



Università degli Studi di Catania

Dipartimento di Architettura

Dottorato in:

“Progetto e Recupero Architettonico Urbano e Ambientale”
XXIV Ciclo

*IL RUOLO DELLA RAPPRESENTAZIONE E DEL RILIEVO IN ARCHEOLOGIA:
DALLE ORIGINI AL LASER SCANNER 3D*

“L'ESPERIENZA SULLA TRICORA DI SAN LORENZO VECCHIO (SR)”

Tutor

Prof. Giuseppe Di Gregorio

Co-Tutor

Prof. Francesco Tomasello

Dottoranda

Ing. Graziana D'Agostino

INDICE

Premessa.....	1
1. Introduzione	
1.1. Le Tecnologie Digitali Innovative per il rilievo dei Beni Culturali nel contesto archeologico.....	5
1.2. Oggetto e motivazioni della ricerca: l'approccio metodologico.....	7
2. Aspetti dell'evoluzione storica del Rilievo e del Disegno di Manufatti Archeologici	
2.1. Aspetti sulla storia del Rilievo archeologico.....	14
2.2. Aspetti sulla storia del Disegno archeologico.....	22
2.3. Aspetti sulla storia dell'utilizzo della Fotografia in Archeologia.....	42
3. Rilievo Archeologico e Rappresentazione: lo stato dell'arte	
3.1. Metodologia di rilievo.....	50
3.2. Disegno, Rappresentazione e Documentazione grafica.....	54
3.3. La "caratterizzazione" nella documentazione grafica archeologica.....	63
4. Rilievo Archeologico e Rappresentazione: la tecnologia digitale Laser Scanner 3D - quattro casi studio nel panorama italiano	
4.1. Introduzione alla metodologia di rilievo.....	82
4.2. Overview della situazione attuale nel campo del rilievo archeologico tramite tecnologia innovativa e modellazione 3D.....	84
4.3. Il Parco archeologico della via Appia Antica - dalla nuvola di punti alla Realtà virtuale.....	87
4.4. Il caso di Pompei - Modelli digitali 3D in Archeologia.....	94
4.5. Il modello 3D dei Mercati di Traiano.....	100
4.6. La documentazione tridimensionale della Catacomba romana di Domitilla.....	103
5. Il progetto di rilievo. Il caso del Complesso di San Lorenzo Vecchio (SR)	
5.1. Il sito.....	108
5.2. La Tricora di San Lorenzo Vecchio (SR).....	110
5.2.1. Introduzione e cenni storici.....	110
5.2.2. Articolazione planimetrica, destinazione originaria, datazione ed apparecchiatura costruttiva.....	116
5.3. L'impianto della masseria di San Lorenzo Vecchio.....	122
5.4. La cella greca di San Lorenzo Vecchio.....	127
5.5. Documentazione grafica edita dei nuclei edilizi antichi.....	131
5.6. Nuova fase di rilievo del complesso.....	136

5.6.1. Rilievo diretto e indiretto: trilaterazioni e fotogrammetria.....	139
5.6.2. Rilievo indiretto e modellazione tridimensionale tramite Laser Scanner 3D.....	144
6. Conclusioni e sviluppi futuri.....	156
7. Bibliografia ragionata.....	165

Allegati:

A. Tavole di rilievo:

- I. EVOLUZIONE STORICA DEL RILIEVO E DEL DISEGNO DI MONUMENTI ARCHEOLOGICI
- II. INQUADRAMENTO E REGESTO FOTOGRAFICO
- III. METODOLOGIE DI RILIEVO INTEGRATE
- IV. RILIEVO TRAMITE LASER SCANNER: RESTITUZIONE PLANIMETRICA DA NUVOLA DI PUNTI
- V. CELLA TRICHORA: PROFILI ORIZZONTALI
- VI. CELLA TRICHORA: PROFILI VERTICALI
- VII. CELLA TRICHORA: PROFILI VERTICALI
- VIII. CARATTERIZZAZIONE: INQUADRAMENTO CRONOLOGICO SITO E PIANTA MONUMENTO ANTICO
- IX. CONFRONTO PLANIMETRICO CON LE PRECEDENTI RAPPRESENTAZIONI EDITE
- X. CELLA TRICHORA: RESTITUZIONI BIDIMENSIONALI DA ORTOFOTO

PREMESSA

L'argomento di ricerca affrontato nella presente tesi di dottorato si inquadra nell'ambito delle tematiche riguardanti le discipline del rilevamento archeologico e del disegno di archeologia di manufatti architettonici, ripercorrendone l'evoluzione storica e lo sviluppo, approfondendo le chiavi interpretative dettate dal punto di vista dell'archeologo e dell'architetto, per poi soffermarsi ed approfondire il rinnovato interesse da parte della comunità scientifica verso le nuove metodologie e tecnologie del settore.

Tale interesse è maturato, soprattutto, con la spinta delle sempre crescenti esigenze di tutela e documentazione del patrimonio culturale e con la nascita di una aggiornata generazione di strumenti, utili a migliorare le operazioni di rilievo ed arricchire di nuove informazioni gli elaborati che ne derivano. Gli studi e gli approfondimenti riguardanti la conservazione del patrimonio architettonico ed archeologico si sono da sempre serviti dell'ausilio del rilievo e della rappresentazione dell'oggetto d'interesse tramite i grafici di rilievo, ritenuti strumenti scientifici finalizzati alla documentazione delle preesistenze, attraverso una sintesi grafica e conoscitiva attuata dagli studiosi del settore.

Il rilievo è uno strumento di indagine, ricerca, lettura e documentazione utilizzato in una vasta gamma di ambiti e discipline, quali il restauro, l'urbanistica, l'analisi architettonica, la storia dell'architettura, l'indagine archeologia, ecc. Nell'ultimo trentennio, alla costante crescita culturale, nell'ambito di tali tematiche, si è affiancato, un accelerato sviluppo scientifico delle metodologie di rilievo, parallelamente a quello tecnologico delle strumentazioni, che hanno visto affinare le tecniche di acquisizione, documentazione e di restituzione in dati tridimensionali, contribuendo al notevole sviluppo del sistema di analisi, fruizione e divulgazione delle informazioni relative ai beni culturali.

La presente linea di ricerca si sviluppa all'interno delle tematiche riguardanti l'evoluzione del ruolo del disegno di rilievo e delle metodologie di acquisizione dati, sviluppate ed applicate dagli studiosi del settore (archeologi da un lato e architetti/ingegneri dall'altro), evidenziando quanto la diversa formazione accademica, abbia influito al difficile conseguimento di una metodologia efficace e maggiormente standardizzata e come, ad oggi, si tenti di superare tale fenomeno di afasia, creatosi sin dalle origini di questa pratica, attraverso la rispettiva interpretazione degli scopi e la

collaborazione sul campo, pur mantenendo sempre separate le competenze professionali. La presente ricerca, inoltre:

- Tenta di definire l'evoluzione della pratica del rilievo in rapporto all'uso delle tecniche che vanno oltre quella comune e che stanno assumendo un ruolo rilevante sia nell'analisi e nella comunicazione dell'architettura archeologica e sia nelle modalità con cui essa può essere rappresentata;
- indaga potenzialità e limiti della modellazione 3D derivante da scansioni laser e applicata alla documentazione dei beni culturali archeologici;
- si focalizza sulla verifica e sullo studio dello sviluppo che ha avuto l'attività del rilevamento di monumenti archeologici e della loro rappresentazione al volgere del primo decennio del terzo millennio. Le innovazioni tecnologiche stanno tendendo a completare ed arricchire l'informazione bidimensionale con quella tridimensionale.
- tenta di evidenziare regole costruttive, geometriche e rappresentative da manufatti architettonici appartenenti a siti archeologici, grazie all'avvicinamento e alla successiva applicazione di questi nuovi modelli 3D alla pratica archeologica, non ancora totalmente maturata per l'utilizzo delle rinnovate metodologie di rilievo e rappresentazione [Medri, 2003; Bianchini, 2008].

STRUTTURA DELLA TESI

La ricerca è organizzata in cinque capitoli:

- Il capitolo 1 introduce le tematiche e gli obiettivi della ricerca;
- il capitolo 2 affronta in sintesi le tappe evolutive storiche, separatamente, del rilievo e del disegno di manufatti archeologici, attraverso l'analisi del dato storico atta a comprendere l'attuale condizione della pratica del rilievo archeologico da parte delle figure protagoniste;
- il capitolo 3 si sofferma sulla descrizione dello stato dell'arte della rappresentazione e del rilievo architettonico - archeologico tradizionale;
- il capitolo 4 riguarda il rilievo e la rappresentazione tridimensionale di architetture archeologiche tramite le attuali tecnologie digitali, quali il Laser Scanner, illustrando quattro casi studio presenti in letteratura, effettuati da gruppi di ricerca di studiosi esperti nel settore, che documentano l'alta qualità dei modelli 3D ottenuti e le diversificate applicazioni che ne derivano. Analisi atta a comprendere e chiarire l'odierna posizione della comunità scientifica operante nel settore;
- il capitolo 5 riguarda l'esperienza di rilievo che si è deciso di affrontare al fine di approfondire e mettere in pratica le tematiche trattate e gli studi effettuati, come contributo al dibattito in corso, riguardante l'utilizzo delle attuali tecnologie di rilevamento in campo archeologico.

Chiudono il volume le conclusioni a cui si è giunti e le ulteriori tematiche da sviluppare ed approfondire, emerse dalla medesima ricerca, i riferimenti bibliografici e le tavole del progetto di rilievo sul caso studio affrontato.

CAPITOLO 1

INTRODUZIONE

1.1. Le Tecnologie Digitali Innovative per il rilievo dei Beni Culturali nel contesto archeologico

IL TEMA

Dagli anni Novanta è in atto un processo di applicazione dell'informatica alle problematiche di rilievo, rappresentazione e graficizzazione di architetture e siti archeologici. Tra le tecnologie digitali più recenti per quanto riguarda l'attività del rilevamento, sia esso archeologico o architettonico, troviamo i Laser Scanner, tecnologia a sensori attivi in grado di rilevare in tempi relativamente brevi e con estrema accuratezza oggetti del mondo reale, fornendo rilievi tridimensionali dei beni sotto forma di una nuvola di punti. Ognuno di questi punti possiede coordinate spaziali (x,y,z) riferite al sistema di riferimento avente l'origine posizionata in corrispondenza dello strumento. Altre tecnologie innovative applicate ai beni culturali sono i GPS (Global Positioning System), strumentazione utilizzata per geo-referenziare e localizzare la posizione del bene. Entrambi sono strumenti essenziali nella documentazione tridimensionale dello scavo stratigrafico e dei manufatti archeologici, a integrazione della tradizionale documentazione bidimensionale, e offrono la possibilità di creare paesaggi virtuali dell'esistente e ricostruzioni della forma originaria del bene/sito indagato [Russo, Remondino, Guidi, 2011]. L'avvento di tali tecnologie incrementa l'informazione ottenuta dal procedimento fotogrammetrico, soprattutto nel caso in cui l'oggetto di studio riguarda un bene o un sito di grandi dimensioni [Galizia, Santagati, 2011].

Gli strumenti di rilievo utilizzati dagli archeologi fino agli anni Novanta erano essenzialmente la rullina metrica, la stazione totale e la metodologia della fotogrammetria archeologica [Mascione, 2006].

“Particolarmente in ambito archeologico è utile rammentare come negli anni 80-90 si sia riscontrata una notevole resistenza accademica (in parte ancora persistente) alla modellazione e visualizzazione di dati e contesti 3D, come se la terza dimensione costituisse una sorta di capriccio estetico, un'informazione tutto sommato superflua ed opzionale per un uso scientifico [...] Più informazione significa più complessità e più complessità necessita maggiori processi di elaborazione e conoscenza” [Forte, da Campana, Francovich, 2006]

Ciò porta a porsi una serie di domande: cosa ci si deve aspettare nel futuro dall'utilizzo di queste tecnologie digitali innovative? Come bisogna raccogliere, gestire e selezionare la mole di dati ottenuti dai rilievi 3D? Come scegliere il giusto *Level of Detail* (LOD) e la più adeguata tecnologia/metodologia per la creazione di modelli a multi-risoluzione? [Manfredini, Remondino, Baldissini, Gaiani, Benedetti, 2008; Fantini, 2012; Gaiani, Benedetti, Apollonio, 2011].

Si è riscontrato come l'uso della terza dimensione e della modellazione digitale in archeologia, nell'ultimo ventennio, sia stato discontinuo nel tempo e realmente utilizzato solo in progetti pilota, divenendo ai giorni nostri un attuale argomento di discussione e sperimentazione. L'uso sempre più intensivo di questa nuova generazione di tecnologie necessita dell'individuazione di "*best practices*" per la definizione di standard durante le fasi di acquisizione e, soprattutto, di post-processamento dei dati digitali 3D, in linea anche con i principi della *Carta di Siviglia*¹ (<http://www.arqueologiavirtual.com/carta/>), attuazione della *Carta di Londra* nel campo dell'archeologia virtuale, ufficialmente approvata nel corso del "III Congresso Internazionale Archeologica 2.0", tenutasi a Siviglia (Spagna).

Ci si interroga, quindi, sulla quantità di informazione contenuta all'interno di un modello e sui dati da selezionare e gestire per garantire un'adeguata trasmissibilità [Di Gregorio, 2011; Campana, Francovich, 2006; Buda, Galizia, Lo Presti, Privitera, Randazzo, Santagati C., Santagati M., 2012]. Il percorso di conoscenza e lo stato di cultura personale dello studioso è la base di questo tipo di ricerca scientifica, che passa inevitabilmente dall'interpretazione ed elaborazione dell'informazione alla successiva disseminazione e trasmissione della cultura.

¹ Principio 1: interdisciplinarietà; Principio 2: scopo; Principio 3: complementarità; Principio 4: autenticità; Principio 5: rigore storico; Principio 6: efficienza; Principio 7: trasparenza scientifica; Principio 8: formazione e valutazione.

1.2. Oggetto e motivazioni della ricerca: l'approccio metodologico

Oggetto della presente ricerca è lo studio del rapporto intercorrente tra le figure operanti nel campo dei Beni Culturali Archeologici, l'archeologo di formazione umanistica da un lato e l'architetto/ingegnere di formazione tecnica dall'altro ed il tentativo di avvicinare, da una parte, la comunità archeologica alle tematiche riguardanti le potenzialità offerte dall'uso degli attuali strumenti di rilievo e, di contro, avvicinare i tecnologi del rilievo alle necessità degli archeologi [Andreozzi, 2007; Migliari, 2001; Remondino, Guarnieri, Vettore, 2005; Crosilla, 2003; Docci, Gagliani, Migliari, 2001; Migliari, 2001]; è anche quello di sviluppare e restituire modelli tridimensionali per la rappresentazione dei manufatti archeologici, attraverso l'uso della tecnologia Laser Scanner e l'ausilio della Fotogrammetria, le quali incrementano e non sostituiscono i tradizionali sistemi di acquisizione e restituzione

Studi approfonditi finora condotti evidenziano come l'utilizzo di queste nuove metodologie di acquisizione dati sia efficace ed acceleri i tempi del rilievo architettonico, ed ancor più di quello archeologico, e come la restituzione dei caratteri superficiali e volumetrici risulti essere particolarmente precisa e meno soggetta all'interpretazione dell'operatore, fattore che qui influisce non più in fase di acquisizione, ma in fase di post-processamento; inoltre, acquista rilevanza fondamentale nel caso di rilievo di strutture notevolmente degradate, d'ambito archeologico, in cui l'articolazione frammentata del bene/sito risulta essere poco leggibile e il valore della testimonianza fisica dei resti è rilevante ai fini della successione diacronica, dell'antica tecnica costruttiva, dei materiali impiegati e della loro lavorazione. Inoltre, va evidenziato che un'ulteriore caratteristica di queste nuove tipologie di rilievo è la possibilità di creare banche dati dei beni culturali archeologici informatizzate, già presenti in passato, ma che si arricchiscono del dato tridimensionale [De Luca, 2011; Manfredini, Remondino, Baldissini, Gaiani, Benedetti, 2008]. Queste banche, sempre disponibili virtualmente, costituiscono una struttura aperta di informazioni, consentendo una costante immissione di nuovi dati, nell'ottica di ulteriori analisi (strutturali, diagnostiche, conservative, colorimetriche, ecc.), oltre all'estrazione di rappresentazioni sia appartenenti alla realtà bidimensionale, già consolidata, che alla nuova realtà tridimensionale, a seconda dello scopo per il quale viene effettuato il rilievo. Non indifferenti sono ulteriori vantaggi "non-marginali", quali, ad esempio, la possibile ricostruzione virtuale tridimensionale di contenitori museali o di siti archeologici musealizzati, così da permettere la comunicazione anche ai "non addetti ai lavori" dei risultati

della ricerca e l'immissione dei modelli ottenuti sul web [Bonacini, 2011; Bonacini, D'Agostino, Galizia, Santagati, Sgarlata, 2012].

E' importante, altresì, ricordare che la tecnologia non potrà mai sostituire l'uomo nella fase di interpretazione dei dati. Il passaggio dalla fase di acquisizione a quella di restituzione, se effettuato su supporto informatico, consente di registrare sistematicamente il materiale raccolto, così da permettere una più semplice consultazione, più agevoli fasi di controllo ed elaborazione ed una più facile e veloce comunicazione e divulgazione dell'oggetto d'interesse.

Gli archeologi, nel passato, hanno dato maggiore attenzione alla ricostruzione della storia di un sito, manufatto ecc., della successione delle fasi di costruzione e della loro datazione. Minore è stato l'interesse teorico ed applicativo per le tecniche del rilievo topografico e architettonico e per le modalità di rappresentazione [Medri, 2003; Bianchini, 2008]. Già dal Rinascimento generazioni di architetti (Brunelleschi, Palladio, etc.) si sono dedicate ad approfondire ed affinare strumenti tecnico scientifici di conoscenza dell'architettura, attraverso cui comunicare e divulgare dati e osservazioni di carattere storico-artistico. A partire dall'Ottocento gli archeologi hanno delegato la documentazione grafica delle evidenze archeologiche sulla "expertise" degli architetti; separando così le competenze. L'architetto doveva essere capace di esprimersi attraverso una sintassi grafica (restando quasi un mero operatore), mentre l'archeologo doveva ricorrere ad uno strumentario descrittivo [Candido, 2006]. Oggi entrano in campo figure di "tecnici" pluridisciplinari operanti nel campo dei Beni Culturali, che tendono ad assommare conoscenze storico-letterarie a competenze più tecnico-documentarie, attraverso l'utilizzo di scansioni laser e fasi di post-processamento e modellazione tridimensionale.

Attraverso il disegno e la rappresentazione si potrebbe, ma ancor di più si dovrebbe, provare a trovare una soluzione parziale a tale dibattito. Soprattutto la documentazione grafica in ambito archeologico necessita di una puntualizzazione di questa figura capace di sintesi operativa. È come se nel campo del rilievo venissero ad afferire due ordini di interessi non separabili, ma che difficilmente riescono ad amalgamarsi in un unico interesse: l'archeologico, dove lo studioso dialoga con l'edificio e adotta lo strumento di illustrazione grafica come occasione di studio; il tecnicistico che coinvolge la conoscenza autoptica dell'emergenza antica.

L'intento è, pertanto, quello di creare un rapporto sinergico ed un linguaggio comune tra le "figure" di esperti nel campo dei Beni Culturali Archeologici. Il dialogo mira a superare le lacune operative nella misura in

cui le modalità di rappresentazione, rilievo e caratterizzazione siano ampiamente assonanti alla lettura dei beni archeologici. Ogni processo innovativo in tal senso non può che mettere in condizione di conoscerli e valorizzarli, utilizzando nuovi strumenti e sfruttando al massimo le potenzialità che questi ci offrono. Requisiti fondamentali sono l'adozione di standard nazionali ed internazionali, la visualizzazione tramite software "Open Source" per facilitare la fruibilità da parte dei "non studiosi", l'utilizzo di tecniche di acquisizione differenti tra loro, ma complementari, ad arricchimento e non sostituzione delle tecniche utilizzate e conosciute fino ad oggi, la definizione di standard per l'acquisizione e la documentazione dei modelli tridimensionali di architetture archeologiche [Lerma, Santiago, Cabrelles, Villaverde, 2010; Santana Quintero, Lerma, Heine, Van Genechten, 2008, Andreozzi, 2007].

Il dibattito attuale sulle potenzialità di rappresentazione grafica che le moderne tecnologie mettono a disposizione è ancora aperto. I codici di rappresentazione, ad oggi, non sembrano stare al passo con lo sviluppo tecnologico, per cui bisogna integrarli ed aggiornarli continuamente. Per esempio, la modellazione tridimensionale data dalla "nuvola di punti" arricchisce delle informazioni tridimensionali la sintesi bidimensionale; con il rilievo tramite Laser Scanner 3D, il manufatto diventa totalmente fruibile per l'operatore in qualsiasi momento ed in qualsiasi luogo si trovi. La registrazione diventa un documento unico di testimonianza fisica e realistica, soprattutto nel campo del rilevamento archeologico dove interviene la quarta dimensione, ovvero il tempo. I processi sinergici che intervengono nella fase del rilevamento dei dati diventano essenziali nel caso dello scavo stratigrafico, ove l'acquisizione in progress delle singole Unità Stratigrafiche è un'esperienza diretta e non ripetibile [Giuliani, 1976].

Il rilievo tramite le attuali tecnologie digitali, risulta quindi essere un prezioso ed insostituibile strumento di aggiornamento per l'analisi e l'interpretazione dei resti antichi, non solo una tecnica che ha come unico fine la documentazione, ma uno strumento applicativo di studio utilizzabile anche nella fase di indagine storica di un bene, uno dei momenti fondamentali della ricerca archeologica.

IL METODO

Come già detto, il lavoro qui presentato si sofferma, in un primo momento, sulla nascita e sulle evoluzioni, trattate in maniera separata, del disegno e del rilievo di archeologia. Il metodo applicato in questa prima fase, ha riguardato un'accurata analisi del dato storico, atta a comprendere in che modo si è giunti allo stato attuale del rapporto che intercorre tra le figure dell'archeologo e dell'architetto o ingegnere, figure tutte interessate allo studio e documentazione del manufatto/sito, ma con competenze tenute separate sin dalle loro origini.

In una seconda fase, si è deciso di selezionare e approfondire quattro casi studio presenti in letteratura, che hanno contribuito all'avanzamento dell'uso delle nuove tecnologie nel rilievo dei beni archeologici e al miglioramento delle fasi applicative, metodologiche, gestionali e restitutive che ne derivano (Il Parco archeologico della via Appia Antica, Il caso di Pompei, I Mercati di Traiano, le Catacombe di Domitilla); ciò è servito a comprendere come la comunità scientifica si sta attualmente ponendo rispetto alle potenzialità offerte dalle nuove metodologie di acquisizione e restituzione dei dati dimensionali, e lo stato attuale del rapporto tra cultura archeologica e sviluppo tecnologico.

La terza fase ha riguardato l'applicazione delle nuove strumentazioni e metodologie disponibili (Laser Scanner e modellazione tridimensionale, Fotogrammetria) all'interno dell'esperienza di rilievo della "Tricora di San Lorenzo Vecchio", sita a Pachino in provincia di Siracusa. Il caso studio affrontato, scelto per la significativa stratificazione cronologica di architetture presenti all'interno del sito, illustra le tappe significative del percorso di conoscenza attuato avvalendosi delle suddette tecnologie tridimensionali di rilievo, mediante Laser Scanner: l'organizzazione del lavoro, la definizione delle singole fasi, le problematiche riscontrate nel confrontarsi col sito archeologico e le soluzioni trovate; un cammino che assume chiarezza mano a mano che il lavoro procede, senza requisiti definiti "a priori", ma in continua evoluzione e collaborazione di due campi fino ad oggi tenuti parzialmente separati.

CAPITOLO 2

*ASPETTI DELL'EVOLUZIONE STORICA
DEL RILIEVO E DEL DISEGNO
DI MANUFATTI ARCHEOLOGICI*

GENERALITA'

Nel presente capitolo si riportano, separatamente, le evoluzioni storiche del Rilievo e del Disegno Archeologico, dalle loro origini fino agli inizi del XX secolo, illustrando rappresentazioni appartenenti ai diversi periodi storici ed approfondendo i contributi, sia pratici che teorici, apportati dagli studiosi.

La decisione di analizzare lo sviluppo temporale di tali discipline, parte dalla volontà e dalla necessità di comprendere il percorso secondo il quale si è giunti all'attuale situazione della pratica del rilievo archeologico; ovvero, in che modo entrano in gioco le diverse figure operanti nel settore, aventi percorsi culturali differenti e qualificate ognuna ad un ambito circoscritto, come quello puramente tecnico (architetto o ingegnere) e quello umanistico (archeologo); ambiti che difficilmente riescono a unificare le proprie competenze e gli obiettivi preposti. Tale approfondimento storico, oltre che da ausilio alla conoscenza culturale personale, riguardante la disciplina archeologica, mira ad avvalorare o contraddire le motivazioni iniziali della presente ricerca di dottorato; ovvero quelle riguardanti la mancanza di una "figura" professionale, capace di sintesi operativa e culturalmente preparata sia nell'uso delle tecnologie digitali di rilievo in fase di acquisizione dati e di restituzione, che nell'interpretazione dei dati raccolti dal punto di vista puramente archeologico (stratificazione e datazione storico-evolutiva, conoscenza delle tecniche costruttive, interpretazione geometrica e modulare degli elementi) e la conseguente delega, da parte dell'archeologo, dell'acquisizione sul campo dei dati dimensionali, all'esperienza pratica e teorica del tecnico esperto rilevatore. Nei paragrafi successivi si evincerà facilmente che le figure che negli ultimi secoli hanno introdotto ed elaborato rappresentazioni scientifiche di archeologia e tecniche di rilevamento e documentazione di reperti e siti, sono per lo più ingegneri ed architetti, interessati allo studio dei beni antichi.

Si è deciso di affrontare le due evoluzioni in maniera separata, poiché le discipline del Rilievo e del Disegno, ed i loro protagonisti, hanno avuto origini, percorsi, ambienti, committenti e finalità diverse nel corso dei secoli. Nei paragrafi successivi si può notare che, pur trattando gli argomenti separatamente, è inevitabile trovare argomentazioni riguardanti la storia del disegno all'interno dell'evoluzione della pratica del rilievo e viceversa.

Lo studio della storia del disegno e del rilievo di archeologia affrontato, ci permette, inoltre, di comprendere come le discipline in

questione vadano contestualizzate al periodo storico in cui vengono attuate e come tale pratica:

“ha avuto bisogno dell’apporto di più generazioni per affrancarsi dal mero valore di illustrazione della scoperta e divenire esso stesso strumento di conoscenza e di studio”
[Medri, 2008]

Alla fine di questa analisi storica si è deciso di trattare l’utilizzo della fotografica in archeologia, al fine di capire quale sia il rapporto che lega la pratica di acquisizione fotografia, introdotta ben due secoli dopo, alla disciplina archeologica e come quest’altro settore d’indagine abbia influito sullo sviluppo delle tecniche di rilievo in ambito archeologico.

2.1. Aspetti sulla storia del Rilievo Archeologico

L'attività di rilievo dei monumenti antichi e l'istituzionalizzazione della ricerca archeologica inizia ad assumere una valenza maggiormente obiettiva tra la fine del XVI e gli inizi del XVII sec. grazie alla formazione delle Accademie di Architettura in Europa. In Italia erano gli stessi artisti a fondarle, ad istituire norme e scegliere i propri componenti; in Francia, invece, col consolidamento dell'assolutismo, era l'autorità statale ad avere potere decisionale, riservandosi anche il compito della nomina del direttore.

Prima di tale periodo, il rilevamento e la rappresentazione dell'esistente non erano considerati strumenti di documentazione o studio; gli artisti rinascimentali, ad esempio, utilizzavano il disegno del reale come fonte dalla quale reperire regole costruttive e studi sull'organizzazione armonica e proporzionale di volumi e spazi, per progettare ed ideare opere d'arte, di architettura, di meccanica, civili, etc. Va, tra questi, ricordato il trattato "I quattro libri dell'Architettura" pubblicato nel 1570 dall'architetto rinascimentale Andrea Palladio (1508-1580), il quale dedica, proprio l'ultimo tomo al rilievo di edifici antichi; ispirato dai trattati di due illustri predecessori: il *De Architectura* (15 a.C.) di Marco Vitruvio Pollione (80 a.C.-15 a.C.) e il *De Re Aedificatoria* (1450) di Leon Battista Alberti (1404-1472).

"Se i teorici del Quattrocento sono interessati a confrontarsi con Vitruvio su basi indipendenti, traendo dal trattato antico tutti gli *exempla* ideali utili per confermare le loro scelte culturali, sin dai primi decenni del Cinquecento il ruolo degli studi vitruviani muta radicalmente. Ora è il suo valore di fonte archeologica, come guida per la comprensione dei ruderi antichi, che conta: il che è spiegabile con la ristrutturazione della prassi professionale, che in quel momento prende piede fra Roma e Venezia. Da fonte ideale e termine di confronto soprastorico, a strumento di progettazione: questo è il percorso tracciato dagli studi vitruviani [...] Rispetto all'utilizzazione parziale e frammentaria, fatta nel corso del Medioevo, del *De Architectura*, gli umanisti del Quattrocento e gli architetti del Cinquecento fanno realmente una scoperta. Essi considerano il trattato come un *corpus* unitario, come un insieme strutturato, come un codice linguistico e di comportamento professionale" [Tafuri, 1978]

Dagli studi effettuati all'interno delle Accademie di Architettura vengono fuori disegni di rilievo destinati maggiormente alla pubblicazione a

fini divulgativi, non di stampo scientifico, ed aventi lo scopo di voler ottenere obiettività espressiva nel tentativo di raffigurare e rappresentare visivamente i beni, seppur tramite un arricchimento figurativo pittorico di scarso valore archeologico.

L'Italia greca è la meta principale per coloro che studiano all'interno di queste scuole. La spedizione costante verso questi luoghi porterà alla formazione di istituti archeologici stranieri ed alla spartizione di aree di studio ed approfondimento tra le varie nazioni europee; per l'Italia saranno principalemte Creta, il Nord-Africa, il Dodecaneso e l'Albania [Buscemi, 2009].

Nel corso del XVII secolo si assiste, inoltre, all'evoluzione della corrente del Vedutismo. Questa, inizialmente, si basa su rappresentazioni ideali di ruderi, di reperti archeologici e di paesaggi naturalistici; dalla seconda metà del secolo, le rappresentazioni appartenenti a tale corrente diventano più realiste e atte a documentare antichi monumenti e i luoghi visitati durante i viaggi di esplorazione degli artisti. Ciò a conferma dello stretto legame che si crea alla fine del secolo tra *Vedutismo* e *Grand Tour*.

“La veduta non è, dunque, pittura di paesaggio che nasce dall'estro del pittore occasionalmente stimolata dai luoghi, ma è quel paesaggio descritto con precisione e riconoscibilità di luoghi storicamente determinati, resi con fedeltà assoluta alla percezione ottica della realtà (...) Il veloce incremento delle vedute italiane della metà del secolo si spiega, dunque, anche con l'aumento costante dei viaggi da parte di nobili, studiosi e colti borghesi. La veduta costituiva, in quanto souvenir molto richiesto, il campo di attività più redditizio del pittore di paesaggi”

[Spirito, 2006]

La scelta di raffigurare i luoghi visitati influenza maggiormente ciò che riguarda la storia dei modelli di rappresentazione di oggetti archeologici rispetto alla pratica del rilievo, ma va di certo citato come primitiva forma di documentazione del reale, seppur dettata dall'occhio umano e non da dati reperiti scientificamente sul sito.

L'APPORTO ITALIANO

Con la scoperta delle città di Ercolano e Pompei e la riscoperta di Paestum, iniziano i primi scavi archeologici; rinvenimenti casuali si hanno verso le fine del XVI sec. e successivamente nel 1707; bisognerà poi

attendere il 1738 per gli scavi effettivi del teatro di Ercolano e il 1748 per Pompei, per volontà del re Carlo di Borbone. Obiettivo principale dello scavo estensivo è quello della conoscenza e dello studio dell'articolazione dell'impianto urbano della città.

Karl Jakob Weber (1712-1764), ingegnere militare svizzero, incaricato a collaborare alla campagna degli scavi, adotta un approccio rivoluzionario alla documentazione archeologica. Egli rappresenta i siti in assonometria cavaliera, rappresentazione di studio che si aggiunge all'abituale eidotipo, al fine di documentare, collocare ed inventariare i reperti archeologici rinvenuti nel sito. Tale tipo di rappresentazione tridimensionale deriva la sua scoperta ed il suo nome dagli studi di Bonaventura Francesco Cavalieri (1598-1647), matematico italiano allievo di Galileo Galilei. L'originalità di Weber si riscontra anche nel suo modo di eseguire campagne archeologiche molto accurate, annotando e disegnando mappe che localizzano tutti i ritrovamenti. Tale approccio da al sito archeologico e alle sue rappresentazioni, la valenza di veri e propri documenti storici, opposta a quella di Rocque Joaquin de Alcubierre (1702-1780), ingegnere militare spagnolo posto alla guida degli scavi, che considera il sito quale cava di oggetti di valore.

L'APPORTO FRANCESE

Dopo la rivoluzione francese l'archeologia inizia ad imporsi come nuova scienza. Ciò è dovuto grazie anche alla pubblicazione di riviste d'arte, ritenute preziosi strumenti di informazione, aggiornamento e divulgazione. In questo arco temporale Gaspard Monge (1746-1818), matematico francese, codifica il metodo della doppia proiezione ortogonale ed introduce l'insegnamento della geometria descrittiva nell'École Polytechnique, una delle più celebri scuole francesi di ingegneria, da lui fondata nel 1794. Tale metodo segna un momento saliente nella storia della rappresentazione. Su di questo si basa il disegno tecnico, conosciuto ed adoperato oggi, attraverso piante, prospetti e sezioni. Sarà merito di Delagardette (1762-1805), architetto francese, nel 1799, che il rilievo verrà definitivamente considerato, fino ai giorni nostri, una disciplina scientifica. Egli, nella sua opera "*Les Ruines de Paestum ou de Posidonié*" (1799), distingue il disegno di rilievo finale dall'elaborato grafico preliminare utilizzato per documentare le misure (eidotipo); distingue, inoltre, il rilievo dello stato di conservazione e di fatto dall'ipotesi di ricostruzione ed indica come necessario la verifica ed il controllo delle misure rilevate in situ, approccio sicuramente più scientifico rispetto a quello effettuato dalle precedenti figure.

Dall'Ottocento in poi gli studiosi iniziano ad andar a vedere con i propri occhi i beni studiati fino ad allora solo sui testi, interesse suscitato e stimolato dalle numerose pubblicazioni che rendono note l'architettura greca.

I PRIMI STRUMENTI LEGISLATIVI DI SALVAGUARDIA

Come già precedentemente detto, i siti archeologici erano da alcuni scavatori considerati luoghi dove reperire materiali e reperti da reimpiegare; ciò dovuto al fatto che le missioni erano di natura privata e finanziate con fondi ministeriali. La pratica si è invece evoluta, nel tempo, sia grazie a Carl Weber sia grazie alla nascita di nuove leggi, mirando maggiormente a salvaguardare l'integrità del monumento ed a considerare lo scavo quale luogo di studio e di ricerca topografica. Il 26 Marzo 1871, con Regio Decreto, fu istituita la Soprintendenza per gli Scavi e Conservazione dei Monumenti della Provincia di Roma. La prima legge in tema di protezione storica-artistica al di fuori dello Stato Pontificio fu l'editto del Cardinale Bartolomeo Pacca nel 1820, atta ad impedire la distruzione e la dispersione delle ricchezze dell'arte e dei resti archeologici per quanto riguardano gli scavi condotti da privati, proprietari dei terreni.

LA STRATIFICAZIONE DI GIACOMO BONI

Nel 1898 Giacomo Boni (1859-1925), architetto italiano, ottenne la direzione degli scavi del Foro Romano. Egli sperimentò un nuovo metodo di operare durante lo scavo:

“dando valore alla stratificazione quale frutto di azioni della natura e dell'uomo, distingueva i singoli strati del terreno e ne procedeva all'asportazione secondo il loro giacimento naturale” [Paolini, 2010]

Egli caratterizza ogni singola unità stratigrafica evidenziandola in sezione e descrivendone accanto i materiali di cui è composta e identificando lo strato più recente con la quota sul livello del mare (fig. 1). Tale metodologia anticipa il concetto di “*Matrix*” e delle sequenze stratigrafiche che Edward C. Harris, archeologo britannico, introdurrà nel 1979, (fig. 2). A Boni si deve, inoltre, l'introduzione dell'uso della fotografia da terra e aerea, atta ad avere una visione complessiva dell'area interessata allo scavo (fig. 3), come riportato nel paragrafo 2.3.

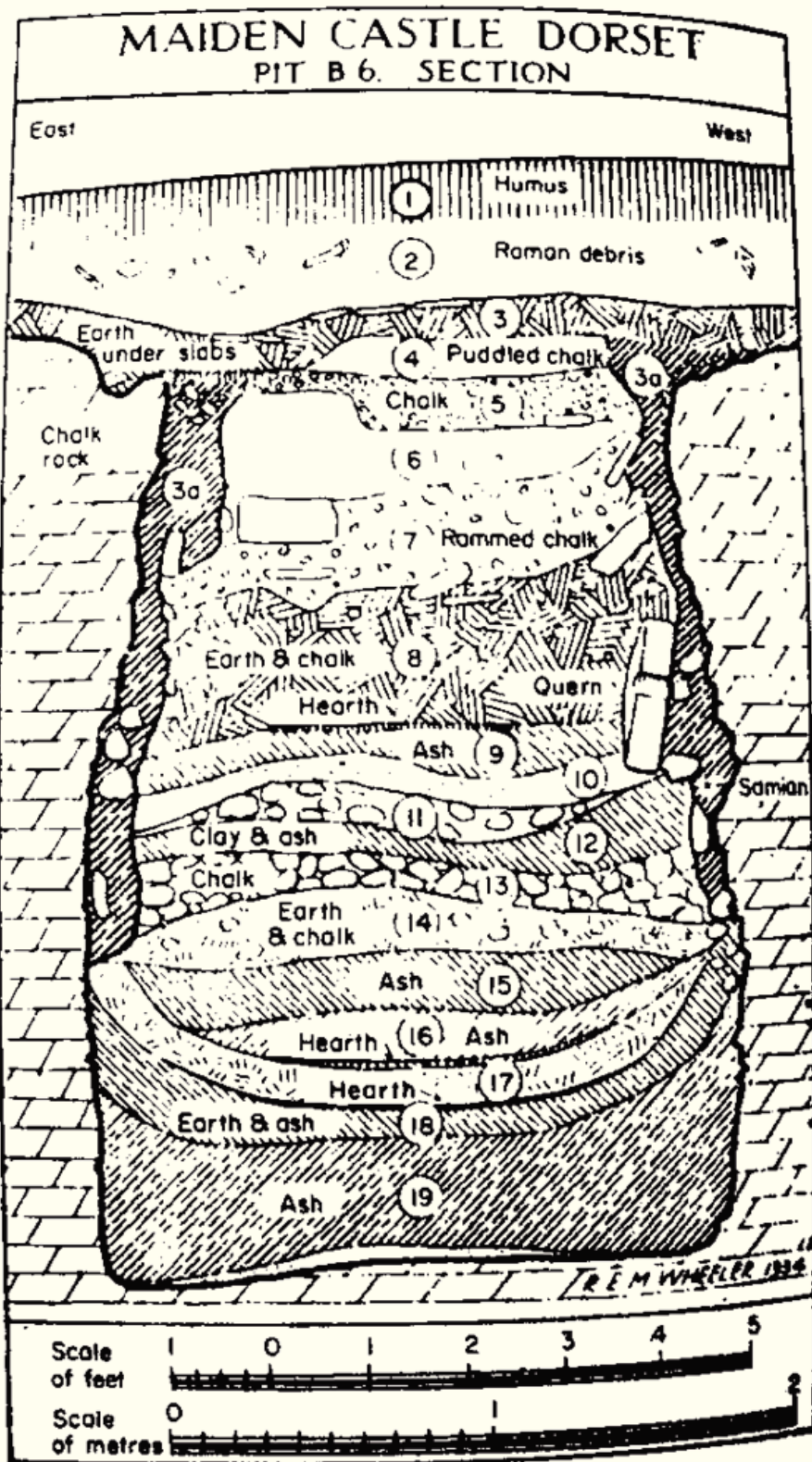


Fig. 1 - Maiden Castle, sezione stratigrafica dello scavo, una delle prime a contenere la numerazione degli strati. (Ad opera di M. Wheeler, 1934).

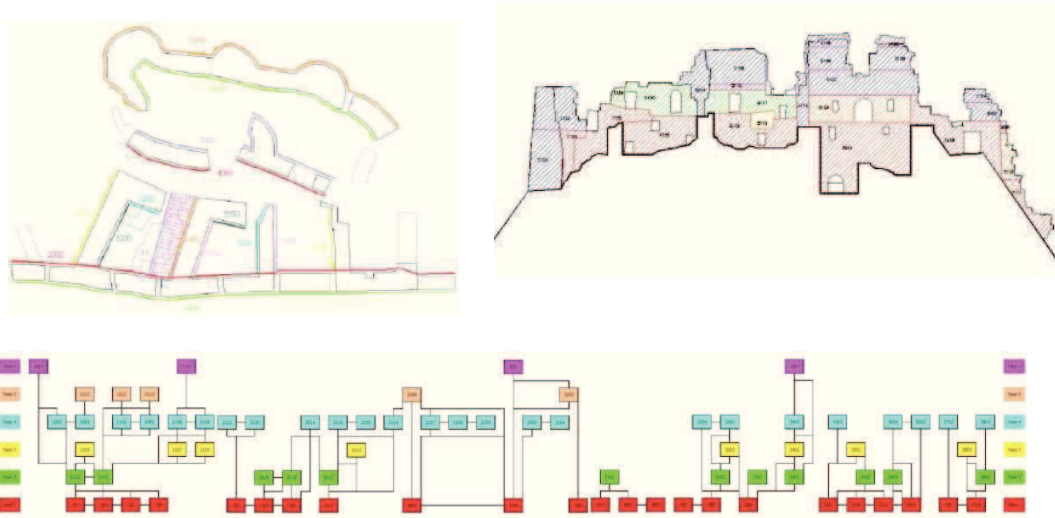


Fig. 2 – Fortezza di Amberd, esempio di diagramma stratigrafico periodizzato.



Fig. 3 – Foro Romano, veduta aerea. (Da: <http://www.no-miedo.com/2012/06/le-foto-aeree-di-giacomoni.html>).

IL DIAGRAMMA STRATIGRAFICO DI EDWARD C. HARRIS

Il diagramma stratigrafico di Harris, nato dalla necessità di ordinare le grandi quantità di dati ricavate dagli scavi, è oggi ritenuto uno strumento di riferimento metodologico insostituibile in qualsiasi contesto archeologico [Paolini, 2010]. Si tratta di una matrice in cui vengono riportate tutte le relazioni rilevate in situ tra le unità stratigrafiche e che qui trovano la loro collocazione temporale. Esso si presenta come un elaborato grafico in cui lungo le ascisse si dispongono le unità stratigrafiche e lungo le ordinate si colloca il parametro temporale. Si otterrà, alla fine, una sequenza cronologica sia relativa che assoluta delle parti costituenti il manufatto archeologico, riconoscendo quindi le diverse fasi di trasformazione dell'edificio.

LO STERRO ED IL SISTEMA DI SCAVO INGLESE

“Nell’ambito delle indagini programmate e promosse dai lavori edili di espansione della nuova capitale, lo sterro ed il metodo stratigrafico si possono da qui considerare quali il punto di partenza ed il punto di arrivo nella ricerca di una archeologia moderna, aspetti caratteristici in questa eccezionale vicenda”

[Paolini, 2010]

Nei primi vent’anni del ‘900 era lo “sterro” ad essere il metodo di scavo maggiormente in uso. Esso consisteva in tagli arbitrari del terreno, che non tenevano conto delle relazioni di tempo e spazio. Tale tecnica venne sostituita dal sistema di scavo inglese, il quale ordina le unità stratigrafiche in sezioni numerate, così da facilitare la documentazione e l’appartenenza dei reperti e, successivamente, dal metodo di scavo di Harris, basato sulla rimozione dei depositi dal più recente al più antico e sulla documentazione di ciascuna unità stratigrafica rilevata. Tale documentazione riguarda la rappresentazione in pianta quotata di ogni singola unità stratigrafica e la compilazione di una scheda che ne costituisce il nucleo centrale [Paolini, 2010].

Verso gli anni settanta del secolo scorso la disciplina del rilievo entra a far parte nel piano di studi della facoltà di lettere:

“per adeguarsi alla metodologia dello scavo archeologico e ad una più idonea lettura degli edifici antichi, dando corpo ad una scienza nuova” [Bianchini, 2008]

L'introduzione di tale insegnamento all'interno del percorso di studi umanistico, viene affrontata inserendo in un'unica materia tutte le discipline che intervengono e completano lo studio delle metodologie e tecniche della rappresentazione e del rilievo (disegno tecnico-architettonico, disegno dal vero, rilievo diretto, rilievo indiretto, topografia, ecc); distinzione, invece, effettuata all'interno del piano di studi delle facoltà di Architettura ed Ingegneria, che prevedono differenti approfondimenti nello studio di ognuna di esse. Dagli anni settanta in poi la figura dell'archeologo, quindi, arricchisce la propria formazione degli aspetti tecnico-applicativi e pratici della cultura del rilievo. Solo negli ultimi anni si è assistito ad una maggiore divulgazione e sviluppo delle tecniche di rilievo indiretto, non al fine di sostituire il ruolo di tecnica protagonista che il rilievo diretto ha da sempre avuto nella documentazione archeologica, ma per arricchire di ciò che può offrire l'innovazione tecnologica alla solida base culturale umanistica della figura dell'archeologo.

2.2. Aspetti sulla storia del Disegno Archeologico

Il movimento del Vedutismo elabora le prime rappresentazioni di beni antichi con finalità di stampo commerciale, ponendo l'accento sulla documentazione archeologica. Non ancora scientifica, per la contestualizzazione di manufatti e resti antichi in ambito urbano, arricchiti spesso da elementi provenienti dalla fantasia. Si tratta prevalentemente di disegni tracciati a matita o acquerelli, che privilegiano vedute prospettiche di piazze e monumenti.

Da un lato, cioè:

“Il Vedutismo apre così la via alla conoscenza di un edificio o di una porzione di città, collocati storicamente nel loro ambito territoriale, e definisce, in tal modo, un periodo specifico della sua evoluzione” [Paolini, 2010]

Dall'altro, l'attenzione per i resti del singolo monumento si estende dal particolare alla scala urbana.

“Il singolo monumento o luogo di interesse archeologico non viene più rappresentato in maniera isolata, ma inserito nel contesto urbano o paesistico di cui fa parte integrante nelle sue stratificazioni storiche” [Spirito, 2006]

Questo sviluppo del Vedutismo si rivolgeva principalmente

“a registrare visivamente luoghi archeologici, ruderi, reperti, ma anche scenari naturalistici, fenomeni geologici, eruzioni vulcaniche muovendosi “di continuo tra la manifestazione della natura e quella dei popoli”, per usare un'espressione di Goethe, che costituiscono i poli di interesse che animano i viaggiatori lungo le rotte del Grand Tour” [Spirito, 2006]

Sono pittori viaggiatori: Giovan Battista Lusieri, Thomas Jones, John Robert Cozens, William Pars, Francis Towne, Abraham Louis, Rodolph Dueros, Jean Houel, Louis Jean Desprez, Jacob Philipp Hacker (figg. 4 - 9).



Fig. 4 – Ariccia – acquarello 32,4x47 cm, British Museum, ad opera di F. Towne (1781). (Da: SPIRITO, 2006 - pag. 40)



Fig. 5 – Veduta di Roma dagli orti della tenuta Sacchetti – matita nera e gessetto 30,2x42,8 cm, Malibu, J. P. Getty Museum, ad opera di G.B. Lusieri, (1780). (Da: SPIRITO, 2006 - pag. 44)

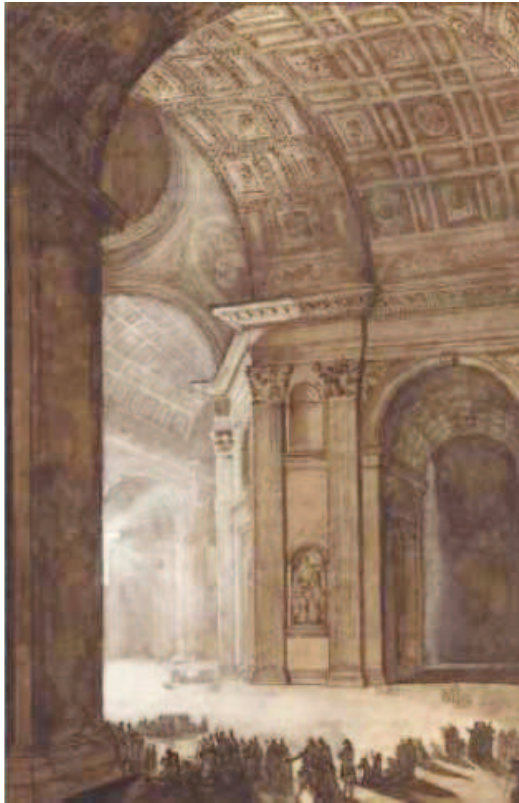


Fig. 6 - *L'illumination de la Croix du Careme a Saint Pierre à Rome* - matita, penna e inchiostro grigio, 49,1x31,8 cm, Christie's Paris, ad opera di L.J. Desprez. (Da: SPIRITO, 2006 - pag. 55)



Fig. 7 - *L'entrata della grotta di Posillipo* - penna e acquerello, BirminghamCity Museum and Art Gallery, ad opera di W. Pars. (Da: SPIRITO, 2006 - pag. 72)



Fig. 8 – Rovine delle Terme di Caracalla – acquerello su matita, 49,9x64,8 cm, collezione privata, ad opera di G.B. Lusieri. (Da: SPIRITO, 2006 - pag. 62)

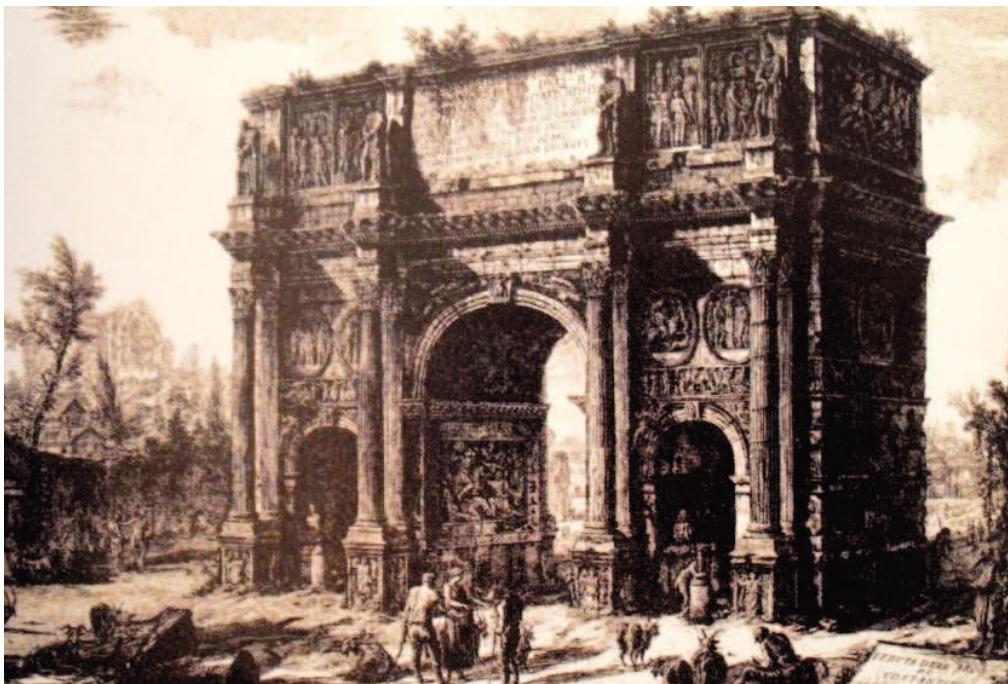


Fig. 9 – Veduta dell'Arco di Costantino, ad opera di G.B. Piranesi.

In Italia, un filone parallelo si dedica alla documentazione grafica “vitruviana”, utilizzando piante, prospetti e sezioni, che ben si discostano dai disegni del coevo Vedutismo. Ricordiamo Bernini (1598-1680), Rainaldi (1622-1692), Fontana (1638-1714), Borromini (1599-1667), Guarini (1624-1683): architetti interessati al rilevamento di beni archeologici e scavi, che cercano nelle rovine testimonianze antiche, quale fonte di studio per strutture e proporzioni da utilizzare per le proprie opere (fig. 10).

Guarino Guarini dedica il secondo capitolo del suo trattato di “Architettura civile” (1737) alla raccolta e sistematizzazione delle proprie conoscenze in merito al rilievo, alla restituzione ed alla rappresentazione dell’architettura. Egli riporta scrupolosamente le indicazioni per trasformare un disegno di “abbozzo” in un disegno preciso e corretto costituito da figure geometriche elementari regolari ed irregolari; sottolinea, inoltre, in che modo l’architettura si basi su matrici e rapporti compositivi che modulano lo spazio.

L’attenzione verso le emergenze antiche matura verso la fine del XVII sec. Alcuni architetti francesi si recano a Roma per rilevare e studiare edifici del passato, la loro funzionalità e gli elementi costitutivi. Da Roma passano a Napoli, prima tappa del viaggio verso il sud d’Italia, per poi arrivare, a partire dagli anni ’70, in Sicilia, alla ricerca delle origini dell’architettura europea.



Fig. 10 – Piazza del Popolo, Roma (incisione di G.B. Piranesi), con le chiese di S. Maria di Montesanto (1662-75) e (a destra) S. Maria dei Miracoli (1675-79), opere di Carlo Rainaldi e Carlo Fontana.

Nel XVIII sec., nel dibattito europeo, ci si interroga con più insistenza sul peso che può assumere il corredo grafico nell'illustrazione dell'architettura greca e romana.

“Nel Secolo dei Lumi e del Grand Tour la percezione grafica delle emergenze antiche si andava svelando, infatti, quale strumento utile e necessario alla rilettura critica dei monumenti della Sicilia oltre che canale immediato e accattivante della letteratura odepórica. Seppure il Grand Tuor in Italia meridionale ed in Sicilia si connotava come moda alla ricerca oggettiva delle radici culturali dell'Europa illuminista, la lezione winckelmanniana dava sostanza scientifica alla esigenza di un apparato illustrativo che restituisse fedelmente e compiutamente l'arte e l'architettura antica: emozioni e testimonianze. In questa doppia anima va individuata la linfa che innesterà l'autonoma storia parallela del “testo grafico” ed il suo crescente ruolo e autorevolezza nelle sempre più numerose imprese editoriali sulle antichità classiche” [Tomasello, da Buscemi 2009]

A spiegazione e supporto di questa duplice tendenza è utile riportare uno studio sul confronto di immagini/rappresentazioni, appartenenti al '700, di uno stesso monumento, il Monastero Carmelitano di S. Maria dell'Indirizzo a Catania, recentemente affrontato Tomasello, in un articolo all'interno degli atti di un convegno dal titolo “*Cogitata tradere posteris* – Figurazione dell'architettura antica nell'Ottocento”, a cura dell'archeologa Buscemi. Dalle due viste interne del calidario si evince:

“da un lato il superamento progressivo dell'immaginario antiquario così poco attento alla registrazione filologica e autoptica delle emergenze antiche, e dall'altro la crescente rinuncia al vedutismo, nella misura in cui esso è inteso ed utilizzato come strumento grafico primario” [Tomasello, da Buscemi 2009]

L'acquarello di J. M. Houel, enfatizza i dettagli costruttivi della muratura, le dimensioni interne, la struttura della volta e della cupola del calidario (fig. 11); lo spaccato prospettico di L. Mayer, “a parte la modesta tecnica e l'infelice deformazione” decontestualizza il manufatto, attenzionando maggiormente la sua tecnica costruttiva e la struttura (fig. 12). Rilievi rappresentati geometricamente più corretti sono gli appunti e i disegni di Chenchi, Houel e Ittar. Houel si sofferma maggiormente sulla geometria della grande cupola del calidario (fig. 13); Chenchi “nel volere mediare tra l'emergenza e l'idea del monumento antico sorvola su alcune apparenti incongruenze e pertinenze strutturali” [cit. Tomasello] (fig. 14); dai disegni di Ittar si riscontra, invece, maggiore padronanza delle tecniche della rappresentazione bidimensionale nella distinzione di piante, sezioni e dettagli costruttivi prospettici (fig. 15).

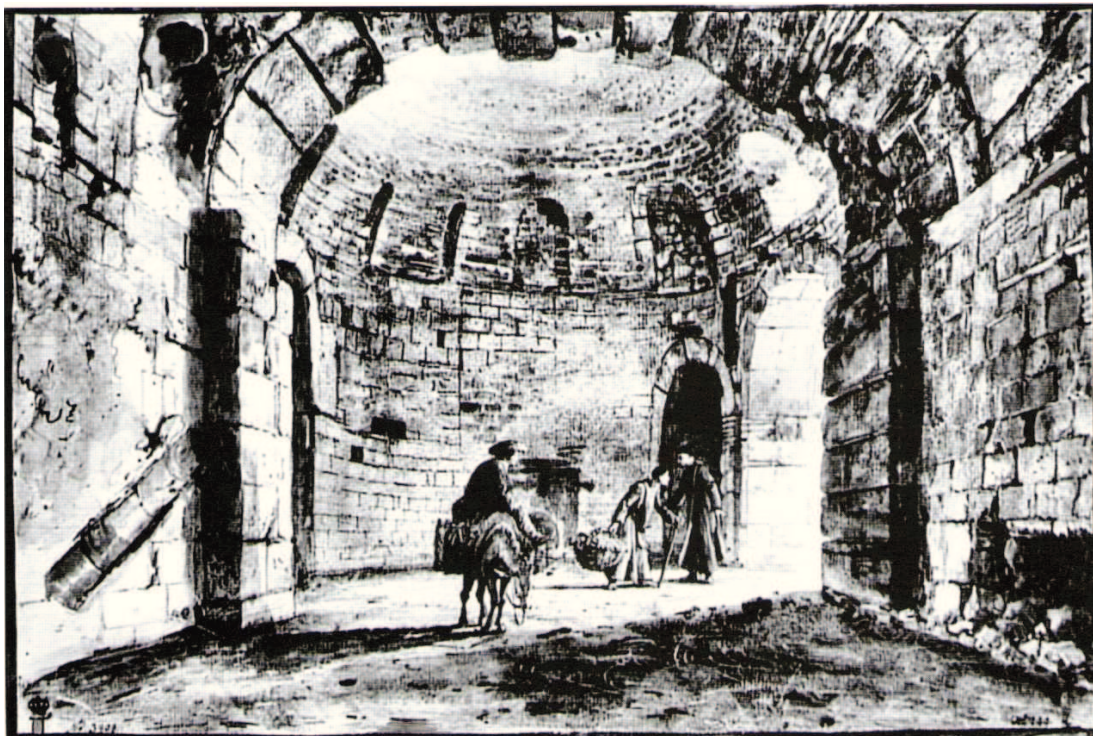


Fig. 11 – Terme presso il Monastero Carmelitano di S. Maria dell'Indirizzo, Catania, opera di J.M Houel.
(Da: BUSCEMI, 2009 – fig. 2a, pag. 29).

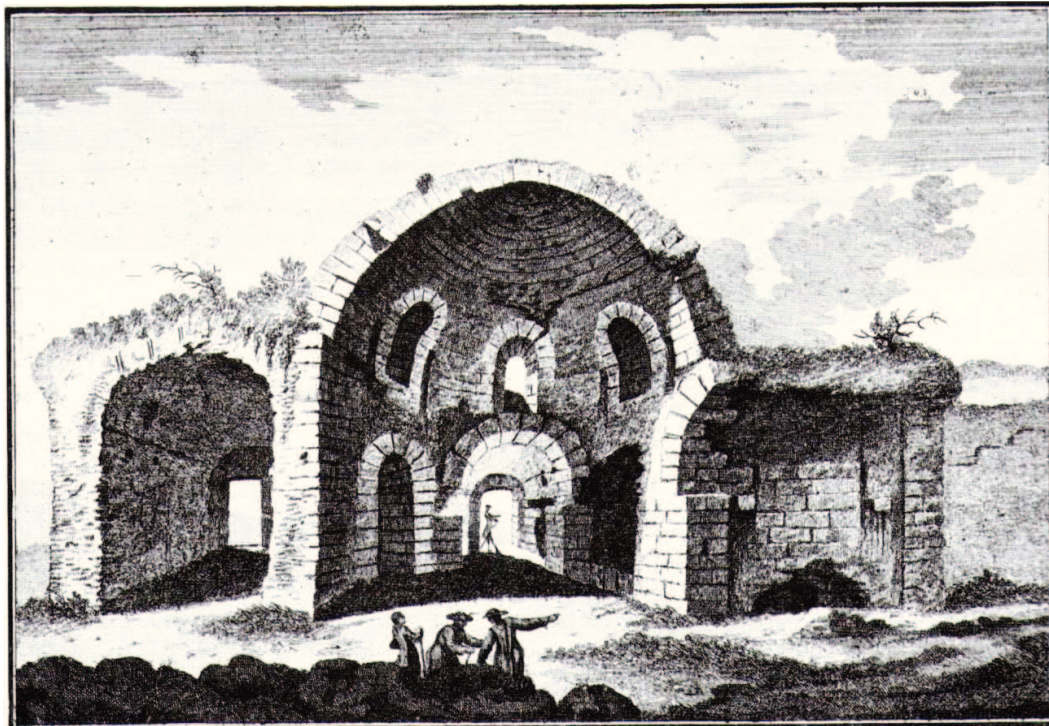


Fig. 12 – Terme presso il Monastero Carmelitano di S. Maria dell'Indirizzo, Catania, ad opera di L. Mayer.
(Da: BUSCEMI, 2009 – fig. 2b, pag. 30).

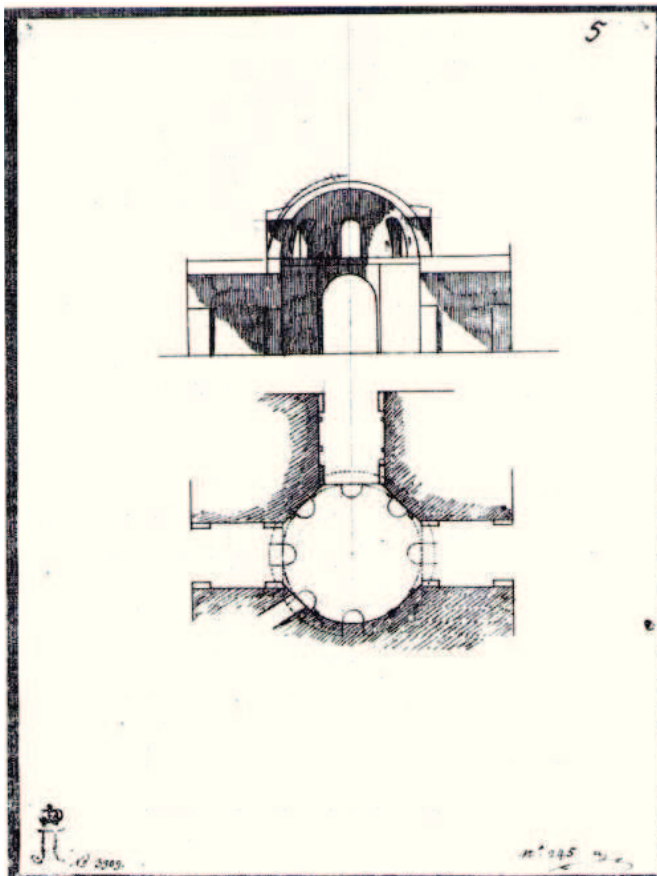


Fig. 13 –Terme presso il Monastero Carmelitano di S. Maria dell'Indirizzo, Catania - Pianta e sezione, ad opera di J.M Houel. (Da: BUSCEMI, 2009 – fig. 3c, pag. 31).

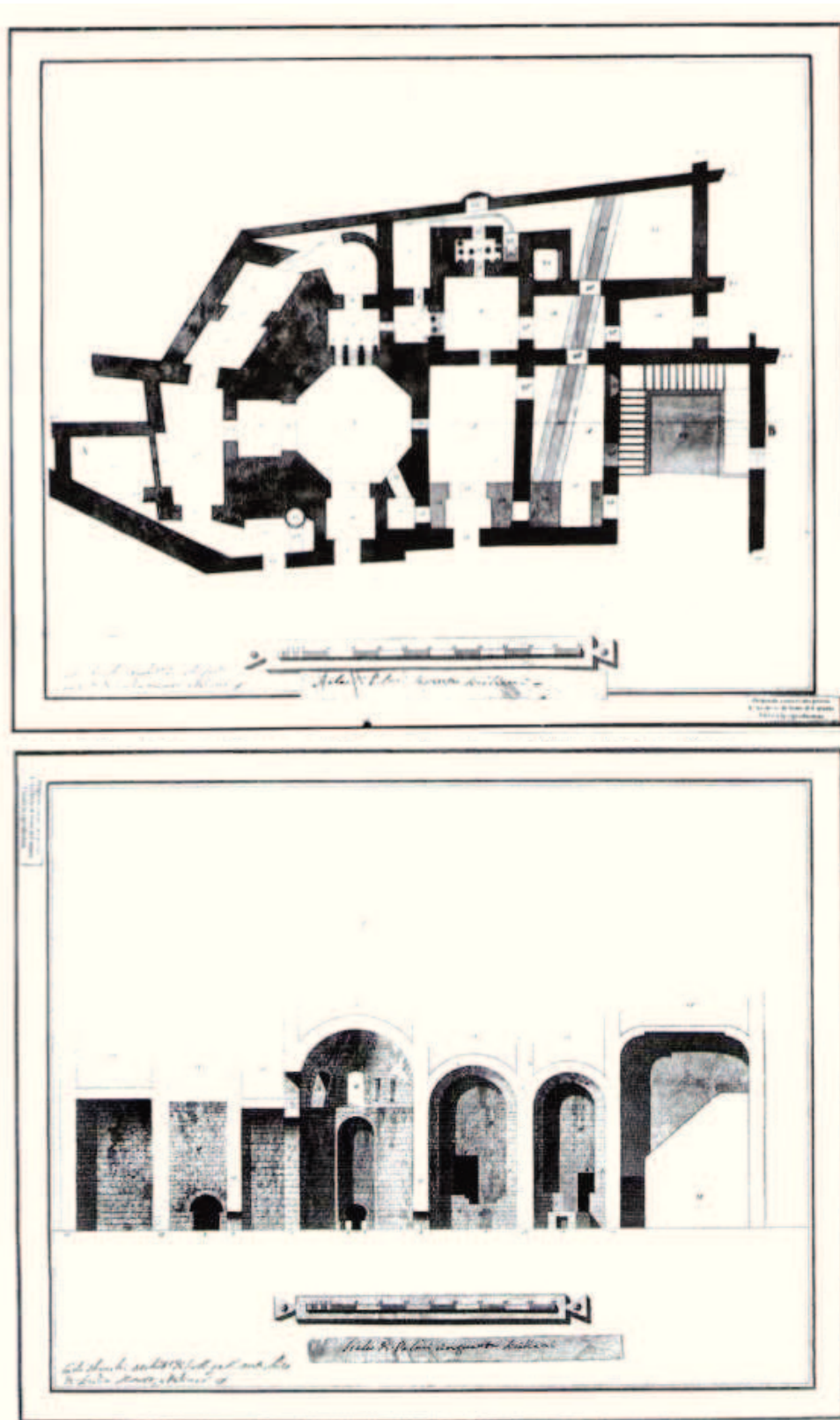


Fig. 14 -Terme presso il Monastero Carmelitano di S. Maria dell'Indirizzo, Catania - In alto, Pianta; in basso, sezione, ad opera di C. Chenchi. (Da: BUSCEMI, 2009 - figg. 3a-3b, pag. 31).

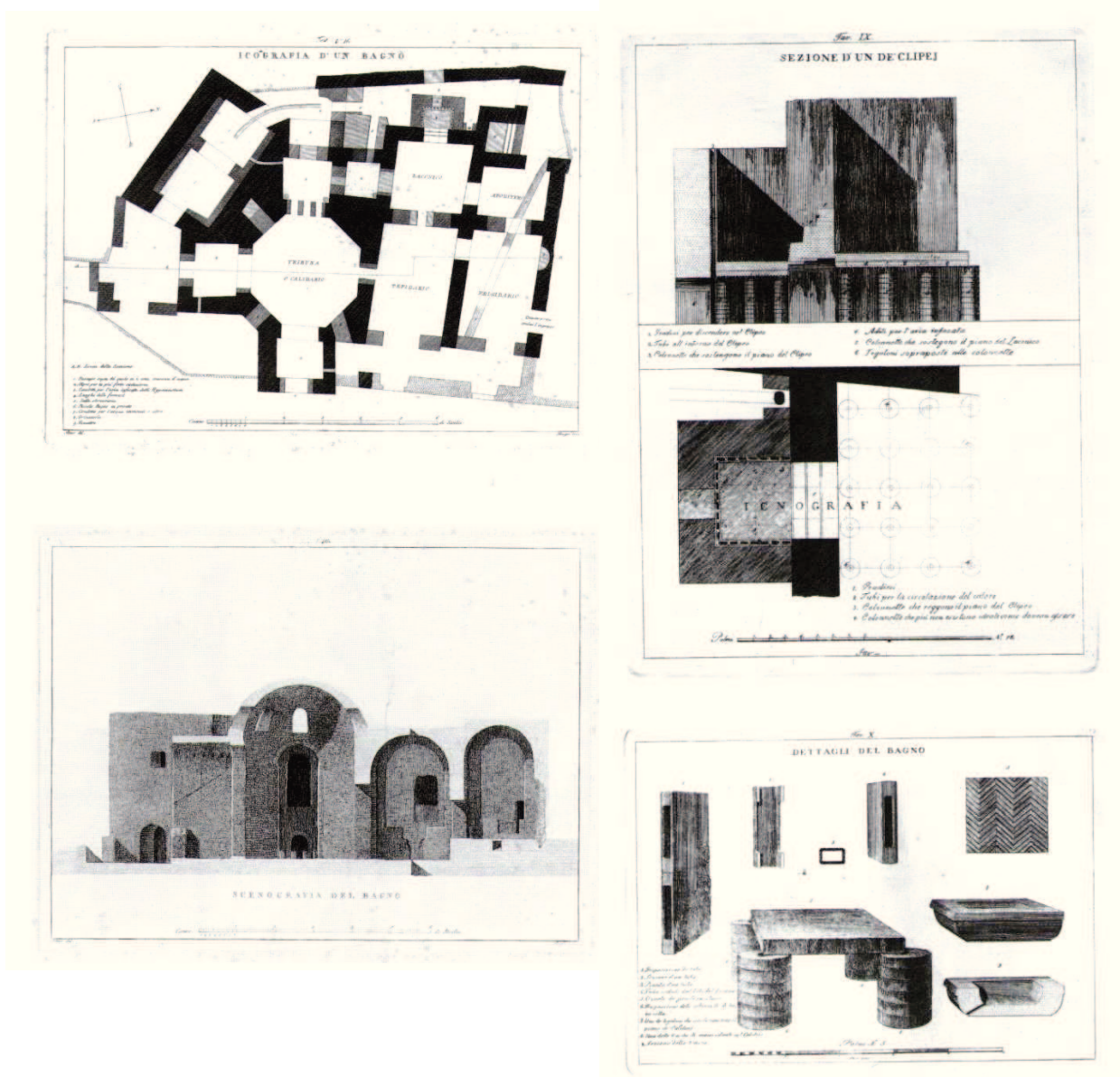


Fig. 15 -Terme presso il Monastero Carmelitano di S.Maria dell'Indirizzo, Catania – A sinistra, Pianta e sezione; a destra, Dettagli costruttivi, ad opere di S. Ittar. (Da: BUSCEMI, 2009 – figg. 4, pagg. 32-33).

Tuttavia nella stessa temperia culturale del Settecento si avverte la necessità del superamento del Vedutismo, come strumento grafico primario, e ci si avvia verso un'illustrazione scientificamente più corretta e dettagliata.

Per esempio, in Inghilterra, sebbene non si rilevi la formazione e la presenza di Accademie di Architettura, istituzioni invece presenti nel resto d'Europa, emergono studiosi quali Adam e Wood, che ottengono numerosi consensi grazie alla loro preparazione su elementi tipologici e decorativi antichi, utili da imitare nella progettazione del nuovo. Le Roy e Stuart-Revvett aprono un acceso dibattito con i loro studi sull'architettura greco-dorica.

“L'affermazione programmatica di Le Roy nel *“Discours sur l'Architecture civile”*, 1758, che introduceva la seconda parte del celebre *“Le Ruines...”*, mostra come già alla metà del '700 il tema dell'origine dell'architettura greca fosse ben presente, ma anche come fosse prioritaria la necessità di formulare e consolidare nuove acquisizioni sul tema degli ordinamenti architettonici, del proporzionamento e della metrologia di classi monumentali che avrebbero finito, per queste stesse ragioni, con il limitarsi, in genere, a templi e/o edifici per spettacolo e cenotafi, in quanto impiegati ordini e colonnati” [Buscemi, 2009]

Il *Grand Tour*, considerato dalla cultura anglosassone un momento di crescita culturale per la formazione dei gentiluomini, coinvolge i viaggiatori di tutta Europa, che affidano a “vedute” la testimonianza, la documentazione ed il ricordo del viaggio effettuato. Parallelamente, ad un mero interesse editoriale, aprono il dibattito sul significato ultimo di tale documentazione.

In Francia Rousseau, con un taglio filosofico, si avvale delle testimonianze grafiche per proiettarsi a favore della cultura greca antica, opponendosi alla visione di Piranesi, sostenitore della superiorità dell'architettura romana, poiché direttamente discendente da quella etrusca “molto più ricca ed antica della greca” [Paolini, 2010].

Sarà Winckelmann nella sua opera *“Geschichte der Kunst des Altertums”* (trad. it. Storia delle arti del disegno presso gli antichi, Dresda, 1764) a trovare i termini scientifici del rapporto tra le due culture architettoniche, pur esaltando la particolarità e superiorità dell'arte greca. La sua opera è il primo trattato di storiografia degli stili antichi indipendente dalla trattatistica vitruviana, che contribuirà alla formazione del gusto neoclassico.

La sequenza di queste prospettive culturali ha un'importante ricaduta sull'evoluzione della tipologia della documentazione grafica: nella seconda

metà dell'800 cambiano committenti e destinatari. Non si effettuano più "spedizioni" private, con fini prettamente editoriali e rivolti ad un pubblico quanto più vasto possibile ed interessato maggiormente all'aspetto accattivante delle immagini, piuttosto che allo studio scientifico in se; la ricerca archeologia diventa una esigenza e viene organizzata come impresa di gruppo, rivolta ad una cerchia ristretta di specialisti e studiosi del settore.

Su questa nuova prospettiva, vale la pena ricordare l'esempio proposto dall'archeologa Buscemi relativo al Tesoro di Atreo, inserito all'interno degli atti di un convegno dal titolo "*Cogitata tradere posteris* - Figurazione dell'architettura antica nell'Ottocento". La prima rappresentazione risale al 1729 ad opera di Fourmont (fig. 16). Qui il manufatto viene inserito, in maniera semplicistica, in un paesaggio collinare che, pur riprendendo la sua reale ubicazione, viene erroneamente restituito a pianta rettangolare.

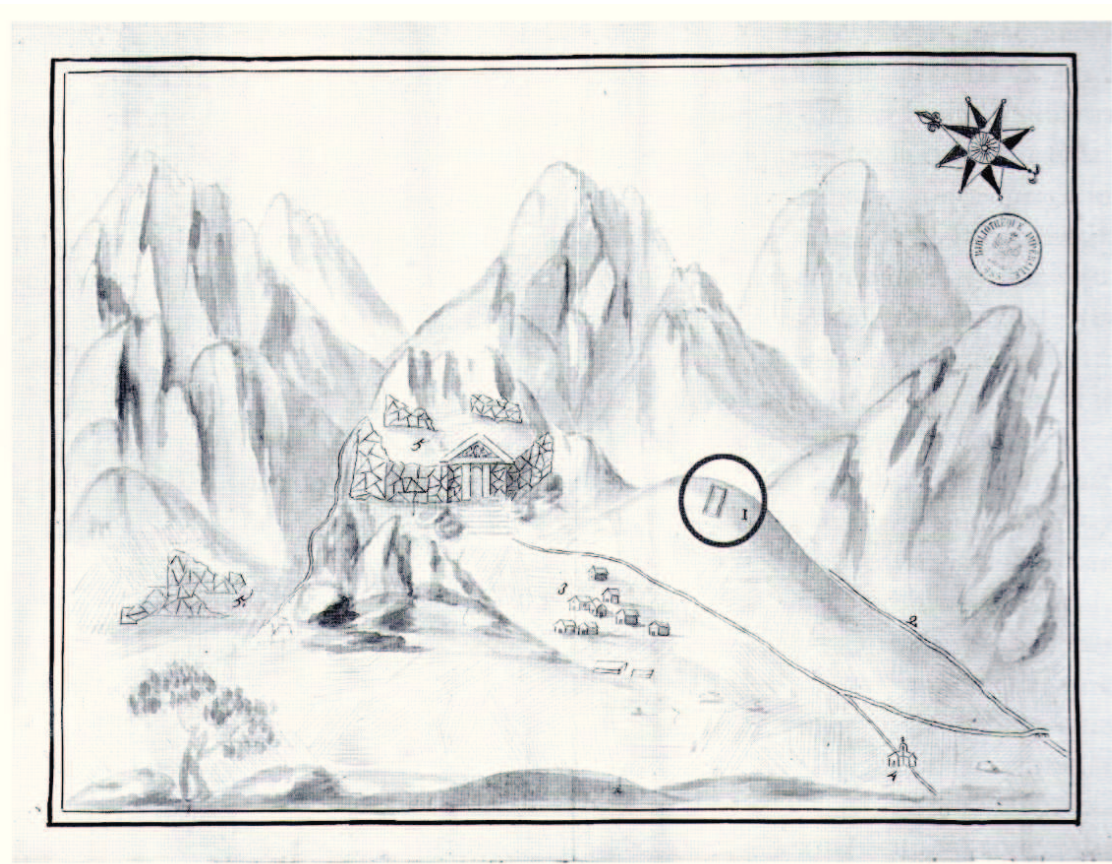


Fig. 16 - *Le Tombeau d'Atrée/Souterrain* (1729), ad opera di L. Fourmont. (Da: BUSCEMI, 2009 - fig. 5, pag. 72).

Nel 1800 l'olandese Hope, rappresenta nuovamente la tomba, stavolta utilizzando le rappresentazioni geometriche fondamentali, quali piante ed alzati (figg. 17 - 19). Dagli elaborati si evince, tuttavia, una “*formazione non specialistica dell'autore*”, a causa della rappresentazione del solo estradosso, senza l'indicazione dello spessore delle murature. Va però evidenziata la scelta della rappresentazione in pianta dei profili esterni ricavati a tre quote differenti (alla quota dell'architrave dell'ingresso, dell'architrave del passaggio laterale e dell'ultimo filare in basso visibile all'epoca).



Fig. 17 - Mycenae (1800), ad opera di T. Hope. (Da: BUSCEMI, 2009 - fig. 7, pag. 73).

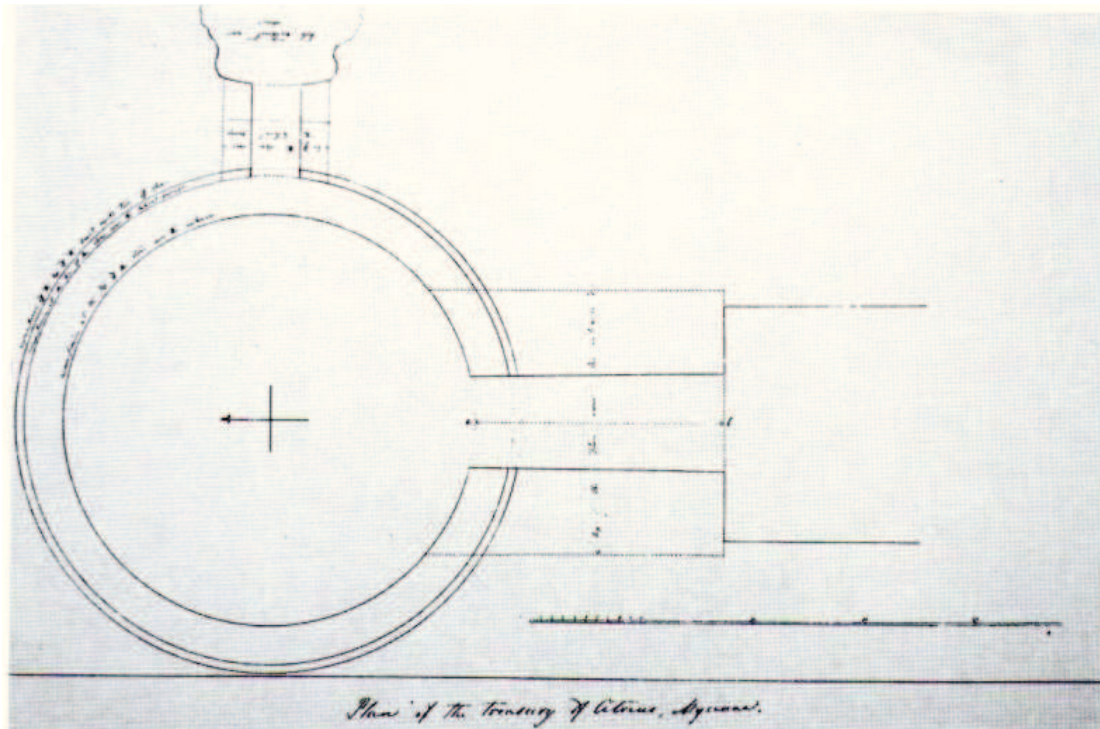


Fig. 18 – *Treasury of Atreus Mycenae* (1800). Planta, ad opera di T. Hope. (Da: BUSCEMI, 2009 – fig. 8, pag. 74).

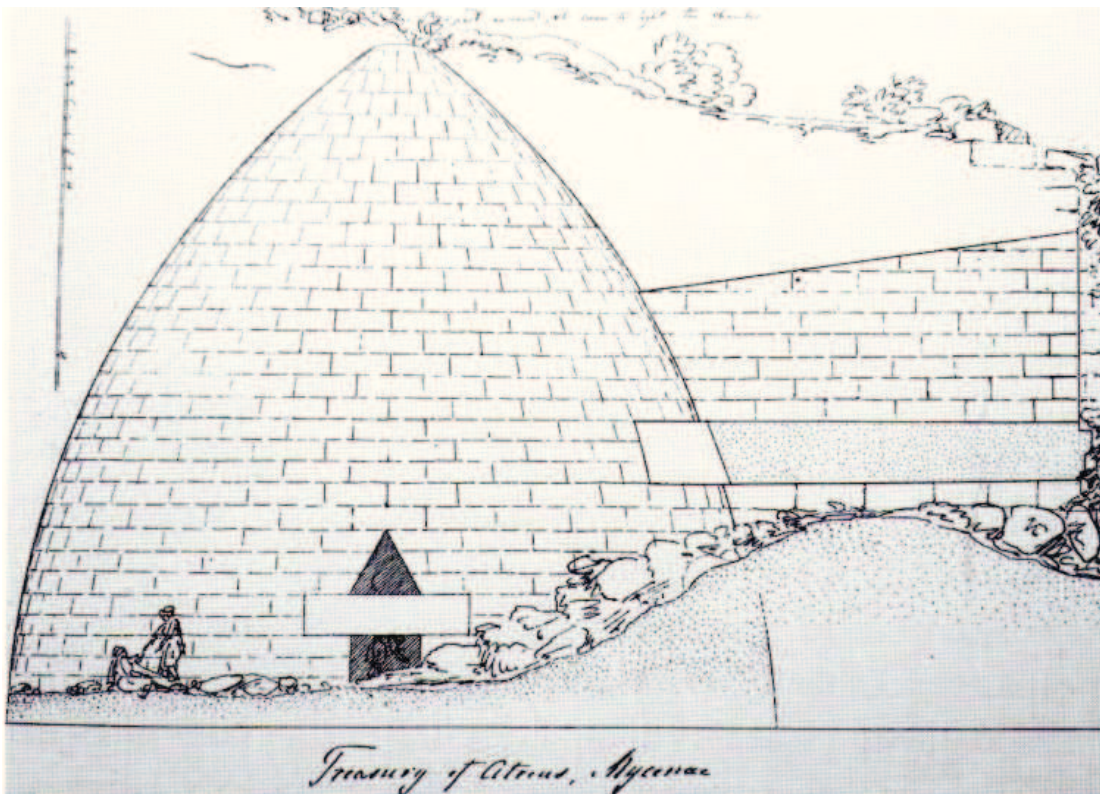


Fig. 19 – *Treasury of Atreus Mycenae* (1800). Sezione longitudinale, ad opera di T. Hope. (Da: BUSCEMI, 2009 – fig. 9, pag. 74).

L'architetto Ittar rileva il monumento nel 1802 e ci lascia due diverse redazioni: una custodita oggi presso il British Museum a Londra, databile tra il 1802 ed il 1803, l'altra, inedita, presso il Museo Civico di Castello Ursino a Catania, databile dopo il 1830. La prima comprende "una pianta, due sezioni, una tavola di dettaglio ed una proposta di ricostruzione della fronte, più alcuni schizzi di taccuino" (fig. 20), quella catanese "consiste in un foglio di taccuino con una veduta dell'ingresso e due schizzi quotati, due piante, due sezioni, un prospetto, una tavola di dettaglio con una sezione della camera laterale e due proposte di ricostruzione della fronte" (figg. 21 - 25).

"I disegni dell'architetto catanese costituiscono la prima documentazione grafica scientifica e sistematica del monumento. Dal punto di vista tecnico, va sottolineato come sia qua superato anche il tipico aspetto "commerciale" del genere del voyage, rappresentato dall'esigenza della veduta prospettica: la proiezione ortogonale è l'unico metodo alla base di queste restituzioni [...] Sul piano delle informazioni, va forse osservata una certa criticità nella registrazione delle tecniche edilizie, piuttosto insolita per Ittar, ed evidente nella scelta, per le piante, della campitura dello spessore murario, privo di caratterizzazione. Questo è presente, invece, negli alzati"

[Buscemi, 2009]

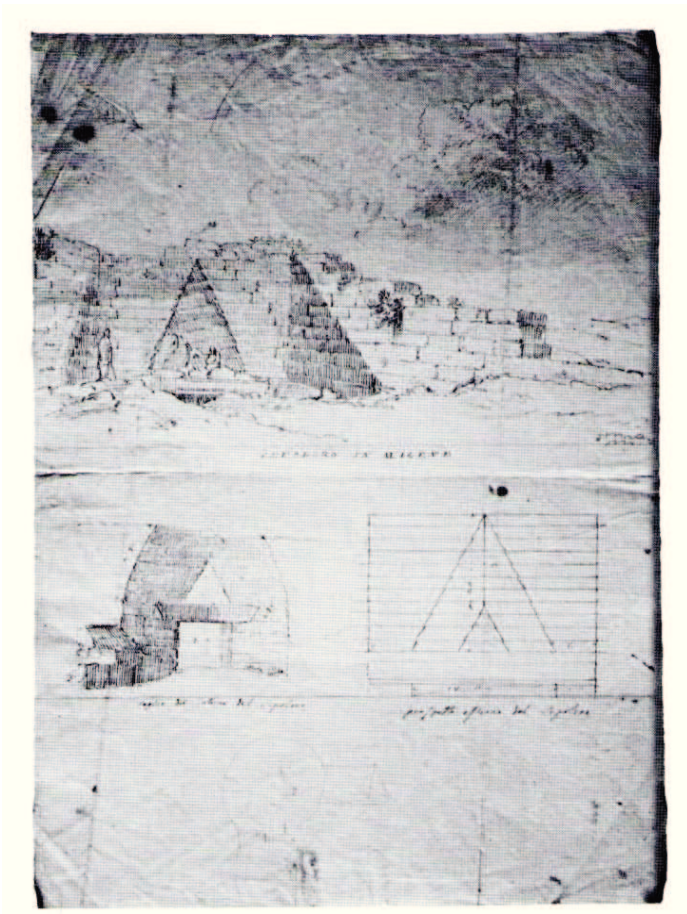


Fig. 20 - Sepolcro in Micene (1802), ad opera di S. Ittar. (Da: BUSCEMI, 2009 - fig. 10, pag. 75).

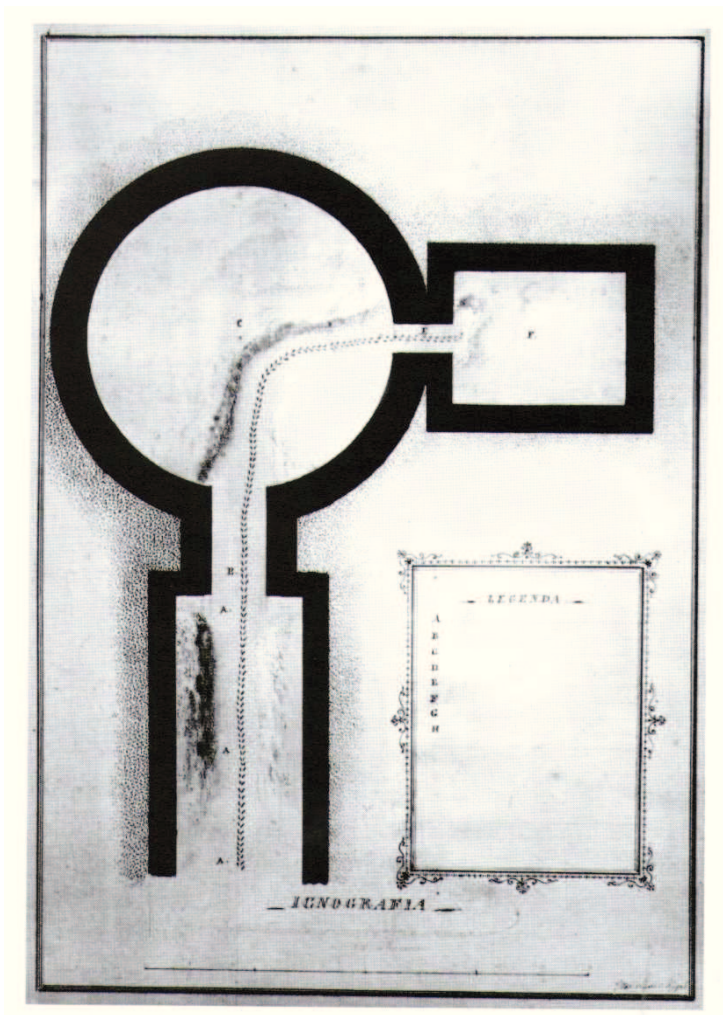


Fig. 21 - Icnografia della Tomba do Agamennone in Micene. Serie di Catania (1830), ad opera di S. Ittar. (Da: BUSCEMI, 2009 - fig. 11a, pag. 76).

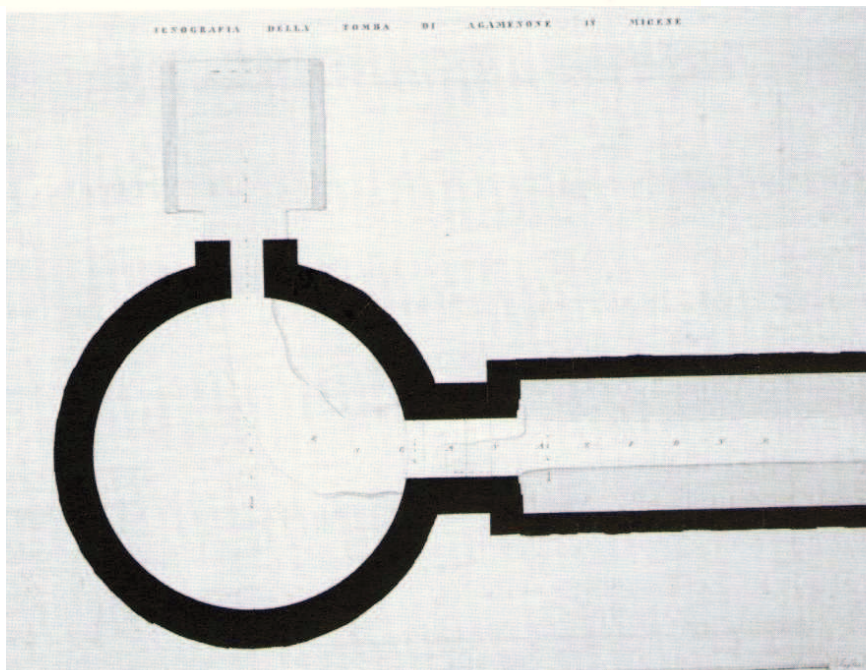


Fig. 22 - Icnografia della Tomba do Agamennone in Micene. Serie di Londra (1803), ad opera di S. Ittar. (Da: BUSCEMI, 2009 - fig. 11b, pag. 77).

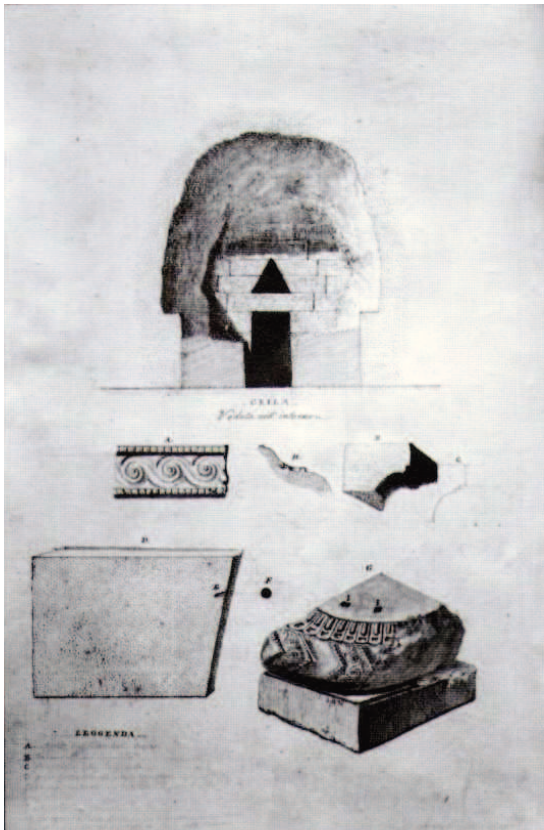


Fig. 23 - Sezione trasversale (da ovest) e dettagli della decorazione architettonica della facciata (dopo il 1830), ad opera di S. Ittar. (Da: BUSCEMI, 2009 - fig. 12, pag. 78).

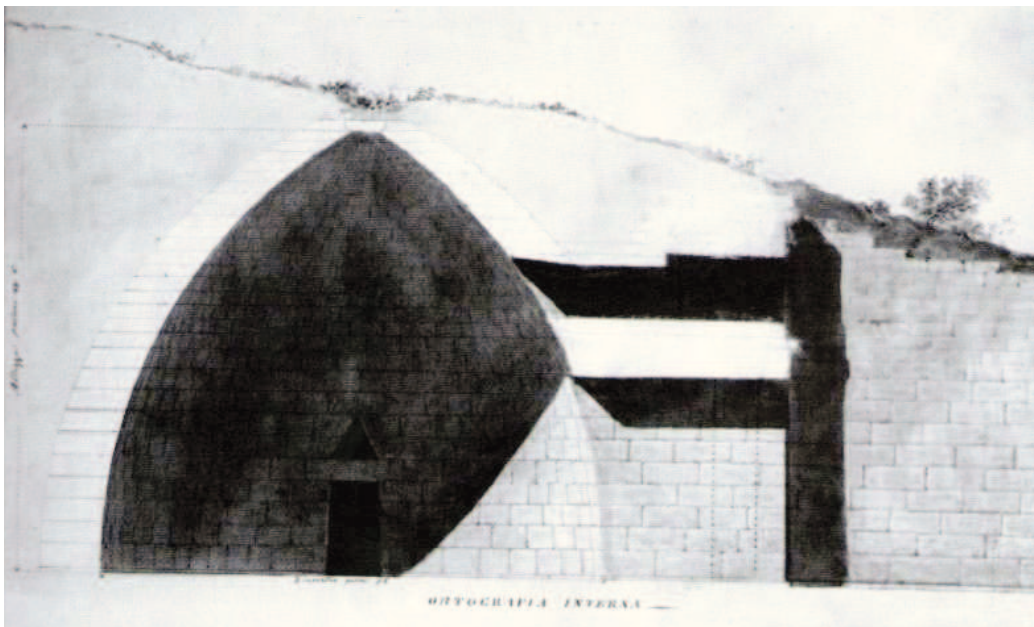


Fig. 24 - Ortografia interna (dopo il 1830), ad opera di S. Ittar. (Da: BUSCEMI, 2009 - fig. 13, pag. 79).

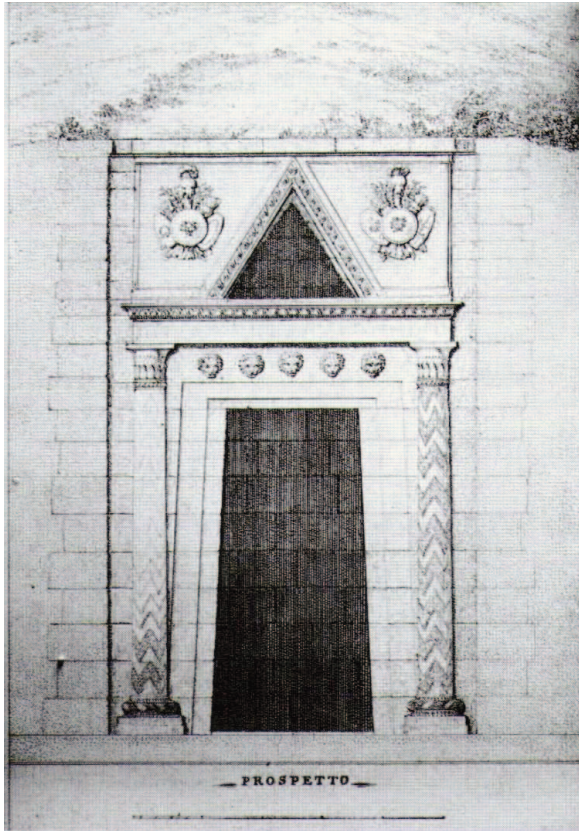


Fig. 25 – Prospetto (dopo il 1830), ad opera di S. Ittar. (Da: BUSCEMI, 2009 – fig. 14, pag. 80).

L'ipotesi di ricostruzione elaborata da Ittar è la prima tentata; egli mostra lo stato di fatto ed i reperti presenti, ricostruendo erroneamente il monumento secondo i canoni romani e non quelli micenei. Resta, comunque, valido il tentativo di recuperare tutti i reperti ed ipotizzare una loro ricostruzione in un unico sistema. A questa si ispirò Donaldson, architetto inglese, per propria ammissione.

“Poco dopo Ittar, nel Luglio del 1805, E. Dodwell e W. Gell visitarono insieme Micene. Quella di Gell, in particolare, è la prima pubblicazione in cui le rappresentazioni sono accompagnate dal testo. È, dunque, a partire da questi lavori e non prima che è possibile individuare uno di quella sorta di canovacci obbligati che sovente sono legati alla letteratura di viaggio in Europa, cioè una sequenza fissa di argomenti ripercorsi di volta in volta con diversi sviluppi” [Buscemi, 2009]

Donaldson elabora una veduta, una pianta, una sezione ed un'ipotesi di restituzione del prospetto (figg. 26 – 28). Nella sezione egli evidenzia un cedimento laterale, a documentare lo stato di fatto e non solo la geometria della struttura, aspetto che da originalità concettuale e di contenuto alla rappresentazione.



Fig. 26 – *Interior of the Treasury of Atreus* (1819), ad opera di E. Dodwell. (Da: BUSCEMI, 2009 – fig. 17, pag. 82).

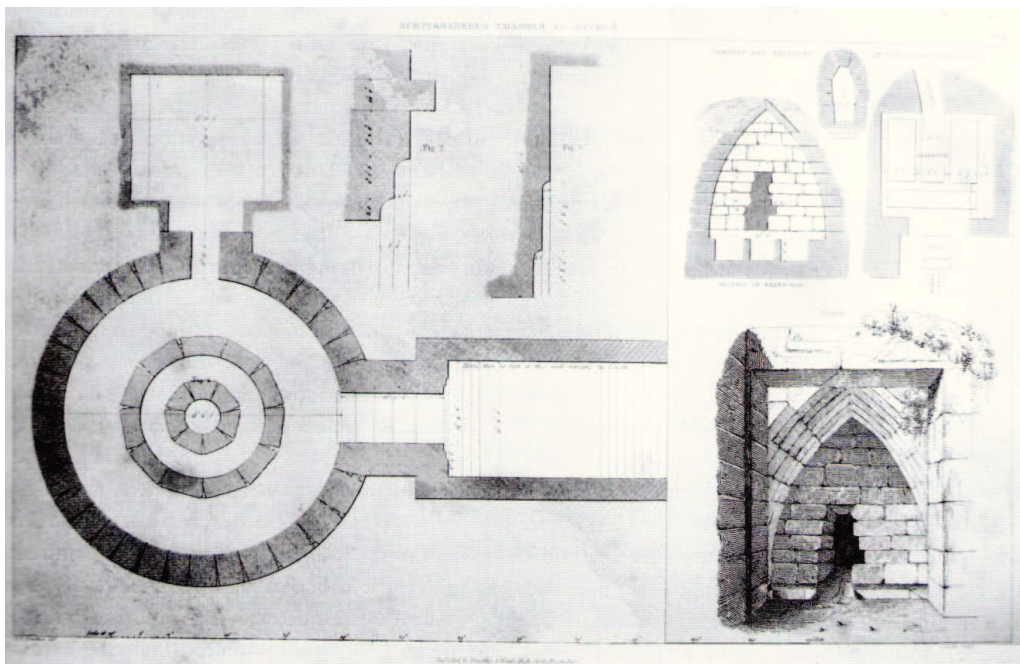


Fig. 27 – *Subterranean chambre at Mycenae* (1830). Pianta, ad opera di T.L. Donaldson. (Da: BUSCEMI, 2009 – fig. 18, pag. 83).

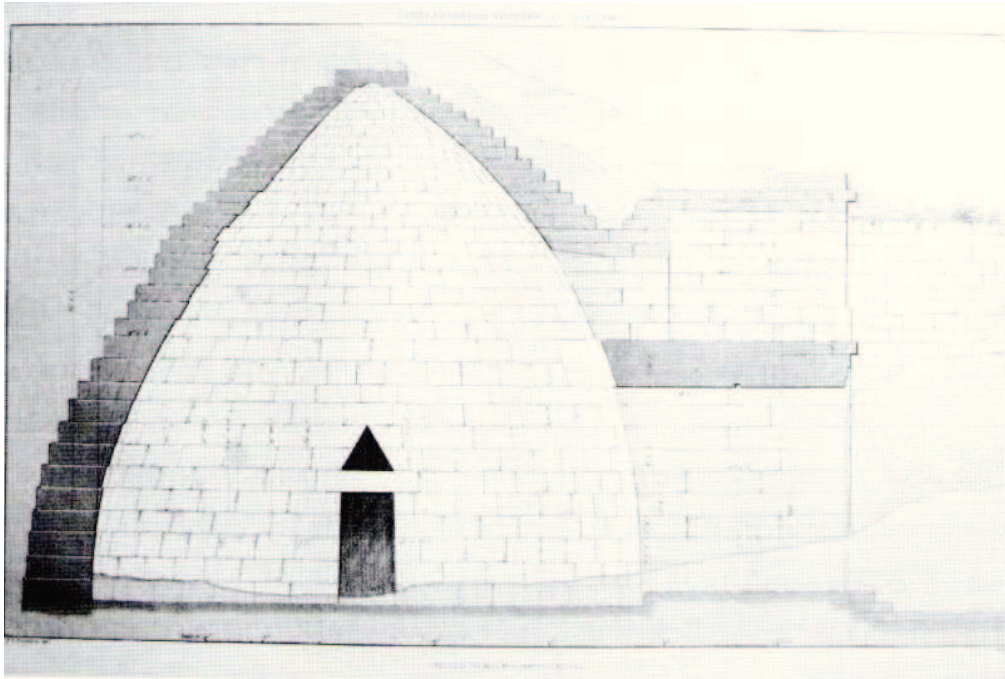


Fig. 28 – *Subterranean chambre at Mycenae* (1830). Sezione longitudinale, ad opera di T.L. Donaldson. (Da: BUSCEMI, 2009 – fig. 19, pag. 83).

Tra la fine del XIX ed il primo ventennio del XX secolo si avverte un cambiamento nelle modalità di studiare e documentare graficamente i monumenti antichi, iniziato già verso la fine del XVIII secolo; cambiamento sempre più di stampo applicativo grazie al ricorso preferenziale alle moderne tecnologie di rappresentazione, quali piante, sezioni e assonometrie, e all'introduzione di strumenti avanzati. Si assiste ad un rapido superamento del fine prettamente documentario del manufatto antico a favore della distinzione di diversi livelli di contenuto nella stessa rappresentazione: descrittivo, simbolico e politico [Buscemi, 2009]. È da questo momento che inizia la pubblicazione dei primi manuali di archeologia e topografia, come quello di Rodolfo Lanciani, e dizionari di antichità, ampiamente utilizzati e ritenuti validi fino ai giorni nostri.

A partire dall'Ottocento, in definitiva, il compito del rilievo di archeologia e della successiva restituzione, come mezzo di conoscenza ed espressione, è delegato dagli archeologi all'esperienza più tecnica degli architetti. Con ciò manifestano competenze di formazione di stampo umanistico, che riguardano, in maniera esclusiva, la capacità di saper leggere le fonti, ricostruire la storia dei monumenti. La figura dell'architetto/disegnatore ha la funzione di elaborare disegni e documenti grafici della ricerca archeologica. Tale collaborazione, pur avendo lo stesso oggetto di studio, segue cammini paralleli, quello umanistico e quello tecnico, e scopi separati: la conoscenza storico-critica e la documentazione grafica.

2.3. Aspetti sulla storia dell'utilizzo della Fotografia in Archeologia

“L'immagine pur non essendo il reale, ne è quantomeno l'*analogon* perfetto poiché porta sempre con sé il suo referente e lo trasmette alla lettera”

[Roland Barthes, 1985]

Da tale citazione si evince come la fotografia sia stata considerata, sin dalle sue origini, uno strumento atto a documentare l'esistenza dell'oggetto, ripreso in un determinato momento e luogo, semplicemente per il fatto che esso compaia nell'immagine fotografica. Così come si è già detto per la nascita del disegno di archeologia, si parla anche qui di “fotografia del viaggio” trovandoci, stavolta, ben due secoli dopo, alle soglie del XIX secolo.

“Con la progressiva ed inarrestabile diffusione della tecnica, la macchina fotografica divenne per molti appassionati lo strumento indispensabile per riportare in patria la fisionomia dei territori visitati [...] Veniva concesso al viaggiatore un privilegio di inestimabile valore: documentare per immagini le sue esperienze, i luoghi attraverso cui era passato, le città ammirate, i monumenti incontrati” [Muzzarelli, 2004]

La fotografia non aveva ancora valenza scientifica-documentaria o conoscitiva dei manufatti, ma era utilizzata come “prova” inconfutabile dell'aver visitato un luogo. (è del 1839 il primo dagherrotipo).

“Già nel novembre del 1839 due pittori parigini, Horace Vernet e Frederic Goupil-Fesquet realizzavano le prime fotografie delle terre d'Africa: il Cairo, poi Giza fino a giungere alla Terra Santa” [Muzzarelli, 2004]

La “dagherrotipia” è stata la prima pratica fotografica in assoluto e come tale possedeva dei limiti, tra i quali il più importante la non riproducibilità (figg. 29 - 30).



Fig. 29 - L'Atelier dell'artista: un "daguerrotype" del 1837, realizzato dall'inventore di questo procedimento fotografico, Louis Jacques Mandé Daguerre.



Fig. 30 - Arco di Tito a Roma - incisione da dagherrotipo, 1842. (Da: BUSCEMI, 2009 - fig. 1, pag. 137).

Fu Maxime Du Camp (1822-1894), giornalista e grande viaggiatore, a sentire il bisogno dell'utilizzo di uno strumento per registrare e documentare gli innumerevoli monumenti visitati durante i suoi viaggi, evitando il lungo tempo trascorso nel tentativo di disegnarli. Le sue fotografie possedevano, per la prima volta, sia rilevanza archeologica che scientifica. Egli passò dal dagherrotipo all'utilizzo del "calotipo" (fig. 31), procedimento fotografico su carta messo a punto da William H. Fox Talbot (1800-1877), inventore e fotografo inglese. Tale tecnica permette di riprodurre copie del reale utilizzando il negativo e diminuendo, di contro, la qualità della stampa rispetto al dagherrotipo.



Fig. 31 -*La porta aperta* - stampa su carta salata da calotipo, ad opera di William H. Fox Talbot - da "The pencil oh Nature" - 1844.

Il primo archeologo a portare con se una macchina fotografica, durante la sua missione in Egitto tra il 1842 e il 1845, fu Richard Lepsius (1810-1884), che nel 1856 fu anche autore del primo libro di rappresentazione fotografica interamente dedicato alle opere archeologiche di Gerusalemme, insieme ad Auguste Salzmann (1824-1872), fotografo, archeologo e pittore francese.

Ma non era ancora di uso comune la figura di uno specialista dedicato alla fotografia durante le missioni archeologiche; l'unica documentazione sempre utilizzata era il disegno. Dagli anni Sessanta in poi la tecnica fotografica iniziò a trovare maggiore utilizzo.

In Italia fu Giacomo Caneva (1813-1865), ad introdurre l'uso della fotografia in campo archeologico, utilizzando come principali soggetti delle proprie riprese i monumenti antichi romani (fig. 32).



Fig. 32— *Piazza del Popolo*, Roma, ad opera di Giacomo Caneva.

Negli anni Settanta fu pubblicato, a Roma, per la prima volta il “Bollettino della Commissione Archeologica Municipale”, che introdusse la documentazione fotografica in ambito archeologico, arricchendo la consueta documentazione grafica tramite disegni. Altro contributo italiano è dovuto a Giacomo Boni, già citato come inventore del modello stratigrafico in archeologia (paragrafo 2.1). Egli introdusse ed usò la fotografia aerea e terrestre nella documentazione archeologia per ottenere una vista complessiva dello scavo e registrare informazioni aggiuntive rispetto alla rappresentazione tramite disegno. La fotografia permetteva di registrare gli aggiornamenti nel corso dello scavo e fissare informazioni che potevano sfuggire ad una prima osservazione. Durante lo scavo da lui condotto nel Foro Romano, eseguì una serie di riprese da un pallone frenato sull’area.

La fotografia terrestre permette di aver cognizione globale dell'area di scavo, dei singoli settori, delle diverse fasi costruttive, ecc.

“Sezioni stratigrafiche, piante di ambienti, strati archeologici, oggetti vari, murature, ecc., sono oggetto di vere e proprie campagne fotografiche, da svolgere con attenzione e meticolosità”
[Docci, Maestri, 1994]

La fotografia aerea, tecnica definita della “fotointerpretazione”, consente di rilevare, da accurate analisi visive di anomalie del terreno, la presenza sia di manufatti murari negli strati superficiali del terreno, che di scavi antichi ormai ricoperti (fig. 33).

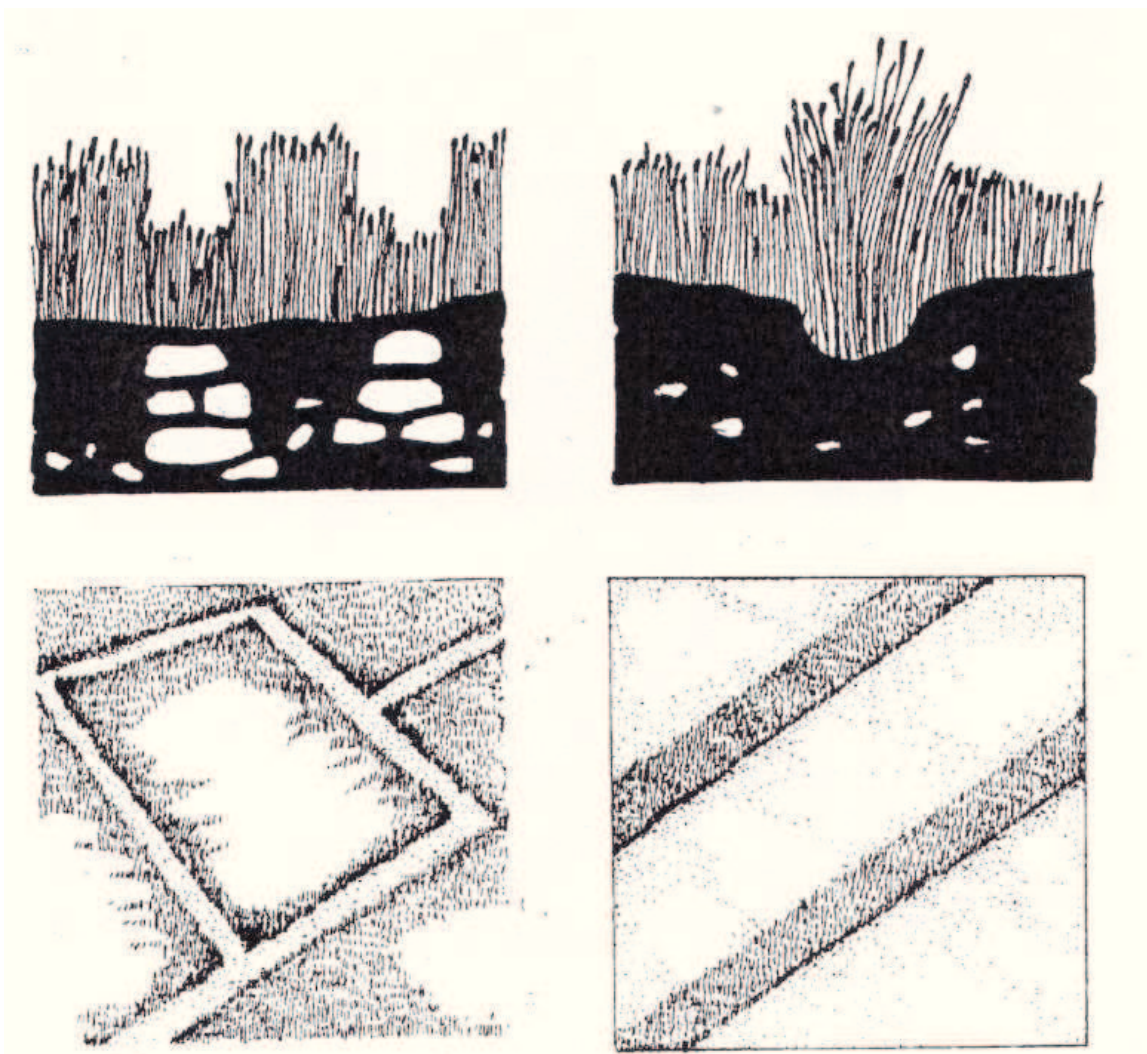


Fig. 33 – Grafico esemplificante, in sezione ed in vista prospettica, la diversa crescita della vegetazione in riferimento alla presenza di resti sepolti (a sinistra) e di avvallamenti dovuti ad antiche sistemazioni del terreno (a destra). (Da: DOCCI, MAESTRI, 1994 – fig. 243, pag. 208).

Solo verso la fine del secolo, la fotografia fu riconosciuta quale pratica scientificamente applicabile in ambito archeologico. Le regole base della fotografia archeologica furono fissate nel XX secolo da Frederick Ward Putnam (1839-1915) e Pitt Rivers (1827-1900), antropologi ed archeologi, americano il primo ed inglese il secondo. La prima fotografia aerea di buona qualità fu quella di “*Stonehenge*”, nel 1906, ad opera di Philip Henry Sharpe, tenente della sezione dell’areostato degli assistenti tecnici (fig. 34).

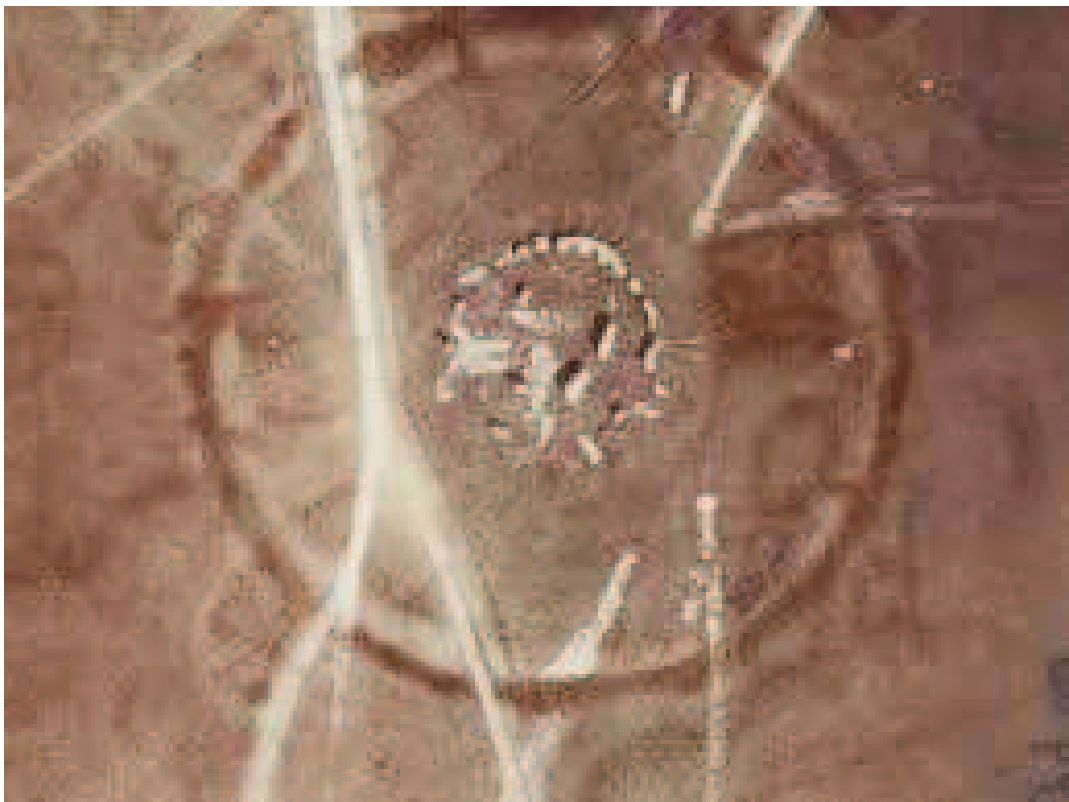


Fig. 34 – Philip Henry Sharpe – *Stonehenge* – fotografia aerea – 1906.

È del 1879 il primo manuale di fotografia archeologia di Eugene Trutat, da titolo “*La photographie applique à l’archeologie*”.

Successivi utilizzi della fotografia in archeologia riguardano la “stereofotogrammetria”, inventata verso gli anni Trenta del XIX sec. Tale tecnica permette, attraverso l’utilizzo di coppie di disegni prima, e fotografie dopo, di osservare con una vera percezione della profondità e ricavare una rappresentazione arricchita della terza dimensione; da qui inizia il percorso verso la tridimensionalità. Proprio in archeologia questa tecnica si esprime maggiormente (fig. 35); dalla presenza, in archivio, di riprese scattate decenni e decenni prima, si possono ricavare informazioni dimensionali

aggiuntive di beni antichi che negli anni hanno subito modifiche e non conservano più le stesse caratteristiche originarie.

La stereoscopia ha, poi, trovato nuove opportunità di utilizzo, grazie all'avvento del computer, il quale ne agevola la pratica. Questo metodo trova applicazione in diversi campi, dal rilievo cartografico, tramite fotogrammetria aerea, al rilievo architettonico tramite la "fotogrammetria dei vicini" (*close range photogrammetry*), nomenclatura utilizzata maggiormente in archeologia e così chiamata poiché permette di riprendere lo scavo da altezze che variano dai 30 ai 100 metri, attraverso l'uso di elicotteri o gru.



Fig. 35 - Lato meridionale dell'Arco di Costantino - veduta stereoscopica.

CAPITOLO 3

RILIEVO ARCHEOLOGICO E RAPPRESENTAZIONE:

LO STATO DELL'ARTE

3.1. Metodologia di rilievo

“Il rilievo archeologico è lo strumento principale per interpretare e ricostruire i monumenti del passato; ma al tempo stesso non è possibile eseguire un rilievo corretto se non si conoscono l’architettura e le tecniche costruttive dell’antichità. Il rilievo non è una fotografia della realtà, ma è il frutto di un’interpretazione che seleziona alcuni elementi significativi in mezzo agli infiniti segni che compongono la visione del manufatto” [Bianchini, 2008]

La conoscenza puntuale dell’emergenza, la scelta più appropriata della metodologia di rilievo e delle informazioni da prendere in considerazione o da tralasciare, l’uso della strumentazione e le fasi di lettura dei dati sono le tappe fondamentali che precedono ogni stesura grafica.

Quando ci si trova a dover affrontare una campagna di rilievo bisogna prima aver ben fisse le motivazioni dello studio e delle finalità. Tali motivazioni possono essere di tipo storico-metodologico sulla tecnica costruttiva o sui materiali utilizzati; le finalità possono riguardare la misurazione dei fatti edilizi, anche attraverso la documentazione planivolumetrica dello stato di fatto, atta a distinguere gli elementi della forma primigenia o per conoscere e le cause che hanno provocato degni e dissesti.

“Il rilevamento va dunque considerato, nell’ambito di un certo periodo, come espressione del rapporto tra opera da rilevare e rilevatore e visto in relazione alle sue finalità, alle conoscenze geometriche, alla strumentazione adoperata, alla cultura del rilevatore stesso e a quella generale del tempo in cui viene eseguito, oltre che ai mezzi grafici con cui viene realizzato”

[Docci, Maestri, 1994]

Proprio questa citazione sottolinea uno degli obiettivi della presente attività di ricerca: il rilievo va considerato nel quadro del periodo storico in cui viene effettuato; esso deve aprirsi ed adattarsi alle nuove conoscenze e alla strumentazione che l’innovazione tecnologica offre. A seconda degli scopi prefissi e dell’ambito in cui viene effettuata, l’indagine di misurazione in campo archeologico può essere ritagliata con più o meno approfondimento, può utilizzare una strumentazione piuttosto che un’altra. Le scelte progettuali motivate possono variare in rapporto al singolo monumento o complesso architettonico, o al territorio, quale “palinsesto sul quale tutte le attività umane hanno lasciato una traccia” [Barker, 1981]. Il

risultato dipende anche, e soprattutto, dall'esperienza tecnica-culturale del professionista coinvolto.

La scala territoriale esamina le diversificate evidenze archeologiche presenti nel paesaggio antropico. Oltre all'uso tradizionale della cartografia storica, integrata e confrontata con quella di base (carte dell'Istituto Geografico Militare, Carte Tecniche Regionali, carte catastali, etc), l'evoluzione tecnologica di riferimento ha introdotto l'utilizzo delle tecniche satellitari GPS (Global Positioning System) e dei sistemi GIS (Geographical Information System).

Un ulteriore ambito è quello dello scavo stratigrafico, dove le operazioni di rilievo e disegno sono fortemente condizionate dai tempi dettati dello scavo. L'esigenza primaria è quella di mettere in relazione la formazione, successione dei livelli indagati con gli elementi a loro appartenenti e pertinenti; nella pratica archeologia, ciò è agevolato da strumentazioni che possano abbreviare i tempi di acquisizione e restituzione dei dati.

Secondo tale ottica, il rilievo archeologico differisce da altre tipologie di registrazione grafica, innanzitutto:

“per la varietà degli oggetti considerati, dall'edificio allo strato, dallo scheletro all'area di frammenti fittili sparsa sulla superficie del terreno, allo scafo di una nave sommersa con il suo carico”

[Medri, 2008]

In altri termini, il lavoro di rilievo costituisce un indispensabile strumento di conoscenza, per cui è molto importante programmare l'analisi, la registrazione e poi il trasferimento dei dati acquisiti (geometria, struttura e morfologia) in forma grafica.

“Il principale motivo di interesse per l'architetto nei confronti delle metodologie del disegno e del rilievo si può individuare nella necessità di interpretare le preesistenze di un sito, allo scopo di effettuare scelte progettuali consapevoli. Gli stessi strumenti sono, invece, utilizzati dall'archeologo al fine di ricostruire una “storia” attraverso le tecniche dello scavo stratigrafico”

[Càndito, 2006]

L'esperienza acquisita in campo archeologico e l'approfondimento didattico, hanno portato alla considerazione che, al fine di ottenere un risultato scientificamente rigoroso e preciso, vanno integrate diverse tecniche

di rilevamento: dal tradizionale rilievo diretto, metodologia privilegiata in campo d'opera, a quello indiretto tramite strumentazione ottica e/o tecnologia digitale. Settore, quest'ultimo, sempre più coinvolto e ancora in fase di sperimentazione nel campo archeologico.

Dal punto di vista operativo ed in base all'esperienza sin qui acquisita, possono essere indicate, per grandi linee, le seguenti fasi programmatiche, nel caso di rilevamento di emergenze archeologiche:

- sopralluogo del sito e approfondimento storico-culturale dell'emergenza in studio;
- scelta preliminare della metodologia più appropriata o programmazione integrata di più metodologie, nell'ottica delle informazioni da acquisire e delle finalità ultime del lavoro;
- acquisizione sul campo e elaborazione dati in laboratorio;
- visualizzazione grafica dell'emergenza e lettura delle fasi costruttive e dei materiali;
- discretizzazione e traduzione grafica, in funzione del rapporto tra la scala di riduzione e la qualità e quantità delle informazioni da illustrare.

La distinzione tra metodologie operative di ambito archeologico ed architettonico è simile nella maggior parte dei casi. Spesso strutture moderne si trovano all'interno di siti archeologici o reperti antichi si possono trovare inseriti all'interno di strutture murarie. Il rilievo di archeologia presenta numerose somiglianze procedurali col rilievo architettonico finalizzato al restauro, seppur differenziandosi, spesso, negli scopi finali:

“nella volontà di effettuare una lettura della preesistenza allo scopo di ricostruire una storia [...] Si è paragonato il restauro allo scavo stratigrafico, ma si è anche sottolineato come nel restauro la fonte principale della storia debba rimanere il manufatto stesso, mentre per lo scavo questa possa essere identificata con la documentazione” [Càndito, 2006]

Il rilievo, pur considerato come un codice univoco applicabile sia in architettura che in archeologia allo stesso modo ed ad ogni tipologia di bene, va operativamente distinto in rapporto alle finalità e al livello di approfondimento. Per esempio, lo scavo stratigrafico, sperimentato da Giacomo Boni rimuove e documenta le fasi edilizie nell'ordine inverso di formazione dei depositi; ciò subordina fortemente le operazioni di rilievo e disegno ai tempi dello scavo e della lettura in fieri dell'emergenza.

“Una delle problematiche peculiari che si pone l'archeologia nei confronti dell'edificio riguarda la complessità determinata dalla tridimensionalità della costruzione e,

conseguentemente, della stratificazione dei suoi elementi. Sono ormai codificate una serie di procedure che adattano i metodi dello scavo stratigrafico alle murature e tengono conto di questa difficoltà” [Càndito, 2006]

Nel caso di una indagine per “levare”, la contestualizzazione delle emergenze archeologiche va riferita a elementi noti, inamovibili e facilmente rintracciabili, nel quadro di una preliminare “quadrettatura” del terreno di scavo.

“La stessa archeologia è scienza relativamente giovane e in continua definizione. Negli ultimi decenni poi, sono state rivoluzionate le tecniche di scavo, di rilevamento e di studio dei beni archeologici e tali operazioni sono tutt’altro che sistematizzate, diffuse e accettate. Profonde modificazioni si sono avute anche nella documentazione di scavo, in cui il disegno ed il rilevamento sono fondamentali, nella valutazione dei diversi grafici (piante, sezioni, sezioni-prospetto, viste assonometriche, ecc.), e nella graficizzazione dei dati stessi di scavo.

- Nel caso di strutture architettoniche parzialmente crollate, ma fuori terra almeno nelle parti principali, il rilevamento segue i principi generali del rilevamento architettonico;
- Quando invece si tratta di un’area archeologica su cui effettuare uno scavo, allora questo deve essere preceduto da apposite operazioni, che consentano la successiva raccolta ragionata del maggior numero di informazioni possibili. Queste operazioni consistono principalmente nel tracciamento, sul terreno, di un grigliato di base a maglie quadrate o rettangolari (la dimensione del grigliato varia in relazione al sito e alle sue valenze archeologiche), nella individuazione di una retta base (direzione di scavo), in genere coincidente con un lato del grigliato, e nella individuazione di un piano di riferimento orizzontale, passante preferibilmente per il punto più alto del sito da scavare. Questi tre elementi permettono di determinare in diversi modi le tre coordinate per posizionare un qualsiasi oggetto ritrovato nel corso dello scavo nell’ambito del reticolo generale” [Docci, Maestri, 1994]

L’informatica, così nell’archeologia come in altri ambiti disciplinari, è arrivata nel corso degli anni novanta come un elemento aggiuntivo per seguire la dinamica dall’acquisizione ed elaborazione dei dati alla documentazione. L’innovazione tecnologica crea inoltre campi di competenza complementari a quelli di tipo prettamente umanistico (capitolo 4).

3.2. Disegno, Rappresentazione e Documentazione grafica

La traduzione grafica è la fase conclusiva delle operazioni di acquisizione dei dati, dove ha notevole influenza la capacità interpretativa e selettiva dell'operatore.

“Per conoscere e comprendere un manufatto, occorre rilevarlo, vale a dire farlo proprio e graficizzarlo attraverso modelli rappresentativi. Se si pensa però alle difficoltà che si incontrano nel rappresentare sulla carta un fabbricato, ne deriva che il rilevamento è anche analisi, selezione, sintesi e graficizzazione del fatto reale. Il rilevamento assume, dunque, valore interpretativo in quanto, basandosi su una rigorosa metodologia di ricerca, tende a graficizzare la più vasta serie possibile di informazioni, a raffigurare l'opera presa in esame nei suoi aspetti geometrici, costruttivi, spaziali e d'uso, a delineare il maggior numero di aspetti formali e stilistici, divenendo così strumento utilissimo anche per lo storico dell'architettura”
[Docci, Maestri, 1994]

Una prima fase di interpretazione riguarda la redazione degli “eidotipi”, schizzi di studio dell'oggetto da rilevare dove vanno riportate le misure prese e le informazioni che si è deciso di rappresentare; una seconda fase interpretativa è proprio quella della trascrizione grafica, momento di sintesi in cui intervengono la sensibilità culturale dell'operatore e lo scopo finale del rilievo. Per quanto concerne le modalità della rappresentazione, valgono le regole ed i codici della geometria descrittiva ormai di uso comune. Essi riguardano le proiezioni ortogonali bidimensionali (planimetrie, piante, prospetti e sezioni), disegni ampiamente utilizzati sia in architettura che in archeologia. Al fine di ottenere una raffigurazione più realistica viene introdotta la terza dimensione, utilizzando le rappresentazioni prospettiche ed assonometriche.

Il campo archeologico differisce da quello architettonico per l'introduzione della quarta dimensione nella rappresentazione, ovvero il “tempo”. L'utilizzo della dimensione temporale dipende dal fatto che, le operazioni di rilievo e restituzione dipendono fortemente dai tempi dello scavo archeologico. I disegni, in archeologia, spesso non sono una reale raffigurazione dello stato finale, ma una sommatoria di informazioni. Sono disegni per lo più realizzati in loco e ricomposti a fine scavo.

Nella documentazione grafica archeologica la pianta e la sezione sono i due elaborati per eccellenza, entrambi necessari e complementari. La sezione stratigrafica, già citata nel precedente capitolo, è un elaborato diacronico poiché fornisce informazioni sulla sedimentazione antropica e naturale per trarre, così, indicazioni sulla successione cronologica all'interno

dell'area in esame, includendo tutti gli strati appartenenti allo scavo; la planimetria/pianta di scavo, invece, è un elaborato sincronico, poiché restituisce l'articolata sedimentazione delle superfici orizzontali di un'unica unità stratigrafica. L'acquisizione dei dati durante le operazioni di rilevamento, come già detto, dipende dai tempi dello scavo e segue le vicende della rimozione di ogni singolo strato, nell'ordine inverso della loro formazione, dal più recente al più antico. In tale prospettiva ai disegni realizzati in loco, contemporaneamente alla indagine di scavo, segue la rielaborazione grafica realizzata per successiva rimozione degli strati.

Il quadro operativo e illustrativo su cui si basa la documentazione grafica è così articolato:

- Planimetria a carattere estensivo: dona una visione sinottica della documentazione dello stato di fatto e delle varie fasi cronologiche presenti nel contesto generale; è una pianta a scala urbanistica. La *Forma Urbis Romae*, contestualizzata da Rodolfo Lanciani tra il 1893 ed il 1901, è uno dei più importanti esempi di pianta archeologica urbana (figg. 1 - 3). Lo studioso la illustra in 46 tavole in scala 1:1000, in cui sono riportati in monumenti antichi e medievali conosciuti in quel periodo, all'interno di un contesto urbanistico cartografico attuale di Roma. Negli ultimi anni è stata informatizzata ed inserita in un GIS dalla Sovrintendenza ai Beni Culturali del Comune di Roma, prendendo il nome di "Nuova Forma Urbis".



Fig. 1 - Rodolfo Lanciani - Forma Urbis Romae - vista d'insieme (nero = città antica; rosso = città moderna; blu = cambiamenti previsti). (Da: http://www3.iath.virginia.edu/waters/forma_urbis.html)

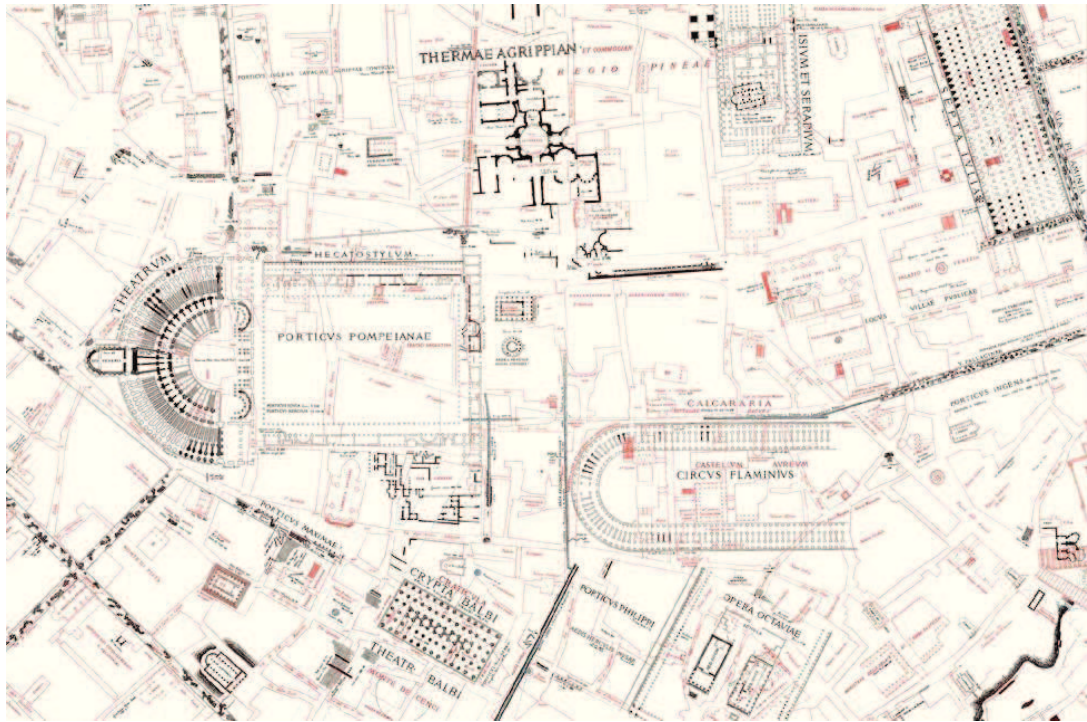


Fig. 2 – Rodolfo Lanciani – Forma Urbis Romae – particolare Terme Agrippine e Teatro Pompeiano.
 (Da: http://www3.iath.virginia.edu/waters/forma_urbis.html)

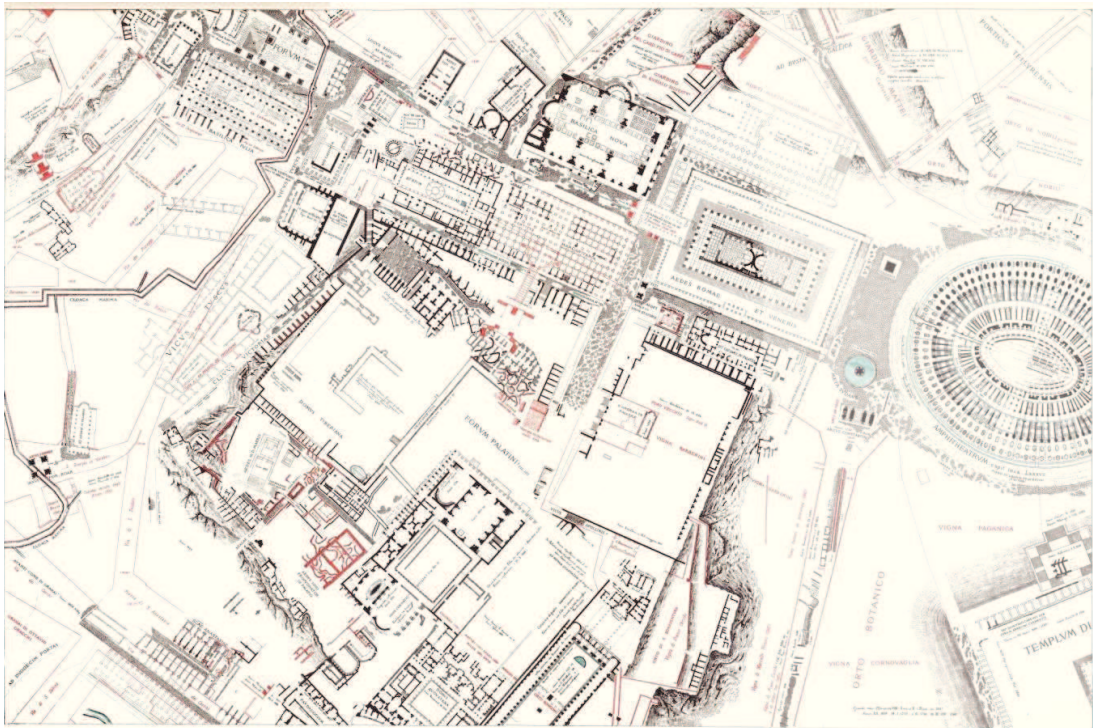


Fig. 3 – Rodolfo Lanciani – Forma Urbis Romae – particolare Foro romano.
 (Da: http://www3.iath.virginia.edu/waters/forma_urbis.html)

- Piante d'ambito: si possono distinguere in tre tipi.
 - La *pianta di strato* è l'elaborato planimetrico di base ed è redatta per ogni Unità Stratigrafica contemporaneamente alle operazioni di scavo (documenta i contorni di uno strato man mano che si procede e tutte le informazioni rilevabili nella singola US) (fig. 4);
 - La *pianta composita* o *di periodo* contiene più articolazioni stratigrafiche sostanzialmente sincrone (in fase) ed è redatta alla fine dello scavo, allo scopo di chiarire momenti particolarmente rilevanti nella storia di un sito (figg. 5 - 6);
 - La *pianta complessiva degli elementi particolari* riporta in uno stesso disegno tutti gli elementi appartenenti ad una stessa categoria che compaiono su un determinato sito, anche questa è redatta al termine di uno scavo e successivamente alla realizzazione delle piante di strato (fig. 7).

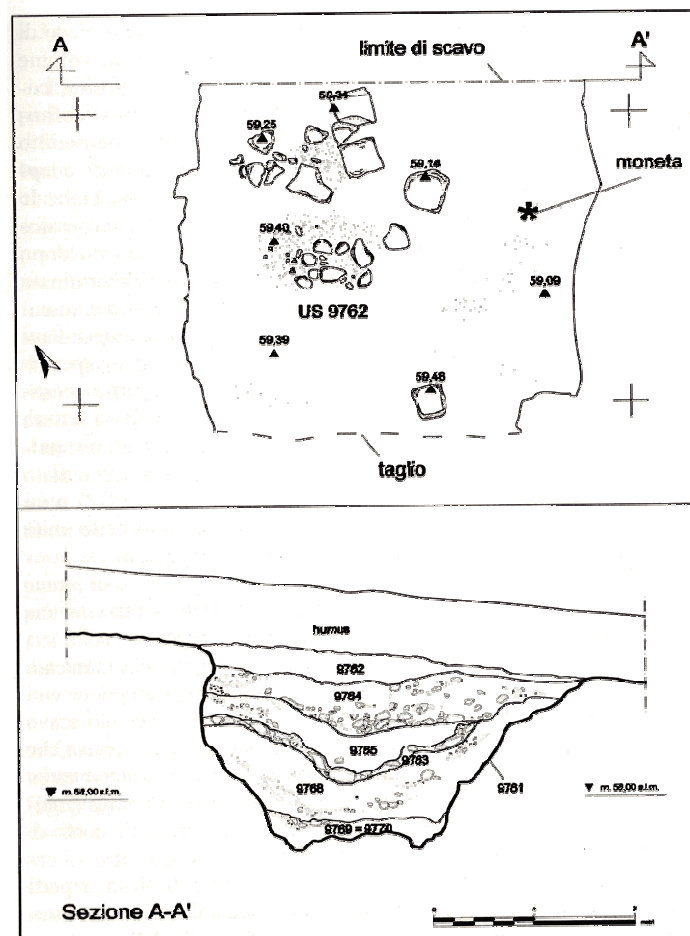


Fig. 4 – Pianta di strato e sezione di parete. Scala 1:20. Riproduzione ridotta (rilievo di Tommaso Leti Messina). (Da: BIANCHINI, 2008 - fig. 11, pag. 42).

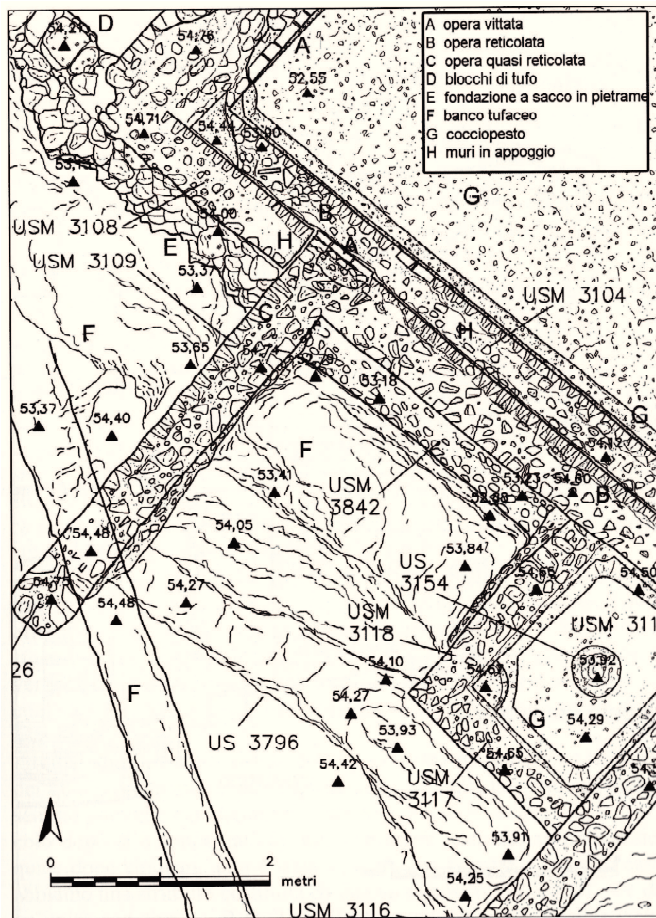


Fig. 5 – Pianta composta di fine scavo. Scala 1:50. Riproduzione ridotta (rilievo di Marco Bianchini e Geraldine Pizzitutti). (Da: BIANCHINI, 2008 – fig. 12, pag. 43).

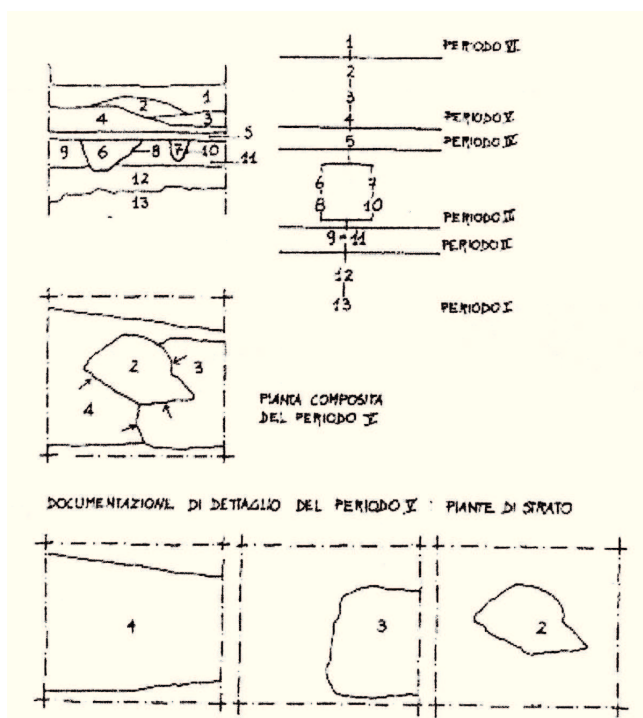


Fig. 6 – La pianta composta (Da: CANDIDO, 2006 – fig. 7)

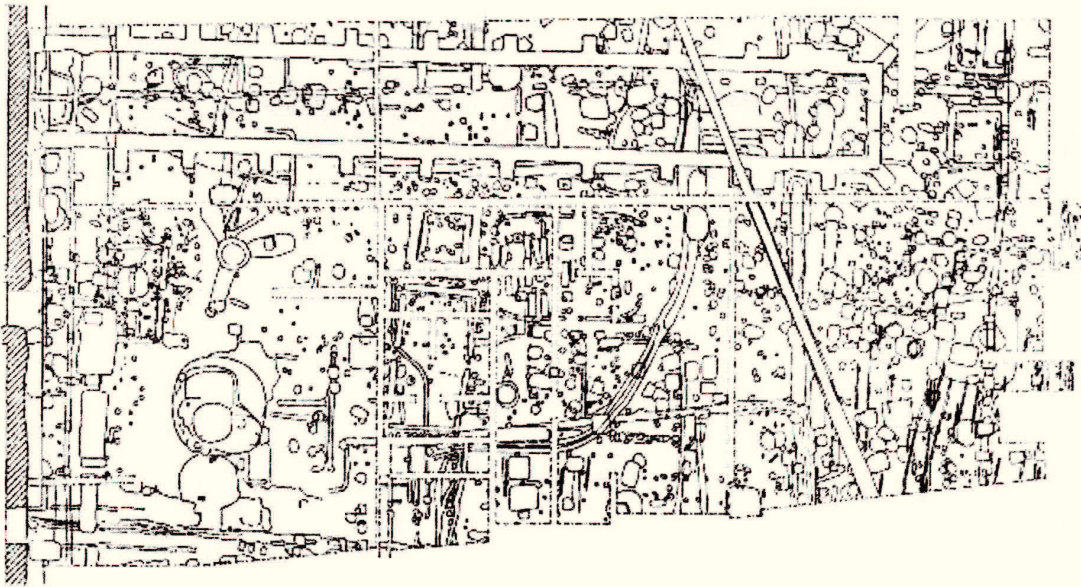


Fig. 7 - La pianta complessiva. (Da: CANDIDO, 2006 - fig. 8)

- **Alzati (fronti e sezioni):** le sezioni sono lo strumento grafico per eccellenza di uno scavo stratigrafico. Talvolta per “sezione stratigrafica” si intende la rappresentazione della parete di una trincea di scavo (fig. 8 - 10). Vanno, pertanto, documentate tutte le pareti della trincea di scavo integrandole con altre sezioni interne e parallele ai margini dell’area. Tale sezione risulta utile per riportare e rappresentare le varie fasi della sedimentazione archeologica ed è necessario utilizzare una simbologia adeguata e facilmente decodificabile. Nella prassi moderna si adottano diversi tipi di sezioni: oltre alla citata “sezione in parete”, a scavo effettuato, troviamo la sezione occasionale relativa a trincee aperte per lavori non programmati o redatte dopo lo svuotamento di antiche cunette; la “sezione interpretata” che raffigura in maniera schematica scavi di emergenza; infine, la “sezione volante” che riporta l’andamento delle linee di demarcazione degli strati individuati.

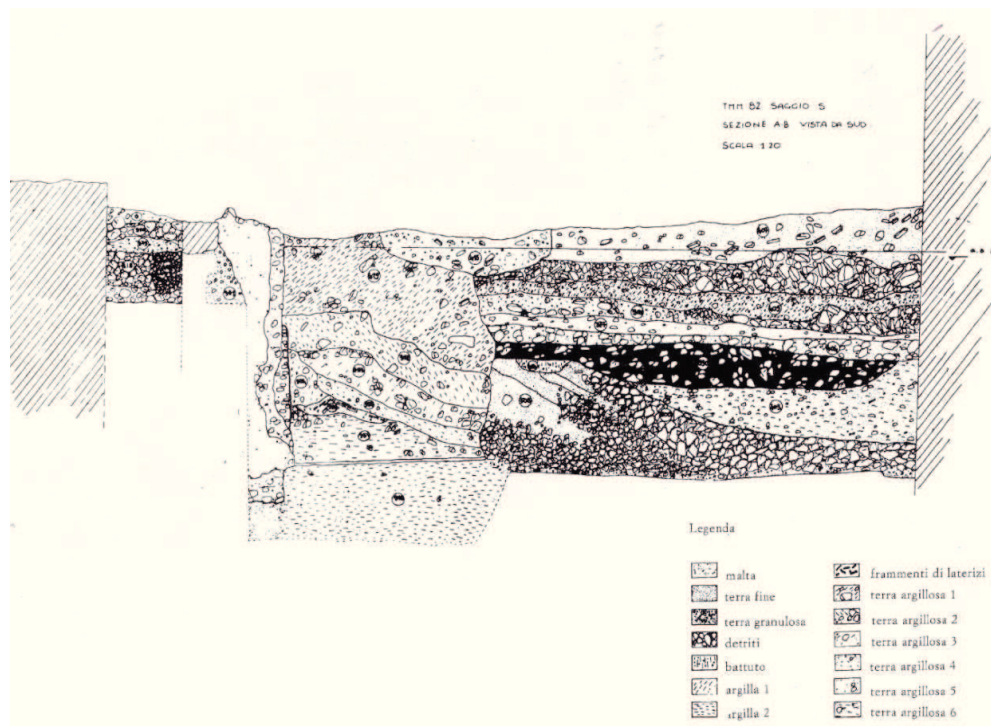


Fig. 8 – Roma, area sud-occidentale del Palatino. Sezione stratigrafica della grande fossa presso il lato ovest del tempio della Magna Mater. Rilevamento di P. Pensabene. (Da: DOCCI, 1994. – fig. 239, pag 203).

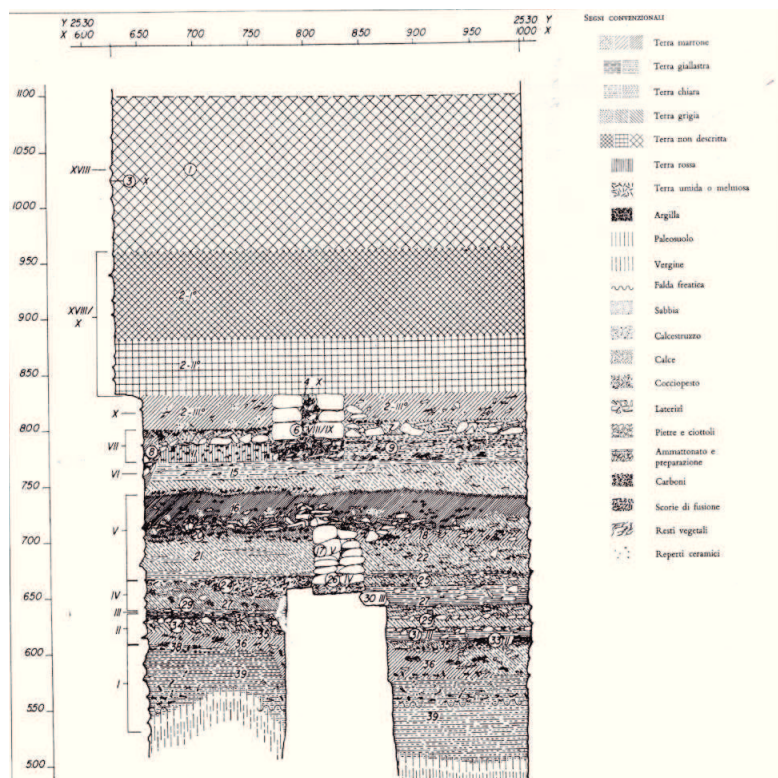


Fig. 9 – Pistoia, antico Palazzo dei Vescovi. Sezione relativa allo scavo, effettuato dal 1973 al 1980, e segni convenzionali adottati per la redazione dei grafici. Rilevamento di G. Vannini. (Da: DOCCI, 1994. – fig. 240, pag 204).

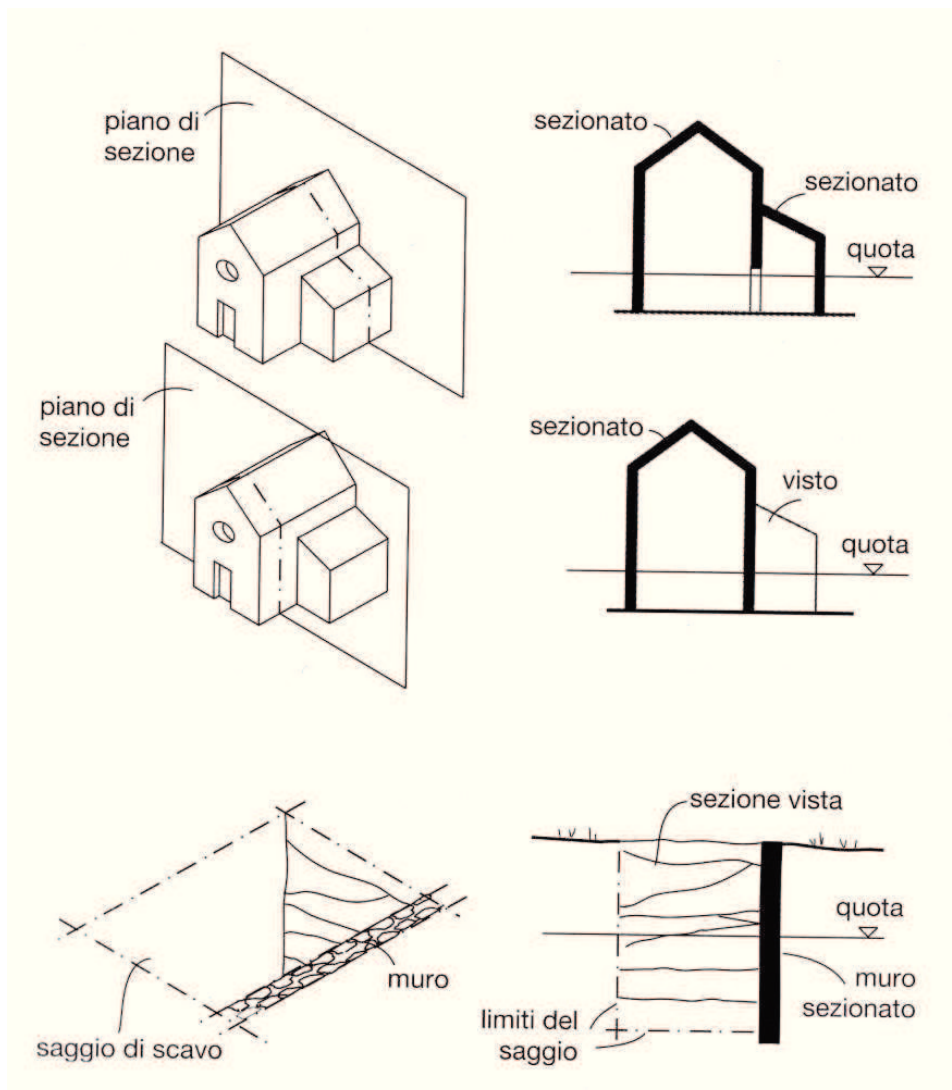


Fig. 10 - Sezione architettonica; sezione stratigrafica. (Da: MEDRI, 2008 - fig. 1.7, pag. 10)

- Assonometria e prospettiva: le proiezioni assonometriche vengono raramente impiegate in archeologia. L'unica utilizzata, solo per dare una visione tridimensionale sintetica del sito, dell'ubicazione dei vari reperti e delle membrature, è l'obliqua monometrica, poiché lascia inalterati i rapporti metrici reali e geometrici in tutte e tre le dimensioni.

La prospettiva è, invece, molto usata in architettura per rendere l'immagine il più possibile realistica, ma trova scarso impiego in archeologia, se non per fini didattici o esplicativi.

Come già detto, il ricorso alla documentazione grafica, in ambito archeologico, spazia da piccoli oggetti, a saggi di scavo, a edifici, a porzioni di territorio; per cui in relazione alle dimensioni degli oggetti diventano necessarie diverse scale di riduzione e modalità di rappresentazione. Sono riportati qui di seguito i rapporti di riduzione classificati dall'archeologo Marco Bianchini nel suo "*Manuale di rilievo e di documentazione digitale in archeologia*":

- Ceramica --> scala 1:1
- Membrature architettoniche --> scala 1:1/1:10
- Sepolture --> scala 1:10
- Saggi di scavo e piccoli edifici; documentazione dello scavo; lettura stratigrafica della parete; caratterizzazione --> scala 1:20
- Scavi estensivi e grandi edifici --> scala 1:50
- Piante d'insieme, tematiche, di fase, ricostruttive --> scala 1:200/
1:500
- Mappe di centri urbani e porzioni di territorio --> scala 1:1000/1:5000
- Carte topografiche --> scala 1:5000/1:200000

3.3. La “caratterizzazione” in Archeologia

Con tale termine, coniato in campo archeologico, si intende:





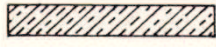



“l’insieme del trattamento grafico atto a rappresentare l’oggetto secondo i suoi caratteri peculiari, nell’ambito del quale si può usare una simbologia, cioè un gruppo di segni o forme simboliche cui si conviene di attribuire un significato specifico”
[Medri, 2008]

Questo tipo di graficizzazione serve ad illustrare, più compiutamente e in maniera analogica, la composizione dei materiali dello strato, la tecnica edilizia di strutture e membrature o a sottolineare la distinzione di due o più fasi di una medesima struttura muraria, sia in alzato che in pianta, sia in sezione che in proiezione. È ancora abitudine rappresentare gli elaborati con criteri troppo personalizzati, senza seguire una simbologia comune o uno standard, mirando a rappresentazioni il più possibile pertinenti alla realtà dei materiali. Si adottano, di volta in volta, simboli “di comodo”, scelti dallo studioso. La “caratterizzazione” assume, dunque, un forte valore interpretativo e soggettivo, dipendente dalla cultura, esperienza e sensibilità dell’operatore. Obiettivo principale resta la massima leggibilità, ragion per cui si accompagna sempre il disegno di rilievo archeologico con una legenda, che renda nota, a chi legge, l’interpretazione effettuata dallo studioso nella distinzione degli elementi.

“Occorre, quindi, saper scegliere il giusto mezzo tra descrittività e sintesi, senza perder di vista lo scopo documentario per cui viene realizzato un determinato grafico e senza dimenticare che il buon risultato finale è dato dalla capacità individuale del disegnatore di mantenere l’equilibrio tra il significato e l’effetto estetico del segno”
[Medri, 2008]

Si riportano di seguito esempi di caratterizzazione in archeologia reperiti da manuali e testi e coniato in maniera personalizzata da studiosi del settore. Si sottolinea come la simbologia vari a seconda della scala di rappresentazione, della proiezione rappresentata (prospetto, pianta o sezione), della tecnica costruttiva, del materiale impiegato e come questi fattori influiscano al non ottenimento, fino ad oggi, di una simbologia standardizzata:

Tab. 1	Da: GIULIANI C.F., <i>Archeologia e documentazione grafica</i> , De Luca Editore, Roma, 1976. (fig. 42, pag. 42)
--------	--

	opera poligonale
	opera quadrata
	opera incerta
	opera reticolata
	opera laterizia
	opera mista
	opera vittata
	opera cementizia

Forma Italiae (1966): scala a grande denominatore (sup. a 1:50)

In questo caso il dato caratterizzante è la scala di rappresentazione. Per rappresentazioni a scala maggiore della 1:50, si è ritenuto utile distinguere le diverse tecniche costruttive delle strutture murarie attraverso simboli grafici astratti.

Tab. 2 Da: GIULIANI C.F., *Archeologia e documentazione grafica*, De Luca Editore, Roma, 1976. (fig. 42, pag. 43)

	opera poligonale		opera quadrata
	opera cementizia		opera incerta
	opera reticolata		opera laterizia
	opera listata		pavimento in signino
	pavimento in opera spicata		pavimento in mosaico
	taglio roccioso		travertino
	tufo 1°		tufo 3°
	tufo 2°		cappellaccio

Forma Italiae (1966): scala a piccolo denominatore (inf. a 1:50)

In questo caso il dato caratterizzante è la scala di rappresentazione. Per rappresentazioni a scala minore della 1:50, si è ritenuto utile distinguere le diverse tecniche costruttive delle strutture murarie attraverso una simbologia grafica realistica, che caratterizza la parte indagata in maniera più completa e ricca di particolari, atti ad identificare, visivamente e fedelmente, materiali e tecnica costruttiva.
















Tab. 3 Da: DI GRAZIA VINCENZO, *Rilievo e Disegno nell'Archeologia e nell'Architettura, Tecniche, Opinioni e Teorie*, Edizioni Kappa, Roma, 1991. (fig. 162, pag. 109)

STRUTTURE		MATERIALI :		RIVESTIMENTI	
Strutture non sezionate	Addossamenti		Cotto		Intonaco
Strutture sezionate	Taglio roccioso		Marmi		Battuto
Proiezioni	Limite di scavo		Conglomerati cementizi		Coccio pesto
Integrazioni ipotetiche	Tombe		Calcare		Opera spicata
Integrazioni probabili			Travertino		Mosaico
Opera poligonale			Peperino		Superficie litoide
Opera quadrata			Tufa		Impronte
Opera incerta			Cappellaccio		Basolato
Opera reticolata			Legni		
Opera laterizia			Metalli		
Opera listata			Calce		
Fondazioni			Stucco		

Proposta metodologica per una rappresentazione grafica della tipologia edilizia usata in antico.

In questa proposta si ha maggiore cura nel far corrispondere la caratterizzazione in prospetto con quella in pianta, per un migliore riconoscimento della tecnica costruttiva anche ai "non addetti ai lavori". Vengono, inoltre, distinti materiali, rivestimenti e tratti di rappresentazione delle strutture esistenti, ipotizzate, sezionate, proiettate.

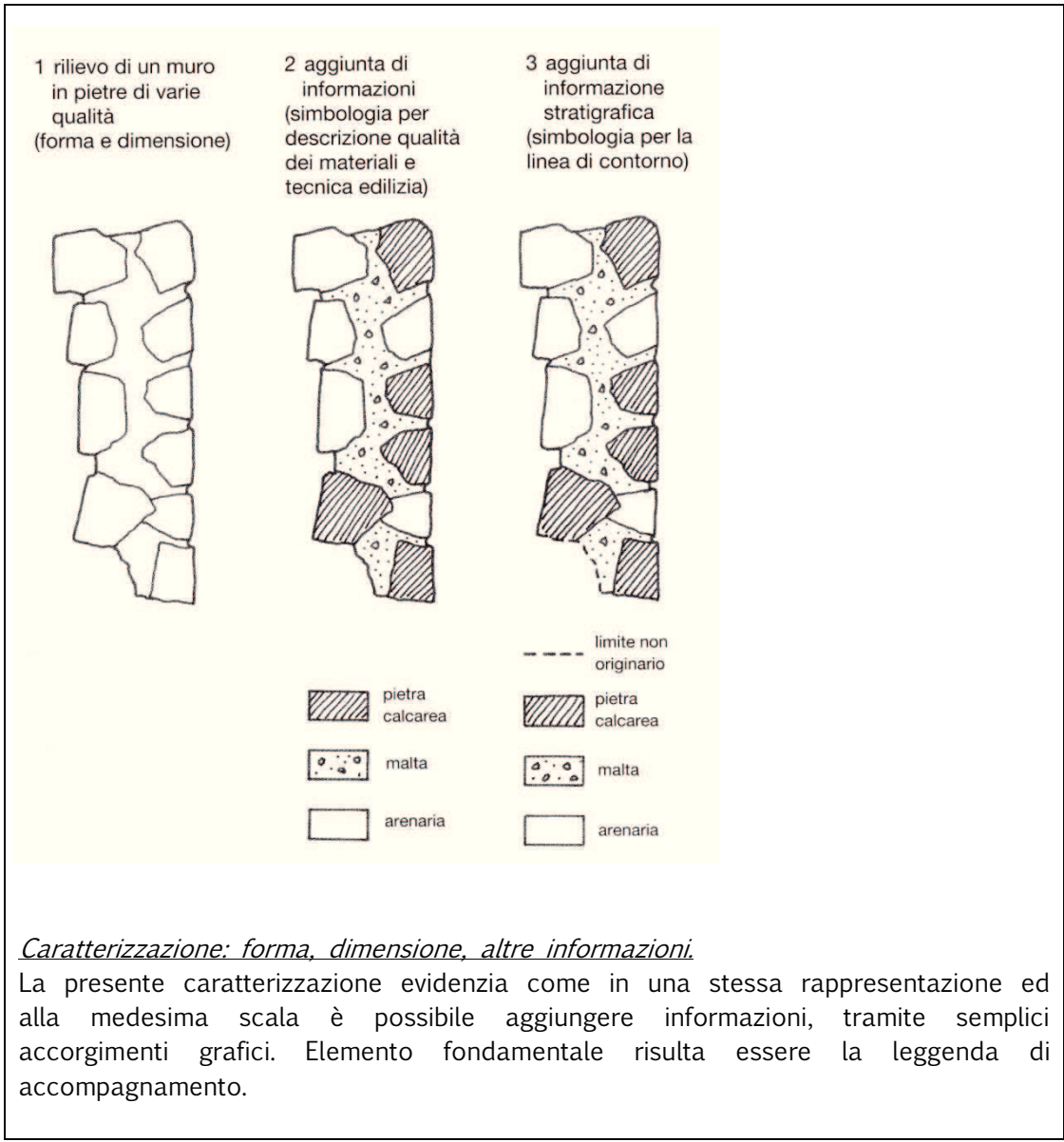
Tab. 4 Da: DI GRAZIA VINCENZO, *Rilievo e Disegno nell'Archeologia e nell'Architettura, Tecniche, Opinioni e Teorie*, Edizioni Kappa, Roma, 1991. (fig. 163, pag. 110)

DEGRADO E STATO DI CONSISTENZA – ARCHITETTURE MONUMENTALI	
<p>TRAVERTINO e MARMO</p> <p> LESIONI</p> <p> DISTACCO di parti a causa di cedimenti strutturali o azioni meccaniche.</p> <p> FRATTURAZIONI formazione di superfici di discontinuità nel materiale con o senza spostamento relativo delle parti.</p> <p> SCAGLIATURA distacco dalla superficie di parti, scaglie, di forma e spessore irregolare e dimensioni variabili.</p> <p> DEPOSITO superficiale.</p> <p> EROSIONE asportazione di materiale dovuta a corrosione, azioni meccaniche, azioni termiche, gelività.</p> <p> DISGREGAZIONE distacco e sfidatura dei cristalli di marmo a causa del contatto con acidi o sali sciolti in acqua.</p> <p> TRACCE di PITTURA tracce di ricoprimento sottile della superficie del travertino.</p>	<p>MALTA</p> <p> DECOESIONE diminuzione di adesione fra i componenti con aumento di porosità e peggioramento delle caratteristiche meccaniche.</p> <p> DISGREGAZIONE e assenza di materiale fino a 2-3 cm. con locali fenomeni di polverizzazione.</p> <p>LATERIZI</p> <p> FESSURAZIONI formazione di soluzioni di continuità nella cortina laterizia.</p> <p> ERBE INFESTANTI</p> <p> UMIDITA' di risalita capillare.</p> <p> RESTAURO INTEGRATIVO</p> <p> RESTAURO CONSERVATIVO</p>

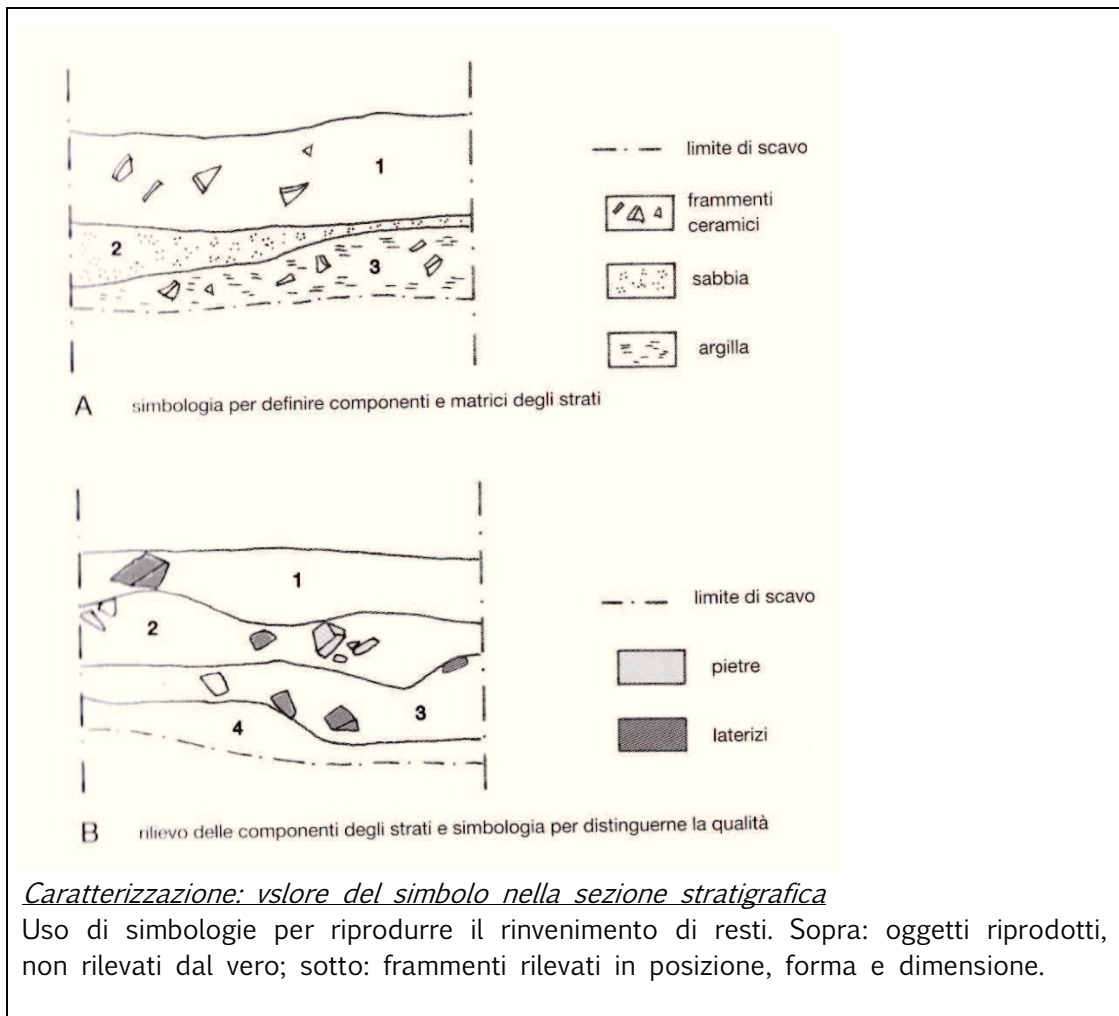
Proposta di simbologia grafica da adottare per il rilievo dei fenomeni di degrado e stato di consistenza negli elaborati di tipo architettonico-monumentale.

Caratterizzazione estesa a fenomeni di degrado, dissesto e restauro conservativo, come apporto simbolico alla caratterizzazione materica. L'autore afferma che tale apporto simbolico mira a "non deteriorare o mistificare l'elaborato e per non cadere in un eccessivo graficismo notoriamente inutile e unicamente descrittivo".

Tab. 5 Da: MEDRI MAURA, *Manuale di Rilievo Archeologico*, Editori Laterza, Bari, prima edizione 2003 - quarta edizione 2008. (fig. 1.22, pag. 28)



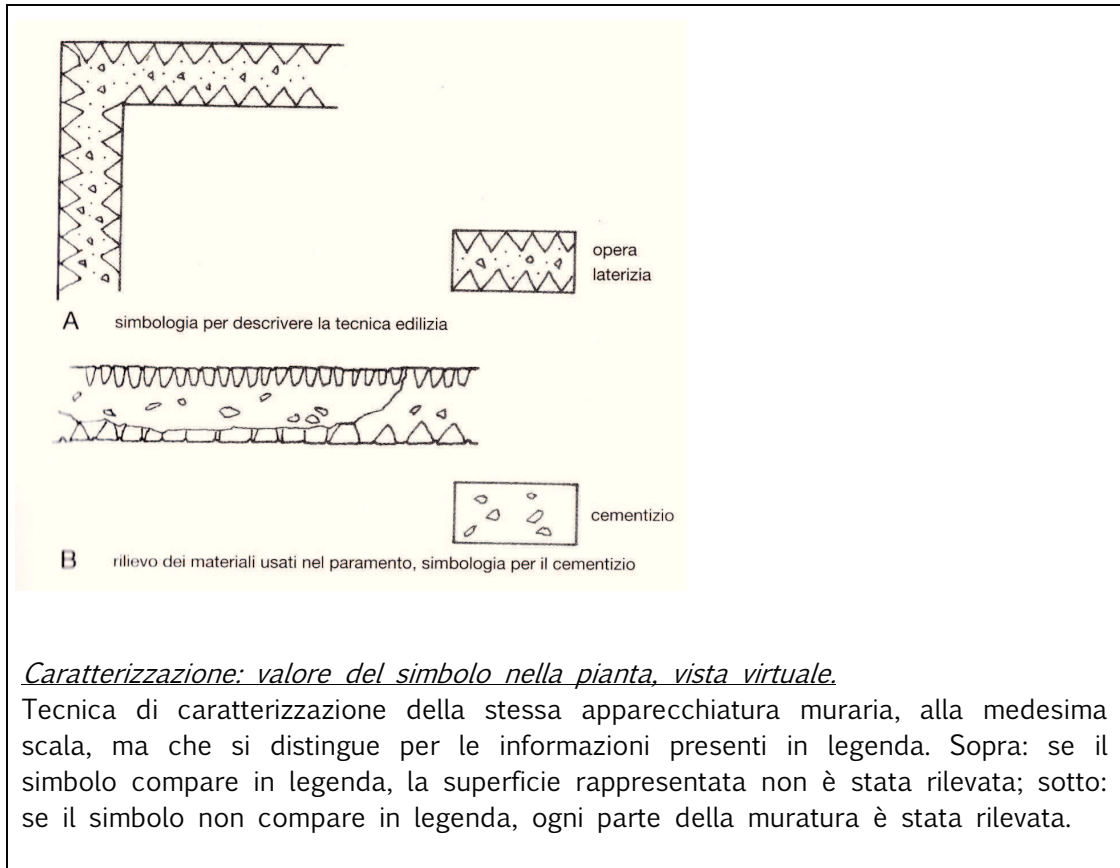
Tab. 6 Da: MEDRI MAURA, *Manuale di Rilievo Archeologico*, Editori Laterza, Bari, prima edizione 2003 - quarta edizione 2008. (fig. 1.24, pag. 30)



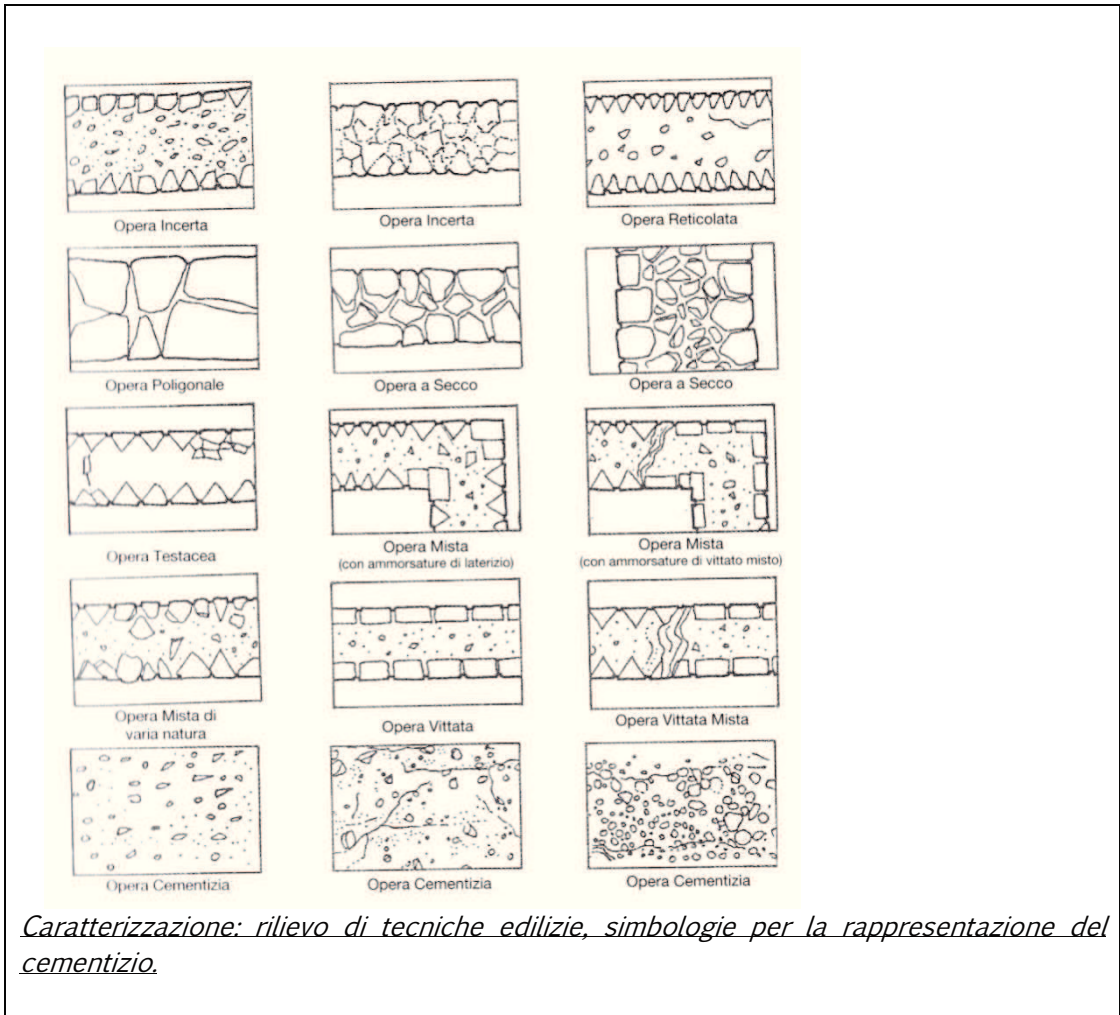
Caratterizzazione: valore del simbolo nella sezione stratigrafica

Uso di simbologie per riprodurre il rinvenimento di resti. Sopra: oggetti riprodotti, non rilevati dal vero; sotto: frammenti rilevati in posizione, forma e dimensione.

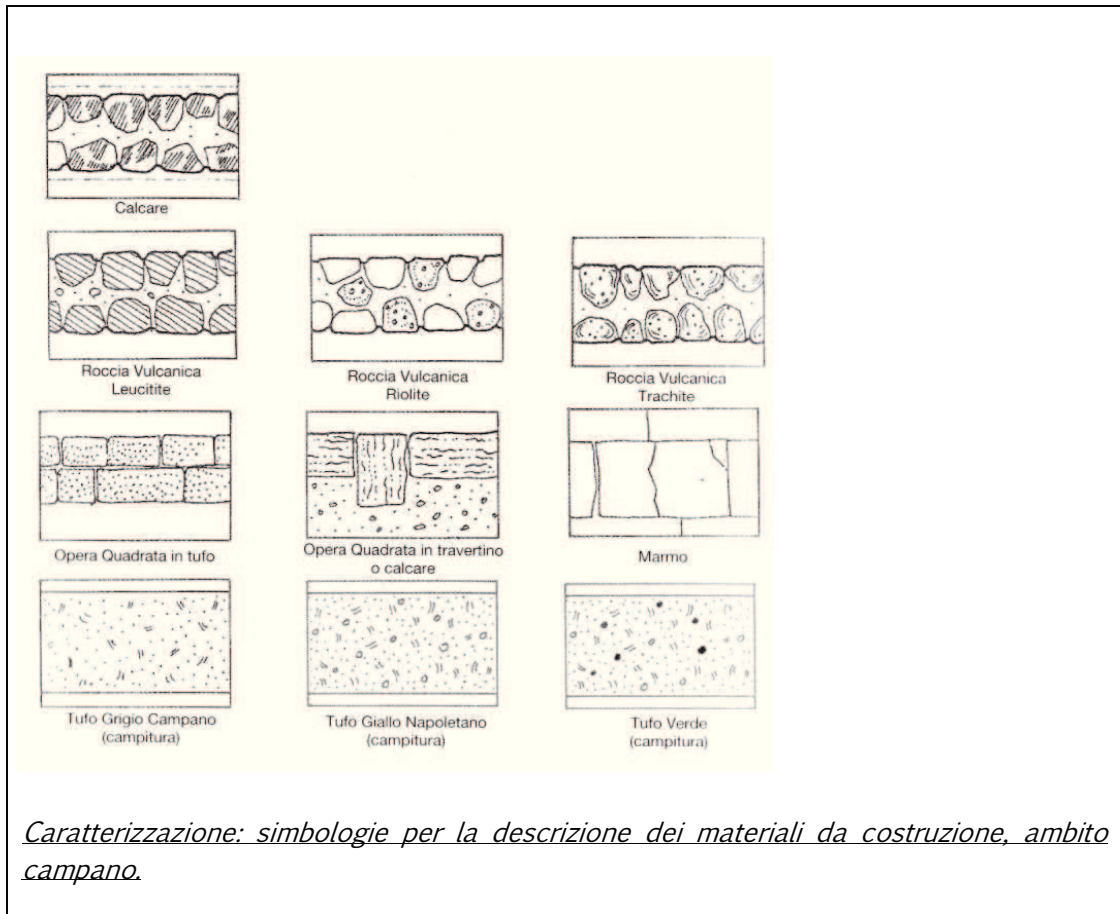
Tab. 7 Da: MEDRI MAURA, *Manuale di Rilievo Archeologico*, Editori Laterza, Bari, prima edizione 2003 - quarta edizione 2008. (fig. 1.25, pag. 31)



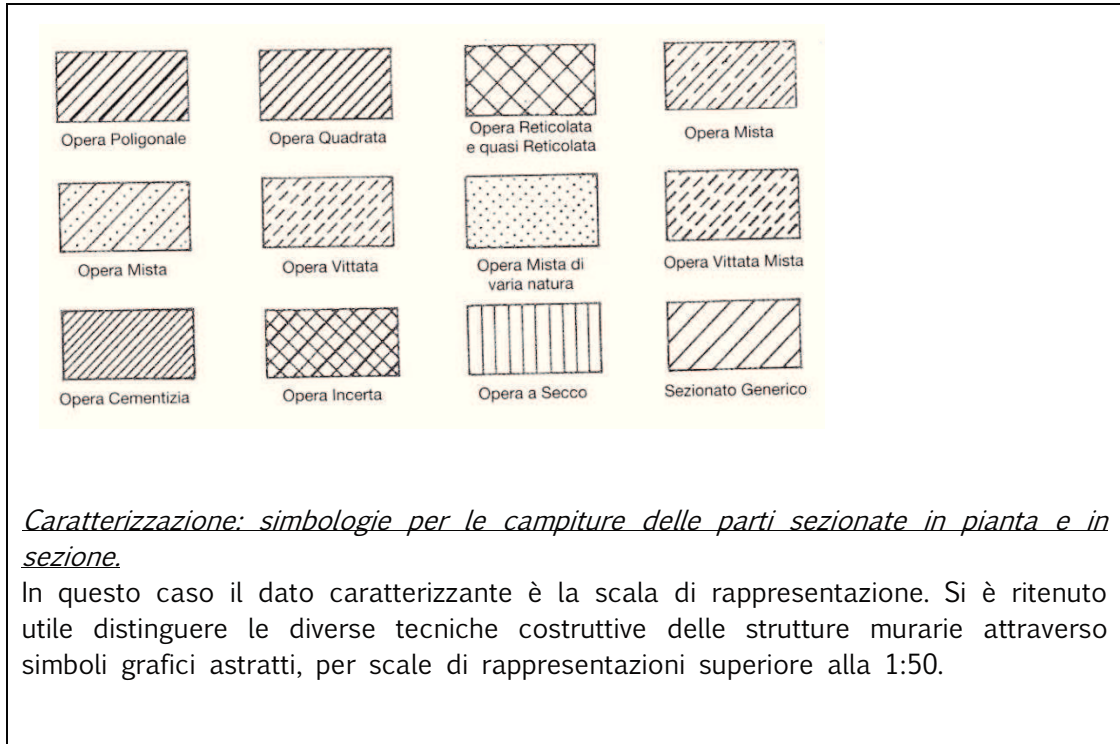
Tab. 8 Da: MEDRI MAURA, *Manuale di Rilievo Archeologico*, Editori Laterza, Bari, prima edizione 2003 - quarta edizione 2008. (fig. 1.26, pag. 32)



Tab. 9 Da: MEDRI MAURA, *Manuale di Rilievo Archeologico*, Editori Laterza, Bari, prima edizione 2003 - quarta edizione 2008. (fig. 1.27, pag. 33)



Tab. 10 Da: MEDRI MAURA, *Manuale di Rilievo Archeologico*, Editori Laterza, Bari, prima edizione 2003 - quarta edizione 2008. (fig. 1.28, pag. 34)



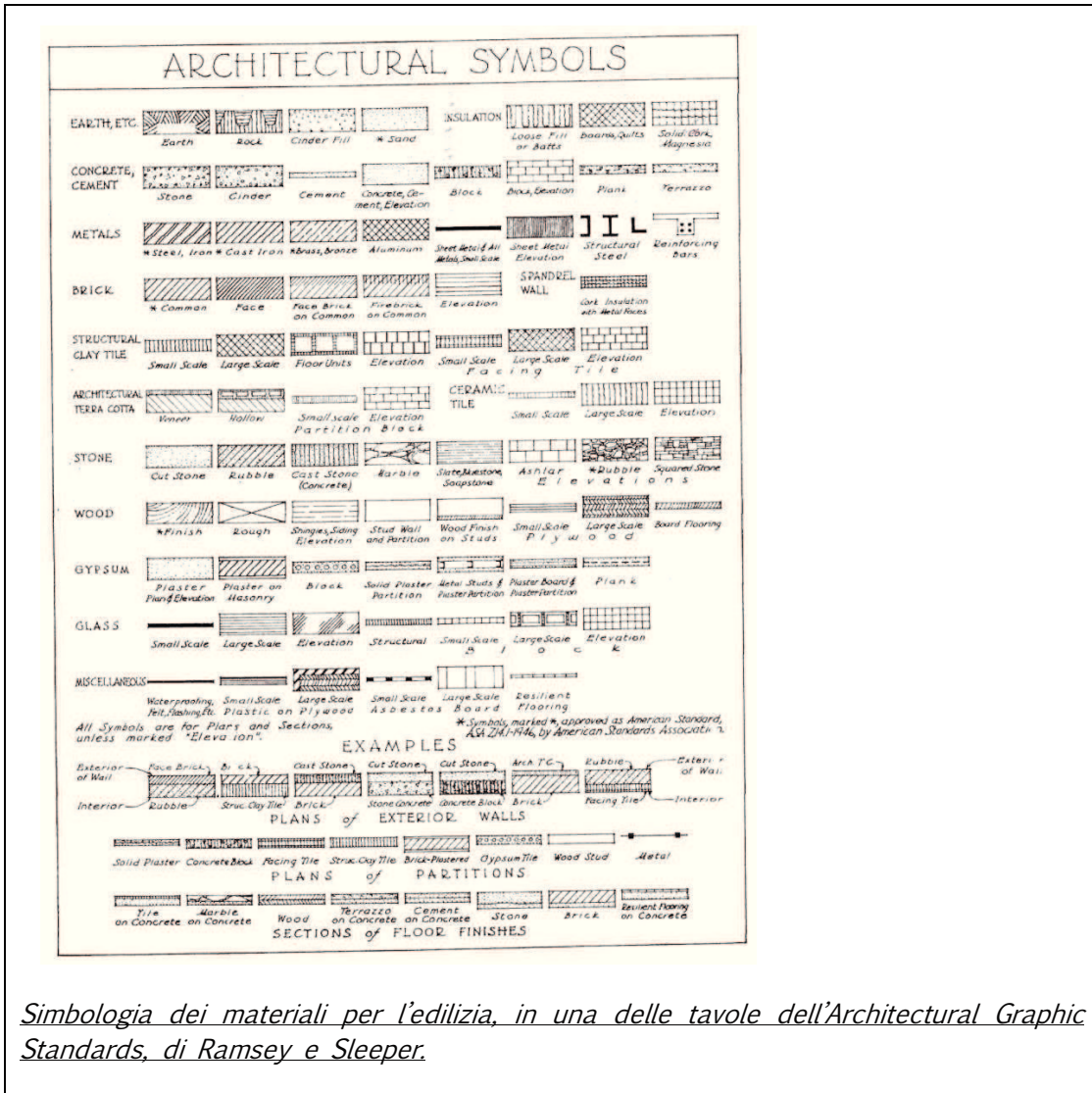
Tab. 11 Da: MARIO DOCCI, DIEGO MAESTRI, *Manuale di Rilevamento Architettonico e Urbano*, Editori Laterza, Bari, 1994. (fig. 299, pag. 276)

Denominazione del materiale	Rappresentazione unicolore	a colori	Denominazione del materiale	Rappresentazione unicolore	a colori	Denominazione del materiale	Rappresentazione unicolore	a colori
Ardesia artificiale 1:5 - 1:1		Tinta neutra	Gomma, fibra, feltro, amianto, mater. isol. di guariz. 1:5 - 1:1		Violetto	Muratura di pietra in conci regolari e malta comune 1:200 - 1:50		p.c.f. m.c. Rosso vermiglione chiaro
Ardesia 1:5 - 1:1		Tinta neutra	Intonaco di qualunque tipo 1:5 - 1:1		Carminio chiaro	Muratura di mattoni forati o malta cementizia 1:200 - 1:50		m.f. m.c. Rosso vermiglione chiaro
Asfalto e mastici isolanti in genere 1:5 - 1:1		Nero	Intonaco retinato 1:5 - 1:1		Carminio chiaro	Muratura di mattoni forati posti in piano o in coltello e malta comune 1:200 - 1:50		m.f.o. m Rosso vermiglione chiaro
Calcestruzzo di cemento 1:100 - 1:1		Bce Grigio verde	Legno 1:25 - 1:1		Terra di Siena naturale	Muratura di blocchetti forati di cemento e malta di..... 1:200 - 1:50		b.c.f. m Rosso vermiglione chiaro
Calcestruzzo di calce 1:100 - 1:1		Bca Grigio verde	Legno 1:50 - 1:5		Terra di Siena naturale	Muratura di blocchetti compatti di pomice e malta di..... 1:200 - 1:50		b.c.b. m Rosso vermiglione chiaro
Calcestruzzo per c.a. 1:500 - 1:100		Grigio verde	Linoleum, Italeum 1:1		Blu di Prussia	Muratura di blocchetti, forati di pomice e malta di..... 1:200 - 1:50		b.f.p. m Rosso vermiglione chiaro
Calcestruzzo per c.a. 1:100 - 1:1		Grigio verde	Liquidi		Oltremare	Pietrame a secco per vespi e drenaggi 1:10 - 1:20		Bruno Van Dyck
Calcestruzzo leggero di riempimento 1:100 - 1:1		Grigio verde	Marmo, marmette, pietre artificiali 1:5 - 1:1		Cobalto chiaro	Pomice in granuli 1:20 - 1:1		Grigio chiaro
Cemento retinato in lastre 1:20 - 1:1		Grigio verde	Materiali isolanti in lastre: Masonite, Insulite, Celotex, ecc. 1:5 - 1:1		Verde vesica	Rete metallica e lamiera stirata 1:20 - 1:1		
Ceramica o grès 1:1		Giallo cadmio chiaro	Materiali laminati e trafilati 1:10 - 1:1		Nero	Scorie di carbone 1:50 - 1:1		Grigio scuro
Ciotoli per drenaggi 1:100 - 1:20		Giallo di Napoli	Muratura e laterizi in genere 1:500 - 1:50		Rosso vermiglione chiaro	Stucco da vetraio 1:1		
Compensato 1:5		Terra di Siena naturale	Muratura e laterizi in genere 1:50 - 1:10		Rosso vermiglione chiaro	Sughero granulato o in lastre 1:5 - 1:1		Verde vesica
Compensato 1:1		Terra di Siena naturale	Muratura e laterizi in genere 1:5 - 1:1		Rosso vermiglione chiaro	Terreno naturale 1:100 - 1:1		Seppia
Erba 1:20 - 1:1		Verde Veronese	Muratura di pietrame lavorata a mano e malta comune 1:200 - 1:50		pm Rosso vermiglione chiaro	Terreno di riporto 1:100 - 1:1		Seppia
Ghiaia 1:20 - 1:1		Giallo di Napoli	Muratura di pietrame listata e malta comune 1:200 - 1:50		p.f. m Rosso vermiglione chiaro	Vetro in genere 1:1		v 45x72 Cobalto

Simbologia dei materiali per l'edilizia, tratta da "Manuale dell'architetto", 1962.

Tabella della simbologia basata sul rapporto convenzione grafica/scala di rappresentazione. La simbologia qui utilizzata è piuttosto semplificata anche per le scale di rappresentazione inferiori alla 1:50, dove andremmo maggiormente evidenziata in maniera quanto più realistica la tecnica edilizia.

Tab. 12 Da: MARIO DOCCI, DIEGO MAESTRI, *Manuale di Rilevamento Architettonico e Urbano*, Editori Laterza, Bari, 1994. (fig. 300, pag. 277)



Simbologia dei materiali per l'edilizia, in una delle tavole dell'Architectural Graphic Standards, di Ramsey e Sleeper.




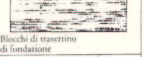





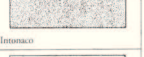

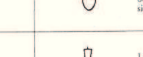



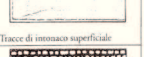
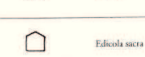
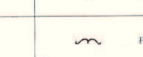

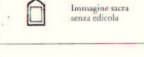
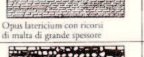
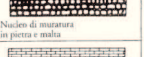

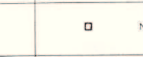








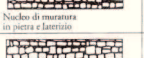



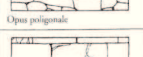

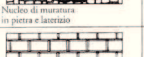




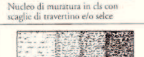



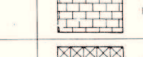





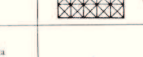
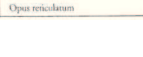





Tab. 13 Da: MARIO DOCCI, DIEGO MAESTRI, *Manuale di Rilevamento Architettonico e Urbano*, Editori Laterza, Bari, 1994. (fig. 304, pag. 281)

TIPICI DI STRUTTURA	1:200 - 1:100	1:100 - 1:50	1:50 - 1:20
Opus polygonale			
Opus quadratum			
Opus incertum			
Opus reticulatum			
Opus latericium			
Opus vittatum			
Opus cementitium			
Adossamento			
		Struttura in pianta 1:50	1:20
			Struttura - Prospetto

Simbologia grafica per vari tipi di strutture murarie da adottare alle varie scale di riduzione e per l'addossamento di murature differenti tra loro (da: Carbonara, 1990)





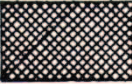




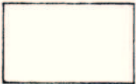
Tabella della simbologia basata sul rapporto convenzione grafica/scala di rappresentazione. Si evince come l'informazione viene maggiormente dettagliata ed approfondita in rapporto all'aumento della scala di rappresentazione.

Tab. 14 Da: MARIO DOCCI, DIEGO MAESTRI, *Manuale di Rilevamento Architettonico e Urbano*, Editori Laterza, Bari, 1994. (figg. 313-314, pagg. 288-289)

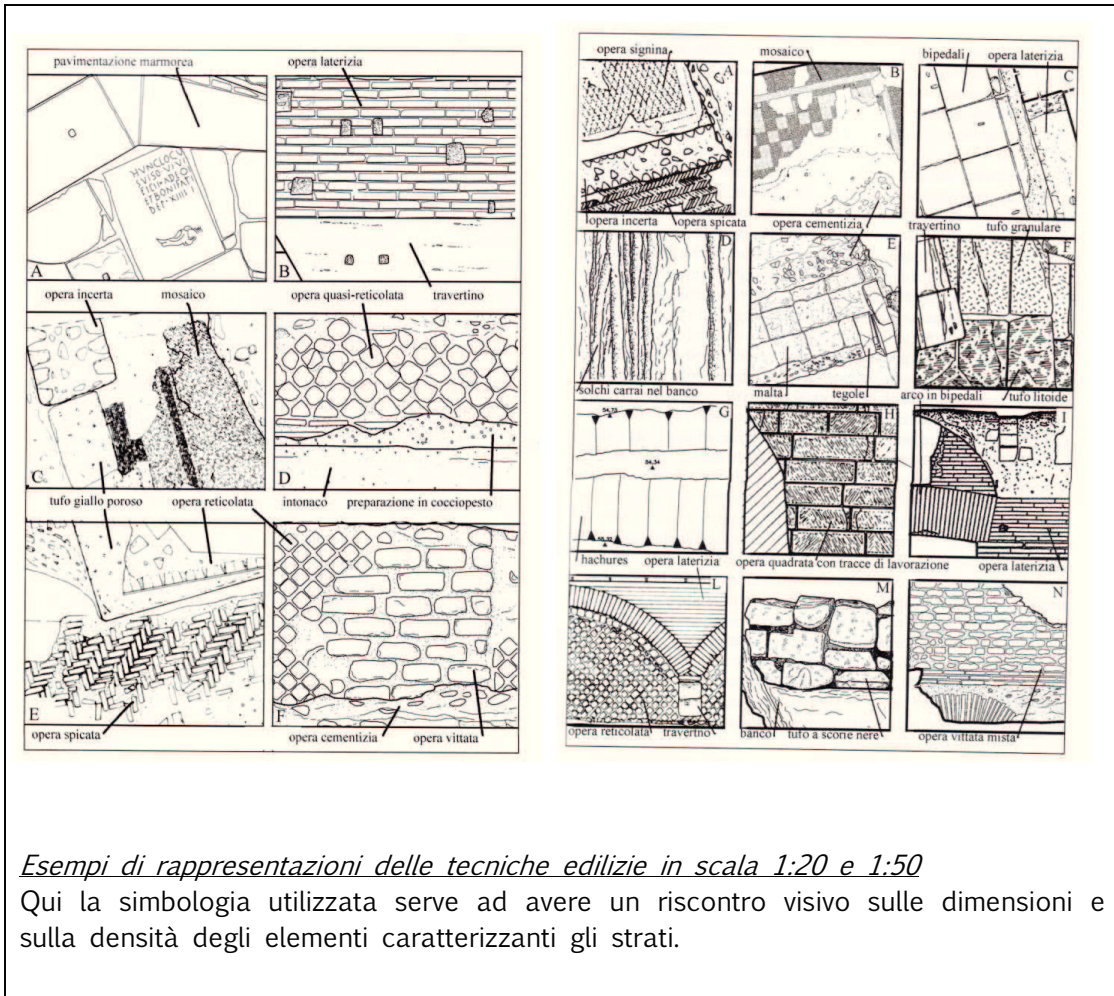
Simbologia per prospetti in scala 1:50 e in scala 1:100

Tab. 15 Da: MARIO DOCCI, DIEGO MAESTRI, *Manuale di Rilevamento Architettonico e Urbano*, Editori Laterza, Bari, 1994. (fig. 309, pag. 285)

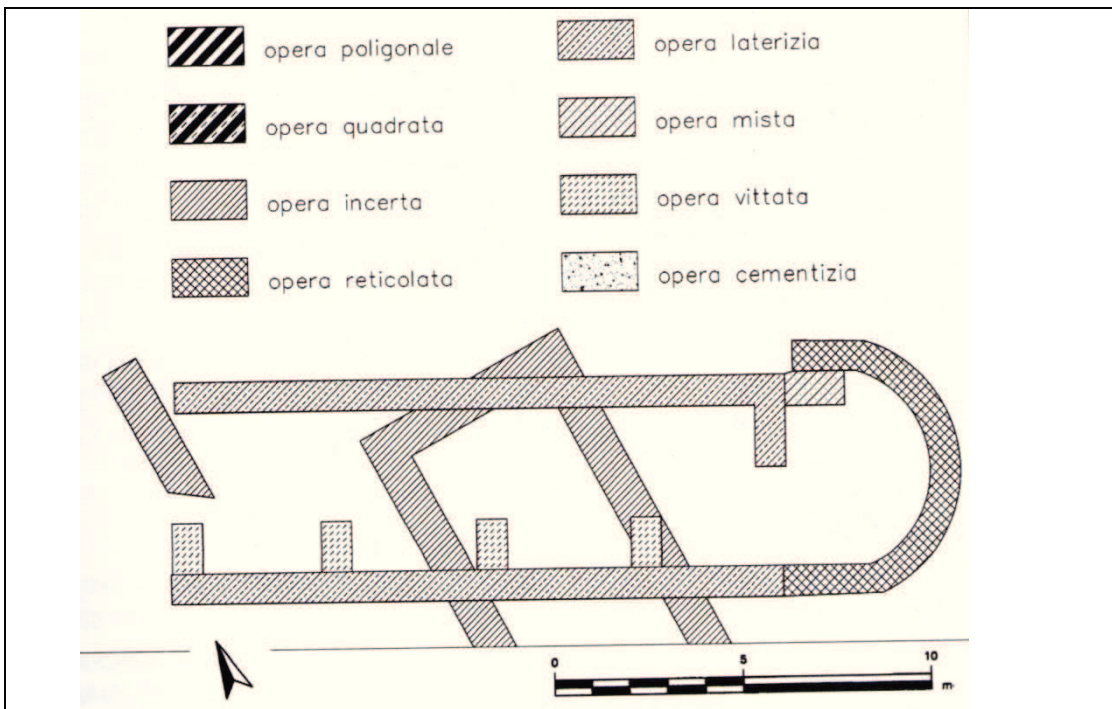
	Secc. ... IV a. C.		Secc. X-XI-XII
	Secc. III-II-I a. C.		Secc. XIII-XIV
	Secc. I-II-III d. C.		Sec. XV
	Secc. IV-V-VI		Sec. XVI
	Secc. VII-VIII-IX		Secc. XVII-XVIII-XIX

Proposta di simbologia da applicare alla stesura di piante cronologiche degli edifici.
 In questa proposta si mira ad evidenziare i periodi costruttivi di monumenti appartenenti al medesimo complesso o fasi costruttive appartenenti al medesimo monumento.

Tab. 16 Da: MARCO BIANCHINI, *Manuale di Rilievo e Documentazione digitale in Archeologia*, Aracne Editrice, Roma, 2008. (figg. 14-15, pagg. 48-49)



Tab. 17 Da: MARCO BIANCHINI, *Manuale di Rilievo e Documentazione digitale in Archeologia*, Aracne Editrice, Roma, 2008. (fig. 16, pag. 55)



Simbologie astratte per la descrizione delle tecniche edilizie nella scala 1:200

Utilizzo di linee e simboli grafici “astratti”, per descrivere tecniche edilizie in rappresentazioni a piccola scala. Tentativo di standardizzazione con l’utilizzo di tratteggi codificati a livello internazionale.

CAPITOLO 4

*RILIEVO ARCHEOLOGICO E RAPPRESENTAZIONE:
LA TECNOLOGIA DIGITALE LASER SCANNER 3D*

–

*QUATTRO CASI STUDIO NEL PANORAMA
ITALIANO*

4.1. Introduzione alla metodologia di rilievo

“In questi ultimi anni è avvenuta una trasformazione epocale nell’ambito della rappresentazione dell’architettura. I sistemi informatici e i relativi hardware e software hanno consentito un’evoluzione delle tecniche della comunicazione, della documentazione e quindi della conoscenza; oggi si comunica attraverso immagini, si documenta attraverso simulazioni virtuali, che consentono una migliore rappresentazione e quindi una facile lettura dell’oggetto analizzato. Un cambiamento radicale nel concetto e nelle modalità di rappresentazione dell’architettura nelle due diverse espressioni di progetto e di rilievo: la prima come trasposizione per lo studio e la verifica dell’idea progettuale, la seconda come espressione grafica per documentare l’esistente [...] Convinti come siamo e confortati dalle esperienze che nell’ambito nazionale ed internazionale si stanno attuando in ordine alla tendenza di documentare attraverso modelli; che il modello ha la possibilità di essere esplorato da viste diverse per un’analisi a 360°; che l’indagine deve poter essere eseguita in tempo reale e quindi avvalersi dell’informatica come supporto per realizzarlo; che dal modello è possibile estrapolare le rappresentazioni grafiche di tipo tradizionale; che per la costruzione di un modello ottimale è necessario il rilevamento di una sempre più crescente quantità di punti; che questa possibilità oggi viene data dalla tecnologia del Laser Scanner 3D, abbiamo imboccato questa strada”

[Andreozzi, 2007]

La citazione sopra riportata può essere parallelamente riferita sia al campo del rilevamento architettonico che a quello archeologico. Essa introduce bene le argomentazioni trattate nel seguente capitolo, ovvero il rilievo di architetture archeologiche tramite Laser Scanner e la rappresentazione di queste attraverso la modellazione virtuale 3D.

Abraham Moles (1920-1992), ingegnere francese, precedentemente alla nascita dell’informatica di seconda generazione, dichiara che:

“Per tutto ciò che è intrinsecamente tridimensionale come una vettura, una casa, ma anche una città, un territorio o un sito archeologico, la rappresentazione che si serve di modelli 3D, aiuta a migliorare non solo la visualizzazione, o la conservazione delle informazioni, ma soprattutto la loro definizione, semplificando l’organizzazione ed integrando la restituzione con un sistema di dati conoscitivi”

[Moles, 1972]

L'uso di sistemi informativi digitali, di tecnologie innovative per il rilievo e di rappresentazioni che si arricchiscono del dato tridimensionale e colorimetrico reale, mira a ridefinire il concetto di rappresentazione e a testare e scoprire fino a che punto il loro utilizzo può spingersi all'interno del settore archeologico, come surplus di conoscenza ed informazione.

Uno strumento che cerca di ottenere la figurazione della forma effettiva della costruzione con le mancanze, le irregolarità, le modificazioni, le aggiunte, le eliminazioni, i restauri sovrainposti nel tempo; uno strumento didattico, giacché vuole permettere la comprensione del funzionamento dell'opera nella complessità della sua storia e analizzare i modelli ai quali si riferisce e le innovazioni che introduce; infine uno strumento per conoscere lo stato di salute, la struttura e i suoi cedimenti e cercare la terapia a partire da un documento irrefutabile.

[Saint-Aubin, 2006]

4.2. Overview della situazione attuale nel campo del rilievo archeologico tramite tecnologia innovativa e modellazione 3D

Nel settore dei manufatti archeologici ci si trova spesso ad avere a che fare con strutture dalle forme complesse o costruttivamente irregolari o, nei casi peggiori, dissestate e quasi costruttivamente inesistenti. In questi casi il rilevamento necessita dell'acquisizione di numerosissimi punti per definire al meglio le discontinuità superficiali e materiche. Tuttavia, la totalità dei punti rilevati, non sarà mai sufficiente a delineare con esattezza l'intero profilo. E', infatti, usuale, nella pratica del rilievo archeologico, disegnare le linee di contorno dal vero. Ciò comporta, di contro, tempi decisamente lunghi di rilevamento e la consapevolezza di dover, comunque, tenere conto dei limiti di tolleranza dell'errore commesso.

Lo sviluppo di tecnologie digitali e l'affermazione dell'informatica nei processi di acquisizione e gestione dei dati archeologici, hanno portato al superamento di alcuni limiti e difficoltà operative.

L'informatica, in archeologia, si è iniziata ad imporre nel corso degli anni novanta, pur risultando materia estranea a chi ha ricevuto un'istruzione di tipo umanistico [Panini, 1992; Gabucci, 2005]. Tale processo continua a risultare piuttosto lento per la dicotomia fisiologica delle competenze, ampiamente già discussa nei precedenti capitoli.

L'ampia gamma di strumentazioni per il rilievo è in continuo aggiornamento e richiede attenzione specifica e costante aggiornamento. La strumentazione, ad oggi a noi disponibile, sta lentamente rivoluzionando l'abitudine di rappresentare la realtà fisica tramite le raffigurazioni bidimensionali tradizionali, arricchendo, quest'ultime, di nuovi dati ed informazioni. L'abbreviazione dei tempi di registrazione, di gestione e di restituzione dei dati, la possibilità di documentare in progress lo stato di fatto e di visualizzarlo in tempo reale, sono tutte caratteristiche che rendono virtualmente fruibile e disponibile il modello ottenuto, in qualsiasi momento dall'operatore; si riducono, inoltre, le distanze tra utente e manufatto ed il modello virtuale tridimensionale, dimensionalmente e formalmente reale nella sua complessità spaziale e geometrica, può esser restituito anche nella realtà materica che lo caratterizza, tramite le opportune fasi di post-processamento [Stanco, Battiato, Gallo, 2011; Vassena, Sgrenzaroli, 2007; Crossilla, Dequal, 2006].

Bisogna, comunque, ricordare che l'approccio tecnologico digitale non va a sostituire la mediazione diretta applicata dalle metodologie tradizionali, ancor più nel campo archeologico, dove l'osservazione e l'interpretazione dell'operatore sono insostituibili; basti ricordare che, di norma, per restituire

il profilo degradato o in parte mancante di un bene si predilige disegnare dal vero i grafici di rilievo. È, comunque, importante conoscere sia i vantaggi, ma anche i limiti di queste nuove strumentazioni affinché si possa trarre il meglio dal loro utilizzo.

Numerosi gruppi di ricerca, operanti in ambito nazionale ed internazionale, hanno negli anni contribuito all'avanzamento dell'uso delle attuali tecnologie nel rilievo dei beni archeologici, e al miglioramento delle fasi applicative, metodologiche, gestionali e restitutive che ne derivano. Si manifesta, così, una voglia di maggiore chiarezza metodologica e creazione di una standardizzazione terminologica per quanto riguarda le fasi di acquisizione del dato 3D, di discretizzazione di questo, di rappresentazione e documentazione tridimensionale dell'esistente, al fine di proiettare il rilievo di archeologia verso un sistema informativo digitale, attuando un metodo di lavoro funzionale e facilmente adattabile alle diverse esigenze, e, inoltre, che miri a superare il "non dialogo" tra ricercatore scientifico e umanistico [Medri, 2008; Candido, 2006; Di Grazia, 1991; Cherubini, 2008].

Quattro sono i casi studio che si è deciso di evidenziare tra gli esempi presenti nella letteratura del settore:

- Il Parco archeologico della via Appia Antica;
- Il caso di Pompei;
- I Mercati di Traiano;
- Le catacombe romane di Domitilla.

Questi sono stati accuratamente scelti, in quanto caratterizzati da diverse finalità di rilievo, rapporto di scala, stato di conservazione, rapporto con il sito, ed, inoltre, poiché illustrano e mettono in opera un valido esempio di procedure metodologiche. Tali procedure presentano in fase di acquisizione dati, fase che avviene in situ, un approccio analogo, già in parte standardizzato. Durante le diverse fasi di *post-processing*, fasi che invece hanno luogo in laboratorio, si è verificata l'applicazione di una *pipeline* comune, ma connotata da approcci personalizzati a seconda della finalità dello studio, delle caratteristiche del sito/monumento e delle strumentazioni disponibili.

La scelta è, inoltre, stata dettata dall'aver riscontrato, dopo l'approfondimento delle suddette attività di ricerca, un rinnovato rapporto collaborazionale tra gli studiosi operanti nella documentazione dei siti, appartenenti a Soprintendenze, Università, Società di Programmazione; gruppi interdisciplinari costituiti, da una parte, da archeologi che espongono le proprie esigenze di archiviazione dei resti, di documentazione delle stratigrafie storiche presenti e della loro datazione, di fruibilità del sito e disseminazione della cultura archeologica, dall'altra, da architetti, ingegneri e

tecnici, che dispongono delle strumentazioni, dei programmi e della conoscenza metodologica e tecnica da attuare sul campo, a supporto esigenze esposte e della sperimentazione di protocolli di acquisizione, gestione e restituzione dei dati tridimensionali

Si riportano, nei paragrafi a seguire, le quattro attività di ricerca suddette.



4.3. Il Parco archeologico della via Appia Antica – dalla nuvola di punti alla Realtà virtuale

Gruppi di ricerca:

- ❖ Gruppo di lavoro del CNR-ITABC; ➔ contributo tecnico.
- ❖ Soprintendenza Archeologica del Comune di Roma (collaborazione); ➔ contributo archeologico.
- ❖ Leica Geosystem (collaborazione). ➔ contributo strumentale.



Progetto Appia Antica:
Il parco archeologico dell'Appia Antica. Dal campo alla realtà virtuale.

Appia Antica Project:
Archaeological Park of ancient via Appia.
From the field to Virtual Reality applications.

Il Museo narrativo del parco Archeologico dell'Appia Antica (VR off line)

WebSite WebGIS 3D: www.appia.itabc.cnr.it

Download filmato Metodologia progetto Appia Antica

Keywords. Fotogrammetria, GIS, Realtà Virtuale, Modellazione 3D, scanner laser (photogrammetry, GIS, Virtual Reality, 3D modelling, scanner laser).

Starting date: 2003-2007

Institutions. CNR-ITABC - Coordinamento: Maurizio Forte, Paolo Salonia; Soprintendenza Comunale di Roma - Coordinamento: Paolo Grassi, Antonio Mucci, Luca Sasso D'Elia

Team: Survey: M. Forte, S. Pescarin, N. Dell'Unto, C. Cittadini; Applicazioni GIS: S. Pescarin; Ricostruzione paesaggio VR: S. Pescarin; Foto e riprese video: Bartolomeo Trabassi; Elaborazione dati Laser Scanner e modellazione: E. Pietroni; Fotomodellazione: N. Dell'Unto; Modellazione 3D: L. Vico e L. Gomez; Rilievo architettonico e fotogrammetrico: P. Salonia, A. Negri, S. Scolastico, V. Bellucci, L. Valdarini

Fig. 1 – Web-site - Progetto Appia Antica (Da: www.appia.itabc.cnr.it).

Ambito di ricerca:

- ❖ Documentazione topografica ed architettonica attraverso archivi spaziali e piattaforma GIS;
- ❖ Utilizzo di sistemi di realtà virtuale per la creazione di un museo narrativo in cui convergono aspetti scientifici, geografici, ambientali, antropologici, archeologici e culturali contemporaneamente.

Metodologie integrate:

- ❖ Laser scanner;
- ❖ Fotogrammetria in mono e stereoscopia;
- ❖ Foto-modellazione;
- ❖ GIS, webGIS (fig. 2), e VRwebGIS;
- ❖ stazione totale.

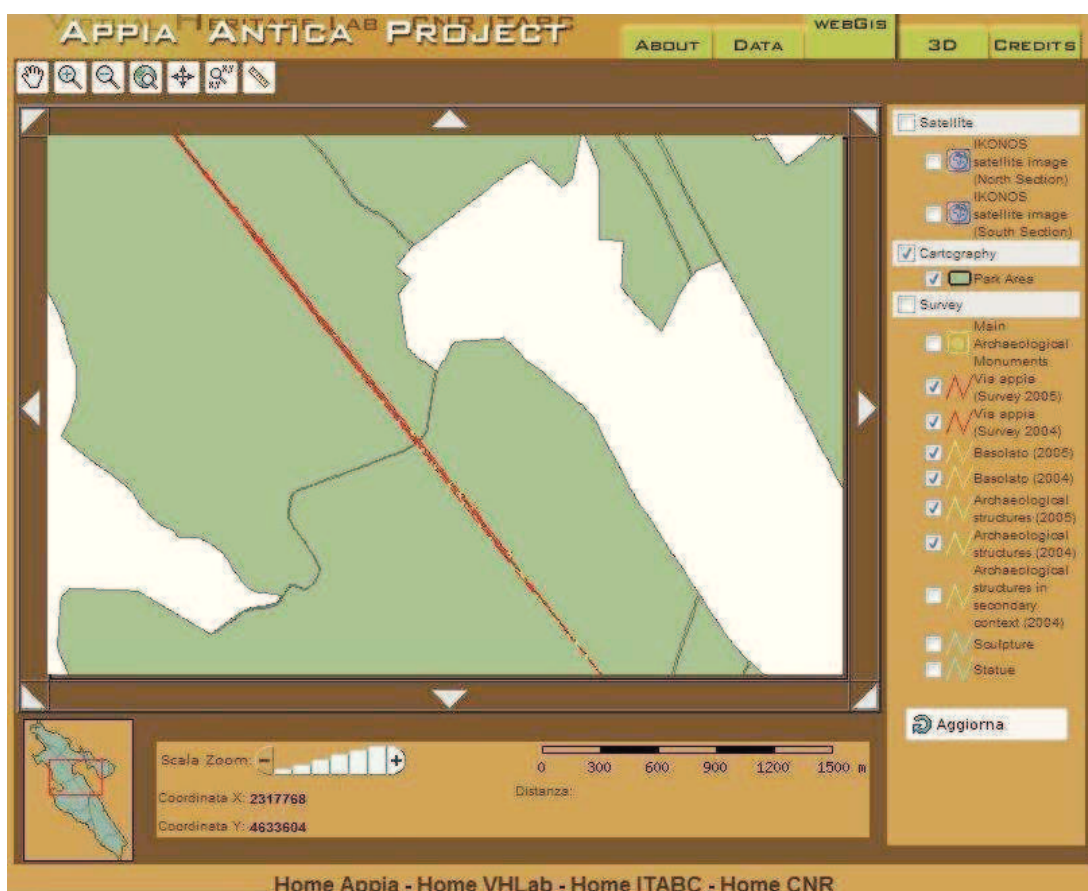


Fig. 2 - WebGIS - Parco Archeologico della via Appia Antica (Da: www.appia.itabc.cnr.it).

Piattaforme e Software:

- ❖ *Virtools*, motore grafico in tempo reale per costruire l'applicazione museale off-line;
- ❖ OpenScene-Graph e Virtual Terrain Project, libreria grafica open-source, per costruire interfacce web tridimensionali basate su 3DwebGis;
- ❖ 3ds Max, per ottimizzare il disegno del paesaggio e la composizione della scena.

Obiettivi:

- ❖ Utilizzo di software OpenGL per progettare, ricostruire, creare e viaggiare in tempo reale all'interno del paesaggio archeologico virtuale, tramite la creazione di un sistema spaziale interattivo (real-time) sia bidimensionale che tridimensionale;
- ❖ Il sito diviene uno strumento di facile accessibilità per qualsiasi tipo di utente, con la possibilità di esplorare il parco e i suoi monumenti, anche attraverso layer tematici vettoriali.

Risultati innovativi:

- ❖ L'intento è quello di documentare e comunicare cultura tramite la sperimentazione di protocolli comuni standardizzati per il trattamento dei dati acquisiti;
- ❖ Conservare il valore informativo-spaziale nelle fasi di elaborazione;
- ❖ Interrogare interattivamente i monumenti ed accedere direttamente ai corrispondenti contenuti scientifici e narrativi (audio, filmati, iconografie, animazioni, tutti metadati inclusi nello spazio tridimensionale);
- ❖ Esplorare, senza la mediazione di professionisti specializzati, il paesaggio virtuale, interagendo con i contenuti archeologici, tramite l'ulteriore uso di occhiali stereoscopici;

- ❖ Vengono, inoltre, simulate la vita, le attività, i comportamenti, le relazioni, in modo da contestualizzare in maniera realistica l'informazione, facendo divenire il parco archeologico "ecosistema vivo".

Acquisizione sul campo: sono state utilizzate due tecniche per generare i modelli tridimensionali parametrici:

- ❖ la fotomodellazione, per costruire modelli tridimensionali metrici semplificati con apparenza foto-realistica (velocità di acquisizione e di elaborazione, *Level Of Detail* inferiore) (fig. 3);
- ❖ il laser scanning, per ottenere un modello tridimensionale ad alta risoluzione, e quindi *Level Of Detail* maggiori di alcuni monumenti (fig. 4);
- ❖ Due tipologie metodologiche: approccio BOTTOM-UP, atto ad elaborare modelli virtuali dai dati acquisiti sul campo al fine di creare una sorta di "anastilosi" virtuale delle rilevanze; approccio TOP-DOWN, atto a creare ipotesi ricostruttive riferendosi a modelli già consolidati, patterns tipologici e documentazioni comparative (figg. 5 - 9).

[Forte, Pescarin, Pietroni, 2005; www.appia.itabc.cnr.it]



Fig. 3 - Acquisizione fotografica di coppie estereoscopiche con attrezzatura Menci (Da: www.appia.itabc.cnr.it).



Fig. 4 - Acquisizione tramite Laser Scanner 3D (Da: www.appia.itabc.cnr.it).



Fig. 5 – A destra: la Cisterna; a sinistra: Ricostruzione (Da: www.appia.itabc.cnr.it).



Fig. 6 – A destra: la torre Valca; a sinistra: Ricostruzione colombario con tecniche di fotomodellazione (Da: www.appia.itabc.cnr.it).



Fig. 7 - Il ninfeo di Egeria, valle della Caffarella
(Da: www.appia.itabc.cnr.it).

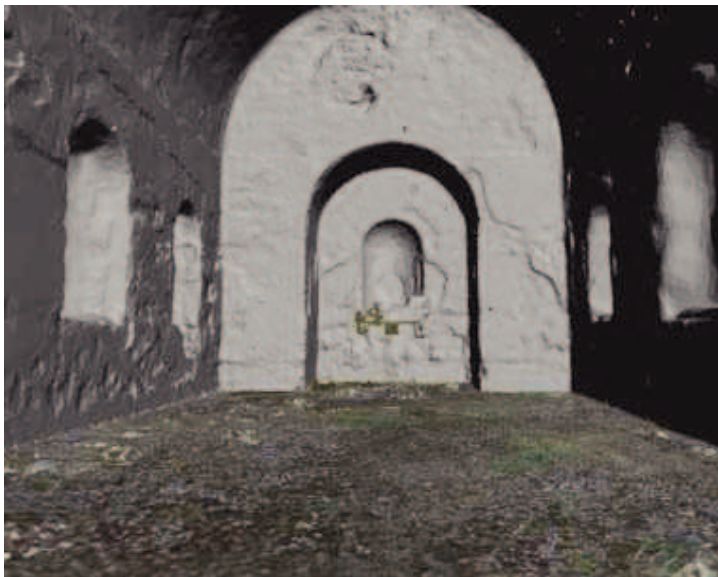


Fig. 8 - Elaborazione 3D della nuvola di punti del Ninfeo di Egeria - meshing (Da: www.appia.itabc.cnr.it).



Fig. 9 - Elaborazione 3D della nuvola di punti del Ninfeo di Egeria - texture mapping (Da: www.appia.itabc.cnr.it).

4.4. Il caso di Pompei – Modelli digitali 3D in Archeologia

Gruppi di ricerca:

- ❖ ARCUS s.p.a., Scuola Normale Superiore di Pisa; ➡ contributo tecnico.
- ❖ Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Napoli e Pompei (S.S.B.A.N.P.) (collaborazione). ➡ contributo archeologico.

Ambito di ricerca:

Il progetto è nato dalla stipula di due convenzioni atte a rendere il sito archeologico di Pompei accessibile e fruibile attraverso un sistema informativo comunicativo:

- ❖ la I convenzione ha prodotto il S.I.U. (Sistema Informativo Unificato per la Soprintendenza), un sistema web-based atto ad archiviare, gestire e documentare schede di catalogo composte da immagini, testi, audio, video e dati geografici;
- ❖ la II convenzione mira alla definizione di “best practices” per l’acquisizione di un sistema di dati eterogenei, la loro gestione e manipolazione e la realizzazione di modelli 3D.

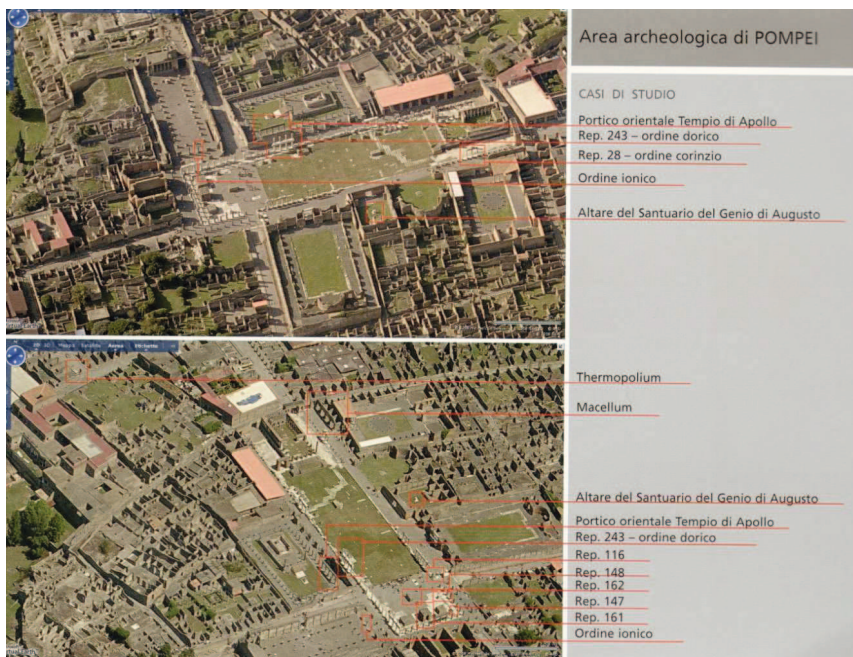


Fig. 10 – Viste dell’area archeologica di Pompei e localizzazione dei reperti oggetto di studio (Da: BENEDETTI, GAIANI, REMONDINO, 2010).

Metodologie integrate:

La scelta della metodologia dipende dalla varietà della scena da elaborare, dal livello di dettaglio che si desidera raggiungere ed il grado di complessità superficiale che deve essere restituito e dall'accuratezza del modello finale.

- ❖ Sensori di misura attivi: Laser scanner (a triangolazione e a T.O.F.). I laser scanner utilizzati sono: Minolta Vivid 900 e Leica Scanstation 2, (fig. 11);
- ❖ Sensori di misura passivi: macchine fotografiche (fotogrammetria digitale), le macchine fotografiche utilizzate sono: Nikon D200 e D60 da 10,2 milioni di pixel.

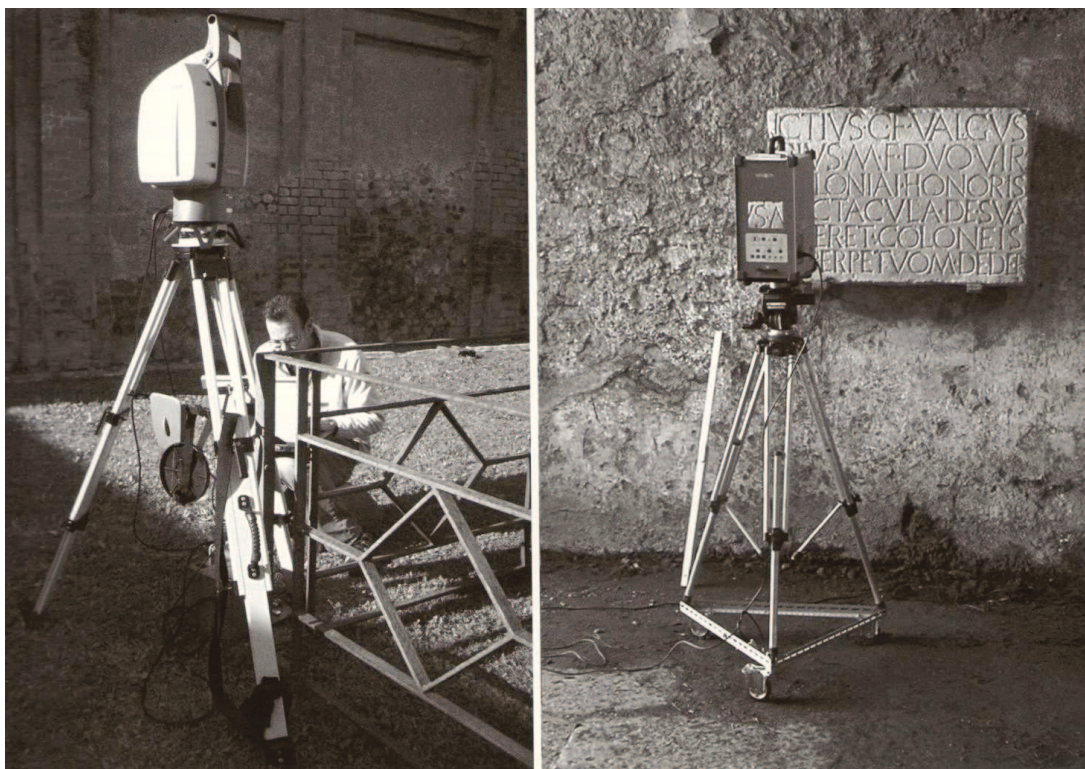


Fig. 11 – A sinistra, scanner a tempo di volo Leica ScanStation2; a destra, scanner a triangolazione Minolta Vivid900 (Da: BENEDETTI, GAIANI, REMONDINO, 2010).

Piattaforme e Software:

- ❖ Autodesk Maya, per l'organizzazione semantica dei singoli elementi e dei relativi raggruppamenti dei reperti;
- ❖ OpenSceneGraph, motore di visualizzazione modelli 3D basato su librerie grafiche OpenGL;
- ❖ Adobe Photoshop, per comprimere le texture;
- ❖ Innovmetric Polyworks, per la modellazione 3D;
- ❖ Software del VClab, per le fasi di texture mapping;
- ❖ 3DStudio Max design 2009, per la mappatura u,v di ortofoto su modello 3D;

Obiettivi:

- ❖ Documentazione/archiviazione/comunicazione del sito in oggetto;
- ❖ Definizione di standard di documentazione per le fasi di acquisizione e creazione di modelli 3D, in modo da rendere l'acquisizione dei dati digitali una tecnica "facile, familiare e praticabile" non solo dallo specialista;
- ❖ Ausilio di un sistema GIS 3D;
- ❖ Migliorare il rinvenimento degli oggetti appartenenti al sito ed il recupero di tutte le informazioni correlate ad ognuno di essi all'interno di un repository. Ciò deriva dalle esigenze di archeologi e studiosi che avranno, successivamente, il compito di interpretare i reperti ed ipotizzare la ricostruzione virtuale del sito. Questi necessitano di avere a disposizione un abaco di elementi architettonici analizzabili singolarmente (organizzazione semantica).

Problematiche:

- ❖ Oneri computazionali, che derivano dalla visualizzazione e dalla qualità dell'immagine e dei modelli generati. Per far fronte a ciò, sono state utilizzate tecniche di compressione e semplificazione dei modelli

e la definizione di diversi LOD (*Level Of Detail*), ovvero versioni semplificate di un oggetto mano a mano che l'immagine restituita necessita di minori dettagli.

Risultati innovativi:

- ❖ La forma letteraria utilizzata è quella del “manuale”, scelta appositamente, in quanto il testo riguarda argomenti innovativi ed in continua evoluzione. Tale formula va oltre la codifica dei comandi dei software utilizzati, spingendosi ad elencare e spiegare metodi e procedure operative del sapere già consolidato ed a creare un supporto tecnico per le parti del sapere per le quali non esiste una risposta univoca.
- ❖ La problematica affrontata è, appunto, l'assenza di standard chiari e definiti riguardanti il settore dell'acquisizione dei dati nell'ambito del Cultural Heritage ed ancor più in quello archeologico. Si parte dalla mappatura e dalla classificazione per tipologia dei reperti in modo da individuare i casi studio più significativi.
- ❖ È proprio la modellazione semantica uno dei vantaggi innovativi dell'approccio proposto da questo team di ricerca ovvero un approccio multi risoluzione che permette di analizzare gli elementi del sito singolarmente e/o all'interno del contesto. I modelli 3D dei reperti risultano, quindi, essere dei sistemi conoscitivi che, oltre ad essere interfacciati a database archeologici e GIS, si prestano all'interpretazione da parte di studiosi ed archeologi, al fine di ipotizzare possibili ricostruzioni virtuali del sito, tramite un abaco dei singoli elementi. L'approccio si suddivide in tre stadi: modellazione, segmentazione e visualizzazione (figg. 13 – 13).

Acquisizione sul campo:

- ❖ L'attività sul campo ha lo scopo di definire gli strumenti utili e quelli da scartare, le procedure e le tecniche appropriate e quelle sbagliate,

a seconda degli obiettivi prefissati a partire dagli oggetti di studio più rappresentativi. La scelta delle tecniche dipende da diversi fattori, quali le caratteristiche dell'oggetto da rilevare (dimensioni massime, dettaglio minimo superficiale, tipo di materiale), le caratteristiche dello strumento (accuratezza e risoluzione, dimensione aerea di presa, raggio d'azione, comportamento in funzione delle condizioni di illuminazione, maneggevolezza), le finalità documentative (dettaglio da restituire, eventuale distinzione dei diversi LOD), le condizioni al contorno (aree di lavoro libere o no da ostacoli).

[Benedetti, Gaiani, Remondino, 2010; Apollonio, Gaiani, Benedetti, 2012].

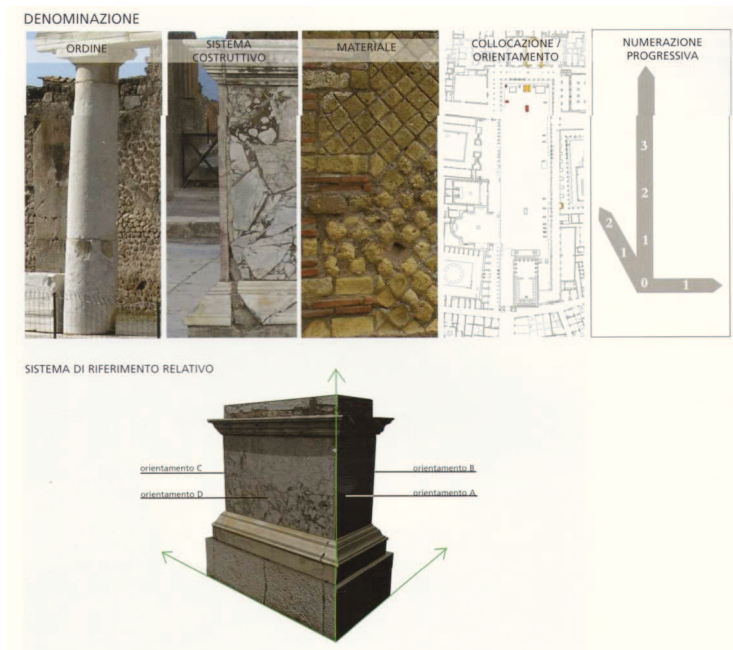


Fig. 12 – Denominazione delle caratteristiche e degli elementi costitutivi i singoli reperti e definizione del sistema di riferimento relativo al singolo elemento (Da: BENEDETTI, GAIANI, REMONDINO, 2010).

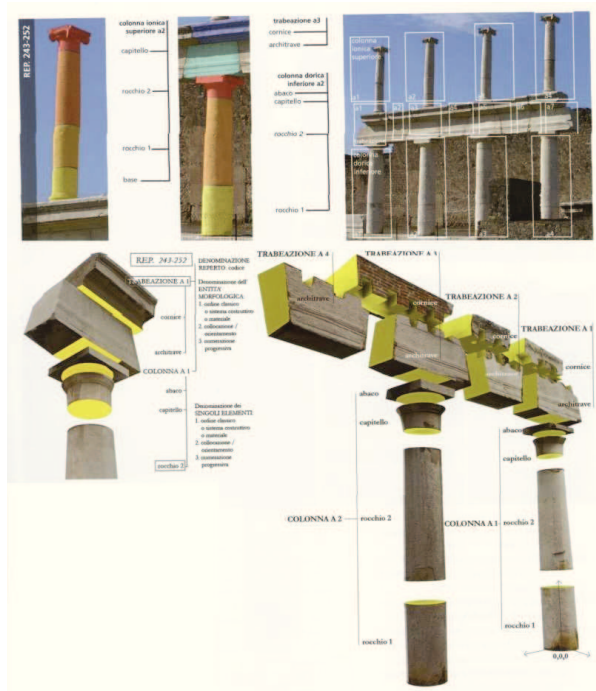
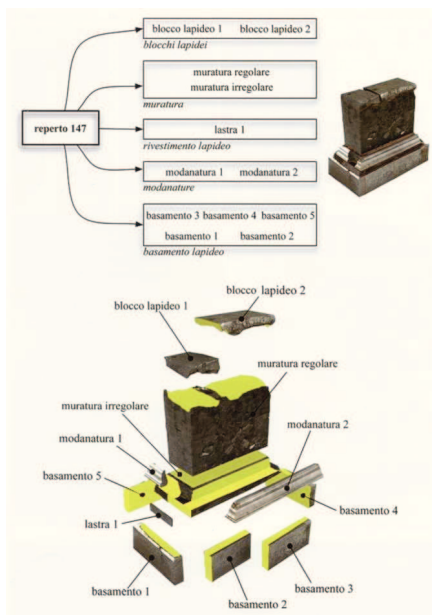


Fig. 13 – Segmentazione semantica dei reperti (Da: BENEDETTI, GAIANI, REMONDINO, 2010).

4.5. Il modello 3D dei Mercati di Traiano

Gruppi di ricerca:

- ❖ Studio Tau; ➔ contributo tecnico.
- ❖ Soprintendenza Archeologica di Roma e Soprintendenza dei Beni Culturali del Comune di Roma (collaborazione). ➔ contributo archeologico.

Ambito di ricerca:

- ❖ Ricostruzioni tridimensionali in ambito CAD di architetture antiche a partire dai dati ricavati dalla vettorializzazione manuale e la georeferenziazione della documentazione grafica effettuata negli anni precedenti.
- ❖ Progettazione di spazi espositivi;
- ❖ Programmazione di interventi di restauro e per poter meglio ipotizzare la ricostruzione di parti andate perdute. Si è partiti dalla creazione di un modello 3D schematico (ricostruzione solida) dell'intera volumetria (fig.16), per poi passare ad un modello analitico di dettaglio architettonico e della disposizione interna della parte superiore del complesso (figg. 14 - 16).

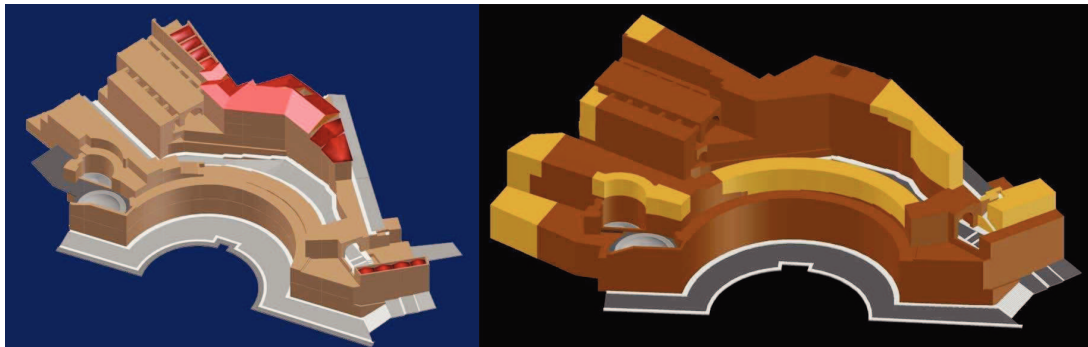


Fig. 14 - A sinistra, modello schematico dello stato attuale; a destra; modello schematico della ricostruzione dei corpi scomparsi (Da: http://www.rilievoarcheologico.it/modello_mt_index.htm).

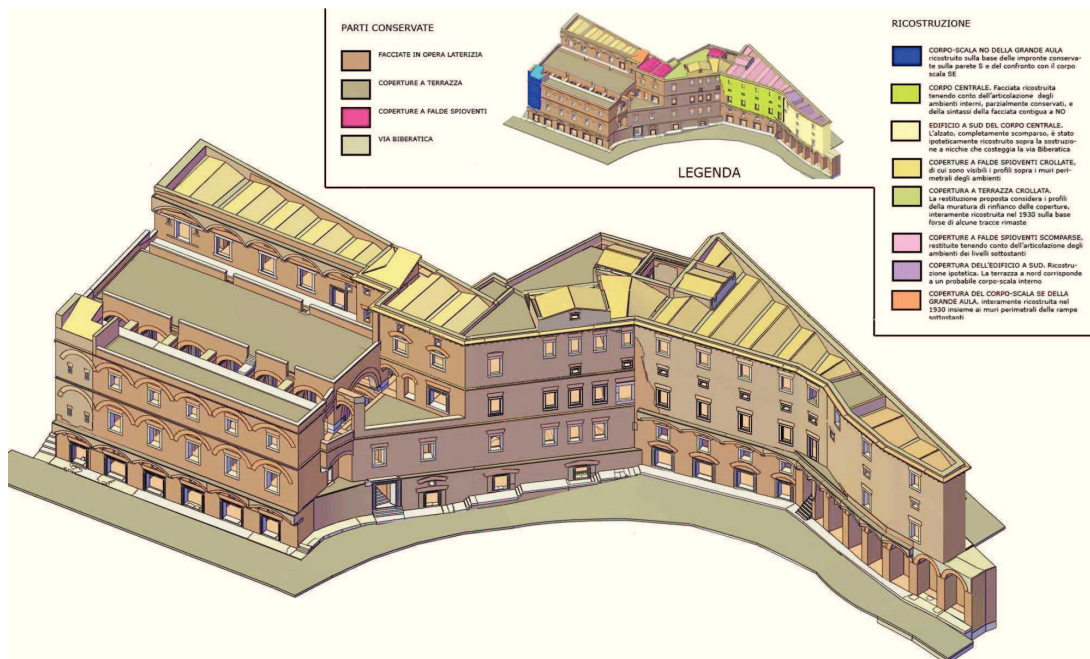


Fig. 15 - Modello analitico della grande aula e del corpo centrale (Da: http://www.rilievoarcheologico.it/modello_mt_index.htm).

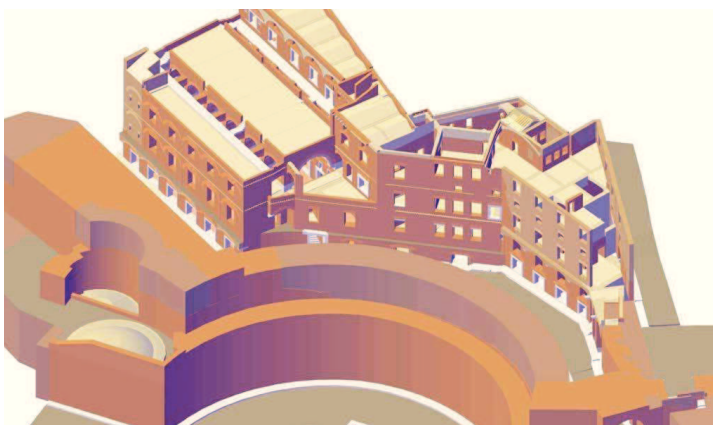


Fig. 16 - Sovrapposizione del modello analitico al modello schematico.

(Da: http://www.rilievoarcheologico.it/modello_mt_index.htm).

Metodologie integrate:

- ❖ Rilievo diretto e indiretto tradizionale.

Software:

- ❖ Software di modellazione tridimensionale in ambiente CAD.

Obiettivi:

- ❖ Ottenimento di una rappresentazione tridimensionale geometrica esatta dello stato di fatto del complesso;
- ❖ Utilizzo di tale modello come strumento di lettura, analisi e verifica attraverso le simulazioni di diverse ipotesi ricostruttive;
- ❖ Ulteriore utilizzo del dato tridimensionale per la programmazione di restauri e la progettazione di ambienti espositivi atti al riuso del complesso (fig. 17).

Risultati innovativi:

- ❖ Utilizzo della modellazione tridimensionale solida come potente strumento di ricerca nell'ambito di architetture archeologiche. Il modello ricavato è utilizzato come strumento di documentazione e illustrazione dell'intero sito all'interno del Museo dei Fori Imperiali allestito nei Mercati Traianei.

[Bianchini, 1992; Bianchini, 2008; Ungaro, 2000].



Fig. 17 - Mappatura dei materiali edilizi tramite texture ricavate da fotografie digitali dei materiali - interno della grande aula (Da: http://www.rilievoarcheologico.it/modello_mt_index.htm).

4.6. La documentazione tridimensionale della Catacomba romana di Domitilla

Gruppi di ricerca: Progetto START.

- ❖ Istituto per la Storia della Cultura Antica; ↪ contributo archeologico.
- ❖ Accademia delle Scienze dell'Austria; ↪ contributo tecnico.
- ❖ Università di Vienna. ↪ contributo tecnico.

Ambito di ricerca:

- ❖ L'ambito di ricerca si orienta sulla mancanza, ad oggi, di piante moderne che documentino per intero il sistema di gallerie e la quantità delle tombe presenti all'interno della grande estensione del complesso.

Metodologie integrate:

- ❖ Laser scanner: Riegl LMS Z-420i. Tramite il Laser Scanner vengono documentate tridimensionalmente ed in tempi brevi, rispetto ai tempi archeologici, le superfici che contengono le pitture e la spazialità dei diversi ambienti;
- ❖ Macchina fotografica digitale: Nikon D100 e Canon EOS 1 ds. Tramite la macchina fotografica digitale si arricchisce ogni punto della nuvola del dato colorimetrico reale, in modo da documentare con elevata precisione le pitture;
- ❖ Stazione totale: Leica TCRM 1103. La stazione totale serve ad avere una rete di punti fissi di controllo, vista la grande estensione del sito.

Software:

- ❖ RiScan, acquisizione e post-processamento dei dati tridimensionali acquisiti dalle scansioni laser;
- ❖ 3D-Analyst di ADAM-Tech, per trasformare l'informazione bidimensionale fotografica in valori tridimensionali.

Obiettivi:

- ❖ Obiettivi primari sono la documentazione tridimensionale dell'architettura della catacomba e della pittura paleocristiana presente al suo interno (fig. 18).

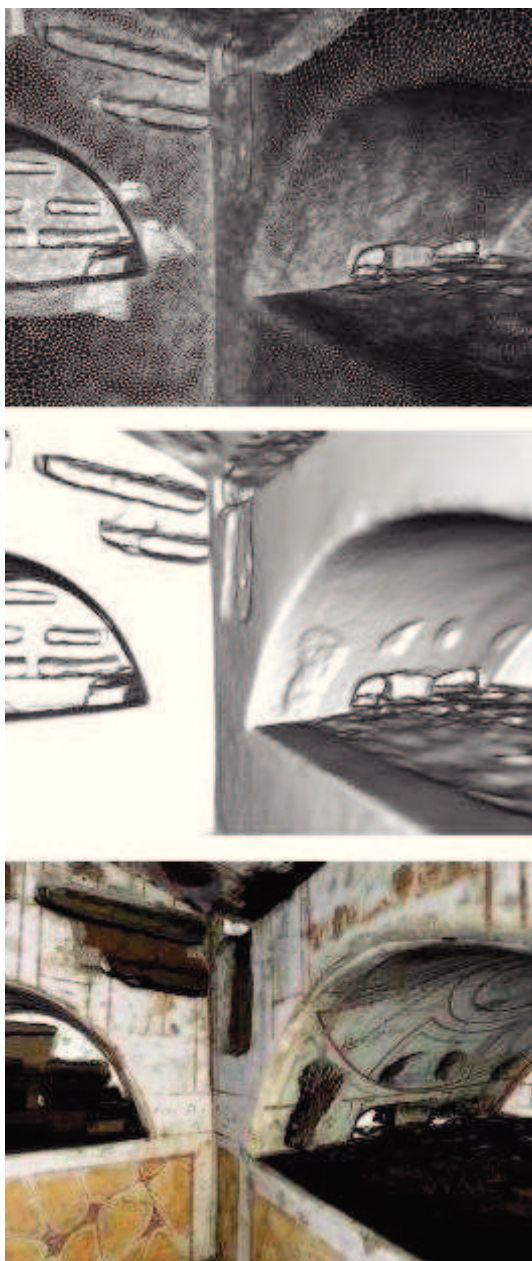


Fig. 18 – Cubicolo “Re Davide”. In alto, triangolazione; al centro, modello tridimensionale (mesh); in basso, modello texturizzato (Da: ZIMMERMAN, 2010).

Risultati innovativi:

- ❖ Alla fine del post-processing si arriva ad un modello digitale tridimensionale ad alta qualità fotografica, virtualmente accessibile e fruibile, in modo tale da fornire una dimensione in più rispetto al sistema di documentazione bidimensionale stampato.
- ❖ L'innovazione sta proprio nel far lavorare a stretto contatto due mondi in forte contrasto abituati a ritmi e tempi molto diversi, l'archeologia e l'high-tech.
- ❖ Si è arrivati alla conclusione che la metodologia del Laser scanning rappresenta per la catacomba l'unica soluzione per raggiungere risultati scientificamente convincenti in tempi brevi (fig. 19).

Acquisizione sul campo:

- ❖ Sono state effettuate sette campagne di scansioni per riprendere circa i 2/3 della totalità del complesso, per un totale di 1.200 scansioni e 1.500.000.000 punti.

[Zimmermann, Esser, 2008; Scheiblaue, Zimmermann, 2009; Zimmermann, 2010].

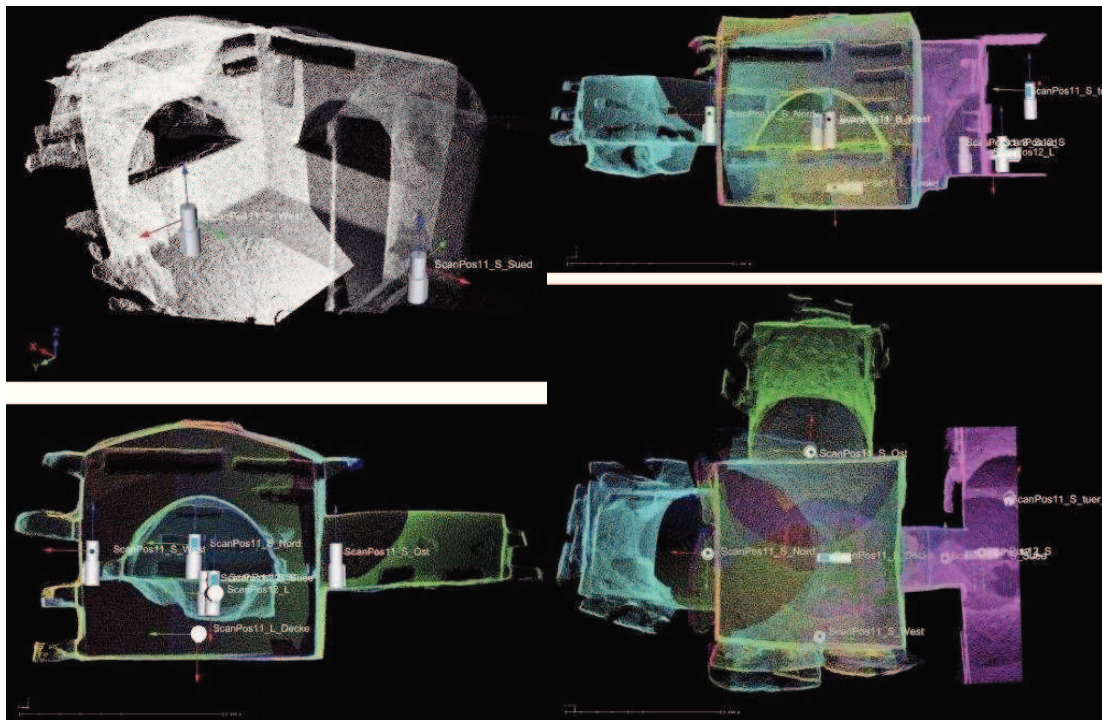


Fig. 19 – Cubicolo “Re Davide”, nuvola di punti. In alto a sinistra, veduta generale; in alto a destra, sezione longitudinale; in basso a sinistra, sezione trasversale; in basso a destra, pianta (Da: ZIMMERMAN, 2010).

CAPITOLO 5

*IL PROGETTO DI RILIEVO. IL CASO DEL
COMPLESSO DI SAN LORENZO VECCHIO (SR)*

5.1. Il sito

“A pochi metri di distanza dalla provinciale, al chilometro 19, trovasi un grosso raggruppamento di case coloniche in cui la parte di maggiore evidenza è costituita da una costruzione settecentesca, già in istato di rovinoso abbandono. Gli edifici di dimensioni e di struttura varia, si sviluppano attorno ad un atrio pressoché quadrato, luminosissimo, racchiudente nel mezzo un **pozzo**, di schiette forme barocche. Ad eccezione della parte settecentesca, gli edifici sono generalmente poveri e comprendono il solo pianterreno. Una cosa tuttavia colpisce, anche ad una sommaria osservazione: gli angoli esterni del grande quadrilatero sono protetti da **quattro piccoli torrioni**, di forme quasi cilindriche [...] un’ispezione a tutte le fabbriche, esaminate nella compagine e nel loro riadattamento – in gran parte stalle, fienili, cantine – ci portava, nel lato settentrionale, ad una duplice, importante scoperta: della **cella di un tempio greco** e, in diretto collegamento con essa, di un **oratorio bizantino**. Quest’ultimo, assolutamente invisibile, è soverchiato dall’**edificio settecentesco**; nessun indizio esteriore lascia trasparire la sua esistenza”

[Agnello, 1952]

Come già descritto da Giuseppe Agnello alla fine degli anni ‘40, il sito si trova sulla strada provinciale (SP 19) della provincia di Siracusa (fig. 1), ed è costituito da una corte quadrata attorno alla quale si articolano, spesso sovrapponendosi, fabbricati appartenenti a epoche diverse anche per tecniche costruttive (fig. 2). Il complesso antico risulta oggi inglobato in una masseria settecentesca, in forte stato di abbandono e rovina.

Le preesistenze architettoniche già in antico diventavano spesso poveri borghi rurali dal periodo della decadenza dell’impero romano alla fine di quello bizantino; il più delle volte la rioccupazione comportava modifiche e ristrutturazioni radicali, anche per necessità difensive. Agnello ricorda quattro piccole torri angolari, una cella di un tempio greco, un oratorio bizantino, inglobati nell’edificio settecentesco; recentemente sono state aggiunte strutture murarie anche in cemento armato all’interno del perimetro quadrangolare del cortile.



Fig.1 – Inquadramento aerofotogrammetrico, fuori scala. (Da: <http://www.sitr.regione.sicilia.it/>).



Fig.2 – Il Complesso di San Lorenzo Vecchio presso Pachino, in rapporto con la SP 19. Foto satellitare. (Da: <http://www.sitr.regione.sicilia.it/>).

5.2. L'oratorio bizantino di San Lorenzo Vecchio (SR)

5.2.1. Introduzione e cenni storici

UNA TESTIMONIANZA DI *CELLA TRICHORA* NELLA PROVINCIA DI SIRACUSA

“Andando per la campagna siciliana può capitare di scorgere un rudere che all'improvviso traspare dietro una cortina di alberi o che a stento s'intravede nascosto tra le rocce”
[Margani, 2005]

Scarsa è la bibliografia esistente in letteratura riguardante le *cellae trichorae*, una tipologia di edifici antichi, definiti monumenti “minori”, nonostante che presentino spesso un impianto planivolumetrico molto articolato. Si tratta di monumenti costituiti da un ambiente centrale di pianta quadrata e sormontato da una cupola, con esedre absidate su tre lati. Tali espansioni con copertura a volta assicuravano un assetto statico opportuno a contrastare le spinte esercitate dalla cupola centrale. Tale tipologia planivolumetrica ha esempi consolidati nell'architettura romana di periodo imperiale, e successivamente in quella cristiana con destinazione civile, funeraria e culturale.

Relativamente alle testimonianze più tarde val la pena accennare all'interessante studio di Giuseppe Margani (Margani, 2005). Egli suddivide la tipologia delle *cellae trichorae* cristiane in tre varianti: celle libere (fig. 5), celle inscritte in un rettangolo (fig. 6) e celle annesse ad una chiesa (fig. 7). Analizza, inoltre, le emergenze ubicate nell'area etnea e nella parte sud-orientale della Sicilia: la Tricora di Santo Stefano (Dagala del Re); la “cuba” a Malvagna; la cappella Bonajuto, il triconco di via Dottor Consoli e quello di via Santa Barbara a Catania; San Pietro ad Baias in contrada Tremilia e la “cuba” di Santa Teresa presso Ognina a Siracusa; la “trigòna” di Cittadella a Vendicari e, appunto, la Tricora di San Lorenzo Vecchio a Pachino (figg. 3 - 4). In ragione del suo articolato impianto planivolumetrico quest'ultima è stata scelta come caso studio di rilevamento con strumentazione digitale Laser Scanner 3D.

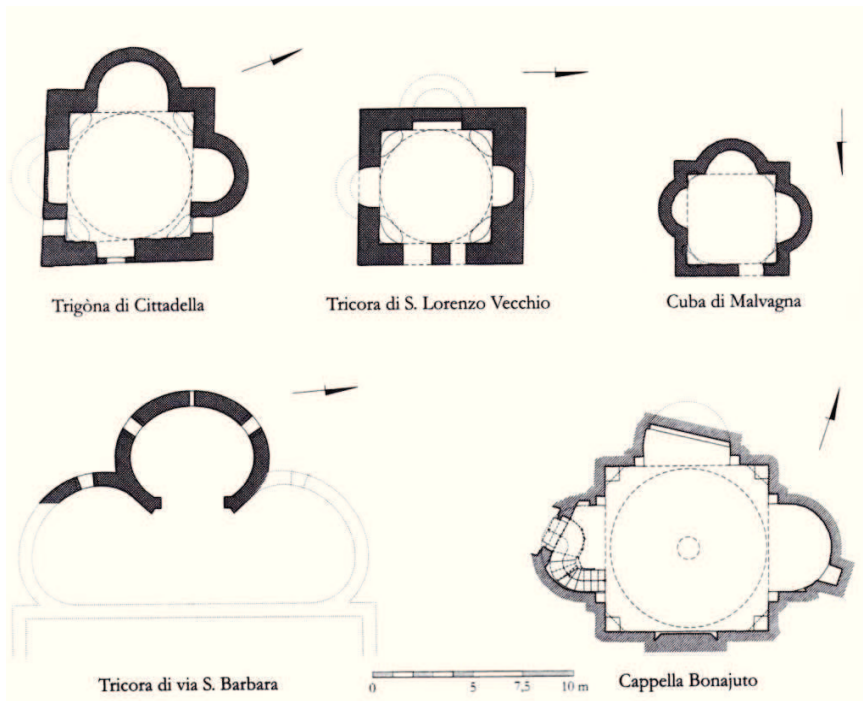


Fig. 3 – Celle tricore semplici. (Da: Margani, 2005 – fig. 2, pag. 12).

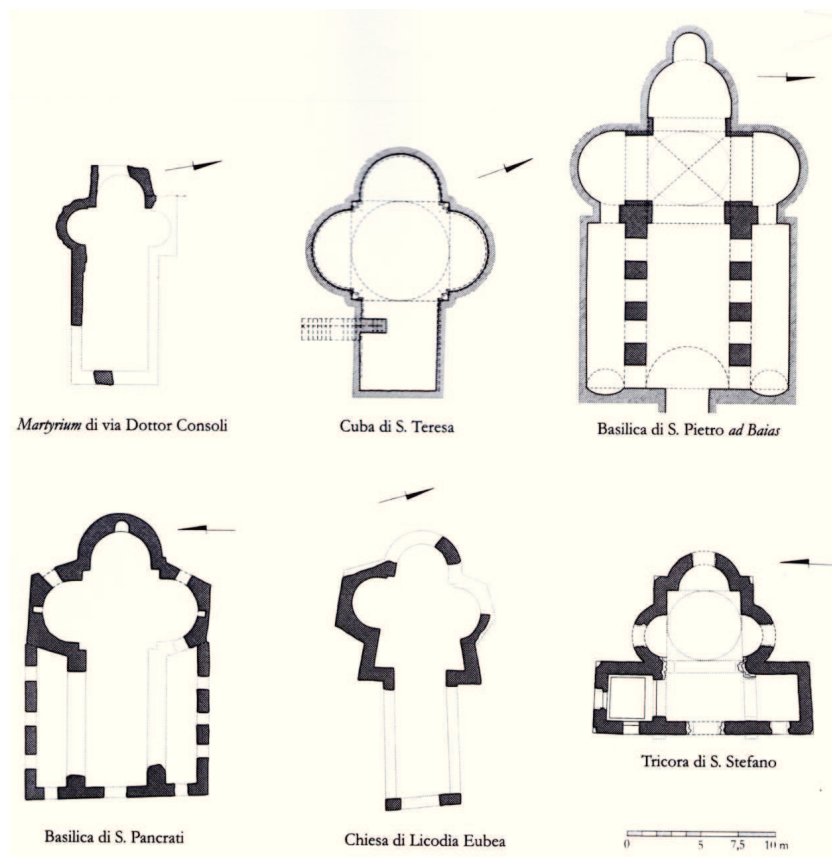


Fig. 4 – Celle tricore composte. (Da: Margani, 2005 – fig. 3, pag. 13).

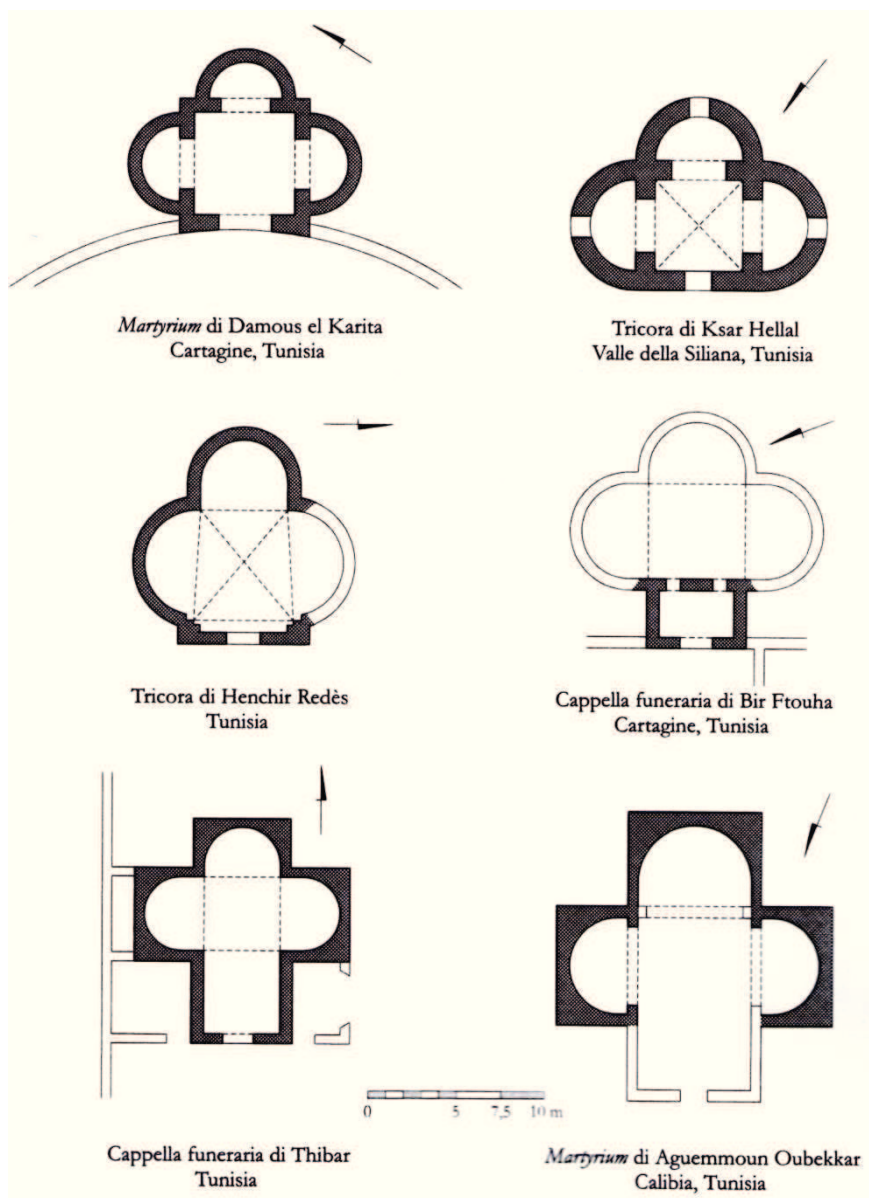


Fig. 5 - Celle triconche libere nord-africane. (Da: Margani, 2005 - fig. 12, pag. 17).

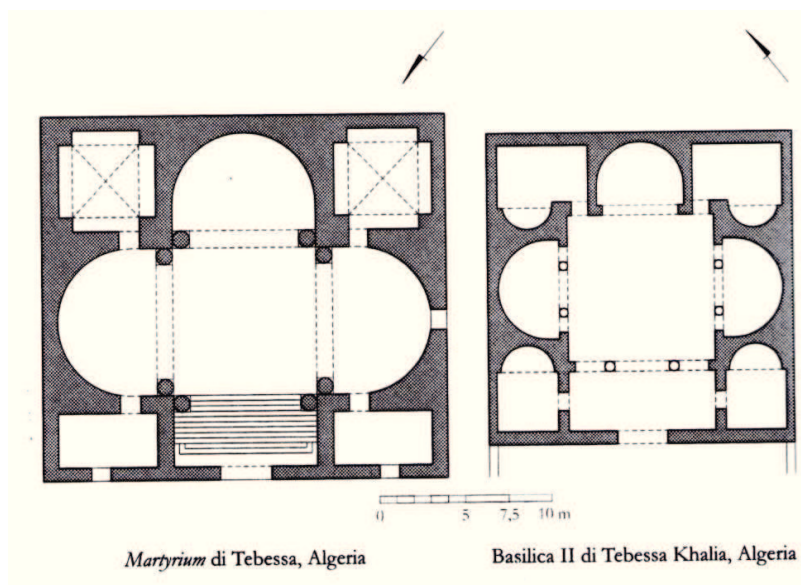


Fig. 6 - Celle triconche inscritte in un rettangolo. (Da: Margani, 2005 - fig. 14, pag. 18).

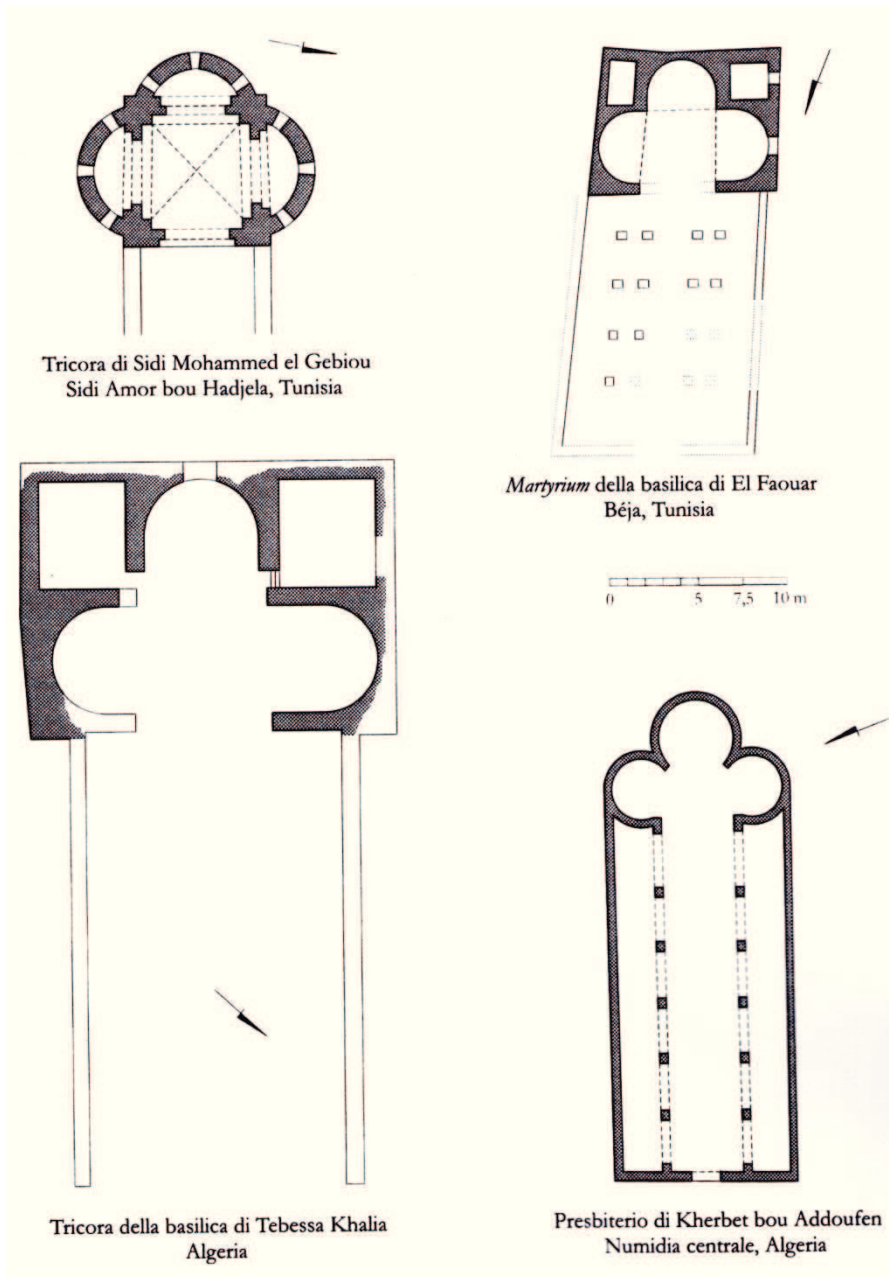


Fig. 7 - Celle tricore nord-africane annesse ad una chiesa. (Da: Margani, 2005 - fig. 16, pag.19).

Del monumento esistono brevi descrizioni e alcune rappresentazioni grafiche (pianta e alzato) di R. Carta (Agnello 1952), G. Margani (Margani, 2005) e di F. Buscemi – F. Tomasello (Buscemi, 2012), effettuate tramite rilievo diretto.

La prima menzione è di Fazello (Fazello, 1558)¹; ma si devono a Giuseppe Agnello più puntuali descrizioni con approfondimento degli aspetti topografici e architettonici del complesso antico (figg. 26 – 28).

“Da Vindicari a Pachino la fertile piana, variata da piccole ondulazioni collinose, è tutta una successione di prosperi vigneti e mandorleti, formanti la grande risorsa agraria della regione. Il suolo è sfruttato con diligente cultura intensiva, così da non lasciare più trasparire una qualsiasi traccia d’antico; tutte le casette coloniche, che si vedono qua e là disseminate tra gli interminabili filari di viti, hanno un aspetto tipicamente moderno, né fanno più sospettare dell’esistenza e della ricchezza della zona archeologica descritta con così vivi colori dal Fazello” [Agnello, 1952]

Tuttavia, il fatto che la Tricora sia stata sovrastata da una costruzione settecentesca (fig.8 – 9) e circondata da una masseria sviluppata attorno ad una corte quadrilatera, ha causato il misconoscimento dell’edificio antico e la fuorviante lettura dell’impianto originario. L’epoca dell’intervento moderno con l’abitazione signorile posta a nord della masseria risale verosimilmente al 1778, data riportata nel pozzo ubicato al centro della corte, (fig. 10).



Fig. 8 – Costruzione Settecentesca sovrastante la cella Tricora, stato attuale.

¹ T. Fazello, *De Rebus siculis decades duae*, Decade I, Panormi, lib. IV, 1558.



Fig. 9 – Costruzione settecentesca sovrastante la cella Tricora e parte della corte, stato attuale.



Fig. 10 – Pozzo all'interno della corte.

5.2.2. Articolazione planimetrica, destinazione originaria, datazione e apparecchiatura costruttiva

Lo schema planimetrico che, come già detto, rimanda alla tipologia delle “celle tricore semplici” è costituito da un vano centrale a pianta quadrata di lato interno che varia dai 5,50 – 5,60 metri, avente tre absidi nei lati nord, ovest e sud; l'ingresso principale è a est. La cupola è a cupola con raccordi a “cuffia” ai quattro angoli che consentono il passaggio tra il perimetro quadrato e la base circolare della volta.

Secondo Agnello le tre esedre absidate erano originariamente degli “arcosoli monosomi senza loculi”, in quanto la tricora fu inizialmente concepita come *martyrium* dedicato alla memoria di un santo locale; ciò anche per l'attestazione di Fazello circa la presenza nelle vicinanze di tombe e sepolture e di una cripta, tuttavia non ancora riscontrata. Tale *martyrium* funerario divenne, poi, un oratorio a impianto centrico, collegato ad un precedente edificio templare di fattura greca, riadattato in epoca bizantina alle esigenze del culto cristiano.

L'individuazione della destinazione d'uso dei vari nuclei, risulta, tuttavia, un'impresa difficile a causa sia delle citate superfetazioni moderne che inglobano la struttura, sia dello stato di degrado in cui verte il sito e della carenza di una puntuale documentazione storico-archivistica. Alla luce del sopralluogo preliminare effettuato emerge l'esigenza di una revisione dell'ipotesi avanzata da Agnello su una documentazione grafica poco precisa. Per quanto riguarda la lettura della cosiddetta cella greca hanno posto rimedio gli interessanti approfondimenti dell'archeologa Francesca Buscemi², che si è riservata di ritornare sul rapporto tra i vari nuclei strutturali antichi.

Nello studio relativo alle tricore presenti nell'area orientale della Sicilia, Giuseppe Margani confronta ed assimila la Tricora di San Lorenzo Vecchio alla vicina Trigòna di Cittadella, presso Vendicari, supponendone la medesima datazione, lo stesso inquadramento stilistico ed artefice (figg. 11 – 13). Per esempio, il comune schema trilobato, giustifica il legame col linguaggio costruttivo ed architettonico di matrice bizantina (V-VI sec.), in ogni caso già presente in monumenti paleocristiani (IV sec.), con ascendenze nell'architettura romano-imperiale. Infatti, secondo Agnello, l'utilizzo delle cuffie angolari quale raccordo tra l'impianto quadrato del vano di imposta e la base circolare della cupola di copertura, è una soluzione appartenente al

² F. Buscemi, *Politiche territoriali e architetture sacre di periodo greco in territorio di Siracusa*, in Quaderni di Archeologia a cura dell'Università degli Studi di Messina, vol. 2, n.s., pagg. 25-54, 2012.

linguaggio costruttivo della tradizione architettonica romano-imperiale. Orsi il profilo ribassato della cupola della Trigòna ne aveva collocato, invece, la costruzione tra il VI e l'VIII sec. Il sesto ancora più ribassato della nostra cupola potrebbe rimandare all'ipotesi di Orsi; tuttavia, la parte sommitale della cupola di San Lorenzo non sembra quella originaria. Sembra ristrutturata al colmo in rapporto al piano di calpestio della soprastante abitazione settecentesca.

Unica differenza planimetrica riscontrata riguarda gli accessi dovuti forse a rituali diversi: nella Trigòna oltre al principale due simmetrici nei fianchi dell'edificio; nella nostra Tricora due, entrambi ad est.

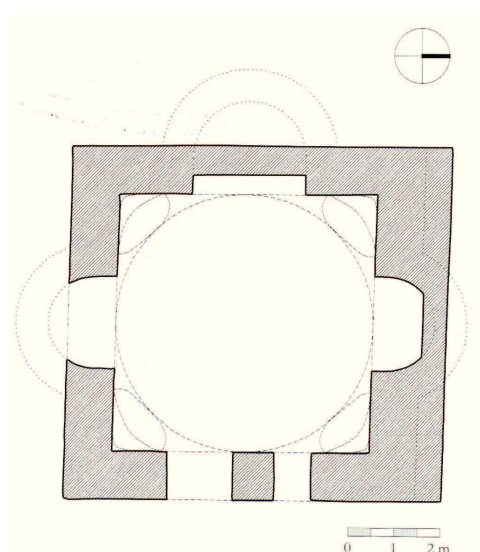
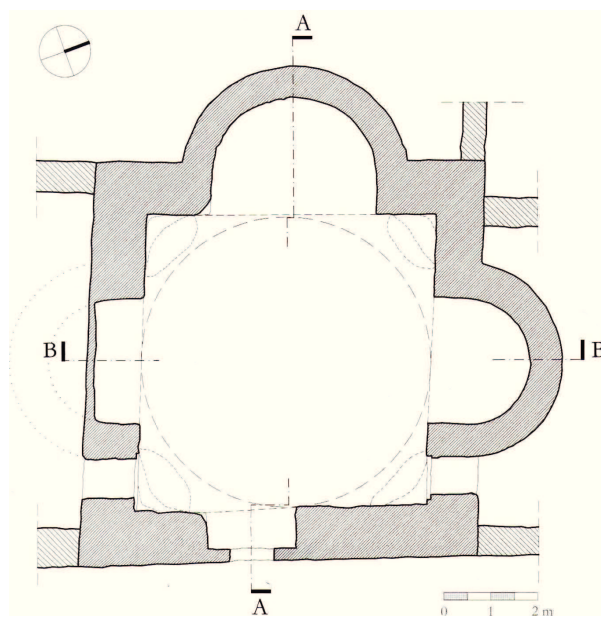


Fig. 11 – In alto: Pianta della Trigòna di Cittadella; in basso: pianta della Tricora di San Lorenzo. (restituzioni di Giuseppe Margani). (Da: Margani, 2005 – fig. 34, pag. 30 e fig. 73, pag. 52).



Fig. 12 - La trigòna di Cittadella, dichiarata esternamente, ed i casolari adiacenti. (Da: Margani, 2005 - fig. 40, pag. 33).



Fig. 13 - La Tricora di San Lorenzo Vecchio, nascosta dalla costruzione settecentesca, ed i casolari adiacenti.

Si riportano in una scheda di rapida consultazione gli aspetti comuni ed i dettagli delle due celle, così come evidenziati da Margani:

- Entrambe classificate come celle tricore semplici;
- Pianta quadrata, di lato che varia tra 6,20 a 6,30 ml per la Trigòna di Cittadella e pari a circa 5,60 ml per la Tricora di San Lorenzo;
- Presenza di tre absidi estradossate nella Trigòna;
- Profili a pieno centro e apparecchio intradossale dei catini impostato su riseghe (fig.14);
- Quattro cuffie angolari di raccordo tra il vano quadrilatero e la cupola centrale (fig.15);

- Cupola emisferica in parte a falsa volta, con cunei/conci collocati ad anelli orizzontali, ad accezione -nella Trigòna di Cittadella- di quelli dei quattro filari sommitali, disposti radialmente. Nella Tricora di San Lorenzo, 5 filari dei grossi conci sono disposti a falsa volta, mentre i filari sommitali realizzati con cunei di pezzatura più piccola (fig.16) appaiono di ristrutturazione.
- I blocchi dell'apparecchio in opera pseudoisodoma a giunti verticali sfalsati sono di calcarenite locale di pezzatura variabile (tra m 0,50÷1,20 in larghezza, 0,20÷0,50 in altezza e 0,40÷0,50 in profondità), rozzamente squadrati e verosimilmente intonacati.



Fig. 14 – La Tricora di San Lorenzo Vecchio. Arco nicchia ovest.



Fig. 15 - La Tricora di San Lorenzo Vecchio. In alto a sinistra: la cuffia di nord-ovest; in alto a destra: la cuffia di nord-est; in basso a sinistra: la cuffia di sud-est; in basso a destra: la cuffia di sud-ovest.



Fig. 16 - La Tricora di San Lorenzo Vecchio. In alto: imposta cupola emisferica; in basso: parte sommitale ribassata della cupola.

5.3. L'impianto della masseria di San Lorenzo Vecchio

Ai quattro spigoli esterni del complesso sono quattro torri aggettanti, tutte visibili ma con diverso stato di conservazione (fig. 17). Le torri ubicate a N-E e N-O risultano essere totalmente integre, probabilmente perché recuperate ed inglobate nelle costruzioni di più recente fattura (figg. 18 - 19); quelle poste a S-E e S-O presentano lacune più o meno ampie e l'accesso è ostacolato da una folta vegetazione e dai crolli (figg. 20 - 21). Sebbene Agnello definisca queste torri "quasi cilindriche", dai rilevamenti effettuati tramite scansioni laser si deduce una loro pianta quadrata con angoli esterni ora arrotondati. La copertura è a padiglione parzialmente estradossato. Lo spessore murario misura circa 0,75 ml e l'apparecchio murario è in opera incerta, piuttosto rozza, quindi completamente diverso da quello dei nuclei più antichi.

Come afferma Agnello:

"Nessun contrassegno architettonico, nessun rilievo stilistico che permetta di stabilire, anche in via approssimativa, una qualsiasi datazione" [Agnello, 1952]

Non esistono rappresentazioni e documentazioni grafiche dell'impianto generale settecentesco, solo i sommari schemi catastali con il perimetro delle unità.

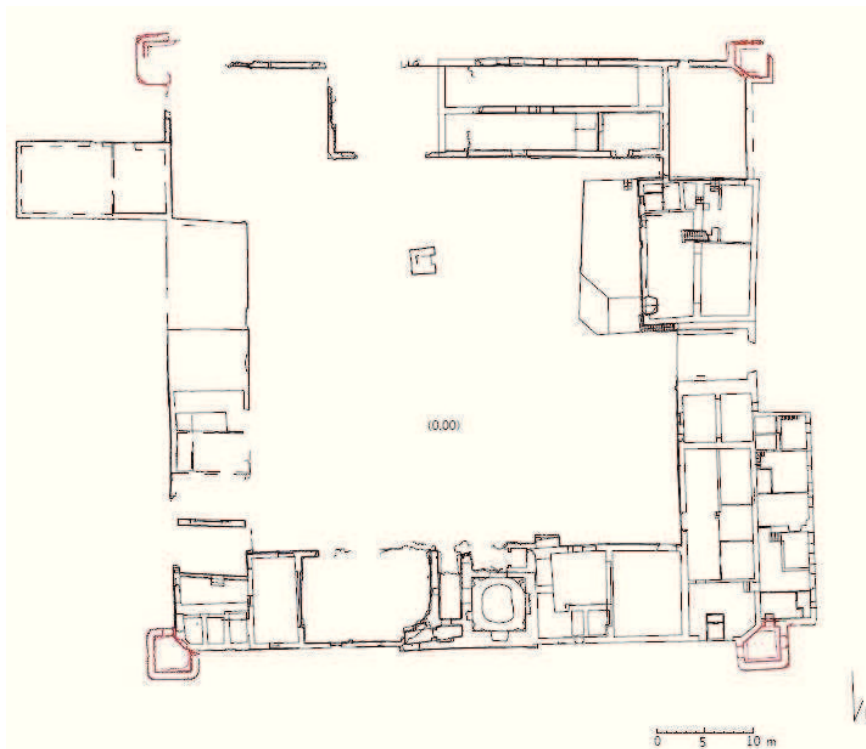


Fig. 17 – San Lorenzo Vecchio. Pianta dell'intero sito, con evidenziazione delle quattro torri (fuori scala).



Fig. 18 – Torre angolo nord-est. In alto: esterno; In basso a sinistra: accesso; in basso a destra: interno.



Fig. 19 - Torre angolo nord-ovest. In alto: esterno; In basso a sinistra: accesso; in basso a destra: interno.



Fig. 20 – Torre angolo sud-est. In alto: interno; In basso: esterno.



Fig. 21 - Torre angolo sud-ovest. In alto: esterno; A sinistra: interno.

5.4. La cella greca di San Lorenzo Vecchio

Nel lato settentrionale del cortile si trovano strutture in opera quadrata pseudoisodoma³ (fig. 22), di fattura antica secondo Fazello ed Agnello e pertinenti ad un luogo di culto (*fanum*) verosimilmente greco. Esse sono state successivamente utilizzate nell'impianto dell'oratorio ed inglobate, appunto, nella masseria.

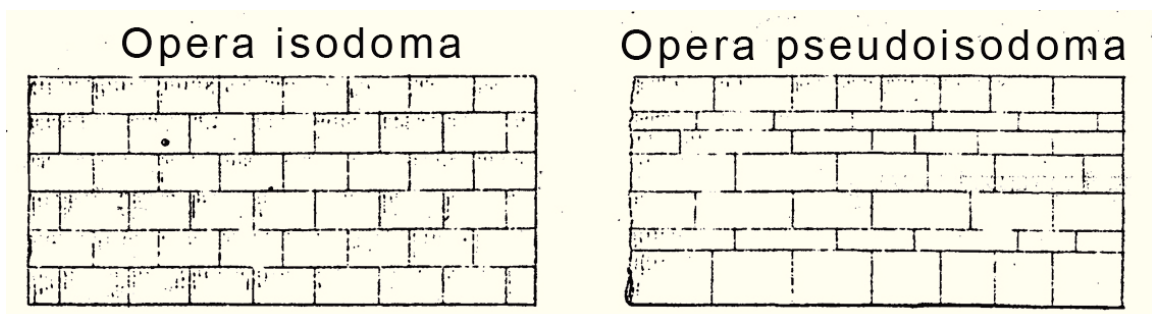


Fig. 22 - Schema opere isodoma e pseudoisodoma.

Come afferma Agnello:

“L'oratorietto cristiano e il tempietto greco si riuniscono in un organismo dominato da un criterio unitario, che non può essere il risultato di accostamenti casuali [...] La costruzione classica potrebbe essere identificata colla cella di un tempio: ampio rettangolo di oltre 23 metri di lunghezza e 10 di larghezza” [Agnello, 1952]

Sull'individuazione della destinazione d'uso e sulla probabile datazione dell'edificio si rimanda agli approfondimenti proposti recentemente da F. Buscemi (Buscemi 2012).

Di tale cella resta oggi integro il muro settentrionale (fig. 22):

“interrotto da tre aperture a pseudo arco ascritte da Agnello ad una trasformazione in chiesa cristiana”. “Quanto al secondo tratto murario superstite, presso l'estremità occidentale del lato maggiore si conserva il solo innesto del muro trasversale (lato N-O), di cui emerge appena dall'interro un concio” [Buscemi, 2012]

³ Grandi blocchi di pietra, in genere di arenaria, dello stesso spessore del muro, ben lavorate su tutti i lati, disposte in file orizzontali ad altezza irregolare. Origine greca o anteriore. Nell'opera quadrata isodoma, le altezze dei vari ricorsi sono regolari ed omogenee.

Della fronte meridionale appaiono solo piccoli resti della muratura originaria (fig. 23); il lato est risulta, invece, integro ed inglobato all'interno di un palmento (fig. 24). Dal sopralluogo risulta evidente la tompagnatura di un varco centrale coronato ad arco, così come, del resto, riportato nelle rappresentazioni di Carta (fig. 28). L'interno della cella greca, è stato disarticolato da setti murari trasversali; un vano è stato recentemente ritagliato all'estremità est e se ne vede la tompagnatura (fig. 25).



Fig. 22 - San Lorenzo Vecchio. Lato Nord della cella del tempio greco - vista interna.



Fig. 23 – San Lorenzo Vecchio. Lato Sud della cella del tempio greco – vista dal cortile.



Fig.24 – San Lorenzo Vecchio. Lato est della cella del tempio greco – vista interna al palmento.



Fig. 25 - San Lorenzo Vecchio. Vista Est interna alla cella del tempio greco.

5.5. Documentazione grafica edita dei nuclei edilizi antichi

Come già precedentemente detto, scarsa è la documentazione grafica riguardante il sito. Le uniche rappresentazioni esistenti riguardano esclusivamente la cella tricora ed il tempietto greco. In quest'ottica è apparso necessario un aggiornamento della documentazione grafica.

Si deve a Agnello la pubblicazione dei grafici di rilievo elaborati da Carta, (fig. 26 - 29), inerenti la pianta e il prospetti interni della tricora e del limitrofo tempietto. Nella pianta si può notare il collegamento diretto tra l'edificio greco e la tricora; sembra anzi che a questa si accedesse direttamente dal tempio più antico, ristrutturato. E' documentato, inoltre, un secondo ingresso a sud, dalla corte interna e affiancato da una piccola stanza. Margani restituisce, la sola pianta della cella tricora (fig.11), misurata tramite rilievo diretto; lo stesso sistema è stato adottato per il rilievo recente dei due nuclei antichi da Buscemi- Tomasello (fig. 30).

Dai rilievi effettuati tramite tecnologia Laser Scanner, oggetto della presente ricerca, i cui risultati saranno esposti più dettagliatamente nei paragrafi successivi e nelle tavole di rilievo in allegato, si sottolinea la mancanza, nel rilievo del Carta, del vano che in realtà separa l'ambiente trilobato dal nucleo greco (figg. 31 - 32); è evidente la giustapposizione tra l'impianto centrico al vano rettangolare del tempio. In merito a ciò Agnello afferma che: "Più che di fusione, si può parlare di accostamento che ha lasciato alle due costruzioni le proprie caratteristiche. La comunicazione fu chiusa quando venne creata la scala di accesso al piano superiore del palazzetto settecentesco" (Agnello 1952). Il vano intermedio è invece accuratamente riportato nella recente pianta di Buscemi- Tomasello.

Dell'ingresso posto a sud e della stanzetta adiacente, rilevati dal Carta, sembra esserci traccia, seppur con qualche differenza metrica (fig. 33).

Per quanto riguarda la cupola, egli la descrive, e rappresenta, come "leggermente depresa". In realtà, come si evince dalle misurazioni effettuate nella presente campagna di rilievo, egli ricava la geometria della cupola partendo da un esatto piano d'imposta, ma rilevando, erroneamente, l'altezza massima intradossale. L'altezza rilevata da Carta sembra coincidere con l'altezza intradossale del cedimento della parte sommitale, così come evidenziato nelle tavole in allegato.

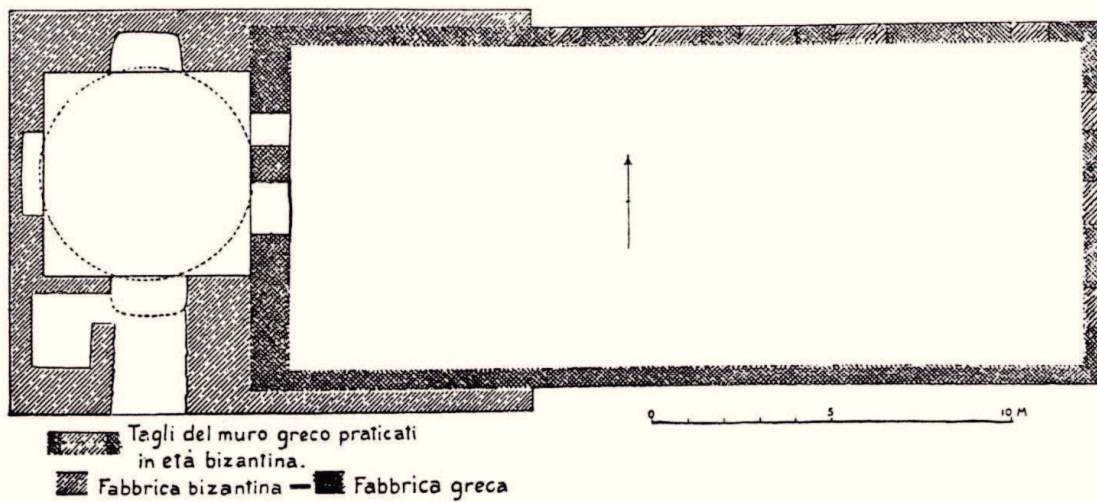


Fig. 26 – San Lorenzo Vecchio. Pianta di R. Carta. (Da: AGNELLO, 1952 – fig. 18, pag.132).

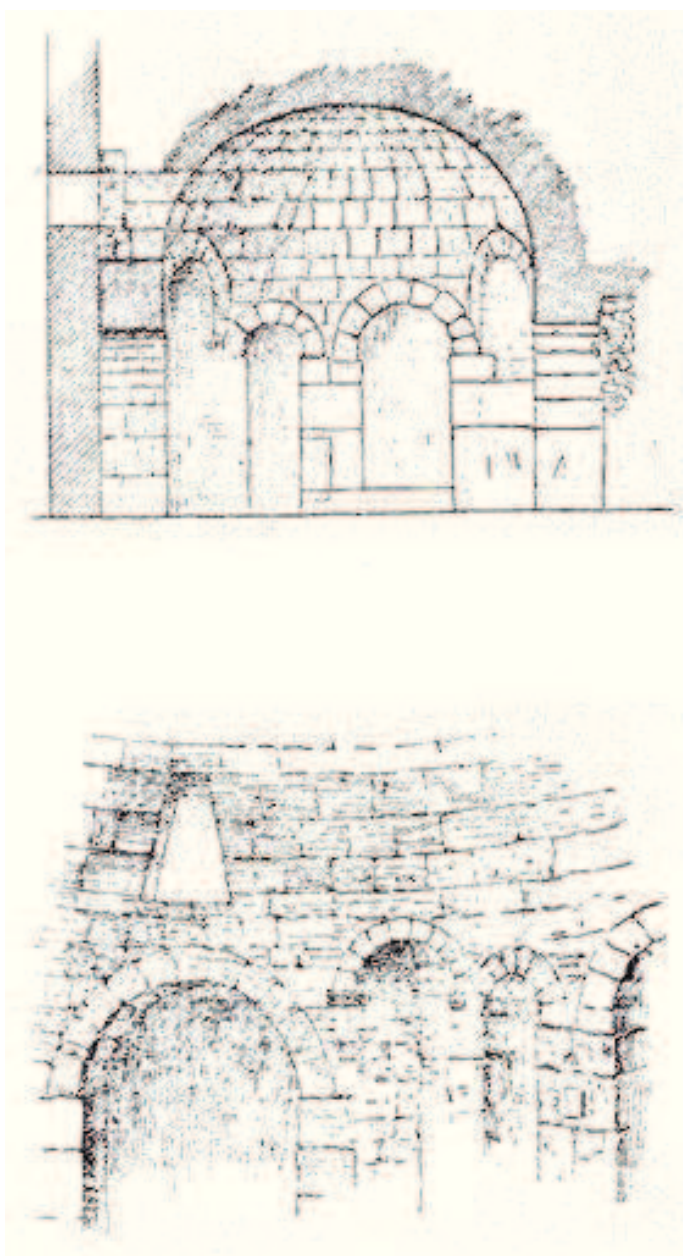


Fig. 27 – San Lorenzo Vecchio. In alto: sezione lungo l'asse nord-sud; in basso: particolare dell'angolo nord-est. di R. Carta. (Da: AGNELLO, 1952 – figg. 19-20, pag.134).

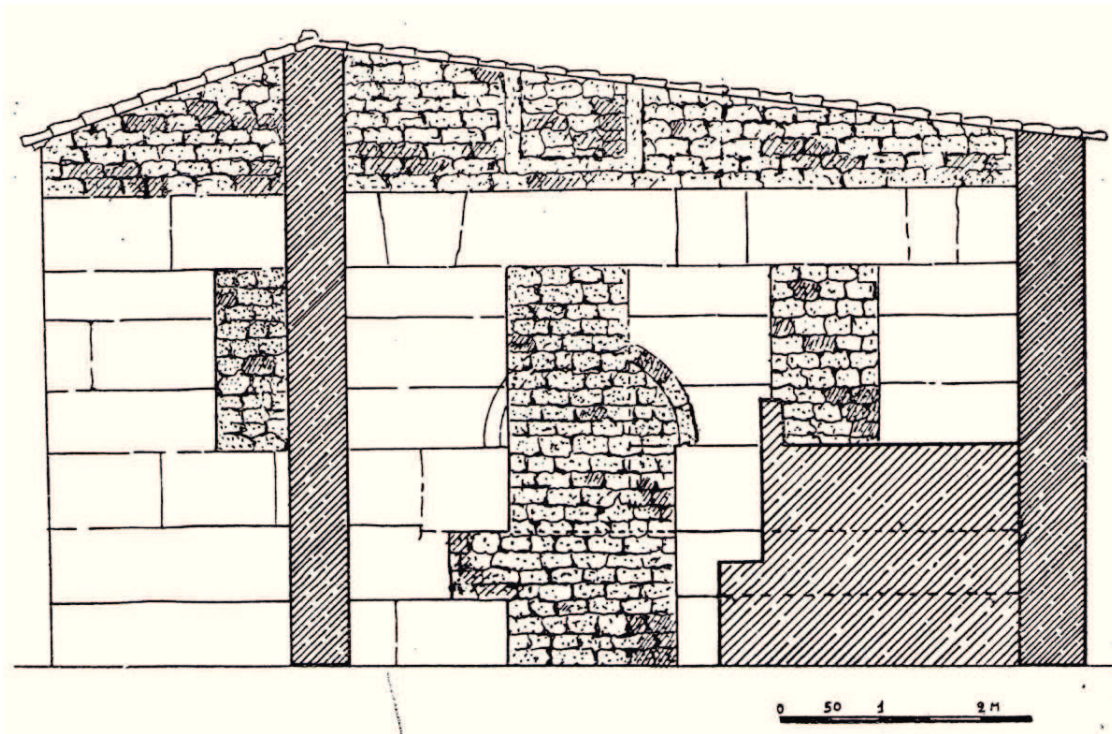


Fig. 28 – San Lorenzo Vecchio – Muro est della cella del tempio greco, di R. Carta. (Da: AGNELLO, 1952 – fig. 22, pag.136).

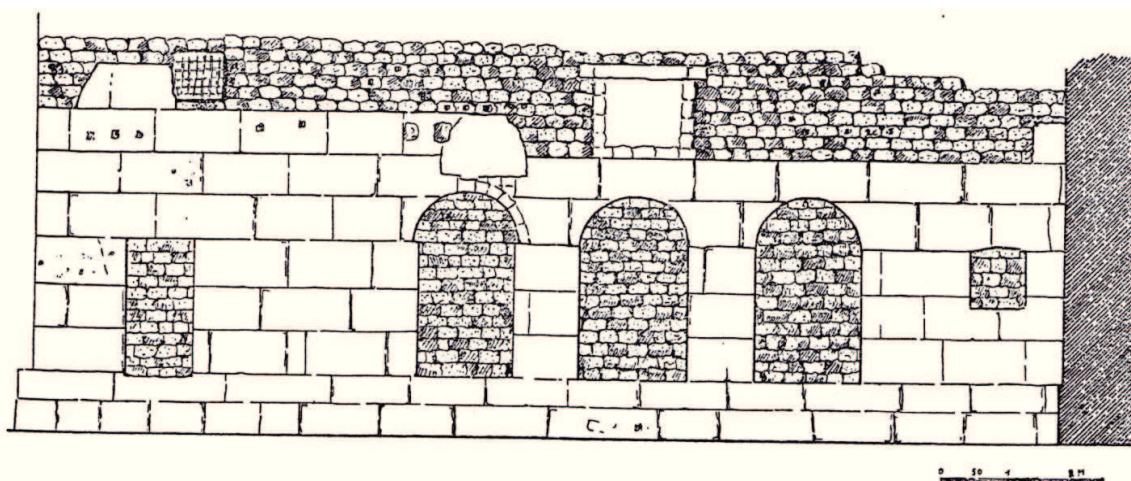


Fig. 29 – San Lorenzo Vecchio – Lato nord della cella del tempio greco, di R. Carta. (Da: AGNELLO, 1952 – fig. 21, pag.135).

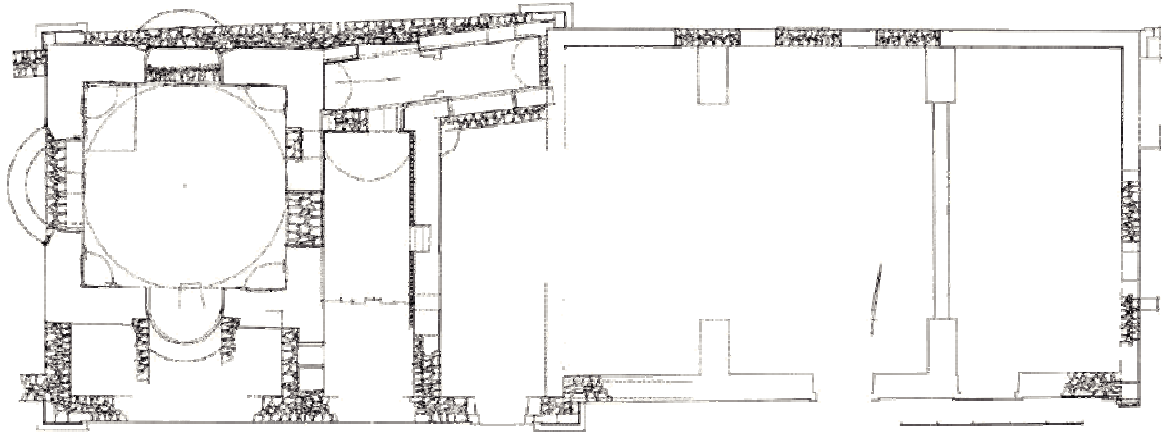


Fig.30 – San Lorenzo Vecchio. Planimentria di F. Buscemi - F. Tomasello. (fuori scala).

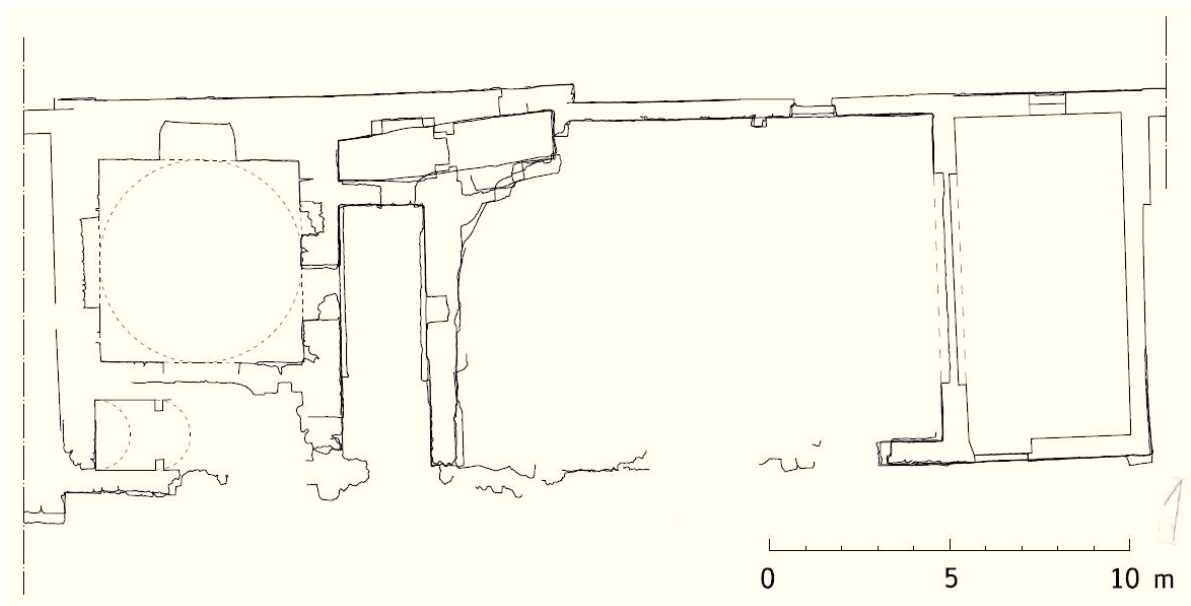


Fig. 31 – San Lorenzo Vecchio. Profili orizzontali della cella greca e della tricora, ricavati dalla nuvola di punti a diverse quote – studio preliminare. (fuori scala).

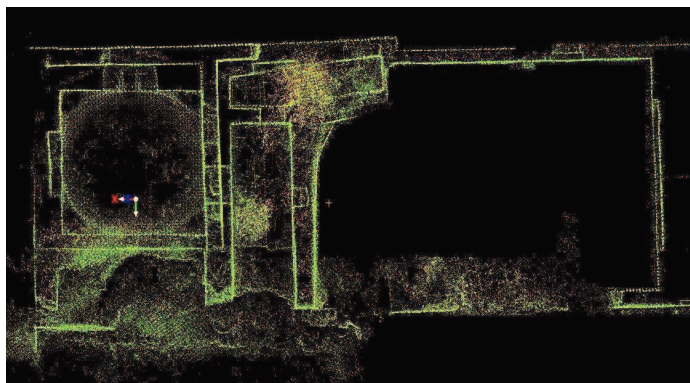


Fig. 32 – San Lorenzo Vecchio. Vista dall'alto nuvola di punti, visualizzazione silhouette. (fuori scala).



Fig. 33 - San Lorenzo Vecchio.
Ambiente voltato, posto a quota più elevata, adiacente la nicchia sud della tricora.



5.6. Nuova fase di rilievo del complesso

Il lavoro è stato suggerito dal Prof. Francesco Tomasello, titolare della Cattedra di Rilievo e Analisi tecnica dei Monumenti Antichi della Facoltà di Lettere e Filosofia dell'Università di Catania.

Ci si è avvalsi, per la parte metodologica e tecnico-scientifica, della gentile collaborazione col Prof. Giuseppe Di Gregorio, responsabile scientifico del Laboratorio di Fotogrammetria e Rilievo "Luigi Andreozzi", del Dipartimento di Architettura dell'Università di Catania.

Questo studio affronta alcuni dei molteplici aspetti che il complesso di San Lorenzo offre da trattare. L'esperienza nasce in primo luogo, dalla presenza di una stratificazione cronologica dei diversi manufatti presenti al suo interno, tale da rendere il sito di particolare interesse conoscitivo e documentario. Ciò offre, inoltre, la possibilità di potersi interfacciare con diversi manufatti storici inglobati all'interno di costruzioni moderne, e di verificare come l'integrazione di metodologie di rilevamento appartenenti alla pratica tradizionale (rilievo diretto per trilaterazioni, rilievo topografico, rilievo fotogrammetrico) ed a quella attuale del rilievo digitale tridimensionale (laser scanner 3D), sia utile a documentare la complessa morfologia del sito e dei singoli manufatti che lo compongono. Noi riteniamo che non esiste un'unica tecnica che abbia in se tutte le risposte più efficienti al rilevamento di un bene architettonico.

In quest'ottica il complesso, in gran parte inedito, ha posto l'esigenza di un inquadramento tipologico e cronologico, che mettesse in luce le diverse stratificazioni delle strutture presenti. Non meno importante, poi, l'elaborazione e la proposizione di una puntuale documentazione grafica, stadio fondamentale per il processo conoscitivo del sito; ciò ha, inoltre, offerto l'occasione di verificare, selezionare e proporre l'utilizzo di una simbologia grafica. Pur comune a manuali e testi essa appare coniata in maniera personalizzata da studiosi del settore (vedi cap. 3), per caratterizzare con le diverse tecniche di rilevamento, la natura dell'oggetto indagato, la stratificazione cronologica del sito e la tipologia delle tecniche edilizie presenti. Si è deciso, in questa occasione, di utilizzare una simbologia standardizzata astratta, rimandando a future campagne di scavo necessarie, la caratterizzazione realistica degli elementi sezionati.

La metodologia operativa ha riguardato due momenti fondamentali:

- l'acquisizione dei dati sul campo, previa individuazione delle metodologie maggiormente appropriate;

- l'estrazione ed il filtraggio dei dati acquisiti ed il loro successivo post-processamento, attraverso l'utilizzo di più software dedicati.

Essendo il sito, come già detto, costituito dalla stratificazione di diverse tipologie edilizie, appartenenti ad altrettante diversi momenti culturali e cronologici, la prima fase ha riguardato la scelta delle appropriate metodologie di rilievo nell'ottica del tipo di edificio, del suo stato di conservazione e dell'accessibilità al luogo (fig. 34).

Quattro sono le metodologie di rilievo scelte:

- Rilievo diretto, tramite rullina metrica e distanziometro laser, degli ambienti di più recente fattura, in pianta ed in alzato;
- Rilievo indiretto, tramite fotogrammetria (raddrizzamento fotografico), dei prospetti che si affacciano sulla corte interna;
- Rilievo indiretto, tramite stazione totale, degli ambienti prospicienti la corte interna, per il controllo metrico dell'unione delle diverse restituzioni;
- Rilievo indiretto, tramite tecnologia laser scanner 3D a tempo di volo⁴, dei beni di interesse archeologico (la tricora, la cella greca, le quattro torri), dell'intera corte interna e di parte dei prospetti esterni.

⁴ Esistono tre categorie di laser scanner terrestri: a triangolazione ottica, a Tempo di Volo (TOF) e a differenza di fase. Gli scanner laser a triangolazione ottica vengono utilizzati per oggetti di piccole dimensioni e sfruttano il principio della triangolazione trigonometrica. Un sensore "cattura" la luce laser che viene riflessa dall'oggetto e il sistema calcola la distanza dall'oggetto rispetto allo scanner. Questi sistemi, il cui range di scansione va da 0,1 a 2 mt e la cui l'accuratezza è di poche decine di micron, restituiscono l'oggetto sotto forma di modello poligonale.

Nel laser scanner a tempo di volo vengono misurati il tempo intercorso fra l'emissione e la ricezione del raggio laser, l'angolo di inclinazione del raggio emesso rispetto all'asse verticale dello strumento e l'angolo azimutale rispetto ad un asse orizzontale preso come riferimento. Il sistema restituisce una nuvola di punti tridimensionali da convertire successivamente in mesh. Il range di scansione va da 2 m fino a 1400 m a seconda delle caratteristiche dello strumento, la precisione dimensionale è tra 4 e 25 mm.

Lo scanner a modulazione di fase funziona in modo analogo ai sistemi a tempo di volo ma utilizza un fascio di luce velocizzando le operazioni di acquisizione. La precisione dimensionale si aggira nell'ordine del millimetro e il range di scansione è tra 0,6 e 120 mt, notevolmente ridotto rispetto a quello a TOF.

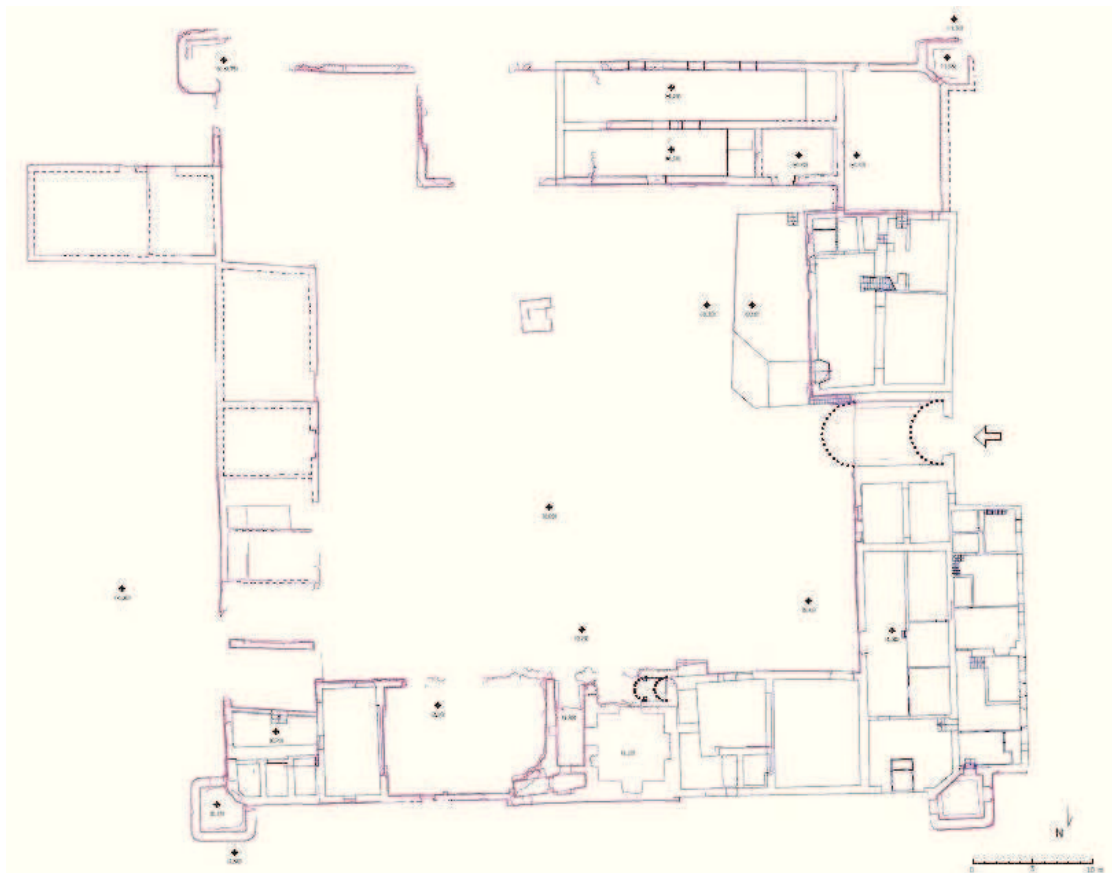


Fig. 34 – San Lorenzo Vecchio. In viola, ambienti rilevati tramite tecnologia Laser Scanner 3D; in blu, ambienti rilevati tramite rilievo diretto. (fuori scala).

5.6.1. Rilievo diretto e indiretto: trilaterazioni e fotogrammetria

La parte riguardante la restituzione bidimensionale ricavata da misure dirette e per trilaterazioni, relativamente alle piante, e da raddrizzamento fotografico, per gli alzati, è stata effettuata in collaborazione con un gruppo di tirocinanti del Dipartimento di Architettura dell'Università di Catania, gli allievi ingegneri Laura Privitera, Fabrizio Ragonese e Giuseppe Cardile, il cui responsabile scientifico è stato il Prof. Giuseppe Di Gregorio.

Strumentazione: rullina metrica e distanziometro laser.

Software: *Realview 2005*, per il raddrizzamento fotografico;

Autocad 2008, per le elaborazioni in ambiente cad;

JRC Reconstructor, per la creazione di ortofoto dalla nuvola di punti per quei prospetti in cui è risultato impossibile effettuare il foto raddrizzamento.

Si riportano di seguito alcuni degli elaborati prodotti in questa fase, utili al completamento della documentazione grafica del (fig. 35 - 42).

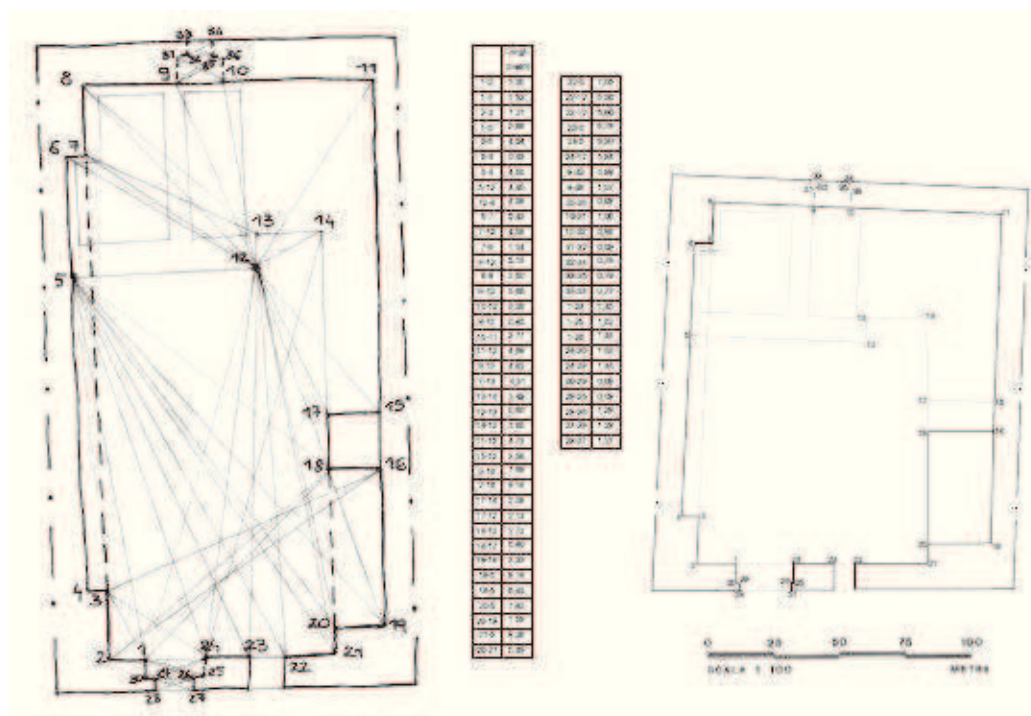


Fig. 35 – San Lorenzo Vecchio. Eidotipo con trilaterazioni e restituzione bidimensionale di una stanza adiacente al lato ovest della Tricora (restituzioni di Laura Privitera).

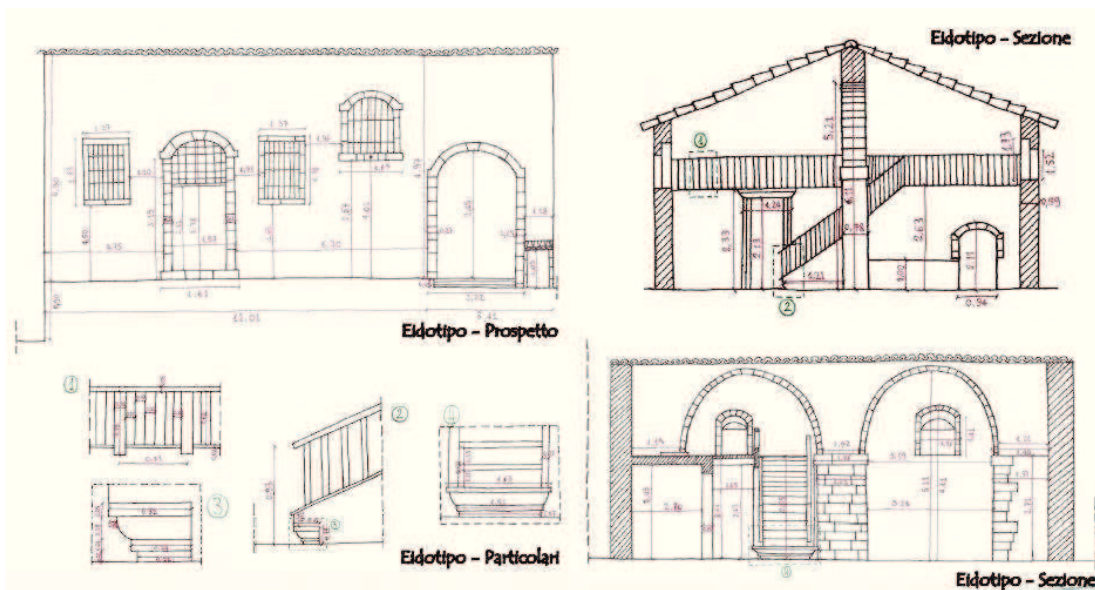


Fig. 36 – San Lorenzo Vecchio. Eidotipi di parte del prospetto interno alla corte, lato ovest, e dei rispettivi ambienti interni (restituzioni di Fabrizio Ragonese).

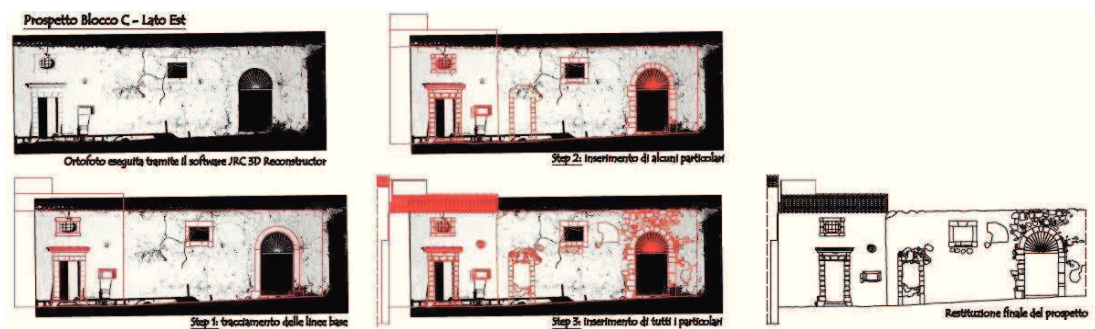


Fig. 37 – San Lorenzo Vecchio. Ortofoto da modello triangolarizzato di parte del prospetto interno alla corte, lato ovest e restituzione finale (restituzioni di Fabrizio Ragonese).

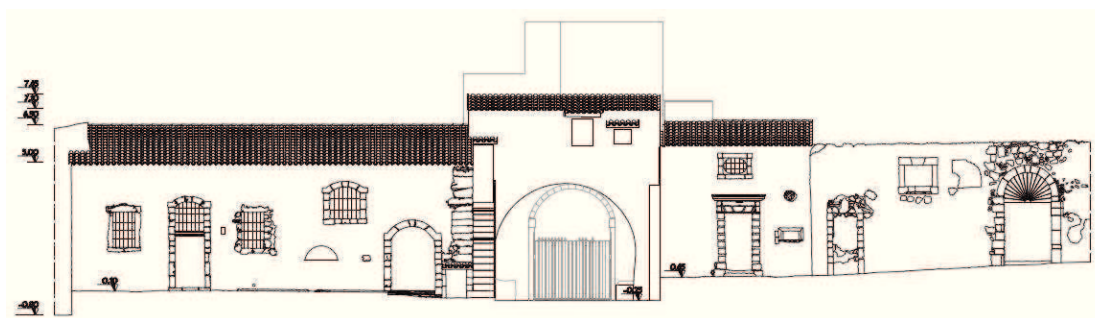


Fig. 38 – San Lorenzo Vecchio. Restituzione finale del prospetto interno alla corte, lato ovest, ricavata dall'integrazione di foto raddrizzamento e ortofoto 3D (restituzioni di Fabrizio Ragonese).

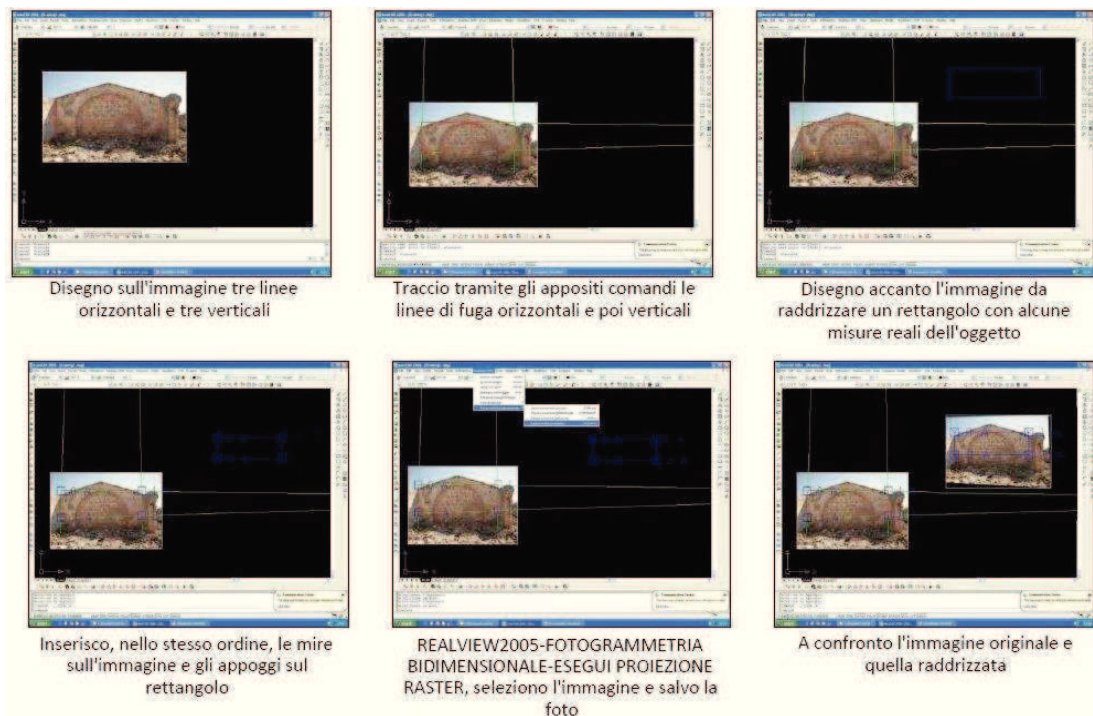


Fig. 39 – San Lorenzo Vecchio. Fotoraddrizzamento e restituzione bidimensionale della parete est della cella greca (restituzioni di Laura Privitera).



Fig. 40 – San Lorenzo Vecchio. Fotoraddrizzamento e restituzione bidimensionale di parte del prospetto interno alla corte, lato nord (restituzioni di Laura Privitera).

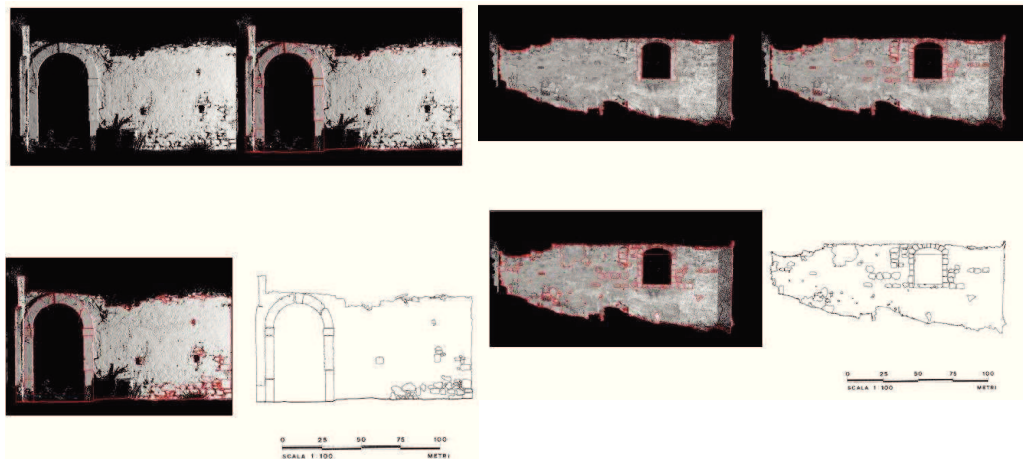


Fig. 41 – San Lorenzo Vecchio. Ortofoto da modello triangolarizzato di parte del prospetto interno alla corte, lato nord e restituzione finale (restituzioni di Laura Privitera).

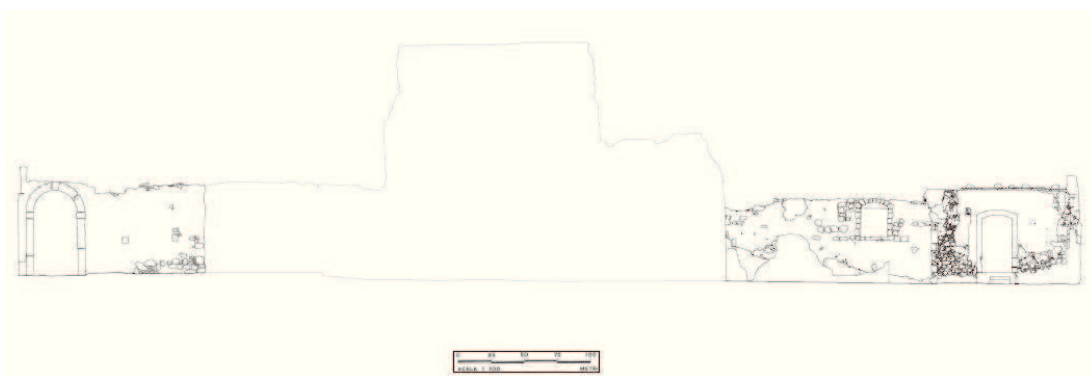


Fig. 42 – San Lorenzo Vecchio. Restituzione finale del prospetto interno alla corte, lato ovest, ricavata dall'integrazione di foto raddrizzamento e ortofoto 3D (restituzioni di Fabrizio Ragonese).

5.6.2. Rilievo indiretto e modellazione tridimensionale tramite Laser Scanner 3D

Dall'esperienza acquisita durante questa campagna di rilievo ed in altre effettuate precedentemente sempre in ambito archeologico e dall'approfondimento della letteratura scientifica del settore, si è ritenuto opportuno di suddividere i momenti di acquisizione dati sul campo ed il successivo post-processamento, in ulteriori fasi applicative di seguito riportate.

Queste sono ad oggi in fase di standardizzazione per quanto riguarda l'acquisizione sul campo; lo stesso non lo si può ancora affermare per le fasi di post-processamento, in quanto non esistono ancora protocolli standardizzati e procedure univoche riguardanti l'intero processo. Ciò dovuto, anche, alla scarsa collaborazione tra gli studiosi che hanno come obiettivo la documentazione archeologica. Collaborazione da ritenere mancante nei secoli scorsi, in cui la distinzione delle competenze risultava essere maggiormente netta; oggi si assiste, invece, ad un miglioramento teorico e pratico, derivante dal maggiore comune dialogo sull'operatività in campo e sulle finalità da portare a compimento.

Le fasi applicative seguite sono così sintetizzabili:

- Acquisizione dati sul campo:
 - ✓ Sopralluogo investigativo del manufatto/sito e del contesto in cui è inserito;
 - ✓ Scelta delle metodologie e tecnologie più appropriate;
 - ✓ Pianificazione del progetto di ripresa: quantificazione sommaria e localizzazione dei punti stazione;
 - ✓ Acquisizione del dato tridimensionale in situ, sotto forma di nuvola di punti;
 - ✓ Ripresa fotografica;
 - ✓ Eventuali modifiche alle scelte effettuate nella fase preliminare.

- Post-processamento del dato acquisito:
 - ✓ Filtraggio dei dati: eliminazione dei punti isolati, del rumore, calcolo delle normali, calcolo delle discontinuità di profondità e di orientamento;
 - ✓ Allineamento e registrazione dei dati in un unico sistema di riferimento: collimazione manuale di punti omologhi su coppie e/o allineamento semi-automatico attraverso l'utilizzo di target 2D o 3D;

- ✓ Meshing, ovvero passaggio dal modello numerico al modello poligonale: creazione di una maglia triangolare che segue la topologia dei punti della nuvola e/o di una mesh multi-risoluzione semplificata con un numero minore di triangoli mediando alcuni parametri (massima dimensione dei triangoli, accuratezza, proporzioni dei triangoli, discontinuità di orientamento);
- ✓ Texture mapping: mappatura fotografica del modello tramite collimazione manuale di punti omologhi tra la nuvola di punti e l'immagine scelta;
- ✓ Editing: restituzione di grafici bidimensionali tradizionali, quali piante, prospetti, sezioni, anche ricavati da ortofoto ottenute dal modello 3D; estrapolazione di viste prospettiche e/o assonometriche dal modello tridimensionale;
- ✓ Possibile esportazione del modello in ambiente di modellazione 3D per la creazione di rendering, video ed animazioni virtuali realistiche, finalizzate, per esempio, alla visualizzazione su web (affrontando le problematiche della definizione dei diversi livelli di dettaglio).

Le operazioni di acquisizione sul campo tramite Laser Scanner 3D sono risultate alquanto difficoltose, in quanto il sito si trova, come si diceva, in uno stato di rovina e abbandono, con numerose strutture murarie staticamente precarie o crollate.

L'ottenimento del "calco", in dimensioni e forma, del manufatto indagato non conclude le informazioni che si possono ottenere dall'utilizzo di un modello tridimensionale. Esso rappresenta la base da cui partire per effettuare innumerevoli tipi di approfondimento nell'indagare il bene. Si possono ricavare rappresentazioni bidimensionali, quali piante, prospetti, sezioni e ortofoto, o rappresentazioni tridimensionali, quali il modello unico a superficie triangolarizzata, la mesh. Tale tecnologia di rilevamento permette, inoltre, di monitorare eventuali deformazioni o meccanismi di degrado che si manifestano, confrontando modelli ricavati a distanza temporale. È possibile sviluppare ipotesi ricostruttive delle parti scomparse degli edifici antichi, oltre che fornire un maggior numero di informazioni in merito all'aspetto e al volume dei singoli elementi.

Come già descritto al paragrafo 5.6, per i manufatti di rilevanza archeologica, si è ritenuto più appropriato sfruttare le peculiarità e le possibilità che offre la tecnologia Laser Scanner.

Strumentazione: Laser Scanner HDS 3000 della Leica Geosystem⁵;
Stazione totale;
Macchina fotografica Canon EOS-5Ds Mark II⁶.

Software: *Cyclone 6.0* (Leica Geosystem), per le fasi di acquisizione, allineamento e texture mapping;
CloudWorx (Leica Geosystem) e Autocad (Autodesk), per le elaborazioni in ambiente cad;
JRC Reconstructor (Gexcel), per creare il modello triangolare rizzato e per la creazione di ortofoto.

PROGETTO DI RIPRESA ED ACQUISIZIONE DATI METRICI

Le operazioni di rilevamento hanno contemplato un preliminare progetto di ripresa in grado di assicurare, scegliendone accuratamente i punti stazione, la copertura di parte del sito indagato. In una prima fase, si era deciso di effettuare il rilievo della sola Tricora e dei prospetti orientati verso la corte interna. Questa scelta avrebbe necessitato di circa 4 punti stazione per il rilievo della corte interna e altri 4 per l'interno della Tricora e degli ambienti di ingresso ad essa. In fase operativa si è deciso, invece, di ricoprire l'intero sito, ed ottenere un modello totale, adoperabile per ulteriori momenti di studio.

⁵ Il Laser Scanner utilizzato fa parte della strumentazione appartenente al Laboratorio di Fotogrammetria e Rilievo "Luigi Andreozzi" del Dipartimento di Architettura dell'Università di Catania, ed ha le seguenti caratteristiche tecniche: Accuracy: position 6mm, distance 4mm; Scan rate: 4,000 point/sec; Field of view: 360°x270°; Range: 300m; Spot size: from 0-50m, 4mm (FWHH based), 6mm (Gaussian based); Laser class: 3R (IEC 60825-1).

⁶ Le attrezzature fotografiche ed i programmi fanno parte della dotazione della cattedra di Disegno e Rilievo.

I punti stazione effettuati sono stati, in definitiva, 31 (fig. 43), così suddivisi:

- 2 all'interno della tricora;
- 3 all'interno dei vani ubicati tra la tricora e la cella greca;
- 2 all'interno della cella greca;
- 5 per il rilievo dei prospetti interni che si affacciano sull'atrio quadrato;
- 13 per il rilievo dei prospetti esterni;
- 1 all'interno della torretta nord-est;
- 1 per parte dell'interno della torretta sud-est (impossibile effettuare una stazione all'interno);
- 1 all'interno della torretta nord-ovest;
- 1 all'interno della torretta sud-ovest;
- 2 nell'ambiente di collegamento tra il cortile quadrangolare e la torretta sud-ovest.

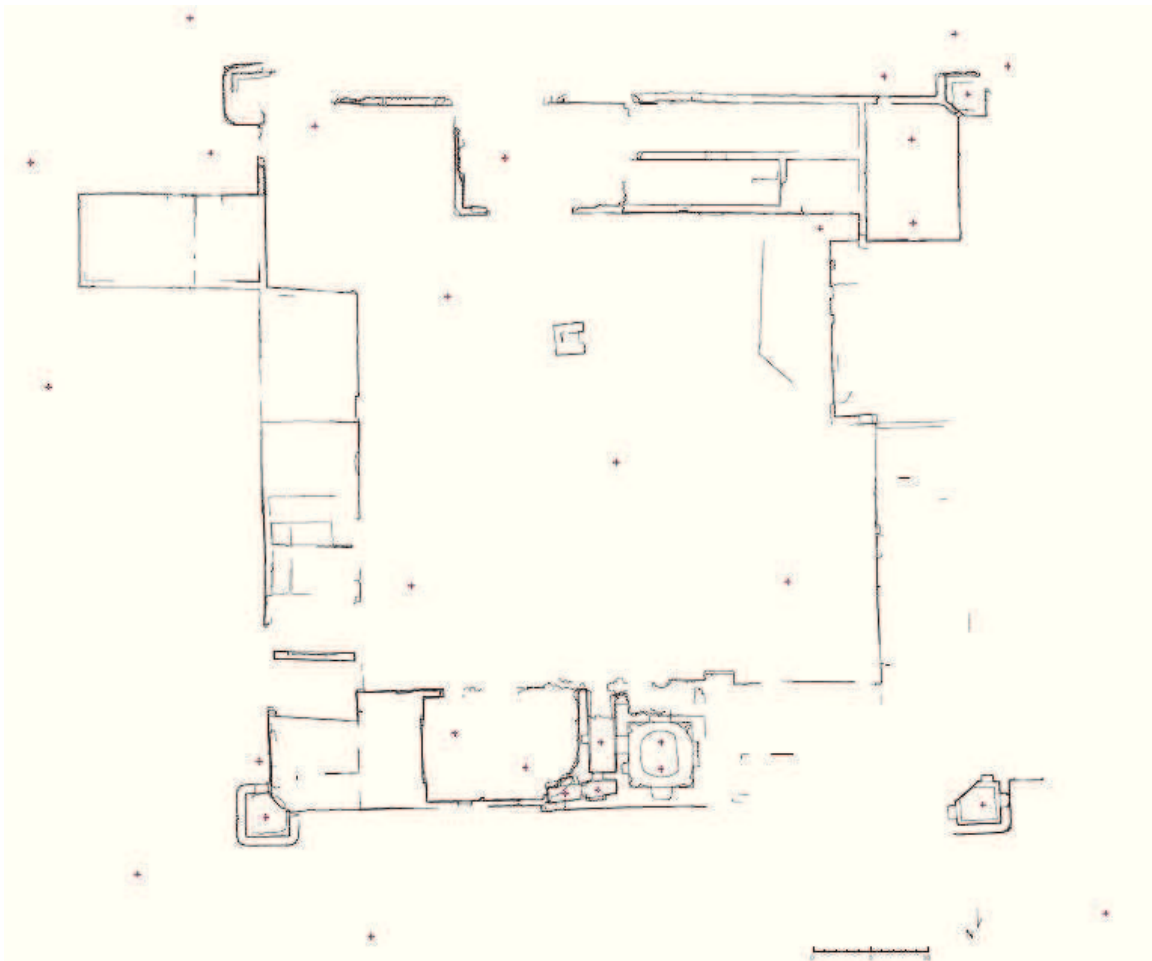


Fig. 43 – San Lorenzo Vecchio. Individuazione in pianta dei punti stazione del Laser Scanner (in rosso).

In particolare, per il rilievo dell'interno della Tricora, grazie al raggio d'azione del Laser Scanner utilizzato, pari a 360° in orizzontale e 270° in verticale, sono state sufficienti due sole stazioni, che hanno permesso la ripresa dell'intera cupola e delle tre esedre absidate collocate su tre lati del vano centrale (fig. 44).

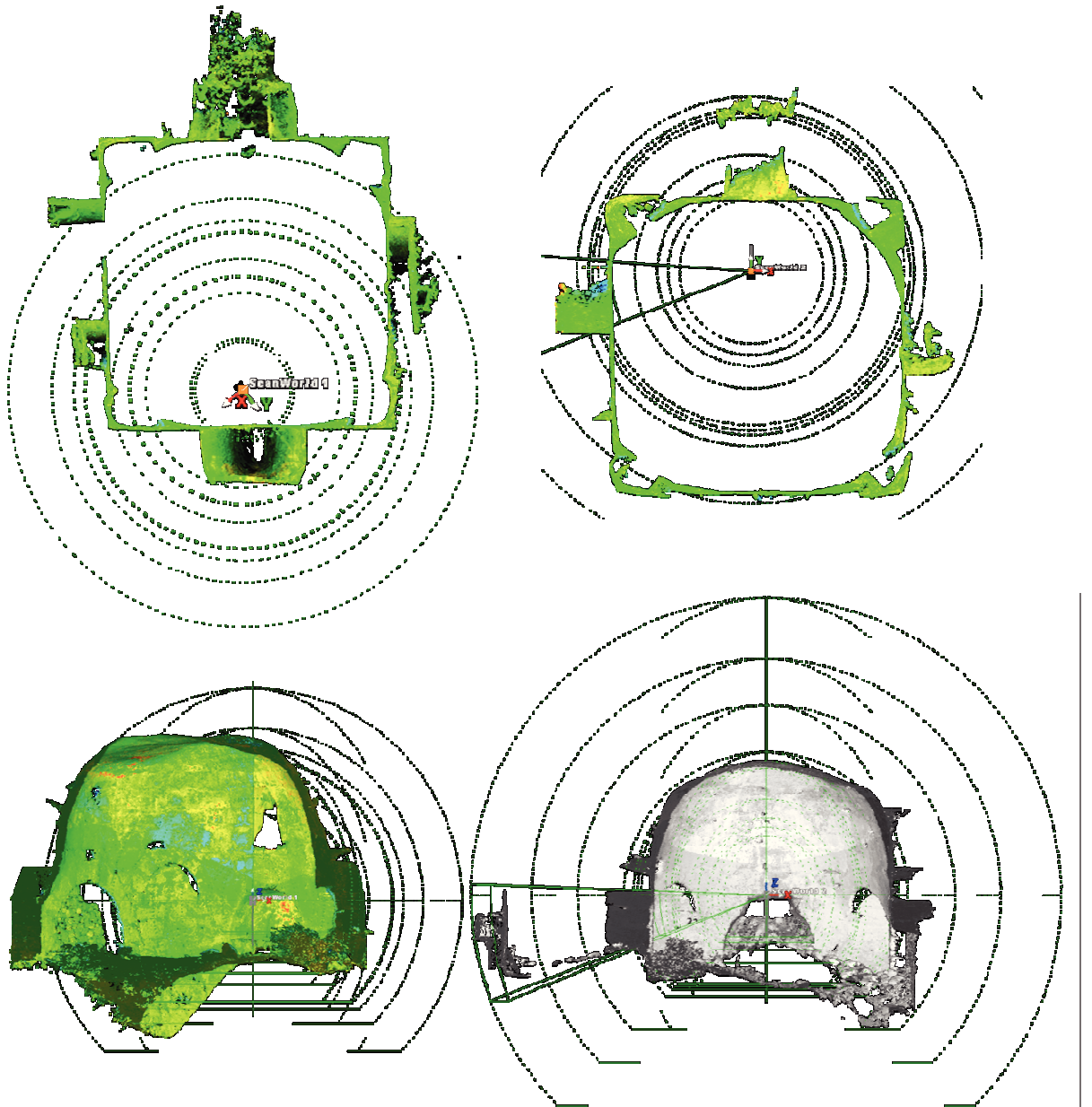


Fig. 44 – San Lorenzo Vecchio. Stazione n.1 e stazione n.2 all'interno della tricora – viste planimetriche e slice interne.

ALLINEAMENTO E REGISTRAZIONE DEI DATI TRIDIMENSIONALI

Dopo aver concluso le operazioni di acquisizione dei dati metrici sul campo si è passati al post-processamento delle nuvole in laboratorio, tramite l'utilizzo di software dedicati (Cyclone e CloudWorks della Leica Geosystem, JRC Reconstructor della Gexcel).

Le diverse scansioni necessitano il riallineamento in un unico sistema di riferimento (ognuna ne possiede uno proprio con centro del sistema corrispondente alla posizione dello strumento), scegliendone uno come principale e rototraslando le altre in funzione di questo. Affinché avvenga un corretto allineamento le varie scansioni devono sovrapporsi tra loro per circa il 20-30% della superficie; dato che va valutato durante le fasi di pianificazione del progetto di rilievo e di acquisizione in situ.

L'unione in un unico modello è stata effettuata “manualmente”, ovvero tramite l'individuazione di punti omologhi tra coppie di nuvole selezionate adiacenti (fig. 45). Tale fase risulta essere maggiormente onerosa quando si lavora in campo archeologico, ciò dovuto alla mancanza di vertici ben definiti presenti nel manufatto, quali possono essere spigoli di muratura squadrata, presenza di aperture, ecc. Ottimizzando i parametri di calcolo (percentuale di sottocampionamento, numero massimo di iterazioni), l'errore massimo iniziale medio di allineamento sulle singole coppie pari a circa 1cm è stato ridotto fino ad ottenere un errore massimo sul modello complessivo pari a 2 mm.

Il rilievo topografico effettuato sui prospetti che si affacciano sulla corte, è servito da fattore di controllo sulla correttezza dell'allineamento compiuto.

Il modello complessivo così ottenuto, costituito da **31 scansioni**, per un totale di **245,402,280 di punti** (fig. 46), è una copia, dimensionale e geometrica, dell'oggetto reale.

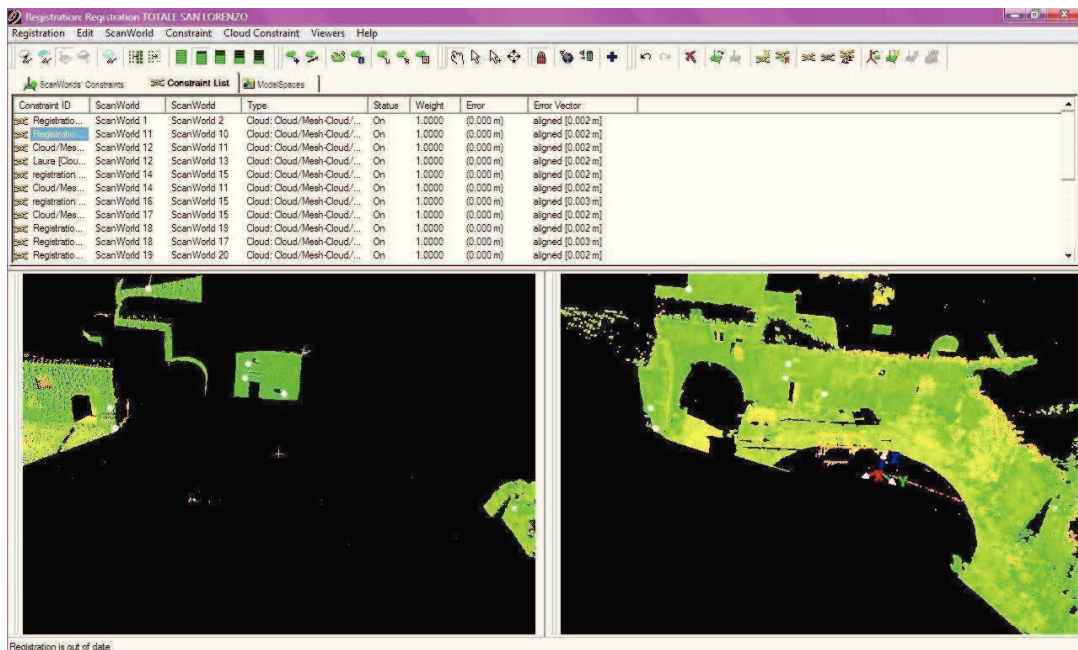


Fig. 45 – Schermata del software *Cyclone* durante la fase di *Registration*, ovvero l'allineamento di coppie di *cloud point*.

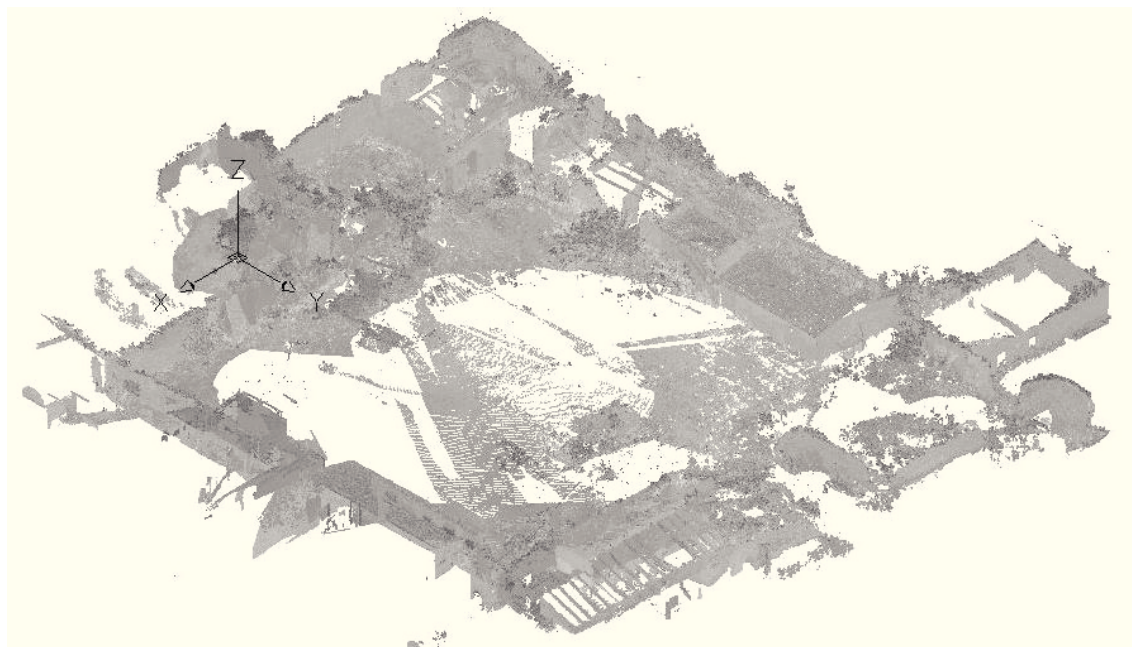


Fig. 46 – San Lorenzo Vecchio. Modello unito – punto di vista sud/ovest – allineamento delle 31 nuvole di punti.

MESHING E TEXTURE MAPPING: DAL MODELLO NUMERICO AL MODELLO POLIGONALE TEXTURIZZATO

Il passaggio dal modello numerico –nuvola di punti- al modello poligonale è stato realizzato utilizzando il software JRC Reconstructor della Gexcel.

L'utilizzo del modello continuo a maglia triangolare è finalizzato alla ricostruzione 3D fotografica degli ambienti interni della cella tricora, atta a definire la rappresentazione materica, cromatica e dello stato conservativo del manufatto. E', inoltre, finalizzato anche all'estrapolazione, dal modello anche non texturizzato, di ortofoto sulle quali ricostruire, attraverso le tradizionali rappresentazioni bidimensionali, l'apparecchiatura costruttiva di cui essa è composta.

Sono state realizzate mesh ad alta definizione ed a maglia fitta, utili per le rappresentazioni bidimensionali, in modo da non perdere informazioni superficiali importanti, vista la frastagliata morfologia dei profili.

Si è poi proceduto alla mappatura fotografica del modello continuo. Il dotare i modelli di texture realistica serve a definire, oltre l'aspetto quantitativo e geometrico (forma, dimensioni, proporzioni), anche quello qualitativo, la cosiddetta "apparenza visiva" del manufatto. La nuvola di punti prodotta dalla scansione laser rappresenta il "calco digitale" (coordinate 3D) dell'oggetto scansionato; un'immagine metrica ad alta risoluzione associata ad essa completa le informazioni ricavabili dal modello. L'ultima generazione di Laser Scanner è fornita di camera digitale che genera un'ortofoto di tutta l'area da scansionare e che viene direttamente applicata alla nuvola di punti. Laddove la camera digitale presenta una bassa risoluzione (quella del Laser Scanner qui utilizzato è pari ad 1 megapixel), e l'effetto che ne deriva non rispecchia a pieno la colorimetria reale, si procede applicando alla nuvola di punti delle foto scattate dall'operatore con una migliore risoluzione. Il processo di applicazione delle immagini avviene attraverso la selezione di punti omologhi, per un minimo di 11, tra la nuvola e la foto, attuata manualmente dall'operatore (fig. 47). Bisogna avere particolare attenzione nel sovrapporre due diverse texture consecutive, facendole combaciare perfettamente.

La fase di mappatura fotografica del modello ha previsto una campagna di acquisizioni fotografiche che hanno tenuto in considerazione la scarsa illuminazione e le dimensioni ridotte dell'ambiente interno della tricora. Nello specifico si è utilizzata la camera digitale Canon EOS-5Ds Mark II con obiettivi 24-105 mm e 17-40mm e massima risoluzione 12,5 Mpixel. La distorsione a barilotto delle immagini fotografiche è stata corretta mediante il software Ptlens.

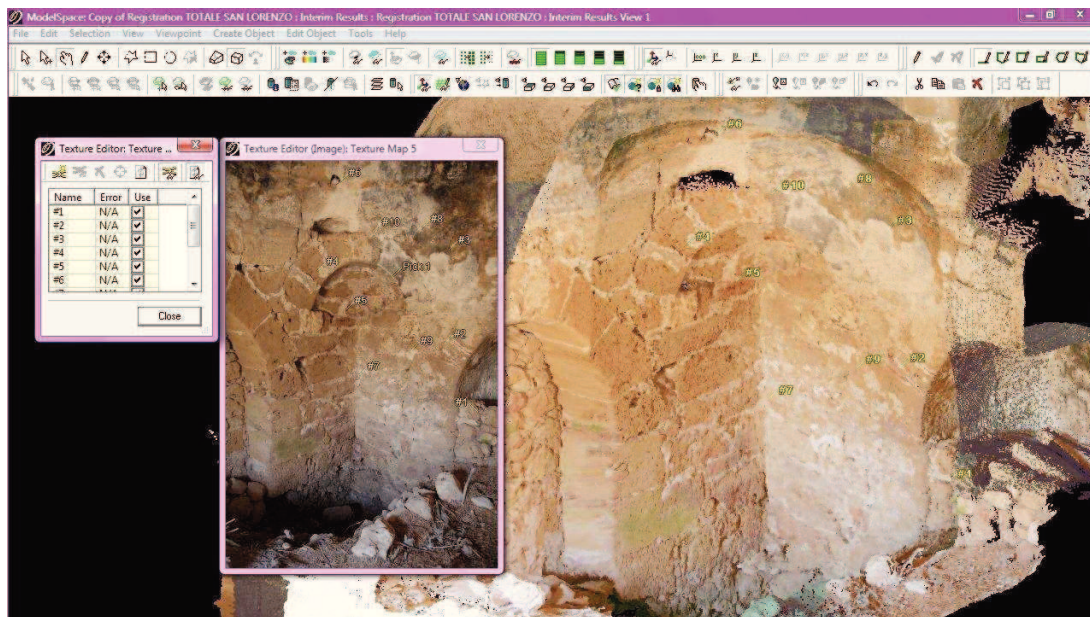


Fig. 47 – Schermata del software *Cyclone* durante la fase di testurizzazione dei punti della nuvola.

RESTITUZIONE DI GRAFICI BIDIMENSIONALI TRADIZIONALI ED ORTOFOTO 3D

Esistono due tipi di procedure per ricavare rappresentazioni bidimensionali dalla nuvola di punti, una manuale e l'altra automatica.

Proprio a conferma del non voler demandare la scientificità del disegno di rilievo al mero utilizzo della tecnologia, si predilige, nella maggior parte dei casi e soprattutto in ambito archeologico, che sia l'operatore e la sua esperienza ad estrapolare "manualmente" i grafici di rilievo appartenenti alla geometria proiettiva, quali piante prospetti e sezioni. A volte la geometria del manufatto indagato risulta essere particolarmente articolata o ricca di dettagli, da rendere necessario l'uso di tali modelli tridimensionali, capaci di restituire superfici di qualsivoglia genere e scegliere un livello di dettaglio (LOD - *Level of Detail*) paragonabile alla scala reale.

Per quanto riguarda le rappresentazioni bidimensionali estratte dal modello numerico unito, si è deciso, in una prima fase, di restituire 9 profili orizzontali dell'intero sito, ricavati a quote diverse in modo da ottenere una pianta che comprenda la corte interna, gli ambienti prospicienti ad essa e i monumenti di rilevanza archeologica. Tale restituzione è stata, successivamente, unita alla pianta ricavata dal rilievo diretto degli edifici di più recente fattura che, insieme ai manufatti antichi, restituiscono il complesso nella sua interezza.

Sono stati, inoltre, ricavati profili verticali ed orizzontali di dettaglio, atti ad indagare la geometria degli elementi caratterizzanti la Tricora (fig. 48). Oltre che ad incrementare la documentazione grafica esistente, tali rappresentazioni vengono utilizzate per confrontare le misurazioni acquisite con i rilievi già presenti in letteratura.

Le ortofoto, ricavate sia dal modello texturizzato che dal modello mesh di tipo “confidence”, sono delle proiezioni parallele su di un piano, accuratamente scelto. Sono stati scelti i piani passanti per gli assi centrali dell’impianto planimetrico della Tricora, per documentare le pareti interne della cella. Tali proiezioni sono dimensionalmente inerenti la realtà del manufatto ed arricchiscono la tradizionale rappresentazione bidimensionale mongiana del dato materico e costruttivo reale, non virtualmente ipotizzato e ricostruito (fig. 49 - 50).

Nel presente capitolo sono riportati alcuni esempi della restituzione grafica ottenuta dall’utilizzo del modello tridimensionale ricavato dalle scansioni laser. Per la visualizzazione dell’intero lavoro di rappresentazione si rimanda alle tavole in allegato.

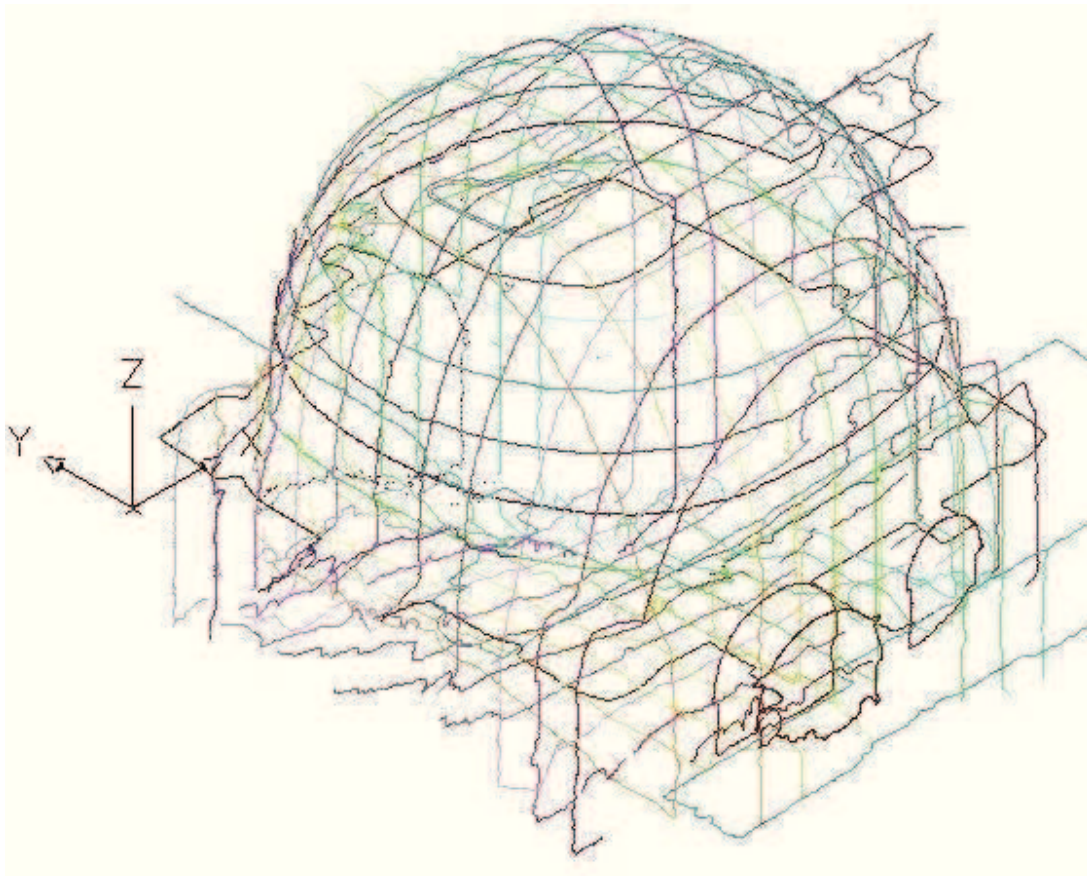


Fig. 48 – Vista assonometrica dei profili verticali ed orizzontali ricavati dal modello unito della tricora.



Fig. 49 - Vista prospettica della cuffia nord-ovest del modello texturizzato.

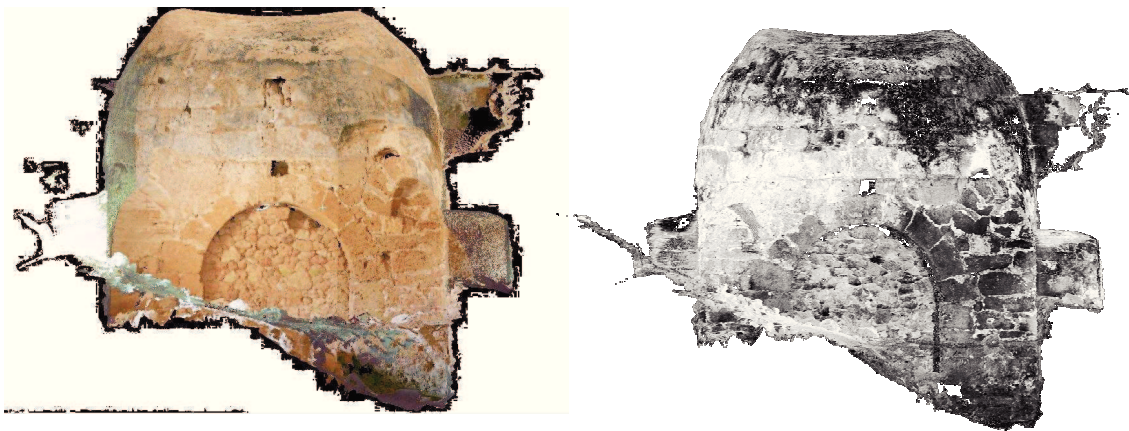


Fig. 50 - A sinistra: ortofoto del lato ovest della Tricora, mesh texturizzata; a destra: ortofoto del lato ovest della Tricora, mesh visualizzazione confidence.

CAPITOLO 6

CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

Lo studio della storia del disegno e del rilievo di archeologia, affrontato nel secondo e nel terzo capitolo, ha già messo in evidenza come le attività e le discipline della documentazione grafica si siano sempre più maturate in funzione delle esigenze culturali e come l'affinamento della strumentazione abbia richiesto più generazioni di studiosi e operatori sul campo.

Da raffigurazioni elaborate come mezzo di studio idoneo alla comprensione delle regole costruttive antiche nella prospettiva della loro applicabilità per la progettazione di architetture e opere d'arte e civili (periodo del Rinascimento), si è passati a restituzioni pittoresche, derivanti dall'estro e dall'anima artistica dei disegnatori allo scopo di memorizzare e condividere impressioni sui luoghi visitati durante i viaggi (periodo del Vedutismo).

Ancora '500 il committente/editore delegava a un grafico le poche illustrazioni utili alla descrizione odeporica dei luoghi visitati. Era sufficiente, infatti, documentare la lettura "personale" dei monumenti antichi attraverso raffigurazioni immediate, anche prive di regole costruttive, appena in grado di farne percepire il contesto e il proporzionamento. Il rilevatore del '600 e dei primi anni del '700, fortemente influenzato dai manuali mediati dalle teorie del trattato *De Architectura* di Vitruvio "rifiuta, però, di credere a ciò che vede ed automaticamente corregge" [Pagnano, 2007] sia proporzioni, che forme e dettagli costruttivi; nel "riprogettare", l'esistente caratterizza le proprie rappresentazioni in una sua maniera oggettiva.

Nei primi anni del '700 si pone l'accento sulla elaborazione di una opportuna metodologia di rappresentazione, di impostazione scientifica e di codici, i quali vengono delegati a figure di professionisti, quali architetti o ingegneri, capaci di gestire la tecnica del rilevamento e della restituzione scientifica delle immagini. Ciò per lasciare meno spazio all'immaginario e per corroborare di scientificità "oggettiva" la documentazione grafica intesa come strumento di conoscenza e studio dell'antico. Lo studioso Gaspard Monge pubblicò in *Geometrie descriptive* (1827), le regole fondamentali, della oggi conosciuta geometria descrittiva, finalizzate alla rappresentazioni degli oggetti tridimensionali reali su piani bidimensionali, detti di proiezione.

Tra la fine del '700 e gli inizi dell'800, col riconoscimento del rilievo archeologico quale disciplina scientifica autonoma, oltre a ricercare geometria di una emergenza in rapporto al contesto ambientale, si sente l'esigenza di studiarne la genesi, i materiali applicati, la tecnica costruttiva e di provare l'attendibilità dei grafici illustrativi ben presto con l'ausilio della fotografia e della stereoscopia.

"Se in antico erano artisti, architetti ed ingegneri a realizzare i primi rilievi a cui si possa attribuire una qualche validità storico-archeologica, realizzati secondo le

regole e i criteri della loro esperienza, il disegno archeologico, come oggi è inteso, nel suo linguaggio strettamente tecnico, legato ed dipendente dai metodi di scavo applicati, richiede competenze specifiche. Queste speciali rappresentazioni, infatti, hanno acquisito valenza scientifica, sia grazie alla loro genesi proiettiva, dominio della geometria descrittiva, che alla classificazione tipologica in planimetrie, prospetti e sezioni, viste assonometriche e prospettiche” [Paolini, 2010]

A tali rappresentazioni, proiezioni in pianta ed in alzato, l'ambito archeologico aggiunge modelli bidimensionali specifici del settore, quali la sezione stratigrafica e i diversi tipi di rappresentazioni planimetriche, dipendenti delle informazioni cronologiche contenute, e modifica alcuni criteri in uso propri della disciplina architettonica.

L'analisi storica effettuata in questa ricerca, è servita a constatare come le figure, che negli ultimi secoli hanno introdotto ed elaborato rappresentazioni scientifiche di archeologia, sono per lo più ingegneri ed architetti, che si sono interessati allo studio dei beni antichi; tra questi emergono da un lato Karl Jakob Weber, il quale adottò ed introdusse l'assonometria cavaliera per la rappresentazione globale dei siti e l'inquadramento al loro interno dei beni e resti rilevati; dall'altro Claude-Mathieu Delagardette, che disciplinò l'attività del rilievo, distinguendo le rappresentazioni da effettuare a supporto di tale attività e sulle quali annotare le misure acquisite (eidotipi), dagli elaborati finali, atti a restituire lo stato di fatto e di conservazione di un bene/sito; tra gli italiani va ricordato Giacomo Boni, che introdusse la tecnica dello scavo stratigrafico, tecnica che regola l'asportazione e la conseguente documentazione dei singoli strati di terreno, seguendo il loro giacimento naturale, dal più recente al più antico, e le rappresentazioni tramite sezione stratigrafica.

Tutte figure di base ingegneristica ed architettonica, operanti con l'obiettivo di restituire allo studioso storico una documentazione grafica utile alle ricerche di sua competenza.

“Oggi accade spesso che gli archeologi si trovino estromessi dall'attività di documentazione grafica di determinati contesti, la quale viene svolta in loro vece da coloro che detengono le tecnologie [...] è stata fino a ieri diffusa convinzione che chi fa il rilievo non debba essere un archeologo pensante, in grado di leggere i testi antichi sulla base di quanto appreso dai propri studi, ma piuttosto un disegnatore dotato di una bella mano. Questa stessa mentalità, in seguito alle innovazioni tecnologiche di questi ultimi anni, sta producendo il risultato che la documentazione grafica di scavi ed edifici antichi venga affidata a chi possiede e sa manipolare le nuove macchine e quindi ad architetti, geometri, ingegneri o meri

tecnici informatici, nulla importando la competenza come archeologi.

[Bianchini, 2008]

Ciò a conferma del fenomeno di afasia esistente tra le figure dell'archeologo e dell'ingegnere o architetto. Pur nella consapevolezza della fisiologica mancanza di una "figura" competente su entrambi i fronti, tale afasia oggi tende a smorzarsi da una parte per la condivisione e il sempre più facilitato aggiornamento sulle tecniche del rilevamento, e dall'altra per l'esigenza di approfondimento circa le dimensioni storiche che hanno sostanziato l'impostazione prima e le vicende poi di un bene archeologico da leggere, documentare e graficamente restituire allo studio.

Un primo passo da compiere, piuttosto che quello di eliminare il divario tra questi professionisti, dovuto sia alla formazione accademica che alle finalità prefisse dall'attività di rilievo, è proprio quello della condivisione delle esperienze e competenze.

In quest'ottica è stata avviata la presente ricerca, nella direzione, cioè, di sottolineare che non tutto possa essere svolto e risolto da chi detiene la tecnologia, peraltro in aggiornamento continuo, e come sia necessario accostarsi alla dimensione storico-archeologica per elaborare una opportuna documentazione delle emergenze antiche. Negli ultimi anni, si va meritoriamente tentando di superare il fenomeno di afasia che si è creato soprattutto nell'Ottocento e di far collaborare "figure" culturalmente preparate e professionalmente competenti e capaci di esser protagonisti di una disciplina che, circa trent'anni fa ha voluto dichiararsi scientifica e umanistica al tempo stesso.

Negli ultimi anni si è, infatti, riscontrato nella pratica di documentazione tridimensionale di siti antichi una rinnovata collaborazione tra le figure di studiosi interessate ai Beni Culturali Archeologici. Pur tenendo, ancora in parte, separate le competenze, ci si interfaccia esponendo le esigenze di tutela e documentazione/archiviazione storica e trovando le soluzioni maggiormente utili che le nuove tecnologie possono offrire, rispetto al passato. L'archeologo offre la propria formazione e estende la pratica professionale alla collaborazione con i tecnici esperti nel rilievo digitale; questi a loro volta non restano dei meri esecutori nella acquisizione ed elaborazione dei dati dimensionali, ma nel capire le motivazioni storiche dello stato esistente collaborano alla restituzione opportuna ed ottimale dei modelli grafici e delle tematiche architettoniche latenti.

In questa prospettiva si è scelto di evidenziare, nel capitolo quattro, ricerche portate avanti da gruppi interdisciplinari, team costituiti, appunto, da

vari professionisti, quali archeologi, ingegneri, architetti e programmatori informatici.

Quattro i casi studio proposti, poiché forniscono, inoltre, un valido esempio di procedure metodologiche. Nel quadro delle finalità richieste dalla documentazione (lettura storico-critica, stato di conservazione, metodologia e tecnologia strumentale, rapporto di scala) ognuno ha apportato un contributo al panorama, nazionale ed internazionale, delle ricerche sulla rappresentazione e restituzione tridimensionale per meglio comprendere la realtà oggettiva e latente di una emergenza archeologica. Durante la fase di post-processing è stata adoperata e verificata una *pipeline* comune, ma connotata da approcci personalizzati a seconda della finalità dello studio e delle caratteristiche del sito/monumento.

Queste attività di ricerca seguono, in fase di acquisizione di dati 3D, un approccio simile, già in parte standardizzato, ad eccezione dello studio eseguito sui “Mercati di Traiano”, in cui non si è fatto uso della tecnologia Laser Scanner, ma i dati dimensionali sono stati direttamente ricavati dalla documentazione grafica storica già esistente, col fine di creare un manufatto tridimensionale solido, virtualmente fruibile e musealizzabile, reso realistico grazie all'applicazione di *texture* ricavate da immagini dei materiali realmente utilizzati. Contributo archeologico per quanto riguarda la parte di interpretazione delle iconografie antiche e dei dati ricavati da queste; contributo tecnico nella rappresentazione e modellazione tridimensionale, e restituzione fotorealistica.

Il progetto di rilievo e documentazione della “Via Appia Antica” contribuisce, ad esempio, all'interazione virtuale tra sito e utente, pur non essendo quest'ultimo un professionista specializzato. Attraverso una piattaforma GIS, egli può interrogare interattivamente i monumenti ed accedere direttamente ai corrispondenti contenuti scientifici e narrativi (audio, filmati, iconografie, animazioni, tutti metadati inclusi nello spazio tridimensionale). Un lavoro, questo, adatto ad un turismo di tipo culturale allo scopo di divulgare ed approfondire la conoscenza del sito, ma che, allo stesso tempo, funge da archivio, per un'accurata documentazione topografica, spaziale e storica. In questo lavoro di ricerca, la parte tecnica, oltre che a progettare e seguire la campagna di rilievo, supportata dalle esigenze documentative storiche, ha dato la possibilità di creare una piattaforma informatica che funge da ausilio allo scopo di divulgazione e documentazione, dettato dagli studi storiografici effettuati sul sito.

L'attività di rilievo e documentazione dei reperti presenti nel “Sito Archeologico di Pompei”, evidenzia quanto sia importante instaurare una forte collaborazione tra le figure dell'archeologo e del tecnico specializzato nel rilievo strumentale; confronto che è mancato nei secoli passati, ma che si sta rinnovando e rafforzando negli ultimi anni. Il rilevamento

tridimensionale digitale è stato appositamente richiesto quale strumento di supporto ed ausilio alle esigenze di archiviazione e divulgazione storico-culturale del sito in oggetto. Tale studio si pone, inoltre, come strumento didattico utile alla comunità scientifica del settore, elaborando l'attività sotto la forma letteraria del manuale, in quell'ottica di standardizzazione dell'attività di rilievo digitale nell'ambito della documentazione archeologica.

Infine, con il caso della "Catacomba romana di Domitilla", si può mettere in evidenza l'importanza della precisione e velocità dell'acquisizione dei dati dimensionali attraverso l'utilizzo della tecnologia Laser Scanner, rispetto alle tecniche tradizionali. E' proprio l'archeologo a richiedere la documentazione tridimensionale offerta dalle attuali strumentazioni, sottolineando quanto tale tipologia di acquisizione, permetta di ottenere il rilievo dell'intero sito, dimensionalmente corretto ed in tempi ridotti.

L'esperienza condotta sul complesso di San Lorenzo Vecchio nasce, in primo luogo, dalla presenza di una articolata stratificazione cronologica dei diversi nuclei edilizi presenti all'interno della masseria, tale da rendere questa emergenza architettonica di particolare interesse conoscitivo e documentativo. Non secondaria è stata la possibilità di potersi interfacciare con diversi manufatti storici e non, e di verificare come l'integrazione di metodologie di rilievo appartenenti sia alla pratica tradizionale che a quella attuale digitale, renda possibile una documentazione grafica completa e dimensionalmente corretta della complessa morfologia del sito e dei singoli manufatti che lo compongono, con tempistiche sicuramente inferiori rispetto al tradizionale rilievo archeologico. Lo stato di precarietà e di abbandono non ha impedito in questo modo di acquisire un grado elevato di correttezza del dato metrico, anzi di integrare con diverse tecniche i momenti di acquisizione in situ, della documentazione. Per la prima volta si è potuta elaborare una planimetria complessiva e in scala reale del complesso, e si sono potuti acquisire dettagli di tutti gli ambienti, archeologici ed architettonici, antichi e moderni e la loro distribuzione all'interno di esso.

In quest'ottica la lettura del complesso pone l'esigenza di un inquadramento preliminare tipologico e cronologico. A tal fine è stata elaborata una pianta tematica che mette in luce le diverse stratificazioni cui si affianca una puntuale documentazione grafica di dettaglio delle strutture della tricora, la quale ha offerto l'occasione di verificare, selezionare e proporre l'utilizzo di una simbologia grafica, reperita sia da codici condivisi, sia elaborata in maniera personalizzata in rapporto alle peculiarità strutturali. La simbologia scelta ed utilizzata per le strutture murarie viste in sezione è

di tipo astratta. Si è deciso di rimandare a future campagne di scavo la caratterizzazione realistica di tali elementi.

Le rappresentazioni elaborate e restituite sono state, inoltre, confrontate con la documentazione iconografica già esistente. Questa consta dei rilievi planimetrici eseguiti dal Prof. Rosario Carta e riportati da Agnello nella sua pubblicazione nel 1952, focalizzata esclusivamente sulla tricora in rapporto al tempio greco; dello stesso triconco G. Margani ha pubblicato recentemente un rilievo (2005); da F. Buscemi è stata anticipata una planimetria del nucleo più antico, con indicazioni sommarie delle superfetazioni murarie successive. Dal confronto si evince il tentativo di Carta nel differenziare le diverse tecniche costruttive e quindi cronologiche dell'impianto senza puntualizzare le lacune o manipolazioni recenti (per esempio i tompagni del varco creatosi con perdita delle conche absidali estradossate). Nel rilievo di Carta va, inoltre, sottolineata la mancanza del vano tra i due nuclei antichi, giustificabile forse dalla impraticabilità del sito al momento del sopralluogo (riportato nella planimetria di Buscemi-Tomasello), e l'errata rappresentazione della cupola, definita da lui stesso "leggermente depressa".

Il nostro modello tridimensionale, numerico o continuo, grezzo o fotorealistico, ottenuto, ad alta definizione, costituisce un documento unico dello stato attuale del bene/sito; per la sua elaborazione sono state effettuate indagini dimensionali, geometriche e materiche, attraverso l'esecuzione di profili, sezioni e proiezioni ortogonali. È stata evidenziata la geometria della cupola e degli altri elementi caratterizzanti l'ambiente trilobato della Tricora (absidi, cuffie) attraverso l'estrazione di profili orizzontali e verticali da *slices* ritagliate dalla nuvola di punti; l'elaborazione grafica sembra confermare indirettamente sia le connotazioni tecnico-costruttive che le ipotesi cronologiche di G. Margani messe a confronto con quelle della vicina Trigòna di Cittadella.

Tutte le informazioni acquisite forniscono, certamente, un archivio digitale 3D di dati scientifici, utile per future ricerche sui manufatti archeologici studiati.

La lettura dell'emergenza architettonica, l'elaborazione e applicazione di una appropriata metodologia e tecnologia di rilievo tridimensionale, rivolte al caso di San Lorenzo Vecchio hanno costituito un momento di confronto e collaborazione tra la cattedra di Rilievo e Analisi tecnica dei Monumenti Antichi del Dipartimento di Scienze Umanistiche e quella di Disegno e Rilievo del Dipartimento di Architettura (contributo tecnico). Ciò può costituire un contributo all'attuale dibattito e al superamento delle competenze di nicchia.

Ritengo che, il fenomeno di afasia tra le due culture operanti nell'ambito della documentazione archeologica, si stia negli anni ridimensionando. Questo a favore degli intenti che accomunano i

professionisti esperti nel campo dei beni culturali archeologici, qualunque sia la propria formazione culturale e le medesime competenze, ovvero, l'acquisizione di dati metrici rigorosi, la documentazione e divulgazione scientifica di manufatti e siti di particolare interesse storico, la valorizzazione e conservazione di tali beni.

L'approccio perseguito non ha potuto non tenere conto dei principi enunciati nella "Carta di Siviglia":

- ✓ Interdisciplinarietà dei gruppi di lavoro (principio 1);
- ✓ Individuazione preliminare degli obiettivi finali (principio 2);
- ✓ Necessità di utilizzare approcci e strumenti integrati, tradizionali ed innovativi, che insieme concorrono alla documentazione e alla conoscenza del bene archeologico (principio 3: complementarietà; principio 6: efficienza);
- ✓ Rigorosità del metodo, che rende ripetibile e testabile da altri ricercatori il processo conoscitivo (principio 7: trasparenza scientifica).

A conclusione del presente lavoro di ricerca, val la pena citare un auspicio di G. Agnello alla fine della sua presentazione della tricora di S. Lorenzo.

"E' riservata alla fortuna di future esplorazioni una più esauriente soluzione dei complessi problemi che lo studio della chiesa di San Lorenzo non manca di suscitare"
[Agnello, 1952]

Non considero, tuttavia, il presente studio come esaustiva documentazione relativa alle connotazioni geometrico-spaziali del sito; piuttosto la prima fase di approfondimento storico-documentativo e la proposta fruttuosa di un metodo perseguibile al fine della collaborazione multidisciplinare fra competenze diversificate e coinvolte nella lettura di una testimonianza architettonica antica.

Il presente studio è frutto di una ricerca condotta all'interno del Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Catania. Sento la necessità di esprimere la mia particolare gratitudine ad amici, colleghi e docenti che, con modalità differenti, hanno supportato, facilitato e contribuito, nel corso di questi anni, alle mie ricerche ed alla crescita culturale delle mie competenze in materia.

Al Prof. Giuseppe Di Gregorio, tutor della presente ricerca e mentore degli anni trascorsi ad approfondire le tematiche di documentazione grafica digitale di beni e siti appartenenti al panorama architettonico ed archeologico, va tutto il riconoscimento per le opportunità e gli insegnamenti offerti.

Al Prof. Francesco Tomasello, maestro in rilevamento e documentazione archeologica e co-tutor della presente ricerca, va la mia riconoscenza per aver condiviso le sue competenze culturali e per la collaborazione offerta ai risultati del presente lavoro di ricerca. Ringrazio, inoltre, l'archeologa Francesca Buscemi, per i validi consigli e suggerimenti.

Alla Prof.ssa Maria Teresa Galizia e alle dottoresse Cettina Santagati e Mariangela Liuzzo, va uno speciale ringraziamento per avermi aiutata e supportata, con preziosi consigli ed insegnamenti, senza i quali il mio percorso accademico e professionale non sarebbe stato egualmente ricco ed approfondito.

Ai miei carissimi colleghi, i dottori di ricerca Francesca Condorelli, Antonio Raciti ed Emanuele Forzese, va il mio orgoglio nell'aver condiviso insieme il percorso didattico degli anni di dottorato, tra momenti di serietà accademica e di spensieratezza "post-accademica".

Al collegio docenti, va la mia gratitudine per aver contribuito all'approfondimento interdisciplinare, attraverso gli insegnamenti delle proprie discipline.

Agli allievi ingegneri Laura Privitera, Fabrizio Ragonese e Giuseppe Cardile va la mia riconoscenza per aver scelto, durante il loro tirocinio presso il Dipartimento di Architettura, di dedicare parte del loro approfondimento al completamento della documentazione grafica del complesso di San Lorenzo Vecchio, per quanto riguarda la parte di rilevamento diretto e fotogrammetrico delle apparecchiature moderne presenti nel sito e per esser stati presenti a tutte le campagne di rilievo in situ, necessarie all'ultimazione della presente ricerca.

Ed, infine, ma non per importanza, alla mia famiglia ed agli amici più cari, va il mio più affettuoso ringraziamento per avermi sempre sostenuta, invogliata e "supportata" durante il percorso intrapreso, caratterizzato da sacrifici e soddisfazioni, nel seguire una passione, nata anni fa durante gli studi universitari.

G.D.

CAPITOLO 7

BIBLIOGRAFIA RAGIONATA

Rappresentazione e Rilievo tradizionale (cap.II-III)

- 1570. PALLADIO A., *I quattro libri dell'architettura*, Riproduzione in fac-simile, Urlico Hoepli Editore Libraio (a cura di), Milano.
- 1782-1787. HOUEL J., *Voyage pittoresque des isles de Sicile, de Malte et de Lipari*, Vol. 2, Paris.
- 1966. BRIZIO A.M., *Il rilievo dei monumenti antichi nei disegni di architettura della prima metà del Cinquecento*, Roma.
- 1976. GIULIANI C.F., *Archeologia e documentazione grafica*, De Luca Editore, Roma.
- 1978. TAFURI M., *Cesare Cesariano e gli studi vitruviani nel quattrocento*, (a cura di), da: BRUSCHI A., MALTESE C., TAFURI M., BONELLI R., *Scritti rinascimentali di Architettura*, Edizioni Il Polifilo, Milano, pp. 389-438.
- 1981. BARKER P., *Tecniche dello scavo archeologico*, Longanesi, Milano, (edizione originaria 1977).
- 1981. CARANDINI A., *Storie dalla terra. Manuale dello scavo archeologico*, Bari.
- 1985. BARTHES R., *Il messaggio fotografico*, in ID. (a cura di), *L'ovvio e l'ottuso. Saggi critici III*, Torino.
- 1989. ALVISI G., *La fotografia aerea nell'indagine archeologica*, Roma.
- 1989. HOUEL J., *La Sicilia di Jean Houel all'Ermitage*, Sicilcassa, Palermo.
- 1991. DI GRAZIA VINCENZO, *Rilievo e Disegno nell'Archeologia e nell'Architettura, Tecniche, Opinioni e Teorie*, Edizioni Kappa, Roma.
- 1993. DOCCI M., MAESTRI D., *Storia del Rilevamento Architettonico e Urbano*, Editori Laterza, Bari.
- 1994. DOCCI M., MAESTRI D., *Manuale di Rilevamento Architettonico e Urbano*, Editori Laterza, Bari.
- 1994. MARINO LUIGI, *Il Rilievo per il Restauro, Ricognizioni, Misurazioni, Accertamenti, Restituzioni, Elaborazioni*, Editore Urlico Hoepli, Milano.
- 1996. TOMASELLO F., *La Rotonda di Antiochia a Siracusa. Una nuova lettura*, in "Rivista di Archeologia Cristiana", LXXII, pp. 133-163.
- 1999. CHENE' A., FOLIOT P., RE'VEILLAC G., *La fotografia in archeologia*, Milano.
- 1999. COMETA M., *Il romanzo dell'architettura – La Sicilia ed il Grand Tour nell'età di Goethe*, Editori Laterza, Bari.
- 1999. MAESTRI D., MEZZETTI C. (a cura di), *Emergenza rilievo. Applicazioni di metodi operativi al rilievo per la valorizzazione e il restauro dei Beni Architettonici e Ambientali*, Edizioni Kappa, Roma.
- 1999. TOMASELLO F., *L'edificio termale di Misterbianco: problemi di metodologia progettuale antica*, in "Cronache di Archeologia", XXXI.

- 2000. PAGNANO G., *Il rilievo dell'antico a Catania nella seconda metà del Settecento*, in ID. (a cura di), *Dal Tardobarocco ai Neostili. Il quadro europeo e le esperienze siciliane*, Messina, pp. 85-104.
- 2001. MAESTRI D, MEZZETTI C. (a cura di), *Emergenza rilievo. Applicazioni di metodi operativi al rilievo per la valorizzazione e il restauro dei Beni Architettonici e Ambientali*, Edizioni Kappa, Roma.
- 2004. MUZZARELLI F., *Dalla tela alla lastra. Origini e sviluppi della fotografia nell'Ottocento*, Bologna.
- 2005-2008. TOMASELLO F., *L'antiporta del "Viaggio" di Ignazio Paternò Principe di Biscari. Una esperienza tra Antiquaria e Archeologia*, in *Siculorum Gymnasium*, pp. 58-59.
- 2006. CANDITO C., *Il Disegno e il Rilievo per l'Architettura e per l'Archeologia*, Atti del terzo Congresso U.I.D., XXVIII Convegno Internazionale delle Discipline della Rappresentazione. Lerici, 28-30 settembre 2006, Graphic Sector editore, Genova 2007, pp. 40-51
- 2006. SAINT-AUBIN J.P., *Il rilievo e la rappresentazione dell'architettura*, Moretti & Vitali, Bergamo.
- 2006. SPIRITO F. L., *Vedutismo e Grand Tour – Giovan Battista Lousieri e i suoi contemporanei*, Tesi di dottorato di ricerca in Scienze Archeologiche e Storico-Artistiche, XVII ciclo, Università degli studi di Napoli "Federico II".
- 2007. PAGELLO E., *Storiografia dell'antico e professione: architetti, archeologi e viaggiatori*, in *L'architettura dell'Eclettismo. Studi storici, rilievo e restauro, teoria e prassi dell'architettura*, Atti del X Convegno di architettura dell'Eclettismo, Jesi.
- 2008. CERUBINI A., *Manuale di Rilievo e Documentazione grafica delle strutture architettoniche ed archeologiche*, Roma. (www.lulu.com)
- 2008. BUSCEMI F. (a cura di), *L'Atene antica di Sebastiano Ittar. Un architetto di Lord Elgin tra Sicilia, Malta e Grecia*, Palermo.
- 2009. BUSCEMI F. (a cura di), *Cogitata tradere posteris – Figurazione dell'architettura antica nell'Ottocento*, Bonanno Editore, Catania.
- 2009. CALIENDO A., *Dal segno al disegno: le architetture del trattato di Architettura civile di Guarino Guarini*, Tesi di dottorato, Università degli studi di Napoli "Federico II".
- 2010. PAOLINI P., *Per una storia del disegno di rilievo archeologico*, da: Ikhnos, *Analisi grafica e storia della rappresentazione*, Università degli Studi di Catania – Facoltà di Architettura, Lombardi Editori, Siracusa.

- 2012. BUSCEMI F., Contino I. (a cura di), *L'insediamento rupestre di Monte S. Antonio a Regalbuto, alle origini del Rahal di 'Abbùd*, Paruzzo Editore, Caltanissetta.

Rappresentazione e Rilievo digitale (cap.IV-V)

- 1972. MOLES A., *Teoria informazionale dello schema*, in "Versus", n.2.
- 1992. PANINI F.C. (a cura di), *Informatica e beni culturali*, Pisa.
- 2001. DOCCI M., GAGLIANI M., MIGLIARI R., *Una nuova cultura per il rilevamento*, DISEGNARE, Vol. 23, pp. 37-46.
- 2001. MIGLIARI R. (a cura di), *Frontiere del rilievo. Dalla matita alle scansioni 3D*, Roma.
- 2003. ANDREOZZI LUIGI (a cura di), *Il Laser Scanner: la nostra esperienza*, Il Lunario, Enna.
- 2003. CROSILLA F., GALETTO R. (a cura di), *La tecnica del Laser Scanning. Teoria ed applicazioni*, Udine.
- 2003. GIORGI E., *Riflessioni sul valore del rilievo archeologico nella documentazione dei siti archeologici*, in Ocnus, 11, pp. 107-133.
- 2003. ROSSI M., SALONIA P. (a cura di), *Comunicazione multimediale per i beni culturali*, Milano.
- 2003. UNESCO, *Charter on the Preservation of the Digital Heritage*.
- 2004. AA. VV., *Archiviazione e restauro di reperti archeologici mediante tecniche CAD-RP*, Napoli.
- 2004. CASU, P., *Esempi di documentazione grafica digitale applicati al rilievo archeologico. Esperienze nel sito di Uthina, in Progetto Uthina - dieci anni di cooperazione con l'Institut National du Patrimoine di Tunisi (1994-2004)*, Corda, A. M. Editor, Nuove Grafiche Puddu: Senorbi, CA.
- 2004. GUIDI G., BERARDIN J. A., *High accuracy 3D modeling of Cultural Heritage: the digitizing of Donatello's Maddalena*, in "IEEE Transactions on Image Processing", vol.13, n.3.
- 2004. PENNACCHIONI M., *Metodologie e tecniche del disegno archeologico*, Firenze.
- 2004. VALENTINI P., PEZZUTI E., UBERTINI A., MILANA M., DI LEGINIO R., *Una Metodologia per l'Analisi e l'Archiviazione di Reperti Archeologici Basata sul Rilievo Mediante Scanner Laser Tridimensionali a Non-Contatto*, in Archiviazione e Restauro di Reperti Archeologici Mediante tecniche CAD-RP, AA.VV. Giannini, Napoli.
- 2005. GABUCCI A., *Informatica applicata all'archeologia*, Roma.

- 2005. REMONDINO F., GUARNIERI A., VETTORE A., *3D modelling of close-range objects: Photogrammetry or laser scanning? SPIE IS&T Electronic Imaging, Videometrics VIII*, pp. 216-225.
- 2006. CAMPANA S., FRANCOVICH R. (a cura di), *Laser Scanner e GPS, Paesaggi archeologici e tecnologie digitali*, Quaderni del Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti – Sezione archeologia – Università di Siena, Edizioni all'insegna del Giglio, Firenze.
- 2006. BARBARINI CHIARA, *Autocad e il Rilievo Archeologico digitale*, Morlacchi Editore, Perugia.
- 2006. CROSILLA F., DEQUAL S. (a cura di), *Laser Scanning terrestre*, Udine.
- 2006. D'ANDREA A., *Documentazione archeologica, Standard e Trattamento Informatico*, Budapest.
- 2006. MASCIONE C., *Il rilievo strumentale in archeologia*, Roma.
- 2007. ANDREOZZI LUIGI (a cura di), *Il Rilievo dei Beni Architettonici e Archeologici, Giornate di studio sulle nuove frontiere del rilevamento digitale, Esperienze del passato e prospettive*, Atti convegno 2005, Aracne Editrice, Roma.
- 2007. GIRELLI V.A., *Tecniche digitali per il rilievo, la modellazione tridimensionale e la rappresentazione nel campo dei BB. CC.*, Tesi di dottorato di ricerca in Scienze Geodetiche e Topografiche, Università di Bologna.
- 2007. VASSENA G.P., SGRENZAROLI M., *Tecniche di rilevamento tridimensionale tramite laser scanner*, Starrylink, Brescia.
- 2008. BIANCHINI M., *Manuale di Rilievo e Documentazione digitale in Archeologia*, Aracne Editrice, Roma.
- 2008. MANFERDINI A.M., REMONDINO F., BALDISSINI S., GAIANI M., BENEDETTI B., *3D Modeling and Semantic Classification of Archaeological Finds for Management and Visualization in 3D Archaeological Databases*, in: Proceedings of the 14th International Conference on Virtual Systems and Multimedia - Project Papers, Budapest: Archaeolingua, pp. 221 – 228.
- 2008. MEDRI M., *Manuale di Rilievo Archeologico*, Editori Laterza, Bari, prima edizione 2003 - quarta edizione.
- 2008. SANTANA QUINTERO M., LERMA J., HEINE E., VAN GENECHTEN B., *Theory and practice on Terrestrial Laser Scanning: Training material based on practical applications*. (Valencia, Spain: Universidad Politecnica de Valencia Editorial.

- 2009. GALIZIA M., SANTAGATI C., *Sperimentazione della tecnica laser scanner 3D per la conoscenza valorizzazione e fruizione del parco archeologico di Caucana*. 13° Conferenza Nazionale Asita, pp. 1089-1094.
- 2010. LERMA J.L., SANTIAGO N., CABRELLES M., VILLAVERDE V., *Terrestrial laser scanning and close range photogrammetry for 3D archaeological documentation: the Upper Palaeolithic Cave of Parpalló as a case study*. Journal of Archaeological Science, 37, pp. 499-507.
- 2011. BONACINI, E., *Nuove tecnologie per la fruizione e la valorizzazione del patrimonio culturale*. Aracne Editrice, Roma.
- 2011. DE LUCA L., *Verso la caratterizzazione semantica di rappresentazioni digitali di artefatti architettonici: linee programmatiche di ricerca*, Disegnarecon, 4 (8), pp. 99-106.
- 2011. DI GREGORIO G., *L'Orecchio di Dionisio – Dal Rilievo la conferma di una leggenda*, IX International Forum “Le Vie dei Mercanti”, Aversa, Capri.
- 2011. GAIANI M., BENEDETTI B., APOLLONIO F.I., *Teorie per rappresentare e comunicare i siti archeologici attraverso modelli critici. SClentific RESearch and Information Technology, Ricerca Scientifica e Tecnologie dell'Informazione*, Vol 1, Issue 2, pp. 33-70.
- 2011. RUSSO M., REMONDINO F., GUIDI G., *Principali tecniche e strumenti per il rilievo tridimensionale in ambito archeologico. Archeologia e Calcolatori*, 22, pp. 169-198.
- 2011. STANCO F., BATTIATO S., GALLO G., *Digital Imaging For Cultural Heritage Preservation - Analysis, Restoration and Reconstruction of Ancient Artworks*. CRC Press/Taylor & Francis - Digital Imaging and Computer Vision Book series.
- 2012. BONACINI E., D'AGOSTINO G., GALIZIA M., SANTAGATI C., SGARLATA M., *The catacombs of San Giovanni in Syracuse: surveying, digital enhancement and revitalization of an archaeological landmark*, da: Marinos Ioannides, Dieter Fritsch, Johanna Leissner, Rob Davies, Fabio Remondino, Rossella Caffo (Eds.), Progress in Cultural Heritage Preservation, 4th International Conference, Euromed 2012, Springer, Limassol, Cyprus.
- 2012. BUDA G., GALIZIA M., LO PRESTI A., PRIVITERA F., RANDAZZO G., SANTAGATI C., SANTAGATI M., *Interdisciplinary investigations aimed at the preservation of a funerary roman monument named “Torre Rossa” in Fiumefreddo di Sicilia*, 8th International Conference SAHC 2012 (Structural Analysis of Historical Constructions), Wroclaw.

- 2012. FANTINI F., *Variable level of detail in archaeological 3D models obtained through a digital survey*. Revista EGA Expression Gráfica Arquitectonica, 19, pp. 306-317.
- London Charter: <http://www.londoncharter.org>
- Seville Charter: <http://www.arqueologiavirtual.com/carta/>

Casi studio (cap.IV)

- 1992. BIANCHINI M., *Mercati Traiane. La destinazione d'uso*, in BdArch, 16-18, pp. 145-16.
- 2000. UNGARO L., *Risultati scientifici: una nuova lettura degli spazi e prospettive ulteriori di studio*, in AA.VV. Mercati di Traiano: restauri, funzionalizzazione, studio del complesso. Note preliminari, in BCom, pp. 303-317.
- 2005. FORTE M., PESCARIN S., PIETRONI E., *The Appia Antica Project*. In Proceedings of the 2nd Italy-United States Workshop. Berkeley, USA.
- 2008. ZIMMERMANN N., ESSER G., *Showing the Invisible – Documentation and research on the Roman Domitilla catacomb based on Image-Laser-Scanning and 3D-Modelling*. 35th International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), pp. 58-64.
- 2009. SCHEIBLAUER C., ZIMMERMANN N., WIMMER M., *Interactive Domitilla Catacomb Exploration*. 10th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage, pp. 65-72.
- 2010. BENEDETTI B., GAIANI M., REMONDINO F. (a cura di), *Modelli digitali 3D in archeologia: il caso di Pompei*, Edizioni della Normale, Pisa.
- 2010. ZIMMERMANN N., *La documentazione tridimensionale di Domitilla: il laserscan di una catacomba romana*. In: Proceedings of International Colloquiums “Vesuviana. Archeologie a confronto”, Bologna, pp. 403-414.
- 2012. APOLLONIO F., GAIANI M., BENEDETTI B., *3D reality-based artefact models for the management of archaeological sites using 3D Gis: a framework starting from the case study of the Pompeii Archaeological area*, Journal of Archaeological Science, Elsevier, 39, pp. 1271-1287.

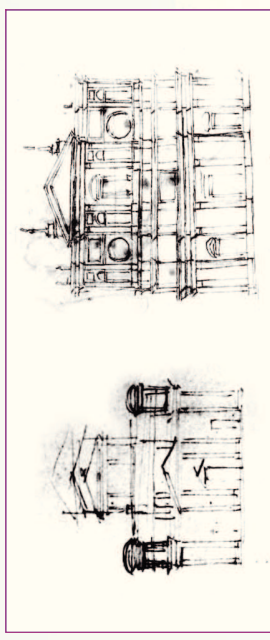
Tricora di San Lorenzo Vecchia (cap.V)

- 1558. FAZELLO T., *De Rebus siculis decades duae*, Decade I, Panormi, lib. IV.
- 1948. AGNELLO G., *San Lorenzo Vecchio presso Pachino*, <BdA>, XXXIII, S. IV, 1, pagg. 63-66.

- 1952. AGNELLO G., *L'architettura bizantina in Sicilia*, La Nuova Italia Editrice, Firenze.
- 2005. MARGANI G., *Celle tricore: edifici a pianta trilobata nella tradizione costruttiva siciliana*, Documento D.A.U. n.28, Dipartimento di Architettura e Urbanistica, Università degli Studi di Catania, Il Lunario, Enna.
- 2009. MARGANI L., *Archi e Volte in muratura*, Dipartimento di Architettura e Urbanistica, Università degli Studi di Catania, Edizioni Lussografica, Catania.
- 2012. BUSCEMI F., *Politiche territoriali e architetture sacre di periodo greco in territorio di Siracusa*, in Quaderni di Archeologia a cura dell'Università degli Studi di Messina, vol. 2, n.s., pagg. 25-54.

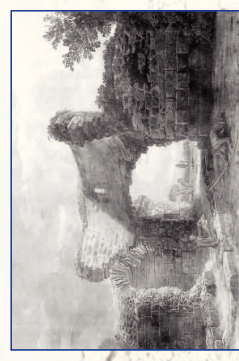
RINASCIMENTO:

Il rilievo e la rappresentazione dell'esistente non erano considerati strumenti di documentazione o studio; gli artisti rinascimentali, ad esempio, utilizzavano il disegno del reale come fonte dalla quale reperire regole costitutive e studi sull'organizzazione armonica e proporzionale di volumi e spazi. Quattro erano le vie da percorrere per l'artista:
- l'applicazione della prospettiva per rappresentare su un piano bidimensionale un soggetto tridimensionale;
- l'osservazione attenta e indagatrice della natura;
- lo studio della storia di cui il uomo con il suo libero arbitrio è protagonista;
- il recupero dei classici.



Michelangelo, Firenze
San Lorenzo, progetto della facciata, 1616-20

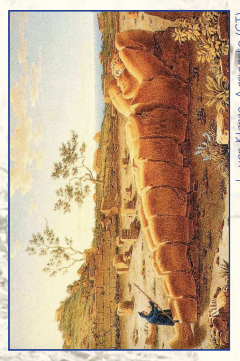
A partire dall'Ottocento, il compito di occuparsi del rilievo di archeologia e della successiva restituzione, come mezzo di conoscenza ed espressione, è stato affidato dagli archeologi all'esperienza più tecnica degli architetti. Con ciò manifestano i limiti della loro formazione: maggiormente di stampo umanistico che tecnico, ma che di contro dota loro la capacità di saper leggere le fonti. La figura di quest'uomo ha la funzione di reperire e nuove, elaborare, disegni e fotografie a supporto della ricerca archeologica. Una collaborazione, questa, avverte lo stesso oggetto di studio, ma che segue cammini paralleli e separati, quello umanistico e quello tecnico, e con scopi separati, la conoscenza storica e la documentazione scientifica.



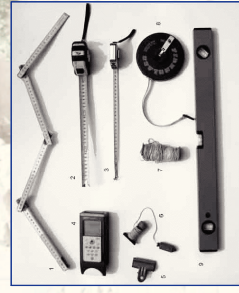
J. P. Houel, Palermo (CT)
Le antiche Terme di Bellacortina



J. P. Houel, Agrigento (CT)
Frammenti del tempio di Giove Olimpico (1787)



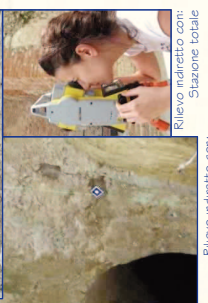
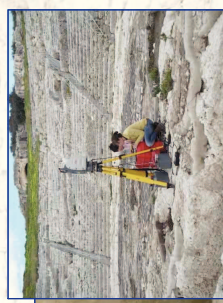
Il telamone del tempio di Giove Olimpico (1823-24)



Rilievo diretto con:
1. metro a silecca; 2-3. tachimetro; 4. distanziometro laser; 5. piombetta; 6. filo a piombo; 7. cordino; 8. fettuccia metrica; 9. livella.



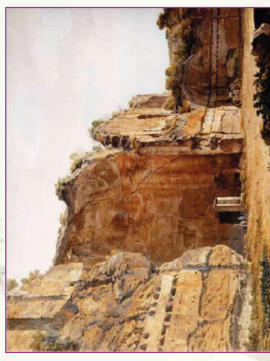
Rilievo indiretto con:
Teodolite, tachimetro centesimale del 1945



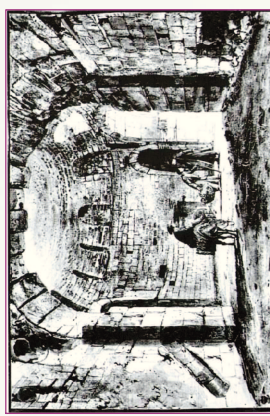
Rilievo indiretto con:
Stazione totale Laser Scanner

VEDUTISMO:

Le prime rappresentazioni di beni antichi si hanno a partire dal XVII secolo. La finalità degli elaborati prodotti da architetti, pittori e disegnatori appartiene al movimento del Vedutismo, è inizialmente di stampo commerciale, assumendo valore di documentazione archeologica, non ancora scientifica, grazie alla contestualizzazione in ambito urbano dei manufatti e dei resti antichi, arricchiti spesso da elementi provenienti dalla fantasia della mente umana, non presenti nella realtà; si tratta prevalentemente di disegni tracciati a matita o acquerelli, privilegiando vedute prospettive di piazze e monumenti. Dalla seconda metà del secolo, le rappresentazioni appartengono a tale corrente diventano più realiste e atte a documentare antichi monumenti e luoghi visitati durante i viaggi di esplorazione degli artisti. Ciò a conferma dello stretto legame che si crea alla fine del secolo tra Vedutismo e Grand Tour.



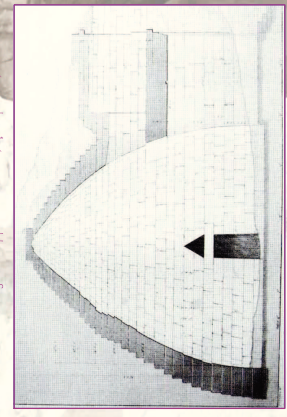
G.B. Lusieri
Rovine delle Terme di Caracalla - acquerello su matita



J.M. Houel, Catania
Terme presso il Monastero Carmelitano di S. Maria dell'Indirizzo

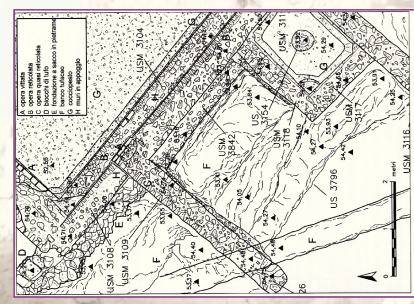
XIX - XX sec.:

Nella seconda metà dell'800 cambiano committenti e destinatari. Non si effettuano più "spedizioni" private, con fini prettamente editoriali e rivolti ad un pubblico quanto più vasto possibile ed interessato maggiormente all'aspetto accattivante delle immagini, piuttosto che allo studio scientifico in sé; la ricerca archeologica diventa una esigenza e viene organizzata come impresa di gruppo, rivolta da una cerchia ristretta di specialisti e studiosi del settore. Tra la fine del XIX ed il primo ventennio del XX secolo si avverte un cambiamento nelle modalità di studiare e documentare i monumenti antichi, iniziato già verso la fine del XVIII secolo, cambiamento sempre più di stampo applicativo grazie al ricorso preferenziale alle moderne tecnologie di rappresentazione, quali planimetrie, sezioni e altimetri, e all'introduzione di strumenti avanzati.



L. Donadoni
Subterranea camera at Mycenae (1950)

L'uso di sistemi informativi digitali, di tecnologie innovative per il rilievo e di rappresentazioni che si arricchiscono del dato tridimensionale e colometrico reale, mira a ridurre il concetto di rappresentazione a semplice e scopriente foto e che punto di partenza per il disegno architettonico, come sintesi di conoscenza ed informazione.



M. Bartolini, G. Pizzulato
Pianta composita di fine scavo (1950)

"Il rilievo va dunque considerato, nell'ambito di un certo periodo, come espressione del rapporto tra opera da rilevare e rilevatore e visto in relazione alle sue finalità, alle conoscenze geometriche, alla strumentazione adottata, alla cultura del rilevatore stesso e a quella generale del tempo in cui viene eseguito, oltre che ai mezzi grafici con cui viene realizzato [Ducci, Maestri, 1994]



scala 1:1000

A pochi metri di distanza dalla provinciale, al chilometro 19, si sviluppa un grosso raggruppamento di case coloniche in cui la parte di maggiore evidenza è costituita da una costruzione settecentesca, già in stato di rovinoso abbandono. Gli edifici di dimensioni e di struttura vari, si sviluppano attorno ad un altro pressoché quadrato, luminosissimo, racchiuso nel mezzo un pozzo, di solette forme barocche. Ad eccezione della parte settecentesca, gli edifici sono generalmente poveri e comprendono il solo pianterreno. Una cosa tuttavia colpisce, anche ad una sommaria osservazione e nel loro adattamento - in gran parte stalle, fienili, cantine - di forme quasi cilindriche [...] un'ispezione a tutte le labbrache, esaminate nella compagine e nei loro adattamenti - in gran parte stalle, fienili, cantine - ci portava, nel lato settentrionale, ad una duplice, importante scoperta, della cella di un tempio greco e, in diretto collegamento con essa, di un gioiello bizantino. Quest'ultimo, assolutamente invisibile, è sovrachiaro dall'edificio settecentesco; nessun indizio esteriore lascia trasparire la sua esistenza.

Aerofotogrammetria
scala 1:5000



Planimetria disegni, scala 1:500
V Punto di presa fotografica

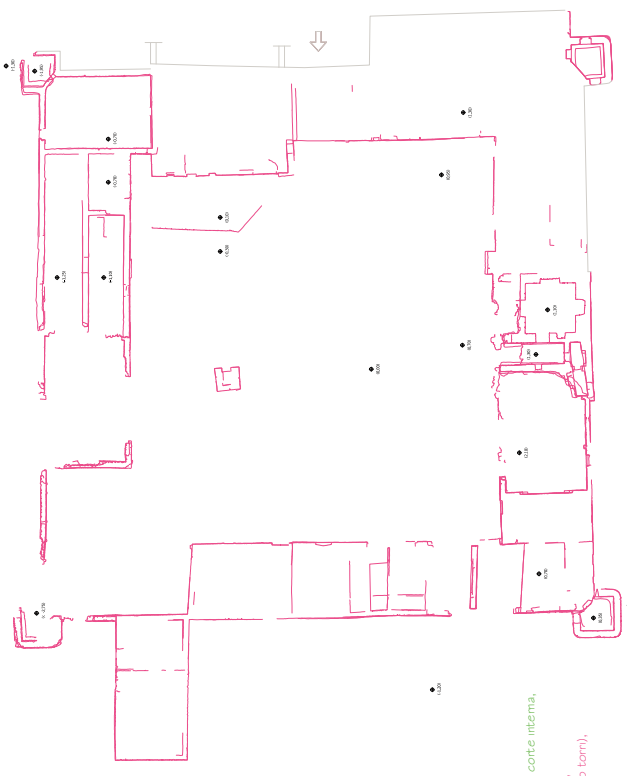
[Agnello, 1952]



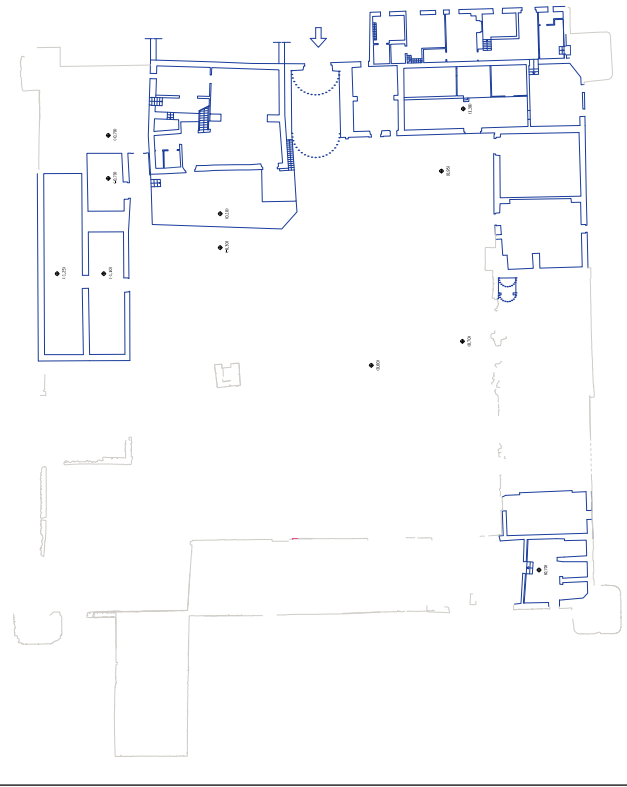
La metodologa operativa ha nguardato due momenti fondamentali:
o l'acquisizione dei dati sul campo, previa individuazione delle metodologie maggiormente appropriate;
o l'estrazione ed il filtraggio dei dati acquisiti ed il loro successivo post-processamento, attraverso l'utilizzo di più software dedicati.

- Quattro sono le metodologie di rilievo scelte:
- o Rilievo diretto, tramite rullina metrica e distanziometro laser, degli ambienti di più recente fattura, in pianta ed in alzato;
 - o Rilievo indiretto, tramite fotogrammetria (addrizzamento fotografico), dei prospetti che si affacciano sulla corte interna;
 - o Rilievo indiretto, tramite stazione totale, degli ambienti prospicienti la corte interna, per il controllo metrico dell'unione delle diverse restituzioni;
 - o Rilievo indiretto, tramite tecnologia laser scanner 3D a tempo di volo, dei beni di interesse archeologico (la trincea, la cella greca, le quattro torri, dell'intera corte interna e di parte dei prospetti esterni).

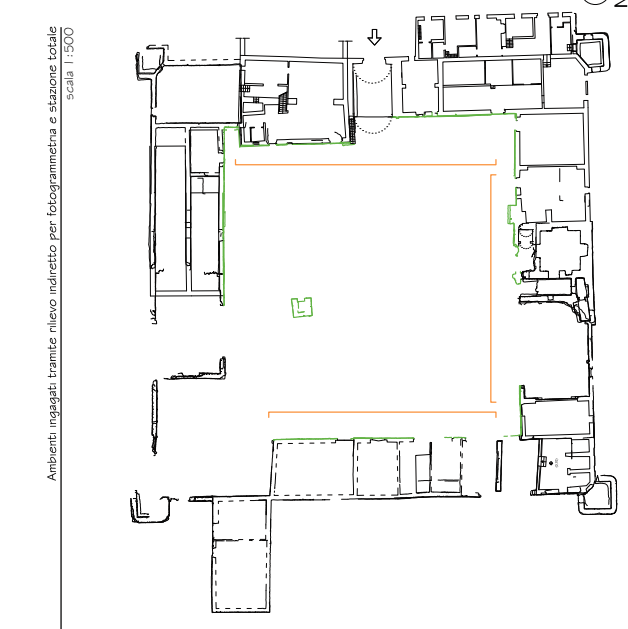
- - - ipotesi di completamento spessore murario
- proiezione sagoma perimetrale di completamento



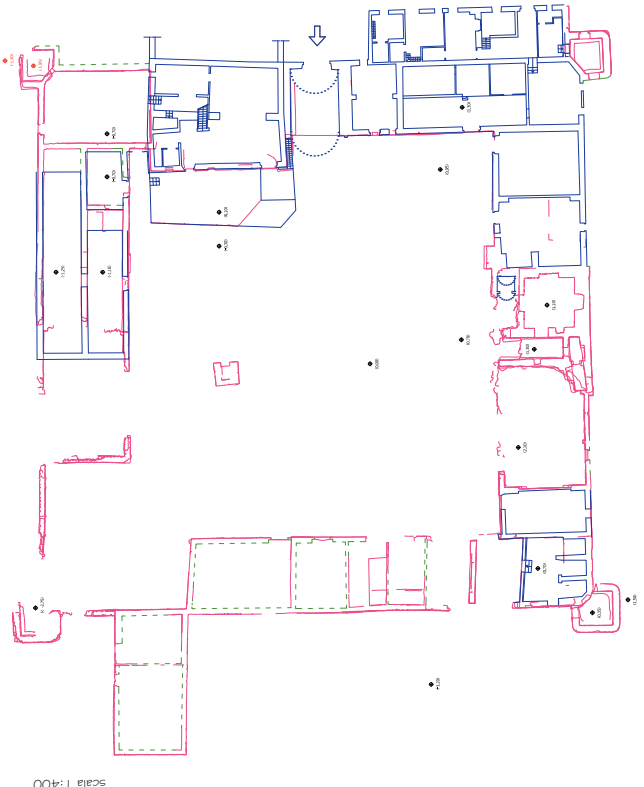
Planimetria ricavata da rilievo indiretto tramite Laser Scanner
scala 1:400



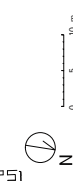
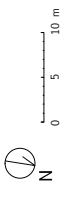
Planimetria ricavata da rilievo diretto
scala 1:400



Ambienti indagati tramite rilievo indiretto per fotogrammetria e stazione totale
scala 1:500



Unione delle planimetrie restituite da rilievo indiretto tramite Laser Scanner e rilievo indiretto
scala 1:400





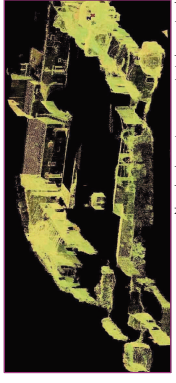
Stazione di ripresa A, vista 3



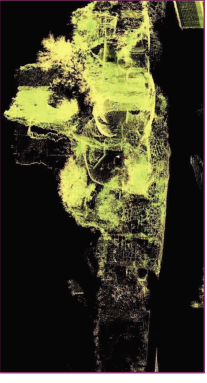
Stazione di ripresa B, vista 4



Stazione di ripresa C, vista 5



Nuvola di punti, unione totale, vista 1



Nuvola di punti, prospetto interno, lato nord, vista 2

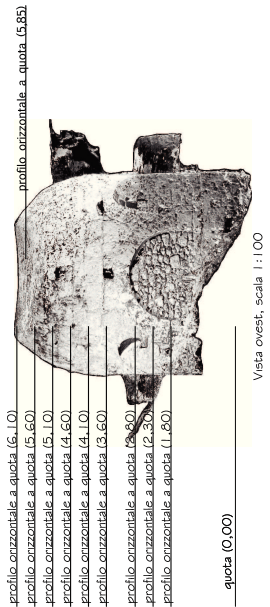


- Rilievo indiretto tramite Laser-Scanner 3D:
- ▽ Punto di ripresa fotografica
 - Stazioni di ripresa
 - profilo orizzontale a quota (5,80)
 - profilo orizzontale a quota (5,10)
 - profilo orizzontale a quota (4,25)
 - profilo orizzontale a quota (3,30)
 - profilo orizzontale a quota (2,30)
 - profilo orizzontale a quota (1,80)
 - profilo orizzontale a quota (0,20)
 - profilo orizzontale a quota (-0,60)
 - profilo orizzontale a quota (-1,20)
 - profilo orizzontale a quota (-2,60)

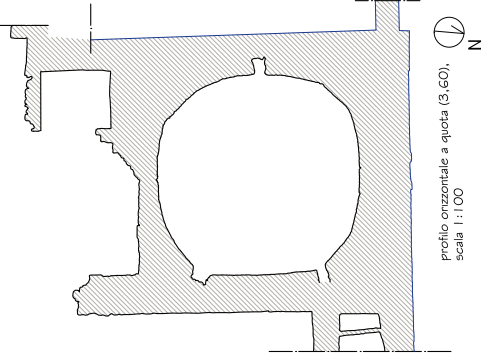
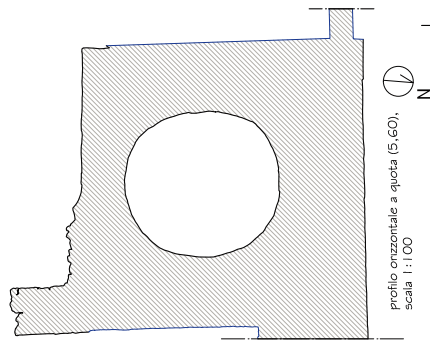
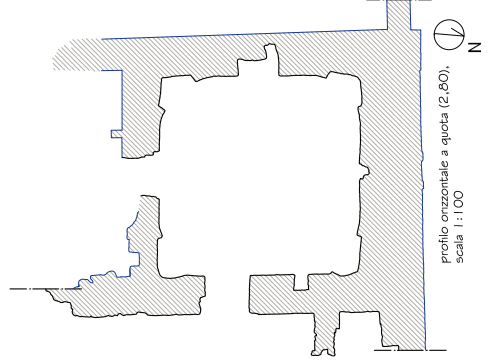
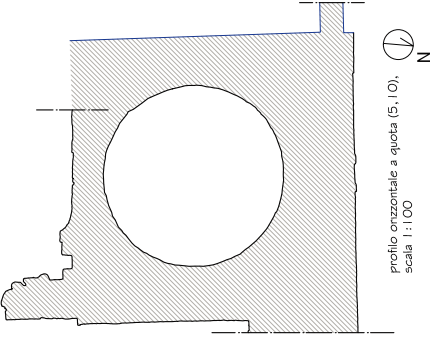
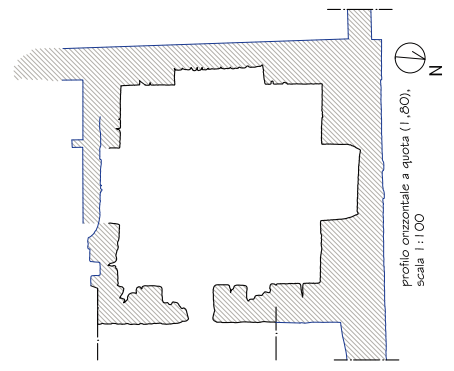
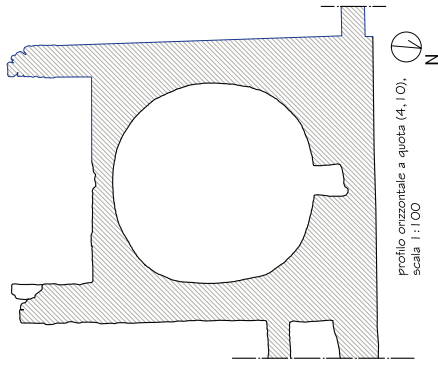
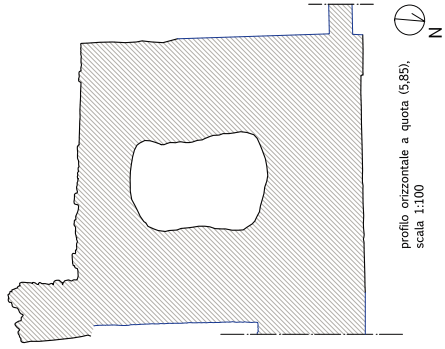
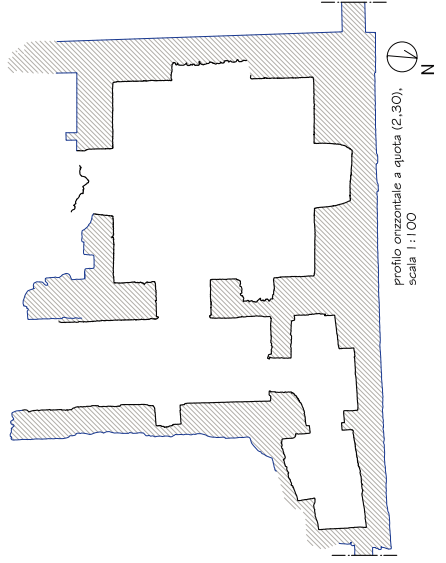
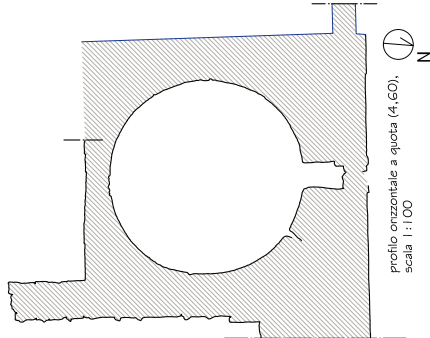
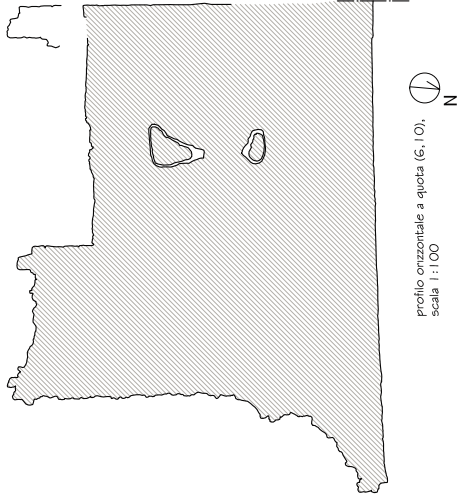


Planimetria d'insieme, scala 1:200

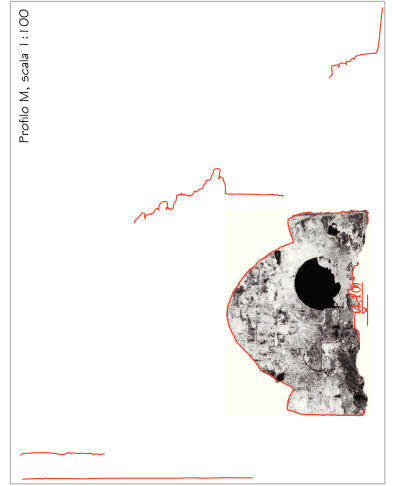
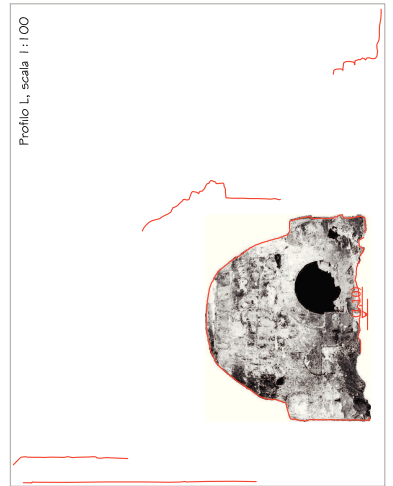
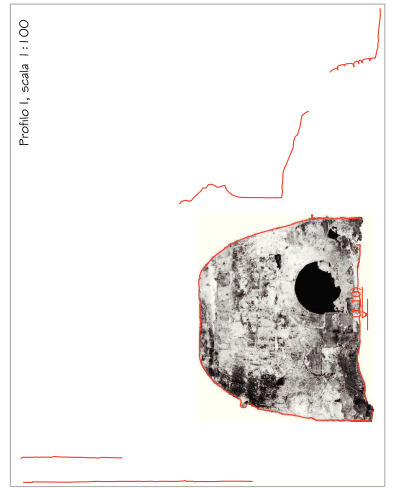
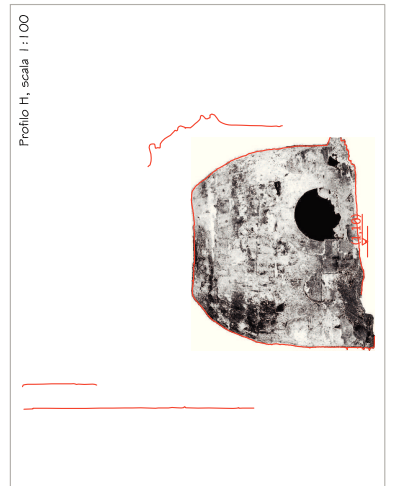
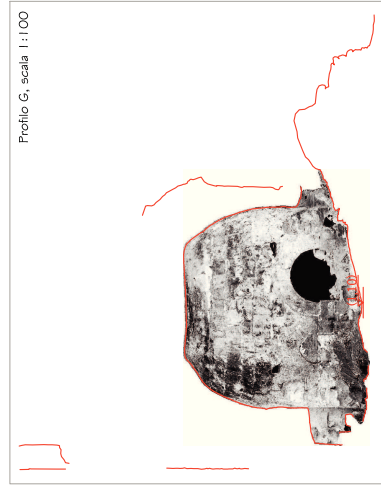
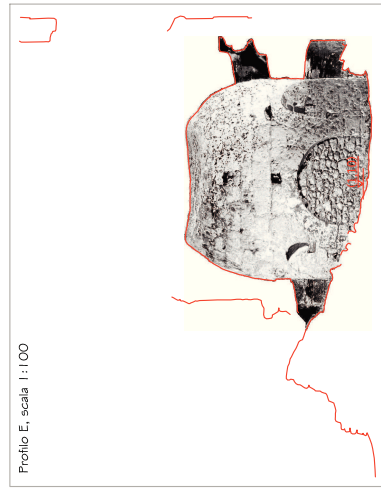
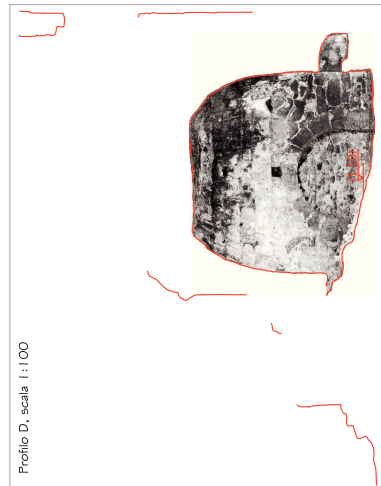
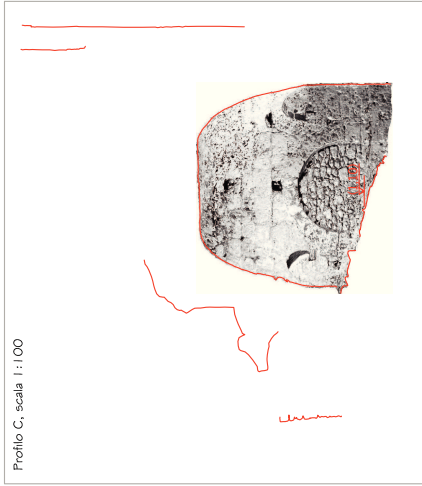
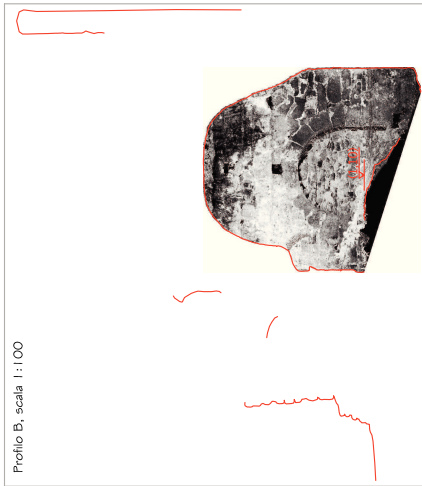
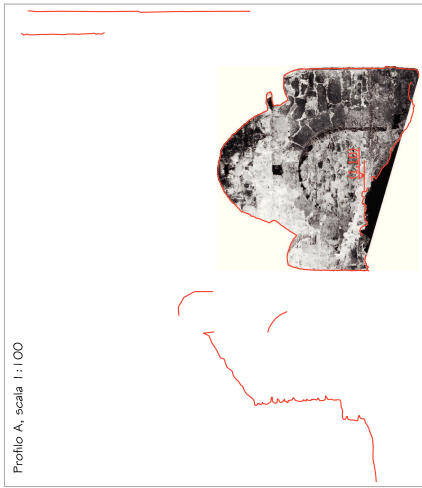
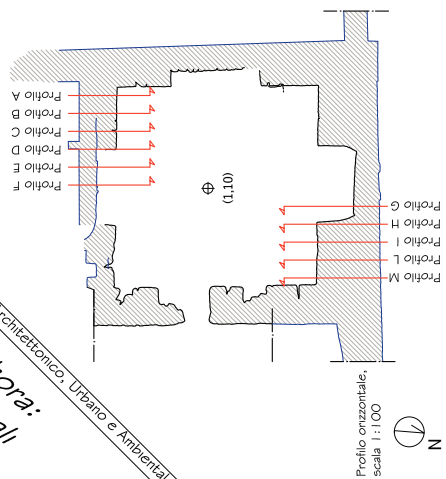


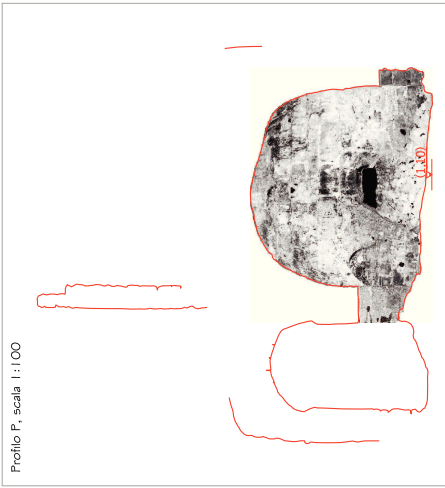


— profilo orizzontale ricavato dalla nuvola di punti alla quota di riferimento
 — proiezione profilo ricavato a quota diversa



— profilo verticale ricavato dalla nuvola di punti
alla quota di riferimento

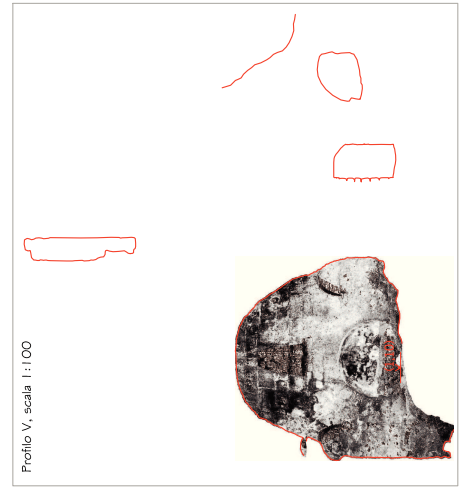




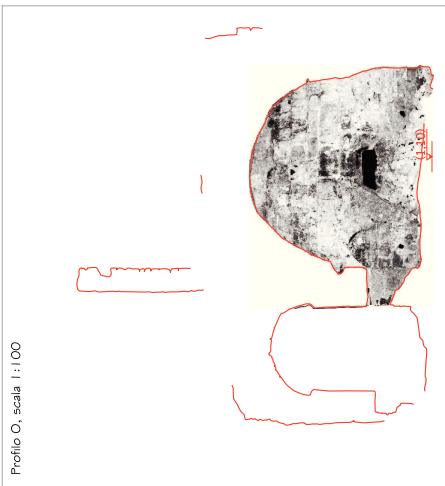
Profilo P, scala 1:100



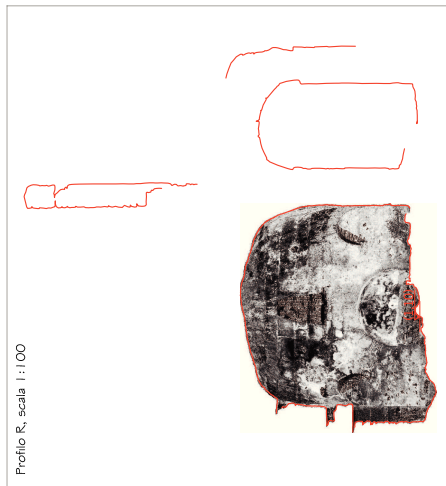
Profilo S, scala 1:100



Profilo V, scala 1:100



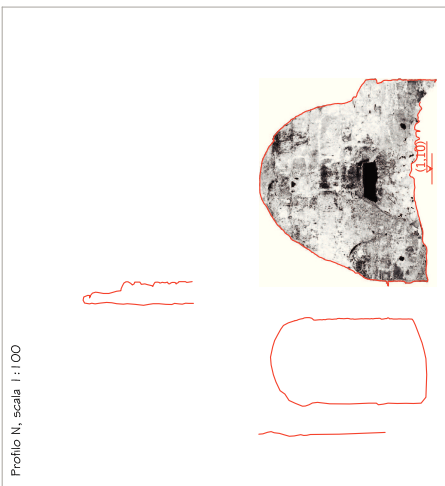
Profilo O, scala 1:100



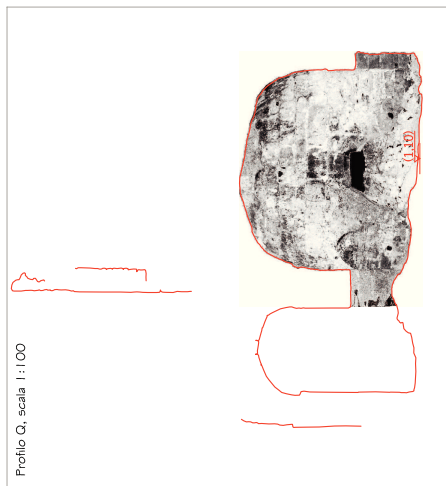
Profilo R, scala 1:100



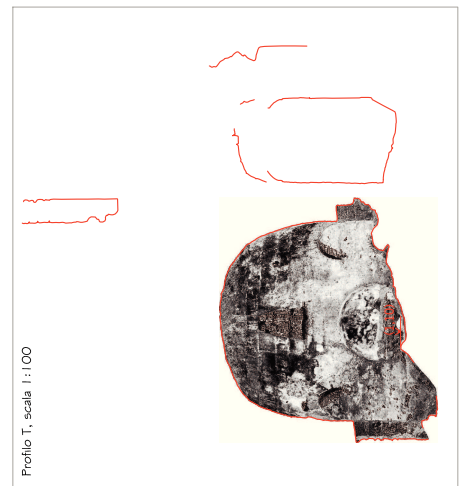
Profilo U, scala 1:100



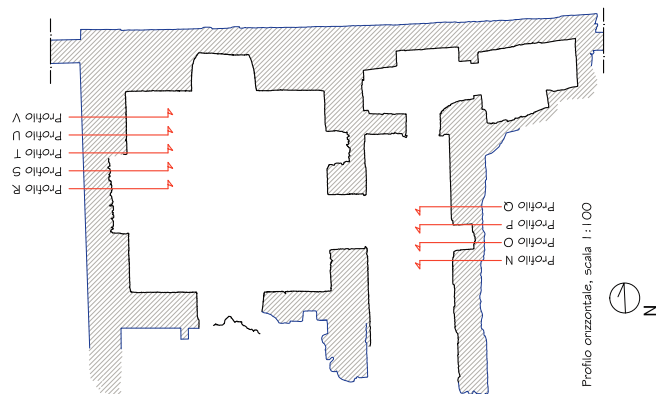
Profilo N, scala 1:100



Profilo Q, scala 1:100



Profilo T, scala 1:100

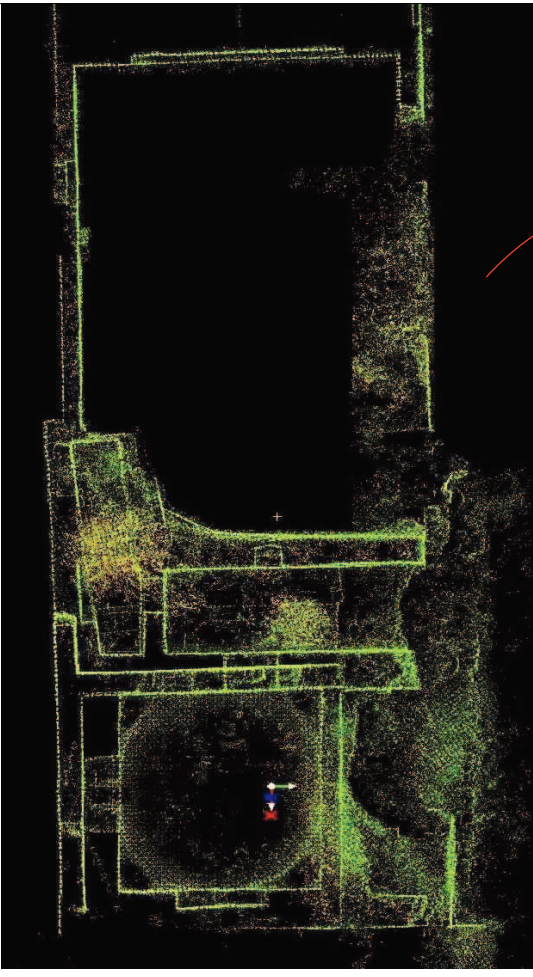
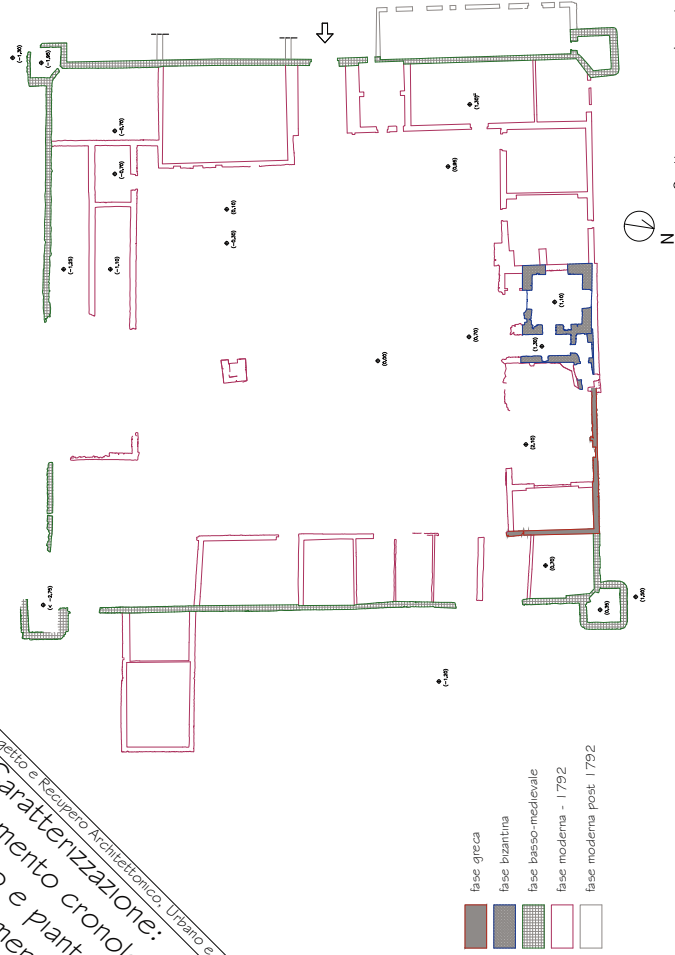


Profilo orizzontale, scala 1:100



— profilo verticale ricavato dalla nuvola di punti alla quota di riferimento

Dottorato in Progetto e Recupero Architettonico, Urbano e Ambientale
 Tutori: Prof. G. Di Gregorio, Co-Tutori: Prof. F. Tomaseo
 Cella trichora:
 Profili verticali
 TAV.7
 Dottoranda: Ing. Graziana D'Agostino



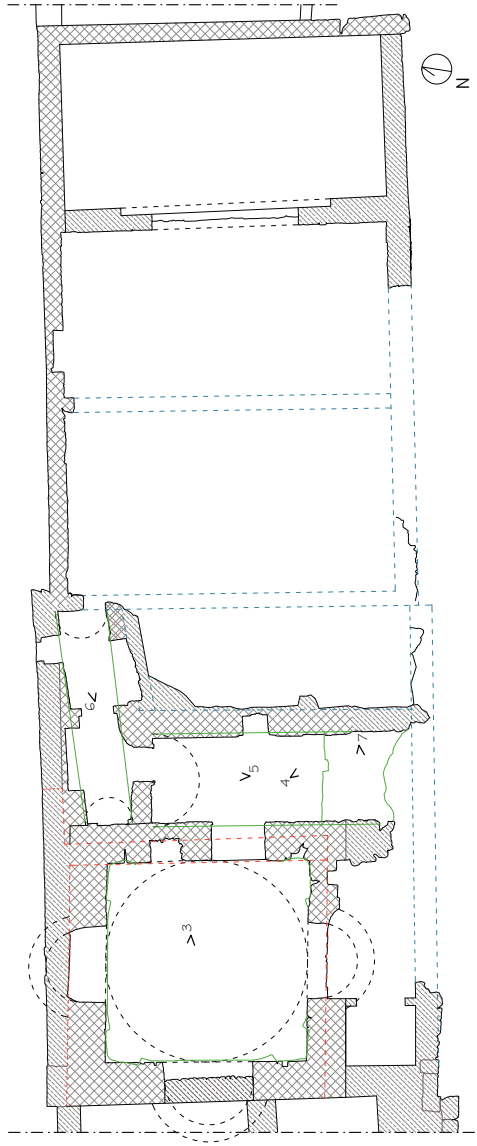
Nuvola di punti, vista dall'alto trichora e cella greca
 scala 1:100

Caratterizzazioni: inquadramento cronologico
 scala 1:400



Caratterizzazione: strutture murarie (pianta ricavata da rilievo tramite Laser Scanner)
 scala 1:100

- opera quadrata pseudodoma
- opera incerta
- proiezioni elementi a quota più alta
- ipotesi di ricostruzione impianto della masseria
- proiezioni archi e volte
- proiezione setti murari sovrastranti appartenenti alla masseria settecentesca



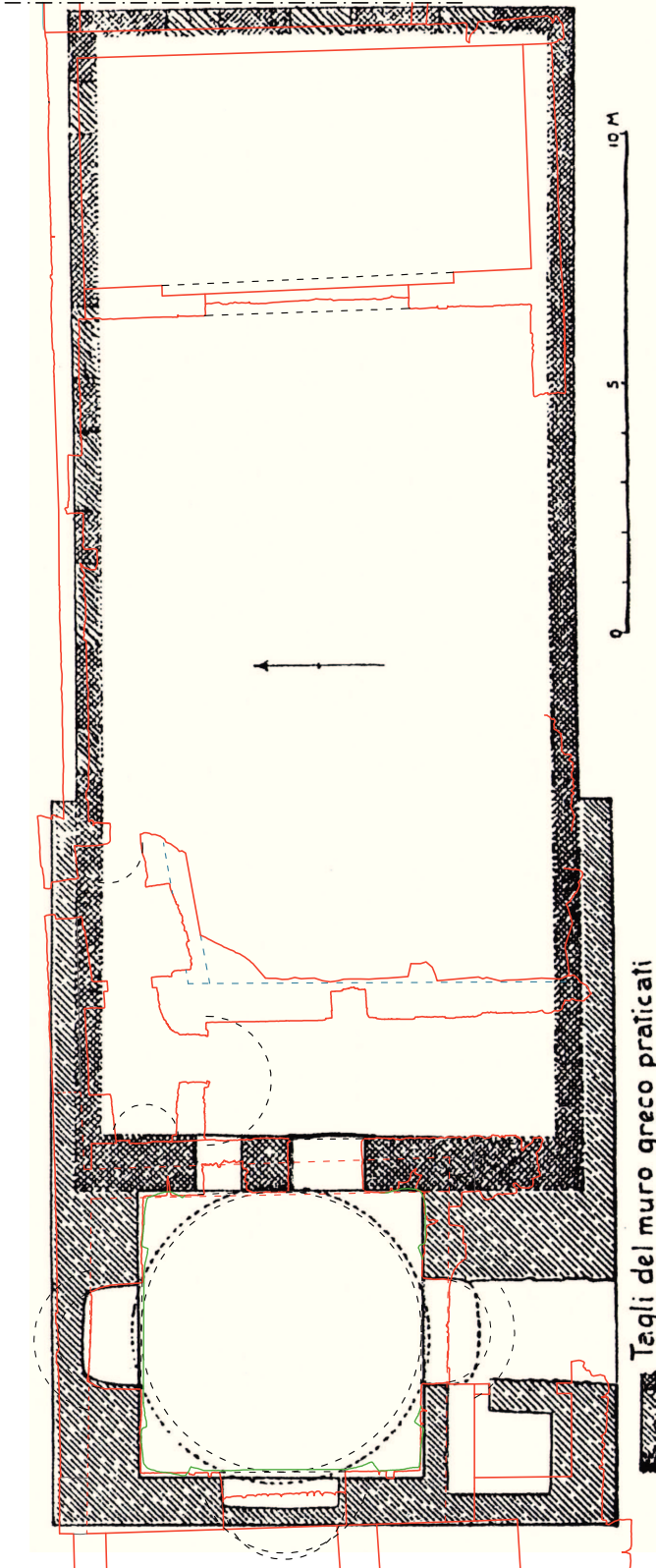
A1
 A2

Tutori: Prof. G. Di Gregorio, co-Tutori: Profi. F. Tomassello

Dottorato in Progetto e Recupero Architettonico, Urbano e Ambientale
Confronto Planimetrico
con le precedenti
rappresentazioni edite

TAV.9

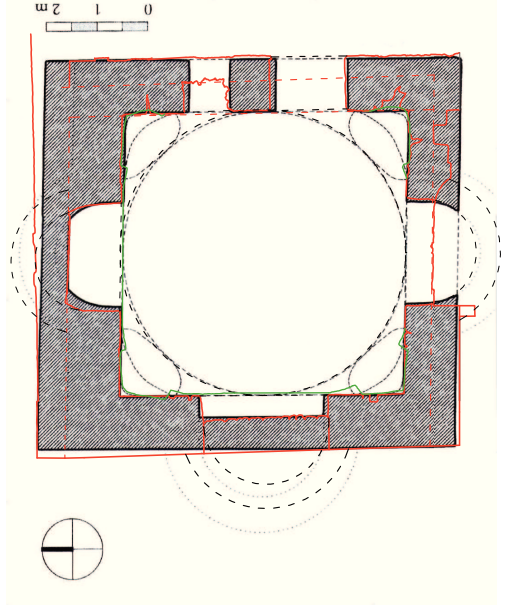
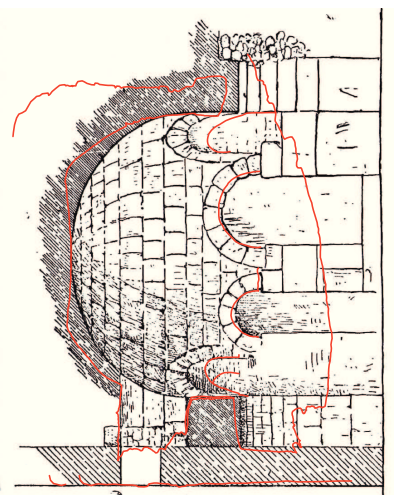
Dottoranda: Ing. Graziana D'Agostino






Tagli del muro greco praticati in età bizantina.

Fabbrica bizantina — Fabbrica greca

Sovrapposizione tra il rilievo con Laser Scanner (in rosso) e la pianta di R. Carta (sopra);
Sovrapposizione tra il rilievo con Laser Scanner (in rosso) e la sezione di R. Carta (sotto)
(Agnello, 1952), scala 1:100



Sovrapposizione tra il rilievo con Laser Scanner (in rosso) e la pianta di G. Margani (Margani, 2005), scala 1:100

-  opera quadrata pseudobidoma
-  opera incerta
-  proiezione setti murari sovrastanti appartenenti alla massera settecentesca



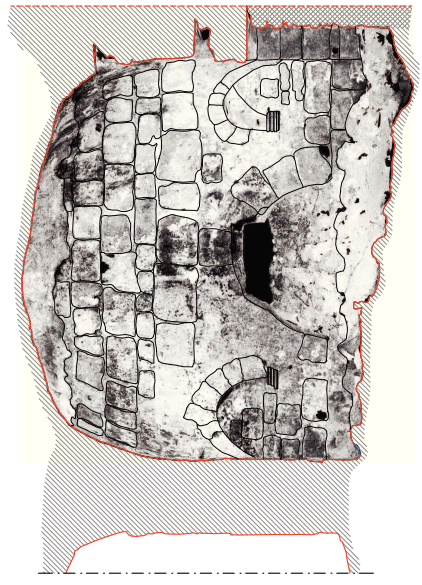
Lato ovest - ortofoto da mesh, visualizzazione confidence, scala 1:150



Lato nord - ortofoto da mesh, visualizzazione confidence, scala 1:150



Lato est - ortofoto da mesh, visualizzazione confidence, scala 1:150



Lato sud - ortofoto da mesh, visualizzazione confidence, scala 1:150