

Arquitectura en Tierra

Historia y Renovación

XIII CIATTI 2016

Congreso de Arquitectura de Tierra en Cuenca y Villagarcía de Campos 2016.

Coordinadores: Félix Jové Sandoval, José Luis Sáinz Guerra.

ISBN: 978-84-697-4387-4

D.L.: VA 531-2017

Impreso en España

Julio de 2017

Publicación online.

Para citar este artículo:

CACCIAVILLANI, Carlos Alberto; RINALDI, Simona; SEVERINI, Michele. "La città di Arg-e-bam (Iran). Tecniche costruttive tradizionali, innovazione e conservazione nell'uso della terra cruda". En: *Arquitectura en tierra. Historia y Renovación. XIII CIATTI. Congreso de arquitectura en tierra en Cuenca y Villagarcía de Campos 2016*. [online]. Valladolid: Cátedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid. 2016. Pp. 121-133

URL de la publicación: <http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones.html>

Este artículo sólo puede ser utilizado para la investigación, la docencia y para fines privados de estudio. Cualquier reproducción parcial o total, redistribución, reventa, préstamo o concesión de licencias, la oferta sistemática o distribución en cualquier otra forma a cualquier persona está expresamente prohibida sin previa autorización por escrito del autor. El editor no se hace responsable de ninguna pérdida, acciones, demandas, procedimientos, costes o daños cualesquiera, causados o surgidos directa o indirectamente del uso de este material.

This article may be used for research, teaching and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, re-distribution, re-selling, loan or sub-licensing, systematic supply or distribution in any form to anyone is expressly forbidden. The publisher shall not be liable for any loss, actions, claims, proceedings, demand or costs or damages whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with or arising out of the use of this material.

Copyright © Todos los derechos reservados

© de los textos: sus autores.

© de las imágenes: sus autores o sus referencias.

LA CITTÀ DI ARG-E-BAM (IRAN): TECNICHE COSTRUTTIVE TRADIZIONALI, INNOVAZIONE E CONSERVAZIONE NELL'USO DELLA TERRA CRUDA

XIII CIATTI 2016. Congreso Internacional de Arquitectura de Tierra, Tradición e Innovación
Valladolid

*Carlos Alberto Cacciavillani, * Architetto*
Simona Rinaldi, Dott.ssa Dipartimento di Ingegneria e Geologia
Michele Severini, Dott. Dipartimento di Ingegneria e Geologia

Università G. d'Annunzio Pescara
Dipartimento di Ingegneria e Geologia

PAROLE CHIAVE: Città antica, conservazione, terra cruda

1. Introduzione

Arg-e-Bam, considerata la più grande costruzione in mattoni al mondo, è situata a Bam, una cittadina della regione di Kerman nel sud-est dell'Iran. Menzionata dall'UNESCO come opera facente parte del Patrimonio dell'umanità, questa enorme cittadella sulla Via della seta fu costruita prima del 500 a.C. rimanendo viva ed abitata fino al 1850. Il suo nome in persiano significa "fortezza costruita all'interno di un'altra fortezza" ed è caratterizzata da più di ventidue ettari di area e trentotto torri di avvistamento lungo le

grandi mura perimetrali. È composta da due parti, alta e bassa; la parte bassa inizia dalla porta, comprende Hashti, Bazar, Tekkieh, la moschea, la scuola, Zoorkhaneh, Karvansarai, Khanghah, Hammam e circa 400 case.

La parte alta è composta dalla porta, la stalla reale, la caserma, il mulino, la casa del comandante e la quella del governatore. Il 26 dicembre 2003, la cittadella fu quasi completamente distrutta da un terremoto, insieme a molti resti di Bam e dintorni. Pochi

giorni dopo il terremoto, l'allora Presidente Iraniano Mohammad Khatami annunciò che la Cittadella sarebbe stata ricostruita. La pianta e l'architettura della cittadella sono ingegnosamente studiate da diversi punti di vista. Dalla forma presente della cittadella una persona può notare che il progettista aveva previsto l'intera forma finale della costruzione della città dai primi momenti durante il processo di edificazione.

Durante ogni fase dello sviluppo della costruzione la parte già costruita godeva di una figura completa, e ogni parte addizionale poteva essere "cucita" all'interno della parte esistente uniformemente. La cittadella è collocata al centro della città-fortezza, sul punto di osservazione più sicuro. Nella forma di architettura della città di Bam ci sono due diverse parti distinguibili: la prima è quella dei signori situata all'interno delle mura, che comprende cittadella, casermoni, mulino, una casa di quattro sezioni, un pozzo d'acqua (scavato nel terreno roccioso e profondo quasi quaranta metri), ed una stalla per 200 cavalli. La seconda parte è quella dei sudditi (che circonda la parte dei signori), in cui si trova la principale via di accesso alla città-fortezza ed il bazar a fianco degli assi principali che vanno da Nord a Sud (collegano l'entrata principale con la cittadella) e circa 400 case con i relativi edifici pubblici (come scuole e luoghi dedicati allo sport). Fra le case, si possono individuare tre diverse tipologie: le case più piccole con due-tre camere per le famiglie meno abbienti, case più grandi con tre-quattro camere per il ceto medio, alcune delle quali possiedono anche una veranda. Infine si possono trovare le case più lussuose con più camere orientate in direzioni diverse per godere al meglio delle stagioni dell'anno, insieme ad una grande corte e una stalla per gli animali del circondario. Questa tipologia è presente in numero esiguo nella fortezza.

Tutti gli edifici sono costituiti da mattoni di argilla non cotti, secondo la tecnica dell'adobe. Anche il sistema di sicurezza era stato concepito in maniera estremamente accurata: quando le porte della città venivano infatti chiuse, non potevano entrare né uomini né animali. Gli abitanti potevano continuare a vivere per un lungo periodo di tempo in isolamento dato che avevano l'accesso ad un pozzo, ai giardini ed agli animali domestici interni alla fortezza. Quando la città-fortezza veniva assediata, gli abitanti potevano rima-

nere nella città mentre i soldati la potevano difendere, protetti da alte mura e torri. Oltre alle torri di guardia ed alle cime ornamentate, meritano un approfondimento le torri del vento; sono strutture che, sporgendo dagli edifici, recuperano il vento convogliandolo all'interno delle costruzioni. L'aria, scorrendo sopra a ciotole d'acqua posizionate nell'edificio, viene in questo modo raffreddata rimuovendo così anche la polvere esterna (che apporterebbe numerosi disagi). Diverse tipologie di torri del vento sono utilizzate per diversi edifici. Per esempio ci sono quattro torri del vento direzionali per le costruzioni più importanti e grandi, che sono in grado di recuperare il vento da varie direzioni, ed invece solo una torre per edifici minori. Prima di indagare sulle tecniche costruttive dei muri in terra e sul progetto di ricostruzione, è corretto soffermarsi sull'importante percorso storico dell'antica città di Arg-e-Bam.

2. Background storico

La città di Bam si trova a circa 1062 metri s.l.m. ed è caratterizzata dalla presenza di circa 70000 abitanti; la provincia di Bam, con 19480 kmq, ha circa 210.000 abitanti. È limitata a nord dalla città di Kerman, ad est dalla città di Zahedan, a sud da Iranshahr e Jiroft¹ e ad ovest da Mashiz. Questa città comprende Rain, Markazi, Narmashir e Rigan e, in base al censimento del 1989, possiede 754 villaggi di cui 578 sono composti da più di 12532 famiglie. Bam è una zona agraria e una delle aree più ricche del centro-sud dell'Iran per quanto riguarda le acque sotterranee. Fino al periodo Ghagiar si chiamava Arbaee² di Bam perché ciascuna delle quattro zone (Darzin³, Bam, Narmashir e Rigan) di Bam, in passato poteva essere considerata la città più importante.

Ebne Hoghel⁴ scrive nel 967 d.C. che il clima di Bam è più sano di quello di Jiroft. L'aumento delle coltivazioni a frutteto ha fatto in modo che la temperatura in questa zona sia più sopportabile, ma comunque ha la caratteristica di una zona desertica con la temperatura che di giorno arriva a 44° e di notte a quasi 20° di differenza. Le stagioni più piacevoli sono l'autunno e la primavera, ma il miglior periodo climatico di Bam inizia dalla metà di autunno fino alla metà del mese di aprile. In questo periodo Bam, dal punto di vista climatico, è una delle migliori aree del mondo, perché la temperatura oscilla da 18° a



Figura 1. La cittadella di Arg-e-Bam (antecedente al sisma del 2003). Autore: Kocourek Ales, Wiki, 2002.

22°. La coltivazione di questa zona è il dattero, una specie nera detta Mazafati, famosa anche all'estero. Il pagiushe⁵ di questo albero è esportato in tutte le parti del mondo con lo stesso clima di Tabas⁶ ed anche in America. Gli agrumi di Bam sono famosi in tutto l'Iran proprio per la loro dolcezza. Gli altri prodotti sono Hennè e Mascara che hanno una qualità migliore rispetto le altre zone dell'Iran. Il melograno di Bam è famoso ed è esportato in tutto il mondo, soprattutto una specie che si chiama Keivani.

Patinger⁷ che ha viaggiato in Iran tra il 1810 ed il 1817, scrive nel suo diario Stampa di Theran: «i giardini di questa città sono famosi per il loro melograno e sia il profumo che la sua dolcezza senza dubbio migliori di quelli di Shiraz e di Bagdad⁸». Arg-e-Bam è situato a nord-est della città di Bam, a nord confina con il fiume Bam (o fiume Poshtrood), ad est con l'antica nevia e con i giardini del quartiere Bagdarvazeh, a sud con un parco di nuova costruzione e ad ovest con il quartiere di Hajimorad. Tutto il complesso si estende per 200.000 mq, comprendendo tre parti separate dalle mura che sono rispettivamente quella abitativa, quella militare e quella governativa. La parte alta, composta dalle ultime due, è stata costruita sulla roccia e predominava sulla parte abitativa. Tutte le abitazioni si affacciavano sulla parte alta in maniera tale da scoprire qualsiasi focolaio di ribellione tra la popolazione. L'unica porta aperta integra è quella disposta sul lato sud della cittadella, accessibile tramite un ponticello sopra il fossato che gira tutto intorno alle mura esterne. La costruzione della parte alta, risalente molto probabilmente al periodo dell'Impero Ashkanide⁹ (60 a.C.) si è unita con la parte alta dopo la sua caduta. Esiste una leggenda secondo cui questa città è stata fondata da Bahman figlio di Esfandiar, un leggendario re di Shahnameh, chiamato anche Ardeshir, re

dell'Impero Archemenide. In base a questa storia la data di fondazione di questa città risale al periodo degli antichi persiani o anche ad un periodo antecedente. Nel Shahnameh la città viene chiamata Kojaran, città povera la cui popolazione viveva dei lavori di filatura svolti dalle ragazze della città. Secondo la leggenda, un altro personaggio noto era Haftvad, padre di sei figli ed una figlia; la sua famiglia ogni giorno diventava sempre più ricca ed il padre decide così di compiere una rivolta contro il governatore della città, prendendo possesso del potere. In questo momento Ardeshir chiede che la città vada sotto la sovranità del regno, ma Haftvad non accetta e scoppia la guerra che verrà persa da Haftvad. Esiste un posto chiamato Kozaran, ad ovest di Bam, che avvicina la storia di Shahnameh alla realtà. Questo argomento viene trattato nel libro di S. Persi Saiks¹⁰, che pone a confronto la storia di Shahnameh con le sue ricerche; inoltre grazie alla scoperta delle monete del periodo Ashkanide, viene confermata ancora di più la coincidenza della leggenda con la realtà accaduta. Sia il palazzo delle quattro stagioni che la torre di Kolah-Faranghi venivano utilizzati per le feste religiose del Dio del fuoco cioè Zaratustra (nel periodo Ashkanide); ci sono diverse testimonianze che la torre sia stata molto probabilmente ricostruita nel periodo Saffavide (1550 d.C.), perché come si può notare alcune sue finestre sono bloccate dalle scale (che sono quindi più antiche). Il palazzo delle quattro stagioni ha quattro spazi coperti a cupola, con uno spazio centrale avente anch'esso la stessa copertura. Quest'edificio era in realtà il luogo dove in autunno ed in primavera si organizzavano cerimonie e feste, perché era aperto su quattro lati dove è visibile sia tutta la città che il panorama circostante nella sua totalità. Molto probabilmente i quattro spazi coperti erano destinati per l'accensione del fuoco nel periodo Ashkanide (feste religiose

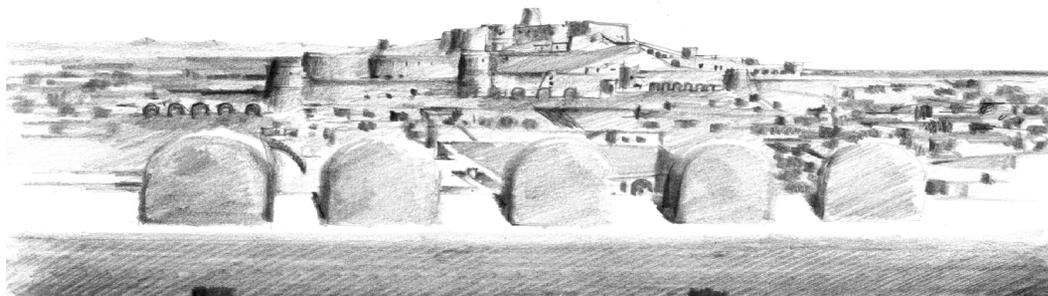


Figura 2. La cittadella di Arg-e-Bam: schizzo a mano. Autore: Hosseini Shirvani Mehrdad, tesi di laurea "La città antica di Arg-e-Bam, costruzione e uso della terra cruda" relatore prof. arch. Carlos Cacciavillani, 2002

di Zaratustra). L'industria tessile in questa città è caratterizzata dalla produzione di seta e di altri tipi di tessuti pregiati arrivati molto probabilmente a Bam dalla Cina e dalla via delle spezie. Quest'industria era al suo culmine nel periodo dell'Islam. Ebne Hoghel scrive nel 957 d.C.: «[...] Bam, dove tessono le stoffe di cotone eccellenti e belle che vengono esportate ed acquistate dai commercianti di altri paesi [...]». Dopo l'Islam questo territorio è stato sempre un focolaio di guerra ed i re vincenti mandavano i loro prigionieri nelle prigioni di Arg-e-Bam. Come spiegato nella fase introduttiva, dal 1850 in poi, questa città ha cominciato ad essere disabitata e gli abitanti si sono trasferiti all'esterno delle mura. Nel diario di viaggio intitolato "Da Kerman a Ciahbahar"¹¹ non si fa alcun riferimento alla Caserma di Arg, ma viene menzionato il Bagno del Governatore, situato all'interno della terza cinta muraria, adiacente alla Casa del Governatore, quest'ultima trasferita nel 1870 fuori dalle mura. Il grande fossato che funge da perimetro alle mura, naturalmente costruito per difendere la città, funzionava come una lama a doppio taglio, in quanto a volte veniva riempito d'acqua dal nemico, facendo così crollare alcune porzioni delle mura esterne. La grande muraglia, quasi certamente costruita secoli prima dell'Islam, strutturalmente è costituita da mattone crudo, è caratterizzata da un'altezza variabile di circa sei/sette metri ed è stata eretta su di una piattaforma di fango, con trentotto torri di dimensioni differenti. L'autore del libro "Da Kerman a Ciahbahar" scrive: «[...] la lunghezza della città è la stessa di undici torri e la sua larghezza è invece di sei torri; la distanza di ogni torre è di sessantacinque passi». Alcune parti di questa grande muraglia,

che circonda la città per circa 2000 metri, sono state rovinare e ricostruite durante vari periodi, soprattutto in quello mongolo. Tranne la parte nord-ovest, il resto delle mura esterne è stato costruito prima dell'Islam. Non si riesce invece a datare la porta a sud, unica porta d'accesso alla città. Moghaddasi scrive: «la fortezza di Bam possiede quattro porte: la porta Narmashir, la porta Kusakan, la porta Asbikan e la porta Koorjin». Molto probabilmente la porta oggi accessibile è la stessa a cui Moghaddasi dà il nome di Narmashir. Ad essa si arriva tramite un ponticello costruito sul grande fossato; possiede due grandi torri ai lati di forma rastremata. Subito dopo la porta si entra in Hashti.¹² Passando da Hashti per un breve corridoio, ci si può immettere nella via del Bazar, lunga sessanta metri. La via del Bazar possedeva sicuramente una copertura di cui non è rimasto nulla. Realizzato nel periodo Saffavide, nel 1500 d.C. circa, presenta ai lati alcune botteghe, modificate poi da ogni commerciante per le proprie esigenze commerciali. Al centro del Bazar era prevista una bottega per il custode incaricato al controllo e all'ordine dei movimenti nel mercato, al controllo dei prezzi e alla qualità del pane, della carne e del sale: questi erano gli alimenti principali soggetti a norme, la cui violazione comportava la pena di morte. Prima di questo Bazar, funzionante fino al 1870, si trovavano dei luoghi nei quali la gente esercitava gli scambi, dato che Bam era molto importante per il commercio dei tessuti e soprattutto della seta grazie alla sua posizione geografica lungo strada delle spezie. Dirigendosi verso nord, alla fine del Bazar, si può trovare un piazzale chiamato Tekkie, avente su quattro lati delle arcate e delle

botteghe commerciali; la sua funzione era sia quella di raccogliere altri mercanti che di luogo in cui organizzare feste e cerimonie religiose, durante le quali le persone approfittavano per discutere di commercio. Dall'angolo sud-est di questa piazza e passando per un vicolo lungo la direzione est-ovest, si arriva alla grande Moschea Jiame di Arg, funzionante fino agli anni '60. Durante i vari secoli è stata continuamente ristrutturata, perciò è difficile stabilire esattamente la data di costruzione. A nord del cortile c'è un Mehrab che porta la data del 1390 d.C., ma il professor Pop,¹³ ricercatore inglese, data la costruzione al 980 d.C., mentre la pavimentazione del cortile risale al 1800 d.C. Nell'angolo sud-est della moschea si trova una stanza con un pozzo interno di grande importanza storica.

Uscendo dalla moschea dalla porta a nord si giunge al complesso di Mirza Naim¹⁴ caratterizzato dalla scuola, dalla casa, e dalla tomba e da una torre del vento a ventotto aperture. All'angolo nord-est di questo complesso, si trova lo Zoorkhane o palestra, la cui data di realizzazione si attesta tra il 1600 e il 1700 e la cui cupola copre uno spazio sottostante dove venivano praticati sport tradizionali. Abbandonando la parte est di Arg (la più antica) e proseguendo ad ovest del Bazar, si può trovare il Bagno Pubblico della città, di cui oggi sono evidenti le due grandi vasche al centro. Percorrendo nuovamente la strada verso nord, si arriva al secondo anello di mura ed alla seconda porta, la cui realizzazione risale al periodo Seljuikide (1050 d.C.). Le mura di questa porta possiedono tre torri e continuano ad est fino a collegarsi alle mura principali, mentre ad ovest si collegano alle mura della stalla. Prima di entrare nella seconda porta, ad ovest si può scorgere Khanghah, in passato una scuola religiosa, dove studiavano i mullah di sufi.¹⁵ Ritornando alla seconda porta, questa presenta due torri laterali e delle stanze adibite al riposo delle guardie; alla sinistra si trova la stalla,¹⁶ uno dei luoghi più interessanti di Arg, avente al centro un acquedotto ed intorno delle mangiatoie per i cavalli. Ad est, ovest e sud vi sono invece le stalle coperte per l'inverno. Nell'angolo sud-est della stalla si trova un pozzo profondo ventotto metri, posto in asse con altri due pozzi, di cui uno situato nella caserma e l'altro all'interno della casa del governatore. Ciò significa che lo sviluppo della caserma, della stalla e della casa del governatore è dovuto solamente alla necessità dell'uso dell'acqua di

questi pozzi. A nord della stalla e verso l'asse sud-ovest e nord-est, è costruita la caserma, coeva della stalla (1150 d.C.). Quest'ultima si sviluppa su due piani, con il secondo pozzo situato nel cortile ed avente una profondità di trentuno metri; il muretto e la ruota del pozzo esistono tuttora. Una delle caratteristiche del cortile della caserma è un punto in cui si trova un piccolo podio, dove il comandante teneva i suoi discorsi. Nell'angolo sud-est della caserma c'è la casa del comandante militare chiamato Mirnezam. Questa casa, la cui costruzione risale all'anno 1000-1100 d.C., con l'ingresso posto verso la caserma, aveva le caratteristiche delle case di lusso di quel periodo. All'estremità ovest della torre a sud-ovest della caserma, si possono osservare i resti di un mulino a vento¹⁷ con una delle ruote in pietra tuttora esistenti. Il dottor Ali Mazahari¹⁸ afferma che i musulmani abbiano imparato la costruzione dei mulini a vento dai cinesi; soprattutto nella zona di Sistan¹⁹ ne erano presenti in grande quantità, per sfruttare un vento fortissimo presente per 120 giorni nell'arco di un anno. I resti delle antiche mura che dividono il quartiere Konari si trovano proprio dietro questi mulini. Il prof. Hans Gobe scrive: «il quarto quartiere è stato aggiunto all'inizio del 1700 a seguito delle violenze e degli attacchi da parte degli afgani agli abitanti fuori le mura; questi sono entrati nella città per proteggersi occupando l'angolo nord-ovest, quindi le mura antiche si sono spostate verso nord». Ad ovest della Casa del Comandante Militare si può trovare una terza cerchia di mura costruita sulle rocce di Arg che, mediante una piccola curvatura verso nord-est, si collega alle mura principali; la loro realizzazione risale al periodo dei mongoli. Con queste mura la città in realtà si divide in tre parti che sono: la parte delle abitazioni, quella militare e quella governativa. Da est e quindi dalla caserma, passando per un vicolo con una forte salita, si arriva alla parte governativa ed alla Casa del Governatore nella quale si nota la separazione della parte invernale nord con quella estiva invece della parte sud, la quale è stata ristrutturata totalmente nel periodo Saffavide, cioè nel 1550. A nord del Palazzo Quattro Stagioni c'è il Bagno del Governatore la cui acqua veniva recuperata da un altro pozzo scavato all'interno della roccia e realizzato nel periodo Achemenide (550 a.C.); questa veniva utilizzata fino a 150 anni fa.

3. Muri in terra e mattoni: tecniche costruttive

Nelle ricerche archeologiche effettuate sopra le colline di Silak, si può ritrovare l'uso di mattone crudo nella costruzione d'edifici databili 3000 anni prima di Cristo. La costruzione d'edifici con questa tecnica interessava ogni epoca, perché con estrema facilità la terra era raccolta, lavorata, fatta diventare argilla, e poi usata per costruire. In generale questo metodo costruttivo riguarda la maggior parte dell'edilizia presente sia nei villaggi che nelle piccole cittadine e nelle grandi città, ma soprattutto nelle zone con poca pioggia e con clima secco e caldo e desertico, apparendo sotto forma di tipi architettonici quali caravanserragli, bazar e moschee.

Quindi Arg-e-Bam è costituita anch'essa da materiali quali argilla come legante e mattoni di terra cruda, ma in alcune parti anche da pietra, mattoni cotti e da albero di dattero, il cui legno veniva utilizzato come travi. Questa cittadella era abitata dall'inizio dell'epoca Sassanide sino alla conclusione dell'epoca di Ghagiar.²⁰

La terra cruda viene prodotta in diversi modi: dalla miscela di argilla con l'acqua, poi tagliata in misure determinate, dall'argilla minerale in polvere miscelata con polvere di pietra e acqua, da una miscela d'argilla con paglia e ghiaia (la presenza di paglia fa diventare più resistente l'argilla e la ghiaia aumenta invece la resistenza), dalla terra presa dai ruderi delle vecchie costruzioni in piccoli o grandi pezzi, dalla miscela d'argilla grassa pestata con la cenere (che ha poco grasso e con la sua presenza funge quindi da impermeabilizzante), dalla miscela di argilla con peli di capra, lana di cammello e crusca di riso (che limitano la presenza di crepe), dalla miscela con escrementi d'animali come i bovini (che dona resistenza all'umidità e anche compattezza), dalla miscela d'argilla con il tessuto di alcune piante ed infine dalla miscela d'argilla con il tessuto di foglie di dattero.

Da un'ottima argilla confezionata in uno dei modi citati è ricavata una miscela a forma di vasca detta akhoore.²¹ L'interno di akhoore si riempie d'acqua e si lascia da ventiquattro a quarantotto ore che questa penetri nelle piccole particelle di terra e le faccia gonfiare. Dopo di che il tutto viene mischiato e girato per essere pronto a riempire lo stampo.

Anticamente venivano usati stampi delle dimensioni di 20x 20x 5 cm e 25x 25x 5 cm. Esistono anche degli stampi rettangolari che contengono due, quattro o sei spazi per formati di mattoni delle dimensioni 20x 10x 5 cm. L'iter della preparazione si svolge nel seguente modo: l'impasto perfettamente miscelato e denso è inserito negli spazi dello stampo, con un movimento di battitura a terra, facendo in modo che l'impasto entri perfettamente, evitando così gli spazi vuoti.

La parte eccedente di impasto era rimossa anticamente con l'intestino teso di pecora, oggi invece con cavetti finissimi d'acciaio o con un pezzo di legno. La superficie del terreno, dove è rovesciato lo stampo, deve essere pulita e priva di qualsiasi impurità. Gli stampi vengono infine rovesciati per terra in modo da far uscire le mattonelle. Sulla superficie dello stampo va sparsa un po' di cenere o polvere d'argilla a volte invece paglia, per evitare che l'impasto si attacchi allo stampo stesso. Ogni due o tre volte la superficie di questo deve essere pulita dai materiali separatori, perché questi a contatto con l'impasto possono gonfiarsi e disturbare l'operazione dello stampo. Per erigere il muro, composto naturalmente dai singoli mattoni in terra cruda, dopo aver provveduto all'isolamento ed allo strato protettivo, si inizia con la sovrapposizione degli elementi accompagnati a fango, tenendo presente che nello strato di mattone crudo lo spazio tra un elemento e l'altro deve essere coperto dallo strato superiore per un legame migliore. Il fango deve essere accompagnato dai granuli di sabbia, perché in caso contrario da solo si schiaccerebbe sotto la pressione del muro. Nelle zone desertiche e alcune zone del paese, nelle strutture di terra cruda con la copertura di legno, la presenza dei tarli causa di degrado della struttura. Viene quindi utilizzata una pianta autoctona caratterizzata da grandi spine, che vengono macinate grossolanamente e poi mischiate nella malta per i primi tre strati del muro, evitando con ciò l'attacco della struttura da parte dei tarli. Per procedere poi all'intonacatura del muro, bisogna erigere una impalcatura forte e stabile quindi pulire la superficie di lavoro spruzzando acqua; compiuta questa operazione si stende poi sulla superficie uno spessore da sette ad otto mm di malta di gesso a presa rapida. Questo, dopo essere mischiato con l'acqua, si dispone con le mani su un frattone e con un angolo ed una direzione precisa si inizia a spalmare dal basso verso l'alto per uno



Figura 3. La preparazione dei mattoni ad Arg-e-Bam: akhoor, preparazione dello stampo e mattoni finiti - Autore: Hosseini Shirvani Mehrdad, tesi di laurea "La città antica di Arg-e-Bam, costruzione e uso della terra cruda" relatore prof. arch. Carlos Cacciavillani, 2002.

spessore di circa sette millimetri. Questo tipo di gesso si indurisce subito, perciò si preparano degli esigui quantitativi posti in piccoli contenitori. La malta del secondo contenitore si inizia a stendere dal punto in cui è terminato il precedente e si continua in questo modo fino al termine di una parete, manovrando il frattone con movimenti rotatori da sotto a sopra, da destra a sinistra e viceversa, ottenendo così una superficie liscia. Per quanto riguarda le tipologie costruttive che si vengono così a creare, in questo lavoro sono analizzate le due principali: quella semplice con eivan davanti e quella costituita da quattro parti.

Nel primo tipo gli spazi vengono posizionati su un lato, le stanze separate da porte o finestre si aprono verso il cortile, la cucina è posta invece affianco alle stanze e vicino al pozzo d'acqua. Il cortile è caratterizzato dalla presenza di giardinetti quasi sempre con una vasca d'acqua. Tutte le costruzioni usano il pianterreno come cantina per tenere gli alimenti, il bagno ed i servizi vengono collocati sempre in questa zona, collegata con la parte superiore tramite le scale esterne nel cortile. Oggi questa tipologia è molto frequente nelle zone calde e desertiche per famiglie che non hanno un reddito alto. La seconda tipologia prevede invece un grande soggiorno centrale con gli altri spazi disposti intorno e le stanze ai quattro angoli dello stesso. La costruzione è collegata su due lati ai cortili e in entrambi sono presenti dei giardini e delle vasche, in modo che d'estate l'interno della casa si rinfreschi.

Volendo trattare dei vantaggi e degli svantaggi derivanti dall'uso di questa tecnica costruttiva, si può affermare che il mattone è costituito da una miscela di terra con sabbia e va quindi pulito con una pezza inumidita dalla polvere che ha raccolto durante l'essiccazione. Con una miscela ben amalgamata si ottiene uno scheletro monolitico che offre una speciale resistenza anche a piccoli terremoti grazie all'appoggio ed all'incastro d'ogni pezzo.

La presenza di terra cruda si riscontra di solito nelle zone desertiche e calde, dove per l'assenza di umidità queste costruzioni resistono migliaia di anni. Nel caso di zone con clima un po' umido, bisogna costruire un basamento per almeno un metro di altezza in pietra, calce e sabbia, che resista all'umidità. Se nell'ultima fila del basamento in pietrame, con le pietre disposte verticalmente, vengono frapposti piccoli tronchi d'albero imbevuti nel catrame (sopra cui è posizionato lo scheletro di terra cruda), si viene a creare una buona resistenza al movimento sismico.

Infine si può sostenere che le costruzioni di terra cruda hanno di solito un spessore maggiore delle altre e perciò l'uso di questi manufatti è molto frequente nelle zone che presentano estate molto calda e inverno molto freddo e secco. Bisogna tener conto che i nuovi materiali non hanno potuto ancora sostituire questa tecnica e risolvere il problema del caldo e del freddo in queste zone geografiche. Varie miscele possono proteggere la struttura per diversi secoli come si può infatti notare ad Arg-e-Bam. Per quanto riguarda gli svantaggi

di questo metodo si può dire che le strutture di terra cruda, nella parte esterna non possono essere sprovviste di protezione in quanto, a causa dell'umidità e della pioggia in inverno o nelle altre stagioni, la struttura ed i granuli di terra possono rigonfiarsi, distruggendo così i legami delle varie parti ed in poco tempo la compagine muraria stessa. Come è stato poc'anzi accennato, nelle zone non desertiche, l'umidità attacca molto velocemente dal basso le strutture, distruggendole. Per evitare inoltre l'attacco dei tarli alle strutture di terra cruda, si applicano delle spine (dette di cammello) nella miscela, che impediscono il loro proliferare. Anche le crepe favoriscono la penetrazione di pioggia e neve in alcune parti, come ad esempio nelle giunture, sul tetto e sulle parti esterne che vanno riempite con materiali molto resistenti. In alcuni casi nella direzione delle crepe, si applica il *tamusseh*, cioè tubi di argilla aventi la funzione di grondaia. Infine non vanno trascurate sia l'assenza dei nodi tra i muri separatori degli infissi, sia la pressione esercitata sull'incrocio dei muri nelle coperture a volta. L'assenza della doppia giunzione tra queste ultime ed i muri portanti, fa sì infatti che essi cedano di fronte a forti movimenti. Se si parla di tecniche costruttive non si può non fare cenno ai problemi derivanti da un eventuale evento sismico (come poi è accaduto nel 2003). L'effetto dell'azione e reazione delle onde sismiche infatti, fa sì che i muri frontali si muovano ed in assenza dei nodi tra le volte e gli infissi con la struttura, porti prima al crollo della volta, poi degli archi delle porte (che a causa delle scosse si sono spostati). Comunque utilizzando delle tecniche adeguate si possono proteggere le strutture anche da queste sollecitazioni. Per quanto riguarda i singoli elementi, le strutture voltate ad esempio, per i materiali usati, non hanno molta resistenza di fronte ai movimenti del terreno perché una volta che i muri hanno subito una traslazione possono crollare. Per questo motivo è necessario stabilizzare le murature tramite i contrafforti. La loro presenza in corrispondenza dei muri interni ed esterni fa sì che si abbia una struttura tanto più resistente, quanto più sono grandi questi ultimi. È necessario costruire i contrafforti insieme alla struttura perché se realizzati dopo, nel momento dell'asciugamento con conseguente ritiro, si possono staccare dal resto della struttura perdendo efficacia. La sicurezza antisismica nelle strutture in terra cruda segue comunque delle regole ben precise. Per gli infissi delle finestre e delle

porte ad esempio si fa sporgere di venti centimetri il tronchetto fissato all'interno del muro. Nella larghezza del muro vengono quindi posti tre tronchi lunghi, uno di un metro e settanta centralmente, mentre gli altri due di un metro e novanta fissati alla colonna ed insieme tra loro tramite un pezzo di legno.

4. Il progetto di restauro

Il Patrimonio Culturale di Bam rappresenta uno degli esempi più importanti di città islamica antica con un ensemble pressoché completo di tutti quegli elementi urbani generatori e caratteristici come palazzi, case, moschee, caravanserragli, hammam, bazar, officine e fortificazioni. Inoltre costituisce un magnifico esempio di città interamente costruita in terra cruda con una stratificazione, ancora perfettamente leggibile, che documenta la sua storia millenaria. Purtroppo, il 26 dicembre del 2003, la mattina presto, un violento terremoto di grado 6,5 (Scala Richter) ha devastato una grande area della provincia di Kirman con gravissime perdite di vite umane. L'epicentro fu localizzato a circa 10 km a sud-ovest di Bam, lungo la faglia omonima che taglia in direzione est-ovest tutta la regione. Metà della popolazione di Bam scomparve, la città nuova fu completamente distrutta ed Arg-e-Bam (la città antica) ridotta in macerie. La Comunità Internazionale ha risposto prontamente in soccorso di questa pesante tragedia umana sia per il recupero sia per la salvaguardia dell'eccezionale Patrimonio Culturale di Arg-e-Bam. Infatti la cittadella oltre ad essere un'importante meta turistica, risorsa vitale per la Regione, costituiva testimonianza storica e vanto dell'identità culturale dell'intero Paese come simbolo di un glorioso passato. Organizzazioni come UNESCO, ICOMOS e ICCROM hanno pianificato, insieme con l'ICHTO (Organizzazione iraniano del patrimonio culturale) il programma di recupero del Patrimonio Culturale duramente colpito dal sisma. Nel 2004 Bam e la sua Regione entrarono a far parte del Patrimonio dell'Umanità (UNESCO).

Il Governo Italiano è stato coinvolto nel Progetto di Recupero sin dall'inizio. In seguito a numerose ricognizioni il Ministero per i Beni e le Attività Culturali ha optato per il restauro e messa in sicurezza della torre n°1 sulla cinta muraria sud-occidentale. L'intervento di restauro antisismico, limitato ad un ristretto settore della fortificazione, ha

carattere sperimentale e si pone come modello riproponibile su larga scala. Prima di addentrarsi nel caso studio del recupero della torre, bisogna dire che molte e diverse sono state le ipotesi di ricostruzione della città che si sono succedute nel tempo: lasciare le rovine nel loro stato di devastazione, oppure ricostruire secondo un intervento alla Viollet-Le-Duc o salvaguardando la riconoscibilità degli interventi. Di estrema importanza è stata la posizione dell'architetto Hussein Tayari, che per trent'anni ha presieduto i lavori di restauro della cittadella, fermamente orientato verso la ricostruzione mattone su mattone, ritenendo che «ricostruire la cittadella sarebbe il solo modo per salvaguardarne la memoria». In effetti, la città distrutta di Bam ha scelto la strada della ricostruzione integrale dei complessi monumentali di mattoni crudi; nonostante essi non avessero alcun valore economico o abitativo, si è scelto di ricostruirli perché il complesso definisce lo spirito stesso della città.

Ci sono molte motivazioni che spingono all'inerzia geografica durante le fasi successive ad una catastrofe naturale: per prima cosa, i modelli esistenti di proprietà del suolo solitamente restano invariati dopo il disastro; in secondo luogo, la popolazione locale mira a ripristinare i modelli preesistenti delle attività economiche e delle relazioni sociali, per rigenerare il senso di comunità; in terzo luogo, a causa di un probabile processo di graduale adattamento al rischio da parte della comunità locale. Inoltre, le ragioni della conservazione storica potrebbero richiedere la ricostruzione di edifici o monumenti quanto più possibile vicina all'originale. Infine, il senso di attaccamento emozionale o ideologico al posto è funzione del suo *genius loci*: il processo di ricostruzione normalmente coinvolge risorse destinate alla riedificazione o riorganizzazione di quegli elementi che incarnano il *genius loci* del posto, e quanto più un sito è antico e storico, tanto più complesso sarà questo processo.

La lezione che si legge dal caso di Bam è chiara: il processo di pianificazione della ricostruzione post-sisma ha dovuto necessariamente prendere in considerazione l'attaccamento fisico, emozionale ed economico della gente al luogo.²² Tornando al restauro della torre, la ricerca archeologica è finalizzata all'elaborazione di un modello strutturale dinamico della torre, con fasi di crescita, restauri e ristrutturazioni, come presupposto

filologico e scientifico del restauro. L'indagine e lo studio della genesi e della vita del monumento è infatti premessa indispensabile e inderogabile per la sua leggibilità e conservazione. Le informazioni che provengono dalla ricerca archeologica sono indispensabili per il raggiungimento degli obiettivi preposti nel rispetto della storia e dell'ambiente culturale. Oltre al contributo finalizzato all'individuazione di una corretta metodologia per il consolidamento ed il restauro, le indagini in corso si sono indirizzate verso una conoscenza più approfondita delle tecniche costruttive e delle fasi di crescita della fortificazione collocabili in una cronologia relativa e sperimentale ricollocabile all'interno del contesto storico così come tramandato dalle fonti. L'elaborazione del modello di crescita, messo a punto in vari surveys, ha indicato la strada da percorrere per una ricerca corretta e rispettosa del monumento, indicando modi, tipi di prospezione e saggi di scavo volti a chiarire specifiche problematiche del Restauro. La torre n°1 della cinta muraria più esterna, si è rivelata come un organismo pluri-stratificato con corpi murari aggiunti in appoggio dall'esterno (la cosiddetta "crescita a cipolla"). La configurazione attuale risulta infatti come la sommatoria di diverse fasi costruttive e ricostruttive (cinque le maggiori) nonché di rifacimenti, restauri ed interventi di manutenzione ordinaria che progressivamente hanno accresciuto il nucleo della linea difensiva originaria. Le trasformazioni modificavano, di volta in volta, non solo disegno e volumetria della torre ma anche struttura e organizzazione interna. Le ricostruzioni si delineano come giustapposizioni o accrescimenti di ringrosso esterno con la funzione di contenere e stabilizzare le strutture preesistenti e il nucleo sostruttivo sull'aggere esterno. La torre della fase più antica, al momento accertata, presenta una pianta rettangolare con angoli leggermente smussati ed è costruita con corsi regolari di mattoni crudi quadrati allettati con malta colloidale limo-sabbiosa. Risulta in aggetto di circa tre metri ed ottanta dalla cinta muraria pertinente. Nelle fasi di ringrosso della torre sono presenti tratti sostruttivi realizzati con una tecnica simile al *pisé* (o ad una variante tipologica dello stesso) realizzata con getti progressivi di terra cruda, allo stato umido o semi-fluido, tirati su senza l'ausilio di casseforme. Le fasi di ringrosso della torre consistono in un sistema di muri paralleli, con profilo a scarpa, in appoggio sulle strutture

preesistenti o su nuclei di risarcitura realizzati a sacco con la funzione di chiudere, stringere e contenere terrapieno e strutture precedenti in fase di imposta ed elevazione della nuova torre.

I crolli, a seguito del sisma, misero in luce una copertura voltata, sul lato meridionale, obliterata nel nucleo della torre. Il distacco dell'ultima fodera di rivestimento delle mura aveva evidenziato, in una sorta di spaccato assonometrico, la dinamica di crescita del sistema difensivo: ringrossi in successione verso l'esterno e rinterri interni, per colmata degli ambienti collassati. Ad una crescita verso l'esterno, quindi, si associava un rialzamento delle quote interne e sommitali della fortificazione. Il modello di crescita in verticale, per colmata del preesistente, è imposto dalle caratteristiche tecniche e comportamentali delle strutture in terra cruda. In caso di gravi dissesti, come la rotazione o distacchi verticali a seguito di parziali cedimenti fondali, esse non possono essere riprese in altezza. Questo è il caso dell'ambiente voltato colmato all'interno della torre. La tecnica costruttiva della volta rispetta perfettamente il modello culturale iraniano: a piani inclinati di mattoni crudi disposti per taglio, con un sesto parabolico inclinato di circa venti gradi che permetteva l'appoggio in fase di costruzione, sulla parete corta, dei singoli elementi fermati da un impasto limoso colloidale: una tecnica di costruzione autoportante della volta che permetteva di procedere progressivamente senza ausilio della cassaforma. La volta copriva un ambiente di circa 7,40 x 2,80 m in appoggio sul lato orientale alla torre più antica obliterata nel nucleo delle successive ricostruzioni. In seguito vi è stata una ulteriore fase di ristrutturazione con una diversa organizzazione e distribuzione degli spazi su quote più elevate e che si attestano sui livelli pavimentali pre-sisma. Un tratto delle mura occidentali, in prossimità della torre, presenta una tecnica costruttiva che si distacca dalle tipologie finora osservate e documentate a Bam. Si tratta dell'imposta di una volta, rinvenuta in crollo primario e sigillata all'interno della compagine difensiva, realizzata con un corso di elementi lapidei di spoglio tra cui una macina. Il breve segmento di sostruzione è risultato legato strutturalmente, ma non in fase, con le mura più esterne nel tratto dove è stata rinvenuta una croce greca impressa sul rivestimento esterno. Gli accertamenti archeologici hanno riportato alla luce, un

silos a pianta oblunga realizzato contro terra con rivestimento in mattoni crudi. Potrebbe trattarsi di un ripostiglio, scavato nel pavimento, per la conservazione di derrate alimentari. La sezione esplorativa effettuata sull'aggere occidentale, a breve distanza dalla torre (a circa due metri e mezzo), per una lunghezza di venti metri ha evidenziato le fasi di crescita del terrapieno esterno realizzato a scarpa con lo scopo di rialzare e di rinforzare la fortificazione verso il fossato esterno. Sono state documentate fasi di placcaggio, con limi-sabbiosi, delle superfici esterne con la funzione di limitare i processi erosivi da ruscellamento di superficie durante la stagione delle piogge; sostruzioni rompi-tratta a mezza costa con lo scopo di spezzare e contenere la spinta verso il basso dell'aggere e frenare il rotolamento gravitazionale; bonifiche e consolidamento del profilo in seguito a parziali smottamenti. È stato inoltre documentato un profondo distacco del terrapieno, con andamento parallelo alle mura, conseguenza di un precedente e disastroso sisma che causò, inevitabilmente, dissesti e crolli importanti del sistema difensivo. La trincea esplorativa sul fossato esterno ha evidenziato una stratigrafia per apporti di dilavamento in direzione nord, verso il fiume. Gli strati a matrice limo-sabbiosa non presentano residui organici e antropici, come si poteva pensare, a causa della forte attività erosiva e di trasporto verso valle. Tuttavia sono state documentate fasi di apporto con sporadici materiali ceramici attribuibili al periodo Sassanide e/o al primo periodo Islamico. I saggi di scavo sono stati localizzati all'interno della torre ed hanno consentito di documentare evidenti tracce storiche di eventi sismici in diversi settori della torre stessa. Un'interfaccia stratigrafica negativa (di taglio o troncatura), caratterizzata da crolli e dissesti delle strutture, documenta un evento sismico immediatamente antecedente a quello del 2003. È molto probabile che il collasso della volta obliterata nell'ambiente meridionale, così come quello delle mura di fase più antica siano stati causati dai medesimi eventi: non va dimenticato che siamo in un'area altamente sismica e a pochi passi dalla faglia. Le disastrose conseguenze di queste periodiche calamità imponevano, ogni volta, proprio per le caratteristiche fisiche della terra cruda, il consolidamento della base fondale e la ricostruzione tout court dell'elevato della torre e delle mura.²³

5. Conclusioni

Il presente caso studio vuol porre l'accento sulla tecnica delle architetture in terra cruda, mettendo a fuoco sia la storia della cittadella di Arg-e-Bam sia l'evento sismico che ha pesantemente investito questa località geografica. La documentazione in possesso e la visita in situ per gli autori hanno permesso lo sviluppo completo del lavoro, argomentando in maniera verticale (dal generale al particolare) tutte le problematiche riscontrate nel corso della ricerca. Come detto in precedenza, il sistema costruttivo in terra cruda è tra i più diffusi al mondo, ma deve affrontare sfide di aggiornamento e rivisitazione per fronteggiare il rischio sismico, pericoloso anche per le tipologie edilizie tradizionali. La cittadella è stata distrutta quasi interamente dal terremoto, ma gli edifici che hanno ceduto avevano subito restauri e rimaneggiamenti a partire dal 1950, mentre ironicamente, quelli che non

erano stati soggetti ad alcun intervento hanno subito meno danni o addirittura sono rimasti completamente illesi. Il caso di Arg-e-Bam è esemplare da questo punto di vista: sebbene le costruzioni tradizionali in terra cruda fossero quelle di cui ci si aspettava la scarsa resistenza e quindi il crollo, letali si sono rivelati invece gli edifici in cui l'acciaio moderno e i pesanti tetti in muratura gravavano sui preesistenti muri di mattoni, piuttosto che le strutture in adobe costruite con gli antichi sistemi voltati. Questi ed altri esempi fallimentari di costruzioni antisismiche, in cui le antiche tecnologie si combinano con disinvoltura a quelle contemporanee, devono servire da esempio per i potenziali pericoli derivanti dall'inserimento di opere ed interventi attuali all'interno dei sistemi costruttivi tradizionali dell'edilizia storica, quando questa è sottoposta ad opere di miglioramento sismico.²⁴

Bibliografia

AA.VV., Apporti italiani alle problematiche di conservazione promosse dall'UNESCO in conseguenza di calamità naturali. Arg-e-Bam. Archaeological Research of joint Iranian-Italian Mission. Italian post-earthquake cooperation project of Mi-BAC. I-The archaeological research (2005 -2010), in *Bollettino d'Arte*, 6, Miur, Roma 2010.

AA.VV., Objectives and Activities of the Iranian-Italian Archaeological Team at Bam (Report February 2008), in *Arg Annual Report of Arg-e-Bam Research Foundation*, 2, Miur, Roma 2008.

AA.VV., The Historical City of Arg-e Bam. Iran. Archaeological Survey Report September 2005, Ministry of Cultural Heritage and Activities Research, Innovation and Organization Department, Miur, Roma 2005.

AA. VV., *Tarikhe memari va shahrsazi Iran* [Storia dell'architettura e dell'urbanistica in Iran], Ed. Cultural Heritage Org, Tehran 1995.

AA.VV., *Ganjnameh* [Archivio del Tesoro], Ed. Mo-hamad, Tehran 1996.

- A. BLUKBASHI, Ghahve Khanehaye [Le sale date iraniane], Ed. Ufficio Di Pajuheshhaye Farhanghi, Tehran 1996.
- A. FARID, Honarhaye Iran [L'arte iraniana], Trad. Marzaban, Ed. Farzan, Tehran 1995.
- J. GHASBANPOUR, Khanehay Irani [Le case iraniane], Ed. Tis, Tehran 2000.
- A. GHOUCHIANI, Katibehaye sofale Nishabur [Le tavole di argilla di Nishabur], Ed. Reza Abbasi Museum, Tehran 1985.
- B. IZADPANAHA, Kerman, Ed. Soroush, Tehran 1995.
- N. KASRAIAN, Sarzamine ma Iran [La nostra terra], Ed. Sekkeh, Tehran 1990.
- M. Y. KIANI, Iran: Memari va shahrsazi [Architettura e urbanistica], Howzeeye Honari, Tehran 1993.
- M. Y. KIANI, Karvansarahaye Iran [I karavansarai iraniani], Ed. Cultural Heritage Org, Tehran 1994.
- M. Y. KIANI, Tazeinate vabasteh be memariye Iran [Le decorazioni dell'architettura iraniana], Miras Farhanghi, Tehran 1997.
- M. KARIMNIA, Moarrag rouye choub [L'intarsio del legno nell'architettura], Miras Farhanghi, Tehran 1997.
- L. MOLKOMIAN, Kelisahaye Aramene-ye Iran [Le chiese armene in Iran], Ufficio di Pajuheshhaye Farhanghi, Tehran 2001.
- E. NEGAHBAN, Morouri bar panjah sal bastan-shenasiye Iran [Riassunto di 50 anni di archeologia in Iran], Miras Farhanghi, Tehran 1997.
- E. NEGAHBAN, Shoush: Kohantarin Markaze Shahrneshiniye Jahan [Shoush: il centro urbano più antico del mondo], Miras Farhanghi, Tehran 1997.
- R. PARHIZKAR, Sarzamine Mehr o Mah [La terra di luna e affetto], Ed. Boniad Fars Shenasi, Tehran 1998.
- M. SADEGHI FASAI, Kavir dar tasvir [Un safari nel deserto], Ed. Dad, Kerman 1996.
- A. SALAR BEHZADI, Arg-e-Bam, Ed. Dad, Kerman 1997.
- J. SHAHRI, Tehran e Qadim, Ed. Moin Press, Tehran 1991.
- H. SOLTANZADEH, Fazahaye shahri dar Bafthaye Tarikhi [Gli spazi urbani nel tessuto storico dell'Iran], Cultural Reserch Burea, Tehran 1991.
- H. SOLTANZADEH, Panjarehaye qadimiye Tehran [Le antiche finestre di Tehran], Ed. Pazhouhesh, Tehran 1997.
- H. SOLTANZADEH, Bazarhaye Irani [I mercati iraniani], Pajuheshhaye Farhanghi, Tehran 2001.
- M. TAVVASSOLI, Tattahiye Fazaye Shahri [Il progetto degli spazi urbani], Miras Farhanghi, Tehran 1997.
- H. ZOMERSHAIDI, Masjed dar Memari Iran [La moschea nell'architettura iraniana], Ed. Keyhan Press, Tehran 1995.
- H. ZOMERSHAIDI, Kashikariye Iran [I mosaici iraniani], Ed. Keyhan, Tehran 1998.
- H. ZOMERSHAIDI, Memari dar Iran [Architettura in Iran], Ed. Zomorrod, Tehran 1998.²⁵

Citas y notas

* **Carlos Alberto Cacciavillani**, Prof. Arch., Dipartimento di Ingegneria e Geologia - Università G. d'Annunzio Pescara, Chieti, Italia

Simona Rinaldi, Dott.ssa Dipartimento di Ingegneria e Geologia, Università G. d'Annunzio Pescara, Chieti, Italia

Michele Severini, Dott. Dipartimento di Ingegneria e Geologia, Università G. d'Annunzio Pescara, Chieti, Italia

1. Jiroft: antica città nei pressi di Bam.

2. Arbaee: in lingua araba indica il numero quattro.

3. Darzin, villaggio a 30 km da Bam. La parola Darzin proviene da Darzanan: si chiama dar la colonna che si usava per impiccare, mentre zanan gli esecutori dell'impiccagione.

4. ABOL GHASEM MOHAMMAD BAGDADI detto EBNE HOGHEL: scrittore vissuto dal 935 al 995 d.C.

5. Pagiush: chiamato anche Giong, si dice dell'albero giovane che nasce ai piedi dell'albero madre.
6. Tabas: città al centro-est dell'Iran.
7. M. Patinger: botanico ed esploratore inglese.
8. M. PATINGER, Stampa di Teheran, Teheran 1969, p. 61. Il diario è stato tradotto dall'inglese dal dott. Shahpoor Goodarzi.
9. Sono state ritrovate monete di questo periodo.
10. Esploratore e scrittore inglese.
11. Il diario di viaggio è stato scritto nel 1885 da Abdel Hamid Mirza Naserddole Farmanrava, governatore di Arg-e-Bam ed è stato stampato da Fasel Mohamad Resul.
12. Hashti o vestibolo: si chiama così perché ottagonale; inoltre in lingua persiana indica il numero otto. E' stato costruito nel periodo Saffivide, 1600 e aggiunto alla porta principale.
13. Ricercatore e conoscitore dell'Iran.
14. Importante personaggio e benefattore della città.
15. Discepoli di Ali, genero di Mohammad.
16. La sua costruzione risale al periodo Magoli e Timuri, 1150 d.C.
17. Come scrive Mohammad Hassan Etemadol, il mulino è stato costruito quando Ebrahim Ican Zahirdole governava la regione del Kerman, cioè dal 1818 al 1840, da Mohammad Ghasem Damghani che ha governato per un periodo Bam.
18. H. GOBE, Arg-e-Bam, Kerman 1991, pp. 365-382. tradotto da Karamatollah Afsar, sotto le ricerche iraniane, con la collaborazione di M. Rasul David Dasht.
19. Regione ad est dell'Iran, confinante con il Pakistan.
20. Il periodo Ghagiar va dal 1780 al 1881 d.C.
21. L'impasto di terra viene inizialmente accumulato a forma di cono, poi si apre una buca centralmente fino a formare una vasca per accogliere l'acqua necessaria alla miscela.
22. B. Brunetti, Bam, storia della rinascita di una città distrutta dal sisma.
23. M. Jung, V. Torrieri, N. Ahmadi, Attività archeologica ad Arg-e-Bam nell'ambito del progetto "restauro e consolidamento sismico della torre n° 1" del MiBAC.
24. B. Brunetti, idem.
25. Le traduzioni in bibliografia sono a cura di Hosseini Shirvani Mehrdad dal farsi (lingua persiana).