

LA DOCUMENTAZIONE DELL'EDILIZIA STORICA IN AMBITO URBANO: APPLICAZIONI DEL RADDRIZZAMENTO FOTOGRAFICO AL CASO DEL "FORO PROVINCIALE" DI TARRAGONA

1. INTRODUZIONE

La denominazione di "Foro provinciale"¹ fa riferimento all'enorme complesso di culto imperiale che dominò l'acropoli della colonia romana di *Tarraco*, almeno a partire da epoca flavia².

Il monumento s'inserisce come una costruzione eccezionale nel contesto della capitale della provincia *Hispania Citerior*, ubicato in una posizione prominente all'interno della colonia, la cosiddetta "parte alta"; isolata da quello che sin da epoca repubblicana era stato il centro nevralgico della città (il cosiddetto Foro della Colonia), essa possedeva il privilegio di una posizione scenografica dallo spettacolare impatto visivo anche per coloro che giungevano dal mare.

Attualmente il complesso architettonico rappresenta una componente fondamentale del patrimonio archeologico della città, nonché un'importante risorsa culturale e turistica. Le evidenze archeologiche, sopravvissute alle trasformazioni urbane, seppur già note nei secoli scorsi (PONS D'ICART 1572; FLOREZ 1769; HERNÁNDEZ SANAHUJA 1892), attrassero a partire dagli anni '30 del '900 (SERRA 1960; SÁNCHEZ REAL 1969) l'interesse degli antiquari. Con i primi scavi archeologici, purtroppo spesso carenti di metodi propriamente scientifici, venne portato alla luce gran parte del materiale archeologico attualmente conosciuto. I lavori successivi restituirono il rigore stratigrafico allo studio del grande complesso architettonico; tra questi, essenziali furono i contributi di TH. HAUSCHILD (1983) e G. ALFÖLDY (1973). Il primo giunse a interpretare la topografia alto imperiale della "parte alta" della capitale ispanica, un settore che fino a quel momento si riteneva fosse occupato da una fortezza (*arx*), ubicata nella parte più alta della collina, e dal palazzo di Augusto. Il secondo studioso svolse un magistrale studio delle testimonianze epigrafiche relative alle iscrizioni dei *flamines provinciales*. L'epigrafia consentì

¹ L'uso delle virgolette si deve al fatto che questa denominazione del complesso monumentale tarragonese non è unanimemente condivisa da tutti gli studiosi, ma costituisce ancora oggi oggetto di dibattito (cfr. in particolare RUIZ DE ARBULO 2007). Da questo punto le virgolette s'intenderanno sottintese.

² Il primo progetto di costruzione del complesso architettonico risale a epoca giulio-claudia, anche se non è ancora possibile definirne con precisione l'entità e soprattutto affermare se mai ne fu completata la realizzazione.

così di stabilire che il complesso culturale e amministrativo era certamente in funzione a partire da epoca vespasiana.

Sono state le ricerche realizzate negli ultimi trenta anni in ambito epigrafico (ALFÖLDY 1973), storico (RUIZ DE ARBULO 1998), gli studi dei volumi architettonici (HAUSCHILD 1983; DUPRÉ 1987; TALLER ESCOLA D'ARQUEOLOGIA 1989; MACIAS *et al.* 2007) e del loro apparato decorativo (KOPPEL 1990; PENSABENE 1993), a tracciare un'accurata fisionomia del Foro provinciale e a definirne progressivamente gli aspetti formali e funzionali. La ricerca però continua tutt'oggi ad alimentarsi di dubbi e questioni irrisolte che lasciano aperto un interessante dibattito relativo a temi di carattere cronologico e di interpretazione architettonico-funzionale delle strutture del Foro.

Lo studio che qui si presenta, relativo all'applicazione delle cosiddette "moderne tecnologie" per la documentazione grafica del Foro di *Tarraco*, s'inserisce in un progetto più ampio che propone di porre attenzione agli aspetti tecnologici e organizzativi della costruzione, a partire dall'analisi diretta delle testimonianze archeologiche³. La base di documentazione prescelta, ovvero l'utilizzo di fotopiani, ha permesso di ottenere in maniera rapida, efficace ed economica una grande quantità d'informazioni in cui le immagini bidimensionali delle strutture hanno facilitato la lettura stratigrafica e l'analisi costruttiva.

Una delle maggiori difficoltà che ha condizionato lo studio di tale complesso monumentale è stata certamente costituita dalla continuità di vita della città che, a partire dal riutilizzo delle strutture romane in epoca tardoantica sino ad arrivare ai nostri giorni, si è sviluppata all'interno del medesimo spazio urbano. Tale circostanza ha inevitabilmente influito sulla conservazione delle evidenze archeologiche, oltre a condizionare l'attività di documentazione di strutture inglobate nel tessuto edilizio della città moderna. Gli impedimenti, che spesso le sopra citate circostanze hanno imposto, hanno determinato, da parte nostra, la scelta dell'uso della rettificazione fotografica come supporto per la documentazione grafica dei resti di nostro interesse.

Nel presente articolo si propongono le esperienze e i risultati derivati dall'uso di due software applicati alla realizzazione del raddrizzamento fotografico. Tale metodo ha costituito il supporto per la documentazione grafica finalizzata all'analisi tecnico-costruttiva dei resti concernenti il Foro provinciale.

³ Il progetto, tutt'ora in corso, fa riferimento alla tesi dottorale "El Foro Provincial de *Tarraco*. Documentación y análisis de técnicas y procesos constructivos" (il progetto è finanziato da una borsa di dottorato di ricerca concessa da l'Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de la Recerca-AGAUR de la Generalitat de Catalunya).



Fig. 1 – La colonia di *Tarraco* tra la dinastia flavia e antonina; in alto, il “Foro provinciale” (da MACIAS *et al.* 2007).

2. IL RADDRIZZAMENTO FOTOGRAFICO: DOCUMENTAZIONE GRAFICA E ANALISI DEI PROCESSI COSTRUTTIVI DEL “FORO PROVINCIALE”

2.1 *Il Foro provinciale e lo studio dei processi di costruzione*

La città di *Tarraco* ricoprì sin dalla sua fondazione un ruolo rilevante nell’ambito dell’espansione romana in Occidente. Le fonti letterarie descrivono la zona più elevata della città come la base militare in cui s’installarono gli accampamenti delle truppe romane durante la seconda guerra punica. All’incirca a due secoli di distanza, l’acropoli della collina divenne scenario dell’enorme complesso architettonico (Fig. 1), sede del culto imperiale dell’*Hispania Citerior* di cui *Tarraco* era divenuta capitale in seguito alla riorganizzazione territoriale e amministrativa voluta dal *princeps* Augusto.

L’enorme complesso tarragonense fu infatti sede amministrativa e cerimoniale del nascente culto imperiale. La volontà, da parte delle élite locali e provinciali, di rendere omaggio al culto dell’imperatore mantenne un duplice carattere religioso e amministrativo. All’interno del Foro, infatti, avevano luogo le riunioni annuali del *concilium*, ovvero dell’assemblea dei rappresentanti delle colonie e dei municipi della Provincia Citeriore (RUIZ DE ARBULO 1998), così come tutti gli atti cerimoniali connessi al culto imperiale.

L'ubicazione scenografica della struttura monumentale, insieme all'imponenza dei volumi realizzati in opera con grandi blocchi e alla maestosità delle decorazioni in marmo, dovevano trasmettere con immediatezza il messaggio ideologico e simbolico proprio di tale architettura. Il grande complesso si articolava in tre terrazze con disposizione assiale: la terrazza superiore o "Recinto de Culto" si configurava come un *temenos* porticato, di forma quadrangolare che circondava il tempio probabilmente dedicato al *princeps*; la terrazza intermedia o "Plaza de Representación" era la sede del *concilium* e si presentava come una piazza circondata da un podio e da due criptoportici sovrapposti. Le fonti epigrafiche attestano che tale spazio monumentalizzato era in uso in età vespasiana (ALFÖLDY 1973), ma nonostante questo la costruzione della terrazza inferiore, occupata dal circo, si data a epoca domiziana. L'originalità di quest'ultimo edificio è marcata dalla disposizione trasversale rispetto al resto del complesso, costituendo allo stesso tempo una sorta di confine con il restante spazio urbano della colonia.

Come già evidenziato, questioni di natura cronologica e di interpretazione architettonico-funzionale delle strutture del Foro costituiscono ancora oggetto di un dibattito aperto. Nonostante le tematiche di tale dibattito esulino dalla trattazione qui proposta, risulta interessante evidenziarne gli aspetti principali. La scarsità di dati archeologici di età augustea e giulio-claudia, riferibili all'acropoli della città, portò in un primo momento a focalizzare gli studi sull'esistenza di un unico progetto di epoca flavia. Lo sviluppo delle successive ricerche negli ultimi anni ha però permesso di accettare unanimemente l'ipotesi della presenza di due progetti costruttivi del Foro, che interessavano lo stesso sito: il primo ascrivibile ad epoca giulio-claudia ed il secondo ad epoca flavia. Il primo di tali progetti fu modificato per ragioni ancora sconosciute e quasi certamente mai portato a termine. Tale duplicità cronologica sarebbe inoltre confermata dai dati archeologici. La problematica cronologica emerse in un primo momento in seguito al ritrovamento nel 1996 di due fregi in marmo lunense appartenenti alla decorazione del tempio della "parte alta" della città e datati rispettivamente ad epoca giulio-claudia e flavia (PENSABENE, MAR 2004). Inoltre, fu ripreso in considerazione un interessante dato archeologico relativo al ritrovamento negli anni '50, nella terrazza superiore, di una grande trincea (SÁNCHEZ REAL 1969) interpretata come parte della fondazione del primo *temenos* del tempio di Augusto; questa presentava forma ad U e si disponeva parallela ai portici della piazza superiore, nonostante avesse dimensioni minori rispetto a quest'ultima. Infine sono state portate avanti ricerche relative ai resti di un piccolo complesso terrazzato formato da criptoportici, ubicati nell'angolo sud-orientale della terrazza intermedia del Foro (il settore denominato della Volta Llargà), previ al circo e la cui costruzione sarebbe da mettere in relazione con un progetto anteriore, modificato o mai terminato (DUPRÉ, SUBIAS 1993; PIÑOL 2000; VINCI 2009).

Esistono inoltre questioni irrisolte che si riferiscono all'interpretazione architettonica e funzionale di alcuni degli spazi del complesso monumentale. Tra questi, il menzionato settore della Volta Larga, la zona denominata del *pulvinar*, il sistema di accesso ai distinti spazi del Foro. Tra i temi ampiamente discussi sin dal principio risalta la problematica relativa all'ubicazione del tempio, probabilmente dedicato al *princeps* Augusto, la cui esistenza è testimoniata dal testo di Tacito (*Tac., Ann.*, I, 78) e dall'iconografia monetale di epoca tiberiana (VIVES 1926, tav. CLXX; BURNETT, AMANDRY, PAU 1992, tav. 16). Recentemente è stata accettata in maniera unanime la sua ubicazione nella terrazza superiore del Foro, mentre negli ultimi anni il dibattito si è focalizzato sulle ipotesi di ricostruzione dell'alzato dell'edificio sacro, sulle sue dimensioni e sulla modulazione, così come sul suo apparato decorativo⁴ (PENSABENE, MAR 2010; MACIAS *et al.* 2011).

Alla luce dei problemi interpretativi e di contestualizzazione cronologica appena esposti, il progetto in corso, relativo all'analisi dei processi costruttivi, propone una prospettiva di studio più tecnica dell'architettura del Foro provinciale. L'analisi stratigrafica delle fasi e dei processi del cantiere permette di soffermarsi ad esaminare dettagliatamente la tecnologia impiegata e le differenti operazioni della costruzione. La comprensione di tali processi costituisce però un elemento fondamentale anche per le implicazioni economiche e sociali vincolate al contesto in cui si realizza (MANNONI 2002). La base metodologica di tale studio ne costituisce un aspetto essenziale: ad una documentazione descrittiva, realizzata con specifiche schede di tecnica di costruzione (PIZZO 2010), si associa una documentazione grafica che, come già messo in evidenza, si avvale della rettificazione fotografica. La combinazione dei suddetti strumenti ha permesso in primo luogo di realizzare uno studio stratigrafico delle evidenze archeologiche in questione. In particolar modo si è posta attenzione all'individuazione delle fasi costruttive di epoca romana e alla definizione delle fasi di costruzione. Lo sviluppo di un cantiere edilizio si alimenta di una serie di attività e momenti di lavoro con durata giornaliera, settimanale e mensile che determinano la formazione di sequenze stratigrafiche; le impronte lasciate da tali attività definiscono le varie fasi del processo costruttivo che si adatta e modifica continuamente a seconda degli imprevisti e delle esigenze che si presentano durante l'attività del cantiere (PIZZO 2009).

In secondo luogo, sono stati registrati gli aspetti formali della struttura, sempre in associazione alle caratteristiche funzionali della stessa. Disporre di un'immagine reale, bidimensionale e metricamente scalata ha consentito,

⁴ Le due campagne archeologiche effettuate nel 2010 e 2011 (dirette da J.M. Macias, I. Teixell e A. Muñoz) nella navata centrale della cattedrale della città hanno confermato l'esistenza di una piattaforma in *opus caementicium*; essa raggiunge una profondità di 2,30 m e si interpreta come la parte inferiore della fondazione della scalinata della facciata del tempio.

tra le altre cose, di definire gli schemi modulari ricorrenti applicati durante il processo di costruzione. Nell'ambito dello studio degli elementi costruttivi, avvalersi di un'immagine di alta qualità (importante per una buona risoluzione dei colori e dell'aspetto superficiale della struttura), che riproduce perfettamente la realtà, ha permesso di documentare le caratteristiche relative alla lavorazione dei materiali; in particolar modo sono state analizzate le tracce lasciate dagli strumenti di lavoro, essi stessi studiati e classificati. Non risulta ridondante evidenziare che il lavoro sul campo costituisce sempre la prima fase di tale processo di analisi.

2.2 Acquisizione dei dati ed elaborazione informatizzata: applicazione dei software Photoplan (Kubit) e Image Master (Topcon)

Come è già stato messo in rilievo, per il processo di raddrizzamento fotografico sono stati usati due software, il Photoplan versione 6.0 (Kubit) e l'Image Master (Topcon). La scelta dell'utilizzo di due programmi è stata dettata dai noti impedimenti e condizionamenti che caratterizzano il processo di documentazione e studio delle strutture che si conservano in ambito urbano. Nello specifico, la città di Tarragona costituisce un perfetto esempio di un centro urbano stratificato in cui i manufatti antichi continuano a sopravvivere nelle strutture e nelle installazioni moderne. Tale circostanza in primo luogo condiziona fortemente lo stato di conservazione delle strutture: da una parte, si affidano alla memoria collettiva evidenze archeologiche spesso altrimenti abbandonate, garantendone un ruolo attivo all'interno della comunità cittadina, situazione che però spesso può compromettere l'apporto conoscitivo a livello archeologico delle strutture d'interesse. D'altra parte, lo studio dell'edilizia storica in ambito urbano obbliga a tener in gran considerazione l'ubicazione attuale dei manufatti, condizionandone l'accessibilità e la tempistica d'intervento.

Per questa ragione, le condizioni di lavoro spazio-temporali hanno costituito uno dei principali vincoli che ha influito nella scelta dei software da utilizzare. La maggior parte dei resti che fanno riferimento al Foro provinciale della città sono attualmente conservati in strutture di proprietà privata (strutture per ristorazione, case private, etc.), circostanza che ha spesso condizionato, per ragioni di differente natura, i ritmi di lavoro. La decisione di lavorare con due programmi per il raddrizzamento fotografico ha offerto, in questo senso, un più ampio ventaglio di possibilità adattabili agli spazi nonché ai tempi in cui intervenire. Attualmente esistono sul mercato differenti software validi e facilmente accessibili in termini non solo economici, ma anche operativi che, nonostante a volte rendano difficoltosa una rapida scelta, in cambio offrono un ampio panorama di possibilità; i vantaggi e gli svantaggi di ognuno di tali programmi dipendono esclusivamente dalle specifiche finalità di studio e dal contesto spazio-temporale in cui si lavora.

La preferenza nell'applicazione di Photoplan (Kubit) o di Image Master (Topcon) si è basata principalmente sulla valutazione, a seconda dell'entità e dell'ubicazione della struttura da documentare, del binomio adattabilità-rapidità riscontrata tanto nella fase di acquisizione quanto in quella di elaborazione dei dati⁵.

Entrambi i programmi offrono la possibilità di scegliere tra due procedimenti di lavoro: raddrizzamento attraverso punti topografici di appoggio e rettificazione con il metodo delle fughe o metodo geometrico. Il risultato del raddrizzamento con entrambi i programmi è un'immagine scalata, perfettamente piana, che vincola la documentazione fotografica ad esatte informazioni geometriche. In entrambi i programmi le foto possono essere realizzate con qualsiasi tipo di macchina; per le applicazioni qui proposte è stata utilizzata una macchina fotografica digitale ad alta risoluzione, la Nikon D-80 applicando un'ampiezza focale di 18 mm. La decisione di usare un'ampiezza focale di 18 mm si è rivelata un ottimo compromesso tra un ampio campo visivo che permettesse di fotografare la massima superficie possibile per ogni fotogramma e la capacità dei programmi utilizzati di elaborare le immagini correttamente. Quanto maggiore sarà il campo visivo, infatti, tanto minore sarà la quantità di foto necessarie per coprire un'intera superficie; d'altra parte, però, l'utilizzo di un grandangolo genera una maggiore deformazione ottica della foto (soprattutto ai margini laterali) che rende difficile, se non impossibile, ottenere buoni risultati di rettificazione. L'ampiezza focale prescelta nel nostro caso ha rappresentato la massima capacità che entrambi i programmi potevano supportare per compiere una corretta elaborazione dei dati.

I due programmi si caratterizzano per una differente modalità di acquisizione delle immagini. In Photoplan è necessario effettuare un'unica foto frontale della superficie da rettificare, nonostante la posizione di presa non debba essere necessariamente zenitale, ma possa anche avere una traiettoria obliqua (dal basso verso l'alto); questo costituisce un enorme vantaggio in quanto evita l'utilizzo di bracci estendibili per la presa di foto zenitali, nel caso di strutture di maggiori dimensioni. Image Master, invece, prevede l'uso di coppie stereoscopiche di foto, da effettuare in posizione zenitale, per ogni piano da rettificare. In seguito all'importazione dei dati in ambo i software sarà necessario calibrare la macchina fotografica specificando l'obiettivo utilizzato.

⁵ Photoplan è un'applicazione di AutoCAD. Tale software, utile esclusivamente alla realizzazione della rettificazione fotografica, costituisce una valida alternativa al metodo fotogrammetrico, anche perché è sicuramente più economico. Image Master, invece, è un programma generalmente utilizzato per il rilievo fotogrammetrico, applicazione di cui però in questa sede non tratteremo.

3. APPLICAZIONI SPECIFICHE E ANALISI DEI DIFFERENTI CONTESTI DI STUDIO

3.1 Raddrizzamento attraverso punti topografici di appoggio: software Photoplan (Kubit)

La scelta del procedimento di acquisizione dei dati è stato in questo caso principalmente dettato dall'ubicazione della struttura documentata. L'area di studio in questione è attualmente inclusa all'interno di un patio che si apre in una delle sale di esposizione del Museo Diocesano di Tarragona. Nella planimetria del Foro romano della città, il paramento di nostro interesse forma parte della cosiddetta "sala axial", una sala rettangolare che si apriva nel portico nord che circondava l'area sacra. L'ubicazione della struttura all'interno di un cortile aperto inutilizzato non presentava particolari problemi, soprattutto in quanto l'area di lavoro possedeva una profondità di campo che non imponeva limitazioni spaziali (per ciò che riguarda sia la presa di punti topografici che quella fotografica); tale circostanza ha permesso di realizzare la presa fotografica della struttura in un unico fotogramma (senza rinunciare alla qualità e ad una buona risoluzione dell'immagine), condizionando la scelta del software da applicare nell'elaborazione dei dati (Fig. 2).

Il programma Photoplan, infatti, prevede un procedimento particolarmente rapido ed efficace sia nella fase di presa dei dati che nella successiva elaborazione degli stessi. Il software in questione, infatti, necessita per la trasformazione dell'immagine digitale in un fotopiano di un minimo di quattro punti topografici di riferimento (per la presa dei quali è stata utilizzata la stazione totale Topcon GPT-7000i series) individuati sull'area da raddrizzare e di una sola foto della stessa (Fig. 3, Tav. V, a). Ad ogni modo risulta conveniente utilizzare sempre più di quattro punti, in quanto se uno di essi non è stato esattamente determinato, il sistema è in grado di eseguire una compensazione statistica con gli altri punti registrati⁶. In questo caso come punti di appoggio sono stati scelti elementi facilmente riconoscibili sulla struttura, tutti appartenenti allo stesso piano di rettifica. Nella fase di elaborazione informatica tali punti, importati in AutoCAD e contrassegnati da un codice numerico, sono stati vincolati all'immagine. Quando l'ubicazione della struttura da rilevare lo permette, tale metodo si rivela essere senza alcun dubbio il più efficace in termini di rapidità e di risultati ottenuti.

⁶ È bene comunque determinare non più di otto punti per ogni fotogramma in quanto, proprio a causa dell'autocompensazione effettuata dal sistema, maggiori sono i punti di riferimento e maggiore potrà essere il margine di errore accumulato per ognuno di essi.



Fig. 2 – Patio del Museo Diocesano di Tarragona; a destra, il paramento romano che costituisce parte della cosiddetta “sala axial” (foto J.M. Puche).

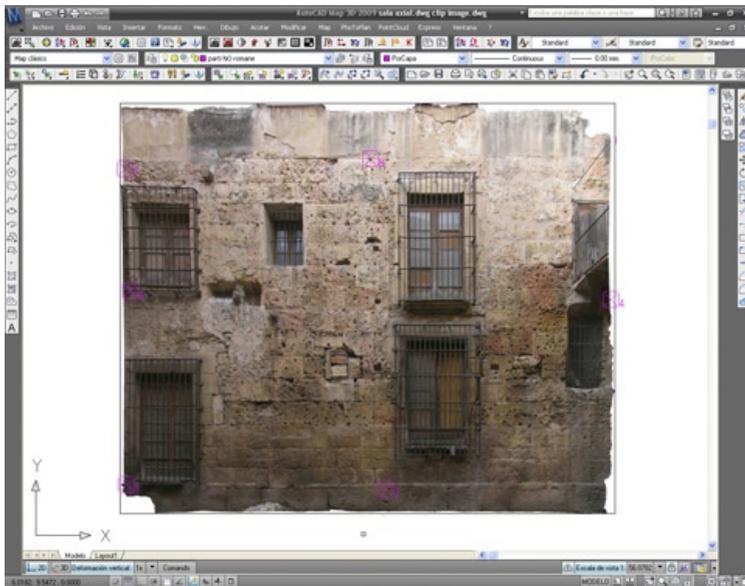


Fig. 3 – Ortofoto del muro occidentale della cosiddetta “sala axial”, generata attraverso punti topografici di appoggio (foto autore).

3.2 Rettificazione con metodo geometrico o delle fughe: software Photoplan (Kubit)

Come già più volte sottolineato, la scelta del programma e del procedimento di acquisizione dei dati utilizzato è stato condizionato dal rapporto spazio-temporale in cui era possibile intervenire. Nell'applicazione proposta, è essenziale sottolineare che l'entità dei resti documentati risulta essere esigua: la struttura si situa all'interno di una delle sale di esposizione del Museu Bíblic Tarraconense e costituisce parte dell'edera rettangolare che si aprirebbe nel portico orientale della terrazza superiore del Foro provinciale. Nel caso di studio che si propone è stato ritenuto più opportuno utilizzare il cosiddetto "metodo geometrico". Come già anticipato, a condizionare la scelta sono state le dimensioni della struttura conservata.

Durante la fase di pianificazione del lavoro innanzitutto si è optato per la realizzazione di due fotopiani, successivamente uniti in un unico mosaico, in quanto lo spazio a disposizione non permetteva di riprendere in una unica foto tutta la struttura⁷. Per realizzare il processo di rettificazione è stato necessario individuare tre misure di riferimento, le prime due perpendicolari tra di loro e utili al sistema per poter calcolare il rapporto tra larghezza e altezza della superficie da raddrizzare (più lunghe sono le misure e maggiore sarà la precisione del processo di raddrizzamento). La terza misura è costituita da una diagonale che deve essere abbastanza lunga da poter coprire la maggior parte della struttura da rettificare. Nella fase di elaborazione informatica le misure sono state assegnate all'immagine assieme al valore reale misurato. Successivamente è stata applicata una griglia di rettifica alle linee di fuga orizzontali e verticali identificabili nel paramento (Fig. 4, Tav. V, b).

Le linee ortogonali ben definite che caratterizzano la struttura possono essere utilizzate per determinare la distorsione prospettica dell'immagine. A tale proposito, nella documentazione di evidenze di tipo archeologico, è chiaro che la supposta regolarità della struttura architettonica, spesso richiesta da programmi di questo genere, è praticamente impossibile da riscontrare. Se ciò può essere facilmente rilevato nell'analisi di moderne strutture architettoniche, operando in ambito archeologico si è ovviato a tale problema utilizzando un livello laser portatile; grazie all'utilizzo di plastilina colorata sono state determinate, sulla struttura stessa, le estremità delle linee ortogonali a cui, durante l'elaborazione informatica dei dati, è stata adattata la griglia di appoggio. Uno dei limiti principali di tale metodo è quello di dover registrare una diagonale che attraversi tutta la superficie da rettificare; tale informazione non sempre può essere facilmente ottenuta, neanche con l'uso di un distanziometro, di-

⁷ A circa 1 m dal muro romano vi è collocata una grande riproduzione in marmo del tempio di Gerusalemme.

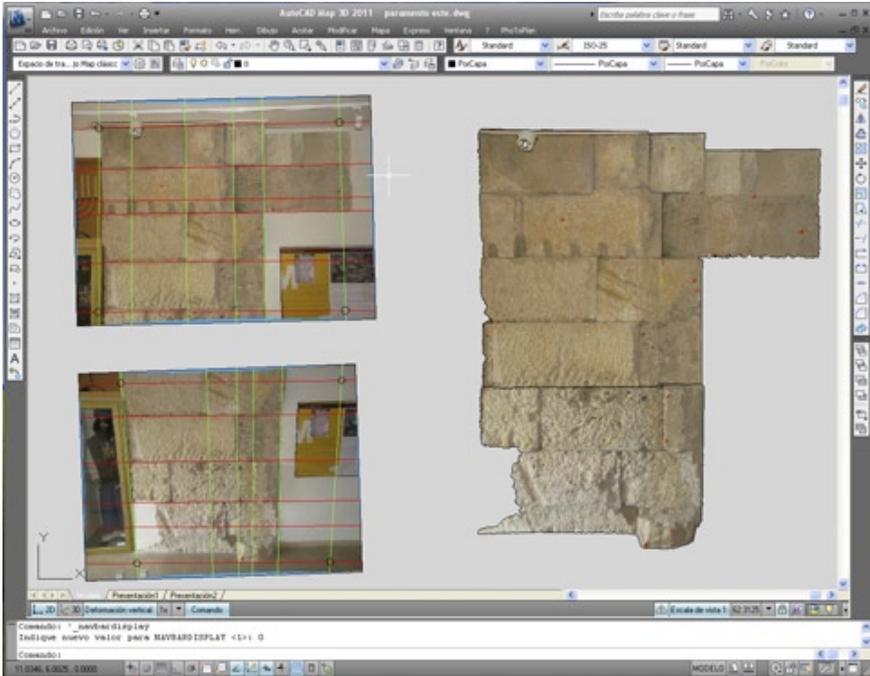


Fig. 4 – Visualizzazione di una delle fasi del raddrizzamento con l'applicazione della griglia di rettifica. A sinistra, i due fotogrammi e, a destra, il fotomosaico finale (foto autore).

pendendo dall'entità della struttura in questione. Al contrario, però, con tale metodo si può sopperire alla circostanza di non disporre di una stazione totale, così come, il mancato utilizzo di tale strumento, soprattutto in ambienti di piccole dimensioni, può addirittura agevolare le operazioni di lavoro.

3.3 Rettificazione con metodo geometrico o delle fughe: software Image Master (Topcon)

La zona d'intervento qui illustrata offre un perfetto esempio in cui non era possibile applicare i procedimenti finora illustrati. I resti documentati sono attualmente inclusi all'interno della canonica, situata nel chiostro della cattedrale⁸. L'ultimo scavo archeologico effettuato in questo settore della città risale al 2000, anno in cui l'area di nostro interesse fu resa agibile (in vista di una futura musealizzazione) con la costruzione di una passerella che rendesse

⁸ I resti si riferiscono a parte del portico occidentale dell'area sacra del Foro, i quali risultano essere di particolare interesse in quanto includono tre delle finestre che si aprivano lungo tutta la piazza superiore.

visitabili i resti romani. La scelta del procedimento e del software da utilizzare è stata condizionata dalle circostanze spaziali in cui intervenire e dalla valutazione di un compromesso tra tempo e flessibilità del metodo applicato. L'utilizzo del raddrizzamento per mezzo di punti topografici era reso difficoltoso, in entrambi i programmi, da un poco idoneo piano di appoggio per l'installazione della stazione totale. Infatti, le uniche zone di accesso sono costituite da una passerella realizzata con pannelli metallici grigliati, sensibili al movimento (circostanza che avrebbe reso impossibile mantenere in bolla la stazione totale) e, al di sotto, la zona di scavo lasciata a vista, occupata da blocchi di pietra calcarea ritrovati in situ, dove è appena possibile il passaggio (Fig. 5).

Allo stesso modo, l'elaborazione dei dati con il software Photoplan, che effettua la rettificazione con il metodo delle fughe, risultava difficoltosa a causa dell'impossibilità di misurare la diagonale della struttura. Per tali ragioni, il procedimento utilizzato è stato quello geometrico in cui i dati sono stati elaborati con l'Image Master (Topcon). L'acquisizione delle immagini in questo caso si riferisce a coppie stereoscopiche di foto. Importate le immagini nel software, sono stati individuati un minimo di 6 punti di riferimento⁹ disposti lungo i margini del fotogramma (Fig. 6, Tav. VI, a). La vicinanza della passerella di accesso al muro romano¹⁰ ha rappresentato un'altra difficoltà; per tale ragione è stato necessario realizzare un mosaico di immagini per ottenere il fotopiano finale.

Per ciò che riguarda il raddrizzamento delle tre finestre, la specifica ubicazione ne ha determinato un trattamento differente. La finestra 1 (Fig. 7) è stata scomposta in quattro fotopiani, due per la parte superiore, che includevano tutti gli elementi della piattabanda, e due che comprendevano il resto della struttura (per la presa delle foto della parte superiore è stato necessario l'ausilio di un braccio estendibile). La finestra 2 (Fig. 8) ha presentato maggiori problemi sia nella pianificazione del lavoro, sia nella fase operativa. Difatti in questo punto il piano di calpestio è più elevato e di conseguenza il passamano metallico della passerella raggiungeva l'altezza della piattabanda della finestra che ne resta occultata. È stato necessario, per tale ragione, scomporre la struttura in un numero maggiore di fotogrammi, in totale 8 coppie di foto¹¹, di cui 3 prese dalla passerella e 5 dalla zona sottostante ad

⁹ La schermata del software permette di visualizzare contemporaneamente la coppia di foto. I punti (per i quali non è necessario posizionare mire direttamente sulla struttura, ma che si stabiliscono solo durante l'elaborazione informatica), individuati sulla foto alla sinistra, vengono automaticamente localizzati dal programma anche sulla foto alla destra, a patto che risultino ben riconoscibili.

¹⁰ La passerella è posta a circa 1,50 m dal muro romano, distanza che aumenta leggermente al di sotto della piattaforma arrivando a circa 2,50 m.

¹¹ Una coppia di foto che includesse la piattabanda, due paia di foto per ogni lato della finestra, ed infine due coppie per il davanzale.



Fig. 5 – Resti del muro del portico occidentale della terrazza superiore attualmente inclusi nella canonica della cattedrale di Tarragona (foto autore).



Fig. 7 – Fotopiano della finestra 1 (foto P. Aliende).

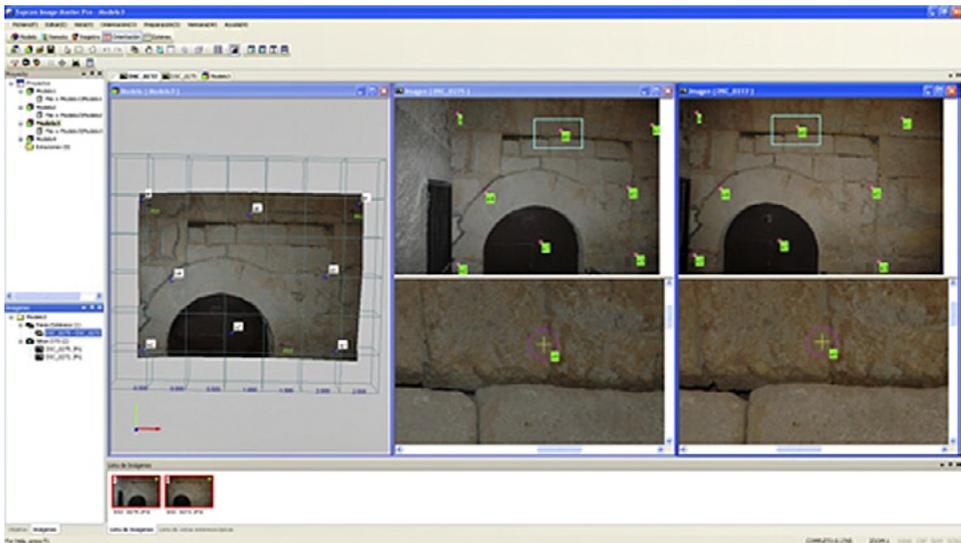


Fig. 6 – Visualizzazione di una delle fasi di raddrizzamento con l'individuazione in entrambe le foto di punti di riferimento comuni (foto P. Aliende).

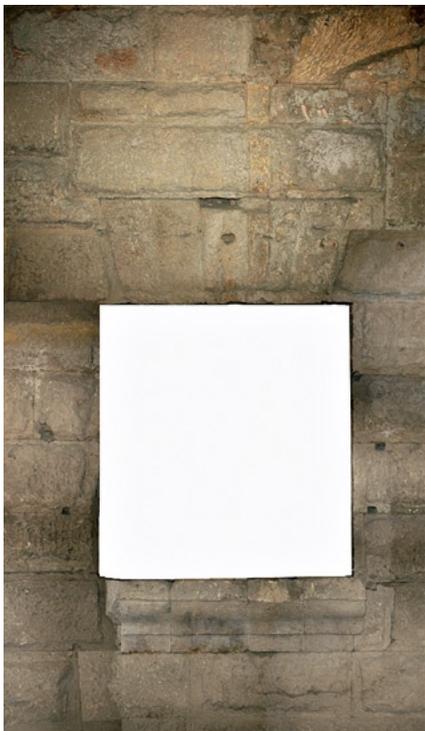


Fig. 8 – Fotopiano della finestra 2 (foto P. Aliende).



Fig. 9 – Fotopiano della finestra 3 (foto P. Aliende).

essa con l'utilizzo di un braccio estendibile. Infine, per quanto concerne la finestra 3 (Fig. 9) sono state realizzate sei coppie stereoscopiche di foto, di cui tre effettuate dalla zona sottostante la passerella (anche qui con il supporto di un braccio estendibile) e tre dalla passerella stessa.

4. CONCLUSIONI

Lo studio e la documentazione dell'edilizia storica in ambito urbano impongono frequentemente termini e condizioni d'intervento non sempre ottimali. Nella documentazione grafica, come supporto allo studio del Foro provinciale di Tarragona, l'utilizzo di due programmi si è basato principalmente sulla constatazione di lavorare in un contesto urbano e sulla necessità di trovare un compromesso tra i limiti che questo comportava e il conseguimento di risultati precisi ed efficaci.



Fig. 10 – Fotopiano della facciata meridionale della “Torre del Pretorio”.

Nel caso di contesti che presentavano problemi di spazio o di strutture di poca entità o di difficile accesso si è optato rispettivamente per soluzioni differenti: il raddrizzamento con punti topografici di appoggio e una sola presa fotografica, oppure il metodo geometrico accompagnato dalla realizzazione di un fotogramma o di coppie stereoscopiche di foto per ogni superficie da rettificare. L'adattabilità al contesto d'intervento del procedimento che ognuno dei due programmi offriva, così come la rapidità nella presa dei dati sul campo e dell'elaborazione degli stessi in una fase successiva, hanno rappresentato gli standard utilizzati nell'applicazione di uno o dell'altro software. Questo ha consentito di poter lavorare senza problemi in tutti i casi di studio da noi contemplati.

La metodologia applicata ha permesso di ottenere una documentazione precisa delle evidenze archeologiche di nostro interesse, nonché una catalogazione dello stato attuale delle stesse. Nel contempo, il disporre di

immagini reali, bidimensionali ha rappresentato un importante strumento di documentazione utile alla diagnosi delle strutture in previsione di possibili interventi di conservazione e/o restauro. Nel nostro specifico caso di studio, i fotopiani realizzati hanno fornito un'immagine reale e metricamente scalata delle strutture, in tempi brevi e con risultati di alta precisione. Il supporto grafico così generato, in accordo con le finalità di studio perseguite, ha costituito innanzitutto la base per il disegno delle varianti costruttive classificate.

La prima fase del processo di acquisizione dei dati e di analisi formale e strutturale delle evidenze archeologiche è stata realizzata sul campo. L'integrazione di tale processo con un'analisi delle strutture, effettuata attraverso le immagini informatiche generate, ha consentito di prendere visione, nel caso di elementi di difficile accesso (a causa della loro ubicazione, o delle grandi dimensioni, etc.), di una grande quantità di dettagli fondamentali per il tipo di studio in corso.

La base di immagini a nostra disposizione ha innanzitutto permesso di effettuare una precisa analisi della stratigrafia architettonica; l'individuazione, per ogni paramento analizzato, dei margini fisici di azioni costruttive omogenee e della loro cronologia relativa ha costituito il primo passo nell'acquisizione dei dati utili alla ricerca. La maggior parte delle strutture indagate è stata infatti oggetto di trasformazioni o di reimpiego in edifici di epoca successiva.

Significativo è risultato a tale proposito il caso della cosiddetta "Torre del Pretorio", uno degli accessi angolari della piazza intermedia del Foro di epoca romana che metteva in comunicazione tale terrazza con il *temenos* superiore. Si tratta di un edificio che ha subito numerose trasformazioni e cambi di destinazione d'uso: tra il XIV e il XV secolo fu palazzo reale della corona d'Aragona, tra gli anni '40 e '50 del ventesimo secolo divenne prigione provinciale, infine fu oggetto di numerosi interventi di restauro, tra cui il più importante si data ai primi anni '60 del secolo scorso. La facciata meridionale dell'edificio presenta interessanti aspetti archeologici in quanto conserva parte del muro orientale della "Plaza de Representación" decorata con lesene con capitelli di ordine tuscanico; inoltre, lo stato di conservazione del monumento, a ragione del suo valore storico, imponeva necessari interventi di consolidamento.

La realizzazione di un'immagine bidimensionale è risultata, in questo caso, particolarmente complessa, in quanto si tratta di una facciata alta circa 23 m, posta a una distanza tra 5 e 6 m dall'edificio attiguo. Grazie alla composizione di un mosaico di fotopiani rettificati con l'utilizzo del software Photoplan (Fig. 10), l'immagine reale del paramento ottenuta ha permesso innanzitutto di effettuare un'analisi stratigrafica della struttura; tramite quest'ultima sono state individuate le differenti fasi di costruzione e trasformazione dell'edificio. La mappatura realizzata è stata utile non solo per proseguire l'analisi archeologico-costruttiva del monumento, ma anche per poter pianificare i suddetti interventi di consolidamento.

Allo studio delle tecniche è stato associato quello dei processi costruttivi. A tale proposito i fotopiani realizzati hanno costituito lo strumento per definire gli schemi modulari applicati durante la costruzione del grande complesso monumentale tarragonese. Sono stati inoltre analizzati i processi di elaborazione dei materiali ponendo particolare attenzione allo studio degli strumenti di lavoro; un'immagine ad alta risoluzione, che riproduce l'aspetto superficiale reale della struttura, ha consentito di definire, nei casi in cui non era possibile effettuare un esame visivo in situ (a causa delle stesse circostanze sopra esposte), il tipo di impronta lasciata dallo strumento di lavoro utilizzato ed effettuarne la misurazione.

Nell'ambito dei propositi previsti dal progetto relativo alla definizione delle fasi e dell'organizzazione del cantiere di costruzione è risultato interessante approfondire lo studio della "construction en pierre" (BESSAC 1986); il complesso architettonico tarragonese è stato realizzato quasi completamente con la pietra calcarea denominata del "médol", proveniente dalle vicine cave situate a circa 7 km dalla città (GUTIERREZ 2009). La consistenza più "tenera" della pietra ha fatto sì che le tracce degli strumenti utilizzati per la sua elaborazione si conservassero con maggiore visibilità. La scelta degli strumenti di lavoro dipende in primo luogo dalla natura del materiale in questione, ma le varianti tra tali strumenti sono frutto delle specifiche capacità tecniche delle maestranze che vi lavorano. Documentare il grado di elaborazione dei materiali inoltre fornisce informazioni complementari utili alla comprensione degli aspetti economici, delle scelte imposte dai ritmi del cantiere, della disponibilità di materiali o delle specifiche volontà dei committenti.

Nel caso del Foro tarragonese, soprattutto per ciò che riguarda la terrazza superiore, la pietra calcarea fu impiegata sia nella realizzazione delle fondazioni che in alzata. Il muro del portico presenta un'elaborazione con blocchi il cui bugnato fu eliminato solo nel paramento interno, in quanto decorato in marmo, come testimoniano le tracce delle grappe che sostenevano le placche marmoree. L'analisi delle fasi di elaborazione dei materiali ha evidenziato che questi, dopo una prima lavorazione in cava, ricevevano in situ le loro caratteristiche definitive. A titolo esemplificativo, nel paramento della cosiddetta "sala axial" è stato possibile identificare le tracce del "marteaux taillant" (BESSAC 1986) nonché delineare il movimento che la percussione dello strumento descriveva sulla pietra per mezzo di linee oblique e parallele; inoltre è stato possibile stabilire che i blocchi furono rifiniti per coppie, contemporaneamente e successivamente alla messa in posa, grazie alla presenza del tracciato delle stesse impronte lasciate dallo strumento che proseguono su blocchi contigui.

In conclusione è possibile affermare, tenendo in considerazione le esigenze dello studio proposto e il contesto/tempi d'intervento, che la scelta di

documentare le strutture del Foro provinciale di *Tarraco* per mezzo del rad-drizzamento fotografico si è verificata una decisione assolutamente adeguata e coerente con le finalità perseguite.

M. SERENA VINCI
Institut Català
d'Arqueologia Clàssica

Ringraziamenti

Si desidera ringraziare la Sig.ra Paloma Aliende per il contributo fornito nell'acquisizione e nell'elaborazione dei dati attraverso l'uso del programma Image Master (Topcon).

BIBLIOGRAFIA

- ALFÖLDY G. 1973, *Flamines Provinciae Hispaniae Citerioris*, «Anejos de Archivo Español de Arqueología», 6.
- BESSAC J.C. 1986, *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre de l'Antiquité à nos jours*, in «Revue archéologique de Narbonnaise», Suppl. 14.
- BURNETT A., AMANDRY M., PAU P. 1992, *Roman Provincial Coinage I. From the Death of Caesar to the Death of Vitellius (44 BC - AD 69)*, London, British Museum.
- DUPRÉ X. 1987, *Forum Provinciae Hispaniae Citerioris*, in *Los foros romanos de las provincias occidentales*, Madrid, Ministerio de Cultura.
- DUPRÉ X., SUBIAS E. 1993, *Els precedents de l'anomenat Pretori de Tarragona*, in J. PADRÓ, M. PREVOSTI, M. ROCA, J. SANMARTÍ (eds.), *Estudis Universitaris Catalans. Homenatge a Miquel Tarradell*, Barcelona, Curial Edicions Catalanes, 603-609.
- FLOREZ E. 1769, *España Sagrada: Antigüedades tarraconenses, preliminar a las memorias eclesiásticas de la santa Iglesia de Tarragona*, Madrid.
- GUTIÉRREZ A. 2009, *Roman Quarries in the Northeast of Hispania (Modern Catalonia)*, Tarragona, Institut Català d'Arqueologia Clàssica.
- HERNÁNDEZ SANAHUJA B. 1892, *Historia de Tarragona: desde los más remotos tiempos hasta la época de la restauración cristiana*, Tarragona, Est. Tip. de Adolfo Alegret.
- HAUSCHILD Th. 1983, *Arquitectura romana de Tarragona*, Tarragona.
- KOPPEL E. 1990, *Relieves arquitectónicos de Tarragona*, in W. TRILLMICH, P. ZANKER (eds.), *Stadt und Ideologie: Die Monumentalisierung hispanischer Städte zwischen Republik und Kaiserzeit. Kolloquium in Madrid 1987*, München, Bayerischen Akademie der Wissenschaften, 327-340.
- MACIAS J.M., FIZ I., PIÑOL LL., MIRÓ M.T., GUITART J. (eds.) 2007, *Planimetria arqueologica de Tarraco*, Tarragona, Institut Català d'Arqueologia Clàssica.
- MACIAS J.M., MUÑOZ A., TEIXELL I., MENCHON 2011, *Nuevos elementos escultóricos del recinto de culto del Concilium Provinciae Hispaniae Citerioris (Tarraco, Hispania Citerior)*, in T. NOGALES, I. RODÁ (eds.), *XI Coloquio Internacional de Arte Romano Provincial. Roma y las provincias: modelo y difusión*, Roma, L'Erma di Bretschneider, 877-886.
- MANNONI T., BOATO A. 2002, *Archeologia e storia del cantiere di costruzione*, in «Arqueología de la Arquitectura», 1, 39-53.
- PENSABENE P. 1993, *La decorazione architettonica dei monumenti provinciali di Tarraco*, in R. MAR (ed.), *Els monuments provincials de Tàrraco. Noves aportacions al seu coneixement*, Tarragona, Universitat Rovira i Virgili, 33-105.

- PENSABENE P., MAR R. 2004, *Dos frisos marmóreos en la Ácropolis de Tarraco. El templo de Augusto y el complejo provincial de culto imperial*, in J. RUIZ DE ARBULO (ed.), *Simulacra Romae: Roma y las capitales provinciales del Occidente Europeo*, Tarragona, Consorcio Urbium Hispaniae Romanae, 73-86.
- PENSABENE P., MAR R. 2010, *Il tempio di Augusto a Tarraco. Gigantismo e marmo lunense nei luoghi di culto imperiale in Hispania e Gallia*, «Archeologia Classica», 61, 11, 243-308.
- PIÑOL LL. 2000, *Voltes del Pretori (c. Enrajolat i Casa dels Militars)*, in R. CORTÉS, O. CURULLA (eds.), *Intervencions arqueològiques a Tarragona i entorn (1993-1999)*, Tarragona, Universitat Rovira i Virgili, 89-107.
- PIZZO A. 2009, *La arqueología de la construcción. Un laboratorio para el análisis de la arquitectura de época romana*, «Arqueología de la Arquitectura», 6, 31-45.
- PIZZO A. 2010, *Propuesta para la documentación y clasificación de las técnicas constructivas romanas*, «Arqueología de la Arquitectura», 7, 277-286.
- PONS D'ICARD LL. 1572, *Libro de grandezas y cosas memorables de la metropolitana insigne y famosa ciudad de Tarragona*, Lerida.
- PUCHE J.M., MACIAS J.M., FIZ I. 2007, *Projeccions urbanístiques*, in MACIAS et al. 2007, 40-46.
- RUIZ DE ARBULO J. 1998, *Tarraco. Escenografía del poder, administración y justicia en una capital provincial romana (s. II aC – II dC)*, «Empúries», 51, 31-61.
- RUIZ DE ARBULO J. 2007, *Nuevas cuestiones en torno al Foro Provincial de Tarraco*, «Butlletí Arqueològic», 5, 29, 5-67.
- SÁNCHEZ REAL J. 1969, *Exploración arqueológica en el jardín de la Catedral de Tarragona*, «Madrider Mitteilungen», 10, 276-295.
- SERRA J. 1960, *Santa Tecla la Vieja: la primitiva catedral de Tarragona*, Tarragona, Sugrañes.
- TALLER ESCOLA D'ARQUEOLOGIA 1989, *El Foro Provincial: un complejo provincial de época Flavia*, «Archivo Español de Arqueología», 62, 141-191.
- VINCI M.S. 2009, *Studio e contestualizzazione storico-archeologica della denominata Volta Llarga*, Tesi inedita del Master Interuniversitario in Archeologia Classica (Universitat Rovira i Virgili, Universitat Autònoma de Barcelona, Institut Català d'Arqueologia Clàssica).
- VIVES A. 1926, *La moneda hispánica*, Madrid, Real Academia de Historia.

ABSTRACT

The article presents the results obtained from the application of two different kinds of software, Photoplan (Kubit) and Image Master (Topcon), to the photographic rectification used as a graphic support methodology for the technological and building analysis of the Provincial Forum of *Tarraco*. The study of archaeological structures in a modern urban context often imposes limitations and obstacles of a different nature (space, time, financial resources, etc.). In order to overcome such drawbacks, photographic rectification can be used for the bi-dimensional documentation of archaeological structures, as a tool widely affirmed and accepted in a scientific context. Presently there are several different kinds of software available on the market, so that it is difficult to make a choice among the wide range of possibilities. Nonetheless, the advantages and disadvantages of these kinds of software depend mainly on the specific aims and the particular work context. Hence, the choice of Photoplan or Image Master was based mainly on the evaluation of their respective flexibility and speed in both data collection and data processing, considering the size and the location of the structure of interest. For our purposes, the best solution was to alternate the two kinds of software, as they turned out to be quite complementary.

