

Guido Moretti
Donata Bori

La casa di Hatra

Uso delle risorse ambientali e climatiche
nella tradizione abitativa mediterranea



tparte

Edizioni Tippoarte - Bologna

Guido Moretti
Donata Bori

La casa di Hatra

Uso delle risorse ambientali e climatiche
nella tradizione abitativa mediterranea



TERRITORIO E AMBIENTE

tiparte

Edizioni Tiparte • Bologna

La *Casa di Hatra* raccoglie il frutto di una ricerca ideata e coordinata da Guido Moretti, con finanziamento del Centro Interdipartimentale di Scienze dell'Islam dell'Università di Bologna.

Il lavoro è stato condotto unitamente da Guido Moretti e Donata Bori nel corso di più di due anni di piena e felice collaborazione.

Nel volume i testi dell'*Introduzione*, dei capitoli *Forma urbis*, *La risorsa acqua*, *Le coperture*, così come di tutti gli *inserti tematici* a scheda sono di Guido Moretti.

I testi dei capitoli *La caverna o della sottrazione*, *Le matrici dei modelli insediativi*, *I materiali e le tecniche*, *Climatizzazione e ventilazione naturale* sono di Donata Bori.

Per aver messo a disposizione materiale utile alla ricerca gli autori ringraziano:

Manfredi Ambleri Naselli, Archeotour scarl S. Antioco (Cagliari), Corrado Baldi, Giuseppe Camorani Scarpa, Simona Campiani, Ugo Cavallari Guarienti, Pier Luigi Cervellati, Paolo Maria Costa, Mario Cucinella, Daniele Ferraro, Salvatore Ferraro, Fausto Lobrano, Clara Masotti, Andrea Maver, Marina Parmiggiani, Michela Perin Bert, Daniele Pini, Piero Praitoni, Giovanni Salizzoni, Paolo Santacroce, Pietro Todaro.

Un particolare ringraziamento va a Francesco Moretti per la collaborazione alla redazione del volume.

Per la pubblicazione sono stati utilizzati fondi della ricerca "Soluzioni di involucro per l'edilizia residenziale: criteri di sostenibilità" ex quota 60% MIUR, responsabile prof.sa Anna Barozzi, Dipartimento di Architettura e Pianificazione Territoriale dell'Università di Bologna.

Per il contributo alla pubblicazione autori ed editore ringraziano:

BER Banca, Bologna

Club 41, Bologna

Comune di Bologna, Settore Cultura

Comune di Marsala (Tp)

Cooperativa Edificatrice Ansaloni, Bologna

Emmepi Costruzioni Srl, Bologna

Fatro Spa, Ozzano Emilia (Bo)

Finanziaria Bologna Metropolitana SpA, Bologna

Fondazione Cassa di Risparmio in Bologna

Giorgia e Valentina Gentili, Bologna

ICF Trading Bologna Srl

Ina Assitalia Agenzia Generale Casalecchio (Bo)

Marposs Spa, Bentivoglio (Bo)

Poliedil Srl, Calderara di Reno (Bo)

Politecnica Scrl, Modena

Tempora Onlus, Trento

Fortunato Turrini, Cles (Tn)

Viro SpA, Zola Predosa (Bo)

Con il patrocinio del Centro UNESCO di Bologna, membro della F.M.A.C.U., Federazione Mondiale Associazioni Centri Unesco.

© 2005 Tipoarte Industrie grafiche - Ozzano Emilia (Bologna)

Prestampa : Belle Arti - Quarto Inferiore (Bologna)

Direzione editoriale: Guido Moretti

Progetto grafico, selezione ed elaborazione immagini, impaginazione: Guido Moretti

In copertina:

La casa di Hatra a Smara, Algeria. Foto di G. Moretti

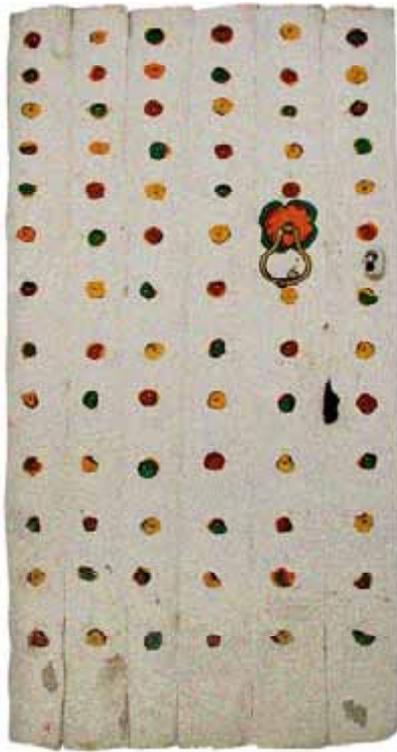
Alla memoria
di Paolo Serra Zanetti
e agli uomini portatori di pace



*Ab! douloureux désert,
je t'ai passionnément aimé*

*Ab! doloroso deserto,
ti ho appassionatamente amato*

A. Gide



1
*Porta di abitazione
a Gbadames, Libia.*

1

La Casa di Hatra: titolo enigmatico per un libro che riporta in copertina una donna velata. Un invito a sfogliarlo. E all'interno troviamo le rivelazioni: conoscenze e saperi accumulati nei secoli da popolazioni che li hanno affinati nelle condizioni ambientali più dure, come ad esempio le aree di desertificazione.

L'argomento principale è quello delle soluzioni abitative e dell'uso delle risorse adeguati a tali condizioni, nell'ambito territoriale mediterraneo. Qui il bacino è inteso nella sua estensione più ampia, poiché investe non solo le aree direttamente lambite del mare, ma territori che si spingono anche notevolmente all'interno delle zone costiere, nei quali riconosciamo tracce, matrici e modelli intimamente costitutivi dell'habitat Mediterraneo.

Una ricognizione minuziosa e suggestiva che, partendo dalle architetture "della sottrazione", cioè dalle caverne e da tutto l'habitat rupestre o ipogeo, arriva alle grandi opere dell'architettura come le "torri del vento" iraniane, o alle tecniche impiegate per creare quella rete di canali che solcano il sottosuolo delle zone aride per prelevare l'acqua dove c'è e trasferirla dove serve, dal Marocco all'Oman, la cui estensione è uno dei dati più impressionanti di questo lavoro. Veniamo a conoscenza delle "camere dello scirocco" realizzate in profondità, al di sotto dei palazzi, per resistere alle giornate più calde dell'estate palermitana, o della tecnologia che permise ad uno stupito Marco Polo di essere dissetato da un sorbetto fresco al sapore di frutta, in pieno deserto.

La validità del lavoro, al di là del suo considerevole apporto documentativo e testimoniale, risiede nella riflessione che esso ispira attorno alle possibili applicazioni di queste culture millenarie: certamente non con la semplice riproposizione delle ritrovate tecnologie, quanto attraverso l'assunzione delle logiche e delle ragioni che ne stanno alla base, per attualizzarle innestandovi le acquisizioni di cui oggi disponiamo.

Territorio vastissimo, argomenti complessi, saperi smarriti: un impegno di ricerca rilevante per gli Autori. Un impegno che si è tradotto in un volume brillante, nel quale la scientificità dei contenuti si accompagna all'attenzione per la divulgazione di qualità. Lo arricchisce infatti un apparato iconografico amplissimo, sia di foto, in gran parte originali, che di disegni, sapientemente eseguiti da Guido Moretti.

La Fondazione della Cassa di Risparmio in Bologna ha volentieri contribuito alla realizzazione di questo progetto che avvicina luoghi e culture. Un progetto nato presso il Centro Interdipartimentale di Scienze dell'Islam dell'Università di Bologna e che, in sede di pubblicazione, ha visto la partecipazione di realtà istituzionali, culturali e produttive cittadine.

Grazie quindi all'Amico Guido Moretti e alla giovane Donata Bori per l'ottimo risultato che ci viene offerto, con l'auspicio che esso sia di stimolo per nuovi traguardi.

Fabio Roversi Monaco
Presidente della Fondazione della Cassa di Risparmio in Bologna



"Il Mediterraneo è come un insieme di vie marittime e terrestri collegate tra loro, e quindi di città che - dalle più modeste, alle intermedie, alle maggiori - tutte si tengono per mano". Così scriveva Fernand Braudel (*Il mediterraneo, 1987*). Le matrici storiche delle città e, in generale, degli insediamenti mediterranei risalgono a modelli che in maggioranza sono stati elaborati altrove, nell'interno, e che nel venire a contatto con gli ambienti costieri sono stati di volta in volta reinterpretati, dando luogo a configurazioni che testimoniano del particolare clima che rende simili le diverse sponde.

Sono sponde che vengono chiamate con nomi evocativi: *Arco latino, Fronte del Maghreb, Conca adriatica, Flesso libico-egiziano, Facciata mediorientale, Ponte anatolico-balcanico*. E sono altrettanti contesti in cui ogni ondata, ogni stagione di sviluppo ha depositato uno strato che si è mescolato con quelli che lo hanno preceduto, assimilandone traccati, impianti e assetti tipologici e cancellandone altri, contaminandosi del preesistente e tuttavia producendo nuove sintesi originali.

Tutto ciò naturalmente accade in ogni territorio ricco di stratificazioni storiche. Ma nel Mediterraneo il processo assume una forma particolare, sia per l'effetto di "compressione" dato dalla prossimità che rende le diversità più vicine, sia per l'incontro di grandi civiltà che si sono contrapposte e combattute anche strenuamente, ma che si sono alimentate le une delle altre generando forme di organizzazione dello spazio ricche di riferimenti, di richiami e di risonanze incrociate.

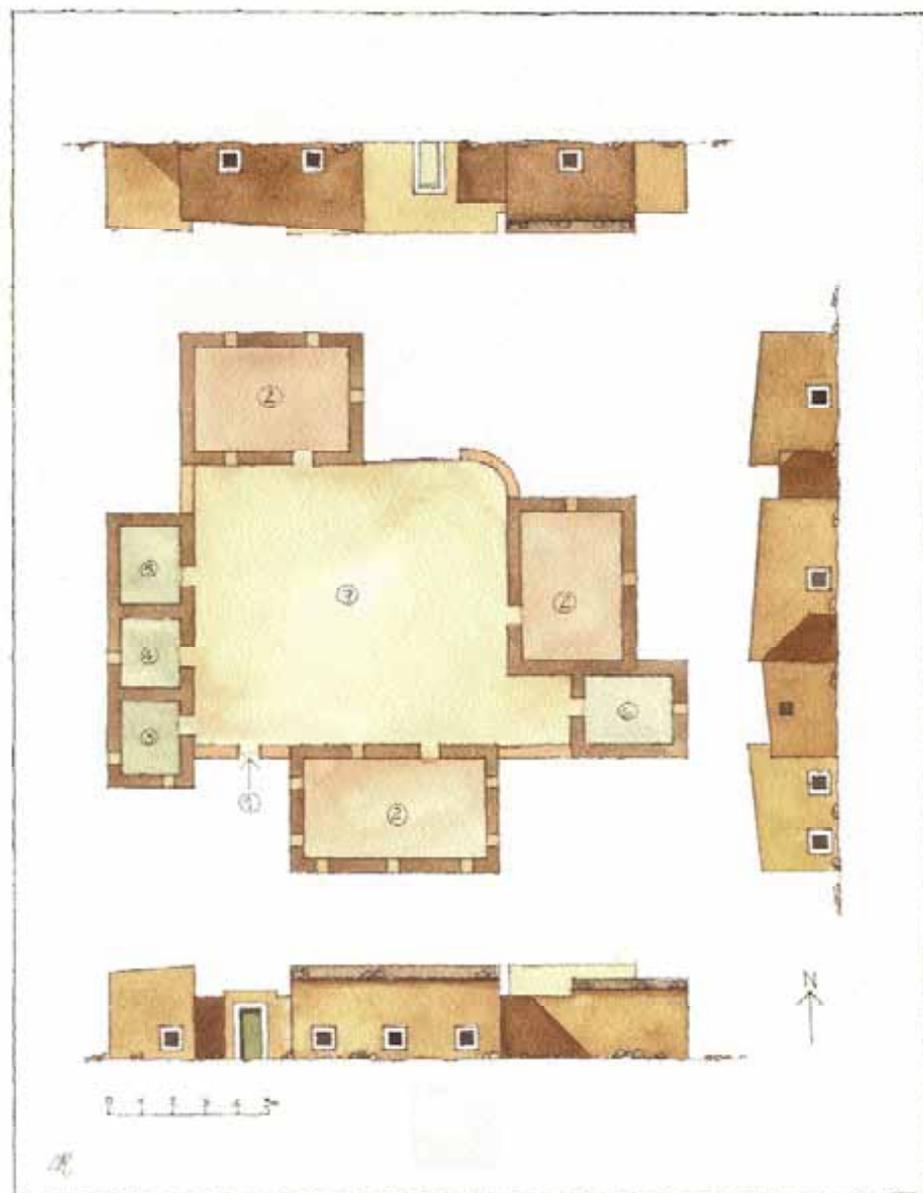
Si comprende che non siano solo le aree direttamente lambite del mare a formare quel bacino di modi di essere e di civiltà che identifichiamo con il termine "Mediterraneo", ma che il campo delle affinità possa essere esteso a universi più ampi, dai contorni che si spingono anche notevolmente all'interno delle terre costiere - come le zone aride del Sahara e dell'Iran - nei quali, andando oltre le mutazioni di clima e di ambiente, riconosciamo matrici e modelli intimamente costitutivi dell'habitat Mediterraneo.



2
Il Mediterraneo in una stampa del '700.

3
"Il cormorano, i pesci e il granchio".

4
"Mandria di cammelli".



5

2

Hatra vive in un villaggio del Sahara sud-occidentale. La sua casa è simile ad altre del villaggio: muri di mattone in terra cruda circondano una corte su cui si affacciano le camere, la cucina, il wc alla turca, il deposito. L'ingresso alla corte è a sud. Le finestre, prive di vetri ma chiuse da una semplice imposta, sono piccole e incorniciate di intonaco tinto di bianco. I collegamenti tra le camere avvengono solo attraverso la corte. Il villaggio è continuamente spazzato dal vento carico di sabbia che spira da nord e che erode lentamente le parti più esposte dei muri, come gli angoli e le sommità.

Abbiamo scelto questa casa per dare il titolo al volume forse perché ci abbiamo vissuto per qualche tempo e abbiamo potuto osservare da vicino tante cose. Questa casa ci ha mostrato quanta cura sia necessario prestare all'uso di risorse minime e di scarsa disponibilità, per vivere in un habitat estremo. Abbiamo osservato che i muri di terra offrono una buona protezione dal grande caldo del sud o dal freddo, capace, di notte, di scendere sotto lo zero per una parte dell'anno. Che la corte serve come riparo dal vento e che, durante il giorno, offre sempre una zona d'ombra. Abbiamo sperimentato le piccole finestre, che proteggono dall'irraggiamento solare perché di ridotte dimensioni e perché ricavate su murature di forte spessore, e che assicurano comunque una giusta illuminazione, diffusa dal colore bianco dell'incorniciatura. Abbiamo anche notato che le finestre sono posizionate nella parte bassa delle pareti perché è lì che, all'interno, è più utile indirizzare la ventilazione, all'altezza cioè della persona seduta o distesa. La camera di Hatra è utilizzata, nelle diverse ore del giorno, come luogo di rappresentanza per ricevere ospiti, come soggiorno, come pranzo, come ambiente di lavoro, come camera da letto. E questo vale anche per le altre

Una casa, un villaggio

5

La casa di Hatra:

1 - ingresso; 2 - camere; 3 - dispensa;
4 - cucina; 5 - ripostiglio;
6 - servizio igienico; 7 - corte.

6

La casa è realizzata in mattoni di terra cruda. L'organizzazione degli spazi è a corte su cui si affacciano le camere e i servizi. Nella foto, la porta d'ingresso alla corte tra la zona servizi e una camera. Da notare che le finestre del ripostiglio e della cucina, dove le persone stazionano in piedi, sono più alte da terra.



6

3



7

7
Rabouni (Algeria): sede del Tribunale con coperture a cupola. La costruzione in mattoni di terra cruda, eseguita con tecniche elementari e senza stabilizzazione con additivi, non consente grandi dimensioni degli ambienti sottostanti. In questo caso siamo attorno a 3,5 m. di lato.

8
Deserto del Sahara sud-occidentale: il più informato sullo stato delle piste, ma anche sui modi di convivere con il deserto, è il beduino. Il verde che si vede a terra è il raro effetto di una stagione particolarmente piovosa.

9
Bambine Saharawi a Rabouni (Algeria).

4

stanze. In estate, durante il giorno, viene ridotta l'utilizzazione degli ambienti sul lato più caldo della casa e le attività si spostano nelle stanze più fresche. E' quello che viene chiamato "nomadismo interno", che consente l'ottimizzazione climatica nell'uso degli spazi per via della completa intercambiabilità delle funzioni e della disposizione degli ambienti sui quattro lati della corte.

Poi c'è Mohamed, il fratellino di Hatra che va a scuola nel villaggio. Qui le aule hanno la copertura a cupola, come avviene per i pochi edifici di carattere pubblico della piccola comunità. Le cupole richiedono maggiori risorse, di denaro e di tecnologia, e quindi sono riservate agli edifici collettivi. Le cupole in effetti danno subito un'immagine di maggiore importanza alla costruzione e si può credere che questa nobilitazione sia la ragione del loro impiego per destinazioni particolari come la moschea, la scuola, il tribunale o altro. Abbiamo visto che non è solo così. Ci sono almeno sei ragioni che, per un clima arido secco e di grande escursione termica tra il giorno e la notte, fanno preferire la cupola al tetto piano, ragioni che derivano dalle differenze di forma e di dimensione superficiale tra i due sistemi.

La zona in cui abita Hatra e la sua famiglia è di carattere rurale con una organizzazione spaziale diradata. Vi prevalgono costruzioni basse, a corte, con muri di terra non intonacati. E' posta al bordo esterno del villaggio, al confine con i piccoli appezzamenti recintati dove si allevano capre e si coltiva la palma da datteri. I recinti sono di foglie di palma essiccate e intrecciate o di mattoni di terra. In questo caso sono realizzati in forma di *claustra*, cioè lasciando spazi tra mattone e mattone per aumentare la superficie esposta all'aria. Lo scopo delle recinzioni è di riparare dal vento ma anche di conservare sulle superfici dei mattoni o degli intrecci vegetali la fresca rugiada notturna, che al mattino verrà rilasciata sotto l'effetto delle prime brezze,



8

assicurando umidità e frescura alle coltivazioni. Invece nella parte centrale del villaggio le costruzioni si addossano le une alle altre e talora si alzano anche di un piano. Le corti lasciano il posto a piccoli patii in cui il rapporto tra altezza del costruito e ampiezza del vuoto, diversamente che nella corte, è decisamente a favore dell'altezza. Il tracciato delle strade è irregolare, le vie sono strette e tortuose e spesso presentano sottopassi coperti da edifici o sezioni rastremate verso l'alto dagli oggetti delle case. I muri che le costeggiano sono intonacati e i colori sono tenui, con tinte a pastello che vanno dal celeste al verde chiaro. Le finestre qui sono più elaborate e presentano tante piccole forature geometriche: le *masbrabiye*, che filtrano la luce e difendono l'intimità familiare. L'impianto del villaggio è concepito per creare difese dai raggi solari alle abitazioni, attraverso la riduzione della superficie esposta (muri in comune tra le case) e l'impiego di colori chiari che attenuano l'assorbimento di calore, mentre offre protezione ai percorsi pubblici con vie ombrose e riparate dall'infilata del vento. La sera accende di viola i muri delle case e le terrazze si animano di presenze femminili. E' lì che le famiglie troveranno riposo e frescura nelle notti estive.

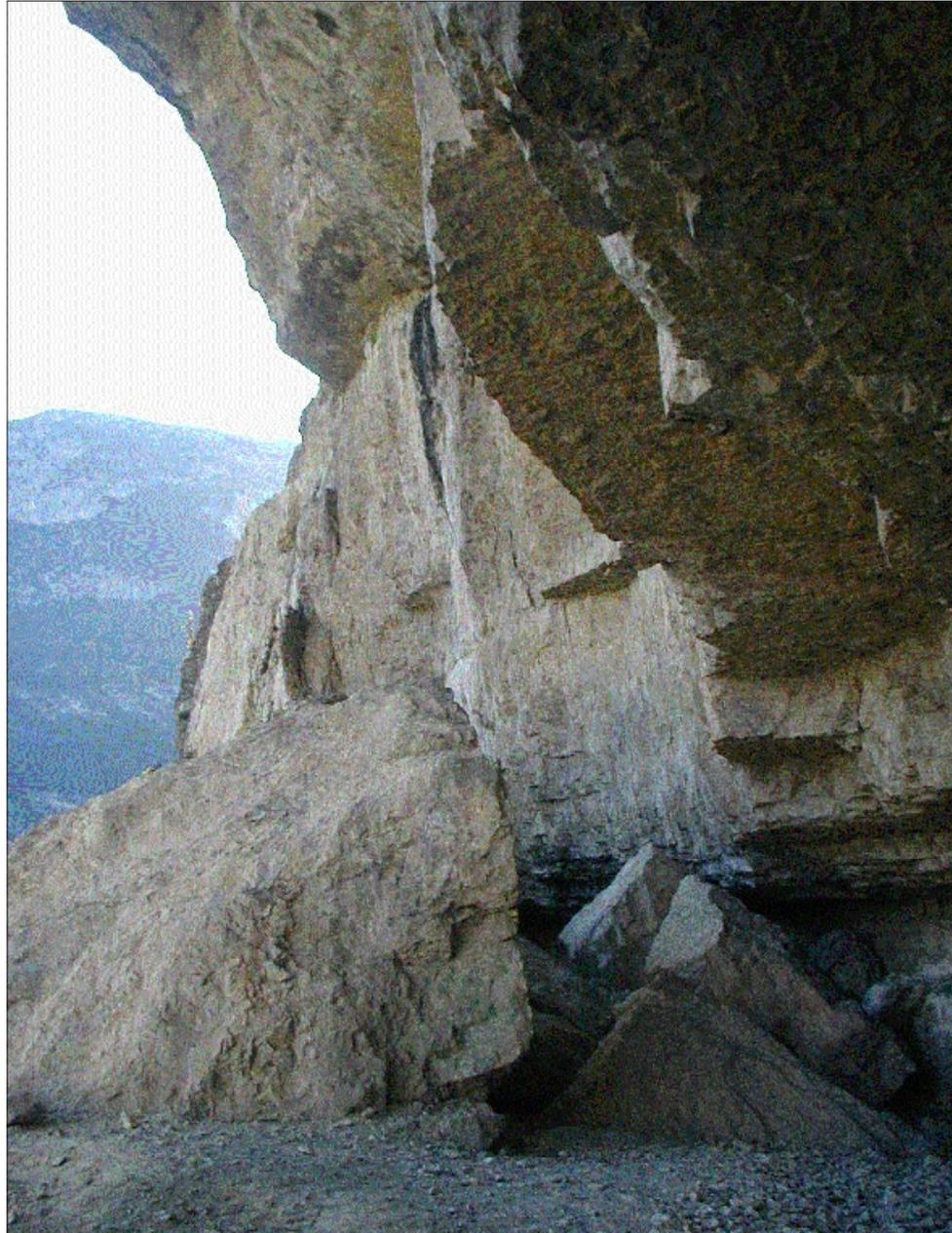
Quanto andiamo osservando attorno al piccolo villaggio sahariano potrebbe rappresentare in qualche modo la sintesi di questo lavoro sulla cultura delle minime risorse e della loro obbligatoria ottimizzazione in condizioni insediative severe. Escursione termica, acqua, terra, vento sono gli alleati di Hatra, che possono rendere non solo tollerabile ma anche affascinante la vita in questi luoghi, come Hatra ci ha mostrato, semplicemente.

La lezione che ci viene dal villaggio potrà essere ripresa, rinnovata e applicata ad altre latitudini e a nuovi scenari? Crediamo di sì, per esempio là dove, nonostante esse siano esauribili, le risorse appaiono tanto abbondanti da far aumentare progressivamente il loro già elevatissimo consumo, per una "qualità della vita" che, nel villaggio di Hatra, non abbiamo rimpianto.



9

5



10

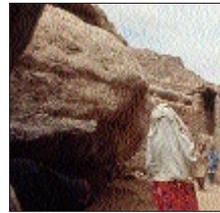
6

La caverna, o “della sottrazione”

Architettura della sottrazione
Habitat trogloditico tunisino e libico
I Sassi di Matera
Architettura sottrattiva in Cappadocia
Le chiese “intagliate” di Lalibela
Rhoufi e gli insediamenti su canyons



11



12



13



14

Tutti, nella, regione, conoscevano l'enorme sporgenza di roccia e sapevano del gran numero di persone che vi abitavano. La Nona Caverna era la più grande delle comunità che si definivano Zelandoni.

J. M. Auel, "Focolari di pietra".

Sovente mi sono aggirato, sotto piante sempre verdi, sulle sponde del Melete, là dove nacque il mio Omero. Poi, assorto in piacevoli sogni, entravo nella vicina grotta, là dove, dicono avrebbe cantato il vecchio la sua Iliade. Lo ritrovai.

F. Hölderlin, "Iperione".

10 - Caverne dell'eremo di S. Gottardo presso Mezzocorona (TN).

11 - Abitazioni nella roccia in Cappadocia (Turchia).

12 - Trogloditi nei pressi di Timimoun (Algeria).

13 - Insediamento ipogeo a Matmata (Tunisia).

14 - Villaggio su terrazzamento nel canyon di Rhoufi (Algeria).

Architettura della sottrazione

Tenebre come arretratezza

Intenzionalità della sottrazione

L'idea che le viscere di una montagna o il sottosuolo di un altipiano dal profilo lunare siano dimora di insediamenti umani può sembrare irragionevole o, quanto meno, anacronistica. Il sottosuolo d'altra parte è stato per lungo tempo la sede privilegiata di necropoli e catacombe, cave e miniere, e, attualmente, rappresenta lo spazio urbano in cui sono relegate le funzioni secondarie a servizio della vita che si svolge in superficie: fognature, trasporti, discariche e condotti. Non c'è da sorprendersi dunque se la dimensione ipogea sia istintivamente percepita come insalubre, oscura, umida, soffocante, funerea. Non solo. Le tenebre e il buio sono metafora, nella tradizione mitologica occidentale, di ignoranza e arretratezza, in opposizione alla luce, associata all'acquisizione della verità e all'idea di progresso.

Non altrettanto diffusa è invece l'idea che il sottosuolo possa ospitare fenomeni d'antropizzazione avanzata, cioè insediamenti in grado di raggiungere le dimensioni di vere e proprie città sotterranee, funzionali e vitali.

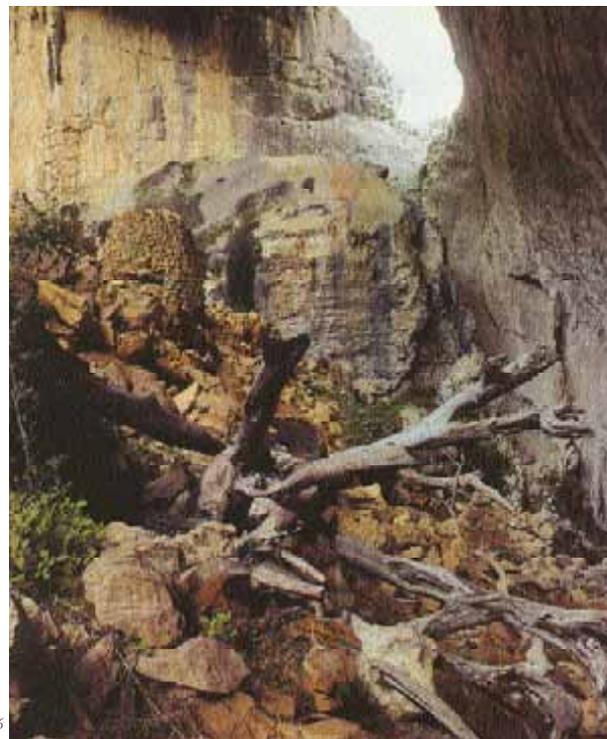
Questi agglomerati costituiscono l'evoluzione più immediata dei preistorici ripari in grotte naturali e caverne e sono frutto dello scavo manuale di una conformazione rocciosa, in direzione verticale od orizzontale. Abbiamo definito quest'esteso gruppo di strutture "architettura della sottrazione" ad indicare involucri che si ottengono sottraendo, ed estraendo, materia da un volume esistente. Abbiamo preferito questa terminologia, e non la più comune "architettura passiva" o "negativa", per sottolineare l'intenzionalità dell'atto "sottrattivo", allo stesso modo in cui l'architettura costruita in superficie è il risultato di un atto "addittivo", cioè d'assemblaggio e aggiunta di materiali lavorati. La prima nasce scolpendo il paesaggio naturale, ed in esso si confonde, perché ne costituisce parte integrante (non è dunque un universo a sé stante relegato in profondità, ma dialoga con la vita in super-

15
Caverne scavate in forma antropomorfa (Sardegna).

16
La grotta dove sorgeva il villaggio tardo-nuragico di Tiscali in Sardegna. Si notano i resti della costruzione a "tholos" a pianta circolare.



15



16

ficie di cui è il naturale prolungamento); la seconda è calata nel contesto ambientale come oggetto aggiunto e per questo riconoscibile.

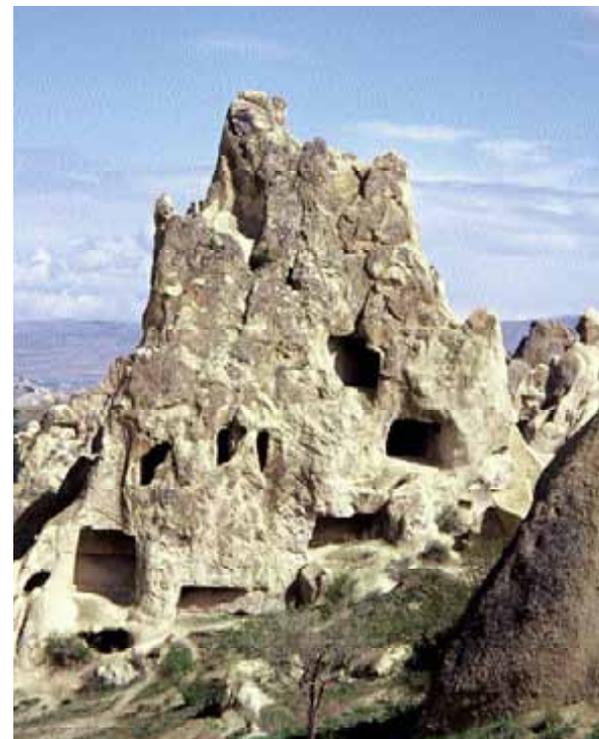
I fattori che hanno motivato la necessità di scolpire involucri rocciosi per ottenere abitazioni sono molteplici e si intrecciano in misure differenti a seconda delle località geografiche, delle variabili climatiche e ambientali e delle risorse disponibili. Se è infatti vero che solitamente forme di antropizzazione ipogea o rupestre si collocano in continuità con i primordiali ricoveri in grotte naturali, rimasti per lungo tempo il modello abitativo più idoneo a contesti climatici severi per la capacità di offrire protezione e di ottimizzare le poche risorse, è anche vero che in alcuni casi, come nella Cappadocia turca, non è stata dimostrata alcuna connessione diretta fra la fruizione di cavità naturali in tempi preistorici e la più tarda attività di scavo, che ha originato una straordinaria fioritura di architetture cavernicole dalle tipologie più disparate. Questo significa che gli elementi generatori di insediamenti trogloditici possono essere altri dalla naturale riproposizione ed evoluzione di un modello conosciuto.

È un dato di fatto che l'architettura della sottrazione sia diffusa in aree a clima caldo-secco o arido-secco, caratterizzate da una forte escursione termica quotidiana e stagionale, da piogge scarse e discontinue, da un paesaggio arido e spoglio che sconfinava nelle aree desertiche. Aree aperte e dunque aggredibili da incursioni nemiche. È inoltre diffusa in quelle zone in cui la conformazione geologica del terreno o dei rilievi presenta condizioni favorevoli, ovvero rocce "morbide" facilmente lavorabili. È facile dunque capire come mai in tali condizioni l'architettura della sottrazione sia risultata la soluzione più naturale.

I fattori di localizzazione

17
Abitazioni rupestri in Cappadocia (Turchia).

18
Grotte scavate nel tufo a Pietrapertosa (Dolomiti Lucane).



17



18

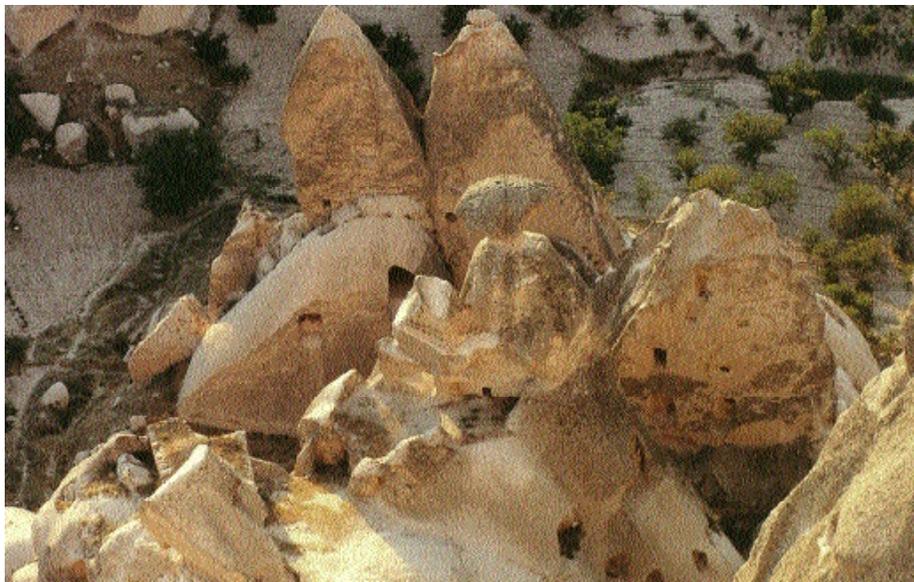
Risposta a un clima severo

La localizzazione territoriale del trogloditismo sembra corrispondere alla logica di una certa zonizzazione climatica, poiché la gran parte del trogloditismo mondiale è compresa tra la zona temperata ed equatoriale con il massimo sviluppo nelle zone aride e attorno al bacino mediterraneo. Dal punto di vista strettamente climatico l'abitazione trogloditica fornisce la risposta più esauriente alle variazioni di temperature e umidità esterne (estate/inverno e giorno/notte). Il terreno, contrariamente a quanto si pensa, non è il miglior materiale isolante; costituisce però un eccellente "moderatore" delle fluttuazioni termiche. Le sue proprietà termoisolanti dipendono da fattori variabili, come l'inclinazione e il colore del suolo, la presenza o meno di copertura vegetale, oltre che il suo calore specifico; fattori che determinano il maggiore o minore assorbimento dell'irraggiamento solare. In generale comunque, più si scava in profondità, meno gli ambienti risentiranno delle condizioni climatiche esterne, sino ad arrivare ad un punto in cui la temperatura interna rimane pressoché costante durante tutto l'anno. Nelle aree ventose, in particolar modo in quelle desertiche dove i venti sono carichi di sabbia, le architetture ipogee offrono inoltre un prezioso rifugio, grazie agli involucri massicci che resistono all'azione meccanica delle correnti, ma anche grazie a soluzioni quali i patii a pozzo scavate verticalmente sotto la superficie terrestre che riparano gli ambienti domestici dai venti sovrastanti.

Ottimizzazione delle risorse

In questi contesti inclementi viene inoltre a mancare il legno, materiale da costruzione essenziale, necessario non tanto per le strutture verticali in elevazione, quanto per fornire travi abbastanza lunghe da poter costruire coperture (piane o inclinate che siano). Tale carenza è stata affrontata e risolta tramite l'ausilio di tecnologie diverse (le coperture voltate ad esempio risolvono brillantemente lo stesso tipo di problema), delle quali però la

19
Insedimenti rupestri a Ürgüp, Cappadocia (Turchia).



19

tecnica di scavo rappresenta la più accessibile in presenza di risorse e tecnologie limitate o arretrate: la roccia è autoportante e non necessita di altri ausili se non forza umana e attrezzi per scavare. E, nonostante la semplicità delle tecniche costruttive, le architetture trogloditiche presentano una grande flessibilità, dovuta alla possibilità di modellare lo spazio domestico a seconda delle proprie esigenze e di personalizzarlo, allargando i vani esistenti o aggiungendo nicchie o stanze ogni qualvolta lo si ritenga necessario.

Infine, un ulteriore fattore che può aver dirottato la scelta su strutture ipogee piuttosto che costruite in superficie, è stata la loro capacità di mimetizzarsi col territorio e di essere visibili solo a distanza ravvicinata; fattore particolarmente importante laddove, in un territorio aperto e privo di altre forme di rifugio, si rendesse necessario difendersi da incursioni ostili e, letteralmente, sparire dalla visuale degli aggressori.

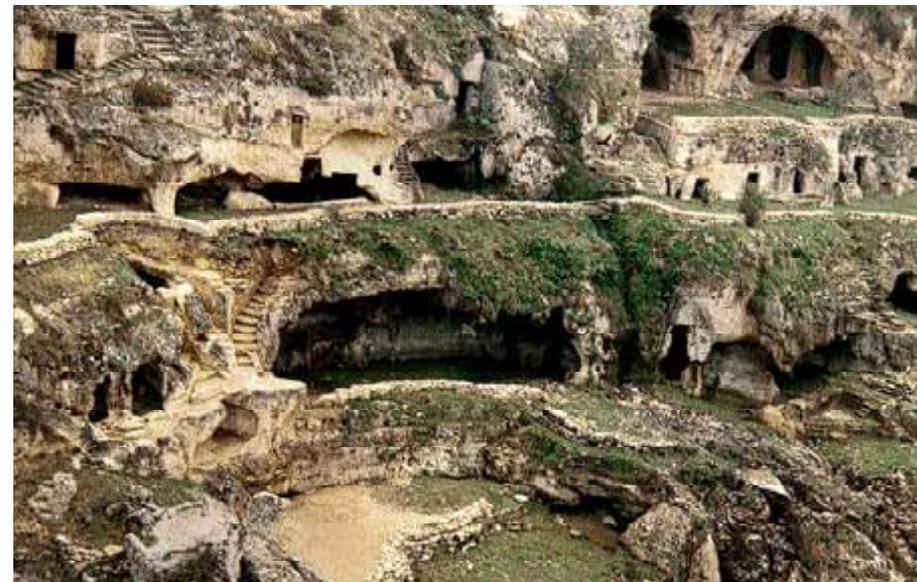
Prima di addentrarci nell'analisi in dettaglio di alcune architetture "sottrattive" particolarmente significative e per facilitarci in tale percorso, proviamo a fare ordine nel complesso sistema dei trogloditi individuando alcune "famiglie" di strutture ipogee, ritenute simili per modalità di scavo.

Se allarghiamo l'orizzonte oltre le terre di Cappadocia, su cui Roberto Bixio (*Le città sotterranee della cappadocia, 1995*) ha proposto un'esauriente classificazione degli insediamenti trogloditici, dividendoli nei tre gruppi di "grotte", "strutture rupestri", "strutture ipogee", possiamo estendere la classificazione ad ulteriori tipologie. Una quarta, costituita dalle strutture miste che includono combinazioni di soluzioni ipogee con costruzioni in superficie; un'ulteriore che indichiamo come strutture "addossate", cioè realizzate su pareti di cavità dovute a sporgenze rocciose, e un'ultima, costi-

Mimesi col territorio

Trogloditi: una classificazione tipologica

20
Grotte nella gravina di Massafra (Puglia).



20

tuita da quelle particolari strutture che chiameremo “intagliate”.

1 - Cavità naturali (grotte).

“Per grotte si intendono quelle cavità la cui genesi è legata a cause naturali (erosione, corrosione...), e non all’opera di escavazione artificiale, cioè prodotta dall’uomo” (Bixio). L’azione sottrattiva è, in questo caso, fenomeno naturale. Le grotte naturali costituiscono la prima forma di ricovero utilizzata dagli uomini in età remota.

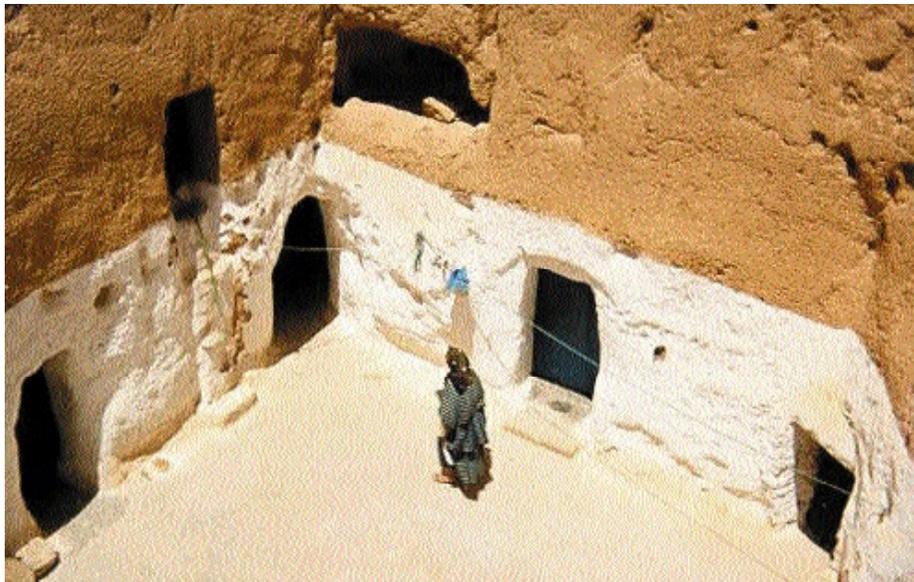
Come ben ci racconta Pietro Laureano, durante l’ultima glaciazione, nel Paleolitico Medio, gli uomini sono sopravvissuti in Europa grazie al ricovero offerto dalle caverne, che garantivano un efficace isolamento termico e fornivano un riparo dalle intemperie e dagli animali feroci. Inizialmente gli abitanti non disponevano di utensili e tecniche adatte ad aggredire una superficie dura come una parete rocciosa, per questo le cavità venivano utilizzate allo stato naturale senza imprimervi alcuna modificazione.

Tuttavia l’occupazione di una grotta non costituiva un evento unicamente subordinato ad irrinunciabili necessità di difesa, ma includeva una scelta, esprimeva la preferenza di un luogo anziché un altro dovuta a fattori come l’orientamento della caverna, la sua esposizione a un buon soleggiamento, la configurazione dei dintorni, la presenza di protezione vegetale. Era cioè già implicita la ricerca di condizioni il più possibile vantaggiose.

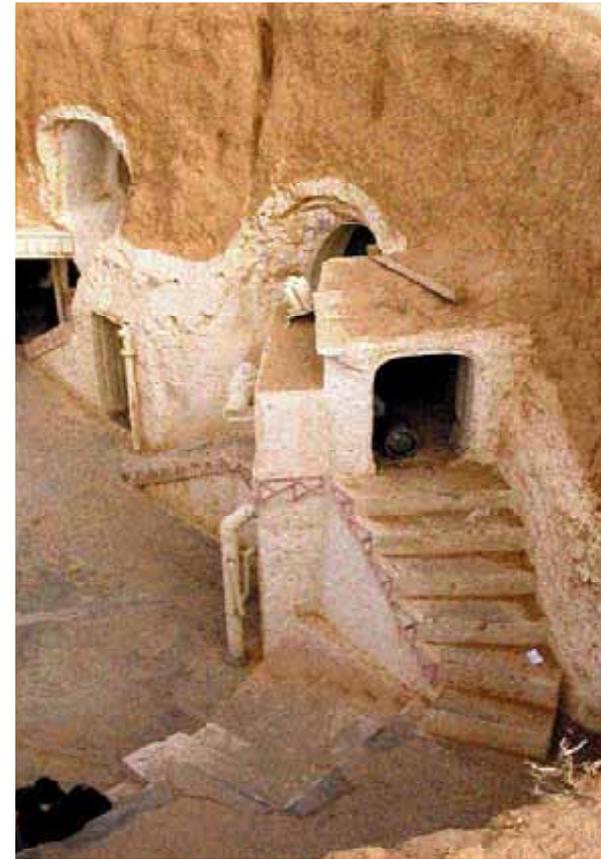
L’elemento che rese possibile l’insediamento dell’uomo nelle caverne fu il fuoco: catturato in occasione di incendi naturali e trasportato nelle grotte, veniva poi costantemente alimentato. Il fuoco spaventava e allontanava gli animali feroci e permetteva di riscaldare e illuminare le nuove dimore. “È facile leggere in questa vicenda la nascita del culto, la formazione di caste specializzate, prodromi di una liturgia che negli addetti alla custodia del



21



22



24



23

fuoco aveva i suoi sacerdoti e le sue vestali. Le religioni e i riti del fuoco, tramandati in tutte le culture, sono nati in questi ripari: la grotta fu il primo tempio dove recare offerte e ricevere protezione e conforto. La permanenza intorno al fuoco dilatò il tempo disponibile per momenti dedicati ai rapporti sociali e, proprio come nel mito della Caverna di Platone, stimolò la nascita di idee astratte e l’elaborazione di un simbolismo verbale.” (P. Laureano, *La Piramide Rovesciata, il modello dell’oasi per il pianeta terra*, 1995).

Quando gli uomini furono capaci di accendere il fuoco e inventarono utensili via via più sofisticati necessari per mettere a punto tecniche di scavo, furono apportate le prime trasformazioni alle cavità dando vita a nuovi spazi architettonici. Fu così possibile modellare e adattare le grotte a precise necessità abitative e rituali aggiungendo scavi supplementari ed estensio-ni. Furono predisposti prolungamenti esterni a completamento della cavità naturale, mentre all’interno le superfici parietali venivano disegnate a graffiti e dipinti; furono infine approntate soluzioni migliorative per posizionare il fuoco ed evacuarne il fumo.

Si assiste dunque ad una progressiva evoluzione dello spazio cavernicolo e, contemporaneamente, ad una graduale risalita verso l’esterno ad occupare i

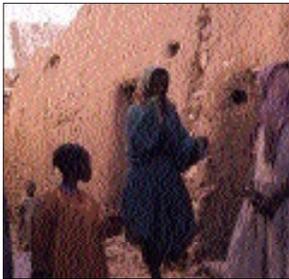
Il fuoco, trasformazione dello spazio

21
Il riparo offerto dalle cavità naturali presenti nella roccia di tufo è integrato dall’opera umana di completamento, Ceri (Roma).

22 e 24
Abitazioni troglodite di tipo ipogeo a Matmata (Tunisia).

23
Un “crotin” in Val Verdassa (Alto Canavese): tipica cantina ricavata tra le rocce per sfruttare i vantaggi del clima sotterraneo, come l’umidità naturale e la temperatura costante.

La grotta, scelta dello spazio



25

dintorni della grotta medesima. Si assiste anche a sistemi costituiti da ripari sotto sporgenze rocciose utilizzati dai cacciatori durante l'inverno e abbandonati durante la stagione di caccia a favore di capanne leggere in legno. Le accresciute conoscenze tecnologiche e culturali e le migliorate condizioni climatiche favoriranno infine l'evoluzione insediativa dalle caverne ai villaggi in superficie.

2- Strutture rupestri.

“Per strutture rupestri si intendono quelle in cui i livelli scavati nella roccia sono tutti al di sopra del piano di campagna” (R. Bixio, *op. cit.*). Localizzate lungo i pendii di massicci montuosi o sui fianchi delle pareti di canyon di origine fluviale o geologica, sono scavate prevalentemente in direzione orizzontale o leggermente inclinata all'interno della montagna e spesso si configurano come insediamenti a struttura terrazzata. I villaggi a cono e a parete della Cappadocia, i “trogloditi laterali” sud tunisini, le “grotte” di Sant’Antioco in Sardegna, sono solo alcuni esempi di una tipologia diffusissima in tutto il Mediterraneo.

3- Strutture ipogee.

Strutture “definite dal loro sviluppo a partire dal piano di campagna verso il basso” (Bixio). In questo caso la direzione dello scavo è inizialmente verticale per raggiungere la profondità desiderata, poi si dirama in direzione orizzontale. Com'è facile intuire, insediamenti di questo tipo sono stati scavati in aree pianeggianti e aperte, dove scarseggiano ripari naturali, e scompaiono completamente dalla superficie terrestre.

Talvolta, come in alcuni insediamenti ipogei cappadoci, anche la rete viaria di collegamento fra le abitazioni si sviluppa in profondità, dando luogo ad

una vera e propria città nascosta. È evidente dunque che le strutture sotterranee sono motivate, oltre che da fattori di tipo climatico e ambientale, da forti necessità di difesa. Questa sembra infatti essere il principale fattore che ha originato le città sotterranee cappadoce e le corti a pozzo di Matmata, in Tunisia.

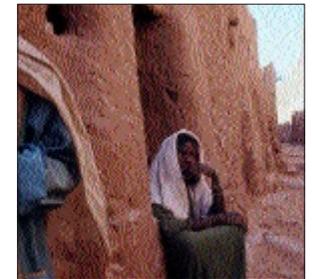
4 - Strutture addossate

In questa categoria comprendiamo le numerose situazioni insediative realizzate in quei rifugi naturali costituiti dalle grandi sporgenze rocciose, con manufatti che si addossano alla parete di fondo di queste particolari cavità. Talvolta la sporgenza presenta una profondità tale da farla assimilare ad una vera e propria caverna. La stessa Lalibela in Etiopia, che vedremo caratterizzare la successiva categoria delle “strutture intagliate”, offre anche un esempio tra i più imponenti di struttura “addossata” in forma di caverna. Un altro caso che documentiamo, ritenendolo significativo per le costruzioni di impianto articolato che vi sono presenti, è stato ripreso nei pressi di Rhoufi in Algeria nei primi anni '70.

Tipici sono poi gli esempi dei tanti romitaggi rupestri ricavati sfruttando la conformazione di un sito isolato che doveva offrire le condizioni per costruirvi un ricovero primario. Ideale in questo senso poteva essere un impervio spiazzo in quota, protetto da sporgenze rocciose: qui l'eremita costruiva il suo semplice rifugio addossandolo al fondo delle pareti scoscese, al sicuro da insidie di intemperie o di aggressioni e confortato dalla grandiosità dei paesaggi sottostanti.

5 - Strutture intagliate.

L'azione sottrattiva di scavo coinvolge non solo l'involucro interno ma anche quello esterno, modellato secondo le forme dell'architettura costru-



29

25-32
Immagini di vita troglodita riprese nei primi anni '70 nei pressi della Sebba di Timimoun, Algeria.



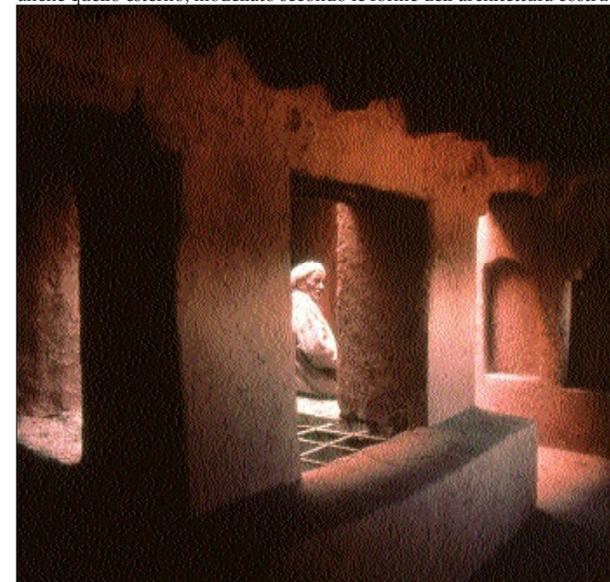
26



28



27



31



30



32



33

33
La "grotta di Robinson". Nell'isola Juan Fernandez, Pacifico del Sud al largo del Cile, si trova la grotta dove visse il naufrago che si pensa abbia ispirato D. Defoe per il suo Robinson Crusoe.

34
Le grotte di S. Antioco, Sardegna, in una foto d'epoca.

35 e 36
Insediamenti trogloditi a struttura addossata: Lalibela, Etiopia, e vicinanze di Rboufi, Algeria.



34

16

ita. Ci riferiamo, tra gli altri, alla città di Petra, in cui tombe e templi, intagliati nella roccia, riproducono facciate dalle geometrie classiche. O alle chiese etiopi di Lalibela, che scolpite nelle terreno, si configurano come edifici autonomi, uniti alla roccia madre solo al livello del suolo. Si tratta dunque di strutture monumentali (templi, chiese, sepolcri o teatri), che richiedono forte dispiego di manodopera, tempi lunghi e siti particolarmente adatti.

Il risultato è un'opera più vicina ad una scultura che ad una costruzione ed ha l'aspetto unico di essere tutt'uno con il territorio, pur incidendo in modo assolutamente particolare sul paesaggio.

6- Strutture miste.

Per strutture miste intendiamo quelle in cui elementi sotterranei o rupestri convivono con corpi artificiali costruiti in superficie che prolungano le cavità verso l'esterno. Si tratta di agglomerati derivanti dalla stratificazione di interventi distribuiti nel tempo, in cui la fase trogloditica non è più che uno dei componenti dell'architettura risultante. Tali sovrapposizioni sono motivate dalla costante ricerca di soluzioni migliori in risposta ad una dato contesto e alle esigenze dei suoi abitanti, dalla acquisizione di nuove tecniche e conoscenze, da cambiamenti climatici o anche semplicemente da una scelta di tipo architettonico per passare dallo "scavato" al costruito, dal nascosto al visibile, dal sotterraneo al superficiale.

Uno degli esempi a noi più vicini è costituito dai Sassi di Matera in cui grotte naturali, cavità ipogee artificiali, fronti e corpi esterni costruiti in tufo si compenetrano a formare una trama urbana complessa ancorata alla sommità della gravina e digradante a terrazzamenti e a gradoni. Mimetizzato dalle opere successive come da una quinta continua, è vivo dietro di essa il



35

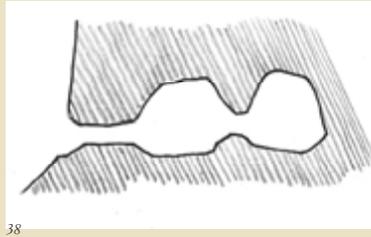
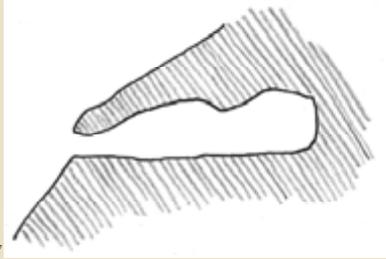


36

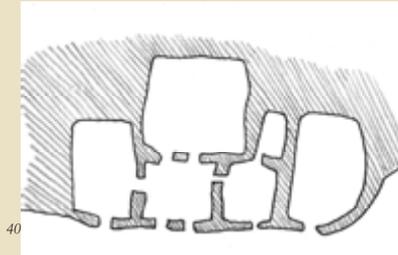
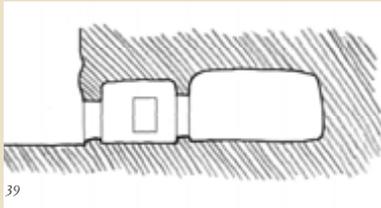
17

TIPOLOGIE DI INSEDIAMENTI TROGLODITI

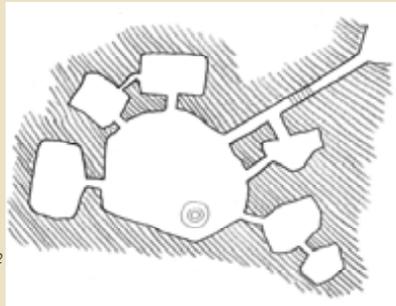
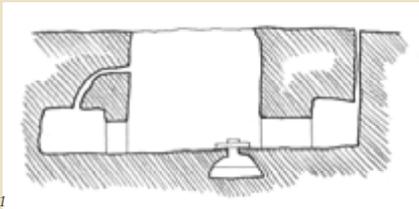
1 - CAVITÀ NATURALI



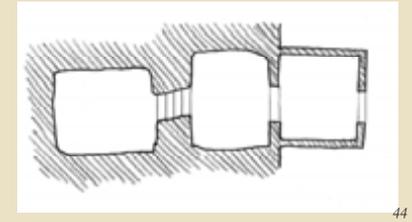
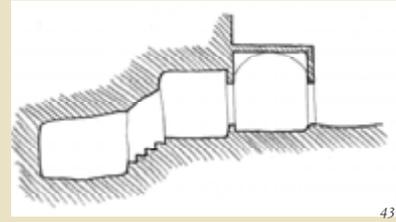
2 - STRUTTURE RUPESTRI



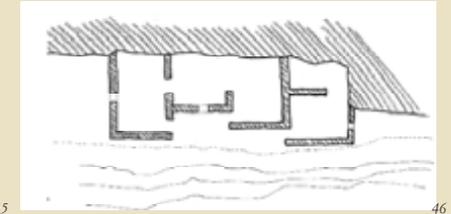
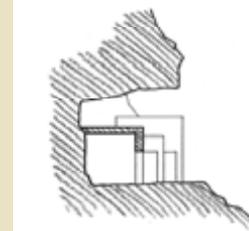
3 - STRUTTURE IPOGEE



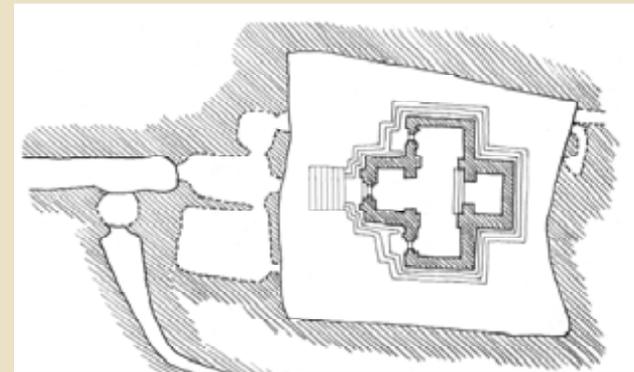
4 - STRUTTURE MISTE



5 - STRUTTURE ADDOSSATE



6 - STRUTTURE INTAGLIATE





48

Ad una trentina di chilometri dall'oasi di Gabès, in Tunisia, in direzione sud-ovest, si innalza una catena montuosa che si prolunga fino alla Libia formando un arco parabolico. La regione, sito privilegiato di *ksur* (granai collettivi fortificati) e di villaggi trogloditici, si distingue per la presenza di comunità che hanno conservato per lunghissimo tempo antichi saperi tradizionali. L'architettura ottenuta per sottrazione sembra essere qui la formula maggiormente utilizzata; quella che meglio risponde alle necessità di protezione sia da scorrerie nemiche che dalle forti escursioni termiche; la più facile da conseguire in un territorio privo di risorse.

Ciò che sorprende è che questo tipo di habitat sia esteso in un'area relativamente vasta e che, di volta in volta, assuma forme particolari adattandosi alla natura del rilievo. Lungo i pendii, strutture rupestri o miste, costituite da un corpo in pietra con una o due camere scavate all'interno della montagna, sono largamente diffuse e si assemblano in villaggi arroccati su massicci montuosi. Dove i rilievi diventano più accidentati e il fianco della montagna è più ripido, abitazioni rupestri con fronti in muratura sono disposte a gradoni. Questa configurazione è poi coronata dalla cittadella, il cui granaio fortificato (*ksar*) sovrasta maestoso sia il borgo che le vallate che lo circondano.

Se poi si percorrono i tortuosi sentieri di montagna, si incontreranno piccoli frutteti in alti pianori. Antiche tecniche di captazione e distribuzione dell'acqua a fini irrigui, consentono infatti di coltivare orti in terreni che altrimenti sarebbero aridi e pietrosi: in tempo di pioggia, le acque piovane defluiscono lungo i versanti, impluvi naturali, e sono trattenute da piccole dighe artigianali in pietra e terra. Queste dighe, dette *jesser*, elargiscono l'acqua e ne regolarizzano il flusso, permettendo l'irrigazione di minuti palmeti, ulivi e alberi di fico, e, in annate particolarmente piovose, di attuarne

L'habitat trogloditico di montagna (Tunisia e Libia)

48
Il pozzo centrale, grande spazio a cielo aperto, in un insediamento trogloditico a Matmata, Tunisia.

49
Strutture rupestri miste a parti costruite a Kabaw, Libia.

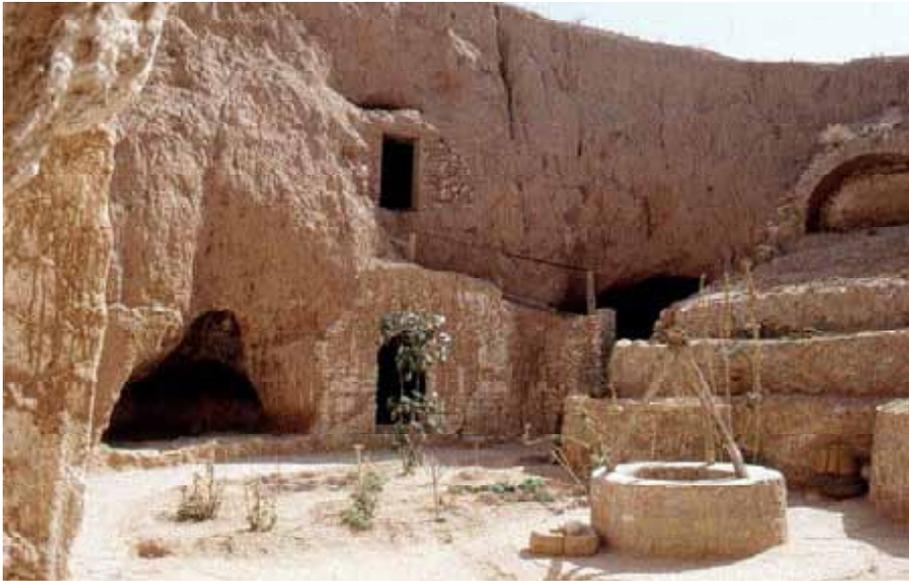
50
Insediamenti trogloditici a pozzo visti dall'alto a Matmata, Tunisia.



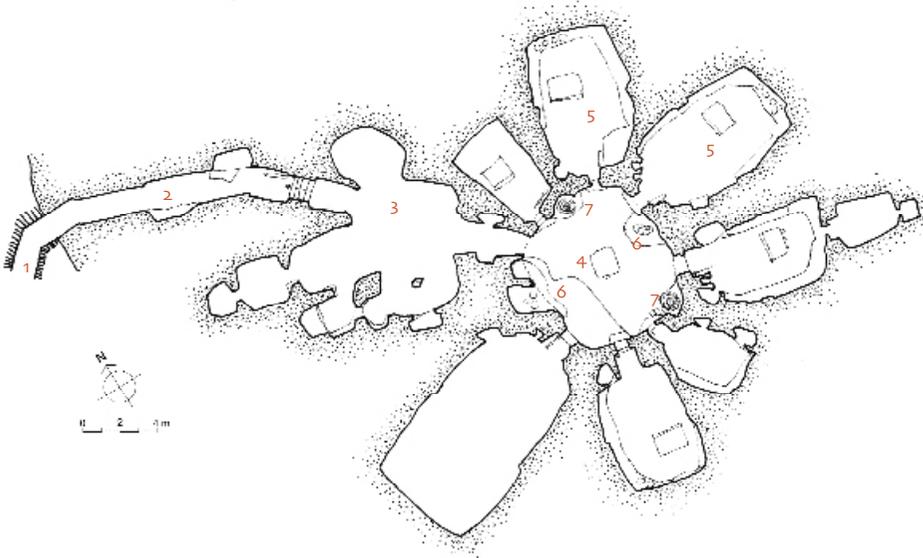
49



50



51



52

22

la semina (Baklouti, 2000).

Sui rilievi di Matmata, così come a Gharian, in Libia, si aprono poi radi altipiani in cui si dischiudono, come tanti crateri, cavità circolari scavate verticalmente nel terreno argilloso, profonde dai sette a dieci metri e di diametro non superiore ai dodici. Solo ad uno sguardo ravvicinato sarà possibile riconoscere in ogni "buco" una corte su cui si affacciano i vani di abitazioni completamente ipogee.

Forme primigenie delle più evolute case a patio tipiche del paesaggio urbano mediterraneo, tali corti "a pozzo" danno accesso alle stanze della casa e ai granai, disposti su uno o due livelli. I granai, al livello superiore, per poter essere riempiti direttamente dalla superficie, attraverso un foro sulla sommità della volta di copertura; i vani abitabili al livello più profondo e dunque più isolati rispetto alle roventi temperature estive.

L'accesso alle abitazioni è ubicato in superficie, attraverso un tunnel, sui cui si aprono stalle e ripostigli per gli utensili agricoli che si inoltra inclinato sotto terra e raggiunge il livello del pavimento della corte. Il numero delle camere di queste singolari dimore ipogee è variabile, a seconda della grandezza del pozzo e dalla ricchezza del proprietario, e include sia stanze abitate dalla famiglia sia spazi a supporto dell'attività agricola, destinati, ad esempio, alla conservazione degli alimenti (olive, grano, frutta essiccata). La configurazione planimetrica delle camere ad uso abitativo, di base rettangolare ad uno o due vani contigui, può adattarsi a bisogni specifici e articolarsi con scavi supplementari ad uso di alcove, armadi, nicchie per la toilette, ripiani per appoggiare lampade e piccoli oggetti. La penombra delle stanze è illuminata da un'imbiancatura in latte di calce e da una finitura del pavimento in gesso, rafforzati dal riverbero del suolo

Strutture ipogee: i patii a pozzo di Matmata e Gharyan

51-53

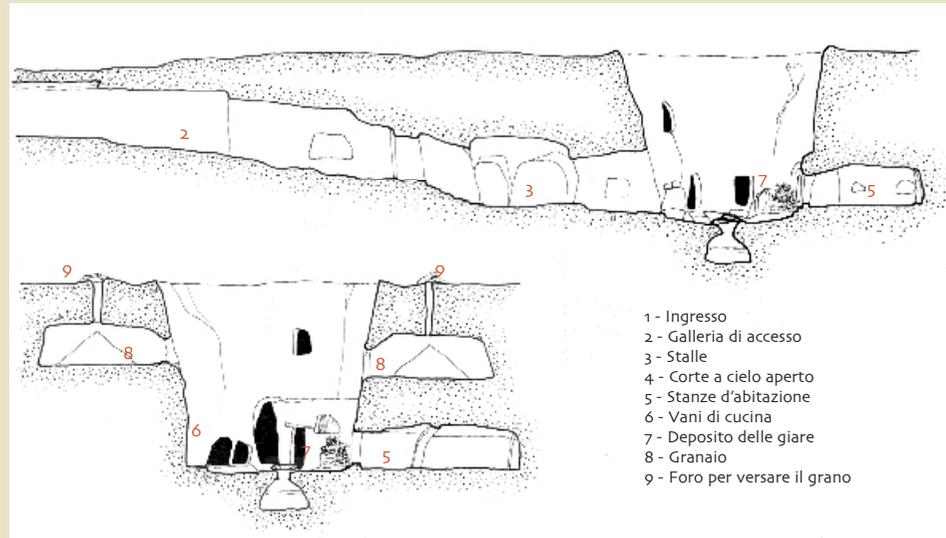
Matmata, Tunisia: immagini di abitazioni ipogee. Pianta e sezioni di un insediamento a due livelli. La pianta si riferisce al livello inferiore.

Nella sezione si notano i granai al livello più alto, direttamente comunicanti con l'esterno attraverso il pozzo-tramoggia per versare il grano: i muli con il carico non riuscirebbero a inoltrarsi all'interno della galleria di accesso.

Configurazione degli spazi domestici



53



- 1 - Ingresso
- 2 - Galleria di accesso
- 3 - Stalle
- 4 - Corte a cielo aperto
- 5 - Stanze d'abitazione
- 6 - Vani di cucina
- 7 - Deposito delle giare
- 8 - Granaio
- 9 - Foro per versare il grano

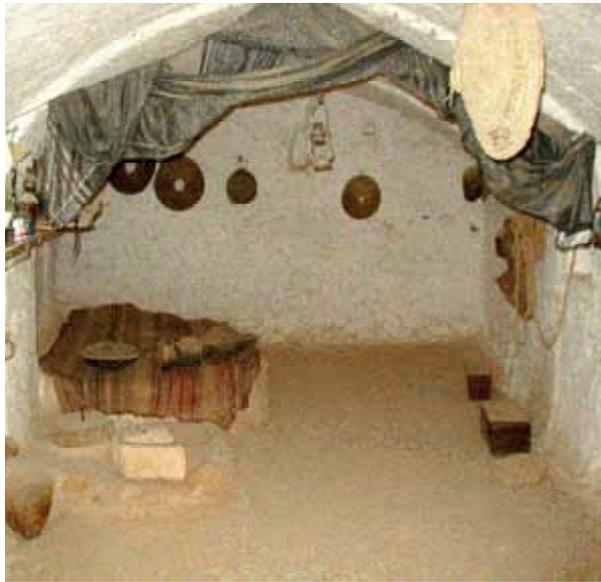
23



54



55



56



57

24

chiaro della corte esterna.

La semplicità dei volumi è contrastata dalla estrema cura degli arredi, in cui ancora una volta trova espressione la costante ricerca di luce, in stanze buie e prive di aperture se non nella porta d'ingresso. Tutto il mobilio, di cui sorprende l'originalità e la raffinatezza, è infatti ottenuto dall'intreccio di legno di palma o di ulivo ricoperto di un impasto di argilla e gesso, che conferisce voluminosità e colorazione bianca. Così sono realizzati letti, cassettoni per vestiti, vere e proprie pareti attrezzate con mensole a graticcio dalle geometrie variegiate che, se sembrano voler nascondere la roccia viva retrostante, sottolineano però l'organicità di uno spazio architettonico in totale simbiosi con l'ambiente naturale che lo ha generato.

Il mobilio

Estrema attenzione viene infine riposta sulla possibilità di raccogliere e utilizzare l'acqua piovana. Questa viene infatti incanalata, tramite condotti scavati lungo il corridoio di ingresso, in una "vasca" sul cui fondo è posato uno spesso strato di sale per mitigarne la nocività.

Raccolta dell'acqua piovana

A completamento della casa, e delle attività agro-pastorali della famiglia, il frantoio, spazio autonomo scavato nei pressi dell'abitazione, servito da un corridoio a cielo aperto che lo collega all'esterno, per permettere ai cammelli carichi di olive di accedervi, impresa impossibile nei tunnel ipogei di ingresso alle case. (Louis, 1969).

Se queste tecniche artigianali hanno prodotto nel tempo ambienti domestici articolati e funzionali, bisogna ammettere che tali abitazioni non presentano condizioni ottimali dal punto di vista del benessere ambientale.

La luminosità e l'aerazione dei locali dove si vive e si lavora, soprattutto nei vani secondari più interni appare infatti insufficiente; la temperatura costante delle camere sotterranee permette di superare estati torride, ma il forte contrasto termico e luminoso fra l'interno della casa e l'esterno non è certamente benefico e, non essendo filtrato da alcun tipo di schermatura, può rendere traumatico il passaggio da dentro a fuori.

Ma il vero pericolo deriva dal nemico più insidioso: il cedimento del terreno argilloso che, impregnato d'acqua, potrebbe franare nell'evenienza, fortunatamente per questo problema sempre più rara, di annate eccessivamente piovose.

54, 55, 56

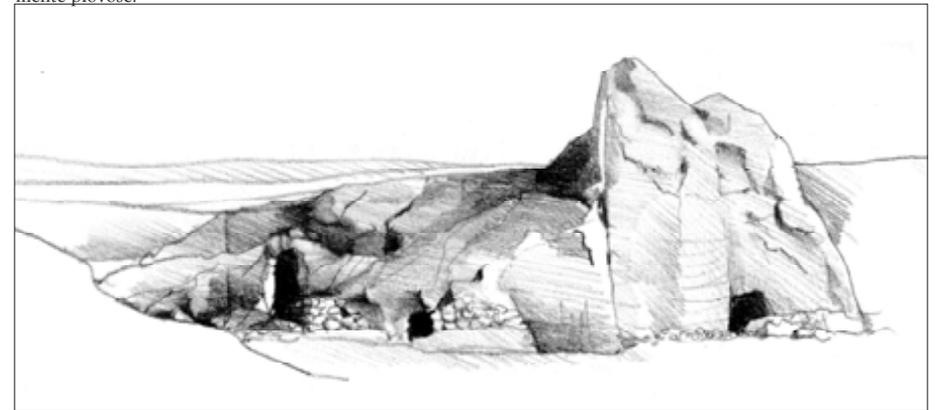
Interni di abitazione. Si nota la struttura del letto che, come altri mobili, è realizzata con rami di palma o di ulivo intracciati, ricoperti da un impasto di argilla e gesso. Un semplice fornello nella nicchia di cucina mentre la stanza di abitazione è dotata di letto, mensole, macina in pietra.

57

Una configurazione a pozzo poco profondo, con la strada di accesso a cielo aperto. Sulla sinistra si nota lo stazzo per le capre riparato da frasche.

58

Nella stessa fascia territoriale tunisina si trovano numerosi altri casi di insediamenti trogloditi, come questi, più a occidente, ricavati dalle colline di tufo nel deserto di Tozeur.



58

25



59

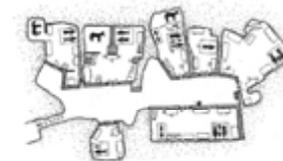
La configurazione dei Sassi di Matera costituisce un caso esemplare di ecosistema in cui una comunità ha per lungo tempo vissuto un legame indissolubile con l'ambiente fisico circostante, e in cui conformazione del paesaggio, organizzazione del tessuto urbano e strutturazione del sistema idrico sono fra loro perfettamente interrelati.

Questo equilibrio fra uomo natura è il risultato di antiche conoscenze che hanno prodotto un sistema abitativo ipogeo terrazzato, integrato con sistemi di raccolta e produzione delle acque. Il problema della scarsità della risorsa idrica, di come captare e conservare l'acqua piovana, o di come produrre acqua condensando le brine notturne, e, ancora, di come farne uso comune, è stata d'altra parte per lungo tempo l'urgenza principale in un territorio ostile e arido quali sono tuttora gli altipiani lucani, ed è stato il motore che ha dato origine a questo splendido ecosistema.

La Gravina di Matera, ovvero il canyon su cui si distribuiscono i Sassi, non è di origine fluviale, ma si è formata in seguito a fratture dovute a movimenti tellurici, e questo spiega perché il fenomeno di antropizzazione sia localizzato sul ciglio e non sul fondo della vallata, come accadrebbe se esistesse il residuo di un alveo fluviale (è questo il caso dell canyon di Rhoufi in Algeria). La gravina è dunque asciutta, tranne in caso di piogge torrentizie, e le risorse idriche provengono solo dall'acqua piovana e dalle brine.

Le tipologie abitative costruite hanno tratto forma dalle cavità che costellavano la sommità tufacea della gravina e che a loro volta avevano origini e morfologie diverse; nella parte inferiore, dove lo strato roccioso è più duro vi erano prevalentemente caverne naturali, man mano che si procedeva verso l'alto la roccia calcarea più tenera ospitava vaste depressioni circolari sotterranee chiamate "pulo" formate dall'azione erosiva delle acque piovane. Esi-

I Sassi di Matera



60

59
I Sassi di Matera.

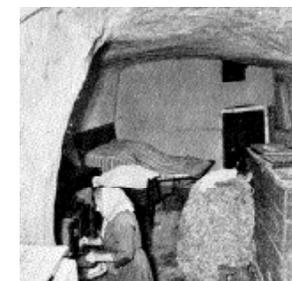
60
Pianta di un'abitazione in grotta con le destinazioni dei vari ambienti

61-63
La vita nella grotta nelle foto d'epoca.

64-66
Abitazione ristrutturata (P. Laureano).



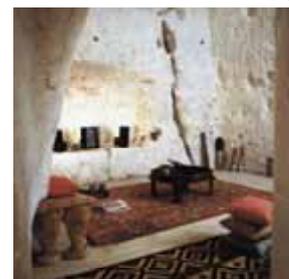
61



62



63



64



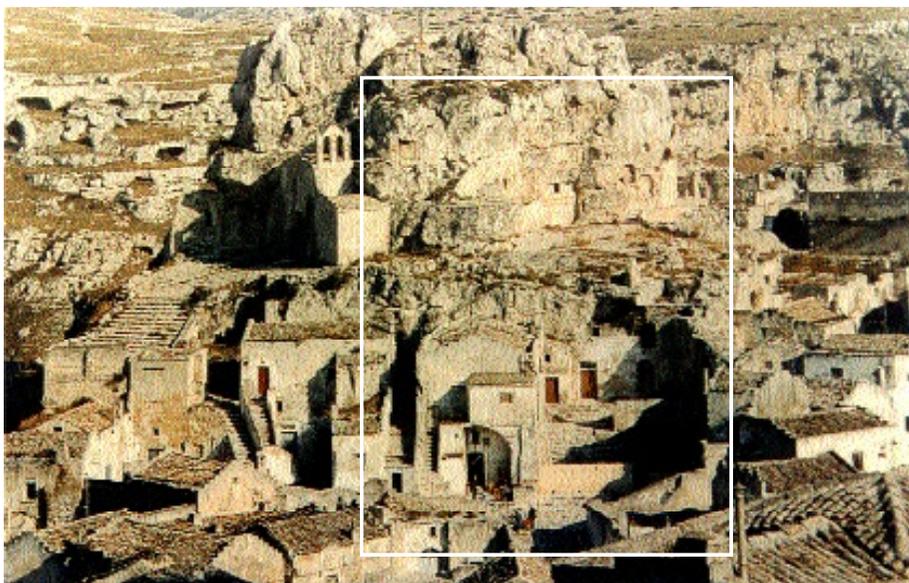
65



66



67



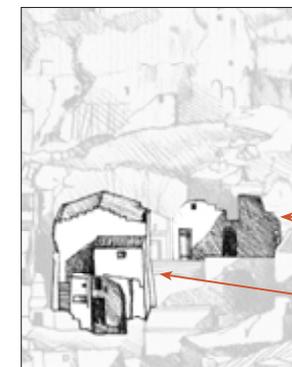
68

stevano poi antiche cisterne a campana, scavate nel sottosuolo ed utilizzate nel periodo neolitico per scopi agricoli oltre che domestici. Sono proprio le cisterne a dare origine alla tipologia più diffusa. Quando infatti la presenza abitativa si andò consolidando, esse furono trasformate in vere e proprie dimore prolungando lo scavo verso l'esterno mentre sotto il pavimento era realizzata una nuova cisterna, il cui funzionamento era, ed è ancora oggi, esattamente analogo ai tempi arcaici: raccoglie acqua piovana e condensa l'umidità. In seguito queste nuove abitazioni subirono gradualmente ampliamenti e modificazioni. Prima fu eretto un muro esterno di tamponamento in tufo (la "palomba"), con la porta di accesso ed una piccola apertura superiore, successivamente l'ipogeo venne ulteriormente ampliato verso l'esterno con un nuovo corpo di fabbrica, detto "lamione", la cui forma longitudinale, le murature spesse, costruite col tufo derivante dallo scavo, e la copertura voltata a botte, riproducevano in superficie lo spazio avvolgente della grotta. Questa tecnica costruttiva ha così determinato nel tempo un progressivo inurbamento a gradoni su livelli sovrapposti discendenti verso valle, dove la parte superiore delle case diveniva percorso esterno di collegamento o giardino pensile. Il sistema è rimasto integro fino ad oggi ed è ancora funzionante. "Durante le piogge violente terrazzamenti e sistemi di raccolta dell'acqua proteggono i pendii dall'erosione e convogliano per gravità le acque verso le cisterne nelle grotte. Nella stagione secca le cavità scavate funzionano durante la notte come aspiratori di umidità atmosferica che si condensa nella cisterna terminale degli ipogei, sempre piena anche se non collegata con canalette esterne" (Laureano). La temperatura interna agli ipogei è pressoché omogenea durante tutto il corso dell'anno, e, nella stagione invernale, più fredda, gli ambienti sotterranei sono illuminati dai raggi solari che penetrano fino in fondo alle cavità, appositamente inclinate verso il basso. Viceversa d'estate il sole, più vicino allo zenith, non penetra all'interno e i locali si mantengono piacevolmente freschi.

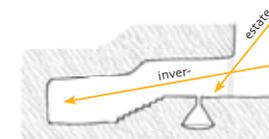
I percorsi esterni sono determinati dal sistema di scolo delle acque piovane che dall'alto procede verso il basso e va a irrigare i giardini pensili e a riempire le cisterne. L'intero sistema si articola così dando luogo a strutture a corte o a fronti continui che al loro interno si snodano in grotte e cunicoli; fino a creare un insediamento misto in cui cavità naturali, grotte artificiali, lamioni e palombe convivono e si completano, in una indissolubile continuità con l'organizzazione del sistema idrico e delle attività agro-pastorali.



70



71



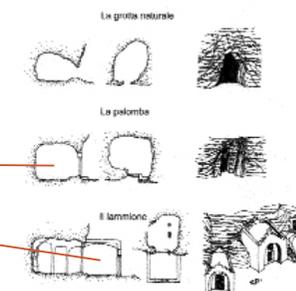
69

67
Grotte naturali nel Sasso Caveoso.

68, 70-72
Nelle immagini è evidenziata l'evoluzione dalla grotta naturale, al tamponamento in muratura (palomba) e alla costruzione di avancorpi (lamioni) direttamente collegati con lo spazio retrostante interrato.

E' il processo che ha portato alla edificazione di una quinta più o meno articolata che riveste l'intera città dei Sassi, dietro la quale le grotte sono la parte non visibile ma originaria dell'insediamento.

69
I raggi solari in estate si arrestano sulla soglia della grotta, in inverno penetrano portando illuminazione e riscaldamento



72

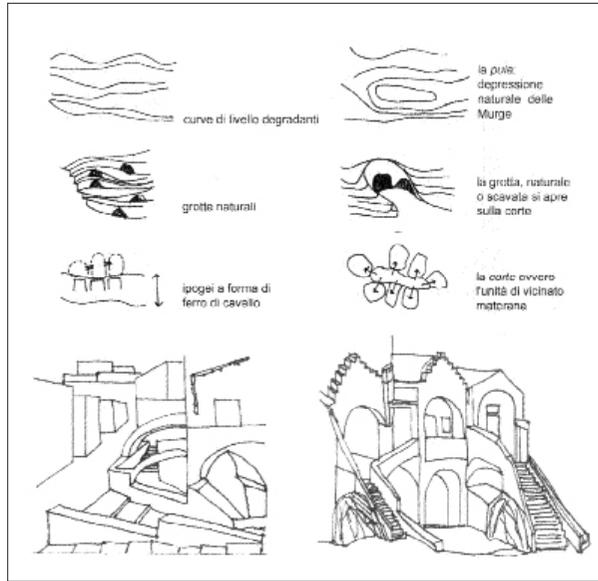


73

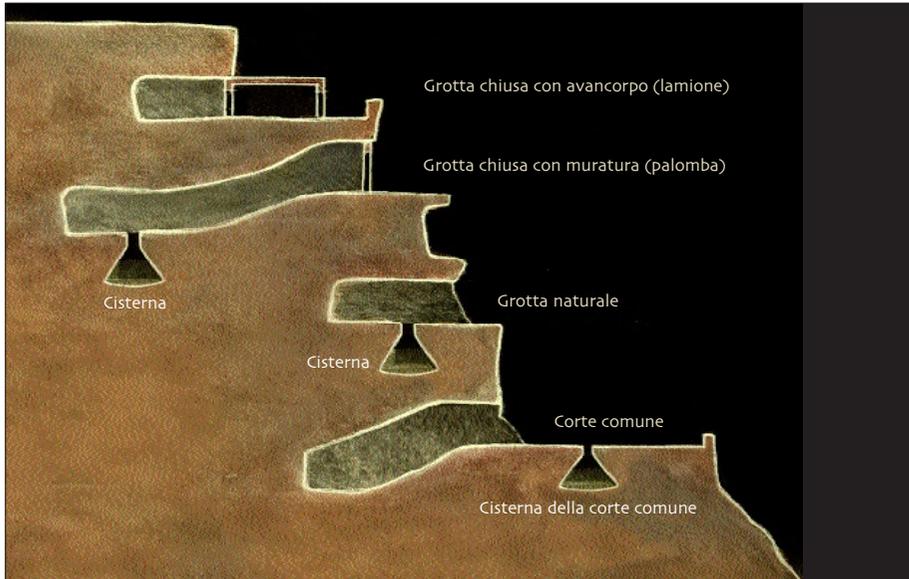
73
Ingresso di una grotta nel Sasso Caveoso.
L'allargamento dell'ipogeo corrisponde al sistema di raccolta dell'acqua, anteriore.

74
Formazione di sistemi insediativi a partire della configurazione naturale delle grotte.
(M. Parmiggiani)

75
Grotte naturali, grotte tamponate con "palombe", grotte con avancorpi costruiti (lamioni).

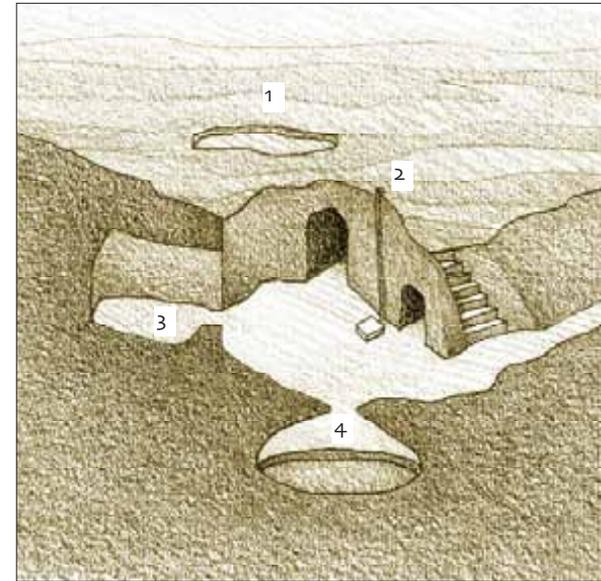


74



75

30



77

76
L'acqua piovana, percolando attraverso terrazzamenti, pendii e tetti a volta delle abitazioni, si incanalava a terra verso le decine di cisterne a campana e nello stesso tempo si raffredda.

77
Spaccato prospettico di un ciglio calcareo su cui trovano spazio la corte con le grotte e le cisterne. 1- vasca a cielo aperto; 2 - canaletta verticale; 3 - cisterna naturale di approvvigionamento d'acqua; 4 - cisterna a campana nella corte.

78
Grotte sul Sasso Caveoso.



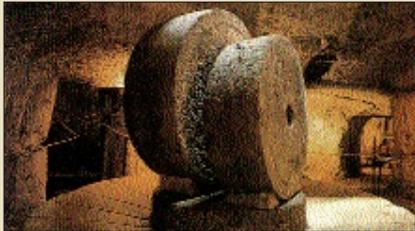
78

31

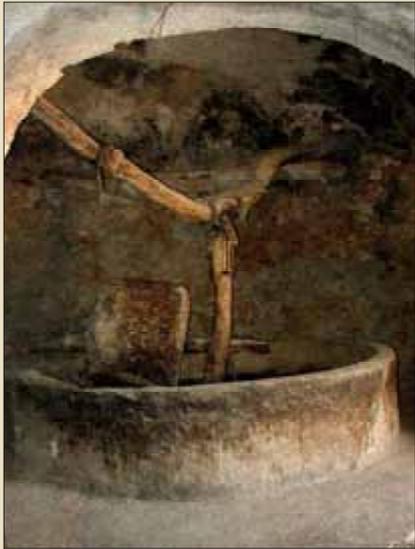
FRANTOI IPOGEI



79



80



82

I frantoi ipogei sono presenti in tutto il Mediterraneo, in particolare nel Salento pugliese, ma la loro origine è nelle Isole Egee. La costanza di temperatura, la difficoltà di furti, l'economicità della realizzazione, hanno favorito il diffondersi di tali tipologie, a partire dal quattrocento. Sotto quei frantoi, uomini ed animali, in simbiosi, vivevano per mesi senza vedere la luce del sole se non a fine campagna. Nel settecento si è passati alle strutture semiipogee e, successivamente, alle costruzioni fuori terra. La diffusione dei frantoi ipogei è indice dell'importanza che rivestiva, e riveste tuttora, per l'economia dell'area mediterranea, la coltura dell'ulivo.

Come l'ulivo è l'aspetto paesaggistico caratterizzante del panorama salentino, il trappeto sotterraneo e il lavoro durissimo che vi si svolgeva in condizioni insostenibili è stato parte imprescindibile della cultura economica e sociale di quel territorio.

Perché ipogei? Il principale motivo che faceva preferire il frantoio scavato nel sasso a quello costruito fuori terra era la necessità del calore. L'olio, infatti, diventa solido verso i 6° C. Pertanto, affinché la sua estrazione sia facilitata, è indispensabile che l'ambiente in cui avviene la

79, 80- Immagini di frantoi ipogei in Puglia.
81 - 83- Frantoi ipogei a Nalut e a Kabaw, Libia occidentale.



81



83

spremitura delle olive sia tiepido. Il che poteva essere assicurato solo in un sotterraneo, riscaldato dai grandi lumi che ardevano notte e giorno, dalla fermentazione delle olive e dal calore prodotto dalla fatica fisica degli uomini e degli animali. Inoltre, l'impegno per ottenere un ambiente scavato era modesto perché non richiedeva personale specializzato, e non implicava acquisto e trasporto di materiale da costruzione.

A partire dal XIX secolo, in Puglia i frantoi ipogei furono progressivamente dismessi e sostituiti da frantoi semiipogei ed infine in elevato. Ma restano testimonianze e miti legati alla grande cultura dell'olio in queste terre: il mito delle anfore olearie romane sprofondate nella sabbia del canale d'Otranto, degli "sciacudghi", gnomi dispettosi, nascosti nei frantoi ipogei, dei frati cinquecenteschi che nascondevano il nobile unguento ai turchi invasori.

84 - Gnomi tutelari dei frantoi ipogei, gli "Sciacudghi";
85, 86, 89- Immagini di frantoi ipogei in Puglia.

87 - Tipologia ad ipogeo o "a grotta", impiegata fino ai primi dell'800. E' ricavata all'interno di banchi tufacei o calcarei con spessore del terreno sovrastante tra 80 cm e 2 metri

88 - Tipologia a semi-ipogeo o a volta, impiegata dall'800 ai primi del'900. La copertura è in conci di tufo.



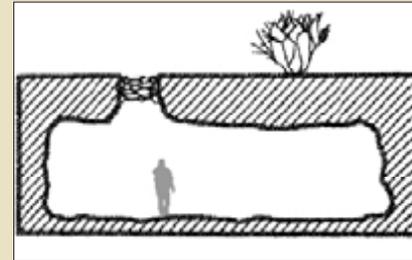
84



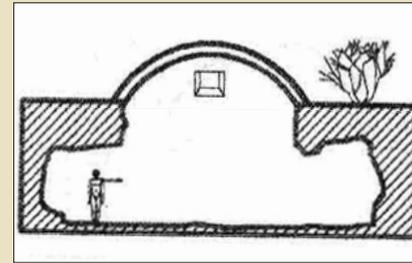
85



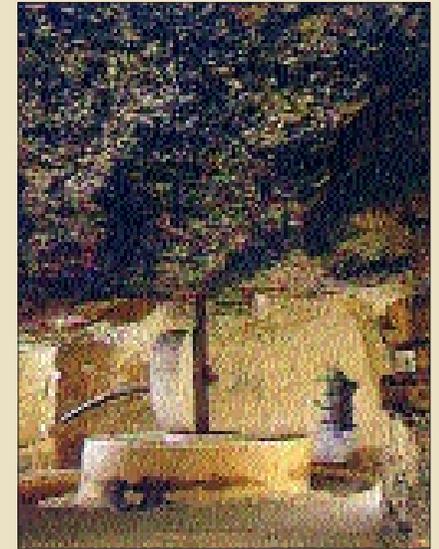
86



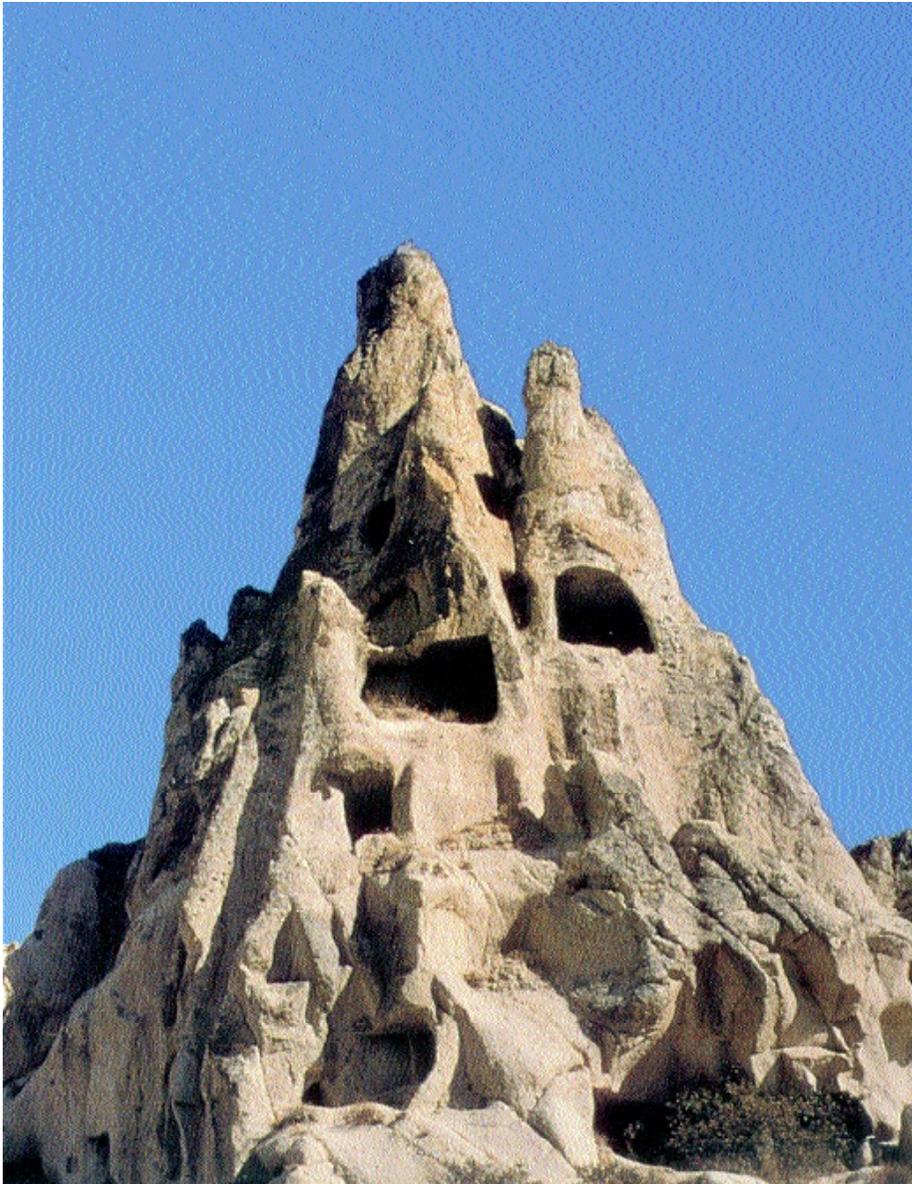
87



88



89



90

La Cappadocia è una regione ubicata nel cuore dell'antica Asia Minore, sull'Altipiano Centrale Anatolico. La realizzazione di strutture scavate dall'uomo nei rilievi naturali e nel sottosuolo testimonia qui un fenomeno di antropizzazione unico al mondo sotto diversi aspetti: diffusione nel territorio, complessità dell'organizzazione urbanistica, diversificazione tipologica, arco temporale in cui è avvenuta l'urbanizzazione (Bixio, 1995).

Difficile è delineare il percorso storico che ha generato questa intensa attività sotterranea, fornire esatti riferimenti cronologici, precisare le motivazioni originarie che hanno spinto a scavare strutture ipogee e rupestri piuttosto che edificare fuori terra. Ma se si considera la conformazione geologico-litologica e l'assoluta peculiarità del paesaggio, sarà più semplice capire che questa tecnica costruttiva è in realtà perfettamente idonea, al contesto naturale.

Il paesaggio della Cappadocia è costituito da un vasto tavolato, di altezza media pari a 1200 m, il cui suolo è composto da un tenero tufo generato dall'azione eruttiva di vulcani oggi spenti, le cui vette sovrastano incontrollate le estese pianure.

Dove la roccia tufacea è omogenea, il tavolato si dischiude uniformemente, interrotto sporadicamente da profondi valloni di origine fluviale. Dove invece il tufo si mescola a rocce più resistenti, l'azione erosiva ha dato luogo a formazioni geologiche particolari, che assumono le forme di coni e pinnacoli, alti fino a 30 m. Queste torri naturali sono in alcuni casi sormontate da un blocco di roccia dura, conservatasi intatta perché più resistente all'azione disgregatrice, formando i cosiddetti "camini delle fate".

Quando la sezione del cono per effetto dell'erosione si restringe eccessivamente, questo non è più in grado di sostenere il proprio capitello naturale, che si stacca e precipita, lasciando le punte scoperte affusolarsi fino a raggiungere una conformazione geometrica quasi perfetta. L'antropizzazione ipogea di questa area si è così adattata di volta in volta al profilo del terreno, generando strutture sotterranee nelle zone aperte del tavolato e rupestri lungo le pareti dei canyon e all'interno dei coni.

Tali strutture non sono però episodi isolati ma si sviluppano con continuità organizzandosi in veri e propri sistemi urbani: città sotterranee, villaggi a

L'architettura sotterranea in Cappadocia



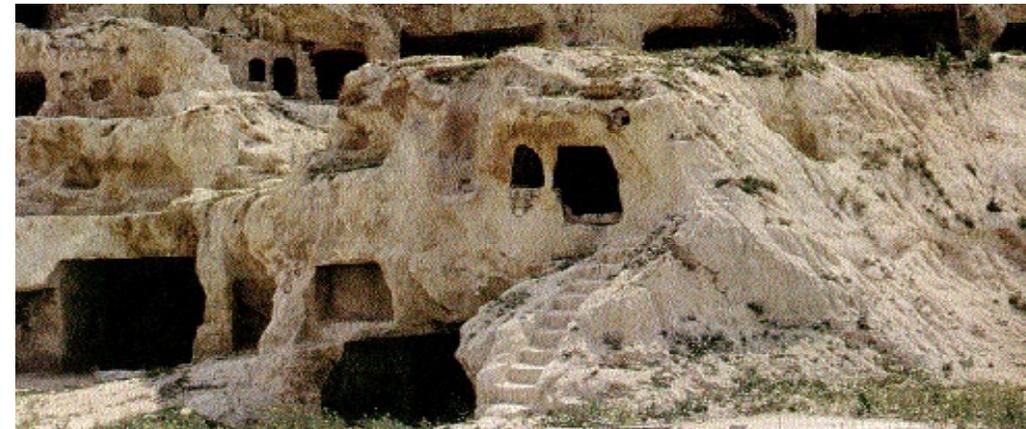
91

Il paesaggio "geologico"

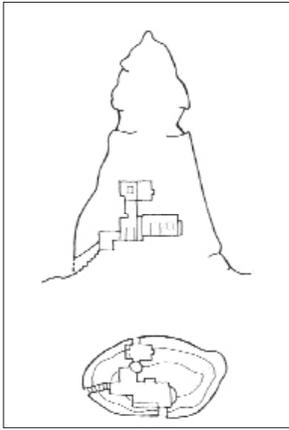
90
Il convento rupestre di Göreme.

91
I "camini delle fate" in una stampa dei primi del '700.

92
Ürgüp: abitazioni troglodite di una colonia monastica.



92



93

parete e villaggi a cono.

Come detto, non è possibile stabilire l'origine di questi insediamenti, l'unica coordinata temporale certa è fornita dagli affreschi sulle pareti delle chiese rupestri di epoca bizantina, i più antichi dei quali risalgono all'inizio del 500 d.C. In questo periodo la Cappadocia è il fulcro di un intenso monachesimo che raggiungerà la sua massima espansione nel IX sec., nonostante le frequenti incursioni arabe.

L'ambiente naturale, austero e solenne, e la facilità di scavo della roccia tufacea, più tenera in profondità che in superficie, favoriscono l'insediamento ipogeo eremitico e monastico, trasformato nei secoli successivi in comuni abitazioni e rafforzato dalla costante necessità di difesa. Questo sembra essere infatti uno dei motivi principali che ha indotto a scavare il sottosuolo, come testimoniano la presenza di vani ipogei destinati unicamente alla funzione di rifugio temporaneo in caso di aggressioni nemiche; i cunicoli di collegamento verticali o orizzontali fra le abitazioni sotterranee, stretti abbastanza da mettere in difficoltà gli invasori; e gli ingegnosi sistemi di chiusura, ruote mobili di roccia ("porte-macina") che, alloggiati in apposite camere di manovra lungo i percorsi, all'occorrenza sbarravano i cunicoli isolando intere sezioni dell'insediamento.

La vita nel sottosuolo era organizzata in modo da poter consentire la sopravvivenza anche in isolamento durante i periodi di maggiore intensità bellica. Unitamente alle necessità difensive altri fattori hanno contribuito a determinare la diffusione di strutture interrato e ipogee, e sono quelli che già abbiamo incontrato nell'analizzare casi simili: mancanza di materiale ligneo, facilità costruttiva e convenienza economica.

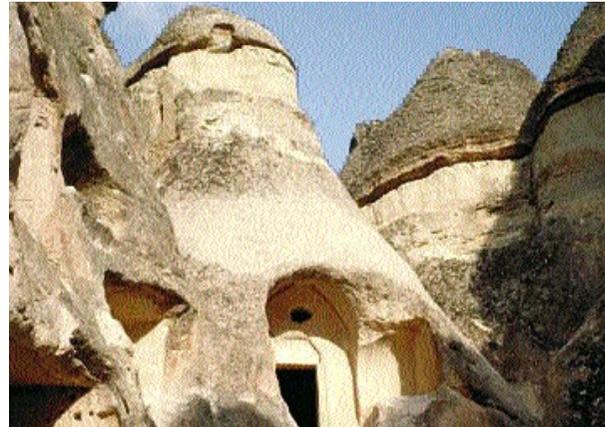
Si calcola un costo di realizzazione da 20 a 30 volte inferiore a quello fuori terra con un tempo medio di escavazione di un metro cubo al giorno per sette ore di lavoro di una persona, compreso lo sgombero del materiale di scavo (Pursum, 1994).

Ma, particolarmente vantaggiosa è la possibilità di sfruttare la massa termica del terreno per la termoregolazione naturale del microclima interno. Se però a Matmata o nei Sassi di Matera il problema principale era di proteggersi dal caldo estivo, sull'altipiano anatolico, al contrario, l'urgenza era

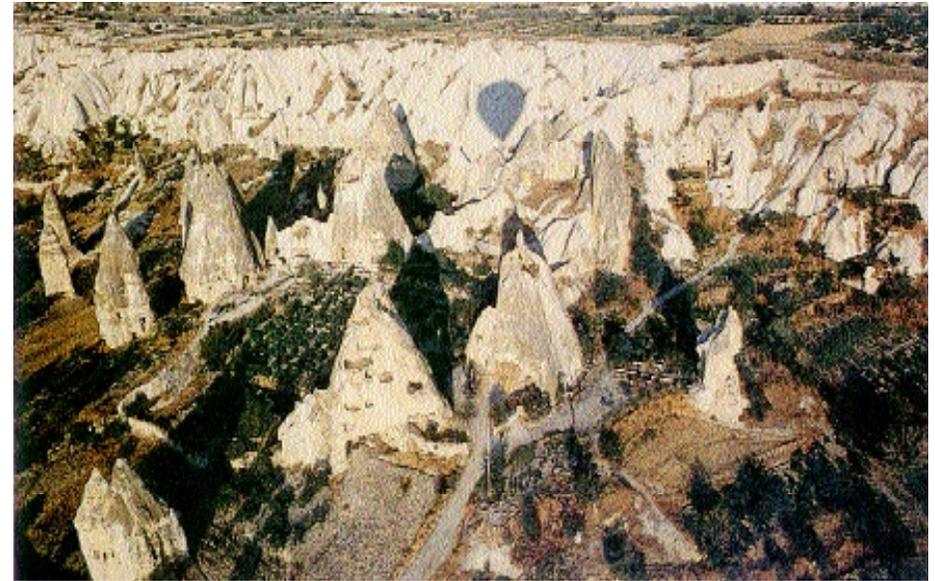
93-95
Abitazioni a cono: sezione, pianta, spaccato prospettico e immagine d'insieme.



94



95



96

anche di quella difendersi da rigidi inverni.

La complessa articolazione e la diversificazione tipologica degli insediamenti trogloditici in Cappadocia è stata esaurientemente analizzata da R. Bixio e V. Castellani nel testo già citato (*Le città sotterranee della Cappadocia*, 1995) e che qui riportiamo in sintesi. Due sono le grandi categorie di appartenenza ravvisate: le strutture rupestri e le strutture ipogee.

Strutture rupestri

Villaggio a cono.

Si tratta dei "camini delle fate", formazioni naturali che in alcuni casi sono stati scavati internamente per ricavarne abitazioni, luoghi di culto, depositi.

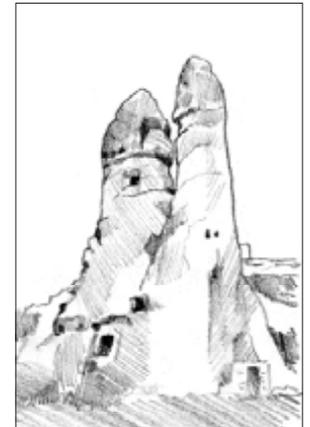
L'organizzazione di questa sorta di "trulli naturali" è casualmente determinata dalla disposizione dei cono medesimi, anche se è certamente intervenuto un fattore di opportunità a determinare la scelta di ogni singola struttura. Frequenti sono i vani costruiti all'esterno a integrazione e completamento di quelli scavati nella roccia, per formare strutture insediative che, sotto l'aspetto tipologico, abbiamo preso in esame come "strutture miste". Il sistema viario è costituito dal reticolo di sentieri di raccordo fra i cono e da questi ai terreni coltivati.

Villaggio a parete.

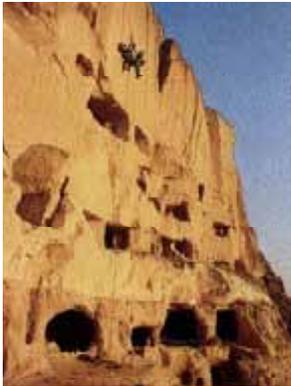
Si tratta di strutture trogloditiche a prevalente scopo abitativo scavate lateralmente nelle pareti strapiombanti dei valloni. Gli ambienti ricavati all'interno del tufo sono comunicanti per mezzo di cunicoli orizzontali o pozzetti verticali scalinati. Sono composte da unità abitative indipendenti con vani

96
Villaggio "a cono" a Göreme.

97
Avclar. Coni formati dall'erosione naturale e trasformati in abitazioni dall'azione dell'uomo.



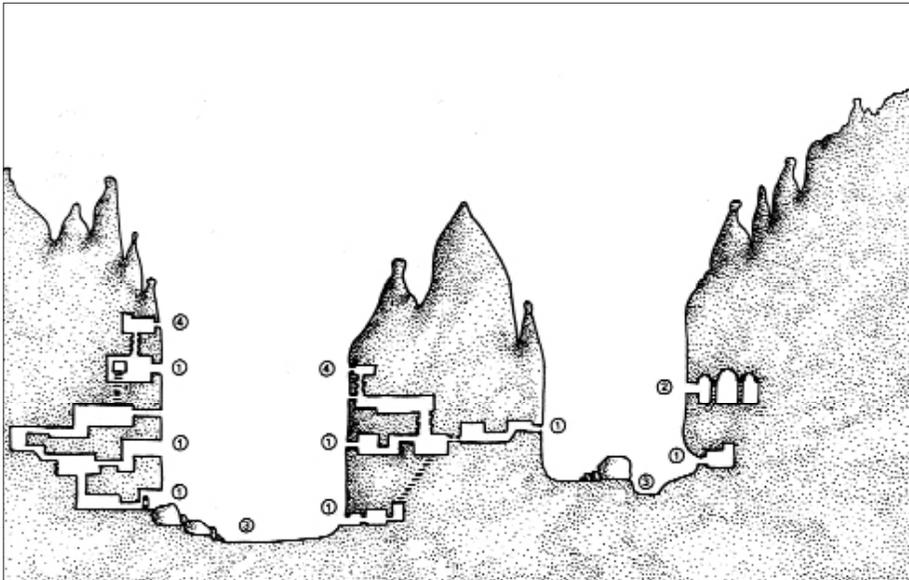
97



98

98
Villaggio a parete a Tatlarin.

99
Sezione schematica di un villaggio a parete.
1 - Abitazione rupestre; 2 - Chiesa rupestre; 3 - Livello del ruscello; 4 - Piccionaia



99

sovrapposti, i più esterni dei quali sono dotati di piccole finestre. La rete viaria è esterna: le direttrici principali si identificano con gli assi stessi delle valli.

Chiese rupestri.

Sono luoghi di culto cristiani scavati all'interno di singoli pinnacoli o sulle pareti di anfiteatri naturali, come nel caso della valle di Göreme, ove è sorto un vero e proprio centro monastico, composto da numerose chiese, alcune delle quali splendidamente affrescate, un tempo completamente sotterranee, oggi parzialmente messi in luce dai crolli provocati dall'erosione naturale. Si conoscono almeno sette grandi "regioni" monastiche, cui si uniscono ulteriori centri minori. In totale il numero dei monasteri e delle chiese rupestri supera il migliaio.

L'organizzazione urbanistica assomiglia a quella del villaggio a parete. Numerose chiese sono però isolate, scavate all'interno di singoli pinnacoli o delle pareti di canyon.

Villaggio-castello.

I villaggi-castello si possono considerare una variante del villaggio a parete, da cui si distinguono per la particolare ubicazione. Si tratta di complesse strutture scavate in grandi torrioni naturali in cui gli ambienti trogloditi sono scavati su piani sovrapposti, sino alla sommità. Cuneo (1981) propende nel pensare che tali strutture realizzino una sorta di "condomini" in cui si rende esplicito il carattere sociale o comunitario del "grande contenitore" traforato, in armonia a quello privato o familiare espresso dalla personalizzazione delle singole cellule abitative connesse con sistemi di grandi scale anch'essi in parte ricavate nella roccia. L'agglomerato urbano si sviluppa anche alla base di questi "castelli", con edifici in parte costruiti ed in

parte scavati nei depositi tufacei.

Il tessuto viario di superficie, per quanto complesso, converge verso l'accesso alla roccia.

Piccionaie rupestri.

Dall'enorme quantità di ricoveri per i piccioni scavati nella parete dei valloni, si desume che certamente questi animali furono importanti per l'economia del luogo, per l'allevamento a scopo alimentare ma soprattutto per la raccolta del guano ad uso fertilizzante. Le piccionaie sono strutture rupestri di modeste dimensioni, ma ampiamente presenti in tutto il distretto delle valli di erosione. Si trovano associate agli insediamenti abitativi (rupestri o di superficie) ma sono diffuse soprattutto nei canyons, vicino alle aree coltivate.

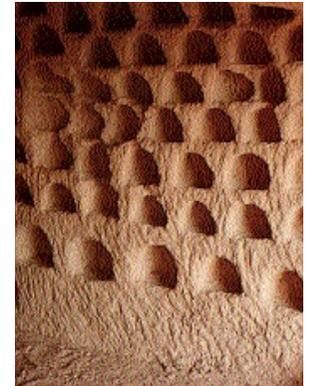
Esternamente si presentano con una serie di finestre di piccole dimensioni (ingresso per i piccioni) sovente dipinte con disegni geometrici colorati di rosso o di nero, a volte su fondo bianco, per richiamare i volatili. Si trovano anche ad altezze molto elevate rispetto al piano di campagna.

Quasi sempre la superficie rocciosa è stata modificata per renderla più liscia e verticale (forse per impedire l'accesso ad animali predatori). Sono dotate di una porticina di ispezione.

Strutture ipogee

Città sotterranee.

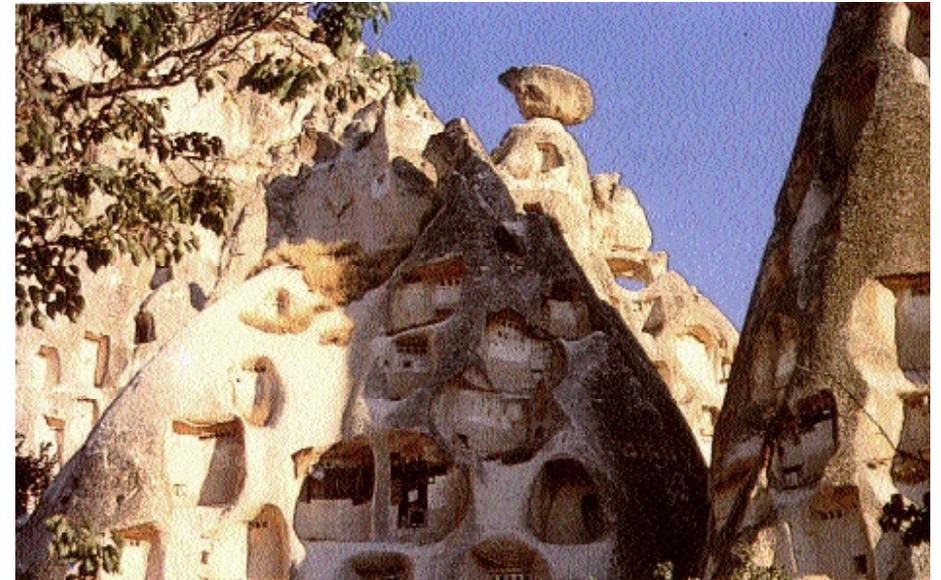
Sono scavate nelle zone aperte dell'altipiano, laddove scarsi o inesistenti sono i ripari. Per questo i livelli sono scavati in profondità e non si sviluppano sopra il piano di campagna. Nel primo livello, quello più vicino alla superficie, sono ubicati gli accessi al sottosuolo.



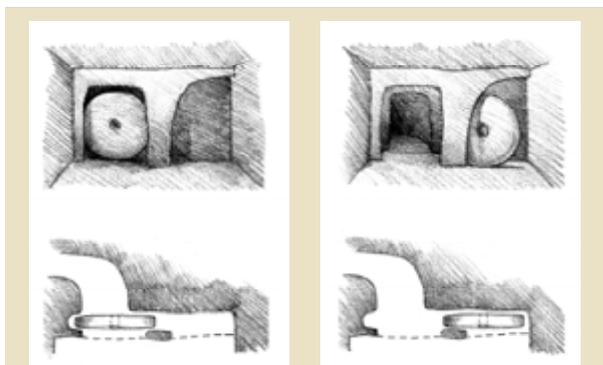
100

100
Interno di una piccionaia rupestre non più in uso.

101
Piccionaie rupestri a Uchisar.



101



102

Tale primo livello può corrispondere ad un rilievo naturale, leggermente sopraelevato rispetto alla pianura, nel qual caso gli accessi si aprono nei pendii o nelle modeste falesie delle colline. Oppure si può estendere nel deposito tufaceo subito sotto il piano di campagna: in questo caso gli accessi sono dissimulati nei campi o nascosti nei cortili interni e nelle cantine delle abitazioni costruite in superficie. I sotterranei cappadoci sono costituiti da sale di varie dimensioni, nicchie, depositi, cisterne, collegati da corridoi, difesi strategicamente da numerosissimi dispositivi di chiusura costituiti da monoliti a forma di macina ("porte-macina").

Questi dispositivi possono pesare fino ad una tonnellata e mezza e venivano manovrati in apposite camere variamente costruite. Le porte-macina sono spesso costituite da tufi più resistenti rispetto ai vani che li ospitano, provenienti da cave esterne, e presentano un foro centrale, forse necessario per il trasporto e poi utile per l'osservazione e la difesa da eventuali assalitori.

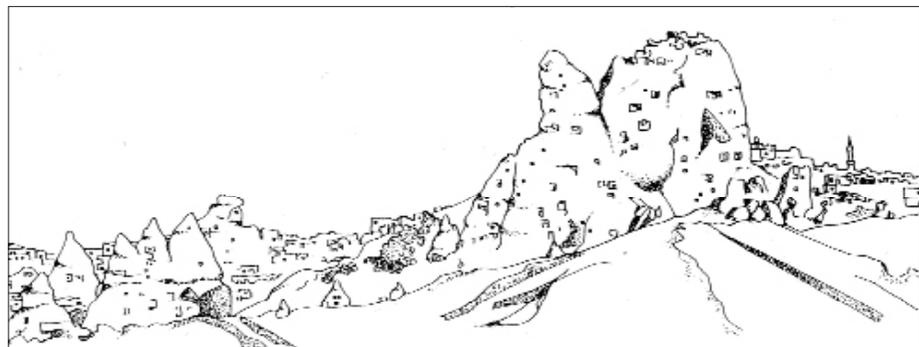
La disposizione dei vani è solo apparentemente casuale, doveva invece far parte di un progetto in continua evoluzione secondo le esigenze contingenti. La circolazione dell'aria è ancora oggi garantita da condotti d'aerazione; l'approvvigionamento idrico avveniva a mezzo di pozzi che raggiungono la falda acquifera in profondità.

Tutta la struttura urbana (vani abitativi, stalle, depositi, luoghi collettivi, di

Le "porte-macina"

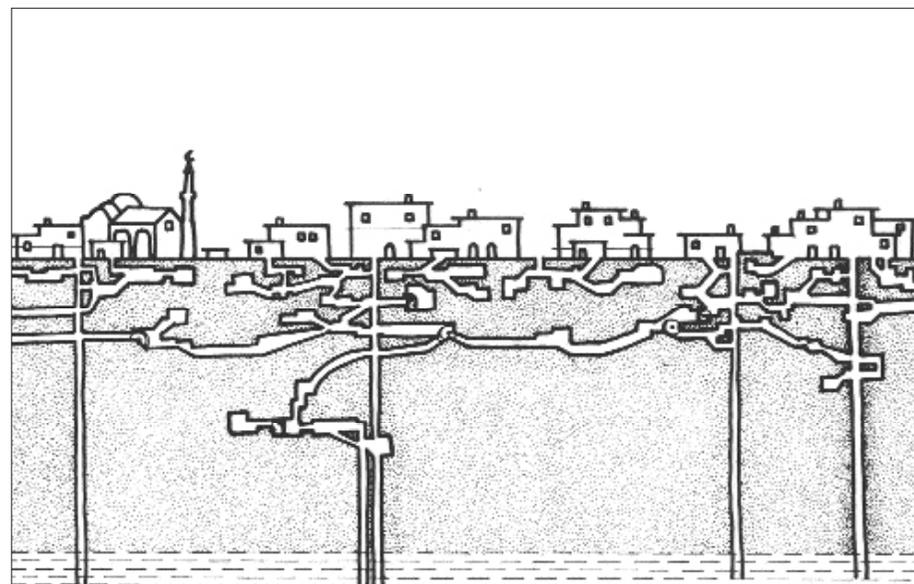
102
Schema di funzionamento di una porta-macina.

103
Villaggio-castello di Ucbisar.



103

40



104

culto, tessuto viario, infrastrutture) è dunque completamente racchiusa nel sottosuolo a costituire una città sotterranea autonoma, una sorta di "unità di abitazione" dotata spesso anche di un rifugio sotterraneo in caso di assedio.

Rifugio sotterraneo.

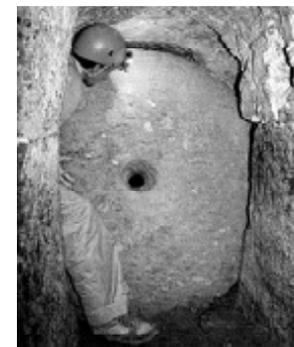
Insediamento sotterraneo a metà fra "villaggio a parete" e "città sotterranea". Si sviluppa in forte prevalenza su un unico piano orizzontale (piano principale). Eventuali vani ricavati sopra o sotto il piano principale sono di modesta estensione.

Ogni rifugio è costituito da più sistemi indipendenti; ogni sistema è costituito da più unità comunicanti; ogni unità può a sua volta essere suddivisa in ingresso, vano di "prima fascia" (cioè più esterno), raccordo (vano interno protetto da sistemi di chiusura multipli), raccordo principale che mette in comunicazione tra loro unità similari, via di fuga, non sempre presente, che collega direttamente all'esterno.

Si tratta di un rifugio perché esistono vari indizi che fanno supporre che non fosse usato permanentemente come abitazione (ad eccezione dei vani più esterni, il cui uso era limitato a stalle e magazzini), ma solo per emergenze dovute a improvvise incursioni nemiche. Le pareti interne sono intervalate da nicchie che avevano la funzione di mangiatoie a lato delle quali vi sono anelli per legare animali. I vani interni sono efficacemente protetti dalle porte-macina. I cunicoli sono dimensionati per far passare una persona alla volta, chinata, senza poter manovrare armi o attrezzi. Anche la via di fuga, se presente, è chiusa da una porta-macina. Ogni sistema è dotato di uno o più pozzi al fine di essere autonomo in caso di assedio.

104
Sezione della città sotterranea di Derinkuyu.

105
Una porta-macina.



105

41

ROMITI



106

Frequenti un po' dovunque sono i luoghi di eremitaggio nascosti tra gli anfratti e le balze montuose dei paesi che abbiamo preso in considerazione. Fanno parte di quella tradizione di origine altomedievale che conduceva molti a una vita di elevazione spirituale in luoghi isolati e in condizioni di totale privazione. Grotte, cavità naturali, brevi spiazzi riparati da tetti di roccia sono i luoghi eletti a "romitaggio": luoghi impervi, di problematica accessibilità ma sempre di straordinario fascino ambientale. Qui è contro la stagione fredda e le intemperie che l'habitat della grotta deve risultare protettivo.

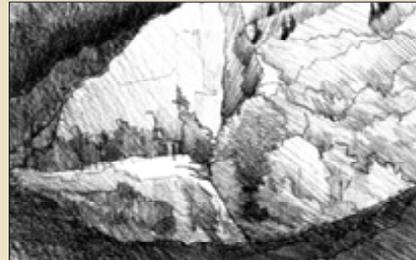


107

La vita nell'eremo è scandita dalla preghiera e da quel poco di attività di sostentamento che ci viene testimoniata dai segni di piccoli appezzamenti a orto o di qualche pianta di vigna o da frutto ancora visibili in quelle prossimità. Le popolazioni vicine erano solite offrire risorse in cambio della protezione spirituale che derivava dalla presenza in zona dell'eremita. Così come le

106 - S. Girolamo nel suo eremo, J. Patinir (1475 - 1524).
Madrid, Museo del Prado.

107 - 109 - I resti dell'eremo di S. Giustina presso Dermulo (TN).
Il nome del paese deriva da "hermulum", piccolo eremo.



108



109

stesse gerarchie ecclesiastiche vedevano di buon occhio questi casi di vita ascetica, quando si mantenevano nell'onestà degli intenti e nell'integrità morale, per l'esempio che potevano offrire alla comunità dei fedeli. Questo anche perché spesso al romitorio era associato il concetto di "pio luogo" e al romito ne veniva affidata la custodia, compresi gli arredi a corredo di semplici celebrazioni liturgiche. Numerosi "atti visitali" che descrivono le visite pastorali dei vescovi alle rispettive comunità non trascurano di menzionare le dotazioni e le condizioni di decoro in cui sia stato trovato il romitorio di competenza e di esprimere considerazioni in merito ai "costumi conformi" dell'eremita.

Le immagini documentano le tracce di eremitaggi trentini: S. Gottardo, sopra Mezzocorona e S. Giustina (Dermulo). Studi recenti hanno permesso di dimostrare la frequentazione preistorica delle caverne. Il culto di S. Gottardo appare attorno al XIII sec., sulla tradizione di una leggenda locale precristiana basata sulla presenza di un basilisco, o drago nella grotta, che nella letteratura

110 - Il "basilisco", o drago della grotta: nella letteratura cristiana simbolo di Satana.

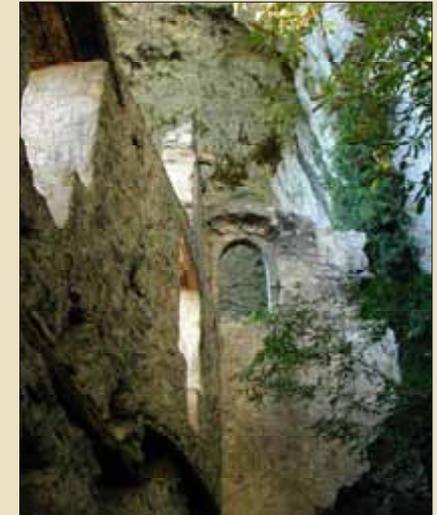
11 - 113 - Immagini dei resti dell'eremo di S. Gottardo presso Mezzocorona (TN).



110



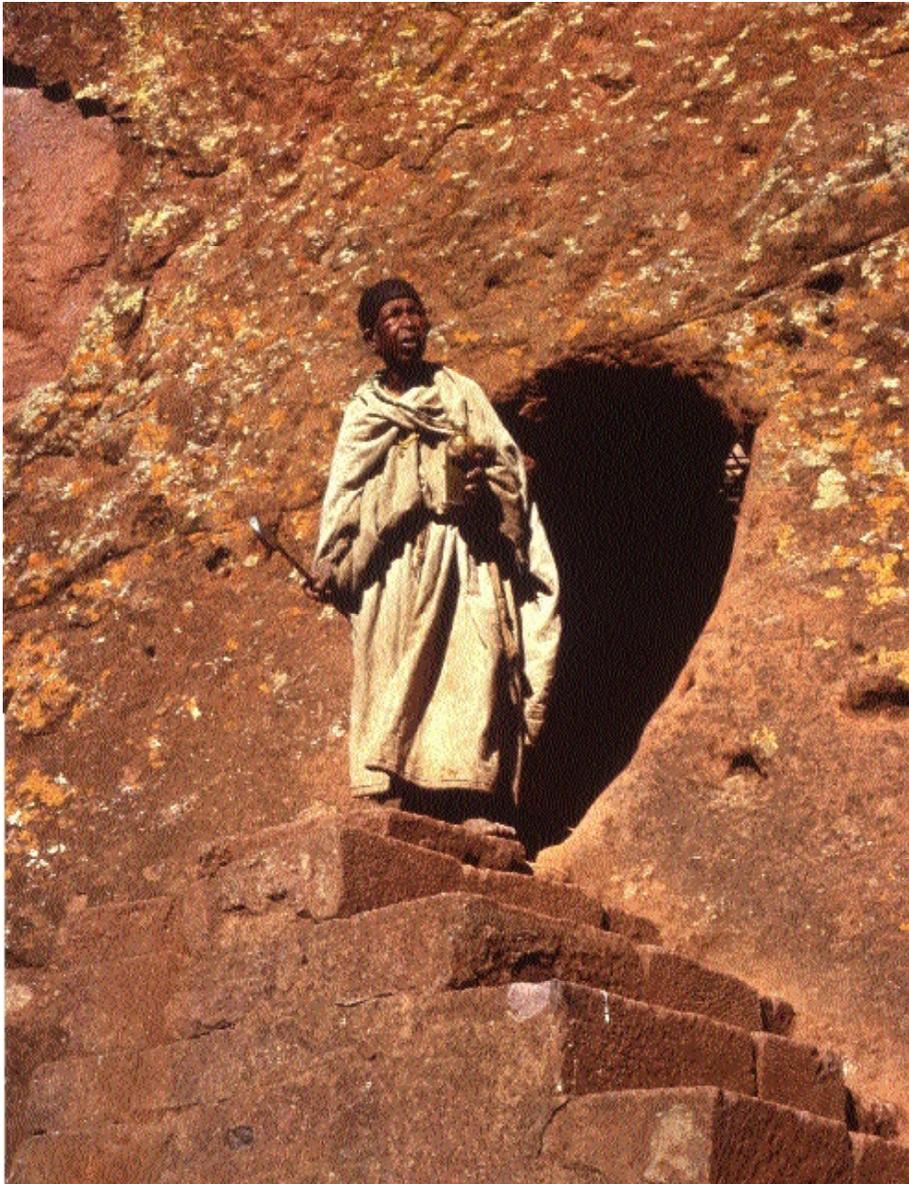
111



112



113



114

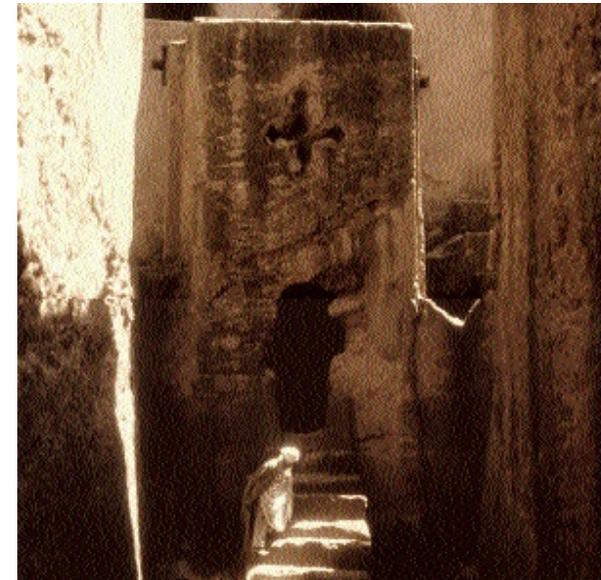
Sul fianco di una collina vicino all'antica capitale etiope Lalibela, a 400 km a nord dell'attuale Addis Abeba, c'è un gruppo di dieci chiese ed una cappella che, intagliate in profondità nel tufo vulcanico rosato, affiorano sulla superficie terrestre come possenti monoliti, collegati fra loro da una trama di corridoi, grotte e cunicoli sotterranei. Costruite nella prima metà del XIII sec., furono ideate dal re Lalibela, della dinastia Zagwe, che regnò in un periodo compreso fra il 1195 e il 1235 d.C. e attuò un ambizioso programma di architetture monumentali per rinforzare il diritto di potere della sua casa regnante. Le chiese di Lalibela costituiscono la sua opera più riuscita.

Sopravvissute a ottocento anni di incursioni, mutamenti politici e negligenze, sono il risultato di linguaggi e influenze molteplici, che hanno attraversato nei secoli questo paese. A partire dall'epoca arcaica, la popolazione indigena cominciò infatti a mescolarsi con i limitrofi abitanti di Sudan ed Egitto; successivamente il territorio etiope fu occupato dai Semiti, provenienti dall'Arabia; nuove influenze vennero da forme di cristianesimo arcaico di origine siriana e egiziana, e dal buddismo derivante dall'India, con cui fitti furono i rapporti commerciali. La dinastia Axum, uno dei più antichi e potenti regni africani (leggendaro dominio della regina di Saba), dominò l'Etiopia dal II sec. d.C. fino a circa il 300 d.C. e si convertì al cristianesimo, che si preservò dall'espansione musulmana in nord-africa grazie all'isolamento del paese. La dinastia successiva fu appunto quella degli Zagwe, di cui Lalibela si distinse come uno dei monarchi più importanti e carismatici.

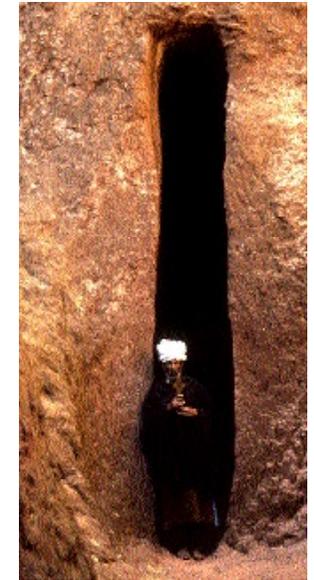
La costruzione del complesso religioso è avvolta da racconti leggendari, che narrano di come Dio apparì in sogno a Lalibela rivelandogli il sito e il dise-

**Strutture intagliate:
Le chiese di Lalibela**

114 - 116
*Immagini di Lalibela, la città santa dell'Etiopia, che sorge a 2500 metri sull'altipiano etiopico: 11 chiese rupestri del XII secolo, intagliate in profondità nel tufo vulcanico e collegate tra loro tramite un intreccio sotterraneo di corridoi, grotte e cunicoli.
Un tempo fiorente e popolata capitale di una dinastia medioevale, oggi Lalibela è poco più di un villaggio.*



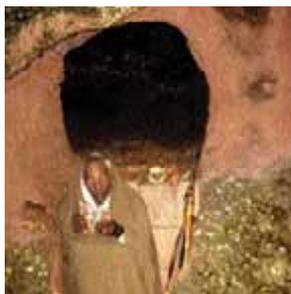
115



116

117 - 118
Immagini dei ripari naturali o scavati nella roccia a Lalibela.

119 - 120
Isolata dalle altre, la chiesa Bieta Gheorghias (San Giorgio), è forse la più elegante di tutte le costruzioni di Lalibela. Si trova in un profondo affossamento e le sue pareti perpendicolari formano un perfetto monolite a forma di croce greca incassato per 12 metri nella roccia e collegato all'esterno da un lungo tunnel.



117



118

46

gno planimetrico delle chiese, e che queste furono edificate, o meglio intagliate, con sorprendente rapidità grazie all'ausilio di operai soprannaturali (angeli). In realtà il nostro re fu ispirato dalla città di Gerusalemme, che egli voleva replicare nel corno d'Africa, e dai racconti dei monaci che, di ritorno dalla terra Santa, descrivevano caverne, grotte e tombe sotterranee incorporate nella Chiesa del Santo Sepolcro e della Natività. Per questo Lalibela rinominò il fiume locale che scorre in adiacenza alle chiese "Giordano", e la collina soprastante "Monte degli Ulivi". In questo ambizioso progetto fu aiutato da un architetto chiamato Sidi-Maskal e, stando a ciò che resta delle cronache medievali di questo paese, da cinquecento operai provenienti da Alessandria d'Egitto.

Le chiese, in conformità alla tradizione cristiana, sono orientate est-ovest; hanno forme tendenzialmente rettangolari che di volta in volta si modificano per meglio adattarsi al sito, ma mostrano di avere assimilato elementi di origini diverse. Così troviamo fregi derivanti dalla architettura axumide, colonnati sul modello dei templi romani, piante a croce greca di chiara derivazione bizantina, mentre la monumentalità delle opere scolpite ricorda i templi indiani di Ellora ed Elephanta. Quattro chiese emergono direttamente dal terreno, circondate da larghe cavità, e si configurano come edifici autonomi saldati alla montagna solo al livello del pavimento; le altre sono unite alla roccia mediante pareti o soffitti.

Certamente non sono assenti motivazioni anche di carattere difensivo e climatico nella scelta così singolare e impegnativa di realizzare questo complesso devozionale al di sotto del piano di campagna. La preservazione dall'espansione musulmana non dovette essere priva di

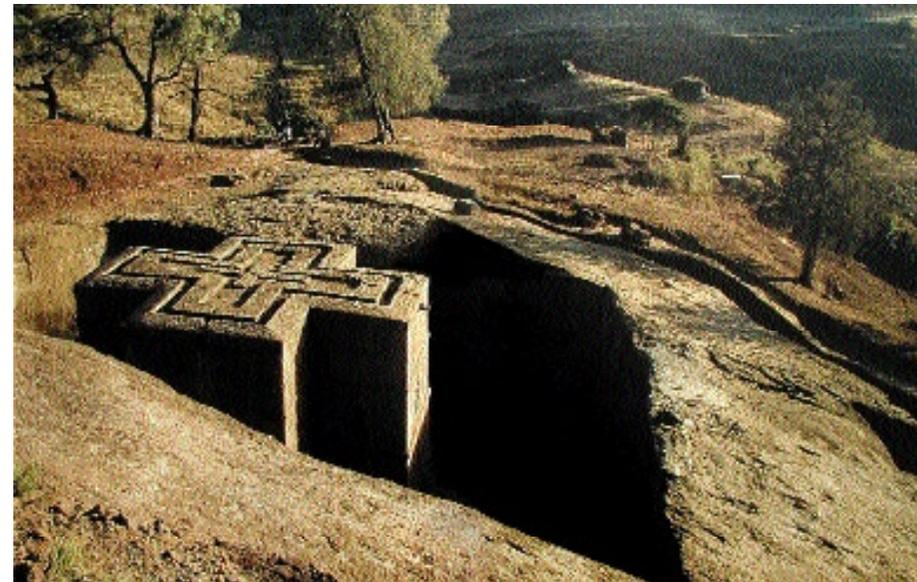
rischi, ed ecco l'aspetto "mimetico" dei luoghi di culto, invisibili se non da distanza ravvicinata. Ma anche il clima torrido degli altipiani etiopici ha sicuramente influito nel riservare a edifici di questa importanza la migliore protezione, assicurando l'ombra permanente alle pareti con il posizionamento all'interno di un'esigua corte ipogea, la bassa temperatura sfruttando gli strati inferiori dell'aria e l'inerzia termica con il tufo vulcanico di tutto l'involucro.

Fra le dieci chiese la più celebre è quella dedicata a San Giorgio (Bieta Gheorghias). Isolata dalle altre, ha una pianta a croce greca ed una grande eleganza dovuta soprattutto alla sua sorprendente semplicità. Il manufatto è appoggiato al suolo in una grande fossa profonda circa dodici metri che corre tutt'intorno l'edificio. L'andamento planimetrico è reiterato in copertura da croci greche concentriche e, al livello del pavimento, da una piattaforma che, con lo stesso perimetro della base, solleva la chiesa dal terreno. Sul fronte occidentale sette gradini conducono all'entrata principale.

Tutte le chiese vennero decorate sia all'esterno che all'interno, e derivano dallo svuotamento di un unico grande blocco monolitico. Pavimento, muri e copertura erano un manufatto continuo e organico. La tecnica costruttiva richiedeva un grande dispiego di manodopera. Si iniziava scavando fossi fino al livello delle finestre più alte, poi si procedeva lavorando la roccia contemporaneamente all'interno e all'esterno. Porte e finestre erano dunque necessarie non solo per illuminare l'edificio, una volta terminato, ma anche per poter continuare i lavori avanzando verso il basso. Dentro la chiesa gli operai scolpivano sul posto pilastri, capitelli, archi, partizioni interne stando attenti a lasciare muri esterni abbastanza spessi da sorregge-



119



120

47



121



122



123

Insedimenti su canyon

Nella casistica dell'architettura ipogea può rientrare anche quel tipo di insediamento che, seppure realizzato fuori terra e non con tecnica sottrattiva, sfrutta le favorevoli condizioni di riparo naturale offerte dai versanti di canyons formati dall'azione erosiva dei corsi d'acqua e dalla geologia del sito.

Il nesso con l'architettura ipogea risiede nel verificarsi di presupposti peculiari di questa architettura, come vuole illustrare l'esempio che riportiamo, riferito alla regione dell'Aurès algerino.

Il villaggio di Rhoufi si pone al di sotto di un'ipotetica "quota zero" identificata nel plateau di superficie sul quale si disegna la sinuosa e profonda spaccatura a canalone. Dove i bordi si allontanano e il canalone si apre a ricevere luce, l'uomo è disceso lungo i ripidi costoni e, da un paesaggio inospitale, assolato e ventoso, è passato via via all'ombra e al riparo dal vento, alla costante frescura portata dal torrente e dagli strati più bassi dell'aria. E ha scelto di fermarsi. Vi ha coltivato palme, fichi, melograni e altri alberi da frutto dai quali ha ricavato anche legna da ardere e da opera. Ha addolcito i pendii a strapiombo modellandoli con brevi terrazzamenti su cui ha costruito villaggi di terra aggrappati alla roccia, fuori dalla vista di chi percorre il plateau. Per raggiungerli è necessario percorrere un tragitto obbligato ed esposto, vantaggioso alla difesa.

L'esempio porta dunque a riconoscere il verificarsi delle condizioni che discendono direttamente dal concetto di quota "negativa", essenziale nella definizione di architettura ipogea, come il riparo naturale, la regolazione termica, la convenienza difensiva. E in misura tale da autorizzarne l'estensione a un'ulteriore categoria di appartenenza: gli insediamenti su canyon.



124



127



125

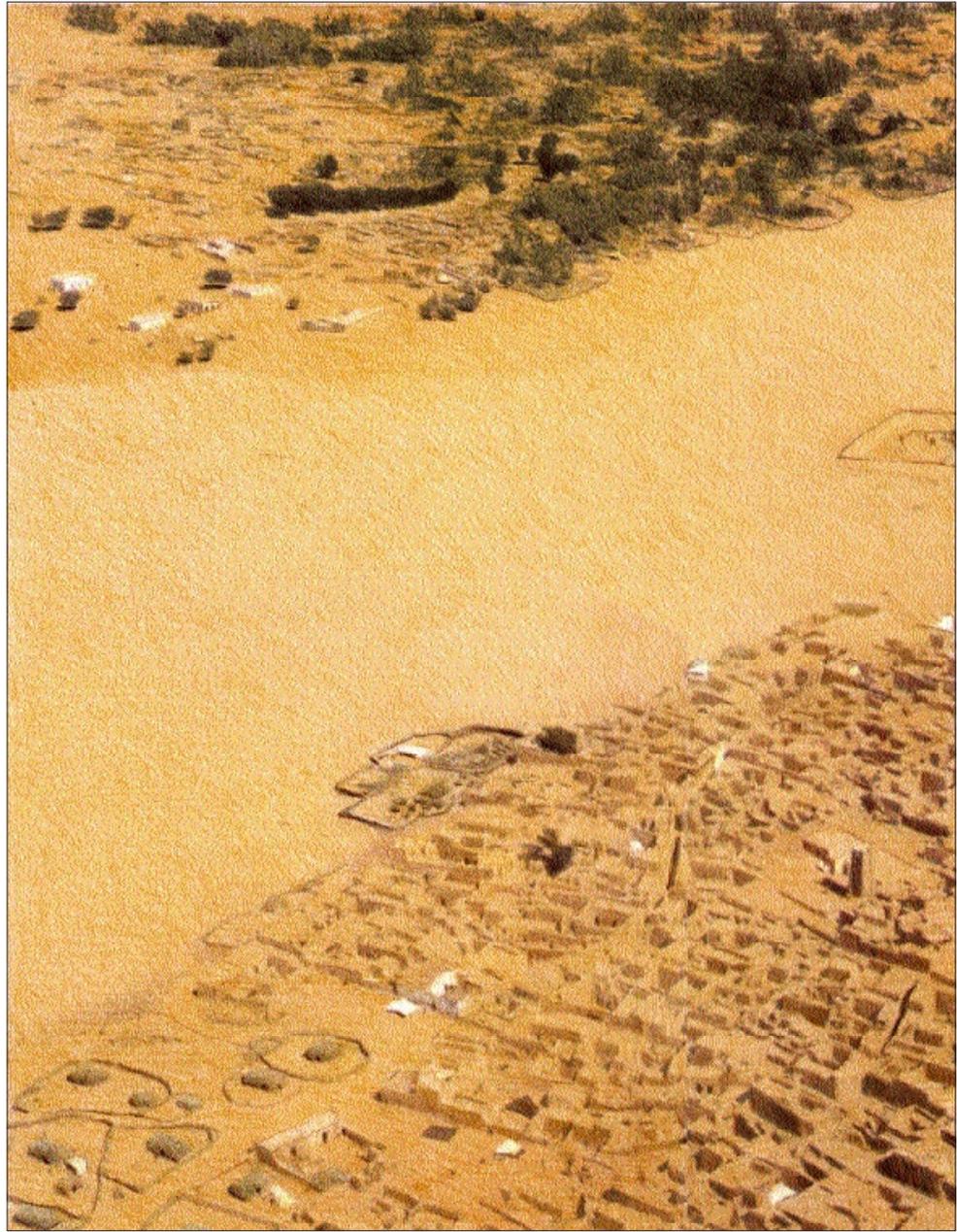


126

121 - 128
Il villaggio di Rhoufi nell'Aurès algerino. Aggrappato alla roccia, sfrutta le favorevoli condizioni di clima e di riparo dai venti e dalla vista tipiche degli insediamenti ipogei. Il torrente sul fondo del canyon crea un ambiente adatto a varie coltivazioni. Le foto sono dei primi anni '70. Oggi il villaggio è abbandonato.



128



Le matrici dei modelli insediativi

Casa a corte - casa a patio
Dal recinto alla corte
Dal pozzo al patio
Nomadismi



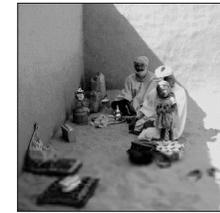
130



131



132



133

*Immaginate un riparo nel deserto
prima di costruire una casa dentro le mura della città.*

G. K. Gibran, "Il profeta".

*Sempre un angolo in penombra da un lato, e dall'altro uno squarcio
sopra un glicine, una palma, un gelsomino, un fico: il cielo.*

M. Cardinal, "Il paese delle mie radici".

129 - Chinguetti (Mauritania): recinti di servizio, case a corte e case a patio convivono in uno stesso insediamento (dis. G. Moretti).

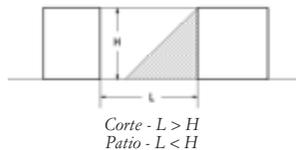
130 - Graffito nel Tassili algerino raffigurante un uomo e una donna all'interno di un recinto-abitazione.

131 - Le moschee del deserto: poche pietre disposte ad arco di cerchio orientato verso La Mecca rappresentano simbolicamente la moschea per la preghiera rituale.

132 - Matmata (Tunisia): i "pozzi" che hanno costituito un abitato trogloditico utilizzato fino a pochi decenni fa.

133 - Corte in un'abitazione di Fatis, Algeria.

Casa a corte e casa a patio



134

134
 Il rapporto dimensionale tra altezza e pianta determina la tipologia della casa a corte rispetto alla casa a patio.

135
 El Golea (Algeria): il palmeto e il villaggio, in cui si notano le tipiche corti dell'ambiente rurale.

Il modo in cui l'uomo nel corso dei secoli ha affrontato il difficile rapporto con la natura non è costante e dipende, non solo dal clima, ma da un'ampia gamma di fattori (culturali, sociali, economici, religiosi) che hanno contribuito a formare risposte diverse per condizioni climatiche analoghe, o, viceversa, risposte uguali per condizioni climatiche differenti. Tuttavia, quando il clima si fa più severo e il problema di proteggersi da una natura avversa diventa predominante, le soluzioni possono convergere, e hanno come denominatore comune la necessità di consumare il minimo delle risorse disponibili per ottenere il massimo comfort possibile. Nelle regioni a clima caldo-secco (regioni desertiche e predesertiche) o temperato (bacino mediterraneo) questo processo è avvenuto mettendo a punto tipologie che ci riportano all'antichità sia nel concetto che nella forma e che si sono sviluppate nei secoli fino ad arrivare ad uno stato di generale accettazione e soddisfacimento. Si tratta della casa a corte e della casa a patio. Prima di descrivere come le due tipologie si sono evolute, e quali sono le loro matrici, è indispensabile capire cosa intendiamo per "corte" e per "patio" e perché li consideriamo separatamente. I due termini nel linguaggio corrente vengono infatti spesso utilizzati indifferentemente per indicare uno spazio aperto attorno al quale si sviluppa un fabbricato. Se questa definizione è senza dubbio vera per entrambi gli elementi, noi pensiamo che corte e patio abbiano in realtà connotazioni, dimensioni e origini diverse, e che pertanto debbano ritenersi elementi architettonici distinti.

Casa a patio

In particolare intendiamo per patio uno spazio cavo aperto al cielo, attorno al quale si sviluppano gli ambienti domestici, che garantisce l'illuminazione e l'aerazione indispensabile alla casa, ma riduce il guadagno solare, funzionando come elemento di regolazione termica (Scudo, 1997). Il patio può essere più o meno compatto, in parte coperto o totalmente aperto, alto o basso; la sua configurazione geometrica varia infatti notevolmente a seconda delle aree geografiche e non è regolata da proporzioni fisse. Possiamo però affermare che il patio è caratterizzato da una lunghezza/larghezza della base inferiore alla sua altezza (Al-Azzawi, 1986); condizione questa in cui le sue prestazioni, dal punto di vista climatico, sono ottimali. La corte differisce dal patio per un'altezza inferiore rispetto ai lati della base e una maggiore apertura alla volta celeste. Si tratta quindi ugualmente di un vuoto che assume un ruolo centrale nell'organizzazione del complesso, ma di maggiore estensione e più esposto all'irraggiamento e alle variazioni climatiche rispetto al patio. La casa a corte può manifestarsi nella forma di casa isolata o, più raramente, inglobata in una trama urbana continua. Quest'ultimo aspetto è comune ad entrambe le tipologie, ed è dovuto al fatto che il loro carattere introvertito svincola le pareti perimetrali, ad eccezione della facciata principale di accesso, dalla necessità di presentare aperture; i fabbricati possono così essere accostati gli uni agli altri a formare un tessuto urbano compatto, che a sua volta avvolge e protegge le unità abitative, sottraendole all'intenso irraggiamento solare estivo.

Casa a corte

136
 Regione del M'Zab (Algeria): Beni Isguen. patii e corti convivono a creare la trama caratteristica delle città del M'Zab, circondate da mura.

135



136



Dal recinto alla corte

137

Tutte le civiltà del deserto, con attitudine naturale, hanno fatto riferimento all'archetipo del recinto.

Nella foto: graffito nel Tassili algerino raffigurante un uomo e una donna all'interno di un recinto-abitazione.

138, 141, 142

La forma di recinto ad anelli è presente anche sulla sponda settentrionale del Medi-terraneo, come nel Mausoleo neolitico di Murgia Timone presso Matera (138) o del pozzo Sacro di Santa Cristina in Sardegna (141) o nei complessi nuragici del Tempio di S. Vittoria a Serri, Nuoro (142) che presentano una configurazione del tutto simile alle tombe solari, con il condotto di ingresso che diventa scala per raggiungere un vano ipogeo in cui si conserva e raccoglie l'acqua.

139

"Moschea del deserto" in Algeria.

140

Vestigia di una trappola preistorica per la caccia di animali in Giordania.



137



139

54

Se il comportamento climatico del patio è stato ampiamente studiato, meno si sa sulle prestazioni termiche della corte e di come essa influisce sui locali che vi si affacciano; ma certo è, che, pur essendo la corte piuttosto vulnerabile, rappresenta tuttavia uno spazio confortevole e di elevata qualità ambientale. La corte offre sempre angoli ombreggiati e la presenza di luoghi a diversa temperatura crea benefici spostamenti d'aria dovuti al fatto che nelle zone soleggiate l'aria riscaldata, meno densa, genera una depressione che richiama l'aria più fresca delle zone in ombra. La corte può ospitare logge e gallerie che articolano lo spazio, riparano i percorsi, proteggono i locali interni dal surriscaldamento, ammorbidiscono il passaggio fra un "dentro" scuro e fresco e un "fuori" caldo e abbagliante e che possono essere abbastanza profonde da costituire stanze estive all'aperto; essa può inoltre godere di giochi d'acqua, pozzi, o semplici fontane che raffrescano e umidificano l'aria, unitamente a zone verdi alberate. In tutto questo si percepisce l'esigenza di accorpate molti degli elementi mancanti nelle regioni a clima caldo-secco (acqua, vegetazione rigogliosa, sedute ombreggiate), ma anche di delimitare lo spazio vissuto, di crearsi punti vicini di riferimento, in opposizione ad un ambiente esterno spesso sterminato (nei deserti) e comunque ostile. Ed è proprio in questa antica necessità di circoscrivere e dare un limite visivo allo spazio costruito che vanno ricercate le origini dell'edificio a corte.

Elemento architettonico antichissimo, la corte, che etimologicamente deriva dal latino *cum + hortus*, ovvero terreno recintato, trae origine dall'atto primordiale di circoscrivere un territorio tramite un recinto; gesto costruttivo che include l'intenzione di affermare un'identità, separare il dentro e il fuori, definire una proprietà, creare un riparo o una difesa. Si può dunque



138

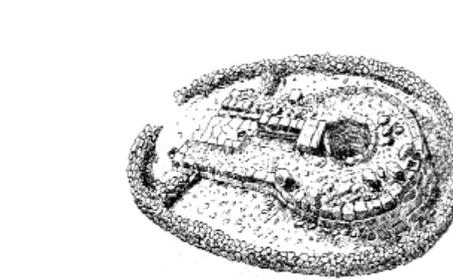


140

affermare che la corte altro non è che l'evoluzione più complessa e compiuta della forma originaria del recinto. Nel mondo islamico questo concetto è particolarmente forte: il recinto, nella sua forma più pura, è elemento generatore della città, dalla scala architettonica a quella urbana.

"Nel progettare con cura il segno di separazione fra sedentario e nomade, fra oasi e deserto, terreni irrigui e zone aride arse dal sole, tutte le civiltà del deserto con attitudine naturale hanno fatto riferimento all'archetipo del recinto. Ma solamente nell'Islam esso diventa scelta di vita e matrice figurativa dell'architettura, della città e del territorio: dalle recinzioni di muretti trasparenti come filigrana delle campagne dello Yemen, (...) alle corti interne delle case, il *Dar al - Islam* appare come un mondo a compartimenti stagni; ivi il recinto è usato con la consapevolezza di appartenere alla medesima *koine* culturale." (A. Petruccioli, *Dar al Islam*, 1985*i*). La spiegazione di questo successo va ricercato nelle origini dell'Islam. "Il recinto" prosegue infatti Petruccioli "ha quel grado di astrattezza bidimensionale congeniale ad un popolo quasi a digiuno di esperienze figurative, ma portata alla speculazione astratta quale era l'arabo alla vigilia della conquista."

Così si comprende la forma originaria del santuario della Kaaba alla Mecca, che altro non era che un semplice recinto di pietra a secco, e non sorprende il fatto che ancora oggi se si percorrono aree desertiche e non urbanizzate nel Nord Africa, si incontreranno "moschee minimali" composte da recinti rudimentali di forma semicircolare in pietra, con scopi devozionali, rivolti verso la Mecca. Tali recinti ricordano i più antichi "monumenti solari" del Sahara, costituiti da cerchi concentrici di pietre che, tramite un corridoio rettilineo, conducevano ad un tumulo, la cui funzione era probabilmente quella di condensare l'umidità e conservare la brina, producendo



141



142

Il recinto: forma archetipa del paesaggio costruito

Monumenti solari e "moschee del deserto"

143

Monumento solare del Sabara. La funzione del tumulo centrale era probabilmente quella di condensare l'umidità e conservare la brina, cioè produrre acqua nel deserto.



143

55

Oasi e recinti agricoli

acqua in una zona desertica (P. Laureano).

Un caso sorprendente è rappresentato dalle oasi in terra cruda del Sahara, caratterizzate dal confondersi e mescolarsi tra recinti ad uso agricolo e tessuti abitativi, da una singolare "promiscuità" tra luoghi edificati e terreni coltivati, in cui il recinto è elemento unificatore e ordinatore.

Si tratta di insediamenti che pur sorgendo in aree totalmente desertiche, si sviluppano grazie ad un sofisticato sistema di canali sotterranei orizzontali, chiamati *foggara*, che attingono l'acqua di una falda e la conducono nel punto in cui questa è necessaria percorrendo alcuni chilometri.

Tali condotti interrati, ventilati da pozzi verticali, quando riaffiorano in superficie distribuiscono l'acqua in canalizzazioni superficiali che irrigano i terreni delle oasi, e rendono possibile il fiorire di colture anche in aree estremamente aride.

Organizzazione della rete idrica e recinti dei campi coltivati disegnano una trama geometrica che confluisce negli spazi abitati creando un continuum omogeneo: le case sono realizzate in mattoni di terra cruda con muri spessi e compatti, recinti robusti che difendono da temperature estreme; allo stesso modo i campi sono recintati da muretti costruiti con lo stesso materiale. Uno dei modi più antichi per erigere tali muretti perimetrali consiste nel fabbricare mattoni speciali con una faccia piana ed una ricurva (per stampo viene usato un panierino di vimini), e nel disporli obliquamente, in ricorsi orizzontali, in modo da ottenere un disegno a spina di pesce, che, grazie al lato ricurvo dei mattoni, sarà traforato, lasciando traspirare la muratura. Questa trama bucata, dall'aspetto suggestivo, tanto da sembrare un puro motivo decorativo, in realtà assolve alcune importanti funzioni: in primo luogo lascia passare la sabbia trasportata dal vento, che altrimenti si andrebbe a depositare sul terreno coltivato; in secondo luogo permette di sfruttare

144
Recinto di grandi pietre nel Sahara algerino: uno dei tanti recinti devozionali con funzione di "moschea del deserto".



144

a pieno le proprietà di una corrente d'aria. Infatti la trama forata lascia passare fra gli interstizi il vento notturno carico di umidità che, grazie alla struttura porosa dei mattoni, viene assorbita e rilasciata al terreno; viceversa "durante il giorno il vento caldo compresso nei fori si espande fuoriuscendo nel giardino e determina assorbimento di calore e abbassamento della temperatura" (P. Laureano, *La piramide rovesciata*, 1995).

Il recinto è anche l'elemento indispensabile per assicurare la nascita di una nuova oasi: una sola palma viene piantata in una depressione del terreno che, più vicina alla falda, è più umida, e viene circondata da un recinto di rami secchi, che creano una piccola ombra e proteggono la pianta dal vento secco. Questo semplice sistema raggiunge tecniche più elaborate nelle oasi del Souf, nell'Erg orientale, dove "vengono scavate enormi buche circolari, *gbut*, con diametro che supera anche i cento metri, riversando la sabbia sui bordi, fino a raggiungere il livello a partire dal quale le radici delle palme possano raggiungere la sottostante falda freatica; da questa, attraverso i pozzi, l'acqua viene sollevata per l'orto sotto il palmeto. Ne deriva un paesaggio a "pelle di leopardo", di isole in negativo immerse in un accanto all'altra, nel mare di sabbia" (F. Fusaro, *La città islamica*, 1984).

Una tipologia diffusa nelle zone desertiche del Maghreb, dalla Libia al Marocco, in cui è tangibile lo sviluppo del recinto da semplice muro bidimensionale a elemento volumetrico articolato, è costituita dallo *ksar* (plurale *ksur*), fortezza posta in posizione di rilievo rispetto ai villaggi e alle vallate circostanti, di forma circolare, che si sviluppa intorno ad una corte centrale. Gli *ksur* originariamente dovevano avere una funzione mista, militare e di riserva alimentare, per poi scendere gradualmente verso la pianura e divenire semplici granai collettivi. Questi complessi, a struttura compatta,



145

145
Sistema di coltivazione della palma con recinto di protezione dal vento. La profonda buca circondata dal muretto di pietre consente alla palma di avvicinare le sue radici alla falda d'acqua sotterranea.

146
Le stesse funzioni di protezione dal vento e di serbatoio di umidità sono svolte dal recinto di mattoni di terra cruda montati a lisca di pesce per aumentare la superficie esposta e per lasciare passare una parte d'aria. Questa, attraverso un processo fisico, espandendosi dopo aver attraversato la sezione ridotta tra mattone e mattone, assorbe calore e rinfresca il terreno di coltivazione.

Gli ksar



146

147

Ksar-al-Haji, in Libia, visto dall'esterno. Lo ksar è il granaio fortificato tipico del sud tunisino e libico. La forma ricorrente è circolare, chiusa sull'esterno e organizzata in celle sovrapposte a più livelli che si aprono sulla corte interna.

148

Interno dello ksar di Kabaw nel Jebel Nafusa (le montagne occidentali), Libia. La struttura è una combinazione di roccia, gesso e mattoni di terra cruda.

149

Ksar-al-Haji, Libia. Vista panoramica sulla grande corte interna a quattro livelli.

sono costituiti da cellule in muratura profonde dai 4 ai 5 metri e alte 2, con copertura voltata a botte, sovrapposte in due o più piani (probabilmente per risparmiare spazio e materiali), cui si accede tramite scale esterne in muratura o in legno. Molto suggestivi sono gli *ksar* del sud tunisino e libico, oggi in disuso, dove la predisposizione di granai in cui conservare le riserve al riparo dai predatori era una necessità imprescindibile per far fronte alle annate di siccità, sia che si trattasse di comunità di agricoltori che di allevatori seminomadi. In questo caso i granai fortificati avevano anche una forte funzione sociale, come luogo di riunione di membri di diverse frazioni della tribù dopo le loro incessanti peregrinazioni.

Ma se nel mondo islamico la nozione di recinto è particolarmente forte e carica di valore simbolico, tale concetto è in realtà intuitivo e percorre trasversalmente tutta l'area del Mediterraneo, poiché, come scrive G. Strappa "l'idea di recinto (complementare a quella di copertura) e la nozione delle leggi che lo governano, fa parte di una visione unitaria, spontanea e intuitiva del mondo, secondo una percezione "naturale" dello spazio che appartiene alla concezione mitica dell'Universo tipica del mondo arcaico". Racconta ancora Pietro Laureano come presso le civiltà neolitiche i recinti fossero largamente utilizzati nelle pratiche agropastorali. Fossati ad anelli concentrici o mezzelune venivano scavati nella roccia presso i villaggi neolitici negli altipiani delle Murge con scopi funzionali all'allevamento e all'agricoltura: drenaggio, raccolta di acqua e letame, produzione di humus, simbolo di vita e fertilità.

La forma di recinto ad anelli concentrici, già incontrato nei monumenti solari del Sahara, è comune, tra l'altro, anche al complesso nuragico del pozzo Sacro di Santa Cristina in Sardegna, con una configurazione in pian-

ta del tutto simile alle tombe solari, ed il condotto di ingresso che diventa scala per raggiungere un vano ipogeo in cui si conserva e raccoglie l'acqua. La raccolta di umidità, e quindi la produzione di acqua, riscontrata nei monumenti sahariani e nei complessi nuragici, sfrutta la differenza di temperatura fra le superfici delle pietre esposte al sole e quelle in ombra, rivolte verso il terreno o la cavità sotterranea. Il vento caldo, di giorno, passando attraverso gli interstizi delle pietre, lascia tracce di umidità che a contatto con la parte più fresca si condensano; di notte il processo di condensazione continua e avviene sulle superfici esterne più fredde esposte al cielo.

Un modello simile è rappresentato dai muretti di pietra a secco che disegnano tanti paesaggi del nostro meridione. Raccoglitori di umidità, i muretti, creano una maglia continua di recinti che racchiudono orti, uliveti o semplici alberi da frutto. Questo sistema confluiva nella casa rurale, come la masseria pugliese o il dammuso di Pantelleria, realizzata in pietra e tufo, in cui il recinto si regolarizza e diventa corte, principio ordinatore del complesso. Come nelle oasi, il recinto basso delimita i campi e li protegge, poi si alza e diventa casa, si abbassa e diventa perimetrazione di un cortile o di un'aia, in un movimento spontaneo e organico.

Da un semplice recinto siamo giunti a un insediamento complesso e articolato, che ben esemplifica l'interazione tra manufatto e ambiente naturale. Costruite in murature spesse con materiali ad alta inerzia termica, le masserie presentano aperture di dimensioni ridotte per limitare l'afflusso di calore verso l'interno, mentre all'esterno la corte fornisce sempre angoli ombreggiati in cui sostare. A ciò si aggiungono pozzi e cisterne che raffrescano l'aria, mentre, negli insediamenti più complessi, dislivelli, aggetti, o il semplice

La condensazione dell'umidità e la produzione di acqua

Insedimenti rurali complessi: dammusi e masserie

150

Ksar di Kabaw. La sua posizione, in cima a una collina, disagevole da praticare per l'uso frequente che ne veniva fatto, lo rendeva tuttavia inattaccabile, a dimostrazione di quanto fosse importante la protezione delle scorte cereali e oleari in un ambiente ostile come quello delle zone predesertiche sahariane.

151

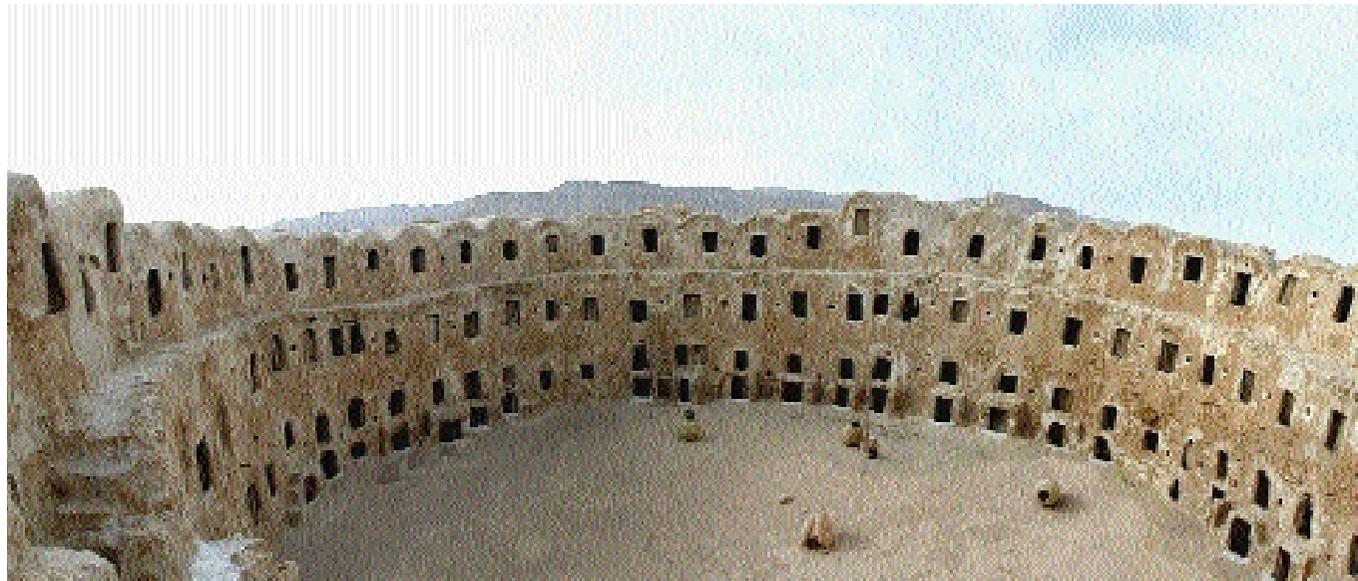
Interno di ksar nel sud tunisino, del tutto simile alle analoghe strutture libiche.



147



148



149



150



151

152, 154

Laguna dello Stagnone a Marsala, saline in esercizio.

Interessante la "migrazione" della corte nel baglio di Marsala che, da spazio utilitario a servizio dei lavori agricoli in area rurale, in area costiera si trasferisce all'esterno dell'edificio per trasformarsi, come specchio d'acqua di mare recintato, nella scacchiera delle saline.

153, 155

Recinti per proteggere le coltivazioni di agrumi o di nespolo dal vento a Pantelleria. I "giardini" murati possono essere di forma circolare o quadrata e ubicati in prossimità del dammuso o isolati nella campagna.

156, 158, 160, 162

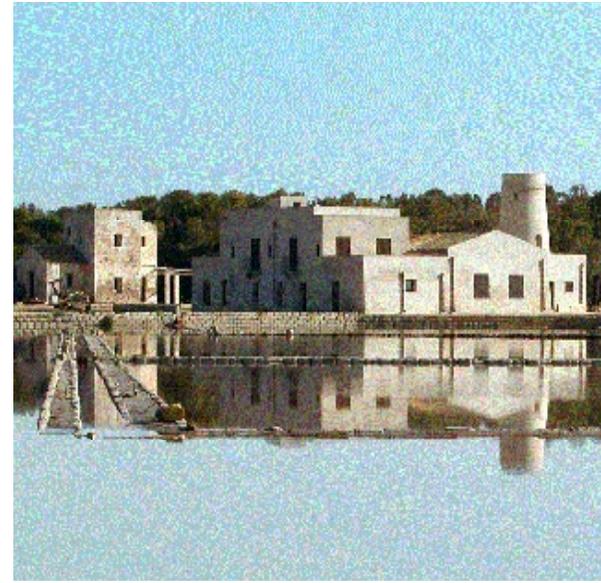
Le recinzioni proteggono i palmeti dal vento sabbioso, ma trattengono e rilasciano anche l'umidità notturna. Regione del Souf, Algeria e Touin, Gbadames, Libia.

157

Grandi avallamenti artificiali chiamati "ghout", al cui riparo crescono le palme con le radici più vicine alle falde sotterranee, El Oued, nella regione del Souf, Algeria.



152



154

159

Zona resa fertile dalla presenza di falde acquifere poco profonde che l'hanno trasformata in un razionale spazio coltivato e in una temporanea difesa contro l'avanzata del deserto. Oasi di Kebili (Tunisia).

161

Oasi di Beni Abbes (Algeria). I recinti per le coltivazioni si trasformano, senza soluzione di continuità, in corti abitative.

163

Valle degli Ksur tra Matmata e Tataouine nel sud della Tunisia. La forma circolare fortemente murata assimila il granaio ad una vera e propria struttura di difesa.

164 - 165

Casa rurale a Gbadames, Libia, e insediamento nell'area di El Oued, Algeria, con le tipiche coperture a cupola della zona.

166

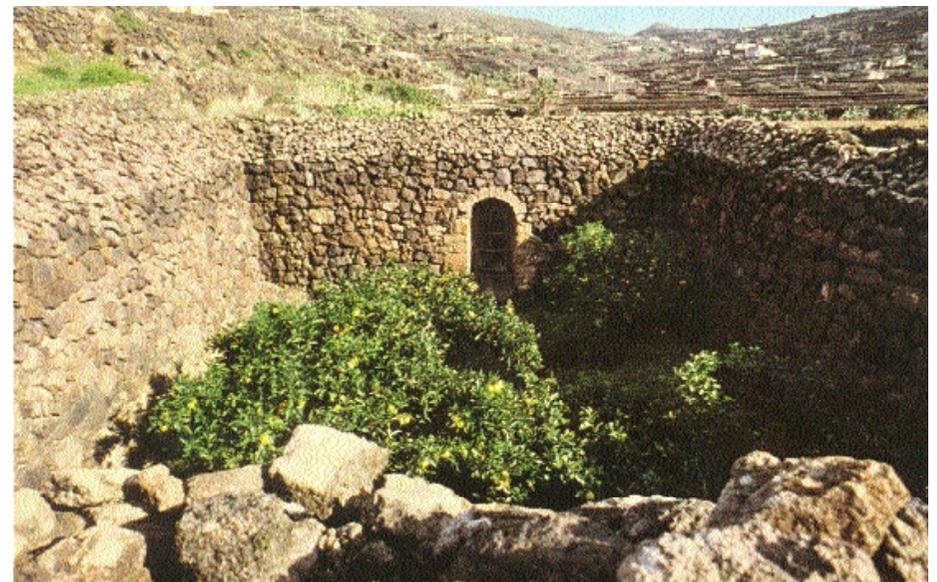
Smara (Tindouf, Algeria). La corte della casa di Hatra.

167

All'ombra del muro perimetrale si ristora una famiglia in un'abitazione di Fatis, nel Sabara algerino.



153



155



156



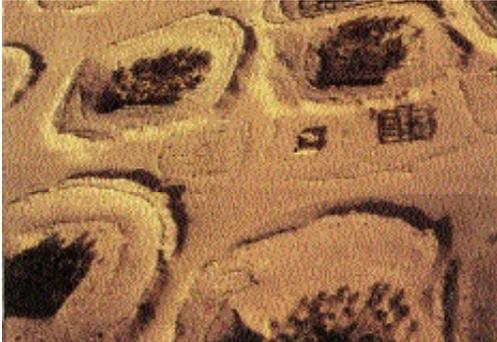
158



162



163



157



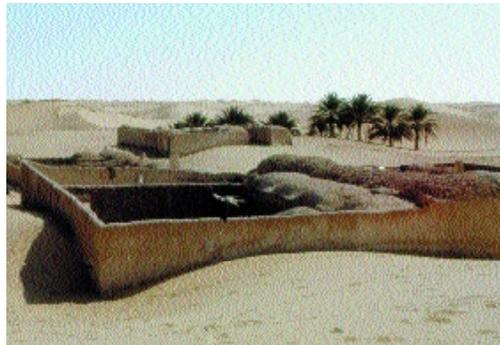
164



160



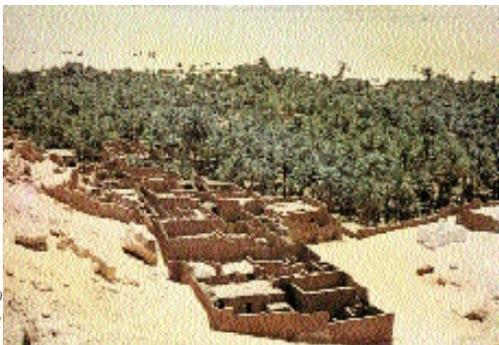
159



165



166



161



167

RECINTI DEVOZIONALI: LE MOSCHEE DEL DESERTO



168

Nel Sahara Occidentale, in particolare nel territorio Saharawi, come illustrato dalle foto della scheda, sono frequenti i "recinti" devozionali che simboleggiano lo spazio sacro della moschea. I recinti sono realizzati con pietre disposte in un rudimentale arco, orientato verso est, cioè verso La Mecca e si trovano frequentemente in prossimità delle piste utilizzate dai nomadi per i loro spostamenti.

Il loro scopo è quello di definire, anche in pieno deserto, uno spazio sacro dove astrarsi per la meditazione e la preghiera. Spesso la pietra centrale che sta ad indicare l'est è di maggiori dimensioni rispetto alle altre e



169



170



171

vuole richiamare il mirhab della moschea. Più raramente si trovano recinti devozionali di forma quadrata o rettangolare, che evocano più realisticamente l'immagine spaziale del luogo sacro. Anche qui, come in tutte le zone aride o segnate da penuria idrica, le abluzioni rituali sono effettuate con la sabbia anziché con l'acqua.

Immagini di recinti devozionali riprese nel deserto del Sahara Occidentale, nelle località Saharawi di Rabuni, Smara e Mijec.



172



173



174



175

RECINTI UTILITARI: GLI STAZZI SAHARAWI



176

Le condizioni di vita della popolazione Saharawi nei campi dei rifugiati nell'Algeria sud-occidentale sono particolarmente difficili.

La principale attività di sostentamento è rappresentata dall'allevamento di animali come pecore e capre, ma anche cammelli.

Poiché il terreno sul quale sono organizzati i campi è totalmente arido e privo di qualsiasi pianta o arbusto, il nutrimento degli animali è con scarti alimentari, rifiuti vari e rari approvvigionamenti di fieno in balle. I recinti sono sparsi attorno ai campi e sono realizzati con ogni tipo di materiale di recupero, soprattutto



177



178



179



180



181



182

derivato dai fusti di gasolio. E' un panorama che colpisce per la povertà tecnica delle soluzioni ma anche per la ricchezza creativa che produce un'immagine, seppure altamente drammatica, di vera arte territoriale minimalista.



183

Recinti per animali nel campo rifugiati Saharawi di Smara presso Tindouf.



184



185



186



187



188



189

Dal pozzo al patio

Due sono gli aspetti che contraddistinguono la tipologia della casa a patio: da una parte la compattezza dei volumi e la massività degli involucri, dall'altra il concetto di "cavità", di spazio vuoto, non costruito, che pure diventa l'elemento unificatore della casa. Questi aspetti, così radicati nella tradizione costruttiva mediterranea, sono il filo conduttore di una evoluzione che, a cominciare dagli insediamenti trogloditici in grotte e cavità naturali, conduce senza incertezza alla tipologia a patio.

Abbiamo in precedenza osservato come le proprietà degli involucri massivi siano state per la prima volta sperimentate nelle caverne, che assolvono, pur nella forma primordiale del non costruito, le finalità principali delle future abitazioni realizzate con tecnologie più sofisticate: protezione, difesa, comfort, produzione, stoccaggio, relazioni sociali. Abbiamo inoltre constatato che, se in alcune regioni la modalità del riparo in cavità naturali si è conservato a lungo, in altre lo stesso concetto è stato rielaborato ed affinato: conosciute le preziose proprietà di un involucro pesante, l'atto di scavare diventa intenzionale. Cavità e cunicoli, pozzi e gallerie sotterranee sono creati dall'uomo, sottraendo materia all'esistente.

Insediamenti a pozzo

È il caso degli insediamenti berberi nelle pianure argillose di Matmata, nel sud tunisino, in cui la necessità di proteggersi da un clima severo a forte escursione termica stagionale, e di difendersi da incursioni nemiche, mimetizzandosi col territorio, ha dato luogo ad un sistema abitativo ipogeo, che scompare dalla superficie per svilupparsi totalmente sotto terra. Si tratta di patii a pozzo scavati verticalmente nel terreno per una profondità di una decina di metri, da cui si diramano gallerie ipogee, su uno o due livelli, che ospitano i locali domestici. Questo tipo di insediamento, di cui esistono altri esempi, dai nostri Sassi di Matera alle case di Gharyan in Libia fino a rag-

190
Abitazioni trogloditiche nella città sotterranea di Matmata (Tunisia) dove, secondo il detto locale, "i vivi vivono sotto i morti".
(Internet, foto di Michael A. Sells)



190
68

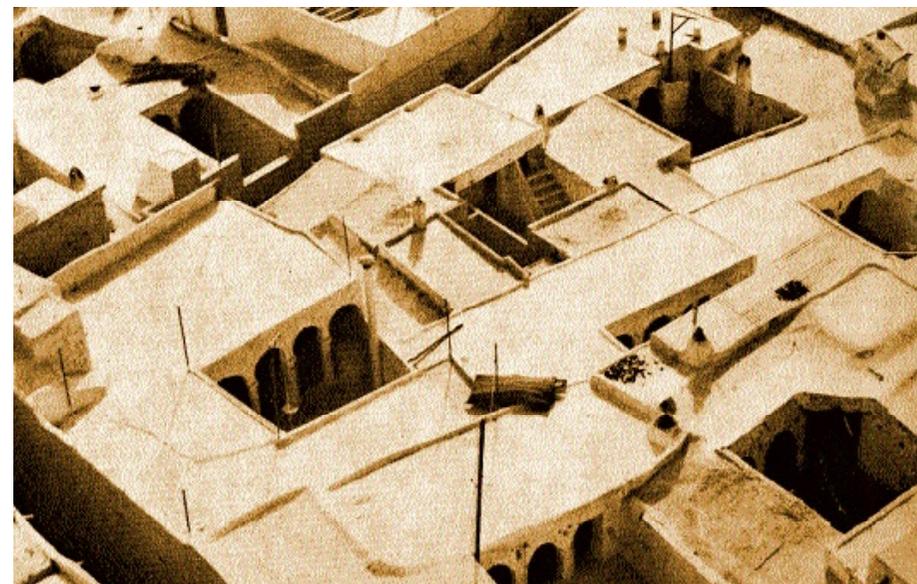
giungere regioni ben più lontane come la Cina, rappresenta l'archetipo della casa a patio (*Laureano, 1993*): il vuoto centrale offre luce ed aria, oltre a costituire un impluvio per l'acqua piovana ed uno spazio collettivo per le attività produttive; la massa del terreno mantiene costante la temperatura interna dei vani, che risulta così fresca d'estate e calda d'inverno, e protegge dai venti carichi di sabbia delle regioni desertiche.

L'esigenza di liberarsi dai vincoli localizzativi derivati da fattori esclusivamente geologici, di migliorare le capacità di difesa, unitamente alla acquisizione di nuove abilità, sono fattori che hanno determinato il progressivo abbandono degli ipogei a favore dell'architettura costruita fuori terra, pur conservandone il carattere chiuso, necessario alla difesa dai nemici e dagli eventi naturali. Pensiamo alle abitazioni fortificate, che, come quelle interrate, ricercano una separazione forte tra l'interno e l'esterno. Si tratta di costruzioni massicce, ad impianto semplice, spesso simmetrico, completamente chiuse se non tramite esili aperture e prive quindi di un'intenzionalità di orientamento e di relazione cercata col contesto. I trulli pugliesi, i nuraghi sardi, gli *ksur* che già abbiamo incontrato, ma anche alcune architetture in terra cruda dell'Africa Nera o della penisola araba, sono esempi di fabbricati fortificati in cui la risposta a climi estremi è data da una netta chiusura in involucri spessi e ciechi, che sembrano voler riprodurre la dimensione avvolgente e protettiva delle antiche caverne.

In questo tentativo di ricostruire (per casi esemplari) il processo evolutivo che determina la formazione e diffusione della casa a patio, non possiamo non ricordare il prototipo costituito dal *mégaron* greco, caratterizzato da un atteggiamento di maggiore apertura verso l'ambiente che lo circonda. L'atto

Abbandono degli ipogei: le architetture fortificate

191
Il tessuto urbano di Ghardaia nello M'Zab algerino. Le abitazioni, addossate le une alle altre per ridurre l'esposizione al sole, si sviluppano attorno al patio a cielo aperto, luogo centrale dei percorsi e delle funzioni domestiche.



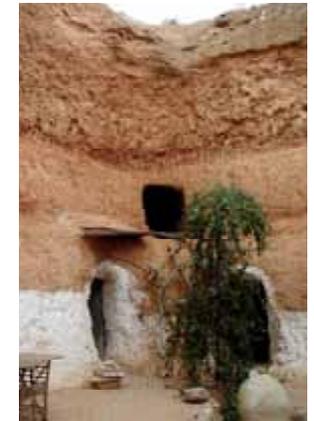
191
69



192

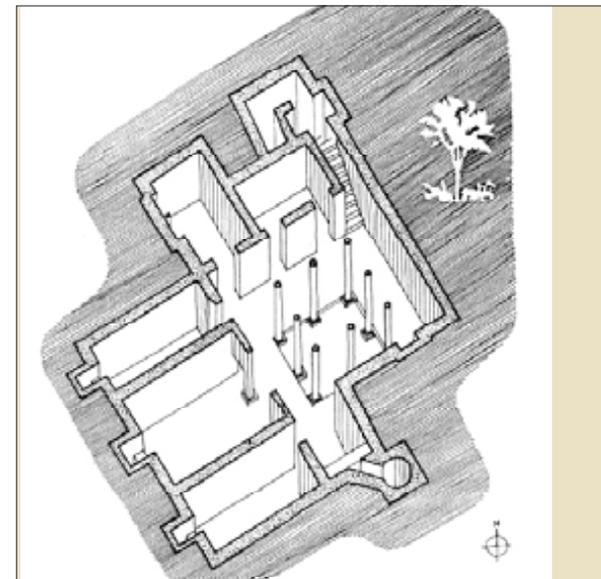
di costruire è ora accompagnato da una scelta consapevole di orientamento, in un dialogo con il mondo esterno non così temuto. Le ingegnose corti a pozzo di Matmata e le robuste architetture fortificate vengono così abbandonate, grazie anche ad un maggiore benessere economico, che, unitamente a condizioni climatiche più temperate, non solo mette a disposizione tecnologie più sofisticate, ma innalza il livello di comfort insediativo in termini di luce e di ventilazione.

Il *mégaron* è caratterizzato da due aspetti fondamentali (Alexandroff, 1982). In primo luogo la presenza di un vestibolo molto vasto che costituisce una vera e propria stanza in cui soggiornare in estate e nelle mezze stagioni. In inverno e nelle ore troppo calde la famiglia si ritira all'interno. Si afferma una struttura bi-stagionale che ritroveremo nei nomadismi interni tipici degli insediamenti in aree a clima caldo-secco. Questo tipo di abitazione, specialmente nelle regioni più ricche, mostra una netta volontà di apertura: finestre, balconi, logge, coperture a terrazza diventano elementi architettonici comuni, prolungamento della casa verso l'esterno, spazi domestici vissuti e animati. In secondo luogo, la presenza della sala a colonne di altezza maggiore rispetto alle dipendenze abitualmente più basse che la fiancheggiano, permette di collocare finestre nella parte alta, creando un tipo di abitazione caratteristico delle zone in esame. Questa disposizione corrisponde al rifiuto di un'illuminazione troppo violenta e assicura la ventilazione naturale necessaria a dare sollievo durante le torride estati. La possibilità di creare un sistema, seppure minimale, di aerazione, collocando aperture ad altezze diverse e sfruttando le differenze di temperatura e di densità dell'aria, rappresenta un grande salto di qualità dal punto di vista del comfort ambientale e sarà il principio di base per il funzionamento di dispositivi per la ventilazione più sofisticati come le cupole e le torri del vento.



193

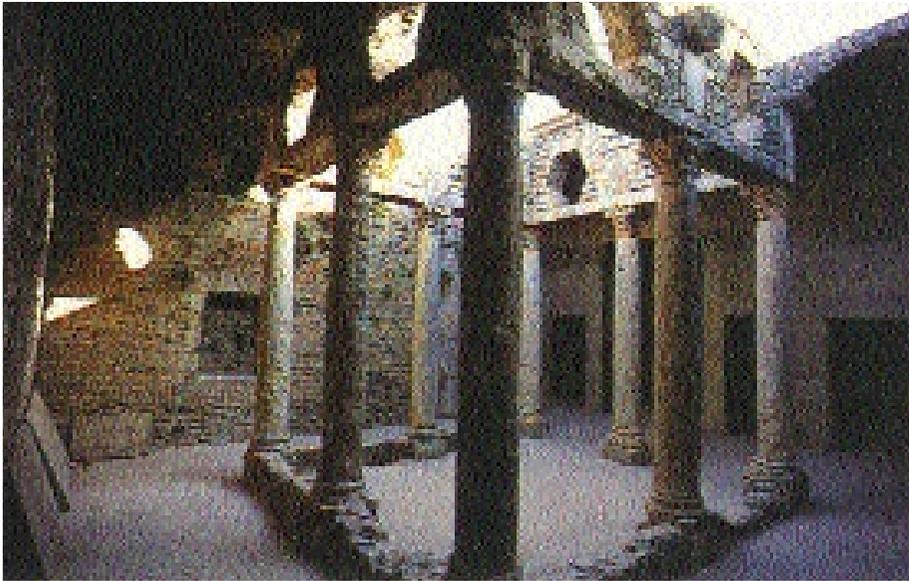
Scelta consapevole di orientamento e nuova apertura al mondo esterno



194

192, 193
Abitazione troglodita a Gbaryan (Libia)
Nel particolare dell'angolo il vano adibito a granaio al piano superiore.

194
Patio ipogeo a Bulla Regia (Tunisia).
Lo spaccato assonometrico mostra l'organizzazione spaziale della costruzione ipogea, con l'ambiente centrale colonnato come elemento distributivo.



195

Il patio: compenetrazione sottile tra il chiuso e l'aperto

Il concetto della casa che si sviluppa attorno ad uno spazio centrale illuminato e ventilato ci conduce alla configurazione finale della casa a patio. "Ciò che costituisce la ricchezza implicita della casa a patio e che ha permesso di soppiantare i modelli antichi, è la compenetrazione sottile fra il chiuso l'aperto, il coperto e lo scoperto, freschezza e calore, fra la casa concepita come un rifugio e questo ambiente interno domestico in cui si insinuano aperture e spazi di transizione interno-esterno, di cui il patio costituisce l'essenziale. Il patio, infatti, non è né fuori né dentro; è dentro una massa avvolgente e protettiva ma fuori dai locali bui e angusti dell'architettura massiva; in definitiva, il patio rappresenta l'aspirazione della casa ad aprirsi cercando tuttavia di limitare e circoscrivere l'apertura stessa" (Alexandroff, 1982).

Se in alcuni luoghi, come al Cairo, è stato introdotto relativamente tardi (XVIII sec), in altri (a partire dalla casbah nord africana a città dell'Asia centrale, ad esempio Baghdad) il patio ha origini antiche ed è rimasto un sistema adottato per secoli, in un'apparente stagnazione, dovuta da una parte alla efficienza e all'idoneità di questa struttura al suo ambiente, dall'altra alla vita sociale e ai costumi rimasti inalterati fino a tempi recenti (Noor, 1986).

Il patio ipogeo: Bulla Regia

Esiste infine un insediamento in cui il patio, già ampiamente conosciuto e assimilato nell'architettura domestica fuori terra, viene intenzionalmente interrato per sfruttare l'inerzia termica del terreno e proteggersi dalle alte temperature estive. È il caso straordinario del complesso romano a Bulla Regia, in Tunisia, con abitazioni in parte fuori terra ed in parte ipogee, quest'ultime costituite da un patio scavato nel terreno, dotato di portico su uno o più lati, che distribuisce i locali domestici. Risulta evidente il fatto che i romani avessero conosciuto le abitazioni berbere di Matmata, e ne avesse-

195

Il patio ipogeo di Bulla Regia (Tunisia), come l'anello di congiunzione tra il pozzo e il patio fuori terra. Si notano in alto i fori con funzione ornamentale ma anche di ventilazione dell'ambiente.



196

**196
Zaouia Lalla-Manoubiya a Tunisi: il patio.**

ro ereditato il concetto di patio a pozzo, trasferendolo e adattandolo ad una tradizione costruttiva già consolidata e diffusa in tutto l'impero. Ciò è dimostrato non solo dalle tecniche e materiali utilizzati, ma anche dalla configurazione degli ambienti domestici che riproduce esattamente quelle delle abitazioni non ipogee. La profondità del patio, non superiore a cinque metri, e lo spessore esiguo dello strato di terreno che ricopre i locali, non creano inoltre una massa a forte inerzia termica tale da mantenere i vani a temperatura pressoché costante durante l'anno. È dunque probabile che, trattandosi di insediamenti misti e di una regione a clima più mite rispetto alle aree desertiche del sud, gli appartamenti ipogei fossero destinati solamente al periodo estivo e che gli appartamenti invernali fossero fuori terra, a differenza delle abitazioni berbere ad uso annuale e pertanto profondamente scavate sotto il livello del suolo.

L'integrazione fra spazi interrati e non interrati, la predisposizione ad una maggiore apertura e permeabilità della casa, è riscontrabile anche nel sistema di ventilazione e illuminazione utilizzato, in cui è ancor più evidente l'evoluzione rispetto alle buie gallerie ipogee di Matmata. Ogni camera è infatti dotata, su una parete esterna, di una apertura alta, il più vicino possibile al soffitto, che attinge luce e aria da un condotto retrostante aperto verticalmente al cielo e che con il patio crea un sofisticato sistema di circolazione e ricambio continuo dell'aria.

Dal punto di vista climatico, il patio spesso è stato considerato una panacea a tutti i problemi termici del Mediterraneo, cosa che del resto si giustifica se si confronta l'habitat tradizionale con quello moderno, importato dall'occidente e così poco idoneo al contesto.

In realtà, il comportamento termico di un patio è molto complesso, non

**La casa a patio:
prestazioni termiche**

197
Nigde (Turchia) Ak mederse, 1409
(da Gabriel).

198
Patio della residenza Dar Ben Abdallah
(XIII° secolo) a Tunisi.

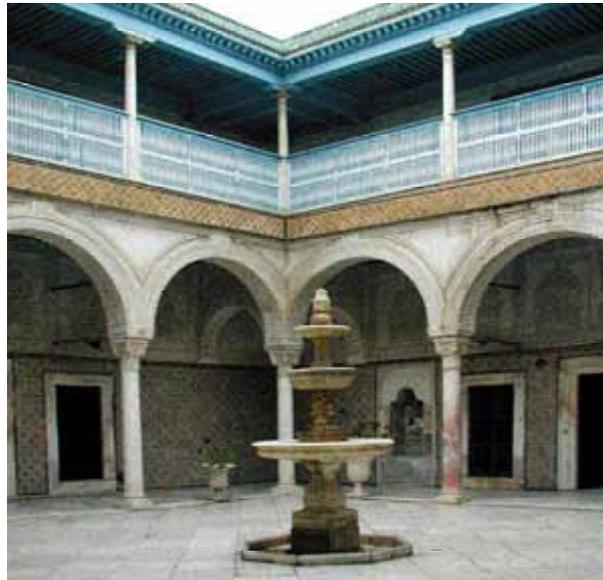
Il ciclo termico

generalizzabile, e non privo di alcuni inconvenienti. In generale possiamo affermare che il patio offre in estate ed inverno, le due stagioni più difficili, un luogo confortevole dove soggiornare. In estate, il patio fornisce alle camere che lo circondano (concepite per un uso estivo) l'ombra desiderata. A seconda delle sue dimensioni e proporzioni, c'è abbastanza ombra durante tutto il giorno per svolgervi le attività domestiche, anche a mezzogiorno quando il sole è vicino allo zenith: gli abitanti seguono semplicemente l'ombra che si sposta. La presenza di luoghi diversamente esposti al sole determina inoltre spostamenti d'aria dalle zone più fresche a quelle più soleggiate.

Oltre ad offrire sempre angoli ombreggiati, il patio ha durante la stagione estiva (dominata da temperature elevate, caldo secco e forte escursione termica tra il giorno e la notte) un comportamento più complesso che dipende, tra l'altro, dalle sue dimensioni e dalle proprietà isolanti delle pareti dell'edificio. Abbiamo osservato che, dal punto di vista dall'analisi climatica, le proporzioni del patio sono date da un'altezza maggiore rispetto alla sua lunghezza/larghezza in pianta. In questo caso, cioè quando lavora in condizioni ottimali, il "ciclo termico" è il seguente: di notte l'aria fresca, più densa e pesante, scende nel patio e si diffonde nelle stanze raffreddando gli ambienti, le pareti, i pavimenti e i soffitti. Questo effetto rinfrescante dura sino alla mattina. A mezzogiorno, quando il sole irradia perpendicolarmente il pavimento del patio, l'aria comincia a riscaldarsi e a risalire verso l'alto creando moti convettivi. Gli ambienti interni si mantengono freschi (grazie all'inerzia termica delle pareti) fino al tardo pomeriggio quando cominciano a rilasciare calore. Il patio allora, grazie ai moti convettivi, funziona come un camino richiamando l'aria calda degli ambienti interni e creando così una micro-



197



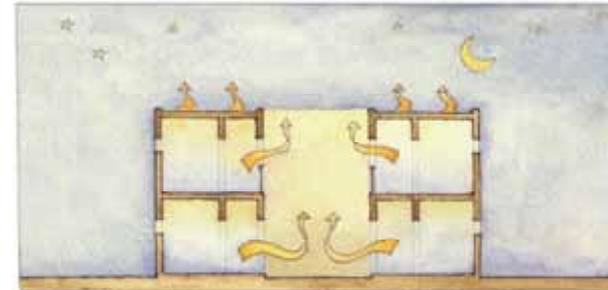
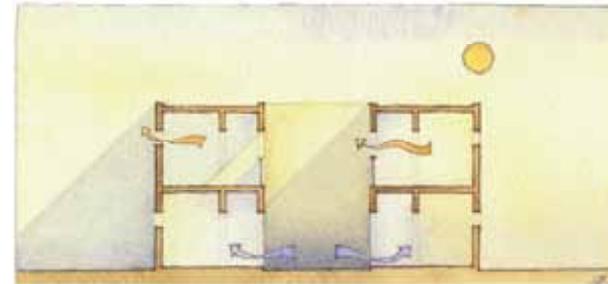
198

ventilazione, in attesa che l'aria fresca notturna torni a rinfrescare l'edificio. In inverno il patio è generalmente disabitato perché esposto al cielo e perciò freddo. Ma a mezzogiorno e nelle prime ore del pomeriggio è un luogo piacevole dove sedersi al sole, soprattutto perché protetto contro le brezze fredde dalle stanze che lo circondano.

Il patio inoltre ha la capacità di accoppiare e connettere i locali della casa non solo in orizzontale, ma anche in verticale, eliminando corridoi e percorsi interni. La crescita in altezza della casa, se da una parte consente un ulteriore compattamento dei locali sottraendoli all'irraggiamento solare, dall'altra favorisce una migliore funzionalità climatica del patio (effetto camino). Gli edifici a patio possono inoltre essere addossati gli uni agli altri in contiguità, riducendo notevolmente lo sviluppo delle superfici esposte al sole grazie al fatto che almeno tre delle quattro pareti esterne sono libere dalla necessità di procurare luce e aerazione agli ambienti domestici e possono essere così condivise tra due proprietà.

Possibilità di sviluppo in verticale e compattezza del tessuto urbano determinano ulteriori vantaggi, non solo climatici, che giustificano la diffusione di questo modello. In primo luogo, l'accorpamento dei lotti costruiti determina una diminuzione della superficie necessaria alla circolazione, grazie anche al fatto che le strade, liberate dalla funzione di fornire aria e luce alle abitazioni che vi si affacciano, presentano una sezione molto ridotta; in secondo luogo, la crescita in altezza anziché in pianta del costruito comporta una utilizzazione di terreno minore rispetto ad un edificio privo di patio e dunque una maggiore densità per unità di superficie: entrambi i fattori implicano un risparmio di suolo pubblico.

Alla pluralità dei vantaggi finora analizzati, corrispondono però alcuni limi-



199

199
Il funzionamento termico del patio.

Giorno
Nel patio l'aria fresca si stratifica in basso e penetra nelle stanze di piano terra. Ai piani superiori la differenza di temperatura tra zone in ombra e zone soleggiate crea una ventilazione naturale negli ambienti interni che così si rinfrescano per convezione.

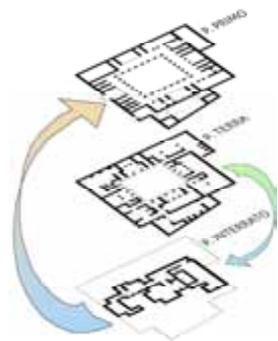
Notte
Il calore accumulato durante il giorno dalle masse murarie e dagli ambienti interni viene espulso rispettivamente per irraggiamento e per convezione.

200
Kayseri (turchia): Kosbmederse, 1339
(da Gabriel).

Vantaggi e limiti



200



ti che, almeno dal punto di vista strettamente climatico, è bene ricordare. Se il patio non viene sfiorato dai venti dissecanti e dalle tempeste di sabbia, è anche vero che può diventare un luogo umido e di fermentazione; nel caso in cui (come spesso accade nei paesi a struttura economica pre-industriale) contenga letame, bestiame, scarichi o servizi igienici, questo fenomeno è accentuato e il patio può trasformarsi in uno spazio veramente insalubre. La casa a patio inoltre d'inverno è fredda, perché accumula il freddo risultante dalla massa termica e dalla circolazione dell'aria che si viene a creare tra le numerose aperture.

Abbiamo anche visto come l'altezza del patio sia determinante per ripararsi dal calore estivo, ma in inverno, quando il sole è basso, la stessa elevazione del fabbricato impedisce la penetrazione dei raggi solari al suo interno, con il risultato che i locali del piano terra sono completamente in ombra per diversi mesi l'anno. La stessa contraddizione fra richiesta di calore e luce da una parte, e geometria del patio dall'altra, si ha anche in estate durante il giorno: calore e luce eccessivi nelle ore centrali, quando il sole è allo zenith, troppo scarsi al mattino e alla sera, quando il sole è basso e l'irraggiamento è meno invasivo. (Alexandroff, 1982).



La conformazione della casa a patio, basata sulla dualità esterno - interno, sulla continua relazione spaziale e climatica fra il "dentro" e il "fuori", articolata e attutita da locali intermedi di transizione come logge, gallerie e iwan, ha come naturale conseguenza la moltiplicazione degli spazi domestici con caratteristiche ambientali e condizioni climatiche estremamente diverse. In una casa a patio è infatti possibile trovare vani ciechi e bui derivanti da spazi di risulta, o veri e propri locali interrati, che richiamano le cavità troglodite e ipogee, in cui il gradiente termico è quasi nullo; sale semioscure sulla corte in grado di ammortizzare in parte il calore diurno e, ai livelli superiori, ambienti via via più luminosi ma esposti maggiormente alle variazioni climatiche esterne. Logge e gallerie forniscono un'ombra preziosa durante il giorno, mentre le terrazze sono abitate di sera, quando la tempe-

ratura esterna scende al di sotto di quella interna. Anche nella corte si riconosce una parte diurna (panche addossate al muro sui lati nord ed est) ed una notturna, lontana dalle pareti che irradiano il calore accumulato durante il giorno, nella piattaforma al centro della corte.

La diversificazione degli spazi è ciò che rende possibile il nomadismo interno, per il quale si intende lo spostamento giornaliero e stagionale all'interno della casa alla ricerca del luogo più fresco.

Spesso le case sono dotate anche di appartamenti estivi e invernali. La disposizione varia a seconda delle zone. In Tunisia, ad esempio, le case tradizionali prevedono i locali estivi al piano terra, e i locali invernali al piano superiore con altezza inferiore per limitare le dispersioni di calore. A Bulla Regia abbiamo incontrato antiche case a patio ipogee destinate alla stagione calda, mentre fuori terra sono gli appartamenti utilizzati durante la stagione fredda, così da godere del tiepido sole invernale. Un sistema simile si ritrova a Palermo nelle camere dello scirocco, grotte artificiali sotterranee scavate nella roccia e lasciate al grezzo, refrigerate, oltre che dall'inerzia termica della roccia, da un condotto d'acqua o una sorgente, illuminate e ventilate da un pozzo di luce in comunicazione con l'esterno. Queste stanze, rifugio temporaneo durante le ore più calde delle giornate estive, ricordano a loro volta i locali interrati delle case tradizionali irachene, in cui il nomadismo è sia stagionale che quotidiano, orizzontale e verticale. Da ottobre a marzo la famiglia vive nelle stanze degli appartamenti invernali che si affacciano a sud, in aprile si sposta in quelle estive rivolte a nord, nell'interrato e sul tetto. Se il nomadismo stagionale è più che altro orizzontale, quello estivo, per fronteggiare le alte temperature è verticale: la famiglia dorme sul tetto, durante le ore più calde si sposta all'interrato, di sera o di mattina si raduna nella corte o nelle stanze estive. In questa concezione nomade della casa, ogni locale non viene individuato per la funzione e l'attività che ospita, ma viene fondamentalmente fruito per il grado di comfort che esso offre a seconda della stagione o dell'ora del giorno, in rotazioni e spostamenti che cercano faticosamente di fronteggiare climi severi, ma che rivelano anche una visione dell'ambiente domestico non a

Diversificazione degli spazi e nomadismo interno



204

201, 204
Utilizzazione giornaliera e stagionale dei locali abitativi per motivi climatici all'interno della casa tradizionale araba.

202, 203, 205-207
Donne Sabarawi nelle loro abitazioni.

201



202



203



205

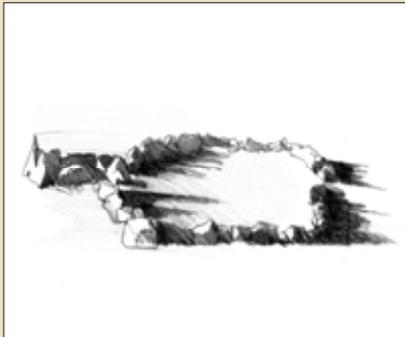


206

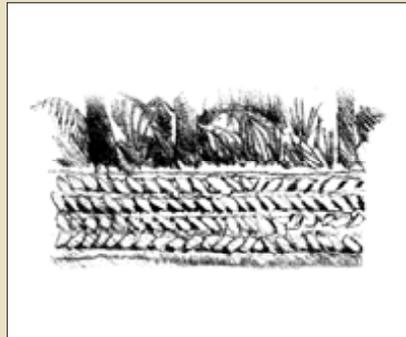


207

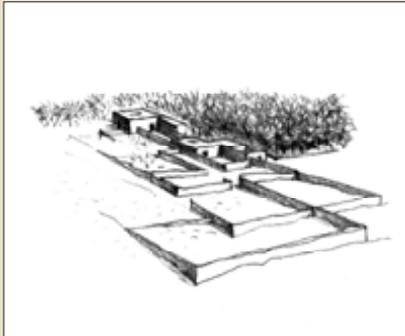
DAL RECINTO ALLA CORTE



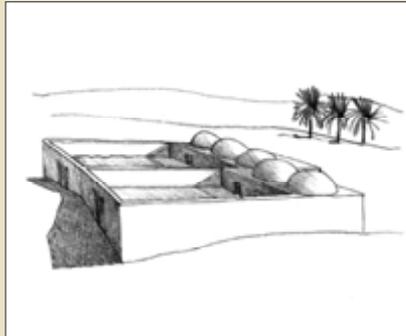
208



209



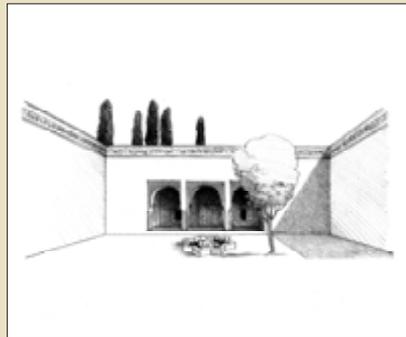
210



211

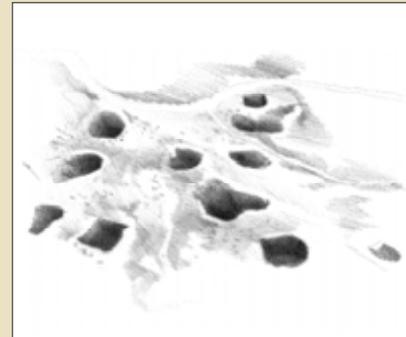


212



213

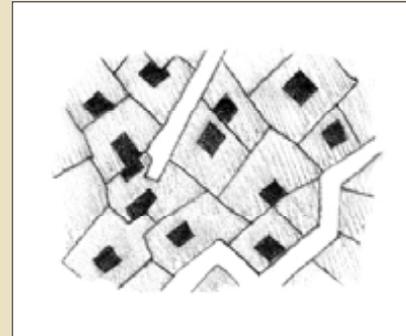
DAL POZZO AL PATIO



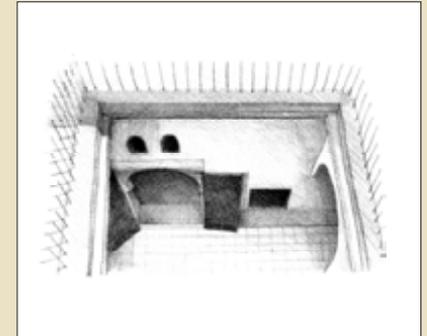
214



215



216



217



218



219

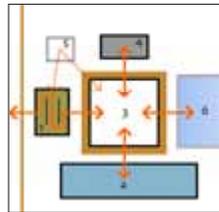


220

80

Forma urbis

L'organizzazione degli spazi domestici
Il tessuto urbano
Casbah di Algeri e Medina di Tunisi
Il clima e la città
Ghadames e l'oasi



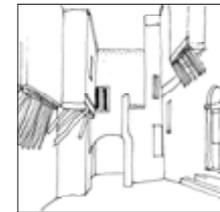
221



222



223



224

Al loro ritorno, la sera, il giardino della casa, il cui muro di cinta era avvolto da un gelsomino in fiore, avrebbe profumato la strada.

A. Djebar, "Donne d'Algeri nei loro appartamenti".

Le case sono come muri, e si ha spesso l'impressione di camminare a lungo tra i muri, pur sapendo che sono case.

E. Canetti, "Le voci di Marrakech".

Attraverso le porte aperte potevo gettare l'occhio dentro ai cortili, che erano più puliti delle strade. Il senso di pace che da essi emanava fluiva fino a me.

E. Canetti, "Le voci di Marrakech".

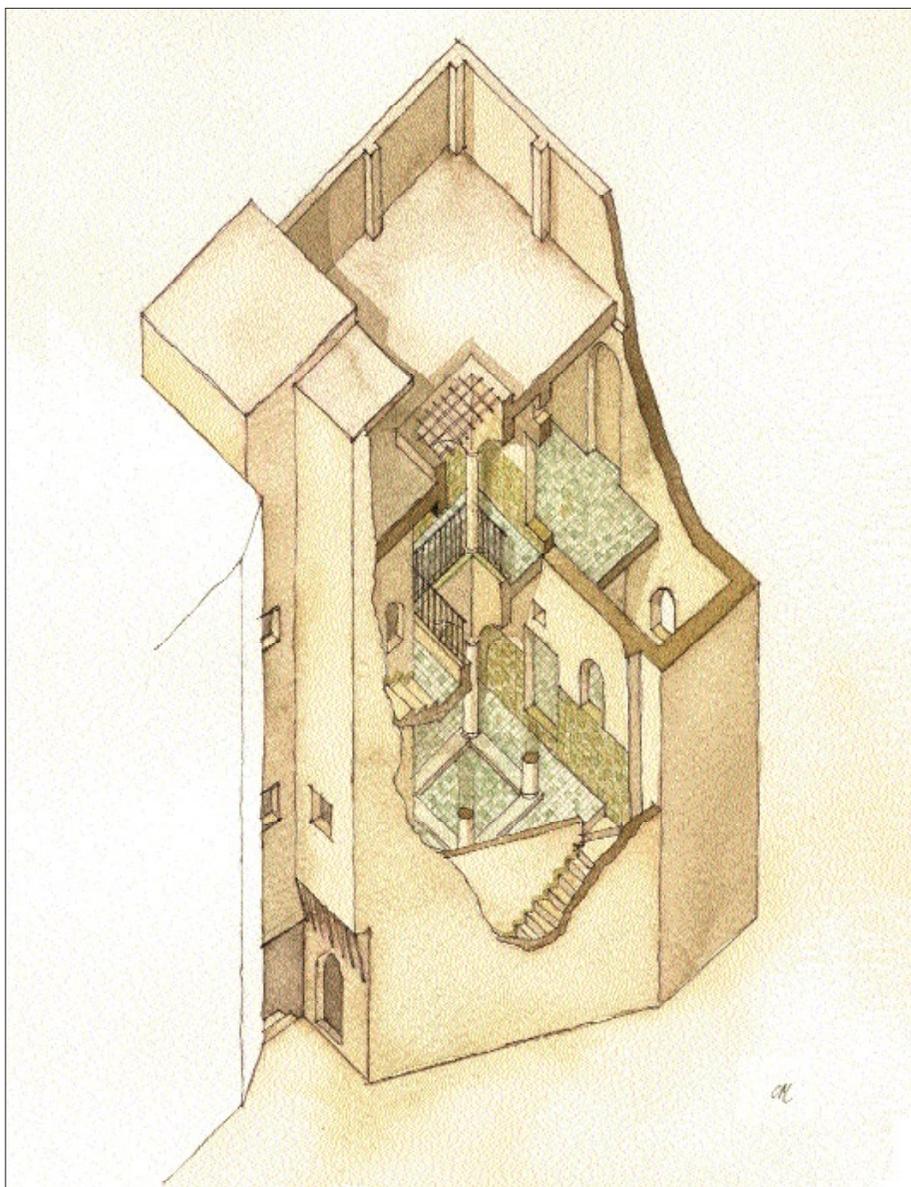
220 - Ghardaia, la principale città del M'Zab algerino.

221 - Schema dell'organizzazione spaziale della casa nella Casbah di Algeri.

222 - Il tessuto urbano della medina di Kairouan (Marocco).

223 - Una via ombrosa di Beni Isguen.

224 - Sporti e volumi aggettanti sulla strada nella Casbah di Algeri.



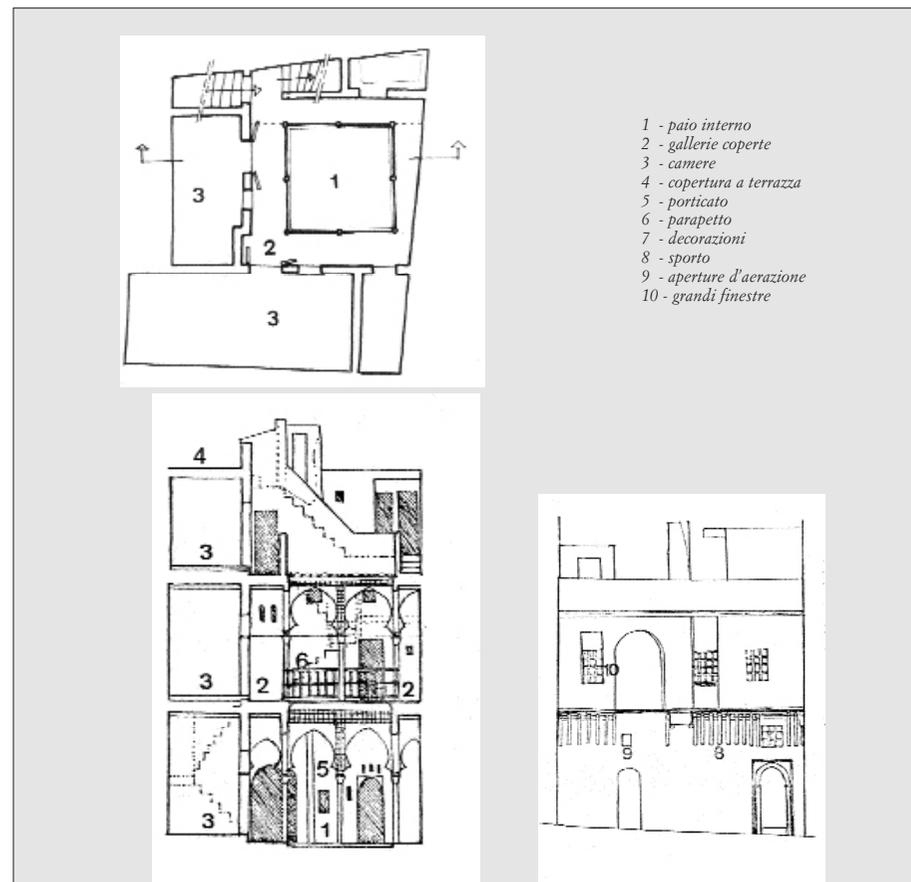
Il presente capitolo è tratto da un articolo di L. Debò e D. Pini, apparso su *Parametro*, n. 17 del giugno 1973 con il titolo "Tipologia edilizia e morfologia urbana della Casbah". L'articolo è il frutto sintetico e parziale dell'"Etude pour la rénovation e la restructuration de la Casbah d'Alger", redatto ad Algeri nel 1972 dal gruppo di lavoro formato da: M. Balbo, C. Baldi, L. Debò, G. Moretti, D. Pini, S. Sartori, R. Sidi Boumedienne.

Il testo dell'Etude descrive per diretta conoscenza tipologia e struttura funzionale della casa tradizionale d'Algeri, ma in esso riconosciamo anche elementi utili ai nostri temi, come, ad esempio, l'organizzazione spaziale introflessa e centrata sul patio, l'indifferenza delle camere a destinazioni diverse (fattore necessario al nomadismo interno), la condivisione dei muri perimetrali con le costruzioni vicine (*mitoyennité*), il sistema delle terrazze.

L'organizzazione degli spazi domestici

225
Spaccato assonometrico di un edificio della Casbah di Algeri (pianta in fig. 84). Il patio e la cavità centrale sono l'asse compositivo attorno a cui si sviluppano i corpi di fabbrica.

226
Casbah d'Algeri: elementi tipologici e architettonici della casa tradizionale.



- 1 - patio interno
- 2 - gallerie coperte
- 3 - camere
- 4 - copertura a terrazza
- 5 - porticato
- 6 - parapetto
- 7 - decorazioni
- 8 - sporto
- 9 - aperture d'aerazione
- 10 - grandi finestre

227-229

Immagini relative ad abitazioni di piccole dimensioni, che presentano uno sviluppo prevalentemente verticale, in cui al patio sono ugualmente affidate tutte le funzioni proprie di elemento centrale nell'organizzazione della casa.



227



228



229

Residenza, commercio, artigianato: connessioni e separazione

Le funzioni assegnate alla casa tradizionale della Casbah di Algeri si possono individuare parallelamente sia nella residenza che nelle attività commerciali o artigianali. Anche se compresenti nello stesso edificio, queste attività sono però sempre fisicamente separate. Questo perché la funzione abitativa ha trovato espressione nella casa tradizionale araba attraverso una precisa e ricorrente configurazione che le assegna un ruolo centrale nell'organizzazione delle funzioni e degli spazi, che esclude il diretto collegamento con altre attività, anche se poste all'interno dello stesso edificio. La ricchezza o la complessità del sistema organizzativo e degli attributi funzionali della casa dipendono strettamente dal ruolo socio-economico del gruppo familiare che la abitava, la possedeva e di cui era probabilmente il costruttore.



Le componenti del sistema spaziale

Le componenti del sistema spaziale sono: gli spazi che mettono in comunicazione la residenza con la strada (che chiameremo spazi-filtro), gli spazi di residenza vera e propria (le stanze), gli spazi destinati ad attività domestiche e riunioni familiari (il patio e le terrazze), gli spazi di servizio (cucina, wc, depositi e lavanderie sotterranee, se esistono), gli spazi dei percorsi (patio, portici, ballatoi, scale). Può variare, per residenze diverse, il numero di queste parti, ma resta invece costante ed univoco il processo compositivo che le relaziona ed organizza.



230



231



232

230-232

Immagini relative ad abitazioni di prestigio e palazzi storici, in cui il patio svolge anche una funzione di rappresentanza. La fig. 230 è relativa alla skifa nei pressi dell'ingresso.

Le parti di questo sistema occupano e definiscono il volume intero dell'edificio e, articolandosi su vari livelli, vengono evidenziate spazialmente attraverso una serie di elementi architettonici e di dispositivi planimetrici ed altimetrici ricorrenti (archi, portici, differenze di livello, uso dei materiali). Queste parti formano il sistema spaziale in questione, nel loro articolarsi attorno e lungo la serie di percorsi, secondo assi orientativi e direzionali, che convergono o rimandano all'invaso costituito dal patio al piano terra e dai ballatoi ai piani superiori.

Gli spazi destinati ai percorsi ed alle attività di relazione familiare (patio e terrazze) costituiscono un connettivo sempre presente a coordinare le varie parti dell'organismo facendole convergere e dipendere dallo spazio centrale.

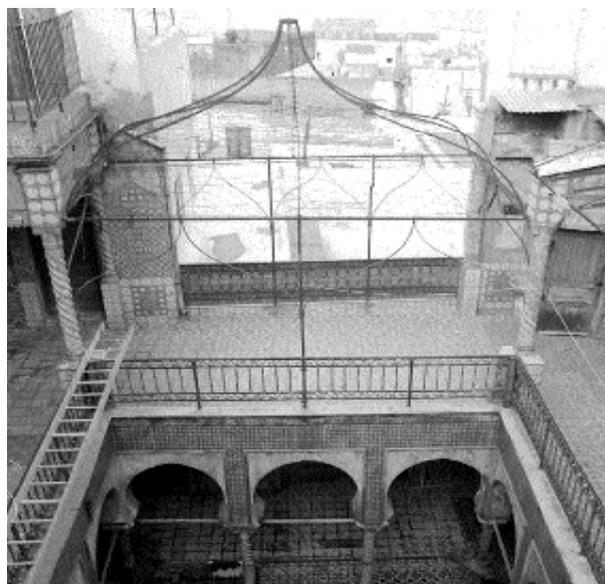
Gli spazi della residenza vera e propria (le stanze ed i servizi) si distribuiscono e vengono così servite su vari livelli (2, 3 piani). In base a leggi compositive invarianti, si creano quindi quei rapporti tra elementi funzionali della casa e tra spazi ed elementi architettonici che li definiscono, che ci permettono di parlare di un sistema organizzativo ed architettonico compiuto.

Questa struttura spaziale fondamentale che si dilata o si contrae, arricchendosi di elementi o rimanendo al suo livello minimo, senza alterare le gerarchie che organizza, dà luogo ai vari tipi che definiscono la tipologia della residenza tradizionale nella Casbah.

Per consentire una lettura precisa degli esempi portati esamineremo i livelli di coinvolgimento reciproco degli elementi tipologici in questione, e le articolazioni in cui il sistema compositivo si sviluppa. L'analisi procederà dall'esterno (la strada) all'interno della residenza, seguendo, in un certo senso, quella orientazione globale in cui la strada da una parte e l'invaso

Il patio, "luogo" delle relazioni

Due poli: la strada e l'invaso centrale



233
 Una delle numerose varianti per la copertura del patio e la protezione dalle intrusioni.

234, 236
 La Casbah con il sistema delle terrazze ribolte verso il mare, sullo sfondo.

233



234

86



235
 Interno al primo piano.
 Sulla sinistra si intravedono il patio e il loggiato di distribuzione anulare.
 Sulla destra una stanza la cui intimità può essere protetta da una tenda.

235



236

87

Wast ed dar: il centro della casa

centrale (patio e terrazza) dall'altra, rappresentano i due poli opposti tra cui si articolano tutti gli spazi in esame.

Le modalità di comunicazione della residenza con l'esterno (la strada) sono strettamente dipendenti dal carattere di "enclos" che tutto l'organismo, nella sua unitarietà tipologica presenta. Per carattere di "enclos" va inteso il fatto che la residenza è concepita attorno ad un centro (*wast ed dar* = il centro della casa) costituito dal patio e dall'invaso centrale, i quali sono sempre chiusi verso l'esterno e risolvono la propria organizzazione all'interno di un perimetro delimitato e preciso.

Le aperture dell'edificio verso l'esterno sono estremamente limitate e ridotte e indicano come esso non abbia la necessità di instaurare strette relazioni visuali, funzionali, ecc., con l'esterno.

La porta, unica apertura che permette un rapporto interno-esterno, comporta quindi la costruzione di tutta una serie di meccanismi-filtro volti a preservare il carattere di "enclos" dell'edificio. Questi elementi di transito, da cui si origina la serie spaziale dell'intero organismo, tendono a riproporre costantemente la chicane, articolandosi in vari modi: utilizzando, nei casi più semplici, l'espedito del disassamento di due accessi in uno spazio molto ridotto (*driba*) fino a presentare, nei casi più complessi, una sequenza articolata di ambienti successivi (*skifa*). Tale tramite tra l'interno e l'esterno, oltre a costituire una barriera visuale nei confronti dell'invaso centrale, può diventare sede di attività di scambio con l'esterno (acquisti da venditori ambulanti), o semplice vestibolo di attesa. Inoltre da queste zone di filtro si può accedere, nel caso in cui esso sia previsto, all'appartamento dell'ospite (*dwira*), costituito in genere da un'unica stanza svincolata dal sistema organizzativo generale della residenza, ma contemporaneamente collegato alla stessa per essere in contatto diretto con la *driba* o la *skifa*.

237

Nel loggiato che circonda il patio la funzionalità di ogni particolare è risolta anche in termini decorativi.



237

Nella Casbah di Algeri inoltre le caratteristiche del sito impongono all'interno del sistema dei filtri di accesso, il superamento dei dislivelli tra piano stradale e livello del patio. Superato il sistema dei filtri si accede al patio centrale, la base transitabile (corte + portici) di un invasivo aperto e vuoto, "asse" centrale della residenza. La pianta del patio è in genere quadrata, o tendente comunque a tale forma, indipendentemente dalle forme spesso molto complesse assunte dal perimetro del lotto occupato dall'edificio, e dai dislivelli imposti dal sito. Questa è una conferma dell'importanza attribuita al "centro" della residenza, in cui sono leggibili le leggi ed i ritmi compositivi dell'intero organismo. L'utilizzazione di tale spazio è molto articolata.

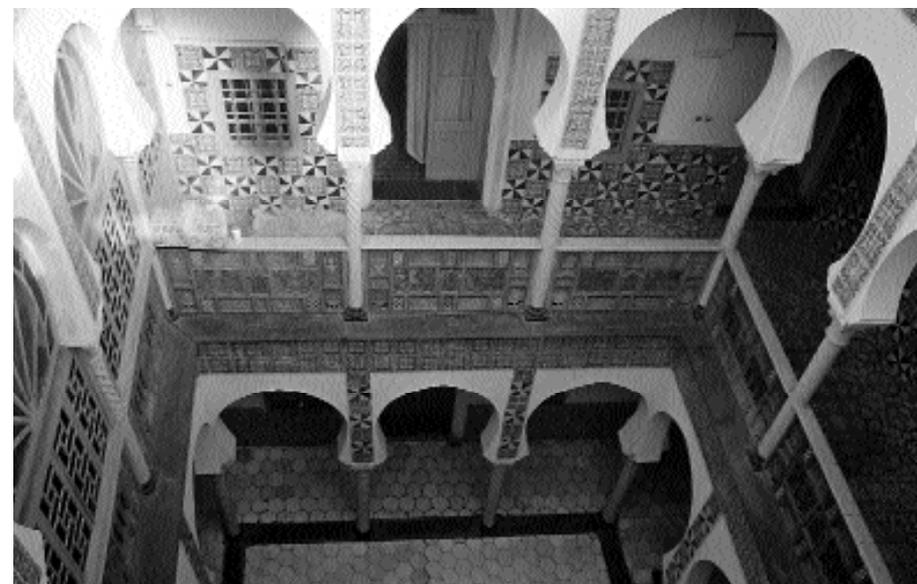


Nel patio una molteplicità di funzioni

Inizialmente il patio era il luogo di incontro dei vari componenti il nucleo familiare nei differenti momenti della giornata e nelle ricorrenze più importanti (feste religiose o familiari). Esso era inoltre il luogo di rappresentanza per il ricevimento di ospiti, consentendo agli uomini e alle donne di svolgere le loro attività in modo indipendente. La sua collocazione al centro del sistema spaziale della residenza ne pone in rilievo le caratteristiche distributive. Le molte porte che si aprono sul patio possono essere transiti verso

238

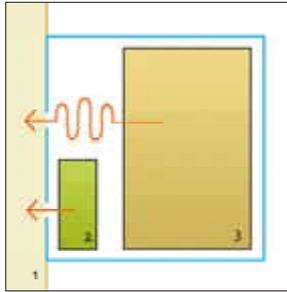
Nella stessa abitazione, il patio e i loggiati sovrapposti visti dalla terrazza.



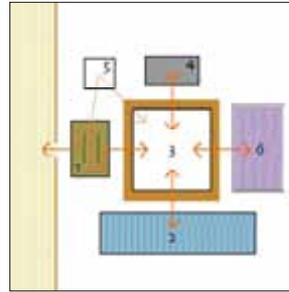
238

239

Schema della distinzione funzionale operata negli edifici tra residenza (3) e attività commerciali e artigianali (2). Il rapporto con la strada (1) di tali attività è diretto per le botteghe, mediato (da spazi-filtro) per le abitazioni.



239



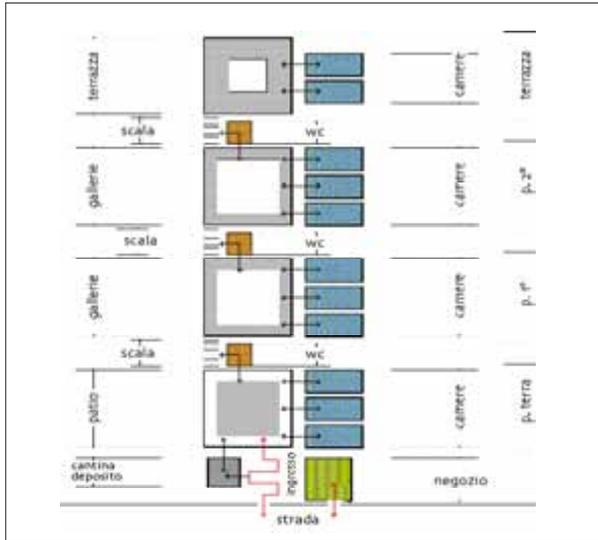
240

240

Le parti del sistema spaziale della residenza si organizzano attorno al patio (3), centro effettivo di una serie di relazioni complesse che possono estinguersi nelle stanze (2) o nei locali di servizio (4), o articolarsi nella serie di percorsi che conducono ai sotterranei (5), al sistema dei filtri di entrata (1) o ai piani superiori fino alle terrazze (6).

241

Facendo astrazione dallo sviluppo tridimensionale delle varie parti, si può cogliere la matrice organizzativa degli edifici tradizionali nello sviluppo della serie di percorsi (ingresso attraverso i "filtri", patio, scale, ballatoi fino alle terrazze). Tutti gli spazi della residenza convergono e dipendono da questo unico connettivo, articolandosi su vari livelli. Le stanze non comunicano tra loro né con i servizi se non attraverso i ballatoi e le scale.



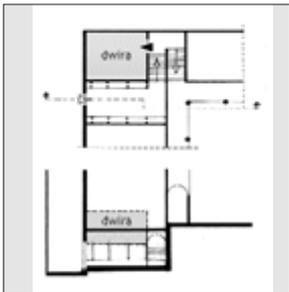
241

242

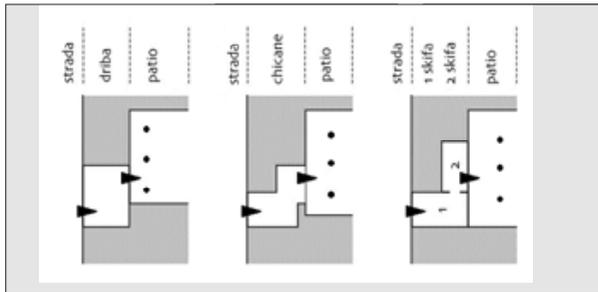
L'appartamento dell'ospite (dwira) viene collocato in vicinanza dei filtri d'accesso per evitarne la dipendenza dal sistema spaziale della residenza. Spesso inoltre esso è ricavato ad un livello intermedio tra la strada e il primo piano della residenza.

243

Filtri di separazione tra il patio e la strada. La driba è un ambiente di ridotte dimensioni in cui si ricorre al disassamento delle porte, mentre ambienti successivi prendono il nome di skifa.

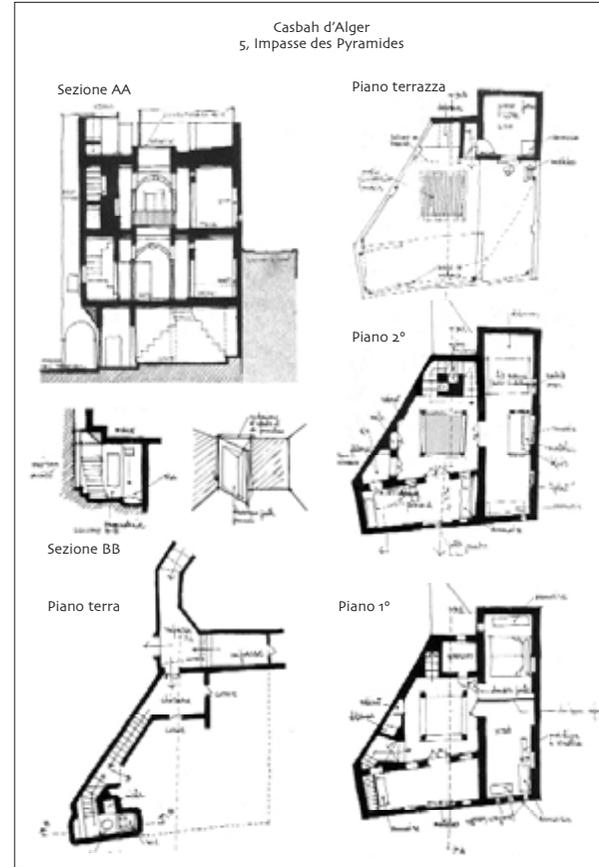


242



243

90



244

244

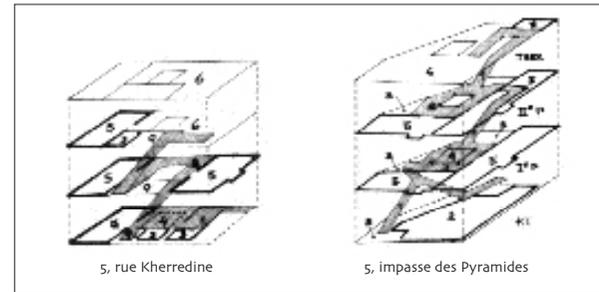
In questo edificio il patio e l'invaso centrale, coperti da una grata di protezione, sono gli unici spazi verso cui si aprono le porte e le finestre della residenza. L'organizzazione degli arredi rivela le modificazioni apportate in seguito alla parcellizzazione della residenza. Vanno inoltre notati gli spazi di disbrigo e i depositi ricavati nello sviluppo delle scale e dei percorsi di accesso.

245

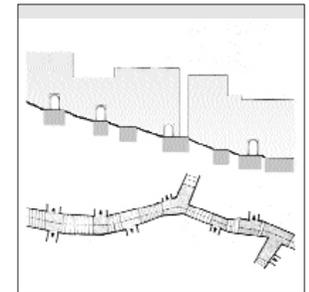
Il confronto tra edifici di dimensioni diverse rivela la costanza delle articolazioni spaziali create dai sistemi dei percorsi, indipendentemente dal numero o dalle dimensioni delle parti della residenza. Nei due edifici va notato che il patio si trova ad un livello superiore al piano stradale di accesso. In questi casi, assai frequenti date le difficoltà imposte dal sito, i locali sotterranei vengono spesso adibiti a cisterne per la raccolta delle acque piovane, da utilizzare per le pulizie domestiche.

246

La porta è l'unico tramite tra la residenza e la strada. Infatti la duplicazione di un accesso comporterebbe la duplicazione di tutti quei complessi apparati di filtro sempre compresenti. Mentre la definizione del livello del patio è spesso indifferente all'adattamento al sito della residenza, la porta si apre in genere sulla strada in quelle zone di sosta costituite dai brevi tratti di pianerottolo che si alternano alle rampe di scale per distribuire gli sforzi di salita lungo i pen-



245



246

91

Disposizione anulare

altri spazi di relazione (verso i filtri e la strada, oppure verso i percorsi di salita ai piani superiori), o condurre direttamente alle stanze, raramente in comunicazione tra loro, considerabili come ultimo anello di una serie spaziale che prevede percorsi orientati al raggiungimento di queste "mete" o "porti" finali. Dal patio sono inoltre accessibili i servizi (cucina, wc). Attorno al patio e all'invaso centrale si organizzano i corpi di fabbrica dove vengono sfruttate le dimensioni più ampie (lati del patio) per la localizzazione degli ambienti più estesi (stanze); i punti di contatto tra tali ambienti sono i nodi (spazi di ricavo, ma non di risulta) in cui si organizzano le vie di salita, i servizi, i ripostigli, ecc. Come dalla strada al patio esistono dispositivi, caso per caso contratti od espansi, così all'interno del resto della residenza si individua una ripetizione degli elementi di salita o dei percorsi di distribuzione anulare attorno all'invaso centrale verso le varie stanze. Ne consegue una vasta gamma di relazioni visuali, interne all'invaso centrale e al patio, che coinvolgono tutto il sistema dei percorsi ai vari livelli fino alle terrazze.

La centrifugazione degli spazi

Come abbiamo osservato, le scale sono poste in genere in quegli spazi ai vertici del sistema compositivo quasi per un processo di "centrifugazione" che pone a contatto con l'invaso centrale gli elementi più significativi, e distanzia da esso gli spazi di servizio, gerarchizzando gli ambienti in rapporto alle diverse destinazioni d'uso.

Un effetto del fenomeno di "centrifugazione" degli spazi secondari è leggibile dall'analisi del tessuto di un isolato: l'adesione tra edifici diversi avviene infatti lungo i lati delle stanze mentre i nodi più significativi in cui sembrano scontrarsi le organizzazioni spaziali dei vari edifici, sono i sistemi di scale che appaiono gli uni adiacenti agli altri e leggibili come aree di mutuo coinvolgimento molto intenso tra edificio ed edificio. I ballatoi ai piani superio-



247

247

La luce indiretta che entra dalla porta-finestra, sul patio mediata e attenuata dalla presenza del loggiato, crea una luminosità diffusa all'interno dell'ambiente.

ri orientano in modo diverso relazioni spaziali diverse: verso l'invaso centrale tali relazioni sono prevalentemente visuali, consentendo la fruizione dell'*unicum* spaziale della residenza, verso i corpi di fabbrica invece i ballatoi assolvono anularmente la funzione distributiva di servire gli accessi alle stanze e ai servizi; su di essi si aprono dunque anche le finestre delle stanze. Queste, accessibili dai ballatoi, possono considerarsi le unità minime abitative, costantemente individuabili all'interno della tipologia tradizionale nella Casbah di Algeri. La stanza è definita spazialmente in maniera unitaria e conclusa da leggi compositive che presentano elementi che, nell'edilizia "minore" ricordano, in forma contratta, le articolazioni dell'appartamento degli edifici più aulici di altri sistemi residenziali tradizionali (Medina di



Tunisi, ecc.). La leggibilità dall'interno della stanza di regole ordinatrici dello spazio, conferma il carattere di "enclos" ricorrente nella tipologia, riproponendo la definizione di un ambiente che involupa un sistema di relazioni spaziali, indipendentemente dagli esiti formali verso l'esterno.

Un'ulteriore conferma sono gli sbalzi esterni sopra il sistema viario, operati in genere al primo piano, in adesione con gli edifici vicini, per recuperare altra area per le stanze ai piani superiori. La copertura della residenza tradizionale è piana e adibita a terrazza. Le terrazze di più residenze vicine, giustapponeendosi l'una all'altra, creano una unità spaziale ed ambientale completamente

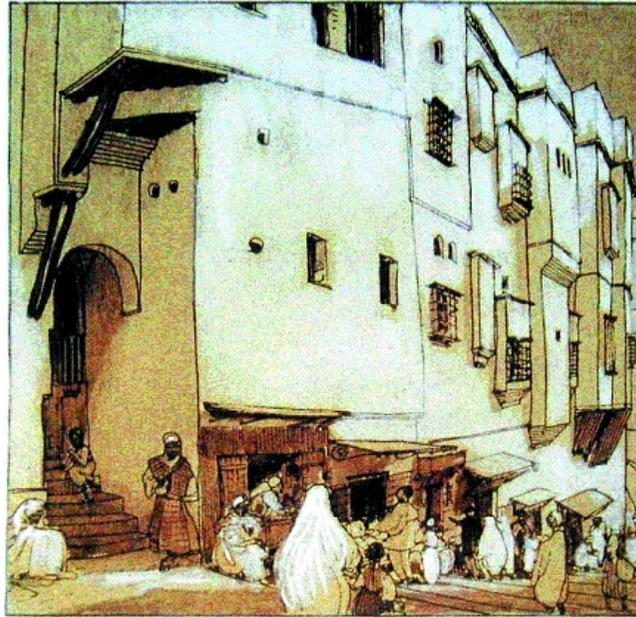


248

248

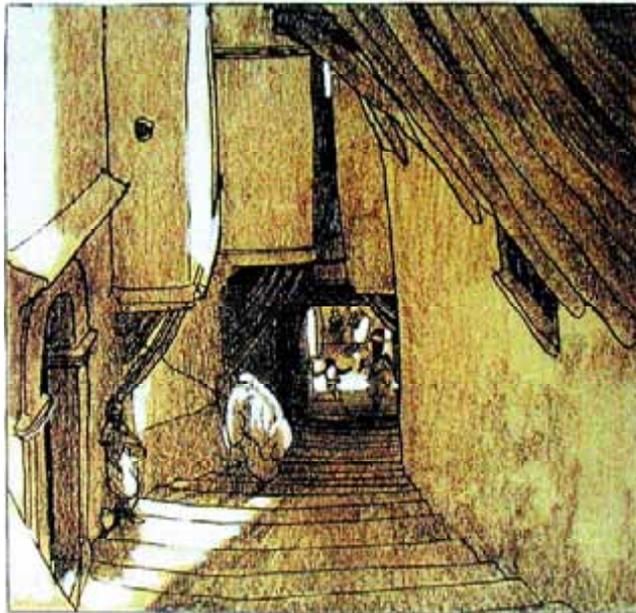
Un particolare del Bastione 23, residuo della città storica in prossimità della Marina, tagliato fuori dal perimetro della Casbah odierna dagli sventramenti ottocenteschi. Si notano le aperture sull'esterno ridotte al minimo, sia per quantità che dimensione.

"Croquis de Vieil Alger"
di Paul Guion, 1938.



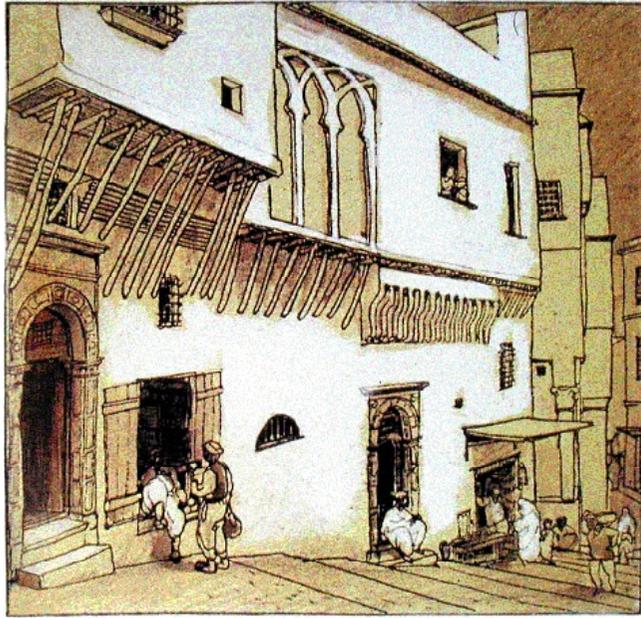
249
Rue de la Casbah

249



250
Rue du Diable

250



251

Rue de la Casbah



252

Rue Porte Neuve

Il tessuto urbano

Come la casa, ma ancora di più la città mediterranea non può essere identificata attraverso un modello interpretativo univoco e onnicomprensivo. Vi sono realtà differenti che interpretano la funzione e la forma urbana a seconda delle rispettive appartenenze culturali non riconoscendosi nella genericità della definizione. Convieni invece analizzare un caso specifico e da lì trarre le considerazioni che ci riportino ad una generalità delle problematiche. Riprendiamo quindi lo studio sulla Casbah di Algeri con la trattazione sul tessuto urbano redatta da C. Baldi, (*Contributo all'analisi di un tessuto urbano: la Casbah di Algeri, 1973*) cui faremo riferimento nel capitolo che segue, senza ulteriori citazioni.



La Casbah di Algeri

253 - 255
Beni Isguen, nel M'Zab algerino.
Le vie strette e tortuose e la cinta muraria proteggono dall'irraggiamento solare diretto e dal vento sabbioso del deserto che circonda le città della Pentapoli.

Per riconoscere gli elementi caratterizzanti la morfologia della città araba è il caso di partire dall'elemento base su cui si fonda l'organizzazione spaziale della città, cioè dalla casa. Richiamando quanto abbiamo già avuto modo di osservare, possiamo sintetizzare lo schema funzionale dell'abitazione in uno spazio centrale scoperto - il patio - su cui si affacciano le stanze, generalmente chiuse sui lati che danno sull'esterno dell'edificio. Il collegamento della casa con la città, cioè del patio con la pubblica via, avviene attraverso passaggi obbligati con funzione di filtri che, in funzione della loro complessità e articolazione, costituiscono un fattore gerarchizzante del rapporto casa/città.



253

L'estensione di questo schema organizzativo riproduce la legge formativa del tessuto arabo, che si può riassumere ancora una volta nel principio dell'"enclos", del recinto.

La struttura fisica della città è quindi riconducibile a un sistema di spazi di chiusura posti in successione che portano, attraverso un processo di privatizzazione sempre più accentuata dello spazio urbano, al momento ultimo rappresentato dalla stanza dell'abitazione, da cui sono negati successivi passaggi se non invertendo il processo. Una tale organizzazione degli spazi prescinde da rapporti volumetrici o formali, quindi di allineamento o di facciata che, invece, nella città europea rappresentano i canoni che presiedono alla composizione della struttura urbana.



254

Il principio dell'"enclos", il recinto

Nella casbah di Algeri, così come nelle medine del Maghreb, la città nasce da un'architettura d'interni, cioè di spazi che si rivolgono all'interno della casa, per cui gli stessi elementi decorativi di facciata si individuano piuttosto nelle geometrie e nei particolari di finitura del patio.

Questo sistema "introflesso", favorito dal fatto che l'illuminazione e l'aerazione della casa avviene attraverso il patio, conferisce alla città piena libertà di organizzazione e di aggregazione del costruito, svincolandola dal fare riferimento alla configurazione della strada o alla disposizione delle altre case, con modalità totalmente sconosciute alla città europea.

L'organizzazione della casa, basata sulla concatenazione di spazi successivi (ambivalenti in quanto fino all'ultimo presentano il doppio ruolo di chiusura di uno spazio rispetto al precedente e di momento di passaggio al successivo) può essere letta anche come organizzazione della città.

Il sistema dei filtri prende origine dalle mura che delimitano e separano l'interno da esterno, città da campagna, e in particolare dalla porta della città.

Il sistema dei filtri



255

Essa costituisce il primo filtro, barriera effettiva tra due mondi estranei l'uno all'altro. Dalle porte si sviluppa un limitato sistema viario "principale" su cui si immettono le strade secondarie che costituiscono l'ossatura delle zone residenziali, fortemente gerarchizzate. Infatti, sulla viabilità di perimetro di un certo gruppo sociale si affacciano abitazioni più modeste, accessibili attraverso il sistema più semplice di filtro, come la *skeifa*.



256

I livelli di gerarchizzazione

L'organizzazione spaziale del gruppo - "lo spazio è costruito in modo da difendere e proteggere un mondo basato sulla clientela e la dinastia" (R. Berardi, *Lecture d'une ville: la Medina de Tunis*, 1969) - avviene attorno a un nucleo costituito dalla casa principale posta al centro del quartiere, attorno a cui si dispongono le case secondarie.

La gerarchizzazione si basa ancora sulla sommatoria dei filtri. Lungo la strada si affacciano quindi le abitazioni più povere, disposte attorno alla casa principale. L'accesso a questa avviene attraverso l'"impasse", la strada cieca che definisce uno spazio chiuso, cioè privatizzato, traduzione dell'enclos a questo livello spaziale.

256, 257
Incisioni raffigurante Algeri turca, prima dell'occupazione francese nel 1830.



257



258

258
La medina di Kairouan (Marocco) in un disegno di G. Moretti.

259
Il tessuto urbano della medina di Fes (Marocco).

260
La Casbah d'Algeri (retino scuro) e la città francese nel 1880, a cinquant'anni dall'occupazione del 1830. Si notano gli sventramenti e il tracciato delle nuove strade di penetrazione e di attraversamento.

261-275
Immagini della Casbah di Algeri riprese nei primi anni '70.

Nella struttura complessiva del tessuto tradizionale la strada assume un ruolo ben differente rispetto a quello che, in genere, essa assume nel tessuto europeo. Nella morfologia urbana europea, come quella della città "francese" rapidamente cresciuta attorno alla Casbah dopo il 1830, se la strada costituisce non solo l'elemento di passaggio da una situazione ad un'altra ma anche uno degli elementi architettonici gerarchizzanti, a seconda dei suoi rapporti con i volumi degli edifici, nel tessuto arabo essa perde tale caratterizzazione.



259

Il ruolo della strada nel tessuto arabo



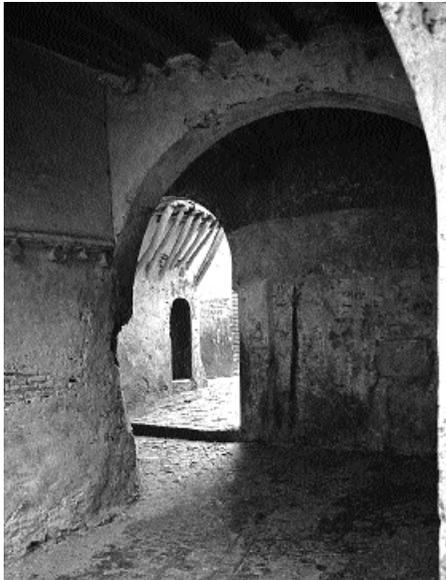
260



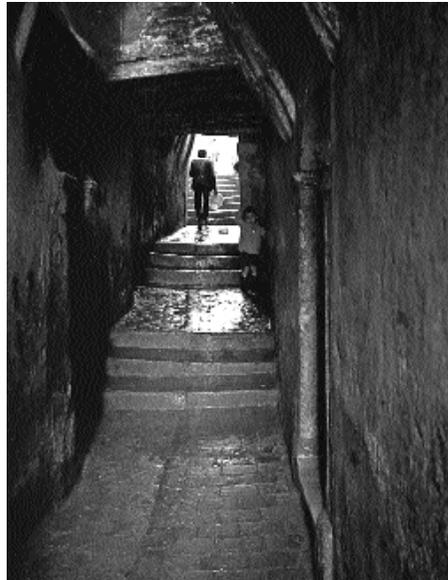
261



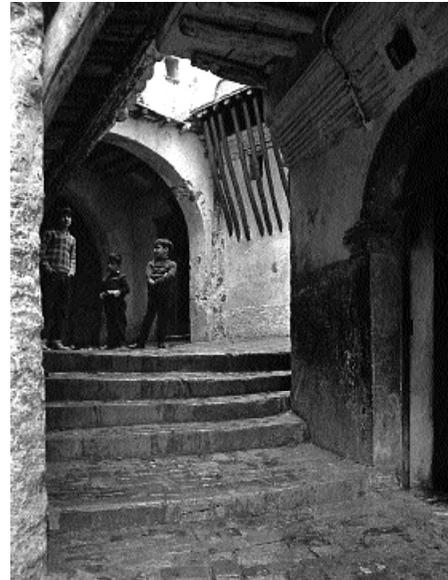
264



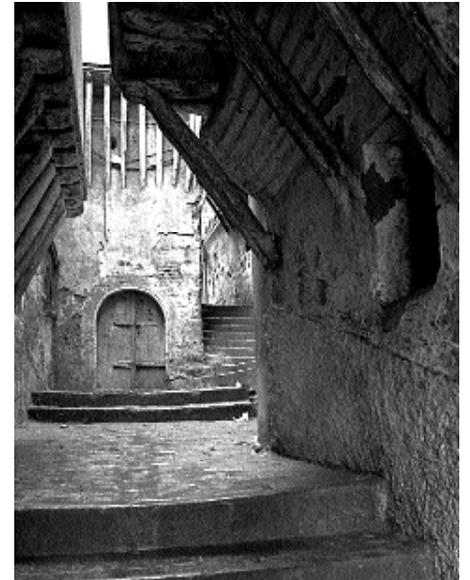
262



263



265



266



267



269



270



271



272



268



273



274



275

276

La zona centrale della medina di Tunisi. Si notano le vie dei souk, i quartieri residenziali bordati di attività commerciali e le dimore principali situate nelle zone più interne del quartiere.

Non potremmo infatti stabilire una “scala di valori” degli spazi urbani sulla base della presenza o meno di determinati elementi morfologici o funzionali come piazze, indirizzamenti prospettici, differenziazione delle sezioni stradali, presenza del verde, perché questi fattori non esistono. La gerarchia è definita essenzialmente dalla funzione che la strada svolge in seno all'organizzazione cittadina.

L'ampiezza della strada resta pressoché costante sia che essa congiunga le porte della città sia che costituisca il supporto viario a un quartiere residenziale. Sono rari i casi in cui, determinati elementi formali vengono a sottolineare particolari funzioni, come le porte di accesso al souk, o determinate situazioni viarie come la congiunzione di due strade principali, in cui possono apparire elementi decorativi o identificativi anche solo ridotti a un diverso colore di facciata.



La medina di Tunisi

Prendiamo in esame un altro caso, come la medina di Tunisi, e giungeremo a conclusioni analoghe. Anche qui, pur nella diversità dei siti - in pendenza la casbah di Algeri, pianeggiante la medina di Tunisi, riconosciamo reti viarie complesse e ir-



276

golari, a struttura ramificata come risultato organico di un sviluppo progressivo piuttosto che di un tracciato urbano predeterminato.

Ma affidiamoci all'analisi di S. Santelli, che sulla medina di Tunisi, e in generale sulla Tunisia, ha condotto studi approfonditi. Santelli si sofferma sul carattere protettivo assunto dal quartiere nei confronti della dimensione domestica dei suoi abitanti. In particolare egli prende in esame l'impassé all'interno del quartiere o dell'isolato, per attribuirle un ruolo fondamentale nell'organizzazione spaziale della medina.

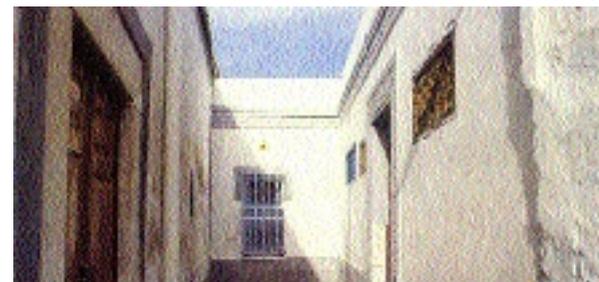
Quale che sia la sua forma o la sua estensione, il quartiere privilegia la dimensione intima delle case, che sono localizzate al suo interno, in fondo all'impassé, il più lontano possibile dalle attività pubbliche o commerciali.

A queste, disposte lungo i percorsi principali di perimetro, è invece affidato il compito di schermare e proteggere la funzione domestica, allo stesso modo in cui le vie dei souk principali circondano e nascondono la grande moschea. Il centro del quartiere assume poi un significato anche maggiore se si prende in considerazione l'ipotesi secondo la quale un palazzo o una grande dimora sarebbero all'origine della formazione di taluni quartieri della medina di Tunisi, case più modeste (dei famigliari o della clientela) venendo poi a circondare la casa principale.

Determinante è dunque l'allontanamento della casa dalle funzioni poste sulla strada principale, e questa considerazione porta ad affermare che la contrapposizione tra spazio pubblico e spazio privato rappresenta un elemento peculiare nella formazione del tessuto urbano arabo-musulmano. L'impassé appare come lo strumento più adatto a dare sostegno a questa contrapposizione, massimizzando l'allontanamento per tendere a privatiz-



277



278

277

La skifa d'ingresso alla medina di Mabadiya, sulla costa orientale tunisina. Allo stesso modo che per l'abitazione, anche l'ingresso alla città avviene attraverso un "filtro", la skifa.

278

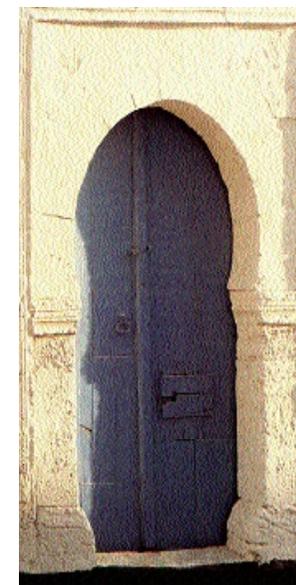
Una "impassé", strada a fondo cieco, nel r'bat bab el Souiqa a Tunisi.

Stretta e lunga, tra muri ciechi, l'impassé è privatizzata in quanto esclusivamente residenziale e non ammette altri tipi di attività, pubbliche o commerciali.

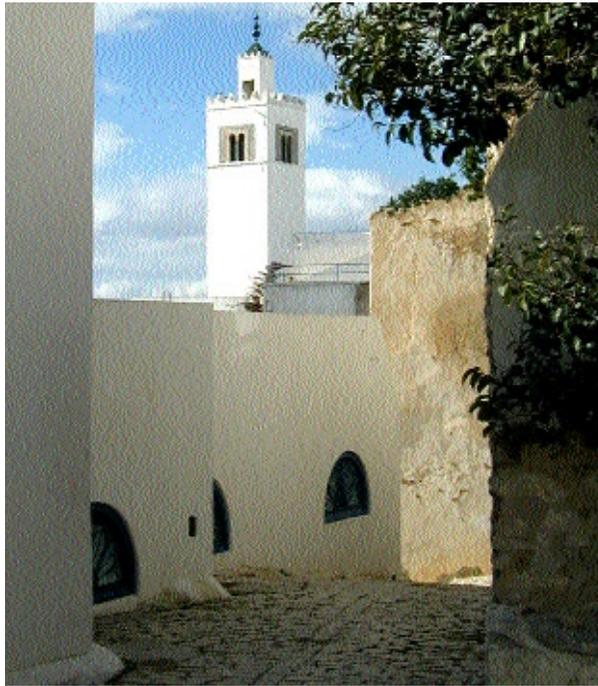
279

Porta d'ingresso di una casa di Mabadiya.

L'impassé o la privatizzazione dell'ingresso



279



280

Una città senza monumenti

zare l'accesso alla casa. L'allontanamento reciproco delle funzioni commerciali e residenziali, come la contrapposizione tra pubblico e privato, per forti e significativi che siano, non portano a dire che gli spazi pubblici si caratterizzano per una specifica espressione architettonica o urbana, differente da quella degli spazi privati. Al contrario, edifici pubblici e privati si avvalgono dei medesimi criteri rappresentativi all'interno della città. Lo abbiamo visto per la casbah di Algeri, ma altrettanto si può osservare in ogni medina del Maghreb, gli edifici, che siano commerciali, religiosi o residenziali, non presentano "facciata" né i muri ciechi delle strade esprimono la molteplicità delle funzioni degli edifici che esse fiancheggiano.

Il sistema "introflesso" minimizza lo spazio pubblico

Il fatto che i tipi architettonici non abbiano praticamente rapporto con la strada, fa sì che la struttura pubblica della medina appaia inesistente. Nessun'altra relazione se non topologica si manifesta tra l'edificio e la strada, né ritroviamo richiami simbolici nelle facciate prospicienti la pubblica via: solo alcuni segni discreti, come portali, minareti o cupole, segnalano visivamente la presenza di determinate funzioni. Sia l'edificio pubblico che la casa privata, introflessi sulla centralità della loro corte interna, volgono le spalle alla strada e ne fanno un "retro" che non sembra tenere in conto il livello pubblico delle funzioni.

Citando Santelli: "La medina è una formazione urbana il cui tessuto omogeneo e continuo non conosce discontinuità di carattere monumentale. Essa è una città senza monumenti, nella quale i tipi architettonici più diversi si fondano in una struttura uniforme e ripetitiva".

Questo fatto può rendere difficile la lettura della città arabo-musulmana,

280

Una via ombrosa di Sidi Bou Said, presso Tunisi.



281

perché la sua struttura sembra apparire casuale e priva di un ordine prestabilito o di riferimento. Ma abbiamo visto come i rapporti che intercorrono tra i suoi edifici siano di altra natura, cioè di carattere essenzialmente topologico, di prossimità e di contiguità. Essi fanno, di quella che chiamiamo genericamente "città araba", un organismo complesso, la cui struttura reale, forte e significativa, va riconosciuta al di là del carattere spontaneo e additivo della sua morfologia.



La città mediterranea, senza più soffermarci sui limiti della definizione, presenta numerosi elementi di interesse per quanto riguarda la difesa da condizioni climatiche severe.

Conosciamo il fascino delle medine, l'intrico delle loro vie con le costruzioni addossate le une alle altre, il biancore delle case, il susseguirsi delle terrazze, i sottopassi ombrosi e i portici bassi, gli sporti delle camere sulle strade. Ognuna di queste "vedute", fiorite attorno al pittoresco immaginario di quei luoghi, fa anche riferimento ad un preciso ruolo che la città svolge nello scenario inclemente del clima caldo-secco proprio delle zone

Prossimità e contiguità

Il clima e la città

281

Il colore bianco dei muri e l'azzurro di finestre e ringhiere rendono immediatamente riconoscibile Sidi Bou Said. Ma il colore bianco riflettente attenua anche il calore negli ambienti interni.



282

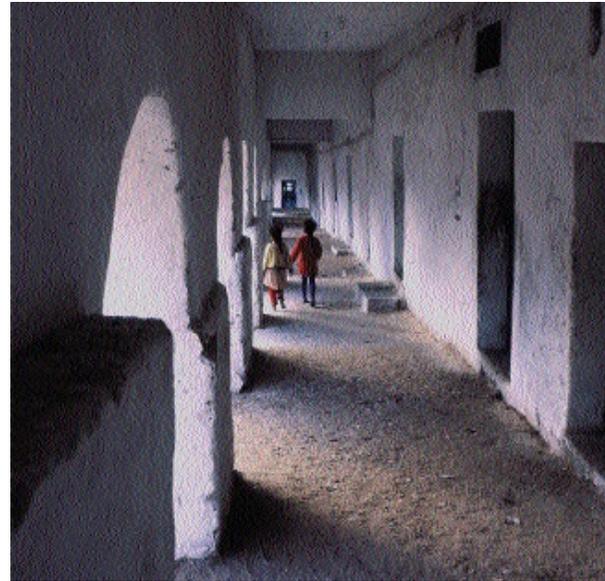


283

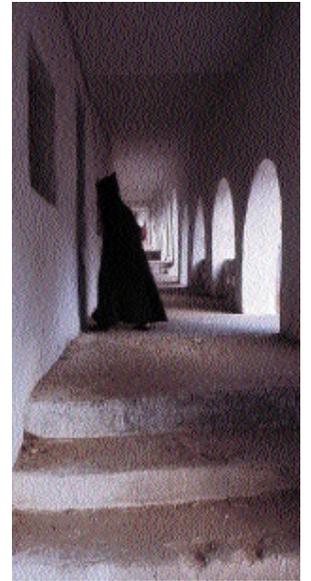


284

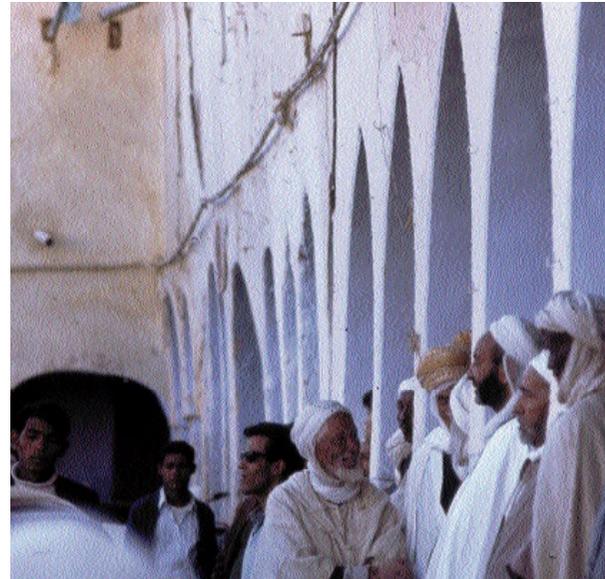
287 - 291
Il reticolo di strade strette e tortuose crea ombra per molte ore del giorno e protegge dal vento.
Beni Isguen nel M'Zab algerino.



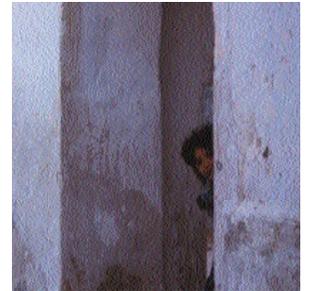
285



286



288

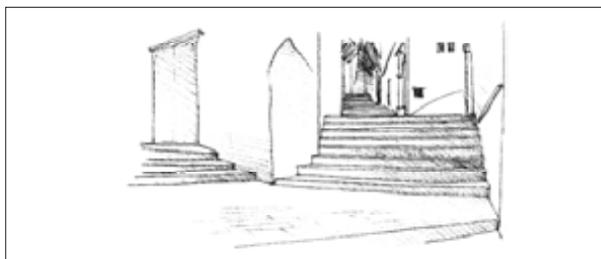


287

285-288
Ove le risorse e lo spazio lo consentano, è benefica la presenza dei portici lungo le vie cittadine.
Beni Abbas e El Oued, Algeria.

284, 285
Vie della Casbah di Algeri.
Si riconoscono i caratteristici sporti sostenuti da saettoni in legno.

286
Sottopassi in una via di Tunisi.



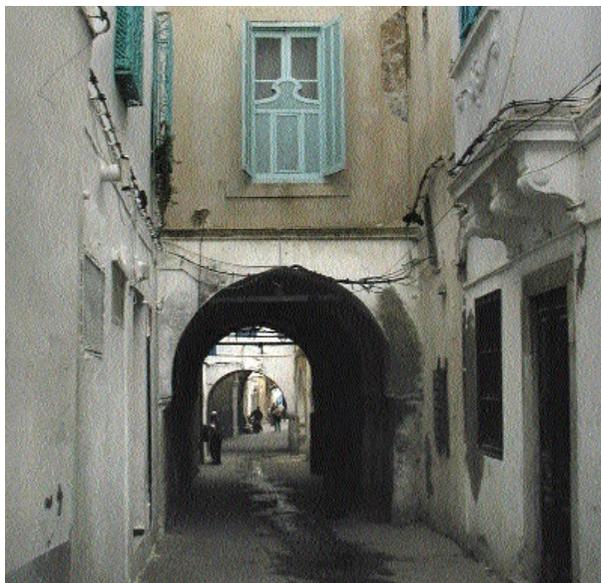
289

Le vie strette e tortuose creano ombra e riparano dal vento

aride, interne al bacino mediterraneo meridionale. Il reticolo stradale labirintico, dalle vie strette e tortuose, nasce, oltre che per chiare motivazioni difensive, dall'aggregazione di moduli abitativi introflessi, che non necessitano di particolari condizioni di luminosità e ventilazione sul perimetro esterno. Pertanto essi possono essere accostati ponendo in comune i muri di contorno, riducendo l'estensione della muratura esposta all'irraggiamento solare. Inoltre si adottano forme regolari per le abitazioni, che escludono le dimensioni trasversali troppo ridotte: infatti più ci si avvicina alla forma quadrata più si riduce la superficie dei muri perimetrali, e quindi lo scambio di calore con l'esterno. L'accostamento dei moduli a patio consente sezioni stradali minime poiché è dall'interno che le case traggono arie e luce, e anche tracciati non rettilinei poiché non si richiede allineamento di fronti quando le facciate esterne rivestono scarsa importanza se confrontate con la qualità figurativa dei patii e delle corti interne. E'



290

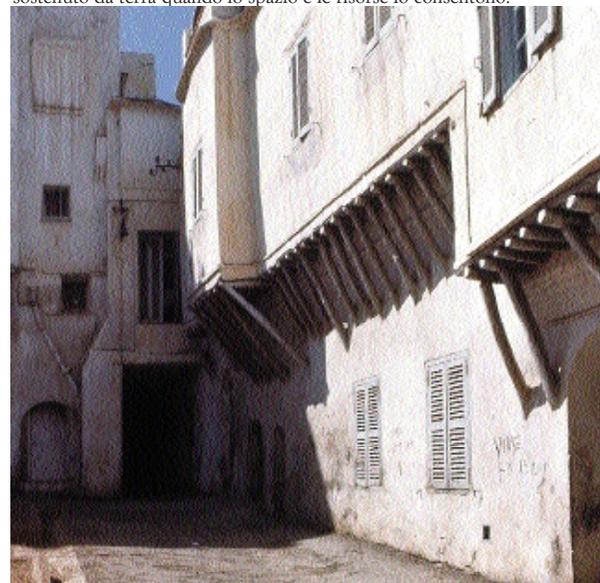


297



292

così che la città, oltre che difendere i suoi abitanti da eventuali attacchi esterni, li protegge dalla luce e dal calore solare con l'ombrosità delle vie e dal vento con la sinuosità dei tracciati. Anche il colore delle case affacciate sulle strade che vengono tinte di bianco o di chiare tonalità pastello, svolge il compito di ridurre l'assorbimento di calore da parte dei muri. Così come il sistema delle terrazze, tra le molteplici funzioni da queste assunte nell'organizzazione della casa, costituisce anche il luogo per beneficiare delle basse temperature portate dalla notte. Le vie sono spesso attraversate da parti costruite, a formare sistemi di sottopassi e voltoni che assicurano ombra e riparo permanenti; allo stesso modo, almeno in parte, fanno i diffusi aggetti, sostenuti da fitti schieramenti di saette diagonali in legno, presenti all'esterno delle abitazioni urbane e posti ai piani superiori per non restringere la sezione stradale di passaggio. Del resto le vie porticate non sono altro che l'estensione del concetto dello sporto, che si prolunga e viene sostenuto da terra quando lo spazio e le risorse lo consentono.



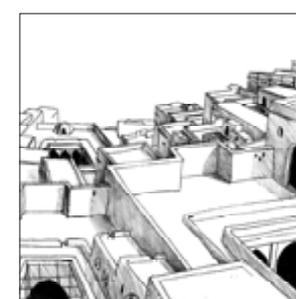
293

292
Una via della Casbah di Algeri.

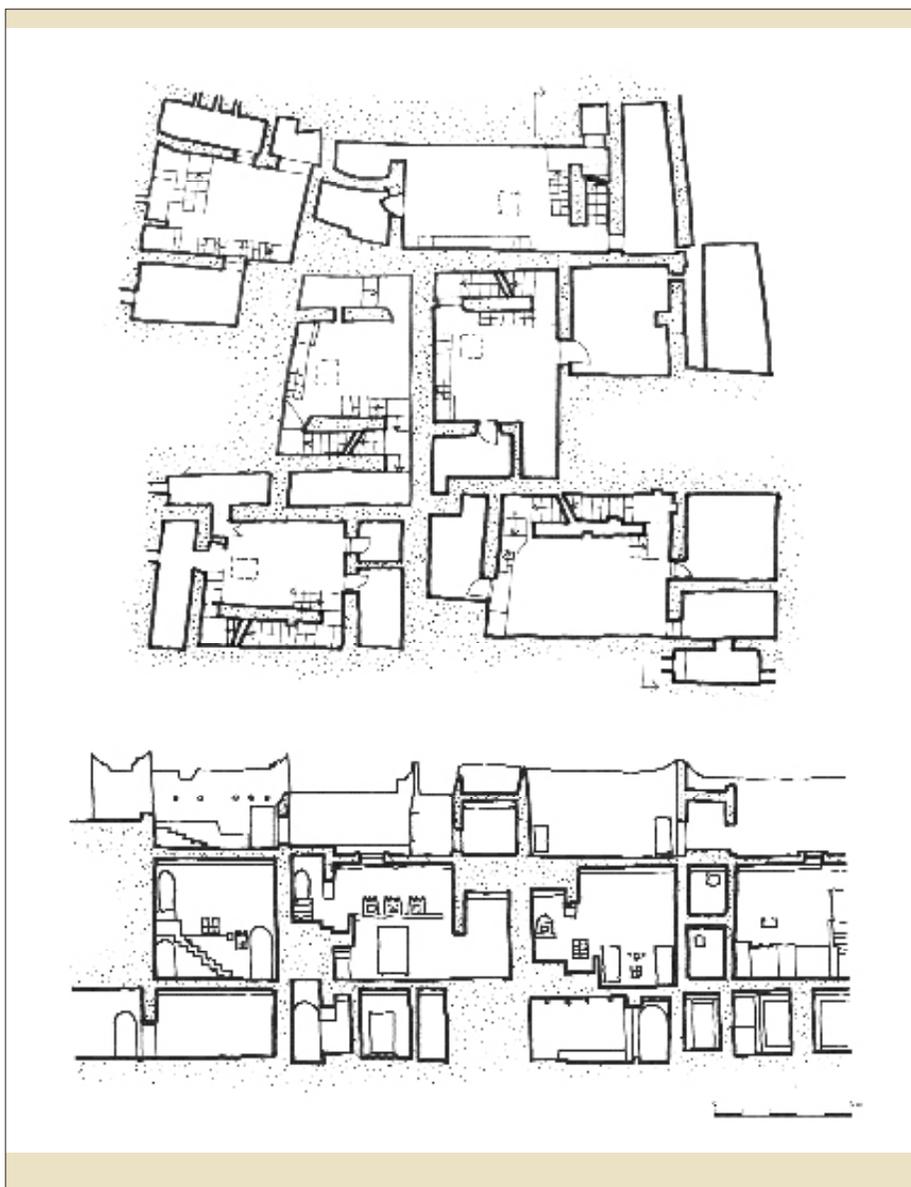
293
Il Bastione 23, residuo della Casbah di Algeri nella zona della Marina, presso il porto, a seguito degli interventi urbanistici francesi realizzati dopo l'occupazione.

294
Il sistema delle terrazze e dei patii nella Casbah di Algeri.

Le coperture a terrazze abitabili consentono di sfruttare il fresco notturno



294



295

Ghadames, la "perla del deserto" riconosciuta patrimonio dell'umanità dall'Unesco, stupisce per la straordinaria capacità di convivere con le condizioni di temperatura e di ventosità sahariane.

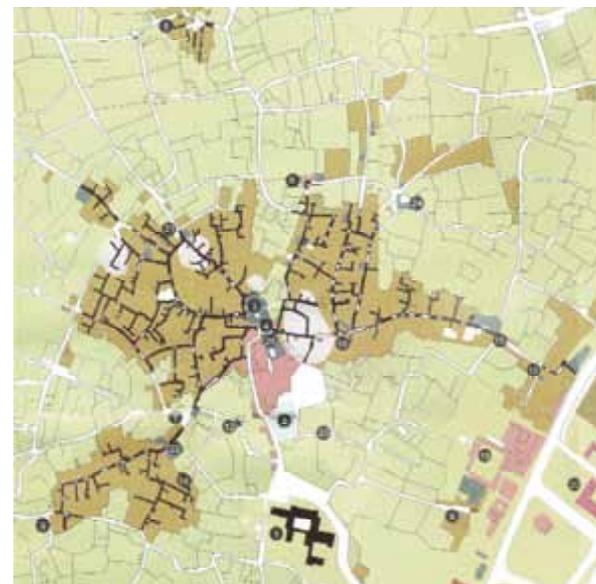
La città si presenta come un impianto urbano complesso, di cui l'impatto primario sul visitatore è dovuto all'efficienza delle tecniche di raffrescamento delle pubbliche vie e degli spazi abitativi. Il riferimento immediato è quello del *taktabush*, in cui due spazi aperti di diversa dimensione e ombrosità sono posti in relazione con un tunnel di collegamento, che viene costantemente ventilato dai movimenti d'aria che si determinano con la differenza di temperatura e di pressione dei suoi spazi estremi.

Ora, a Ghadames, siamo in presenza di un sistema di *taktabush* costituiti da tratti di percorsi coperti intervallati ora da stretti pozzi di ventilazione e di illuminazione, ora da slarghi della via a cielo aperto. La composizione in sequenza di questi tre elementi del disegno urbano crea, nei percorsi coperti, già riparati dall'irraggiamento solare, ulteriori movimenti d'aria fresca provenienti dai pozzi ombrosi e richiamata dai moti convettivi verso l'alto degli slarghi a cielo aperto.

Il tessuto urbano, a differenza di una medina costiera, non presenta patii a cielo aperto all'interno delle abitazioni, per cui dall'alto è solo il *continuum* delle terrazze a essere percepito. In ogni terrazza è però ricavato un pertugio dotato di inferriata di protezione dalle cadute che porta aria e luce alla grande camera a doppio volume posta al primo piano dell'abitazione. E' questa che assume la centralità funzionale e distributiva del patio, ma qui le temperature che si possono raggiungere all'esterno ne impongono la copertura praticamente totale, che ripara anche dalla luce eccessiva. Sono gli stessi principi che ritroviamo nel M'Zab algerino, anch'esso ai margini del Sahara, dove le abitazioni di Ghardaia o di Béni Izguen presentano, nell'am-

Ghadames:
una rete di fresche strade coperte

In luogo del patio
la grande stanza centrale



296

295
Pianta e sezione di un brano di città costituito da sei abitazioni. Si valuta attorno a 1500 il numero di case della città vecchia di Ghadames.

296
Pianta della città. In nero e bianco i tratti di strade coperte e i pozzi di illuminazione.

297 - 309
Il sistema dei percorsi coperti, intervallati da pozzi di luce e slarghi a cielo aperto, che produce movimenti d'aria raffrescata e crea un gradevole clima interno anche nei



297



298



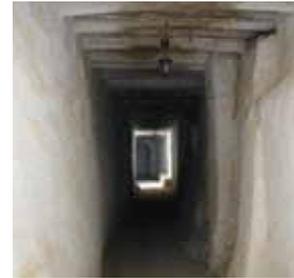
299



300



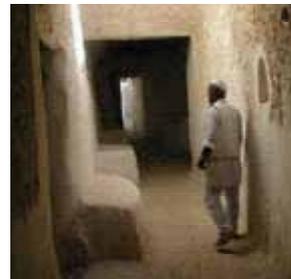
301



302



303



304



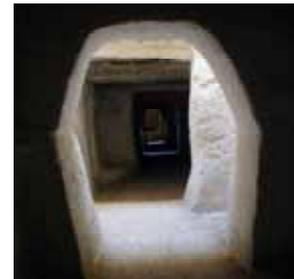
305



306



307



308



309



310



311



312



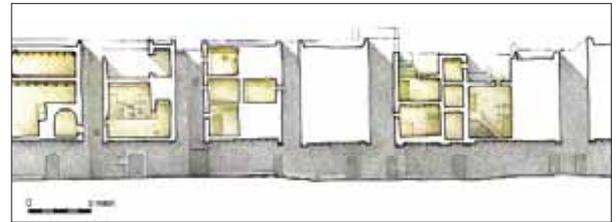
313



314

biente centrale al piano terra, il caratteristico *chebek*, ovvero l'apertura rettangolare a soffitto con funzione di regolatore dell'illuminazione e della ventilazione.

La città è organizzata in 12 "vie" riferite ad altrettante famiglie allargate che vi si sono insediate. Le "vie" sono in realtà piccoli quartieri, ciascuno con porta d'ingresso ricavata sulla cinta muraria, moschea e piazza o salgo comunitario. Lungo le vie sono ricavate panchine imbiancate di calce dove gli uomini sostano a gruppi per far trascorrere le ore più calde del giorno.



315

Questa trama viaria, il livello basso della città, è il luogo degli uomini che, come una capillare rete protettiva, tiene il controllo di quanto accade attorno alle abitazioni. E' un controllo che si prende cura anche della differenza di età della popolazione, per cui i luoghi di incontro e di sosta dei più giovani sono ubicati via via all'interno del tessuto, lasciando più all'esterno quelli degli uomini e degli anziani.

310, 311
Il sistema delle terrazze e dei percorsi aerei che collegano un'abitazione all'altra.

312
La leggera struttura in legno utilizzata per sostenere i teli di protezione dalla rugiada e dal vento notturno per il letto in terrazza. Al centro del muro in corrispondenza della posizione del letto, la nicchia per alloggiare la lampada ad olio.

313
Tripla orditura di travi di palma per sostenere le murature portanti.

314
Uno dei tanti pozzi di illuminazione e ventilazione dei percorsi viari coperti.

315
Sezione urbana eseguita in corrispondenza della strada, in cui si legge chiaramente la presenza dei pozzi di illuminazione.

316 - 318
Interni di abitazione con i caratteristici motivi ornamentali berberi. La parete della stanza centrale è adornata di specchi e utensili in ottone per moltiplicare



317



316



318

Il colore bianco riduce l'assorbimento di calore e contribuisce al raffrescamento degli ambienti.

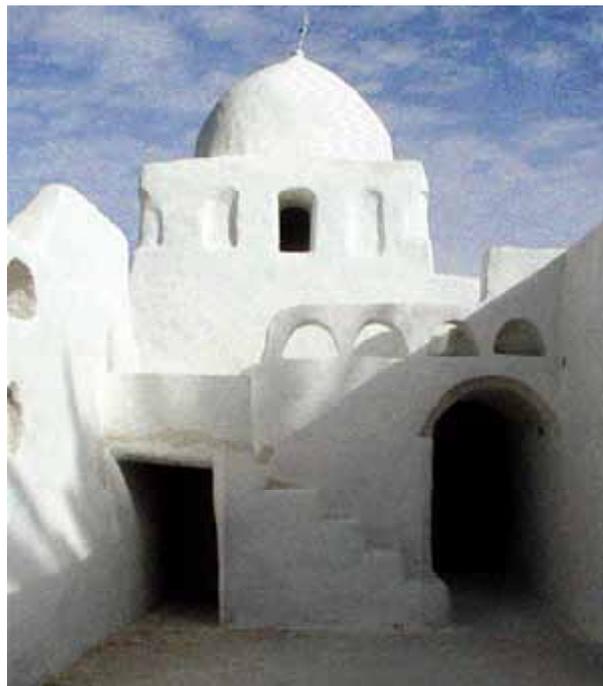
319
Piccola corte all'interno di una moschea.

320
Le costruzioni presentano i caratteristici "serif" angolari, posti sul tetto delle case a protezione del malocchio.



320

118



319

Qui come altrove, la parte alta, cioè le case e le terrazze, è invece il luogo della presenza femminile, che utilizza il sistema aereo dei percorsi anche per i propri spostamenti all'interno della città. Nella terrazza si dorme la notte riparati da una semplice struttura di legno a baldacchino su cui si stende un lenzuolo che protegga dall'umidità e dal vento notturno. Il materiale da costruzione è pietra sul sedime perimetrale e mattoni di fango essiccato (*adobe*) per i muri in elevazione, che superano lo spessore di 50 centimetri. Le forature sono ridotte al minimo e, all'interno, per moltiplicare le sorgenti di luce riflessa nell'ambiente centrale, si pongono alle pareti batterie di utensili domestici in ottone e specchi dalle fogge e dimen-



sioni più varie. Questa camera generalmente supera i 5 metri di lato, e la copertura è realizzata in tronchi di palma come elementi portanti su cui appoggia un primo intreccio di grossi rami sempre di palma disposti a losanga e, al di sopra, uno strato continuo di rami più sottili. Sul legno strutturale viene steso un letto di fango, sabbia fine e calce per rendere



321

321
Sulla terrazza una cameretta a cielo aperto per i bambini.

322 - 324
Piccole moschee inserite nel tessuto urbano e all'esterno riconoscibili dalla bianca copertura a cupola.

325
Fori di ventilazione della cucina provvisoriamente chiusi con vasellame.

326
Skiffa, cbicane d'ingresso a una delle 12 porte della città.

327
Un canale sotterraneo affiora e porta l'acqua alla zona dei lavacri rituali accanto alla moschea.



322



323



324



325



326



327

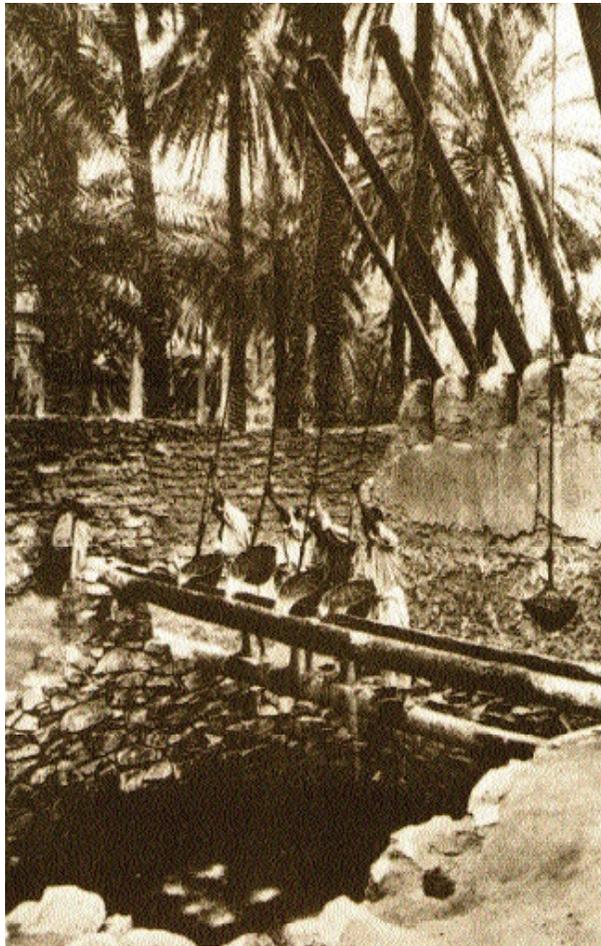
119



328

328
Cesto di foglie di palma intrecciate utilizzato come secchio per i pozzi a bilanciere.

329
Sistema di pozzi a bilanciere per approvvigionare i canali di distribuzione dell'acqua nella città, in una foto d'epoca di Ghadames.



329

portante il pacchetto e calpestabile il pavimento al livello superiore. La notevole dimensione dei tronchi, anomala per il tipo di essenza, è spiegabile per la presenza del palmeto circostante, valutato in ben 16000 piante, che rende possibile una selezione e una scelta dei tronchi particolari. Caratteristica è la disposizione in tripla orditura dei tronchi di palma a sostegno di muraure, leggibile regolarmente lungo le vie coperte. Va ricordato che il legno di palma stagionato, poroso e resistente, offre le migliori qualità di coibentazione nei confronti delle alte temperature e svolge questa funzione quando è impiegato a contatto con l'esterno, sia come serramento sia come struttura orizzontale, di copertura o di sostegno a ponte al di sopra della

pubblica via.

Per le carovane che attraversavano il Sahara, Ghadames era nota per la grande quantità d'acqua di cui era ricco il suo pozzo. Ma del tutto particolare era la forma di gestione di questa preziosa risorsa. Una rete capillare di canalizzazioni sotterranee collegava la riserva idrica principale ai diversi punti della città per assicurare a ciascuno la propria quota d'acqua. Gli utenti erano ripartiti in tre categorie: le abitazioni, che erano le prime a essere rifornite, poi le moschee e infine i giardini. Le moschee necessitavano d'acqua non solo per le abluzioni rituali dei fedeli, ma perché svolgevano anche la funzione di pubblico rifornimento, presso il quale ogni famiglia poteva attingere una certa quantità d'acqua.

Assunse il controllo della distribuzione un supervisore che, nella piazza principale, sorvegliava la nicchia in cui l'acqua proveniente dalla sorgente veniva convogliata nei vari canali. A lui si chiedeva di controllare che la grande bottiglia (*al-kadus*) appesa sotto il rubinetto dell'acqua si riempisse regolarmente. Un foro praticato nella bottiglia faceva sì che l'acqua si versasse nel canale. Il tempo impiegato dalla bottiglia per vuotarsi (circa 3 minuti) rappresentava un'unità di misura: il *kadus*. Ogni *kadus* veniva segnato annodando una foglia di palma, con un processo talmente regolare che il tempo veniva misurato calcolando quanti *kadus* fossero passati dal sorgere del sole. Quindi a Ghadames, in base al sistema di gestione dell'ac-

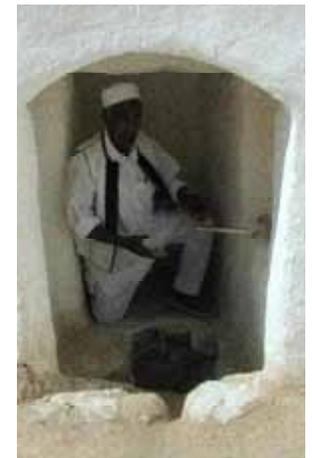


330

Il sistema di distribuzione dell'acqua

330
Una strada di Ghadames con canale di distribuzione dell'acqua a cielo aperto.

331
La nicchia da cui il supervisore cittadino, dalla piazza principale, controllava le quote d'acqua distribuite alle varie parti della città da una fitta rete di canali.



331

332
1.a tappa 28.10.2004
Strada Tripoli - Ghadames

Granaio fortificato
Ksar Al-Hag (Al-Hajj)
p. 235 [guida]
800 anni.

Ogni famiglia ha un magazzino.
Famiglie si scambiano prodotti. Sotto olio sopra grano. 1180 mq. 114 magazzini.

2 storie:
1. come sure del Corano (114)
2. famiglie che erano qui erano 114.

Punto d'incontro tra i berberi della montagna e abitanti della costa mercato-sambio. Si sollevavano merci con ceste (carrucole). Spuncioni di legno per carrucole. Bucchi di fianco alle...



Appunti di viaggio

- Ksar-Al-Agjj
- Nalut
- Ghadames
- Tunin
- Ksar Kabaw
- Derj
- Gharyan

1^a TAPPA - 28.10.2004
Stada TRIPOLI - GHADAMES
Granaio fortificato di
LA KASA AL HAJ (Al-Hajj)
800 ANNI (P.235)
Ogni famiglia ha un
magazzino - Famiglie
si scambiano prodotti.
Sotto olio sopra grano.
1180 mq. 114 magazzini
& 2 STORIE:
① In case sure del
Corano (114)
② Famiglie che erano
qui erano 114
Punto d'incontro tra
i berberi della montagna
e abitanti della costa
mercato-sambio.
Si sollevavano merci con
ceste / carrucole - Spuncioni
di legno per carrucole -
Bucchi di fianco alle...

327

porte per serratura -
Case con volte tipo
MOBILIA in MATTONI E
MARE. Travi con legno
di palma - Veniva ammerito
con fumo a protezione
dagli insetti.
Proporzionalmente
il granaio è molto
alto e imponente.
Monumento. Simbolo.
Ksar in arabo
significa "castello".
Termine usato per granai
fortificati berberi.



2.a tappa.
Nalut (sulle montagne)
600 anni fa. Scavato/
costruite. Distribuzione
circolare ma dentro
pieno. Come cittadella.
350 m sul mare.
D'inverno molto freddo.
D'estate caldo

Frantoio oleare,
con cupola.
Ben conservato (foto)

328

1^a TAPPA
Ksar - in arabo i più
famosi "KASABAS" -
Trovare spunto per
pneumi fortificati
BERBERI.

2^a TAPPA
NALUT (sulle montagne)
600 anni fa - SCAVATO/
COSTRUITE.
Distribuzione circolare
ma dentro pieno. Come
cittadella. 350 m sul
mare. D'inverno molto
freddo. D'estate caldo.

FRANTOIO OLEARE
CON CUPOLA - Ben conservato
(foto)

Frantoio oleare (2). Senza
MOLA. Interamente
copertura piana. Cose
legno di OLIVO + ALMAG.
tronchi di OLIVO sono
più resistenti e meno
rotto (STRUT. PRINCIPALE)
Tronchi ALMAG. strutturali
secondario
PALMA -
olio
IN ARABO DAMIS UODE
OLIO INTERRATO

29.10.2004
VISITA A GHADAMES
Ore 4,00 incontro con
guida Abdul. Partiamo
quello di cui abbiamo
bisogno. A Tunin c'erano
foggara ora cadute.
Caserte berberici abita-
sua lestrina. A nord porta
Pala SHADUF a Tunin.
- GHADAMES -
BERBERI (10.000) erano
gli abitanti originari
africani (erano gli
SCHIAVI) (erano gli
TUAREG)
N° di case nella città vecchia
circa 4.000 (3.400)
Lunghezza max travi di
palma 4,00 (3,40)
Entriamo: BAB AL DABAR
Bab = Porta

329

Parti di chiodano
alla sera
Acqua sotto terra
Fontana della cavalla.
Materiale: con conc
di pietra dura le
fondazioni. Con mattoni
di fango l'edificazio-
come sopra - Uomini
faticosi se che fare nella
città.
MSBLEN
FORI DI
AERAZIONE
Pala di PALMA
ENTRATA DI MAZIL
Travi di Palma - Se
si cassa sotto
luna si triplica



330

334
Frantoio oleario - 2.
Senza mola. Interessante
copertura piana con
legno di olivo + palma.
Tronchi di olivo sono più
resistenti e sono sotto
(strutt. principale).
Tronchi palme struttura
secondaria. In arabo
damis vuole dire interra-
to

29.10.2004
Visita a Gbadames
Ore 9,00 incontro con
guida Abdul. Mostriamo
quello di cui abbiamo
bisogno. A Tunin c'erano
foggara ora cadute.
Domani dobbiamo veder-
ne. Se resta qualcosa.
Pozzo shaduf a Tunin.
Ghadames
- berberi (10.000) erano
gli abitanti originari
- africani (erano gli
schiaivi) - tuareg.
N. di case nella città vec-
chia 100/1500.
Lunghezza max travi di
palma 4,00 (3,40)
Entriamo. Bab-Al-
Dabara. Bab = Porta

335
Porte si chiudono alla
sera. Acqua sotto 200 m
Fontana della cavalla.

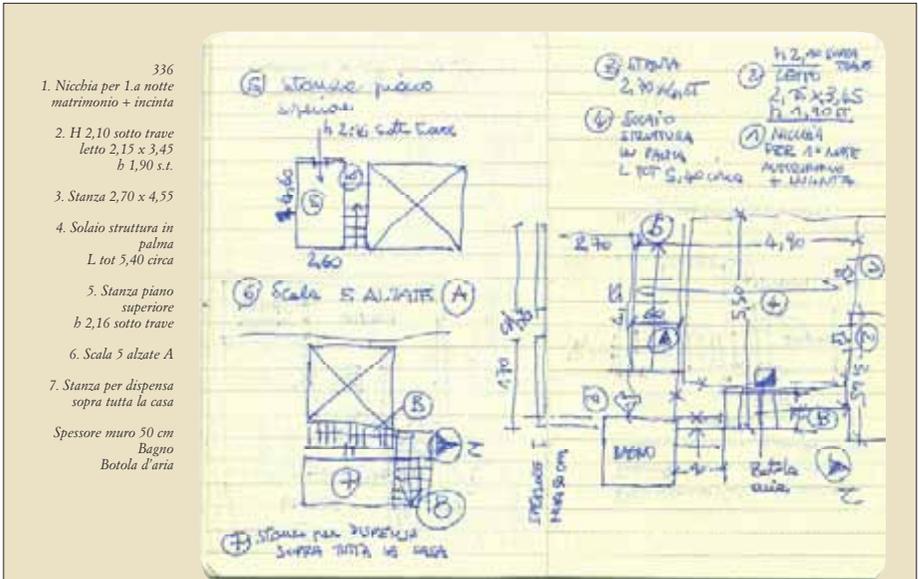
Materiali: con conc di
pietra dura le fondazio-
ni. Con mattoni di fango
l'elevazione. Gesso
sopra. Ulteriore ?
Entrata a chianca nella
città.

Arco, palma, "msblen"
fori di aerazione, porta
di palma, entrata di
mazil.

Travi di palma. Se sotto
un muro, si triplica

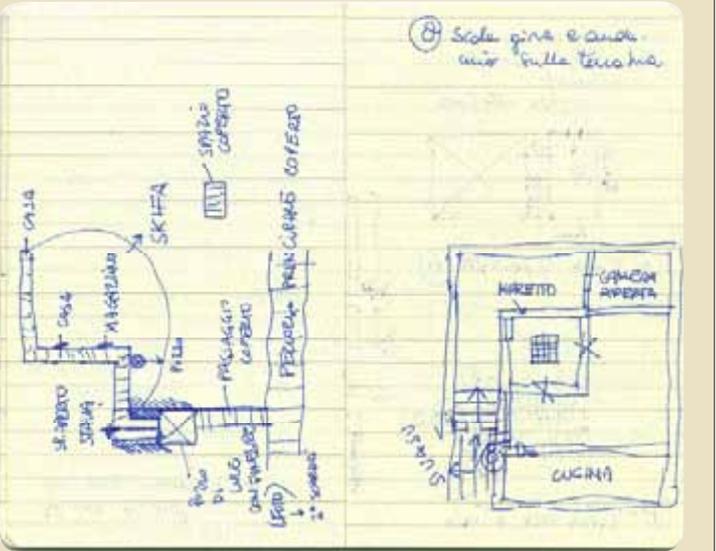
Dal piano terra si arriva
tramite scala a piano
superiore con grande
sala.

Risega, giare, olio,
bagno, magazzino,
sp. muri 50 cm circa,
entrata con porta
e "chivona".



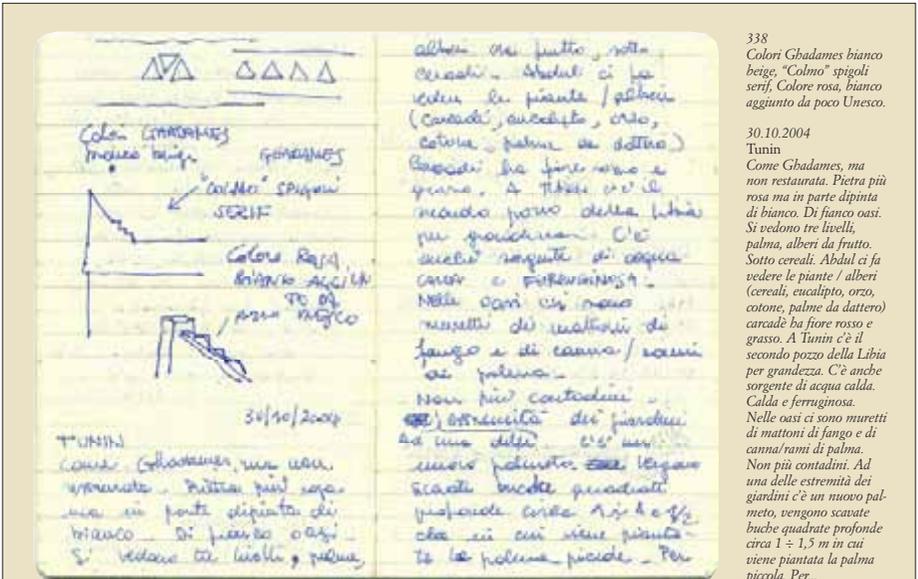
331

- 336
- Nicchia per 1.a notte matrimonio + incinta
 - H 2,10 sotto trave letto 2,15 x 3,45 b 1,90 s.t.
 - Stanza 2,70 x 4,55
 - Solaio struttura in palma L tot 5,40 circa
 - Stanza piano superiore h 2,16 sotto trave
 - Scala 5 alzate A
 - Stanza per dispensa sopra tutta la casa
- Spessore muro 50 cm
Bagno
Botola d'aria



332

- 337
- Scala gira e anda...? Sulla terrazza
- Casa
Spazio aperto - stalla
Casa
Magazzino
Skifa
Pozzo
Spazio coperto
Pozzo di luce con finestre (foto) 2 a scbeda
Passaggio coperto
Passaggio principale coperto.
- Si va su
Muretto
Camera aperta
Cucina



333

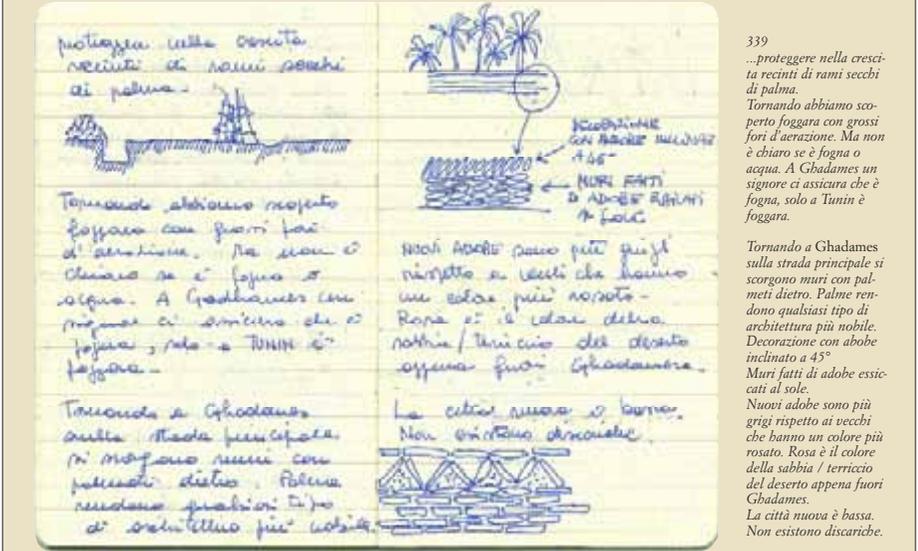
Colori GHDAMES
Murose beige
Colori ROSA
Bianco
Pavimento
30/10/2004

TUNISI
CASA GHADAMES, una casa
veneranda - tutta in legno
ma in parte dipinta di
bianco - di questo oasi
si vedono tre livelli e palme.

alberi nel frutto, sotto
crescere - Abdule ci ha
veduto le piante / alberi
(Caradai, acacia, orzo,
cotone - palma da dattero)
Bianchi da fine rosso e
grasso. A TUNISI c'è il
secondo pozzo della Libia
per grandezza. C'è
anche sorgente di acqua calda.
Caldà e ferruginosa.

Non più contadini -
sotto ceriali. Abdule ci fa
vedere le piante / alberi
(cereali, eucalipto, orzo,
cotone, palma da dattero)
caradè ba fiore rosso e
grasso. A Tunin c'è il
secondo pozzo della Libia
per grandezza. C'è anche
sorgente di acqua calda.
Caldà e ferruginosa.

Nelle oasi ci sono muretti
di mattoni di fango e di
canna/rami di palma.
Non più contadini. Ad
una delle estremità dei
giardini c'è un nuovo pal-
meto, vengono scavate
buche quadrate profonde
circa 1 x 1,5 m in cui
viene piantata la palma
piccola. Per...



334

Proteggere nella cresci-
ta recinti di rami secchi
di palma.

Tornando abbiamo scoperto
foggara con grossi
fori d'aerazione. Ma non
è chiaro se è foggia o
acqua. A Ghadames un
signore ci assicura che è
foggia, solo a Tunin è
foggara.

Nuovi adobe poco più
grigi rispetto ai vecchi
che hanno un colore più
rosato. Rosa è il colore
della sabbia / terriccio
del deserto appena fuori
Ghadames.

La città nuova è bassa.
Non esistono discariche.

Colori GHDAMES
Murose beige
Colori ROSA
Bianco
Pavimento
30/10/2004

TUNISI
CASA GHADAMES, una casa
veneranda - tutta in legno
ma in parte dipinta di
bianco - di questo oasi
si vedono tre livelli e palme.

alberi nel frutto, sotto
crescere - Abdule ci ha
veduto le piante / alberi
(Caradai, acacia, orzo,
cotone - palma da dattero)
Bianchi da fine rosso e
grasso. A TUNISI c'è il
secondo pozzo della Libia
per grandezza. C'è
anche sorgente di acqua calda.
Caldà e ferruginosa.

Nelle oasi ci sono muretti
di mattoni di fango e di
canna/rami di palma.
Non più contadini. Ad
una delle estremità dei
giardini c'è un nuovo pal-
meto, vengono scavate
buche quadrate profonde
circa 1 x 1,5 m in cui
viene piantata la palma
piccola. Per...

340
29/10/2004
Dune
Algeria
Tunisia
Libia

31.10.2004
Granaio Kabaw
Come Al-Hajj
ma dentro meno pulito
come disegno.
Celle sovrapposte
fino a 5-6.
Costruito 812 anni fa.
Restaurato 50 anni fa (si
vedono segni del cemento
oggi però non ha
buona manutenzione.
In mezzo c'è piccolo
luogo sacro dove due
persone vennero sacrifi-
cate. Costruito in pietra e
fango. Ci sono celle
anche sotto terra.
Vi si accede da buchi
con scale.
Granaio in montagna
con paese sotto.
C'è macina
per il granoio.

328

31/10/2004
GRANAIO KABAW
Come Al-Hajj ma
dentro meno pulito
come disegno.
Celle sovrapposte fino a 5-6.
Costruito 812 anni fa.
Restaurato 50 anni fa
(si vedono segni del
cemento) oggi però non
ha buona manutenzione.
In mezzo c'è piccolo
luogo sacro dove due
persone vennero sacrifi-
cate. Costruito in pietra e
fango.
C'è macina alla base
sotto terra. Vi si accede
da buchi con scale.
Granaio in montagna
con paese sotto. C'è
macina per il granoio.

29/10/2004 DUNE
ALGERIA
TUNISIA
LIBIA

335

341
Abitazioni sono semitro-
glodite. Frantoio oleare.
Soffitto/solatio in olivo e
palma. Annerito contro
gli insetti. Il frantoio è
seminterrato. Strada, muri
di sostegno, rampa/gradina-
ta di accesso scende a
livello "ipogeo".
1. Livello superiore
deposito olive appena
raccolte. 2. Deposito
olive già pressate
3. Frantoio seminterrato
Il paesino vecchio di
Kabaw è semitroglodite.
Case in pietra emergono
dalla montagna e proseguo-
no all'interno sempre
più buie. Piccolo passag-
gio coperto fatto con le-
gno olivo + palma più
piastrelli in pietra. Porte
sempre palma. Case
addossate sulla montag-
na convergono verso il
granaio. Prima di Kabaw
ci siamo fermati a Dej.
Paesetto vecchio + oasi.
Recinti con base di fango
e rami di paglia sopra
conficcati dentro.

339

Il paesino vecchio di Kabaw
è semitroglodite. Case in
pietra emergono dalla
montagna e proseguono
all'interno sempre più
buie. Piccolo passaggio
coperto fatto con legno
olivo + palma più piastrelli
in pietra. Porte sempre
palma. Case addossate
nella montagna convergono
verso il frantoio.
Prima di Kabaw ci siamo
fermati a Dej. Paesetto
vecchio + oasi. Recinti
con base di fango e
rami di paglia sopra
conficcati dentro.

RAMPA/GRADINATA
DI ACCESSO SCENDE A
LIVELLO "IPOGEO".

1) LIVELLO SUPERIORE DEPOSITO OLIVE
RACCOLTE (CUCINA C.)
2) DEPOSITO OLIVE GIÀ PRESSATE
3) FRANTOIO OLIVO INTERRATO

336

330

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

331

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

332

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

333

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

334

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

335

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

336

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

337

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

338

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

339

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

340

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

341

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

342

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

343

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

344

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

345

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

346

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

347

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

348

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

349

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

350

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

351

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

352

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

353

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

354

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

355

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

356

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

357

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

358

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

359

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

360

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

361

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

362

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

363

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

364

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

365

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

366

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

367

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

368

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

369

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

370

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

371

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

372

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

373

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

374

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

375

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

376

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

377

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

378

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

379

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

380

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

381

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

382

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

383

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

384

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

385

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

386

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

387

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

388

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

389

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

390

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

391

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

392

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

393

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

394

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

395

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

396

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

397

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

398

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

399

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla

400

GHARYAN Case troglodite
BERBERE
Si accede tramite scala
scalinata (100cm, prima
RAMPA) - C'è cucina
fanciulla



La risorsa acqua

Le acque sotterranee

Cunicoli etruschi, *qanat* iraniani, *falaj* arabi, *foggara* algerine

Le reti di drenaggio anatoliche

I palmeti in trincea

I pozzi e i sistemi di sollevamento dell'acqua



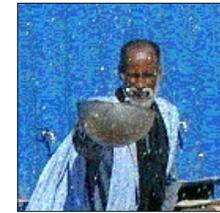
345



346



347



348

“Ciò che abbellisce il deserto”, disse il piccolo principe, “è che nasconde un pozzo in qualche luogo...”

A. de Saint-Exupéry, “Il piccolo principe”

Ho veduto fiumi scomparire interamente nella sabbia; non vi si gettavano, credo; vi affondavano lentamente, svanivano come speranze.

A. Gide, “Il ritorno del figliuol prodigo”.

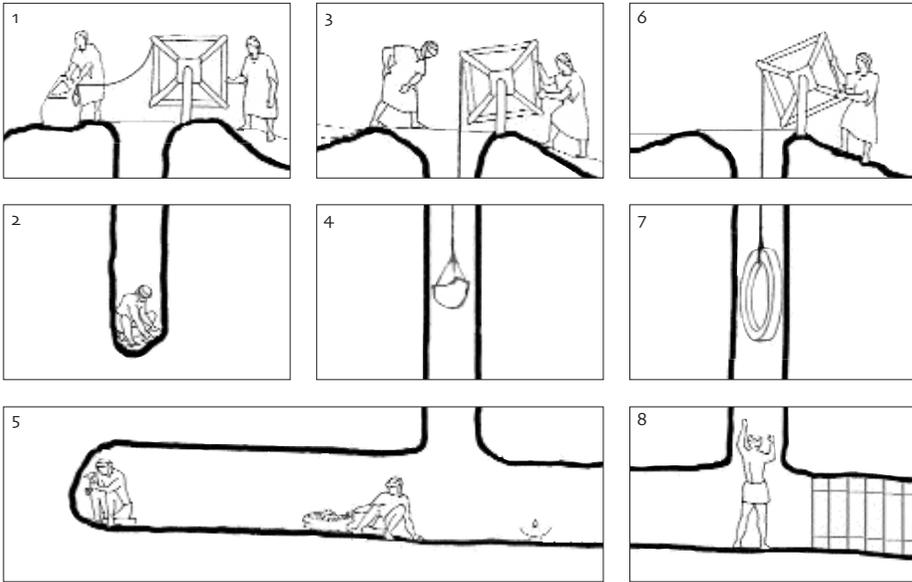
344 - I pozzi che indicano la presenza dei canali sotterranei (*qanat*) in Iran.

345 - Pozzo a bilanciere in un'antica raffigurazione egiziana.

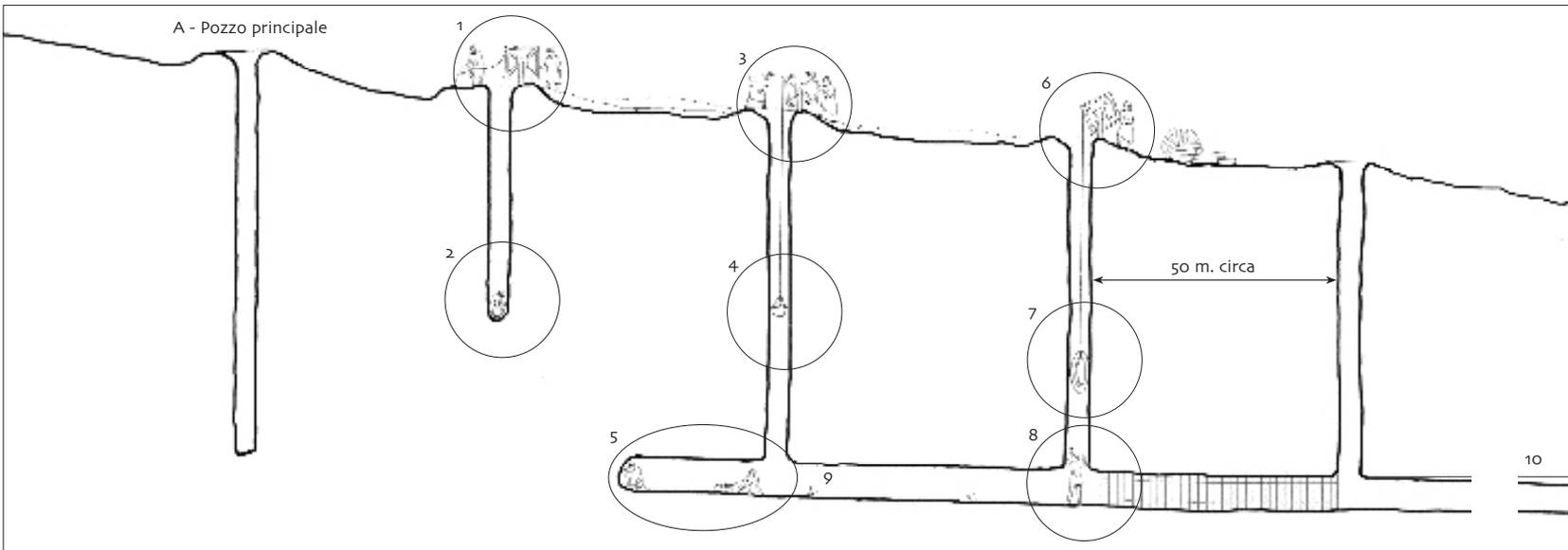
346 - Scavo di un pozzo di ventilazione del *qanat* in Iran.

347 - Canali di irrigazione nell'oasi di Tunin, Libia.

348 - Acqua dolce da acqua salata (processo di osmosi inversa) in territorio Sabarawi.



349



350

"Yazd (1300 m), 20 marzo. Il deserto tra Isfahan e Yazd sembrava più esteso, più scuro e più desolato di qualsiasi altro, nonostante il tiepido sole primaverile. L'unico rilievo era costituito dai tumuli dei camini per la ventilazione dei qanat, allineati come tanti capelli a bombetta, in file lunghe quindici, trenta chilometri, che l'aria tersa ingrandiva enormemente. Noel mi ha raccontato che secondo i suoi calcoli un terzo della popolazione maschile adulta della Persia è continuamente adibita al lavoro in questi canali idrici sotterranei. Le generazioni si trasmettono un tale sapere nel campo dell'idrostatica che sanno costruire canali in pendenza lunghi sessanta-settanta chilometri in una regione quasi piana senza l'aiuto di strumenti, e mai al di sotto di una determinata profondità." (R. Byron, *La via per l'Oxiana*, 1981).

Così Robert Byron ci narra il suo incontro con il grande sistema di trasporto dell'acqua di falda in canali sotterranei, per secoli "padre" della formazione dell'habitat, dell'organizzazione sociale e dell'elevazione delle condizioni di vita di ogni popolazione insediata nei territori a clima arido, dall'Oriente a tutto il Mediterraneo.

L'acquisizione della tecnica di irrigazione dei terreni con acqua captata a distanza e condotta per gravità mediante canalizzazioni sotterranee, segna una tappa di enorme importanza nella storia della civiltà.

È una tecnica che, fin dall'età del ferro, ha consentito possibilità di vita e di sviluppo alle popolazioni di territori inhospitali che, quasi senza discontinuità, vanno dalla Cina fino al Marocco. Una tecnica specializzata e costosa, che ha impegnato migliaia e migliaia di uomini in un'attività svolta in condizioni di estrema durezza, che ancora oggi stupisce per la sua diffusione (300.000 chilometri di gallerie sotterranee solo in Iran!) e la sua efficienza (nel 1975 il 65% del fabbisogno idrico dell'Iran era soddisfatto dal sistema

Le acque sotterranee

349, 350

A. Pozzo principale. Si scava un pozzo di sondaggio per individuare la falda acquifera in base a segnali come variazioni nella vegetazione o tracce di infiltrazioni in superficie. 1. Verricello per sollevare il materiale di scavo. 2. Fase di scavo in verticale del pozzo, largo mediamente circa un metro. 3-4. Sollevamento del materiale di scavo con secchi di cuoio. 5. Fase di scavo in orizzontale, che si inizia una volta incontrata la falda localizzata dal pozzo di sondaggio. 6-7-8. Nei tratti di terreno friabile vengono calati anelli di terracotta per irrobustire le pareti. 9. Lampade a olio per illuminare la galleria e per traguardare l'allineamento del tracciato in fase di scavo. 10. La pendenza del qanat è ridotta al minimo per evitare asportazione di materiale da parte dell'acqua che scorre.

351

Azionamento del verricello in superficie.

352

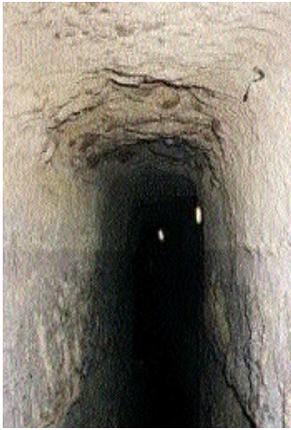
Anelli di cotto per rinforzare le pareti della galleria sotterranea nei tratti di terreno friabile



351



352



353

Karez, falaj, qanat, foggara, kettara



354

dei canali sotterranei).

Karez in Cina e Afghanistan, *falaj* nella penisola araba, *qanat* in Iran, Siria e Giordania, *foggara* in Libia e Algeria, *kbettara* in Marocco: termini diversi per indicare tecniche simili. Le differenze derivano fondamentalmente dalla geomorfologia dei siti e riguardano profondità, dimensione, integrazione con sistemi a cielo aperto, sistemi di captazione e approvvigionamento idrico (in Cina si sfrutta anche lo scioglimento delle nevi di montagna per portare acqua fino al deserto dei Gobi). L'esistenza di falde sotterranee in zone aride deve essere comunque caratterizzata da regolarità e sufficienza di alimentazione. Fattori come la portata della falda, la porosità degli strati o la dimensione del bacino di riserva influiscono poi sulla velocità del flusso, l'entità del drenaggio, la pendenza dei canali.

“Rispetto alle altre cinque possibili tecniche: utilizzazione dell'acqua fluviale, sorgenti naturali, raccolta e risparmio dell'acqua piovana, sfruttamento delle acque sotterranee con lo scavo di pozzi, trasporto mediante canali, il *qanat* ha finalità e mezzi del tutto originali [che], contrariamente a quanto si ritiene comunemente, non sono motivati dal risparmio di acqua che si perderebbe altrimenti per evaporazione, ma al risparmio di energia: infatti senza ausilio di mezzi meccanici o animali l'acqua raggiunge per gravità ogni punto prestabilito in superficie” (Petruccioli, 1985).

I cunicoli etruschi

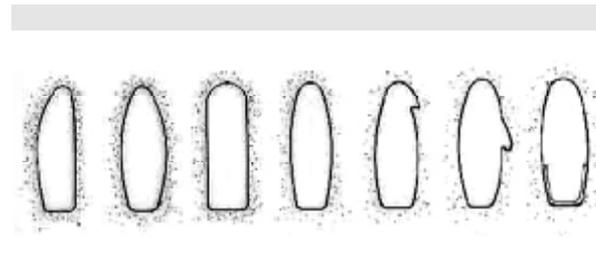
Di seguito vengono sinteticamente trattati i vari sistemi, non trascurando l'importante apporto che viene dal nostro paese con i *qanat* di Palermo e i “cunicoli etruschi” dell'agro romano. E' proprio da questi e dal loro controverso significato che avviamo il discorso sulle acque sotterranee. Il riferimento obbligato è il testo di F. Ravelli del 1988 che, in sintesi, riportiamo. Il Padre A. Secchi è il primo ad interpretare i cunicoli della campagna romana come condotti di captazione di acqua potabile in aree rurali. In un articolo del 1876, egli descrive i cunicoli come un mezzo per captare le acque filtrate dal terreno rendendo disponibili agli agricoltori utili, seppur modeste, quantità di acqua. Successivamente altri sostengono che la rete di cunicoli costituisca un grandioso sistema drenante creato in epoca romana, nella diffusa convinzione che l'insalubrità del territorio sia solo la conseguenza di un eccessivo grado di umidità. In un famoso testo pubblicato nel 1879, il

353, 354
Cunicoli “etruschi” nell'Agro Pontino.

medico Tommasi Crudeli sposa la teoria dei cunicoli come opere scavate nella campagna romana per combattere la malaria. Egli scrive: “I tufi vulcanici che predominano nell'Agro romano sono permeabili all'acqua, ma lo sono molto meno del terreno vegetale che li ricuopre ... L'acqua di pioggia che cade sulle colline penetra facilmente e rapidamente a traverso tutto lo strato di terreno vegetale ... ma giunta alla superficie del tufo ... non può continuare a penetrare nel suolo colla stessa rapidità. Quindi appena le piogge cominciano a spesseggiare, una parte ragguardevole dell'acqua piovana viene tenuta in collo dal sottosuolo ... Talvolta quest'acqua resta in sito, perché le inclinazioni della superficie del sottosuolo poco permeabile ... formano una specie di conca, dove essa rimane largamente raccolta; quindi non di rado avviene di vedere degli acquitrini prodursi anche sulla cima dei poggi ... Cessata la stagione delle piogge, tutti questi acquitrini situati in falda o alla base delle colline, si convertono in pantani, nei quali, mentre gli strati superficiali si asciugano e si screpolano, gli strati più profondi conservano tanta umidità da poter convertirsi mediante l'azione combinata dei calori estivi e dell'aria che penetra a traverso le crepacce del suolo fino ad essi, in un campo favorevolissimo alla produzione della malaria”. E' solo nel 1919 che da parte di Fraccastro viene fornito un documentato contributo a chiarimento della materia: i cunicoli della campagna romana vanno messi in relazione ad un metodo di ricerca d'acqua diffusa in tutto il bacino mediterraneo e sugli altipiani dell'Iran. Egli si riferisce ai *qanat*, scavati nei territori aridi ad una profondità tale da intercettare la falda che, analogamente ai cunicoli romani, presentano una serie di pozzi verticali per la ventilazione e l'estrazione dei materiali di scavo e di manutenzione. Tali materiali, accumulati in superficie intorno alla bocca dei pozzi anche per prevenire l'ingresso delle acque di scorrimento superficiale, rendono visibile in superficie l'esistenza e la direzione dei sottostanti *qanat*.



355



357

Tufi permeabili e malaria

355
Sezione del cunicolo.

356
Contadini nelle zone dell'Agro Pontino bonificate in una foto dell'archivio Alinari.

357
Schema di sezioni successive di un cunicolo.

358
Rappresentazione dell'area pontina in una



356



358



359



360



361



362



363

Ricerche approfondite sul sistema di captazione e trasporto delle acque sotterranee nella Penisola Arabica sono state condotte da P.M. Costa nel corso di vasti studi archeologici su quei territori: "L'approvvigionamento idrico è talmente fondamentale per la civiltà sedentaria del Mediterraneo e del Vicino Oriente che si tende spesso a dimenticarlo, dandolo per scontato e sottinteso. In effetti esso è il fattore più determinante delle scelte urbanistiche e architettoniche, fattore che si doveva tenere presente per organizzare fisicamente un insediamento ottimale. All'inverso, lo studio del tipo di approvvigionamento idrico, e del conseguente impianto urbano, forniscono gli elementi più illuminanti allo studioso di una civiltà antica". E ancora: "Si può obiettare che molti studi hanno considerato il problema del governo delle acque nel medio oriente e, in un certo senso, la ricerca su questo tema può apparire ormai una superflua esercitazione accademica (Wilkinson, 1977). Le ricerche degli ultimi vent'anni suggeriscono in effetti un superamento dei risultati precedenti, con i quali veniva spesso riproposta una pretesa e mai dimostrata origine iraniana dei sistemi di canalizzazione, in special modo quelli sotterranei. Questi ultimi, che per la loro spettacolarità hanno sempre colpito maggiormente l'immaginazione dei ricercatori (e dei viaggiatori) sono stati spesso spiegati in modo fantasioso ed empirico con conclusioni diffuse quanto inaccettabili (cito per tutte quella che i canali sarebbero costruiti sottoterra per evitare l'evaporazione)". L'insediamento stabile in una zona climatica arida è condizionato da numerosi fattori, ma essenziali sono la disponibilità di suolo coltivabile e la possibilità di irrigazione continua. Nelle zone aride l'acqua si ottiene per mezzo di canali di captazione o grandi pozzi, o con l'uso combinato dei due metodi. Si crea così il tipo di insediamento ad oasi in cui le colture sono limitate in superficie in modo da sfruttare al massimo l'acqua disponibile. Le colture avvengono quasi sempre su tre livelli :palme-alberi da frutto-ortaggi,

I falaj arabi

364
Il falaj wadi Al-Muened, in Oman, canalizzato a cielo aperto.



364

359
Scavo di un pozzo di ventilazione per un canale sotterraneo, qanat, in Iran. Disegno di G. Moretti

360, 361
La modellazione del territorio a seguito dei riporti di terra a collare lasciati sui bordi dei pozzi dalle lavorazioni.

362
Il rudimentale sistema di sollevamento a verricello.

363
Interno del qanat con il gioco di luci e ombre creato dai pozzi.

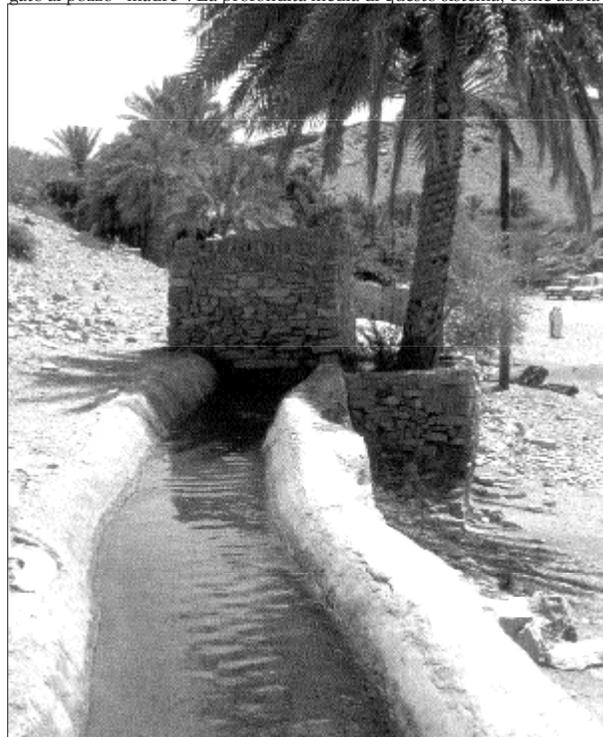
cereali e foraggio (Costa, 1991). *Falaj* nell'Arabia orientale - *aflaj* al plurale - e *qanat* nell'Arabia centro-settentrionale, sono i canali a captazione sotterranea o di superficie. In Oman, gli *aflaj* rappresentano, oltre ai pozzi, la maggiore fonte di approvvigionamento d'acqua per usi agricoli e domestici fin dall'antichità. Il flusso d'acqua degli *aflaj* è relativamente costante tutto l'anno e varia secondo l'entità delle precipitazioni annuali e dei periodi di siccità. La struttura principale del falaj consiste nel pozzo "madre" che può raggiungere una profondità di 20-60 metri, la galleria principale, e i pozzi di accesso costruiti ogni 50-60 metri lungo il canale. La media del flusso d'acqua del falaj è di circa 35 litri al secondo, sufficiente a irrigare vaste estensioni di territorio in permanenza. Secondo il Ministry of Water Resources (MWR), oggi il numero di *aflaj* in Oman è stimato in 11.000 unità, dei quali circa 4.000 sono annoverati tra i principali costantemente in funzione. La manutenzione è costante per mantenere il massimo flusso d'acqua del *falaj*, in quanto esso rappresenta la maggiore fonte di approvvigionamento d'acqua, sia per usi domestici che agricole.

Esistono due tipi di *aflaj* in Oman: *Ghaily aflaj*, falde prossime alla superficie normalmente trattate come canali aperti. L'acqua è ricavata dal fondo dei *wadi* (avvallamenti) dove si accumula dopo le piogge o per lo scorrimento dell'acqua degli altipiani verso i bassi livelli dei *wadi*. Questo sistema, che riguarda circa il 55% degli *aflaj* in esercizio, presenta una profondità media attorno ai 4 metri e una lunghezza media attorno ai 2 chilometri. I *Ghail Aflaj* tendono a prosciugarsi dopo lunghi periodi di siccità o di scarse precipitazioni e questo dipende anche da fattori come il basso livello di interramento della falda.

L'altro tipo di *falaj* è l'*Iddi* o *Daudi*, ed è il classico canale sotterraneo collegato al pozzo "madre". La profondità media di questo sistema, come abbia-

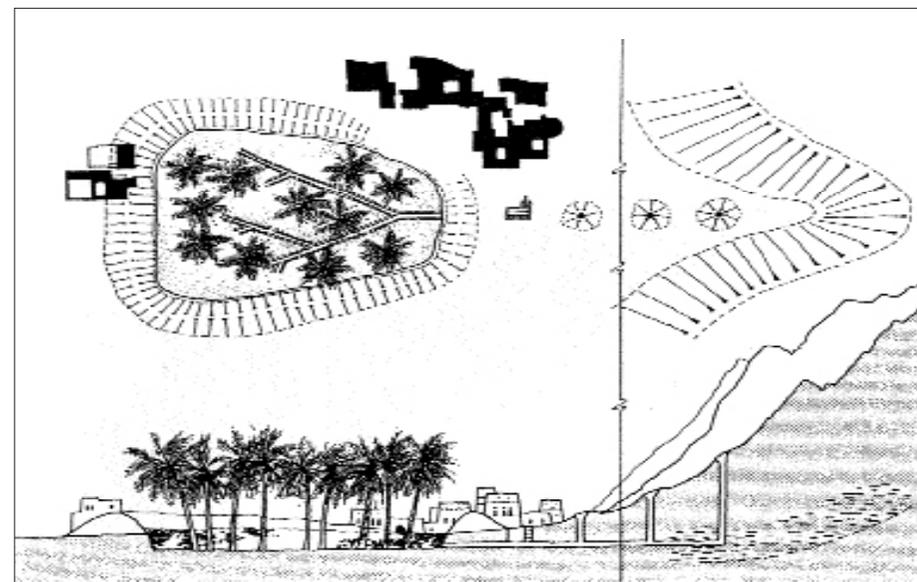
365

Ghaily falaj in Oman: canale derivato dalle falde prossime alla superficie e trattato come canale a cielo aperto.



365

136



366

mo visto, è di circa 50 metri e le gallerie possono raggiungere una lunghezza di 12 chilometri. Questo tipo rappresenta il 45% del totale e costituisce la grande fonte permanente di approvvigionamento idrico nella maggior parte delle regioni dell'Oman. Generalmente, parlando di *falaj*, si intende questo tipo di canalizzazione. È un sistema che richiede una forte spesa iniziale ma, a differenza del pozzo, non comporta alcun impegno di conduzione e una limitata manutenzione. Esso può avere origine da un corso d'acqua superficiale o più spesso da un punto di captazione sotterraneo. La tecnica consiste nel catturare l'acqua della falda e trasportarla lungo un cunicolo sotterraneo, con una pendenza dell'1-2 per cento, in genere sfruttando la presenza di uno strato argilloso.

Questi cunicoli, di varia altezza, ma dell'ordine di grandezza del metro, sono accessibili attraverso appositi fori praticati nel terreno, necessari per la realizzazione del cunicolo. I fori sono protetti da muretti e detriti per evitare cadute di materiale che potrebbe accelerare il processo di interramento del cunicolo e che servono al tempo stesso per la manutenzione. L'acqua del *falaj* viene distribuita in uno o più canali a seconda della quantità e della quota delle aree da irrigare. I campi e l'abitato si dispongono in relazione all'afflusso dell'acqua e alla sua distribuzione per mezzo della fitta rete finale della canalizzazione. Nasce così l'insediamento a oasi, dove l'acqua, oltre che per irrigazione, è ovviamente utilizzata anche per piccole attività artigianali e per gli usi domestici, talvolta scorrendo di porta in porta. L'acqua potabile è atinta al primo punto di accesso al canale (*sbariyab*) o da piccoli pozzi domestici (*bir*). In sezione il sistema di alimentazione idrica si complica per la frequente necessità di conciliare la posizione ottimale dell'insediamento e delle sue aree coltivabili con il livello dell'acqua, fino al quale generalmente la superficie del terreno deve essere abbassata. La rilevanza di

Acqua e oasi

366

La sezione mostra l'insediamento a oasi che si posiziona nel punto di affioramento del qanat. Nel caso in figura, la quota a cui si coltiva il palmeto è stata artificialmente abbassata per farla corrispondere a quella di affioramento del canale.

137

questi lavori è testimoniata dagli immensi accumuli di terra ammassati lungo i limiti dei campi e dei palmeti. Il punto di origine del *falaj* poteva essere molto distante da quello di destinazione (lo sviluppo medio è di 12 chilometri, ma frequenti sono distanze di 20 chilometri), perciò era necessario in fase di progetto un rilievo topografico del percorso per assicurare un declivio costante e regolare.

Importante è il problema del superamento di valli trasversali, che poteva essere risolto con un acquedotto ad uno o più archi oppure con una condotta ad U, o a sifone invertito, detta *gharraq fallab*. Questa presenta il vantaggio di non ostruire la valle e lasciare libero il passaggio alle eventuali piene. Il *gharraq*, o braccio discendente, costituisce una notevole fonte di energia potenziale. Ciò non è sfuggito agli antichi costruttori che l'hanno spesso utilizzata per muovere piccoli mulini a pale orizzontali (notiamo a margine come molti mulini a ruota orizzontale, di chiara origine araba, abbiano funzionato per secoli in Sicilia).

Nella parte terminale il complesso sistema distributivo di canali (*saqiyah*, vedi il siciliano *saia*) raggiunge il suo livello più basso mantenendo una lieve ma costante pendenza. Talvolta il flusso è aiutato da un incremento di pressione ottenuto per mezzo di una cisterna (*birka* o *jabia*, vedi le numerose variazioni siciliane corrispondenti).

Nella zona di utilizzo le colture intensive richiedono, dato il clima arido e caldo, una irrigazione abbondante e continua. La terra però ripaga questo impegno di capitale e lavoro, consentendo una coltura su tre livelli con ortaggi, foraggio e cereali (spesso con tre raccolti l'anno), e alberi da frutto sotto l'alto ombrello delle palme da dattero (Costa, 1991).

“Circa 3000 anni fa i Persiani hanno appreso come scavare acquedotti sotterranei per trasportare le acque del sottosuolo dalle montagne alle pianure;

questo sistema fornisce ancor oggi il 75% dell'acqua.” Così inizia il saggio di H. E. Wulff apparso sull'edizione italiana di "Le Scienze" nell'aprile del 1978. Al testo di Wulff attingiamo, anche per le immagini che abbiamo liberamente reinterpretato. La tecnica illustrata è evidentemente la stessa trattata dal Costa per i *falaj* della penisola arabica, ma si aggiungono considerazioni di carattere quantitativo specifico. L'altipiano iraniano conosce precipitazioni solo per 15 a 25 centimetri all'anno, ma nonostante ciò l'Iran è un paese dove l'agricoltura è fiorente. Questo è dovuto al sistema dei *qanat* (dalla parola semitica "scavare"), sistema impiegato anche in molti altri paesi del Mediterraneo e del Medio Oriente. Si tratta di canali sotterranei che, per gravità, portano l'acqua dalle falde acquifere delle colline ad affiorare in superficie nella pianura. Il sistema, dopo 3000 anni, è ancora in uso e si è continuamente ampliato. Nell'Iran, secondo Wulff, vi sono circa 22.000 *qanat* che comprendono più di 300.000 chilometri di canali sotterranei, e il sistema fornisce il 75% del fabbisogno totale del paese, non solo per usi agricoli ma anche per usi domestici. L'acquedotto sotterraneo, in lieve pendenza, porta l'acqua captata sugli altipiani fino ai canali di irrigazione della pianura arida. La sorgente è il pozzo principale che raggiunge la falda freatica. I pozzi successivi sono creati per la ventilazione e la manutenzione, necessarie perché la galleria orizzontale di un *qanat* si sviluppa mediamente per una lunghezza tra i 10 e i 18 chilometri. Sia Vitruvio nel *De Architectura*, 80 a.C., che vari trattatisti arabi successivi forniscono descrizioni dettagliate sulla costruzione e la manutenzione degli antichi *qanat*.

I disegni e le didascalie danno conto sinteticamente del processo costruttivo originario, che non si discosta di molto da quello in uso ancora oggi. Trattandosi di tecnica analoga a quelle prese in esame per i *falaj* arabi e i *qanat* iraniani, sulle *foggara* ci limitiamo ad osservazioni di carattere locale tratte dall'ormai storica guida dell'Algeria di P. Santacrose (Algeria, 1988).

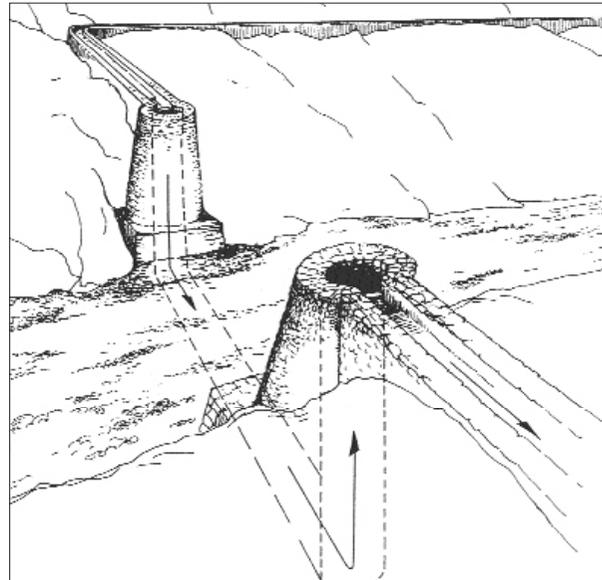
Il superamento dei valli trasversali

367
Una cisterna di accumulo a fini irrigui.

368
Gharraq-fallab: tecnica per il superamento dei valli trasversali sfruttando il principio dei vasi comunicanti.

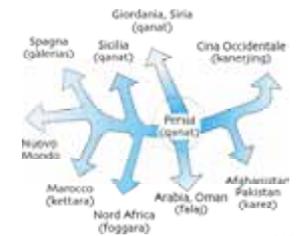


367



368

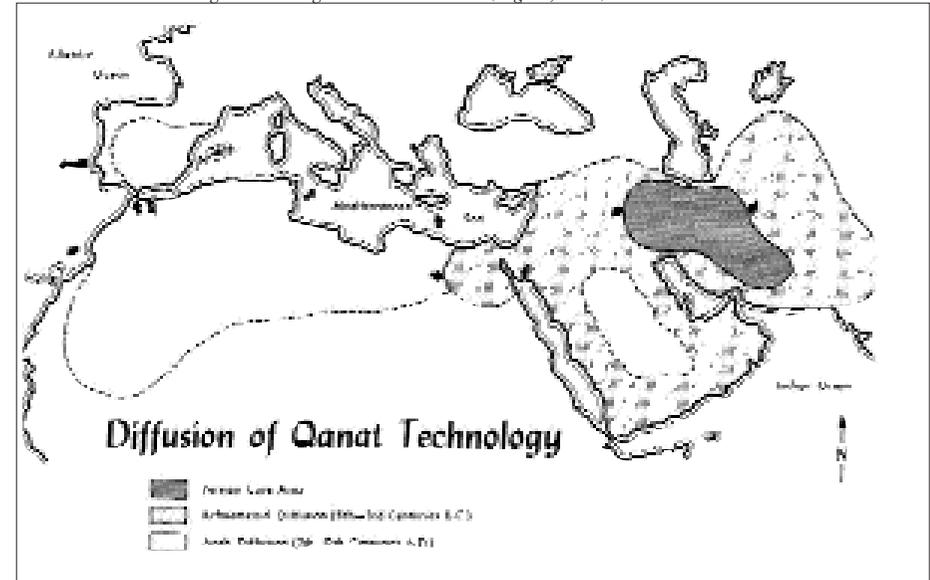
I qanat iraniani



369

369
Un'interpretazione che considera lo sviluppo dei canali sotterranei a partire dall'Iran: attraverso la diffusione araba verso il Mediterraneo, la diffusione romana verso il Medio Oriente e la Via della Seta verso l'Oriente.

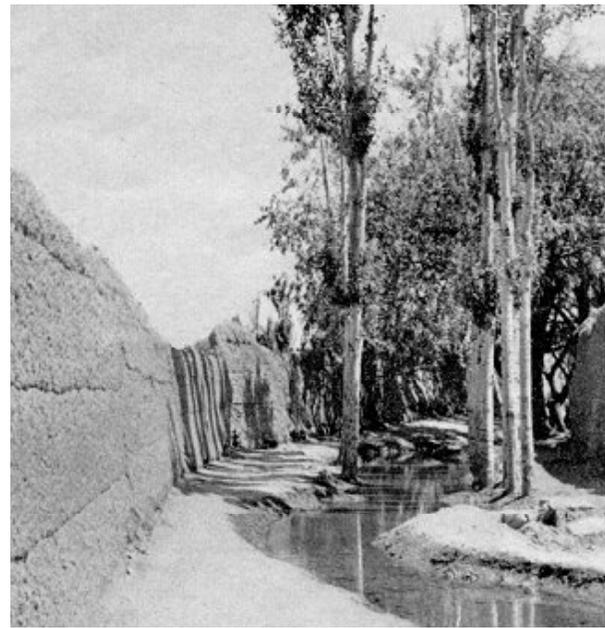
370
Cartina riportante la diffusione dei qanat, suddivisa in area persiana (più scura), area della diffusione acemeneide, tra il 6° e il 3° secolo a.C. (a puntini) e area della diffusione araba, dal 7° al 12° secolo d.C.



370



371



372



373



371
*Veduta aerea delle rovine di Persepoli,
 l'antica capitale della Persia.
 I pozzi di ventilazione rivelano i tracciati
 dei qanat sotterranei.*

372
*Il qanat che affiora in superficie diventa
 un canale a cielo aperto e viene sfruttato
 per irrigazione.*

373, 374
*Pozzi di ventilazione in corrispondenza
 dei canali sotterranei in Iran.*

374

141

I qanat di Palermo

375, 376

Il qanat dell'Uscibene a Palermo.

Nella cartina, dal basso verso l'alto sono individuati:

- A - Canali di irrigazione
- B - Incatusato (condotta di tubi di creta)
- C - Gebbia (vasca di irrigazione)
- D - Pesciera
- E - Salsabil
- F - Camera dello Scirocco



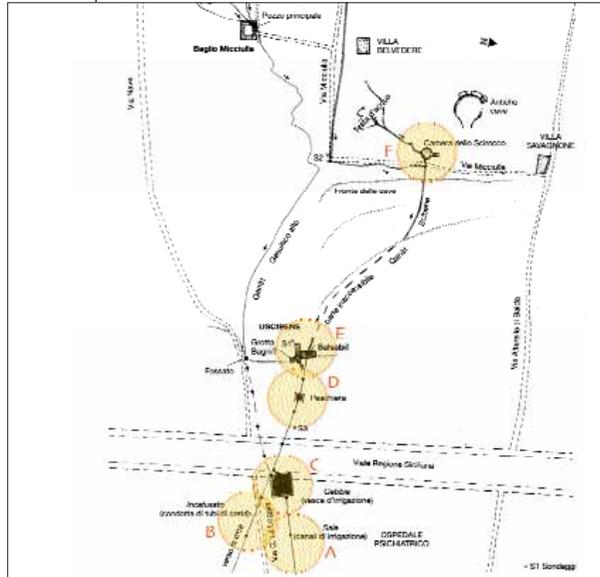
375

Nella sua *Guida di Palermo sotterranea*, 2002 P. Todaro tratta diffusamente anche del sistema di sfruttamento delle falde acquifere profonde per mezzo del sistema idrico dei *qanat*.

Nel corso dei secoli lo sfruttamento delle falde acquifere profonde per mezzo del sistema idrico dei *qanat* ha avuto un'enorme diffusione nella Piana di Palermo per le peculiari condizioni idrogeologiche dei terreni e nell'aridità del clima che hanno reso raro il manifestarsi di sorgenti in superficie. Nella Piana di Palermo sono state finora individuate tre distinte aree di diffusione di *qanat*, di cui la più conosciuta e studiata è quella di Mezzomonreale, localizzata nel settore occidentale della pianura. Qui la ricerca ha portato alla scoperta di dieci sistemi autonomi, con analoghe caratteristiche tipologiche, tutti orientati verso est in direzione della costa, che sfruttano la medesima falda freatica contenuta nella calcarenite e di sviluppo lineare non superiore ai mille metri. Di essi solamente due sono ancora attivi e utilizzati per usi irrigui. Gli altri, inglobati ormai in aree urbanizzate, sono in stato di totale abbandono. Il loro corso non è sempre interamente percorribile: talora è frammentato in vari tronchi, interrati e impraticabili a causa degli scavi prodotti dall'espansione urbana della città.

I punti deboli del sistema sono infatti rappresentati dai pozzi di ventilazione che giungendo in superficie sono facilmente ostruiti o distrutti dallo scavo di semplici trincee per sottoservizi o scavi edili anche superficiali.

Per quanto riguarda la loro datazione, non si hanno dati diagnostici certi, anche se la constatazione che le fonti archivistiche del periodo mussulmano in Sicilia non hanno mai menzionato la denominazione *qanat* mentre riportano un vasto repertorio di termini di idraulica agraria ancora in uso nel linguaggio siciliano, può far ritenere che questo sistema possa essere preesistente all'epoca araba.



376

I recenti studi idrologici nella penisola araba hanno fornito nuovi importanti dati cronologici: se fino a pochi anni fa i metodi di captazione e distribuzione dell'acqua erano considerati una conquista della civiltà persiana del periodo acheemide, il ritrovamento nell'Oman di un *falaj* databile agli inizi del I millennio a.C. dimostra che i primi sistemi di irrigazione nacquero in queste zone, segnando una tappa fondamentale del progresso della civiltà umana. Il problema cronologico si è arricchito per l'acquisizione di testimonianze della costruzione di *falaj* in un arco di tempo che va dal IX secolo d.C. all'età moderna e in qualche caso contemporanea.

Si sfata dunque l'opinione, espressa da alcuni autorevoli studiosi, che le popolazioni locali non possedessero più le cognizioni tecnologiche per costruire nuovi sistemi idrici, ma si limitassero al restauro di impianti esistenti e ascrivibili al più al periodo tardo sasanide (*Wilkinson 1977*). Recenti scoperte nella regione di Al-'Ayn negli Emirati Arabi Uniti hanno rivelato l'esistenza di un *falaj* databile alla prima metà del 1° millennio a.C.

Al-'Ayn è uno dei villaggi dell'oasi di Bureimi, che si estende a nord della montagna isolata del Jabal Hafit.

Scavi condotti dal dr. Walid al-Tikriti hanno portato alla scoperta a Hili di un canale sotterraneo associato a ceramica dell'inizio del 1° millennio. Gli scavi sono ancora in corso e hanno interessato solo una parte dell'impianto. Al limite dello scavo il canale punta verso le montagne dell'Oman settentrionale, circa 30 chilometri, a nord di Hili, da cui doveva attingere l'acqua per integrare le risorse idriche della zona (*Costa, 1991*).

La scoperta della *sbaria* (sbocco a cielo aperto) del Bint Saud *falaj* sotto la superficie del suolo ha permesso di far risalire il *falaj* all'Età del Ferro, come il vasellame rinvenuto nella *sbaria* di Hili 15. Per queste strutture, come abbiamo detto, è stata ipotizzata una data approssimativa del 1000 a.C.



377



378



379



380

Elementi per una datazione

377 - 380

Il Bint Saud Falaj è stato individuato nei pressi dell'affioramento di Bint Saud, e presenta svariati pozzi verticali e gallerie sotterranee scavati in punti differenti. Di grande importanza la scoperta della *sbaria* sotto la superficie del suolo che, come il trovato nella *sbaria* di Hili 15, appartiene all'Età del Ferro. Una data approssimativa del 1000 a.C. è stata fatta per questo falaj come per le strutture limitrofe.



381



382



383

Le *foggara* algerine costituiscono un sistema di trasporto d'acqua costosissimo, realizzabile probabilmente solo in una società dove il costo del lavoro non esisteva e che ha richiesto nei secoli un'enorme e capillare opera di manutenzione. Si valuta che per scavare un chilometro di *foggara* occorresse il lavoro di un anno di quattro uomini. E il lavoro è assai pericoloso, perché l'operaio deve muoversi carponi nel cunicolo e ripulirlo passando i detriti ai compagni di squadra. La cattura capillare dell'acqua dalla falda freatica porta alla raccolta di quantitativi incredibili di acqua: si calcola che fino a pochi anni fa (perché ultimamente molte *foggara* sono state abbandonate) si disponesse di un flusso di 115 mila litri al minuto su una rete di circa 1500 chilometri. Molti di questi chilometri sono stati abbandonati, soprattutto per la pericolosità della manutenzione.

Sul funzionamento delle *foggara*, P. Laureano, nell'opera già citata *La piramide rovesciata*, ci offre un'interpretazione particolarmente suggestiva e documentata che non vogliamo trascurare:

"Le *foggara*, a differenza di un canale adduttivo, non sono convogliatori di risorse idriche da sorgenti o da pozze sotterranee al luogo di utilizzo, ma attraverso il loro sviluppo lineare captano i microflussi infiltrati nelle rocce e creano acque libere, funzionano come dispositivi di produzione, miniere di acqua. La galleria, scavata parallela al terreno, non affonda nella falda, ma, ove esiste, ne drena la parte superiore, senza provocarne quindi l'abbassamento e assorbendone quantità compatibili con le capacità di rinnovo. L'area del sottosuolo di approvvigionamento di acqua, più che a un bacino sotterraneo, assomiglia a una grande spugna rocciosa. Questa si alimenta con i microflussi diretti verso la *sebkha*, l'affioramento di falde profonde costituite da persistenze geologiche non rinnovabili e gli apporti atmosferici

Le foggara e le oasi sahariane

381 - 383

La ksria, grande pietra lavorata a forma di pettine per la ripartizione delle quote d'acqua nelle oasi di Timimoun e di Aougheraout (Algeria).

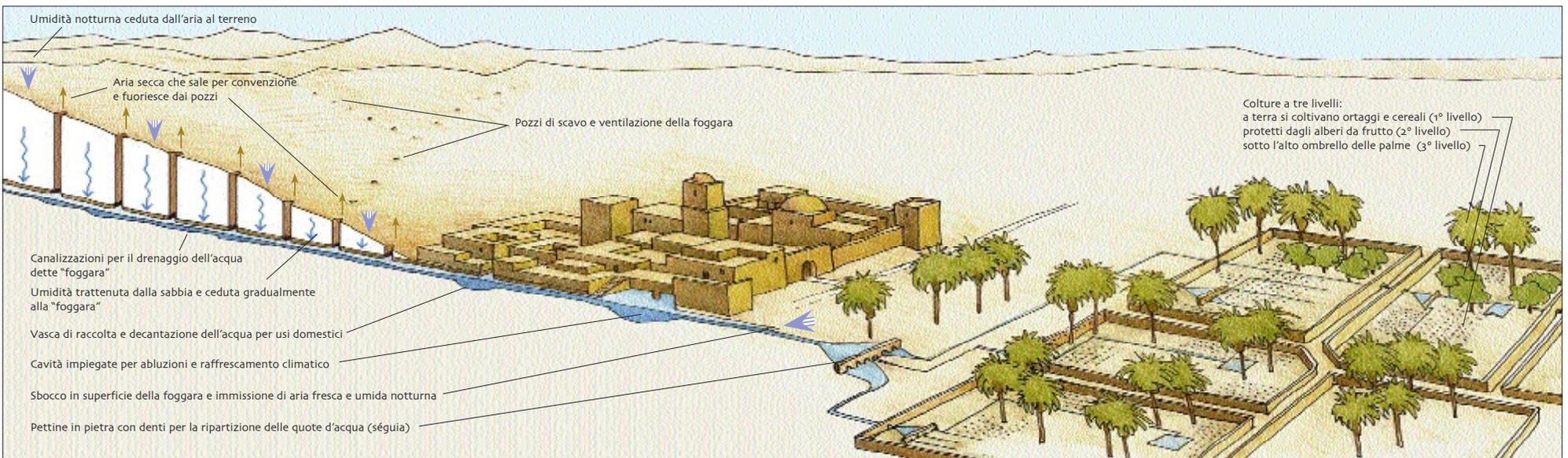
384

Il sistema-oasi nel Sabara: una catena in cui ogni anello è decisivo per la sopravvivenza dell'altro e che ha come risultato finale il miracolo della vita in un ambiente tra i più inospitali del pianeta.

385



385



384

386

I tre livelli delle coltivazioni sono ben leggibili nell'oasi di Dirj, Sabara libico. Sotto l'alto ombrello delle palme da dattero crescono piante da frutto, di cotone, di granturco a portamento arbustivo, mentre a livello del terreno si coltivano cereali e ortaggi.

387 - 388

La foggara di Tunin, presso Gbadames in Libia e il pozzo, con il bilanciere oggi in disuso.

389 - 391

Il dattero costituisce la produzione praticamente monocolturale cui è stata convertita la maggioranza delle oasi sabariane. Appezamenti predisposti per la coltivazione di ortaggi o graminacee con canaletta d'irrigazione.

392, 393

Recinzioni in foglie di palma intrecciate o in mattoni di fango essiccato per riparare le piantagioni dal vento e dalla sabbia. Come appare anche in altre parti del volume, la funzione delle recinzioni è anche quella di trattenere la fresca umidità notturna per cederla alle coltivazioni con le brezze del mattino.



386



390



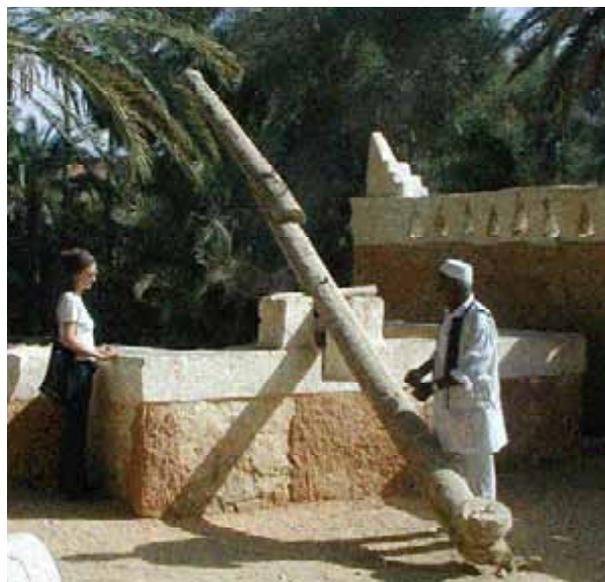
389



391



387



388



392



393

ci ...”

Nell'oasi, dalla *foggara* si derivano vasche di raccolta e decantazione per gli usi domestici, bacini per le abluzioni e per il raffrescamento degli ambienti, acqua per irrigazione che viene ripartita in quote attribuite ai diversi appezzamenti attraverso "pettini" di pietra lavorata (*séguia*). La coltivazione avviene su tre livelli: il palmeto al livello superiore, sotto il suo ombrello protettivo piccoli alberi da frutto e arbusti produttivi, infine, a terra, le delicate coltivazioni di ortaggi, al riparo dei due sistemi superiori. Il terreno, protetto da muri di terra o da recinzioni di rami e foglie di palma, è suddiviso in piccoli appezzamenti perimetrati da fresche canalette di irrigazione.

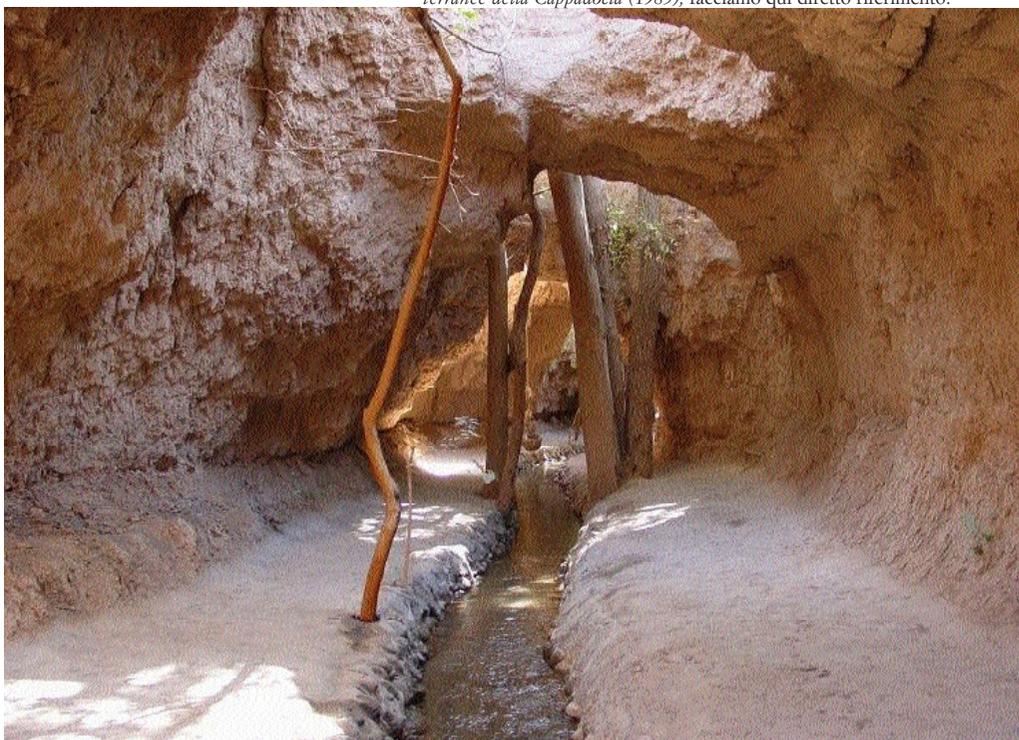
Il sistema *karez*, un sistema di irrigazione costituito da pozzi collegati da canali sotterranei, è considerato uno dei tre grandi, antichi progetti della Cina, insieme alla Grande Muraglia e al Grande Canale. Nella regione del Turpan esistono circa 1.000 *karez*, per complessivi 5.000 chilometri di lunghezza. La struttura consiste sinteticamente in pozzi, canali sotterranei, canali affioranti e piccole cisterne. In primavera e in estate, un grande quantità di neve sciolta e di acqua di pioggia scende a valle dalle montagne a nord ovest della depressione del Turpan e quindi filtra nel deserto dei Gobi. Approfitando della pendenza, la popolazione ha creato il sistema dei *karez* per convogliare le acque sotterranee verso le terre coltivate. L'acqua dei *karez* non evapora in grandi quantità anche sotto il caldo soffocante e il vento ardente, perciò assicura un flusso stabile d'acqua e la possibilità di irrigare per gravità, ancora oggi, grandi estensioni di terra fertile. Uno studio approfondito sui sistemi a reti di drenaggio nell'area della Cappadocia è stato condotto da R. Bixio e V. Castellani nel corso di esplorazioni sistematiche in terra anatolica e a tale lavoro già citato, *Le città sotterranee della Cappadocia* (1985), facciamo qui diretto riferimento.

I karez cinesi e afgani

394

Un'imponente opera di canalizzazione di un *karez* cinese, nella depressione del Turfan.

A lato del canale le vie sono praticabili da uomini e animali.



394



395



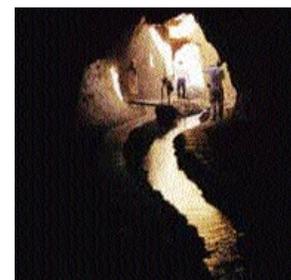
396



397



398



399



400

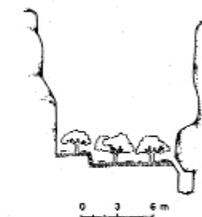
In Cappadocia, sull'Altipiano Centrale Anatolico, oltre il grande sistema di insediamenti ipogei scavati dall'uomo nei terreni vulcanici ed esteso per circa 40.000 chilometri quadrati, è presente una rete di canali sotterranei di drenaggio che sfruttano le stesse favorevoli condizioni geo-litologiche del sito. Si tratta di gallerie, a volte di notevoli dimensioni, scavate sotto il fondo dei valloni o in corrispondenza dei fianchi di cui seguono l'andamento, allo scopo di regolare le acque a carattere torrentizio e salvaguardare le opere di terrazzamento delle valli realizzate a scopo di coltivazione. Le gallerie a tratti sono integrate da opere in superficie con argini murati e lungo i condotti sono intervallati punti di drenaggio laterali. A volte sono presenti fori sulla volta con probabile funzione di lucernai, oltre che punto di partenza per l'escavazione a segmenti.

La sezione originaria dei condotti è rettangolare e varia da un'altezza di 80 centimetri fino ad arrivare anche a 4 metri. A questi condotti sono associate opere di captazione delle falde acquifere, costituite da cisterne sotterranee e canalizzazioni che, a volte, sfruttano il percorso stesso dei canali di drenaggio e si raccordano con manufatti di superficie per lo smistamento dell'acqua tra gli appezzamenti coltivati.

Questi lunghi canali ricordano i *qanat* iraniani che hanno la funzione di raggiungere e di emungere la falda acquifera. In Cappadocia i canali sotterranei di drenaggio delle valli possono raggiungere sviluppi complessivi di molti chilometri anche se, allo stato attuale, risultano composti da segmenti di non più di alcune centinaia di metri. Non è dato di comprendere quanto questa segmentazione sia frutto della violenta erosione subita dai condotti o faccia parte del piano originario.

L'attacco di scavo è costituito da un cunicolo in lieve pendenza che raggiunge il livello sotterraneo previsto per il condotto, da cui il cunicolo viene

Le reti di drenaggio anatoliche



401

395, 396, 398, 399

Canali sotterranei nel Turfan, Cina.

397, 400

Foggara di Kali, regione del Gourara, Timimoun (Algeria): un barattin, "uomo talpa", durante lo scavo e manutenzione della foggara.

401

Nel fondo del vallone, a lato delle coltivazioni, è ricavato un canale di drenaggio allo scopo di regolare il flusso delle acque a carattere torrentizio.

scavato in entrambe le direzioni. Diversamente dal sistema di reti drenanti descritto, nei *qanat* l'attacco è costituito dal pozzo verticale profondo fino al raggiungimento della falda. Del resto lo scopo è diverso: mentre i *qanat* hanno funzione di captazione dell'acqua di falda, questi sono previsti allo scopo di raccogliere e drenare le acque meteoriche.

Analoghi ai *qanat* sono invece i piccoli canali di emungimento che riforniscono d'acqua le valli lungo le pareti dei canyon. Questo sistema di irrigazione molto efficace precede la conquista ottomana e potrebbe forse essere anteriore anche all'epoca bizantina.

Una tecnica di irrigazione del tutto particolare, di cui già abbiamo accennato in occasione dei recinti a protezione delle coltivazioni, è quello diffuso nella regione del Souf algerino. Qui esiste un corso d'acqua permanente che scorre sotto la superficie del suolo. Si tratta di una falda acquifera che procede lentamente risalendo in superficie da sud a nord, a questa sufficiente-mente prossima (tra 4 e 15 metri) da far sì che i coltivatori del Souf abbiano previsto uno speciale sistema d'irrigazione. Anziché irrigare in superficie, con il relativo costo d'impianto e di mano d'opera, essi vanno incontro all'acqua scavando dei palmeti "a crateri". Così le palme non devono far altro che attingere l'acqua da sole attraverso le estremità delle radici. Ma se l'irrigazione si fa da sola, la manutenzione delle trincee non è affatto facile. E' il vento il vero avversario, che richiede una lotta estenuante, il vento che in poco tempo potrebbe colmare i crateri e seppellire il palmeto.

Tanti sono i sistemi che l'uomo ha impiegato nel tempo per il sollevamento dell'acqua, da falde sotterranee o da canali e bacini a cielo aperto, ma il principale e più diffuso è, naturalmente, il pozzo nelle sue numerose varian-
ti.

I palmeti in trincea

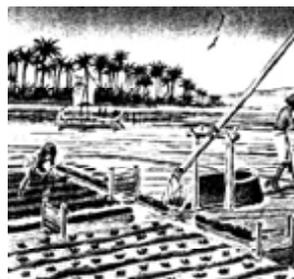
402
Pozzo a bilanciere egiziano (*shaduf*)
in un'antica raffigurazione.

403, 405
Depressioni artificiali (*ghout*) nel Souf
algerino dove scorre una falda prossima
alla superficie. Il palmeto, sul fondo,
assorbe l'acqua direttamente dalle radici.

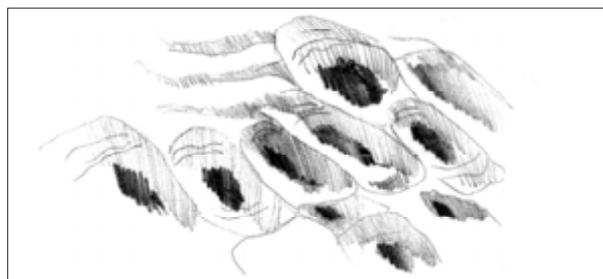
404
Pozzo a bilanciere in un'incisione egizia-



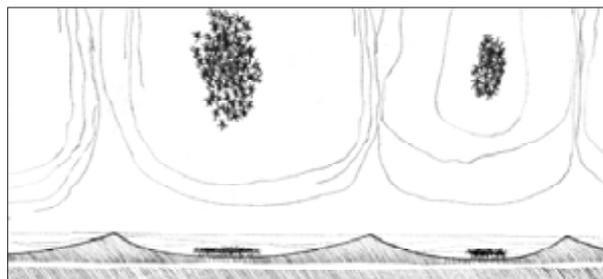
402



404



403



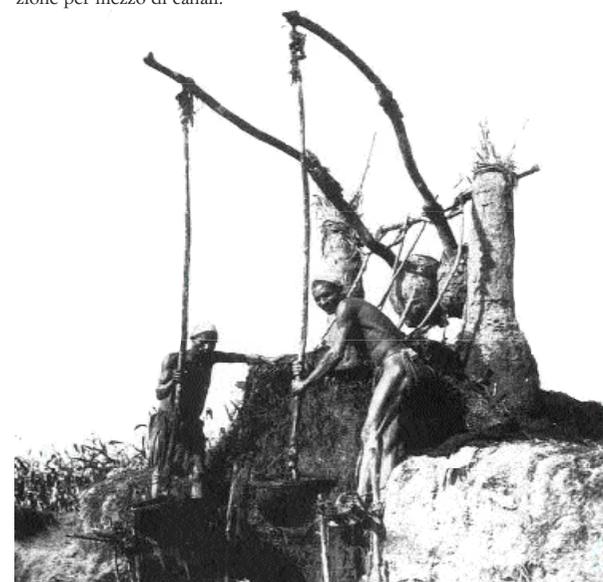
405

Il pozzo e i sistemi di sollevamento dell'acqua

Noto fin dall'antichità e ancora molto diffuso oggi, il pozzo a bilanciere, *shaduf*, è un semplice dispositivo di sollevamento dell'acqua da un pozzo o da un canale posto a livello inferiore a quello di utilizzo. Il dispositivo consiste in un'asta fissata con asse orizzontale su di un supporto verticale, in modo da potere oscillare a bilanciere. Su un'estremità dell'asta è appeso il secchio o l'otre di cuoio da riempire d'acqua e sull'altro una pietra o altro con funzione di contrappeso. Una persona, nel farlo funzionare viene facilitata dal contributo del contrappeso nella fase di sollevamento del secchio pieno d'acqua.

Una variante più costosa consiste nella sostituzione del contrappeso da un traino animale. In questo caso le pulegge per il sollevamento devono essere sostenute da forti strutture lignee o in muratura e tutto il sistema deve essere più solido. Il recipiente per l'acqua è generalmente costituito da un otre in pelle di capra, cucito e trattato internamente con burro per renderlo impermeabile. Quando l'otre è riempito, può contenere alcune decine di litri d'acqua e solo la forza di più uomini o di un bue o di un dromedario può sollevarlo da profondità che a volte superano i 50 metri. L'otre quindi viene collegato tramite corde all'imbragatura dell'animale. Il tratto di terreno per il traino è realizzato in pendenza e viene percorso in discesa nella fase di sollevamento, per ridurre lo sforzo. L'animale, risalendo la rampa, fa scendere l'otre nel pozzo e nella direzione opposta lo preleva pieno d'acqua.

Questa operazione, che prevede l'impiego di un animale guidato da un uomo, ha costi di utilizzo certamente superiori a quelli dei sistemi a canali. Nell'economia dell'oasi, l'uso dei pozzi rappresenta dunque una soluzione secondaria, adottata per motivi contingenti o come integrazione alla captazione per mezzo di canali.



406

406
Pozzi a bilanciere ancora in uso nell'Alto
Egitto.

407
Pozzo a carrucola con monanti in legno di
palma a Ghat, nella Libia sud-occidentale.



407



408



410



411

408, 409
*Pozzi a bilanciere su strutture in terra
cruda nella vallata della Saoura, Algeria.*

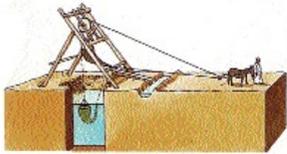
410 - 412
*Pozzo a traino animale realizzato con tipica
tecnologia sabariana dall'equipe diretta
da P. Santacrose ai piedi del massiccio
dell'Air, Niger.*



409



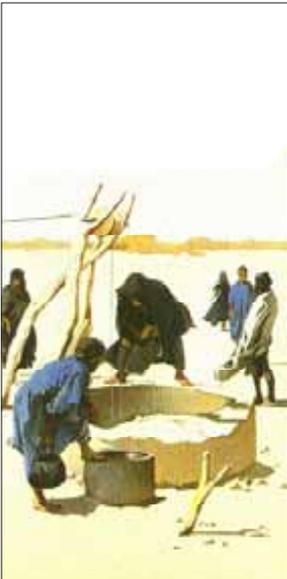
412



413



414



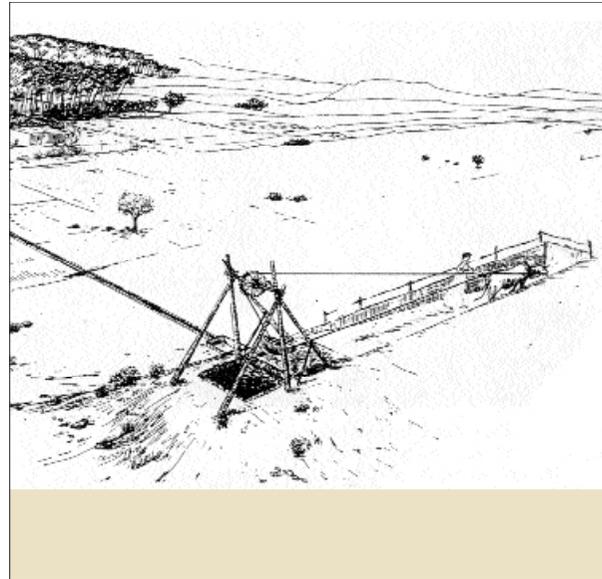
415

Altri sistemi di sollevamento sono presenti nelle aree mediterranee e medio-orientali di nostro interesse, e questa non è certamente la sede per esaurire l'argomento. Accenniamo solo ad alcune tecniche di semplice uso che hanno consentito all'uomo l'approvvigionamento del bene più prezioso per la vita in questi luoghi. Per questo motivo citiamo solo per conoscenza le imponenti norie costituite da grandi ruote a pale provviste di recipienti e azionate dalla stessa corrente dell'acqua di prelievo. Ma i sistemi a ruote e pale possono essere anche assai semplificati, e a lato riportamo esempi di dispositivi azionati da uomini o da animali.

Diffuso oggi soprattutto in Egitto dai tempi di Archimede che ne fu l'inventore, illustriamo il congegno chiamato appunto "vite di Archimede" o "vite egiziana".

Esso consiste in un cilindro contenente un elemento a spirale o vite senza fine, provvisto di manovella in corrispondenza di una estremità. Anche se realizzato con tecniche estremamente rudimentali come mostrano le immagini, è in grado di svolgere la sua funzione originaria che è quella di spostare con continuità un certo flusso d'acqua, sollevandolo da un livello più basso (canale) a un più alto (terreno da irrigare).

Nel caso concreto, il cilindro viene collocato con una certa inclinazione tra il canale e il terreno da irrigare e con la base immersa nel canale. Mediante la rotazione della manovella, e quindi della spirale ad essa collegata, il flusso d'acqua sale all'interno del cilindro finché la vite è in movimento e viene portato con continuità sul terreno da irrigare.



416



417



418



419



420



422

413 - 416

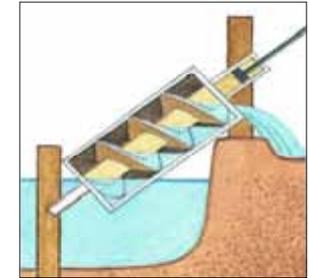
Sollevamento dell'acqua con trazione animale. Il percorso di traino è in discesa per facilitare il trasporto a acrico pieno.

417 - 420

Vari tipi di norie per il sollevamento dell'acqua a ruote, azionate a mano o con animali.

421 - 423

Spirale d'Archimede per il sollevamento dell'acqua ancora in uso in Egitto.

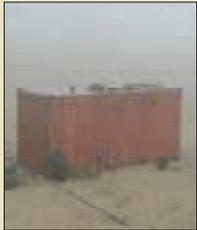


421



423

ACQUA DALLA NEBBIA



424



425

Il deserto di Atacama, nel nord del Cile, è uno dei luoghi meno piovosi della Terra: tra una pioggia e l'altra passano talvolta cinque anni. Ma è anche perennemente avvolto nella nebbia.

Negli anni '70, alcuni studiosi dell'Università Pontificia di Santiago del Cile pensarono di costruire "collettori di nebbia" per arrivare a produrre acqua potabile per i villaggi costieri del deserto di Atacama. Essi riuscirono a coinvolgere nel progetto Robert Schemenauer, un fisico specializzato in struttura, dinamica e composizione delle microgocce di nebbia.

Con una ingegnosa serie di esperimenti il gruppo mise a punto un reticolo dalle maglie di dimensioni tali da riuscire a catturare le gocce e individuarono materiali poco costosi e particolarmente reperibili sul posto per iniziare a costruire il dispositivo "catturanebbia". Si tratta semplicemente di due montanti verticali fissati a terra fra i quali è tesa una rete di plastica di colore azzurro, con la parte inferiore tagliata secondo una leggera inclinazione.

Su questo lato della rete viene poi fissata una grondaia che, in corrispondenza dell'estremità inferiore, si richiude in forma di tubo rivolto verso il basso.



426



427

Nel 1994 a Chungungo, nel deserto di Atacama, erano in funzione settanta pannelli di 48 mq l'uno che raccoglievano quotidianamente 11 mila litri di acqua molto pulita: 33 litri a testa per ognuno dei 330 abitanti.

Oggi i pannelli sono praticamente raddoppiati e gli abitanti anche. Quando non pescano, coltivano verdure per i villaggi vicini e resta loro di che annaffiare gli alberi piantati sulle colline.

Tutto ciò ad un costo pari all'8% di quello normalmente sostenuto per trasportare l'acqua con autobotti.

Nel 1998 in Oman, paese caldo e secco della Penisola arabica, si è inaugurato un collettore dotato di una rete in polipropilene che in due mesi e mezzo ha prodotto in media 3.360 litri al giorno.

Robert Schemenauer non svolge il proprio lavoro soltanto nei paesi desertici: egli ha condotto ricerche preliminari in Ecuador, per i collettori poi costruiti a nord di Quito, dove l'acqua c'è ma è infetta, e per quelli di Pachamama Grande, posta nel sud del paese a 3700 metri di altitudine, dove l'acqua non c'è ma la montagna è perennemente avvolta dalle nuvole.



428

424 - 427 - Sistemi a "vele" per raccogliere la nebbia nel deserto di Atacama in Cile.

428 - Cile, Parco nazionale di Pan de Azucar con le "velaturenebbia" sullo fondo.

ACQUA DALLA RUGIADA

In Namibia la scienza ha imparato da un insetto a catturare gocce di rugiada per trasformarle in acqua potabile o per semplici usi agricoli.

L'idea risale ad almeno duemila anni fa. Nelle Storie Naturali, Plinio il Vecchio racconta che gli abitanti di un'arida isola delle Canarie erano soliti salire all'alba sulle colline vicine al mare per raccogliere la nebbia che sgocciolava dalle fronde alte e maestose dell'Albero Sacro, su cui si era condensata durante la notte.

Il deserto della Namibia è pieno di vita. Ci sono "piante delle resurrezione" che fioriscono all'improvviso se un vento propizio spinge fino a loro la nebbia del mare. E c'è la stenòcara - un piccolo coleottero nero della famiglia dei tenebrionidi - che il vento lo va direttamente a cercare.

Ha elitre butterate che ne proteggono le ali sottostanti con una sorta di corazza chiodata. All'alba la stenòcara esce dal suo anfratto, piega le zampe anteriori, si solleva su quelle posteriori e si ferma in una sorta di inchino, con la testa rivolta verso il mare. In questa posizione, sulle sporgenze della sua corazza butterata la nebbia si condensa in tante minuscole gocce che scivolano rapidamente fino alle mandibole.

Può sembrare banale ma non lo è affatto. Per riuscire a fissare le prime microgocce attorno alle quali se ne addensano altre, fino a formare gocce vere e proprie, più pesanti dell'aria circostante (altrimenti il vento le porterebbe via), le elitre devono essere "idrofile". Ma per lasciarle scivolare giù fino alla bocca della Stenocara, devono essere invece "idrorepellenti".

Ci si è posti la domanda di come le elitre possano essere al contempo impermeabili e non impermeabili.

La ricerca scientifica, dopo studi ed esperimenti costosi e notevolmente sofisticati, è stata in grado di chiarire il mistero e ha così permesso di ricreare artificialmente "la struttura della stenòcara", grazie a speciali polimeri che imitano la superficie delle elitre.

Il fine immediato della ricerca è quello di produrre una serie di dispositivi che consentano la raccolta controllata di vapore, da utilizzarsi per ottenere acqua potabile o per usi agricoli nelle regioni aride caratterizzate da un regime di scarsa piovosità.



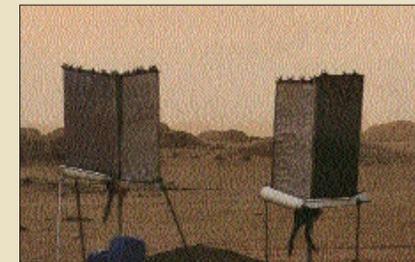
429



430



431



432

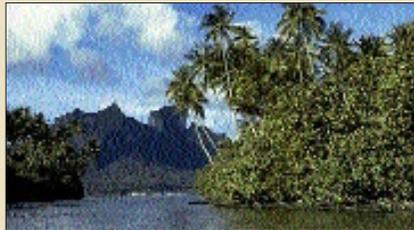


433

429 - La stenòcara, coleottero nero appartenente alla famiglia dei tenebrionidi.

430 - 433 - Tecnica di raccolta della rugiada e delle nebbie nel deserto della Namibia.

ACQUA DOLCE OSSERVANDO LE MANGROVIE E I PELLICANI



434

Spagge chiare, acque cristalline, palme ombrose e una particolare, fitta vegetazione che forma e riveste isole di verde: sono le mangrovie. Vivono nelle regioni tropicali, dove s'incontrano acqua dolce dei fiumi e acqua salata del mare. Le mangrovie sono tra le poche piante terrestri in grado di tollerare persino l'alta salinità del mare aperto. Sono alberi che crescono molto vicini tra loro, sostenuti da radici arcuate che formano grovigli complessi. Le radici sono sommerse due volte al giorno dalla marea: vivono quindi sopportando notevoli escursioni di salinità, mediante il processo che va sotto il nome di "osmosi inversa".

E' questo un processo naturale nel mondo vegetale o animale (lo sfruttano i pellicani per filtrare l'acqua marina) per cui, in presenza di due soluzioni a diversa concentrazione, divise da una membrana semipermeabile (ovvero che permetta il passaggio dell'acqua ma non dei sali), la soluzione più diluita tenderà ad andare verso la soluzione più concentrata fino all'equilibrio delle concentrazioni. La pressione che si genera sulla membrana

434 - Mangrovie in ambiente tropicale

435 - Il pellicano sfrutta una particolare membrana per "filtrare" e addolcire l'acqua marina.



435



436



437

a causa di questo flusso è la pressione osmotica. Utilizzando questo principio, è possibile invertire il processo, ovvero applicare una pressione uguale e contraria sulla soluzione concentrata per ottenere da questa una soluzione a più bassa concentrazione: si parla in questo caso di osmosi inversa.

Lo studio, l'evoluzione e la produzione delle membrane semipermeabili "artificiali" è materia recente (intorno agli anni '50 negli Stati Uniti) e nasce dall'osservazione dei fenomeni naturali descritti. Dopo un breve periodo di ricerca si avvia la produzione delle prime membrane artificiali e delle loro applicazioni pratiche: rimane storica la depurazione delle urine degli astronauti per ottenerne acqua da bere. L'evoluzione di queste membrane per le più svariate applicazioni industriali è tuttora promponente, da quelle osedaliere (dialisi) a quelle alimentari (trattamento dell'acqua, concentrazione di succhi di frutta e vino). In particolare, grande beneficio è venuto agli abitanti delle terre aride dalla dissalazione e potabilizzazione delle acque sotterranee o marine.

436 - 442 - Immagini dell'impianto di osmosi inversa realizzato a Mijic, in territorio Saharawi dall'associazione Tempora Onlus (Tn) su progetto e installazione della ditta Sireg S.p.A. Arcore (MI).



438



439



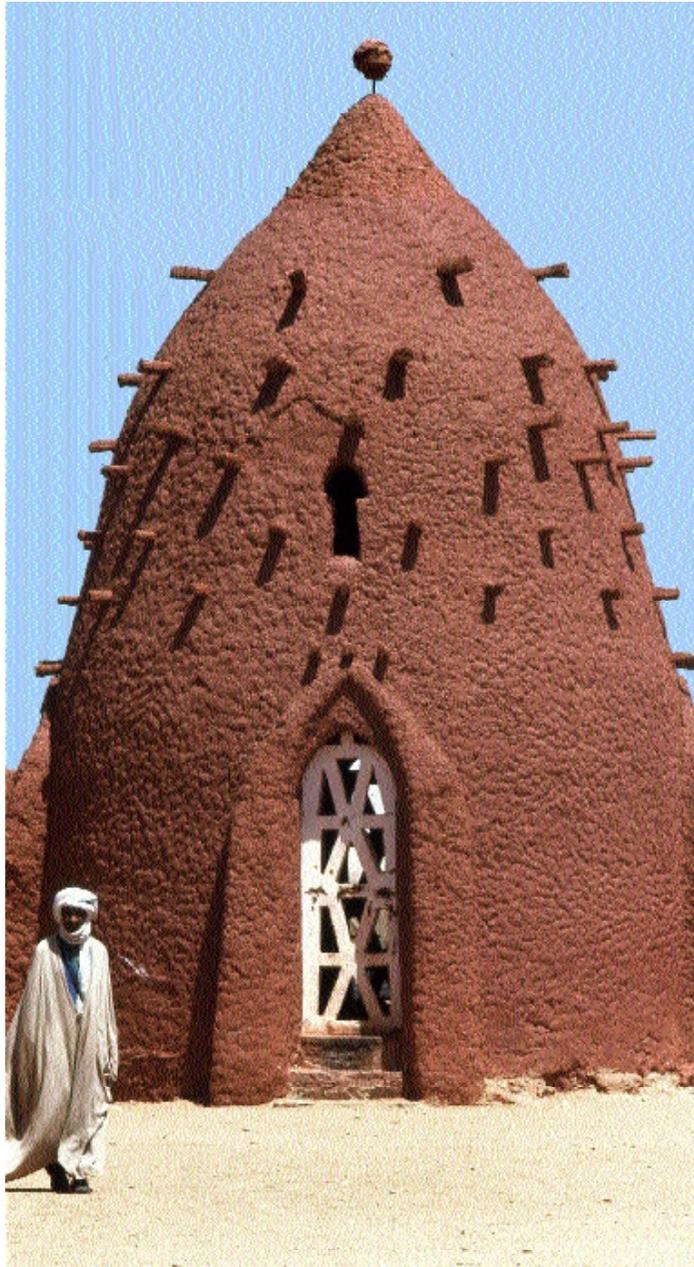
440



441



442



443

I materiali e le tecniche

La tecnologia del crudo

Pisé, murature formate a mano, adobe

Legno

Calce, pietra, ceramica



444



445



446



447

*Strade di questo villaggio di terra, rosate di giorno, violette al tramonto,
deserte a mezzogiorno, vi animerete la sera.*

A. Gide, "I nutrimenti terrestri".

*Era sera, il bagliore rosso nel muro di fango essiccato si stava spegnendo.
Finché mi fu possibile, non staccai gli occhi dal muro ed ero felice per il suo
lento mutare di colore.*

E. Canetti, "Le voci di Marrakech".

443, 445 - Moschea realizzata con la tecnica della muratura monolitica in terra formata a mano a Timimoun (Algeria).

444 - Costruzioni realizzate con la stessa tecnica nelle oasi presso Reggane (Algeria).

446 - Ksar-Al-Hajj, nel Sabara libico, in mattoni di terra cruda.

447 - Piccolo cantiere per realizzare un'abitazione in mattoni di terra cruda in territorio Sabarawi (Sabara occidentale).

La tecnologia del crudo

448
Impasto per la produzione di mattoni in terra cruda.

449, 450, 451
Doppio stampo metallico per la produzione di mattoni in terra cruda, fase di finitura e mattoni all'essiccazione.

452
Casa in adobe nel deserto algerino, presso Tindouf.



448



449

àNei paesi a clima caldo arido e arido secco esistono antiche tecniche costruttive che si avvalgono della terra cruda come materiale da costruzione, trasformata in blocchi o in murature monolitiche. La terra, elemento naturale primario (come l'acqua, l'aria ed il calore del sole che insieme costituiscono la "tecnologia del crudo") è dotata, su spessori consistenti, di notevole inerzia termica in grado di proteggere gli ambienti costruiti interni dalle aggressioni climatiche esterne. La plasticità di questo materiale, inerte e vivo al tempo stesso, lo rende particolarmente adatto a foggiate involucri morbidi e possenti, la cui matericità riproduce il concetto originario della caverna scavata nella terra. Ora, il prodotto estratto (o "sottratto") viene assemblato in forme nuove, che pure sembrano parte integrante del paesaggio naturale. Per questo, per l'essere pratica intuitiva ed essenziale, la tecnologia del crudo è utilizzata in aree geografiche anche molto distanti fra loro. Se da una parte assistiamo, soprattutto nei paesi in via di sviluppo, ad un graduale abbandono di questo materiale in favore di tecniche più moderne (status symbol in nome di un auspicato progresso), dall'altra esiste nel mondo occidentale un vero e proprio "movimento" della terra cruda che ne promuove l'attualizzazione. La tecnologia del crudo, oltre a produrre involucri ad alte prestazioni termiche, permette infatti di utilizzare risorse disponibili localmente (la terra) senza problemi di trasporto e non richiede altra forma di energia se non l'irraggiamento solare necessario per l'essiccazione, e la forza lavoro dell'uomo indispensabile per confezionare blocchi, per erigere murature o per pressare la terra nei casseri. I sistemi costruttivi tradizionali in terra cruda sono molteplici. Di seguito riportiamo i principali facendo riferimento al testo di Gianni Scudo *Materiali Clima e Costruzione, Tecniche esecutive congruenti ai contesti a clima caldo arido del continente africano (Milano, 1988)* che, tra le numerose pubblicazioni a riguardo, ci è parso particolarmente esauriente.



450



451

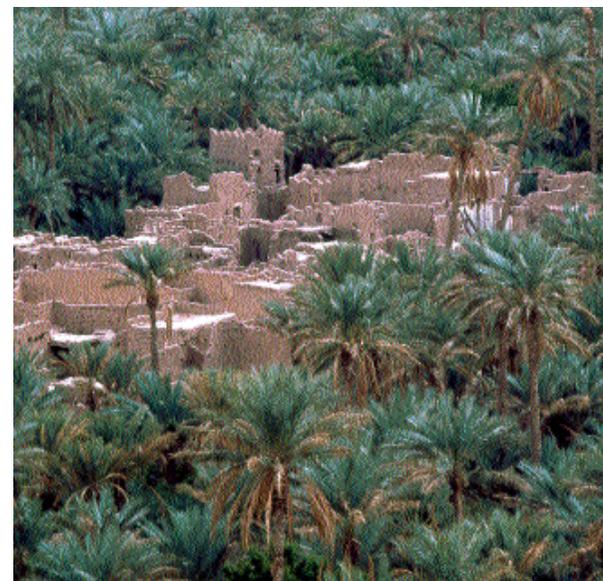


452

Per pisé si intende una miscela di terra pressata tra due pannelli di legno (casseri). La terra utilizzata dovrebbe essere magra (la percentuale di argilla nell'impasto dovrebbe essere compresa fra il 15 ed il 18%) e ricca di ghiaia fine; umida ma non bagnata, perché il suo livello di coesione deve facilitare l'operazione di compattamento e perché un alto contenuto di acqua provocherebbe un ritiro eccessivo in fase di essiccazione.

Lo spessore della muratura è determinato dai casseri, rimossi quando la terra si è seccata ed ha formato un blocco solido. La compattazione dell'impasto all'interno dei pannelli si esegue con delle mazze (*pisoirs*), esercitando su di essi una pressione ritmata. I casseri tradizionali sono costituiti da tavole di legno tenute in opera da appositi montanti; le loro misure sono variabili in lunghezza (150-400 cm), e più o meno fisse in altezza (80 - 100 cm).

I montanti verticali, alti almeno 50 cm più dell'altezza delle tavole, presentano estremità sagomate in modo da incastrarsi in basso ed in alto nelle barre di collegamento orizzontali, dette "chiavi", elementi di legno, posizionati nello spessore della muratura in modo da sporgere per accogliere in apposite sedi i montanti verticali. Le forme dei *pisoirs* cambiano a seconda della pressione di esercitare; i tipi più comunemente usati hanno forma conica. La pressione di compattazione si esercita su uno strato di terra di 8-10 cm, con colpi direzionati. La muratura si costruisce per sovrapposizione di livelli successivi, ciascuno dell'altezza delle tavole utilizzate: realizzato il primo strato (80-100 cm circa), lo si lascia seccare per utilizzarlo poi come base per i casseri di contenimento del livello successivo. Normalmente gli strati di pisé vengono eseguiti in fasce orizzontali sfalsate e spesso i giunti tra le diverse fasce possono essere sede di materiale di rinforzo (strato di malta); si fa uso sia di giunti verticali che di giunti obliqui. Il rapporto tra altezza e spessore di una muratura in pisé è circa uguale a dieci.



455

Murature monolitiche in terra battuta (*pisé*)

453
La tecnica del pisé in una stampa cinese.

454
Villaggio e palmeto nel Sahara algerino.

455
L'attrezzatura per il pisé.

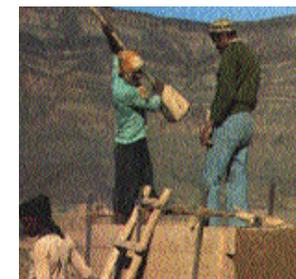
456
Si costipa il materiale all'interno dei casseri in legno, Marocco.



453



454



456



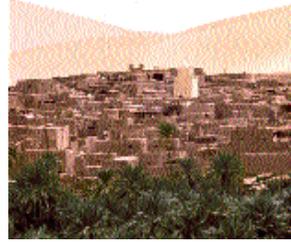
457



460



458



463



464



459



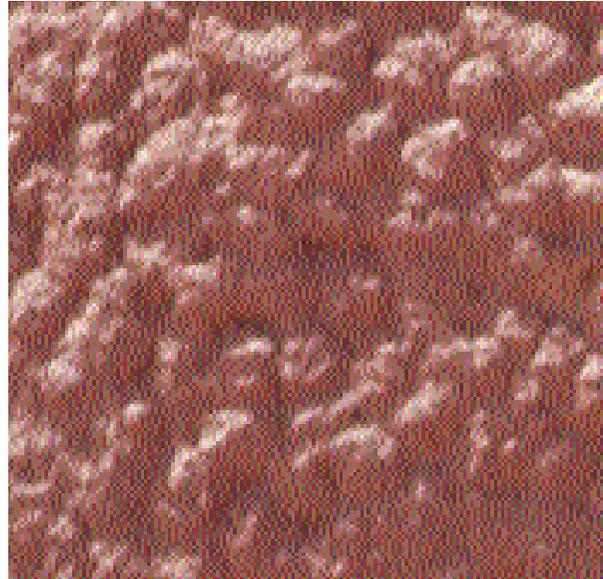
461



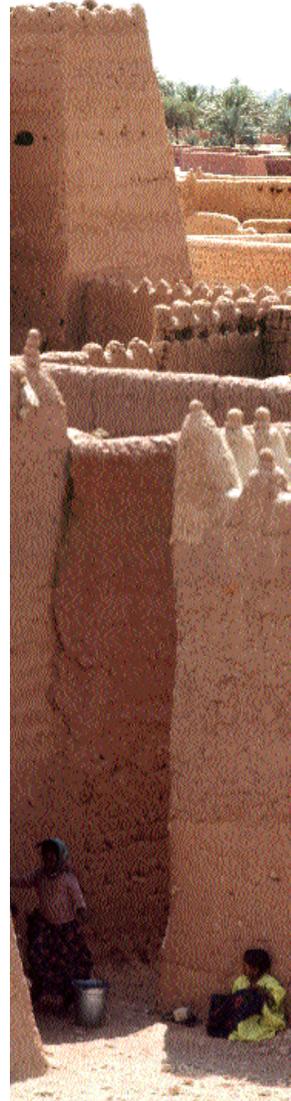
465



462



466



467

Gli angoli degli edifici in pisé sono normalmente realizzati senza l'ausilio di tavole particolari ma piuttosto sono rinforzati con elementi in legno o in pietra per aumentare la resistenza all'erosione degli agenti atmosferici. Le aperture, porte e finestre, sono realizzate con la posizionatura di casseri appositi, e la messa in opera di architravi.

Le fondamenta delle case in pisé in molte zone sono realizzate in muratura di mattoni cotti fino ad un'altezza fuori terra di 80-100 cm, oppure in pietra cementata con malta di terra. Nelle versioni attualizzate le fondamenta sono invece realizzate con materiali resistenti ma economici, quali il cemento armato e non, muratura in mattoni e pietriccio, cemento di terra fortemente stabilizzata, sia compattata che in blocchi.

Questa tecnica costruttiva fa uso di una terra senza ghiaia e molto argillosa, di cui sfrutta la plasticità per edificare murature monolitiche senza l'ausilio di casseri né di altre strutture. La terra viene estratta dal suolo e messa in mucchi, poi mescolata con poca acqua (20%) fino ad ottenere un impasto omogeneo e plastico, che non è generalmente mai rinforzato né con fibre vegetali, né con altre sostanze stabilizzanti. La muratura si ottiene modellando nella forma voluta questo materiale.

La tecnica è la seguente: sulla traccia di un primo basamento di 30-50 cm si compattano una contro l'altra delle "palle" di terra, del diametro di 20 cm circa, pressandole a formare un cordone orizzontale lungo tutto il perimetro; sul primo cordone se ne costruisce un secondo superiore e così via, avendo cura che le palle di terra di ogni strato siano poste a circa 45° rispetto a quelle dello strato sottostante; ogni 50-70 cm si lisciano le superfici di questo primo livello, modellandole a mano o con pietre, e poi lo si lascia seccare per 2 o 3 giorni, prima di costruire un secondo livello. Spesso questi diversi strati

di muratura sono evidenziati anche all'esterno con intenti decorativi. Lo spessore delle murature così ottenute è di 20-30 cm alla base e di 10-15 cm in sommità; le aperture sono eseguite semplicemente interrompendo uno o più livelli di costruzione e posizionando gli architravi.

La copertura normalmente è piana ed è fatta con terra rinforzata. Esternamente un intonaco di sabbia e calce rende la superficie impermeabile, anche se annualmente è bene rifare tale intonaco dopo la stagione delle piogge. Le popolazioni che costruiscono con questa tecnica usano decorare e modellare i loro edifici, ed il risultato complessivo è una particolare architettura molto plastica e sensuale.

Nello Yemen vi si costruiscono edifici con una distribuzione in pianta di tipo ortogonale, con spessori elevati ed altezze considerevoli (18-20 cm); nell'Africa Occidentale, dove questa tecnica è molto diffusa, si edificano interi villaggi rurali fatti di edifici bassi, spesso con tipologia circolare, e con spessori della muratura ridotti. In generale si può dire che la tecnica della formatura diretta, non necessitando né di casseri, né di getti, e non richiedendo strumentazioni particolari, consente le forme più svariate ed ha dei costi di produzione ridottissimi. Tuttavia rispetto alle altre tecniche ha un periodo di essiccamento troppo lento e prestazioni meccaniche inferiori.

L'adobe è un mattone di terra crudo fatto a mano mescolando terra e sabbia o terra e paglia e fatto essiccare al sole. Può avere funzione portante ed essere esposto alle intemperie.

La produzione di blocchi di adobe è una delle tecniche più ricorrenti nella tradizione costruttiva africana, come in molte altre regioni del mondo, ed è ancora molto diffusa, soprattutto nelle aree a clima caldo secco per le quali è più adatta. La tecnica consiste nel gettare della terra senza compimerla, in

Murature monolitiche in terra formate a mano

457 - 567

Costruzioni in adobe o monolitiche in terra formate a mano nella Saoura algerina.

468 - 470

Campi Sabarawi a Rabouni, Algeria. Mattoni di terra cruda pronti per essere impiegati. Le abitazioni sono prive di fondazione e le murature in elevazione sono direttamente posate sul terreno. Il telaio della porta d'ingresso funge anche da testino per la realizzazione del muro.



468



469



470

471

Il completamento della costruzione prevede la rasatura del muro con una pastella di acqua e terra.

472

Il materiale da costruzione è semplicemente prelevato sul posto, scavando buche davanti all'abitazione da realizzare.

473

Leggere forme di decorazione nelle parti di coronamento dei muri sono ottenute con la diversa disposizione dei mattoni.

Murature in blocchi di adobe



472



471



473



474



475

474 - 476
Ghadames, Libia. L'intero insediamento storico è realizzato in mattoni di terra cruda. Il coronamento dei muri di recinzione è ottenuto disponendo i mattoni con inclinazione a 45° per ricavare semplici trame decorative. Nei recinti delle coltivazioni le forature hanno anche lo scopo di catturare la rugiada notturna che viene rilasciata sul palmeto al mattino.



476

appositi telai della dimensione dei blocchi, e nel lasciarli seccare al sole. Nella pratica della tradizione si utilizzano telai di legno per un solo blocco o al massimo due blocchi, ma sempre più spesso, allo scopo di ottimizzare questa produzione, si utilizzano preferibilmente telai multipli che permettono di gettare più blocchi contemporaneamente. La produzione vera e propria dei mattoni avviene in un luogo ove siano disponibili terra ed acqua in misura consistente; lo stoccaggio e l'essiccamento dei blocchi deve avvenire sul luogo di produzione poiché essi non sono manipolabili per un lungo periodo. La dimensione degli *adobe* è variabile da luogo a luogo in relazione prevalentemente ai problemi di manovrabilità del pezzo, ed ai tempi di essiccamento. La terra viene colata partendo dagli spigoli dentro questi telai, fino riempirli totalmente, e poi liscia superiormente per togliere il materiale in eccesso. Il telaio viene quindi rimosso con un gesto secco. I blocchi così ottenuti sono lasciati seccare orizzontalmente su un'area ricoperta di sabbia o di paglia, in grado di ricevere una produzione di almeno quattro giorni, tanto è il periodo necessario ad un primo essiccamento del materiale, processo che deve avvenire in ambiente riparato e all'ombra per evitare fessurazioni. Dopo l'essiccamento preliminare i mattoni sono girati e posizionati su uno spigolo perché si possano asciugare più uniformemente, poi sono disposti in stock di essiccamento per una durata di circa 3-4 settimane. Gli *adobe* hanno il vantaggio di essere molto economici e di sfruttare risorse disponibili in loco oltre a garantire ottime prestazioni dal punto di vista termico. Per contro sono però poco resistenti a compressione, sono facilmente attaccabili da insetti, non resistono a piogge prolungate senza venire erosi dall'esterno verso l'interno, hanno forme irregolari e sono difficilmente trasportabili. Per queste ragioni i blocchi di terra cruda possono essere sta-



478

bilizzati secondo tecniche variabili. La stabilizzazione si intende generalmente una pratica atta a migliorare le prestazioni del materiale rendendolo più resistente dal punto di vista chimico e fisico. Nella tecnica dell'*adobe* si utilizzano additivi naturali, quali la fibra di miglio in molte regioni dell'Africa, la pula di riso in Iran, e, più in generale, fibre vegetali e scarti di colture agricole disponibili localmente. In tutti i casi le fibre sono circa il 20% del volume del blocco. Oppure la stabilizzazione poteva essere ottenuta attraverso una compressione meccanica della terra, in modo da aumentare la densità e la resistenza, tramite "pisoirs" utilizzati per comprimere manualmente il blocco all'interno del telaio.

Il legno, d'ulivo più resistente, o di palma, più poroso ed utilizzato soprattutto negli edifici delle oasi, fornito a profusione dai palmeti, viene impiegato per le coperture (tetti piani a terrazza) per le porte (dagli ingressi di abitazioni semplici ai sofisticati sistemi di chiusura delle celle dei magnifici castelli-granai, gli *ksur*) e talvolta come elemento strutturale delle murature, frammito a terra e pietrame, o, laddove necessario, come architrave di porte e finestre. Materia prima preziosa nei paesi aridi e nelle aree desertiche, il legno non è mai impiegato in modo gratuito o superfluo, ma sempre per esigenze specifiche.

Questo principio è applicato con particolare rigore nelle oasi, di cui le palme sono elemento essenziale, non solo per la produzione di datteri, ma anche, e soprattutto, poiché consentono la sopravvivenza dell'oasi stessa: le palme, più alte, gettano ombra verso il basso creando il microclima ideale per la coltivazione di alberi da frutto, e, ad un livello ancora inferiore, di cereali e foraggio. Le palme abbattute e trasformate in legname da costruzione vengono dunque accuratamente selezionate rispetto a quelle oramai vecchie o



477



479

Il legno

477
Ksar a Kabaw, Libia. Con il legno di palma si realizzavano le porte e ogni tipo di finitura e rinforzo del costruito.

478, 479
Strutture di copertura nel frantoio oleario a Nalut, Libia. Il legno di ulivo (più resistente) è impiegato per la struttura primaria, quello di palma come orditura secondaria.



480

**Le coperture piane
in legno di palma**

malate e non più produttive. Fissata una corda in sommità dell'albero e poi tesa fino al suolo in modo da curvare leggermente verso terra il tronco della palma da abbattere, questa viene tagliata a colpi d'ascia, procedendo per settori, dall'alto verso il basso. Il tronco così tranciato, viene lasciato essiccare al sole prima di essere utilizzato in modo da permettere l'espulsione delle linfa e dei liquidi biologici. Questa operazione si effettua d'inverno, per sfruttare un sole più dolce e meno caldo. Una volta abbattuta, la palma viene impiegata nella sua totalità.

Nelle coperture piane a terrazza, il cui sistema costruttivo è molto semplice, tronchi di palma vengono appoggiati sui muri perimetrali del vano, a formare l'orditura principale del solaio tamponata con rami di paglia intrecciata o, nei casi più fortunati, sormontata da una seconda orditura di travetti più corti; infine un riempimento di terra mista a paglia o a mattoni spezzati ne costituisce il riempimento, finito con intonaco a calce che garantisce una buona impermeabilizzazione. Il riempimento in terra permette di ottenere una copertura spessa ad alta inerzia termica che ritarda notevolmente il passaggio di calore dall'esterno all'interno, cosicché d'estate, durante le ore più calde e quando i raggi solari incidono verticalmente sulle coperture, i vani sottostanti si mantengono freschi a lungo.

Laddove disponibile, anche il legno d'ulivo viene utilizzato nelle strutture del coperto, da solo o unitamente al legno di palma. In questo caso l'ulivo, più duro e resistente, costituisce l'orditura primaria del solaio, su cui viene appoggiata una seconda orditura di travetti di legno di palma.

I tronchi di palma tagliati verticalmente in liste diventano inoltre elementi che assemblati tramite giunture orizzontali di ferro o di legno formano le porte di accesso agli edifici. Negli *ksur* questa sapienza costruttiva raggiunge

480

Impronte di mani impresse a scopo propiziatorio nell'intonaco in calce del soffitto.

481, 485

Architrave e struttura in legno di palma presso lo Ksar-al-Hajj e a Nalut, in Libia.

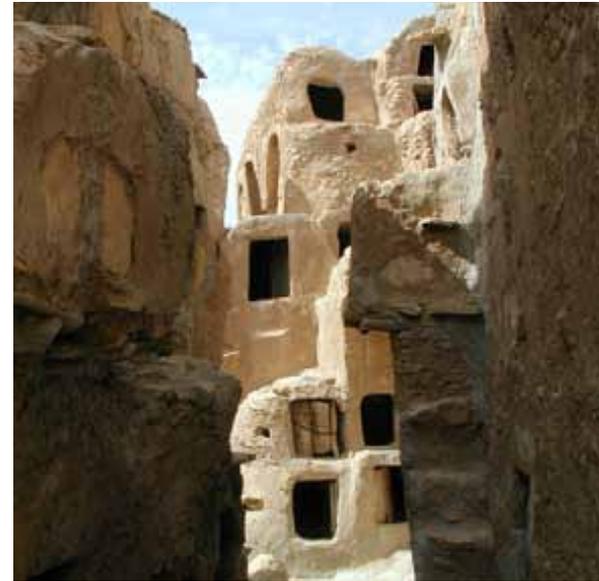
482 - 484

Ksar a Nalut, Libia e catenacci in legno.



481

170



483



482



484



485

171

alti livelli poetici: le porte delle celle dei granai sono oggetti scultorei che testimoniano un'immensa capacità artigianale; mai uguali l'una all'altra, rudimentali eppure così vivaci, diventano espressione materica di fatiche estreme necessarie per la sopravvivenza in territori assolutamente ostili.



486

Dal tronco della palma si ricava poi un'estesa varietà di utensili destinati ad ogni impiego, tra cui anche i complicati chiavistelli posti a protezione delle celle dei granai che si aprono a vari livelli sulla parete interna degli *ksur*. Qui, in prossimità di ogni porta, è visibile il foro in cui veniva infilata la rudimentale chiave in legno munita di denti, con una disposizione corrispondente al disegno di fori praticato nel catenaccio scorrevole. La combinazione di denti e fori, diversa per ogni porta, consentiva al proprietario di tirare a sé il catenaccio e liberare l'apertura della porta.

Infine le foglie ed i rami di palma intrecciati, sono impiegati, fra l'altro, nella realizzazione di recinti utilizzati nelle pratiche agricole per delimitare aree coltivate o proteggere la crescita di una nuova palma, difendendola dall'irraggiamento eccessivo e dai venti carichi di sabbia.

486

Tecnica impiegata per il taglio della palma.

488, 488

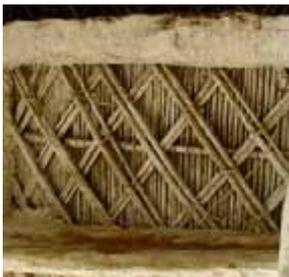
Soffitti in tronchi e rami di palma.

489

Stuttura di copertura del frantoio presso lo Ksar-al-Hagij in Libia.



487



488



489

172

Il sistema più semplice ed economico di cui viene fatto uso a protezione di pareti verticali, terrazzi e pavimenti delle corti, è un intonaco di calce grezza, di colore chiaro, che protegge le strutture e riflette i raggi solari incidenti. Nelle case ipogee di Matmata i pavimenti della corte a pozzo sono finiti a calce, così come le pareti dei locali interni illuminati dalla tinta chiara.

Nelle medine delle città nordafricane i materiali utilizzati comunemente nelle residenze delle famiglie agiate e negli edifici religiosi sono tradizionalmente elementi freddi, chiari e riflettenti, quali pietra e ceramica, quest'ultima diffusamente impiegata in tutto il mondo islamico come elemento decorativo, a formare motivi policromi geometrici o floreali, soprattutto negli edifici monumentali (rivestimenti esterni di cupole delle moschee).

Nelle case tradizionali della medina di Tunisi, se le pareti della corte potevano essere dipinte a calce, il pavimento, anche nelle abitazioni più modeste, è sempre rivestito in lastre di pietra calcarea di colore grigio o rosa. Questo materiale, unitamente al marmo, è anche utilizzato nelle case più ricche e decorate come rivestimento dei muri che contornano la corte e dei porticati, nelle cornici di porte, finestre e nicchie. Una volta scavati pozzi e cisterne, il pavimento della corte viene posato sopra uno strato di sabbia leggermente inclinato in modo formare la lieve pendenza necessaria a smaltire le acque piovane o utilizzate per lavori domestici. A questo scopo erano realizzate canalette in pietra oppure veniva posata nella estremità inferiore della corte una lastra munita di piccoli fori per il deflusso delle acque verso le fognature. Pietra e marmo dunque, oltre possedere ottime proprietà riflettenti, consentono una buona interazione con l'acqua, qualità importante non solo per motivi igienici e sanitari, ma anche perché la corte poteva ospitare fontane e salsabil o semplicemente essere innaffiata costantemente nell'intento di raffrescare l'aria durante le ore più calde del giorno.



491

I rivestimenti: calce, pietra, ceramica

490

Canaletta di raccolta delle acque piovane, utilizzate per lavori domestici, che corre lungo la corte del Palazzo Dar Ben Abdullab a Tunisi.

491

Muri delle case finiti a calce di colore chiaro per riflettere i raggi solari, Ghdames, Libia.

492

Rivestimento in ceramica in un'abitazione della medina di Tunisi.

493

Porta in legno di palma nel complesso dello Ksar di Kabaw (Libia).

494 - 505

Piccole porte in legno di palma a chiusura dei magazzini nello Ksar di Nalut (Libia).



490



492

173



493



494



495



496



497



498



499



500



501



502



503



504

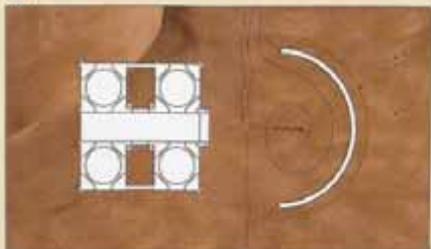


505

CENTRO POLIFUNZIONALE IN TERRA CRUDA



306



307

L'edificio in terra cruda che viene rappresentato sarà realizzato a Rabouni, nei pressi di Tindouf (Algeria) dove si trovano i campi dei rifugiati Saharawi, con auto-costruzione assistita, nell'ambito del programma di aiuto umanitario alla popolazione Saharawi "Women in work" dell'associazione *Tempora o.n.l.u.s.* di Trento, su progetto di G. Moretti e consulenza di M. Bertagnin (Università di Udine) che ha curato anche la prototipazione del modulo base.

La destinazione è di Centro polifunzionale e si rivolge alle donne che vorranno seguire corsi di formazione nel settore dell'artigianato, alle quali vengono messi a disposizione spazi attrezzati per il lavoro in atelier e per l'esposizione e vendita dei prodotti realizzati, oltre a una biblioteca, un locale per assistenza sociosanitaria e un locale pluriuso. Per avviare un reale processo di auto-costruzione, si è semplificata la tipologia edilizia e, di conseguenza, le conoscenze e la strumentazione necessarie per realizzarla, nell'intento di avvicinarle il più possibile alle tecniche già in uso presso le maestranze locali (murature e cupole in terra cruda) integrate da opportune migliorie strutturali e manutentive.

305 - Bambine Saharawi.

306, 307 - Planimetria e prospetto sull'ingresso.



308

Si è tenuto conto della risposta che tali soluzioni potranno dare alle severe condizioni ambientali, caratterizzate dal clima arido secco tipico della fascia territoriale presahariana. La zona, perennemente esposta a un vento sabbioso, teso e persistente, sconsiglia l'applicazione di dispositivi di cui si tratta diffusamente in altra parte del presente lavoro come le torri del vento, che porterebbero sabbia all'interno degli ambienti oltre all'aria di raffreddamento. Le forature principali dei locali sono sempre rivolte verso i piccoli cortili interni a patio, che consentono di sfruttare le pareti ombreggiate, mentre sull'esterno esse sono presenti solo in forma di "claustra", per far penetrare la luce in modo filtrato.

In corrispondenza delle porte interne, sopra l'architrave, vengono praticate piccole forature che, oltre a costituire un semplice motivo di decorazione, contribuiscono alla ventilazione dei locali.

Nel progetto ogni ambiente è dotato di aperture su pareti contrapposte, per sfruttare le correnti d'aria di richiamo, ma è sufficiente posizionarle diversamente per ottenere sempre pareti cieche su cui attestare la crescita "organica" di moduli aggiuntivi.

308, 309 - Bambine Saharawi.

310, 311 - Sezione e pianta del Centro.



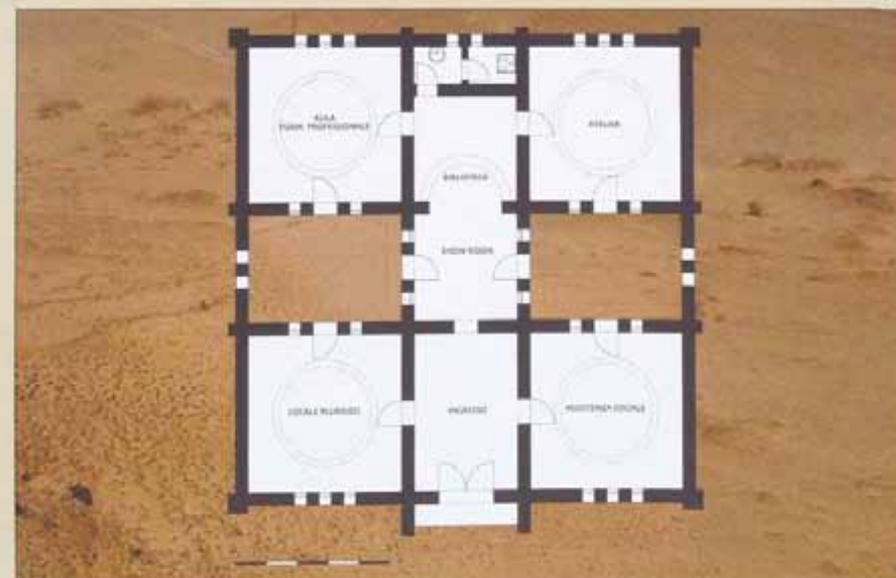
309



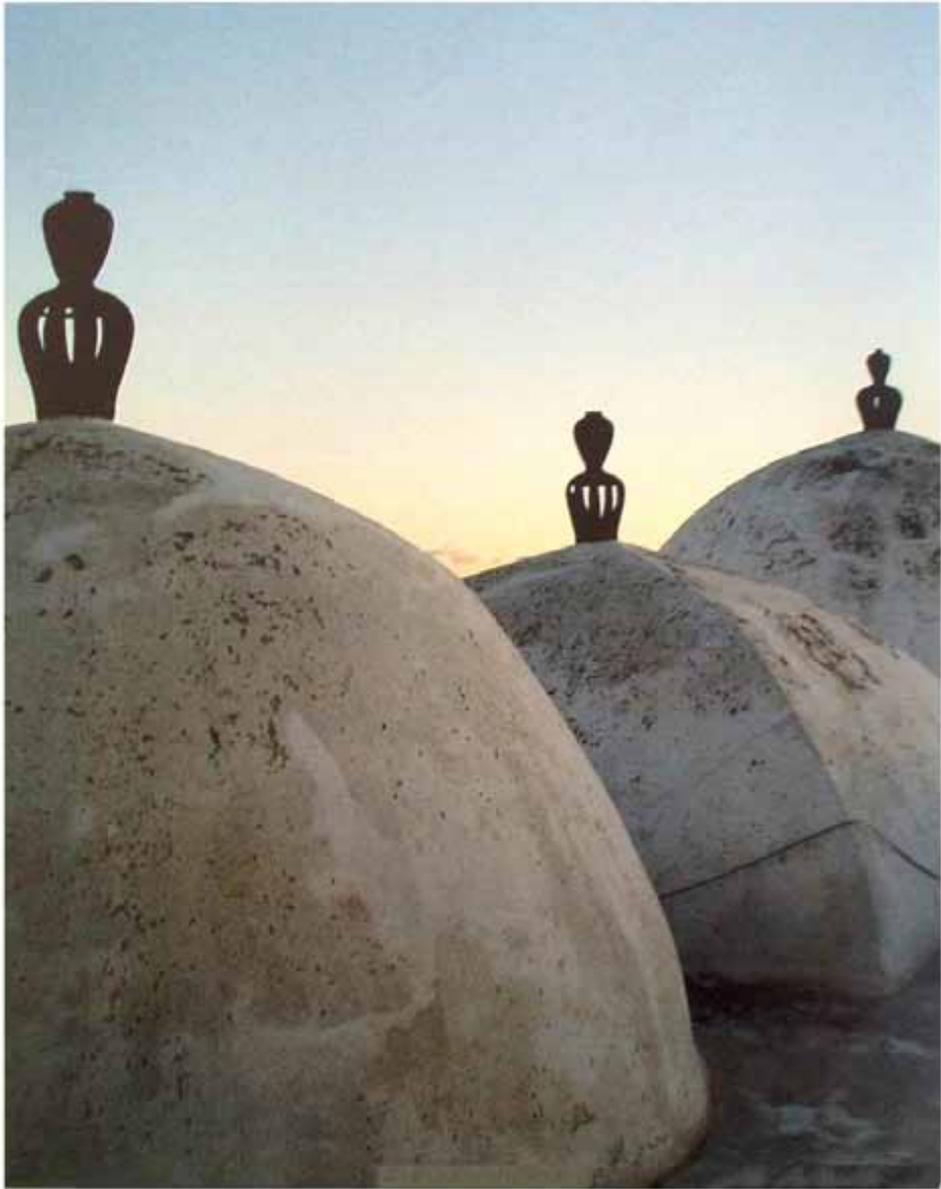
310



311

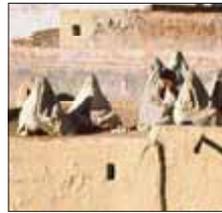


312



Le coperture

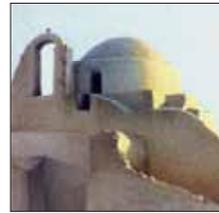
Cupole e terrazze
Dammusi di Pantelleria
Trulli e paiare pugliesi
Architettura rurale in Campania



514



515



516



517

Si può anche salire sul tetto e di colpo veder gli innumerevoli tetti a terrazza della città. Si ha l'impressione di una spianata, e tutto sembra fatto di ampie gradinate. Vien da pensare che si possa passeggiare spora l'intera città.

E. Canetti, "Le voci di Marrakech".

Comunque sia, la felicità, lo pensavo allora e lo penso a tutt'oggi, è inconcepibile senza una terrazza.

F. Mernissi, "La terrazza proibita".

513 - Cupole a Tunisi .

514 - Terrazze a Ghardaia, nel M'zab algerino.

515 - Marabutto nel deserto egiziano.

516 - Santuario a Mikonos, Grecia.

517 - Trulli pugliesi.

Cupole e terrazze

518 - 526
 Il deserto sabariano offre gli esempi più diversi di coperture a cupola e della loro applicazione nei differenti contesti ambientali.



518



519



520

Nella breve escursione attorno alla casa di Hatra che ha introdotto le tematiche di tutto il volume, si è fatto cenno a ben sei ragioni che, nei paesi presi in esame e per motivazioni climatiche, farebbero preferire la copertura a cupola a quella piana, naturalmente a parità di superficie coperta. Ora che ci accingiamo ad esporre queste ragioni, viene da chiedersi perché allora la copertura a cupola non sia qui universalmente adottata in luogo di quella a terrazza.

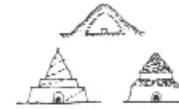
Il fattore economico, intrecciato a quello tecnico, sicuramente influisce. Ma evidentemente altre ragioni intervengono perché El Oued, nel Souf algerino, sia così ricca di cupole da essere chiamata la città "dalle mille cupole" mentre quelle della prospera e poco distante Gardhaia si contano sulle dita di una mano. Oppure perché solo a Yazd, in Iran, svetta la maggiore concentrazione di torri del vento quando dovunque se ne sono sentite narrare le virtù e la loro validità dovrebbe essere assicurata per tutta la grande fascia dei paesi a clima arido e secco. Domande che valgono per i sistemi di canali sotterranei, in Iran estesissimi per 300.000 chilometri e solo replicati, a grande scala, dalle foggare algerine. O per le camere dello scirocco, presenti a Palermo e non altrove. Domande senza completa risposta.

Conformazione morfologica e stratificazione geologica dei siti possono aiutare a risalire alla preferenza per alcune delle forme citate. Ma in generale crediamo che le tecniche impiegate in un luogo, patrimonio dell'esperienza collettiva, siano espressione di una cultura che le ha sedimentate e riprodotte senza porsi alternative, o forse in mancanza di occasioni di confronto. E, se notizie o possibilità di confronto ci sono stati, questo spesso non è stato sufficiente per procedere al rinnovamento di tecniche e saperi tramandati da



521

generazioni e conservati in certo modo come fattori identificativi della comunità. Oggi poi siamo particolarmente reattivi su questo ordine di problemi, nel momento in cui, a contrastare la normalizzazione quando non l'egemonizzazione, si va imponendo il valore della diversità in ogni campo e della specificità di ogni luogo e di ogni cultura.



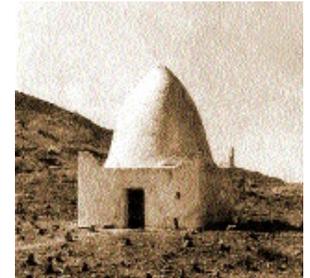
Ritornando alle cupole e alle terrazze, c'è da richiamare la grande utilità che, a livello abitativo, offre la copertura a terrazza. Sul suo pavimento piano, al riparo dei muretti di parapetto, si possono disporre a essiccare i prodotti delle coltivazioni e ad asciugare i panni lavati; vi si possono svolgere le più diverse attività, domestiche o utilitarie e trasferire i giacigli per riposare al fresco delle notti estive. Infine il sistema delle terrazze, soprattutto originariamente, ha costituito un livello di mobilità "aerea" per la popolazione, particolarmente utile nei momenti di pericoli venuti dall'esterno. Per tutte queste ragioni troviamo la copertura a cupola normalmente riservata agli edifici pubblici o collettivi, ai quali essa fornisce anche una indiscutibile riconoscibilità formale. E le sue peculiarità di mitigazione del clima interno possono utilmente essere messe al servizio di adunanze o di forte affluenza di persone che hanno luogo facilmente in questi edifici. Il comportamento climatico delle coperture piane e a cupola è illustrato nella scheda tematica delle pagine seguenti.



525



522



523

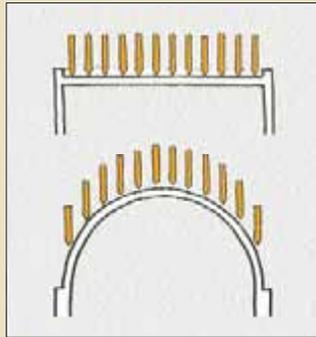


524



526

COPERTURA PIANA - COPERTURA A CUPOLA

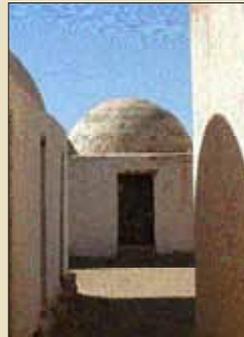


527

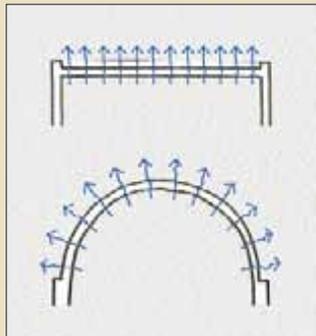
La superficie di una cupola emisferica ($2 \pi r^2$) è superiore di 2 volte rispetto alla corrispondente superficie piana (πr^2).

Quindi in una cupola esposta ad irraggiamento solare zenitale si riduce sensibilmente la temperatura della superficie unitaria irradiata rispetto alla corrispondente copertura piana.

528 - Rabouni, presso Tindouf (Algeria).



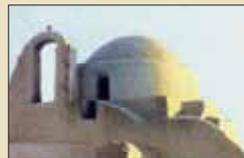
528



530

Per lo stesso motivo, rispetto alla copertura piana, nella cupola aumenta la capacità di dispersione termica per irraggiamento nelle ore notturne, quando la temperatura esterna è inferiore a quella interna.

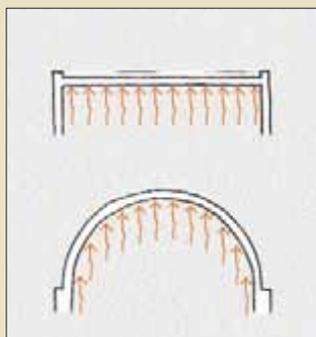
529 - Mikonos, Grecia.
531 - Cupola in adobe, Egitto.



529



531



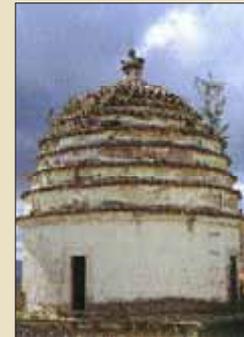
532

Il volume coperto da una cupola, essendo maggiore di quello corrispondente a copertura piana, consente di raccogliere l'aria più calda in alto, lasciando più freschi gli strati inferiori.

533 - Trulli pugliesi.



533

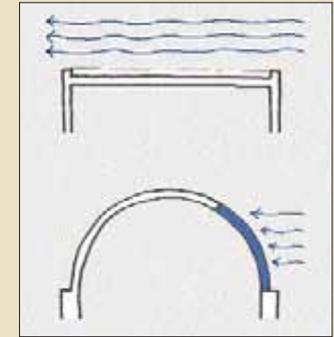


534

Durante il giorno gli strati superiori dell'aria, più lontani dal suolo, risultano generalmente più freschi.

Per questo motivo essi producono un raffreddamento della superficie nell'impatto con la cupola che non si verifica con la copertura piana.

534 - Vairano Patenora,

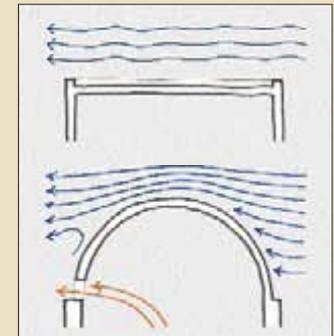


535

Rispetto alla copertura piana, la cupola modifica la sezione del flusso d'aria che la incontra, aumentandone la velocità.

Questo accresce la capacità di raffreddamento e crea un richiamo d'aria che, in presenza di aperture, consente l'estrazione naturale di aria calda dall'interno dell'ambiente.

536 - S. Giovanni degli Eremiti, Palermo.
537 - Yazd, Iran.

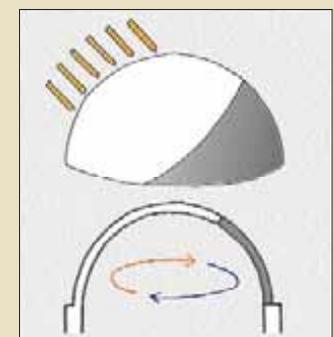


538

La cupola esposta ai raggi solari non zenitali presenta sempre una parte in ombra e una illuminata.

Questo fa sì che si determini una differenza di temperatura tra le due parti e un corrispondente movimento d'aria.

539 - Urfa, Anatolia sud-orien-



540



541



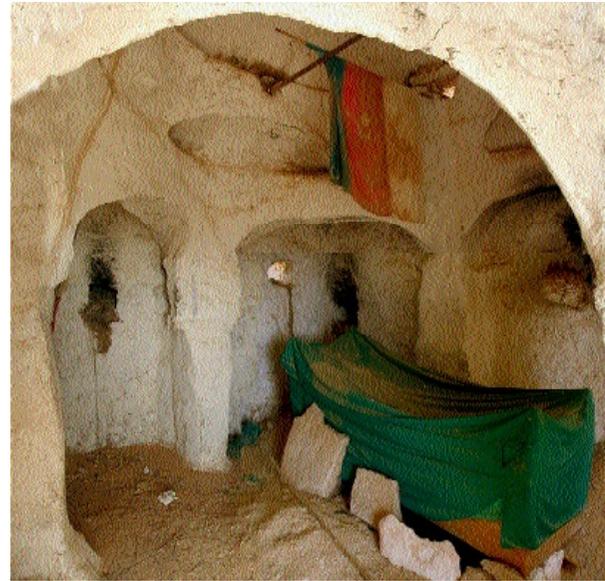
542



543



544

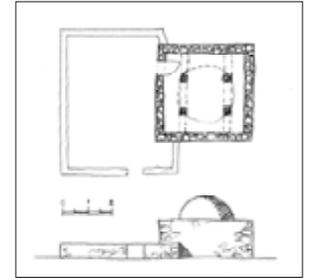


545

541/547

Piccoli edifici devozionali con copertura a cupola che si possono incontrare anche nelle zone più disabitate, chiamati "marabutti", dal nome che viene dato alla persona che si ritiene abbia vissuto in santità e della quale l'edificio costituisce una sorta di monumento funebre.

La copertura a cupola, l'alto spessore delle murature e le forature ridotte al minimo producono un effetto di mitigazione del clima interno, altrimenti non tollerabile per la zona desertica in cui gli edifici sono ubicati (Libia, tra Nalut e Gbadames).



546



547

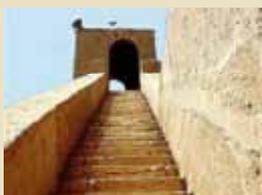
HASSAN FAHTY



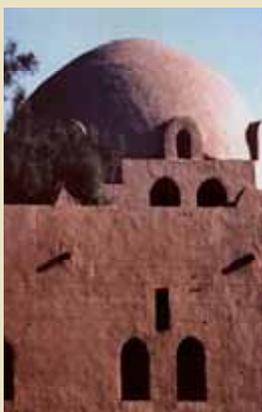
548



549



550



551

"Una macchina è indipendente dall'ambiente in cui opera. Eventualmente essa potrà essere influenzata da aspetti climatici, ma per nulla da aspetti sociali. Una persona, invece, è un membro di un organismo vivente che reagisce costantemente all'ambiente, modificandolo e facendosi modificare da esso". Hassan Fahty (1888 - 1975), il grande architetto egiziano cui si deve il recupero delle radici tradizionali nel costruire vernacolare, così esprimeva la sua profonda convinzione sul primato dei fattori ambientali nell'architettura.

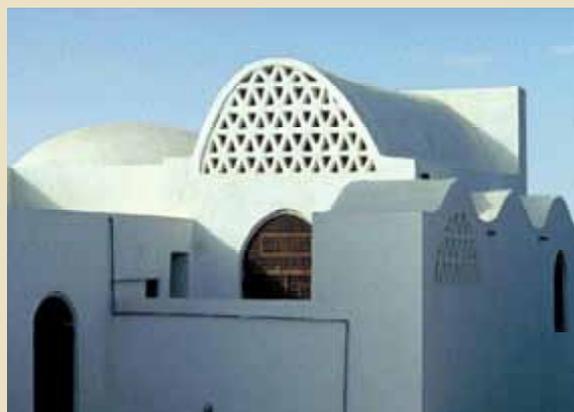
Il clima in particolare produce effetti facilmente osservabili sulla morfologia dei manufatti. Per esempio, spostandosi verso l'equatore, si riduce progressivamente il rapporto tra superfici finestrate e pareti mentre si evitano la luce abbagliante ed il calore del sole con vari espedienti come le profonde logge e i balconi fortemente aggettanti che ombreggiano i muri delle abitazioni. Le grandi aperture sono arricchite da grate in legno o in marmo per contrastare il bagliore della luce e permettere di essere attraversate dalla brezza. Tali accorgimenti possono offrire valide soluzioni sia dal punto di vista del comfort che sotto l'aspetto estetico. Anche la scarsità delle precipitazioni piovose influisce sulla forma della costruzione, comportando una riduzione della pendenza delle falde di copertura sino ad arrivare ai tetti piani.

Secondo Fahty, l'abbandono delle tecniche tradizionali da parte dei progettisti mossi dal desiderio di creare forme sempre nuove, ha portato ad un generale malfunzionamento dell'organismo edilizio: "La tentazione di creare progetti moderni che assale un architetto di oggi, gli impedisce di giungere allo scopo principale dell'architettura: essere funzionale. Egli dimentica l'ambiente in cui egli inserirà il suo edificio perché non riesce a cogliere che la forma ha un significato solo nel proprio contesto ambientale."

548 - L'architetto egiziano Hassan Fahty.

549, 552 - 558 - Antica tecnica per la costruzione delle volte nubiane in mattoni di terra cruda, senza ausilio di centina, riportata in essere da Hassan Fahty.

550 - 552 - Realizzazioni di Hassan Fahty.



552

Prima della diffusione dei moderni mezzi impiegati per migliorare il comfort ambientale, gli abitanti delle zone aride, a climacaldo-secco, erano obbligati a trovare tecniche per raffrescare gli ambienti utilizzando energie naturali e sfruttando positivamente i fenomeni fisici. In genere questi sistemi si sono rivelati più in armonia con la fisiologia dell'uomo dei moderni mezzi alimentati da energia elettrica, come ad esempio i condizionatori d'aria. Esiste un'evidente necessità di favorire lo sviluppo dei sistemi tradizionali, basati su risorse naturali e rinnovabili. Prima di proporre nuove tecniche, bisognerebbe valutare le soluzioni impiegate nell'architettura vernacolare e adattare, sviluppandole, per renderle idonee alle esigenze attuali. Questo, in sintesi, il messaggio di Fahty, messo in pratica in maniera esemplare in tutta la sua architettura.

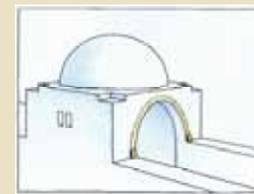
Hassan Fahty, nato ad Alessandria nel 1900, divenne uno dei più insigni architetti della sua generazione in Africa dimostrando che è possibile costruire per i poveri e insegnando al popolo a costruire per se stesso.

Fahty ha insegnato presso la Facoltà di Belle Arti all'Università del Cairo come direttore del Dipartimento di Architettura. Nel 1981 ha fondato l'Istituto di "Appropriate Technology" al Cairo per sviluppare ed applicare il proprio approccio. Con la pubblicazione nel 1973 di Architettura per il popolo (Stampa Università di Chicago), il lavoro di Fahty si pone all'attenzione internazionale. Questo testo, diventato un classico, descrive nel dettaglio l'esperienza di Fahty nella progettazione e nella realizzazione del villaggio di New Gourna, dove sono impiegati mattoni di terra cruda e tecniche tradizionali come corti interne e coperture a cupola o a volta.

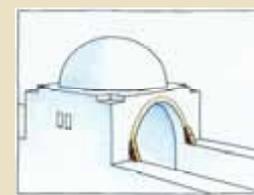
Fahty ha lavorato a stretto contatto con la gente riuscendo ad adattare i propri progetti alle necessità della gente. Benché New Gourna sia rimasta incompiuta, per motivi essenzialmente burocratici, è stato detto di Fahty che ha prodotto "non solo risposte, ma ispirazione; il suo insegnamento e la sua esperienza costituiscono un'immensa risorsa internazionale". Nel 1980 ha ricevuto il Premio Aga Khan per l'Architettura e nel 1984 la medaglia d'oro dell'Unione Internazionale degli Architetti. Hassan Fahty è morto al Cairo nel 1989.



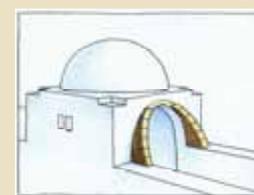
553



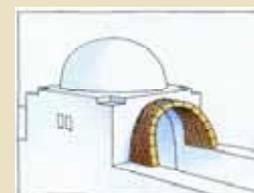
554



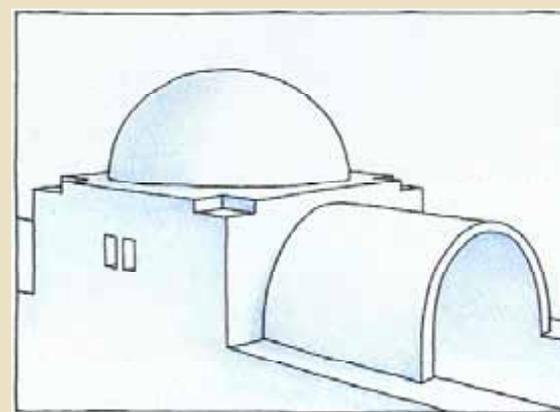
555



556



558



557



559



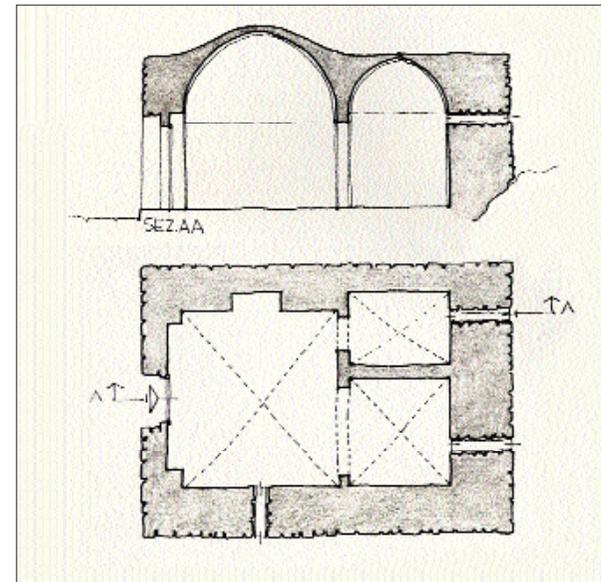
560

A Pantelleria la Tunisia è più vicina della Sicilia. Le influenze arabe sono riconoscibili un po' dovunque, dalla toponomastica ai cognomi degli abitanti e anche l'architettura risente di ascendenze arabo-spagnole. Architettura povera e originale, che si identifica nella casa di abitazione: il *dammuso*, termine derivato dall'arabo nel significato di "edificio a volta". Esso nasce nel X sec. d. c. e si evolverà nel tempo fino al XVI sec., quando il Mediterraneo divenne sicuro dalle incursioni dei pirati e la vita nell'isola migliorò dal punto di vista economico. Gli abitanti che prima si addensavano nel centro, difesi dalla roccaforte del castello, si sentirono liberi di espandersi su tutto il territorio dell'isola, in corrispondenza delle zone più fertili, diffondendo dovunque la tipologia costruttiva del dammuso. Anche se lontanamente riprende il modello delle *quba* o dei *marabutti* maghrebini - isolati di forma cubica e copertura a cupola - questa tipologia costruttiva è il risultato di un'elaborazione autoctona, capace di mettere a frutto le esigue risorse disponibili in loco per ottimizzare in senso utilitario e climatico la soluzione abitativa. A differenza di quanto avviene altrove, il dammuso è la casa di abitazione sia rurale che di paese. Accanto a soluzioni più elaborate è presente la versione elementare, costituita da un semplice blocco compatto a forma di cubo, con copertura a cupola ribassata e altezza non superiore a quattro o cinque metri, in cui, nonostante la geometria essenziale, riconosciamo un'unità abitativa completa. L'ambiente principale è dotato di focolare e nicchie a ripiani, dove si svolge la vita diurna degli abitanti. Due piccoli vani provvisti di soli giacigli, schermati a volte da tende, si aprono sul fondo, uno per gli adulti e l'altro per i piccoli, usato questo anche come deposito e dispensa. I muri sono realizzati a secco con pietra lavica, leggera e porosa, e presentano spessori notevoli, da mezzo metro a più di un metro per riparare l'ambiente dalla alte temperature e assorbire le spinte della

I dammusi di Pantelleria

559 - 563

Dammusi nell'isola di Pantelleria. La tipologia è la stessa, sia per le abitazioni sparse di carattere rurale che per le case di paese. Pianta e sezione del modulo abitativo elementare. Nell'ambiente più grande si trova il focolare e nelle pareti sono ricavate nicchie a ripiani. I due vani sulla destra ospitano i giacigli degli adulti e dei piccoli. Le forature sull'esterno sono ridotte al minimo.



562



561



563

564
Schizzo di dammuso nel suo ambiente.

565
Sul fronte in pietrame a secco si nota il canale verticale che convoglia l'acqua piovana raccolta dalle coperture nella cisterna sottostante.

volta di copertura. Sull'esterno le forature sono ridotte al minimo per riparare dal vento costante e dal sole e, oltre la porta d'ingresso, troviamo piccole finestre e minuscoli fori di ventilazione.

Dall'aggregazione di questo modulo base si ricavano i dammusi più grandi ed elaborati. L'articolazione segue però modi liberi, dettati dalla topografia dei luoghi, generalmente sistemati a terrazzamenti, e dalle condizioni di contorno più varie. Nascono così complessi di architettura "organica" di alta e spontanea espressività compositiva, cresciuti poco a poco in risposta alle esigenze mutevoli di chi li abita.



564

La vita a Pantelleria si svolge per lo più all'aperto e l'articolazione degli spazi esterni che si vengono a creare dall'unione dei volumi assume importanza pari a quella degli interni delle abitazioni. Se pensiamo che un alto e possente muro a secco di forma circolare nasconde e protegge anche una sola pianta di limone, ci rendiamo conto di come cisterne d'acqua, ricoveri per animali e giardini murati possano formare un complesso e particolarissimo sistema di architetture utilitarie, che appare perfettamente integrato con il territorio e con i nuclei di abitazione.



565

Le tradizionali tecniche realizzative dei muri e delle coperture vanno scomparendo rapidamente, per lasciare il posto a soluzioni in cemento a blocchi o in laterizio, che non assicurano certamente la stessa naturale climatizzazione degli ambienti.

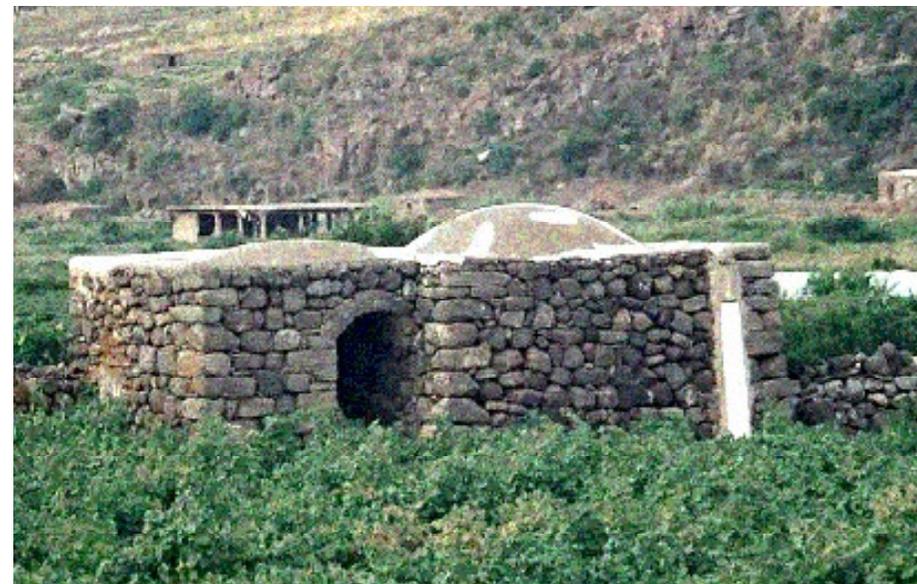
La costruzione della cupola prevedeva un'impalcatura di legno su cui si realizzava l'esatta forma della volta con pietre vulcaniche, sigillando gli interstizi con terra pressata. Su questa contro forma e in aderenza vengono disposte le pietre che formeranno la volta definitiva, legate con malta di



566

calce.

A presa della malta avvenuta, si smantellano contemporaneamente impalcatura e controforma per mettere in luce la volta. La finitura esterna è con impasto di calce e pomice o tufo rosso, battuto con mazze di legno per giorni, fino a formare uno strato duro ed impermeabile. Non si usa cemento che, con le alte temperature, crepa e fessura. Regolarmente si provvede alla manutenzione delle lesioni superficiali con bianche e visibili riprese eseguite con latte di calce. Attraverso i tetti si raccoglie poi la preziosa acqua piovana



567

566
Schizzo di dammuso nel suo ambiente.

567
Sulle coperture e sul canale verticale di convogliamento dell'acqua si notano le bianche riprese eseguite con latte di calce per sigillare le fessurazioni superficiali.

I trulli

che viene convogliata nelle cisterna, interrata al di sotto ogni abitazione. Nella Murgia pugliese sorgono i "trulli", forse le costruzioni rurali più conosciute e ammirate del nostro paese.

Destinati ad abitazione isolata del colono e al ricovero degli attrezzi agricoli e dei raccolti, dal Settecento si diffondono anche come casa di paese, addensandosi fino a formare interi centri abitati. C'è abbondanza di pietre nelle aride colline della Murgia, modellate dalla geologia su un letto di brune rocce calcaree che si sfaldano a strati di vario spessore, così da fornire lastre a facce lisce e parallele. Sono pietre da cui occorre sgomberare il terreno per renderlo lavorabile, pietre che possono essere utilizzate come materiale da costruzione, tenuto conto che l'edificazione a secco, più economica di quella con leganti e carpenteria, richiede però maggiore quantità di materiale per assicurare la statica dell'edificio. E' vero quindi che si devono realizzare murature più spesse, ma queste proteggono meglio dal gran caldo che perdura implacabile sulle campagne pugliesi.

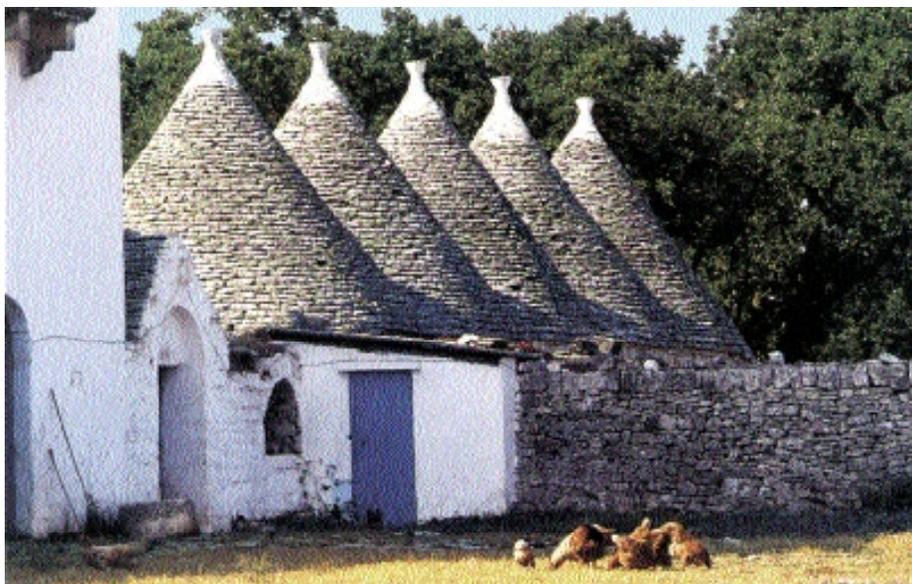
La geometria del trullo, che per qualcuno evoca simbolicamente la "tenda pietrificata", è composta dall'innesto della forma conica di copertura su una base sottostante di forma cubica o cilindrica. La copertura è una cosiddetta "falsa cupola", ottenuta cioè mediante la sovrapposizione di corsi concentrici di lastre sottili - non più di sette centimetri - chiamate *chiancarelle*, che vanno via via riducendo il raggio avvicinandosi al colmo. L'ultimo anello della volta viene chiuso da una lastra circolare ancorata alle pietre sottostanti. La chiave dell'insieme è il tipico elemento apicale a cuspidate intonacate, terminante in un pinnacolo dalle forme più svariate. L'ingresso ai trulli più antichi si distingue per la presenza di un'architrave in pietra sormontato da un arco di scarico. L'innesto dell'ingresso modifica la forma conica della copertura, prendendo la forma di un piccolo frontone sporgen-

568

La masseria La Risana a Martina Franca, una delle tante che punteggiano la valle d'Itria. (da Bell'Italia n. 51, 2000).

569

Un gruppo di trulli nella piana della valle di Itria, nella Murgia (da Bell'Italia n. 48, 1990).



568

192

te al quale si adatta con continuità il manto calcareo di copertura.

Come per altre architetture vernacolari - ad esempio i già illustrati *dammusi* di Pantelleria - si parla di unità abitative complete anche in presenza di forme compositive elementari o estremamente semplificate.

La distribuzione interna è ancora costituita dall'ampio vano centrale di uso comune, cui corrisponde esternamente il tetto conico, e dagli spazi laterali minori, di carattere "specialistico" come il focolare, il pozzo, il pagliaio, il forno o i depositi, direttamente affacciati sul vano centrale, riconoscibili all'esterno da protuberanze o balze che si raccordano al cono principale.

I vani, imbiancati con latte di calce come i muri esterni, sono pavimentati con le stesse *chiancarelle* di copertura e sono forniti di nicchie ricavate nello spessore dei muri, utilizzate come ripiani o come posti letto. Non ci sono porte interne, ma semplici tende per separare gli ambienti. Il vano principale generalmente è dotato di un soppalco in tavolato di legno ad altezza di due metri e mezzo che, utilizzato in fase di costruzione come piano di lavoro per la realizzazione della copertura, funge poi da deposito per attrezzi agricoli e derrate alimentari. Scale esterne in pietra conducono al piano di imposta della copertura, che viene utilizzato, nei margini liberi, come essiccatoio per la frutta e gli ortaggi.

Una cisterna sotterranea, scavata prima della costruzione del trullo, riceve la preziosa acqua piovana che viene canalizzata lungo i solchi ricavati sul piano d'impasto delle coperture. Spesso sui cono di copertura si ritrovano, tracciati con latte di calce, disegni sacri e profani, stelle, croci, mezzelune, simboli astrali.

Infine c'è da osservare che la struttura del trullo, nella semplicità della sua composizione spaziale planimetrica, consente l'aggregazione di moduli aggiuntivi sempre collegati al nucleo centrale, ma raccordati all'insieme

570/573

Le fasi di costruzione del trullo (ill. di L. Derrien, Specchio della Stampa, nov. 1997).

574

Simboli dipinti a calce sulle cupole dei trulli: segni di identificazione, sigilli protettivi o simboli derivati dalla croce cristiana.

575, 576

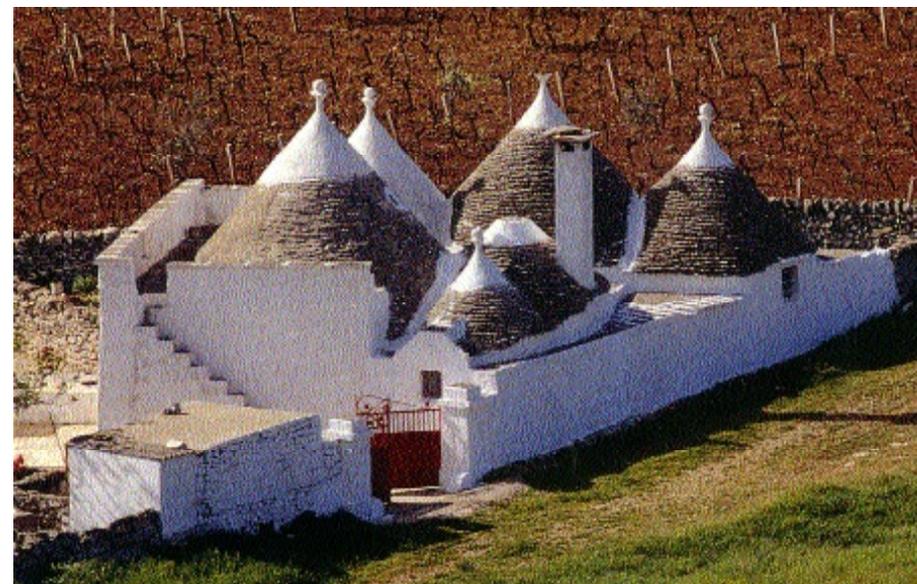
Schizzi di A. Laprade a Fasano e Alberobello (1935-36).

577

Spaccato prospettico di un complesso di trulli (da Bell'Italia n. 60, 1992).

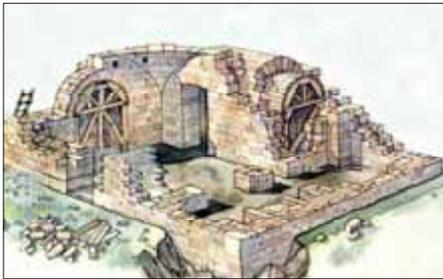
578

Pinnacoli sommitali della copertura (dis.



569

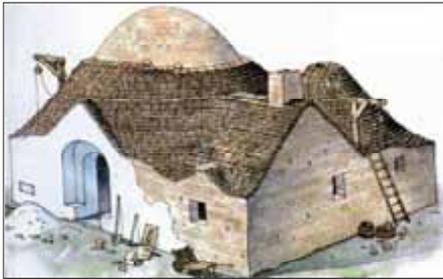
193



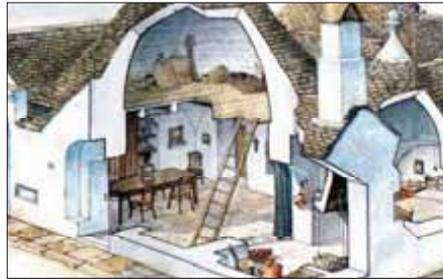
570



571



572



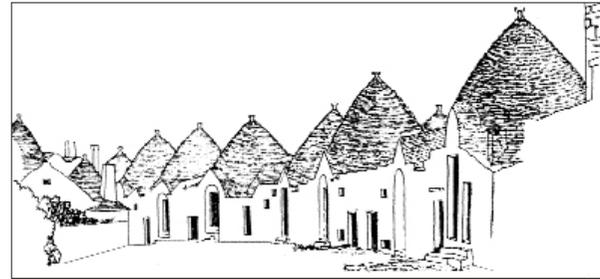
573



574



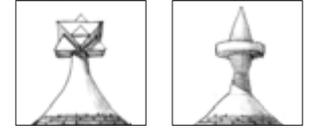
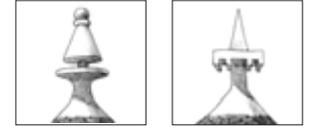
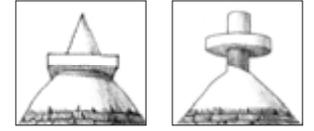
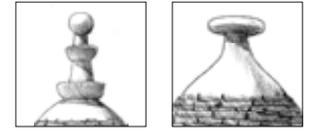
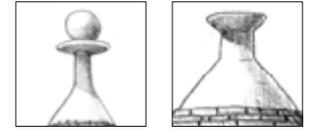
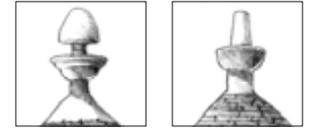
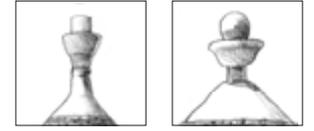
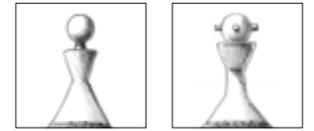
575



576



577



578

Le paiare pugliesi

ad aspergerla con latte di calce.

Del caratteristico paesaggio salentino, maestose sono le costruzioni trulliformi chiamate *paiaie*, testimonianza significativa di quando la campagna era operosamente animata dai contadini e dalle loro attività.

Le *paiaie*, utilizzate come ripari temporanei o giornalieri, si presentano in forme differenti, piramidale o quadrata, tronco-conica o tronco-piramidale, singoli o a coppia, isolati al centro delle unità particellari o sistemati sui confini per non togliere spazio alle colture.

Si tratta di un fenomeno di permanenza culturale forse unico nella regione pugliese e di una tecnica costruttiva che, dalla sua comparsa in epoche antichissime ad oggi, si è tramandata senza concessioni al variare degli stili. La tecnica è la derivazione del sistema del triangolo di scarico strutturale, così come la cupola e le volte a botte sono derivate dall'arco a tutto sesto.

Il procedimento costruttivo presenta poche varianti; come attrezzo si usava solo un martello di forma particolare, avente la duplice funzione di assestare le pietre di smussarle leggermente. Pietre posate interamente a secco e, generalmente, non squadrate a causa del tipo di roccia calcarea difficile da sagomare in forme regolari.

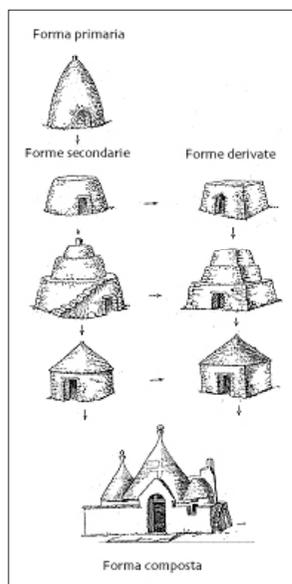
Scelto il sito, il contadino traccia la planimetria del riparo direttamente sul terreno. Se la roccia è affiorante, la spiana opportunamente per creare il piano di appoggio ed il pavimento; altrimenti si rimuove lo strato di terra che ricopre il banco calcareo e si cominciano a costruire i muri perimetrali, che vengono elevati verticalmente fino a circa 1,5 o 2 metri. Tra il muro interno e quello esterno si lascia un'intercapedine (*muraja*), la cui ampiezza varia a seconda della dimensione del riparo (generalmente di un paio di metri); questa viene colmata con pietrame minuto frammisto a terra. Gli edifici più grandi raggiungono altezze fino a 14 metri e muraje fino a 6

579

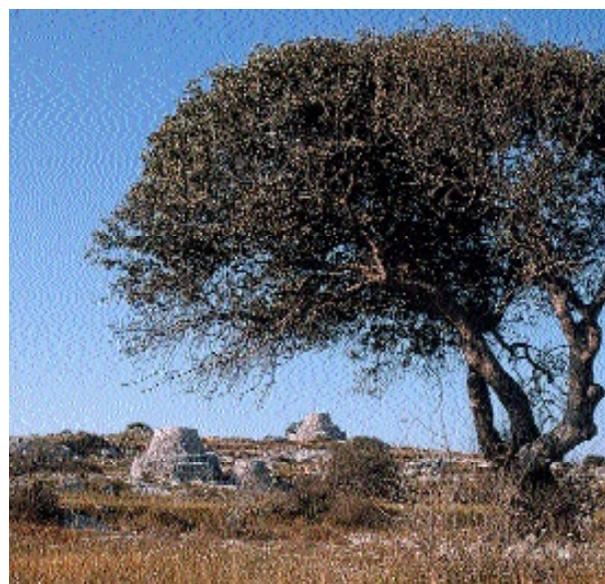
Le *paiaie* sono ripari agricoli, temporanei o giornalieri, con volume trulliforme e realizzati a secco con pietre di roccia calcarea locale. Il processo evolutivo della forma trulliforme: la forma primaria, le forme secondarie e derivate a base parallelepipeda fino a quella composta.

580

Paiaie nel comune di Salve, con le caratteristiche scala esterna che fanno assumere al volume la forma di chiocciola.



579



580

metri. All'altezza prestabilita il muro verticale viene spianato e i successivi strati di pietra vengono disposti leggermente inclinati verso l'interno (per il muro esterno), e sporgenti in falso (per il muro interno). Le pietre di un medesimo strato, che si contrastano lateralmente costituendo un sistema anulare pressoché rigido, pur senza malta e armatura, si sorreggono tra loro esclusivamente attraverso i contrasti e per gravità. I successivi anelli, leggermente aggettanti verso l'interno grazie all'utilizzo di pietre più lunghe, presentano un diametro che si riduce progressivamente, sino a raggiungere la dimensione di circa 30-40 cm. E' a questo punto che viene posta una grande lastra (*chiànca*), in funzione di chiave dell'intera struttura e a sigillo dell'apertura.

La costruzione trulliforme, come abbiamo visto, è dimora adatta per le campagne pugliesi caratterizzate da estati molto calde e da inverni relativamente rigidi, in quanto, grazie allo spessore delle *muraje*, tra il pietrame minuto utilizzato per colmare l'intercapedine viene a formarsi una sorta di camera d'aria che funge da efficace coibente termico. Pertanto la *paiaia* all'interno presenta temperature miti in inverno e fresche d'estate. Inoltre la sua struttura è anche resistente ai movimenti tellurici in quanto la passività della sua compagine muraria assorbe, in parte, le vibrazioni del terreno senza cedimenti. Le *paiaie* sono munite di una o più scale esterne a spirale, ricavate nello spessore della *muraja*; e questo fa assomigliare l'intera struttura ad una gigantesca chiocciola. La presenza delle scale consente di salire sul tetto per seccare al sole fichi, peperoni o altro, per effettuare lavori di manutenzioni, ma, principalmente, la scala sembrerebbe essere un elemento necessario nel corso dei lavori di edificazione del riparo, in quanto man mano che la struttura si erge verticalmente, il costruttore può far salire il materiale utilizzando la stessa scala, la cui realizzazione, quindi, precede



583



584



585



586



587



588



589



590



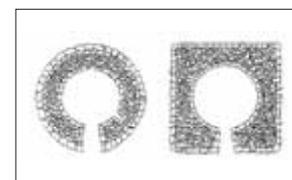
591

581, 582

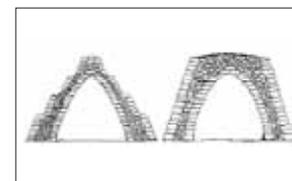
Nelle immagini al tratto piante e sezioni di *paiaie*.

583-591

Varie forme di *paiaie*, sempre trulliformi e realizzate a secco con pietre calcaree sommariamente squadrate.



581



582

Architettura rurale in Campania

592
Fronte di un'abitazione di Anacapri con copertura a volta, anni '50.

593, 594
Arola (Vico Equense): abitazione con coperture a volta, disegni di F. Esposito.

595
Anacapri, in uno schizzo di G. Moretti tratto da un disegno di R. Pane.

596
Cetara (Salerno), case con tetto a terrazza o a volta, anni '50.

597
Coperture a volte cruciformi a Capri.

598
Copertura a botte incrociata sulla costiera di Amalfi in una foto di G. Pagano.

599, 600
Case con tetti a volta a Positano

601
Pisticci nella valle del Basento.

attraverso la sapiente opera di modellazione dei manti di copertura. L'esempio che riportiamo, tratto da "Sopravvivenze dell'architettura rurale in Campania: Arola" a cura di G. Abbate (1991), è riferito ad Arola, frazione di Vico Equense situata ai piedi del monte Ferano, in cui restano testimonianze di costruzioni che si richiamano alla grande tradizione mediterranea delle coperture a volta. In quest'area le case rurali beneficiano generalmente di una modesta falda freatica, che corre a poca profondità: di qui la diffusione dei pozzi che si allargano nel sottosuolo per meglio captare l'acqua. La presenza di pozzi e di un'agricoltura fondata soprattutto sulla coltivazione dell'ulivo e della vite ha consentito talvolta, come nel caso illustrato, di disperdere l'acqua piovana raccolta dalle volte, invece di convogliarla, come in tanti altri casi del nostro Mezzogiorno, nelle cisterne a servizio delle abitazioni. I cosiddetti *lastrici* o *battuti* che proteggono l'estradosso delle volte altro non sono che miscele di lapillo e calce. Il procedimento tradizionale per la loro formazione, praticato ancora all'inizio di questo secolo, era piuttosto elaborato. Si mettevano insieme l'inerte e il latte di calce spenta da circa otto giorni, agitandoli a più riprese e aggiungendovi, se necessario, ulteriore legante. Poi si faceva riposare il tutto per circa 24 ore, durante le quali la malta fermentava e si riscaldava; quindi si rimescolava il composto una seconda, una terza ed una quarta volta, versando sempre latte di calce, allo scopo di impedire il suo essiccamento. Una volta che la miscela aveva acquistato la compattezza desiderata, la si stendeva, secondo lo spessore prescelto, sulle volte, avendo cura di impegnare interamente le superfici da coprire, onde evitare distacchi e lesioni. Avendola ben spianata, si aspettava ancora 24 ore, affinché raggiungesse una consistenza tale da consentire di potervi camminare sopra e, infine, la si batteva uniformemente con mazzuole per molti giorni, riducendone lo spessore di circa un terzo, continuando



596



597



592



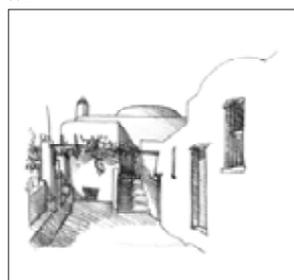
593



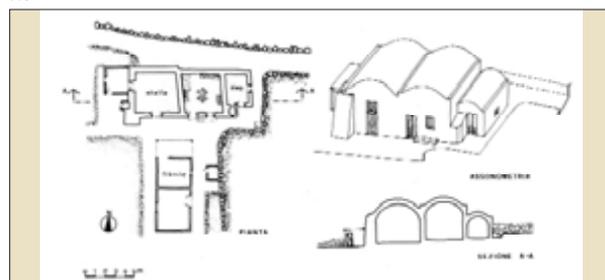
598



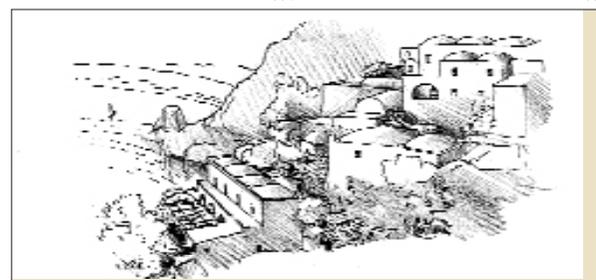
599



594



595



600



601

Le coperture a terrazza

602, 603
 Coperture a terrazza, in cui sono praticate piccole forature di illuminazione del patio sottostante (coperto per attenuare temperatura e luminosità). Oasi nella regione di Biskra (Algeria)

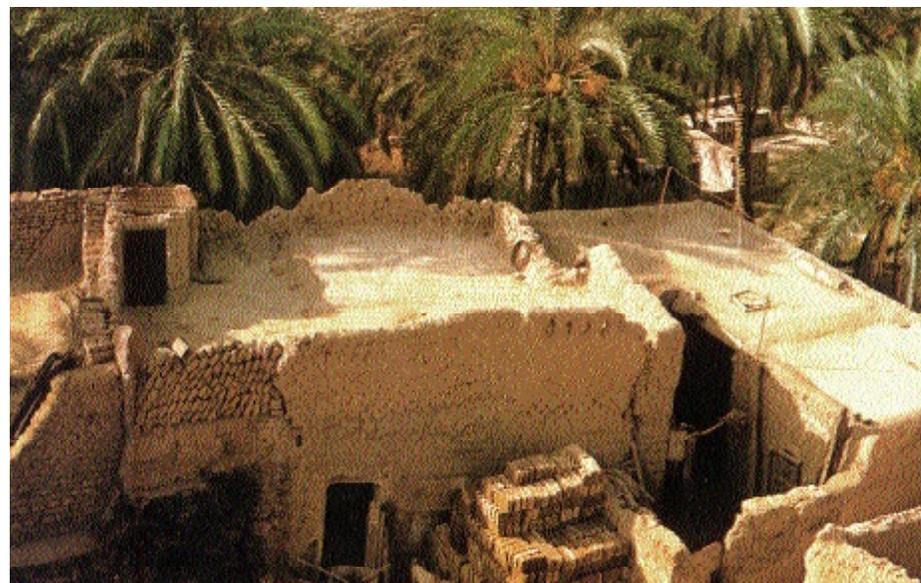
604
 Scala di collegamento al sistema dei percorsi al piano delle terrazze nella Casbah di Algeri.

605, 606
 Fori nei pavimenti delle terrazze per l'aerazione e l'illuminazione dei locali sottostanti. Gbadames, Libia.

607, 609
 Donne e bambini assistono ad una festa locale dalle terrazze di Ghardaia (Algeria).



602



603



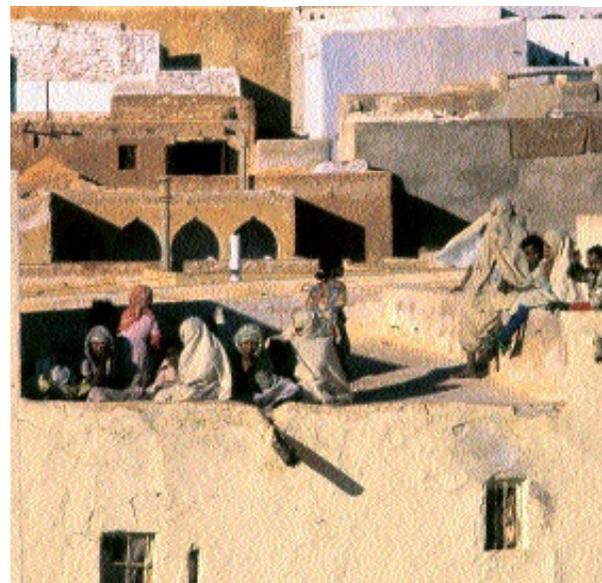
604



605



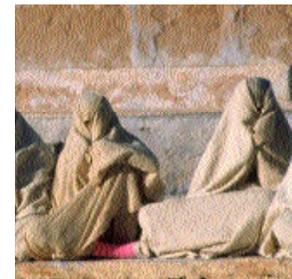
606



608



607



609

Oasi di Ghadames (Libia)

610
Scale di accesso al sistema dei collegamenti tra terrazze.

611
Scala di accesso alla terrazza.

612
Terrazze nell'oasi di Toumin, presso Ghadames.

613
Il sistema dei percorsi aerei.

614
Decorazioni berbere sul pianerottolo di accesso alla terrazza.



610



612



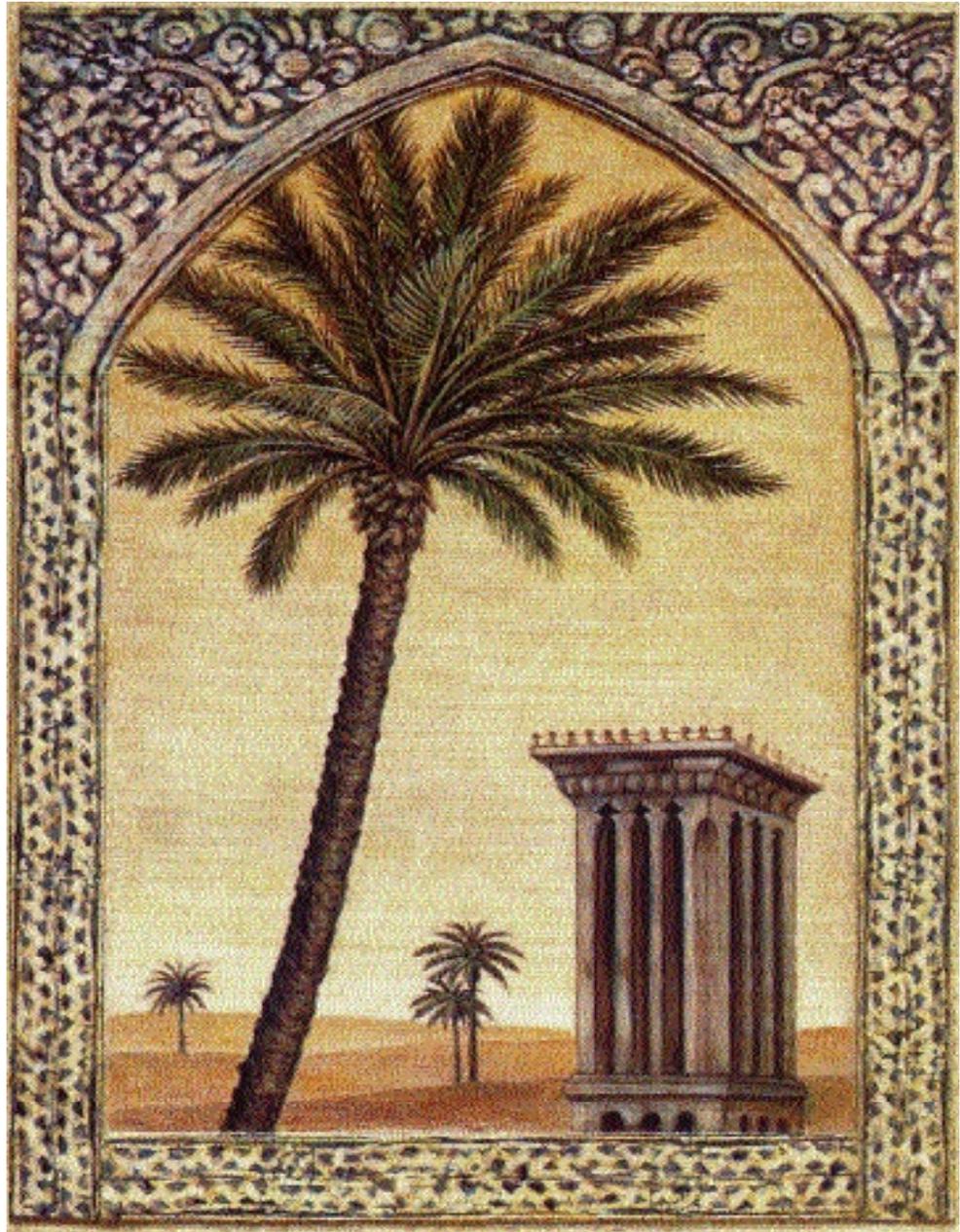
613



611



614



Climatizzazione e ventilazione naturale

Torri del vento, ghiacciaie e cisterne
Fontane, *salsabil* e corti umide
Takehtabùsh
Camere dello scirocco
La Zisa di Palermo
Sistemi di chiusura, claustra e *mashrabiye*



616



617



618



619

Il vento, buon compagno.

M. Yourcenar, "Qoi, l'éternité?".

*Un muro, spesso conto il vento del nord, poroso alla luce del sud;
una casa mobile, viaggiante, trasparente a tutti i favori del Mezzogiorno...
Che sarebbe una stanza per noi, Natanaele? Un rifugio in un paesaggio.*

A. Gide, "I nutrimenti terrestri".

615 - Torre del vento.
616 - Torri del vento a Yazd, Iran.
617 - Malqaf in tela su struttura di legno in Oman.
618 - Il salsabil nella Zisa di Palermo.
619 - Mashrabiya a Tunisi.

Premessa

Attorno agli aspetti di protezione climatica degli edifici di tipo massivo, abbiamo osservato come la progressiva richiesta di benessere all'interno delle abitazioni abbia condotto alla predisposizione di aperture sulla parte alta delle pareti per evacuare l'aria calda tramite moti convettivi.

Poiché la realizzazione di fori nelle murature non crea particolari difficoltà tecniche o costi aggiuntivi, bisogna pensare che, se non vengono realizzati, ciò sia dovuto all'indifferenza più o meno rassegnata a beneficiare di un comfort di base o ad un concetto di habitat in cui l'esigenza di sicurezza prevalga sul bisogno di benessere. Molti insediamenti rurali rivelano questa concezione, che vediamo perpetuarsi nelle attuali bidonvilles.

L'introduzione di un'aerazione forzata dipenderà dunque da due fattori: comparsa del desiderio di benessere (associato alla consapevolezza della elementare relazione fra benessere e aria in movimento) e l'accettazione di forature aggiuntive nella muratura, con il rischio che da esse possono derivare (Alexandroff, 1982). In questo caso, il sistema base delle forature darà vita a sistemi via via più sofisticati, integrati da elementi che accelerano e rafforzano i moti convettivi dell'aria.

Al crescente bisogno di confort climatico si risponde dunque con soluzioni diverse. Un primo modo consiste nello sfruttare i caratteri volumetrici degli edifici insieme all'adozione di semplici accorgimenti messi a punto osservando le reazioni prodotte dalla vaporizzazione dell'acqua. Infatti, quando aria non satura viene a contatto con l'acqua, una parte dell'acqua evapora. Questo processo attinge energia dal calore dell'aria (è una reazione endotermica), cosicché la temperatura dell'aria diminuisce corrispondentemente all'aumento del suo contenuto di vapore acqueo. Per questo si usa disporre bacini d'acqua negli ambienti o semplicemente innaffiare spesso e abbon-

Raffrescamento per evaporazione



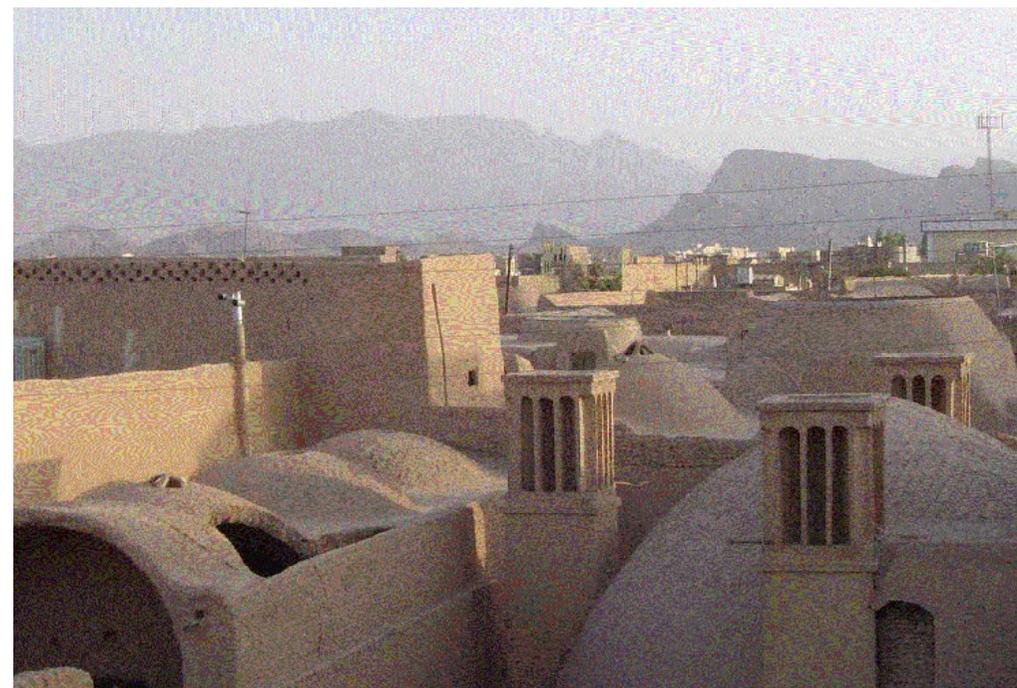
620

620
Vista panoramica della città di Yazd, Iran. Le torri del vento, di forme e altezze diverse, caratterizzano in modo unico il profilo delle coperture.

dantemente il pavimento delle corti interne. Il suolo attira gli strati d'aria superiori, più caldi, li rinfresca per quanto detto, e l'aria rinfrescata può poi circolare nelle camere che si aprono sulla corte. Il sistema si completa con la predisposizione di corti e giardini alberati attorno alle dimore, di chioschi e strutture leggere posti sul percorso del vento ma senza ostacolarne il flusso.

Si tratta di un primo ordine di soluzioni che identifichiamo come corti umide, camere dello scirocco, *salsabil*, *takbatbush*, ecc.

Ma nelle aree a clima caldo e secco l'acqua non è un bene diffuso e nei centri urbani lo spazio per corti e giardini non sempre è disponibile. In



621

alcune regioni si sono dunque adottati sistemi alternativi, più sofisticati.

È il caso delle "torri del vento" che rappresentano un vero e proprio sistema di climatizzazione passivo poiché esse utilizzano unicamente energia naturale, sfruttando i caratteri del clima che si propongono di mitigare (forte escursione termica e ventosità). Ma vogliamo osservare che, mentre il primo ordine di soluzioni cui sopra abbiamo accennato è caratterizzato dall'accentuazione dei fenomeni naturali, e si richiama a una concezione intuitiva della climatizzazione che potremmo definire "ambientale", con le torri del vento siamo di fronte a sistemi di climatizzazione "progettati", cioè basati su soluzioni specifiche, attraverso le quali l'intervento dell'uomo induce anche processi forzati rispetto ai movimenti spontanei dell'aria all'interno degli ambienti.

Torri del vento

In alcune zone dell'altipiano centrale iraniano, soprattutto nelle regioni delle città di Yazd e Kerman, i tetti degli edifici sono sormontati da torri in mattoni di argilla, simili a camini con sottili aperture verticali alla sommità. Si tratta delle torri del vento, indispensabili per la sopravvivenza durante le torride estati iraniane. *Bagdir* è il termine usato in Iran per queste strutture e significa letteralmente "cattura-vento". È frequente nelle aree in cui il vento soffia ad intervalli regolari e da direzioni dominanti, soprattutto negli insediamenti del sud-ovest del deserto centrale e nei porti lungo il Golfo Persico.

I *bagdir* sono stati sapientemente studiati da N. Bahadori nell'articolo "Il condizionamento dell'aria nell'architettura iraniana" apparso sulla rivista *Le Scienze* (1978) e da E. Beazly e M. Haverson in "Living with the desert. Working buildings of the Iranian plateau" (1982). A questi testi, che oggi rimangono insuperati, facciamo riferimento anche per quanto riguarda le

Bagdir iraniani

621
Ancora Yazd, nell'Iran. Qui si notano le coperture a volta, in particolare la cisterna in primo piano, con le torri del vento ad essa collegate.

Il funzionamento climatico

illustrazioni.

Il *bagdir* consiste in una torre la cui sommità si eleva sopra il livello della copertura, suddivisa in condotti verticali. Le partizioni interne sono realizzate con mattoni sottili e sono rafforzate da travetti incrociati in legno, le cui estremità sporgono all'esterno. Sulla sommità si aprono aperture che captano i venti dominanti e li incanalano verso la base della torre e poi all'interno dell'edificio.

Le torri del vento hanno dunque la funzione di catturare i venti estivi prevalenti utilizzandoli per rinfrescare l'aria e per farla circolare all'interno dell'edificio. Le porte alla base della torre si aprono sul piano interrato e sulla sala centrale del piano terra. Il *bagdir* opera modificando la temperatura e la densità dell'aria all'interno e attorno alla torre; la differenza di densità determina a sua volta una corrente d'aria o verso l'alto o verso il basso della torre.

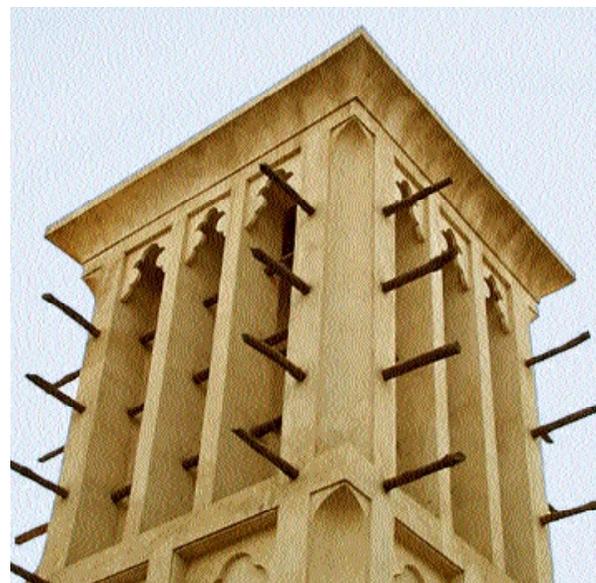
Il modo di operare del *bagdir* è inoltre diverso a seconda delle condizioni del vento e dell'ora del giorno. Gli schemi grafici riportati nelle pagine successive illustrano le diverse situazioni di funzionamento.

In realtà l'aria introdotta nella torre non sempre è più fresca rispetto alla temperatura della stanza che deve essere ventilata. Questa apparente contraddizione viene risolta nel momento in cui si considera in termini generali il fabbisogno basilare del corpo umano. Nei climi caldi il corpo umano deve perdere calore. Ciò avviene per radiazione e convezione, quando il clima è temperato, ma il sistema perde progressivamente di efficacia via via che la temperatura esterna cresce. A meno che il corpo non traspiri abbastanza attraverso il sudore, la radiazione e la convezione cessano quando la temperatura del corpo è pari a quella dell'aria dell'ambiente circostante, delle pareti, del pavimento e del soffitto della stanza. In seguito, l'unica difesa

622

Torri del vento a Yazd (Iran).

622



623

Torri del vento a Kerman (Iran).

dell'organismo per perdere calore è per evaporazione, fenomeno che si accelera tanto più l'aria in contatto con la pelle è secca e in movimento.

Di qui l'importanza di una corrente d'aria: più asciutta sarà, più efficace sarà nel far evaporare il sudore dalla pelle, rinfrescando il corpo e inducendo un senso di benessere. Non importa se la corrente è più calda dell'aria dell'ambiente: essa farà evaporare il sudore e rinfrescherà il corpo allo stesso tempo. Aggiungiamo che il rinfrescamento fisiologico per evaporazione sarà amplificato dall'effetto psicologico di trovarsi esposti a una corrente d'aria.

Un problema connesso all'uso delle torri del vento è che esse lasciano entrare, oltre all'aria, anche polvere, insetti e uccelli. Per questi sono sufficienti griglie opportunamente fitte mentre la polvere è un problema più serio. Ad esempio, le torri più alte offrono il vantaggio di lasciar entrare meno polvere, ma sono più costose come costruzione e manutenzione. Un altro modo per limitare l'ingresso di polvere consiste nel costruire la torre con sezione più larga alla base: la velocità dell'aria diminuirà nella parte inferiore e la polvere potrà depositarsi in apposite sporgenze chiamate "sacche per la polvere". Nelle aree in cui i venti che trasportano polvere spirano da una direzione costante, le aperture vengono disposte in modo da captare solo i venti puliti. Durante i mesi invernali le torri vengono chiuse, a volte con muri sottili alla base, per conservare tutto il calore interno dell'ambiente.

Le torri del vento sono un'invenzione antica. Papiri risalenti al 1500 a.C. e ritrovati nelle tombe del Nuovo Regno d'Egitto, raffigurano torri del vento, conosciute in Egitto come *malqaf*, che mostrano una somiglianza notevole con quelle che si possono vedere oggi sui tetti del Cairo.

Il concetto di base della torre del vento era utilizzato anche nelle tende in

Le intrusioni

Note storiche

624

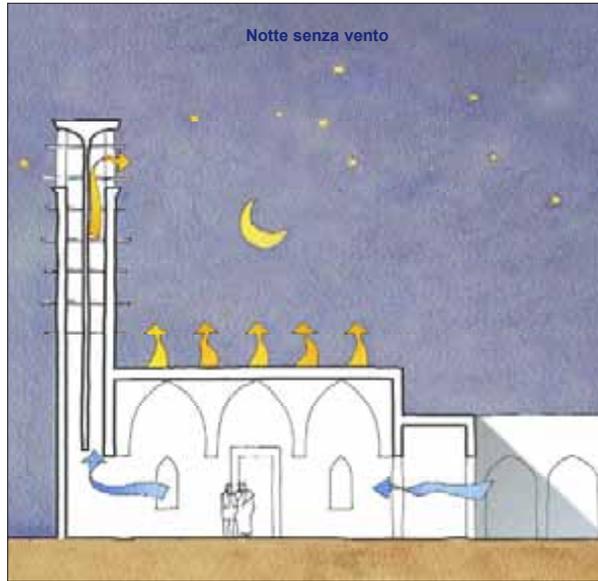
Notte senza vento.

La torre agisce come un camino. La sua forma è tale da presentare una notevole superficie di scambio con l'esterno.

Il calore immagazzinato durante il giorno riscalda l'aria notturna della torre. Poiché l'aria calda è meno densa, la pressione nella parte superiore della torre si riduce creando una corrente ascendente.

L'aria che si trova all'interno dell'edificio viene aspirata verso l'alto attraverso la torre e l'aria fresca della notte è attratta (dalla corte) all'interno dell'edificio attraverso porte e finestre.

La cessione di calore di coperture e pareti per irraggiamento verso il cielo contribuisce a raffreddare l'edificio.



624

625

Notte con vento.

In questo caso l'aria fresca notturna circola in direzione opposta, cioè dall'esterno della torre verso l'interno e, benché riscaldata leggermente dalle pareti della torre, il raffreddamento da essa prodotto è ancora sufficientemente efficace da fare avvicinare la temperatura dell'interno a quella esterna.

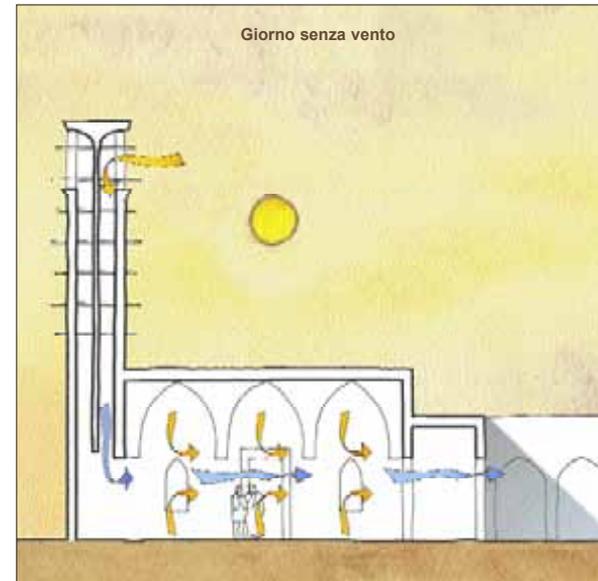
La cessione di calore di coperture e pareti per irraggiamento verso il cielo contribuisce a raffreddare l'edificio.



625

210

Giorno senza vento



626

626

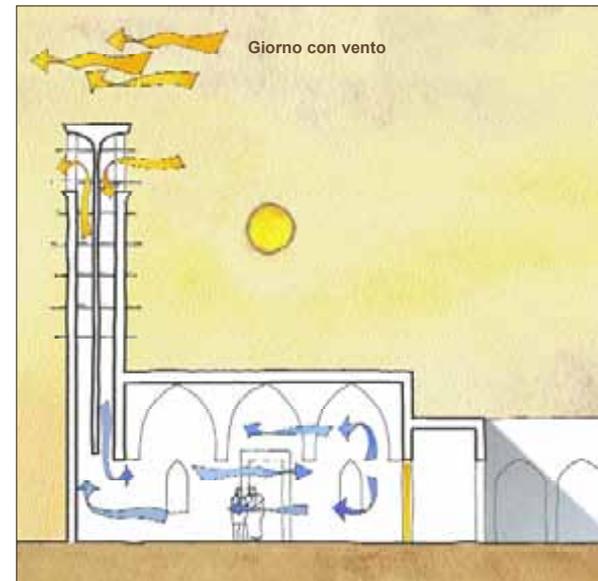
Giorno senza vento.

Il funzionamento della torre è l'opposto di quello del camino.

Durante la notte i muri della parte superiore della torre si sono raffreddati. Venendo a contatto con essi, l'aria calda esterna si raffredda.

Essendo più densa dell'aria calda, l'aria fredda discende lungo la torre e circola all'interno dell'edificio, uscendo poi da porte e finestre e richiama dietro di sé l'aria (calda) interna.

Quando i muri della torre raggiungono la temperatura ambiente dell'aria, cessa la circolazione dell'aria verso il basso e la torre comincia a funzionare come un camino.



627

627

Giorno con vento.

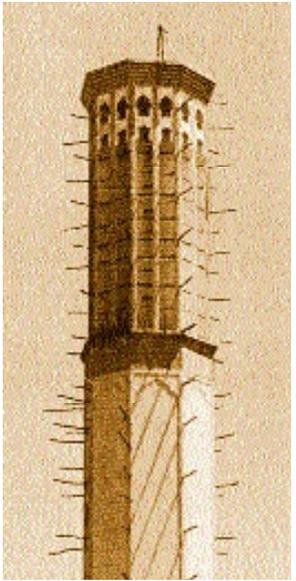
Quando c'è vento la circolazione dell'aria funziona come nel caso precedente, ma ne risulta accelerata.

A ciò si aggiunge una circolazione costante dell'aria dovuta alla presenza di aperture disposte a coppie sulla sommità della torre, cosicché per ogni apertura sopravvento ce n'è una sottovento.

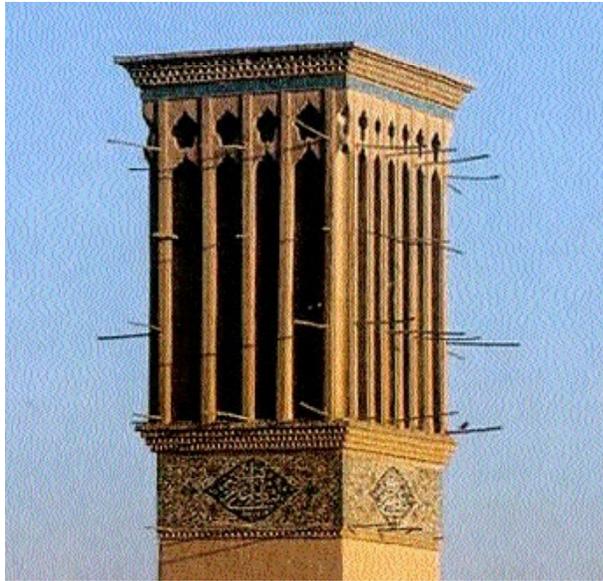
Quando le porte alla base della torre sono chiuse, l'aria che discende lungo la torre è costretta a tornare indietro fino a risalire i condotti della torre e spinta all'esterno attraverso le sue aperture sottovento.

Ma anche quando le porte sono aperte un po' d'aria che discende lungo la torre torna a salire ed evade lungo le aperture sottovento, richiamando aria dall'ambiente interno.

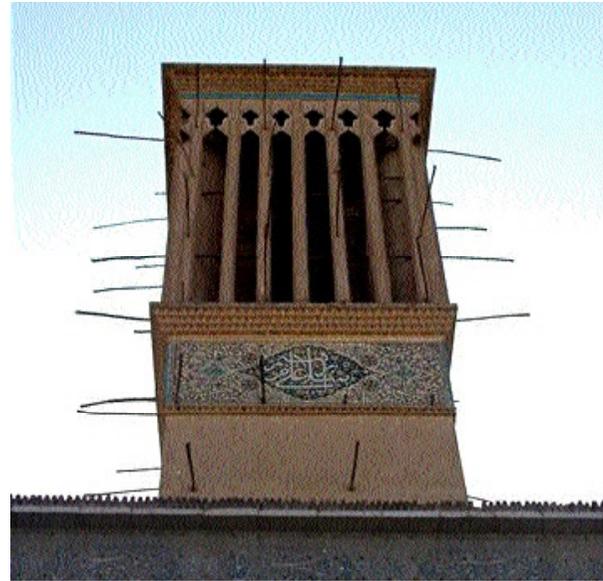
211



628



629



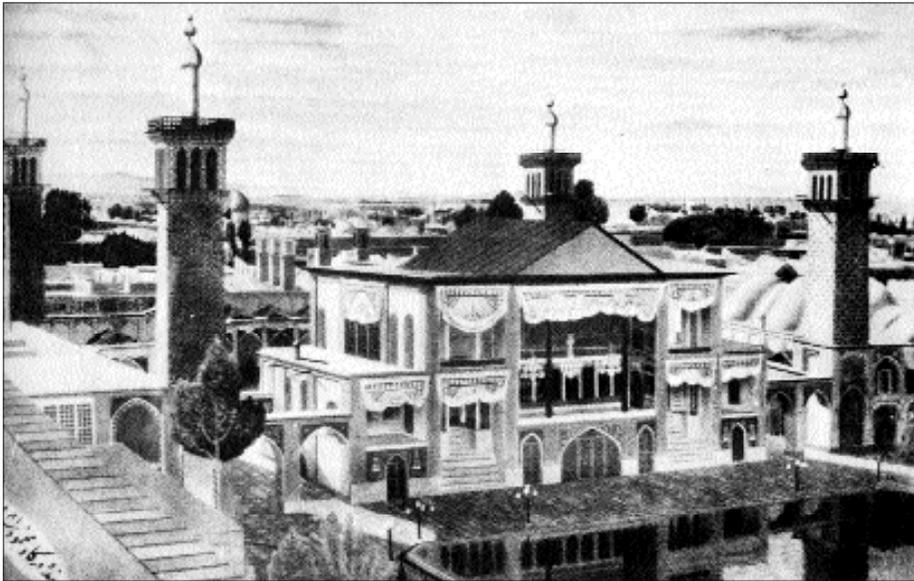
632



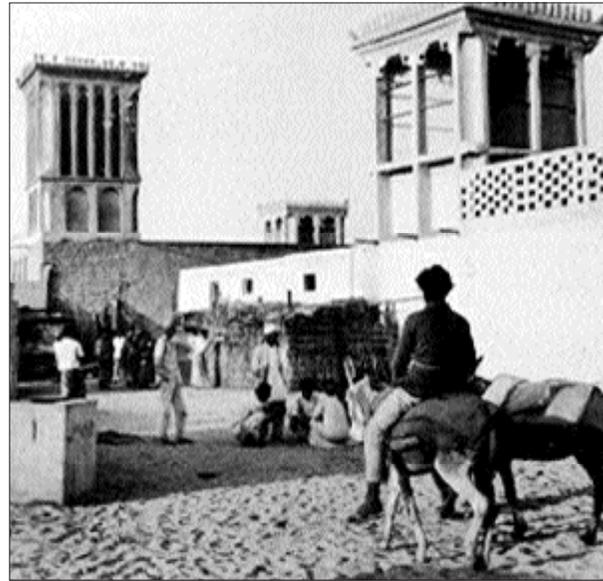
631



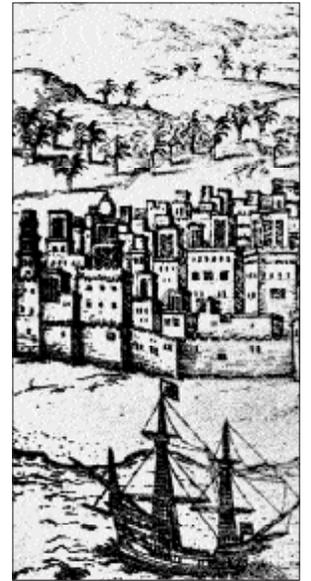
633



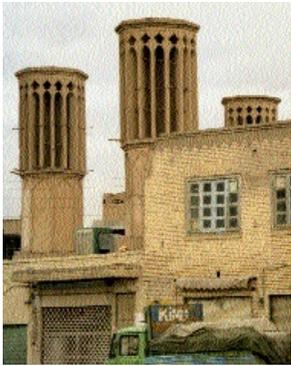
630



634



635



636

tessuto dei beduini della Cirenaica. Il captatore di vento, sostenuto da tre aste di legno e una corda, provvede alla ventilazione e alla climatizzazione della tenda durante il giorno.

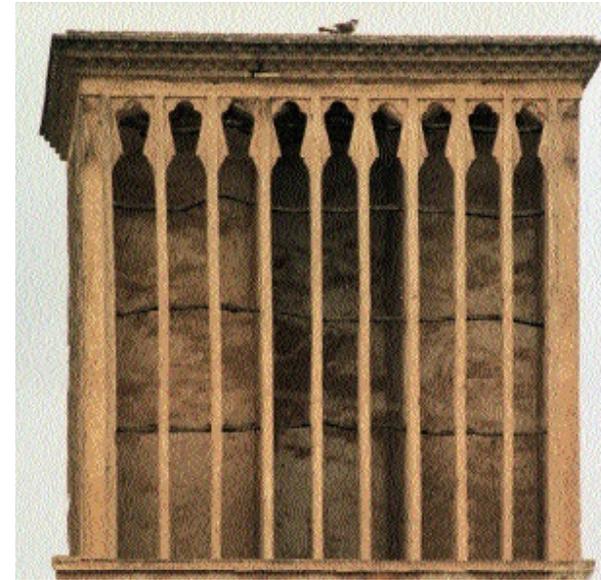
Il percorso storico che ha prodotto le torri del vento e ne ha determinato la diffusione è difficile da tracciare. Per certo, i primi esempi compiuti di *bagdir* persiani risalgono al XIV sec.d.C.

Nel XVII e XVIII secolo, quando si stabiliscono intensi rapporti commerciali tra le città dell'altipiano ed il golfo Persico, si diffuse anche negli insediamenti della costa orientale dell'Arabia Saudita l'usanza di costruire captatori di vento sfruttando le brezze provenienti dal mare. Nella città di manama, capitale del Bahrain e a Dubai, dove si trova il più bell'insieme di torri del vento del Golfo, in Oman, nella forma rudimentale di semplici pali in legno che sostengono teli, e poi fino al Kuwait, i *bagdir* divennero consuetudine radicata sviluppando di volta in volta uno stile proprio.

I mercanti portarono dunque la tecnologia delle torri nei porti in cui sbarcavano, forse arrivando fino all'attuale Pakistan, nelle città di Hyderabad e Tatta, note per le loro torri di riconoscibile semplicità. Ma le torri più elaborate furono realizzate nelle città dell'altipiano iraniano, dove il clima è



637



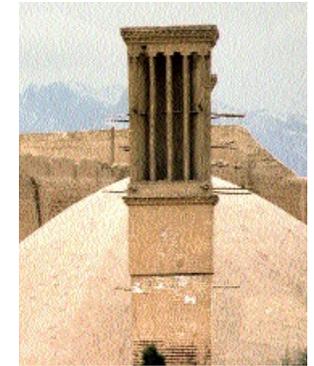
639

ideale per il loro impiego, con estati molto calde, temperate da brezze pomeridiane provenienti in prevalenza dai quadranti nord e nord-ovest.

Beazly e Haverson raccontano (1982) come sia stata Yazd il centro propulsore dell'evoluzione e come, nell'inconfondibile profilo della città, si potessero riconoscere tutte le fasi del loro sviluppo, dalle torri costruite negli ultimi anni a quelle di 600 anni fa. Nella provincia di Yazd quasi ogni villaggio dispone di torri del vento. Solo a Yazd se ne contano circa mille: molte costruite sulle moschee, in genere poste al di sopra del *mibrab*, per ventilare la sala della preghiera, due sul caravanserraglio, in corrispondenza dell'appartamento principale, una quarantina laterali alle cisterne, mentre più del novanta per cento sulle case, per raffrescare il salone principale e ventilare l'interrato.

"Yazd si distingue dalle altre città della Persia. Non possiede, per proteggersi dalle impervie terre desertiche che la circondano, una cintura di giardini o di fresche cupole azzurre. Città e deserto hanno in comune il colore e la sostanza: la prima è il frutto del secondo, e le alte torri di ventilazione, che attestano il colore che vi domina, sono il genere di foresta che può crescere naturalmente nel deserto" (R. Byron, *La via per l'Oxiana*, 1981).

Sotto l'aspetto tipologico, le torri del vento possono essere divise in due categorie: quelle costruite in case ordinarie o cisterne e quelle di grandi proprietà o edifici pubblici. Le piante delle torri ordinarie possono essere elaborate, ma i dettagli alla sommità e alla base delle aperture sono semplici, quasi grezzi. In genere sono alte meno di tre metri oltre il livello della copertura e in molti casi, nelle abitazioni povere, superano appena il metro. Oppure queste possono essere utilizzate come torri supplementari, in palaz-



638

Yazd

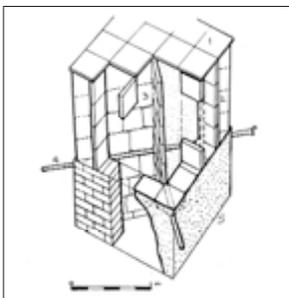
628-630, 633
Torri del vento a Yazd e a Kerman, Iran

631
Burujerdi House con particolari torri del vento a Kashan, Iran.

634, 635
Documenti d'epoca: Bandar Abbas, Iran, e area degli Emirati.

636-639
Torri del vento a Yazd, Iran.

Tipologie

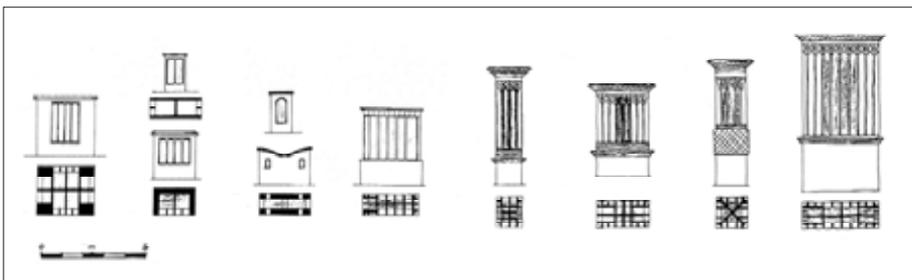


640

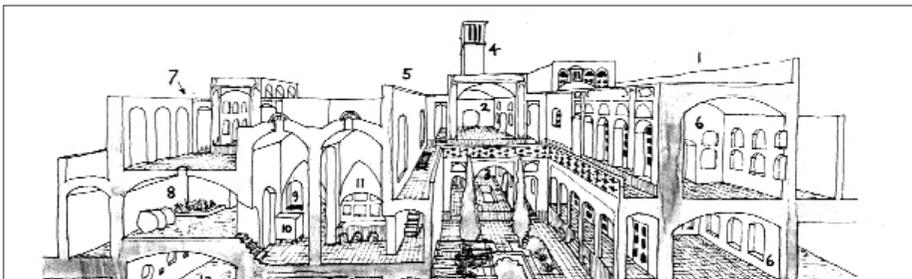
640
Spaccato assometrico della sommità di una torre del vento.

641
Tipologie ricorrenti di torri del vento iraniane.

642, 645
Schizzo a sezione prospettica di un palazzo e della città di Yazd, Iran (da Beazley e Haverson).



641



642

216

zi dotati di torri più grandi. Le torri del secondo tipo sono costruite da maestranze qualificate e sono ampie, imponenti, ricche di dettagli e presentano altezze che possono variare da due fino a ventidue metri.

Le prestazioni di una torre del vento dipendono dalla sua altezza, dall'orientamento, dal posizionamento rispetto all'interno dell'edificio, dal disegno della sua pianta.

La velocità del vento aumenta all'aumentare dell'altezza da terra, perché diminuisce la resistenza creata dalla superficie terrestre, mentre la sua temperatura diminuisce allontanandosi dalla terra che emana calore. Dunque l'altezza della torre determina la velocità e la temperatura del vento captato.

Dalle dimensioni delle aperture sulla sommità della torre dipende inoltre il volume d'aria che entra. In realtà vi sono limitazioni strutturali all'altezza delle sezioni di apertura della torre. Molte delle torri più piccole, che s'innalzano a meno di ottanta centimetri sul tetto, potrebbero più realisticamente essere descritte come ventilatori, mentre gli esempi più alti, fino a ventidue metri, inducono nel condotto un considerevole gradiente di pressione dal basso verso l'alto, semplicemente grazie all'altezza.

L'ampiezza della sezione del condotto determina il volume totale e la velocità dell'aria che lo attraversa. La relazione fra l'area del condotto e l'area dell'apertura è critica, si arriva ad un punto in cui, aumentando le dimensioni del condotto, la velocità dell'aria viene rallentata a tal punto che la struttura diviene inefficiente.

Esiste inoltre una notevole diversificazione tipologica delle torri, a seconda della configurazione planimetrica della base, che può essere quadrata, rettangolare, esagonale o ottagonale. Ogni lato della torre può a sua volta presentare fino a dodici aperture verticali separate. Le aperture captano e

incanalano l'aria nel condotto e diminuiscono la turbolenza nella torre, regolando la direzione dell'aria entrante. Più numerosi sono i lati della torre maggiore sarà la sua capacità di rispondere ai cambiamenti di direzione del vento, ma minore sarà il volume d'aria proveniente dai venti dominanti. Se la torre non è quadrata, i lati con le aperture maggiori sono in genere rivolti verso il vento dominante.

È difficile stabilire il criterio con cui viene scelto un tipo di torre piuttosto che un altro, anche se non può essere trascurato quello che vede la torre come status symbol. Nel centro di Yazd l'organizzazione socio-economica della città, fino all'inizio del secolo, era ben descritta dalle dimensioni e dai decori delle torri. Altri sono i fattori che influenzano la tipologia e l'orientamento della torre. Dove c'è solo una piccola zona cuscinetto di coltivazioni fra l'edificio e il deserto, la preoccupazione maggiore è quella di escludere il calore e i venti sabbiosi provenienti da sud est, così le torri del vento tendono a essere rivolte a nord, nord-est. Dove la zona cuscinetto è più ampia, polvere e banchi di sabbia si depositano sui giardini e l'aria che attraversa la vegetazione, essendo in qualche modo filtrata, raffrescata e umidificata, può essere captata da torri multidirezionali.

Le case tradizionali di Yazd sono costruite intorno ad una corte, le stanze estive sono poste sul lato sud, ma rivolte a nord, mentre le stanze invernali sono sul lato nord, ma rivolte a sud. Le stanze ubicate lungo i lati est ed ovest sono utilizzate dalla famiglia durante l'anno per molteplici funzioni; spesso il lato ovest della casa non presenta stanze, perché nei pomeriggi estivi sarebbero troppo calde per essere abitate. Le stanze estive al piano terra, rialzato di 60-80 cm rispetto al livello della corte, comprendono un grande salone estivo con aperture sulla corte, o un *talar*, vano totalmente



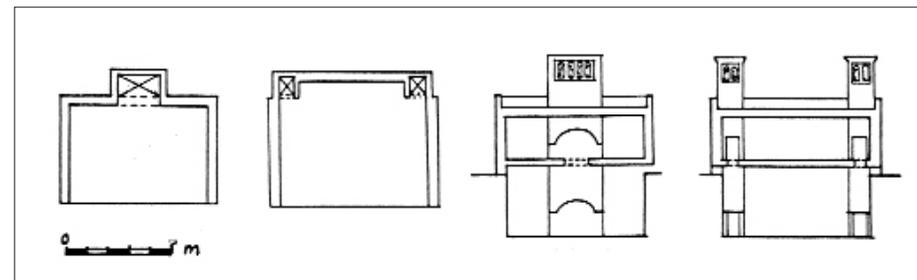
643

643
Torri del vento a Yazd, Iran.

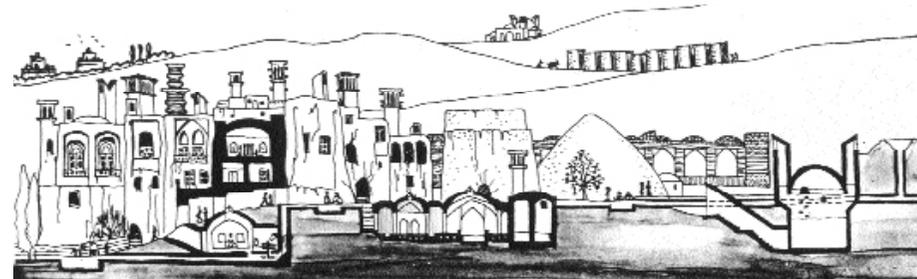
644
Esempi di ubicazione delle torri.

646, 647
Torri del vento viste dall'interno ad Abyane e a Laft (Iran).

648, 649
Torri del vento a Laft (Iran).

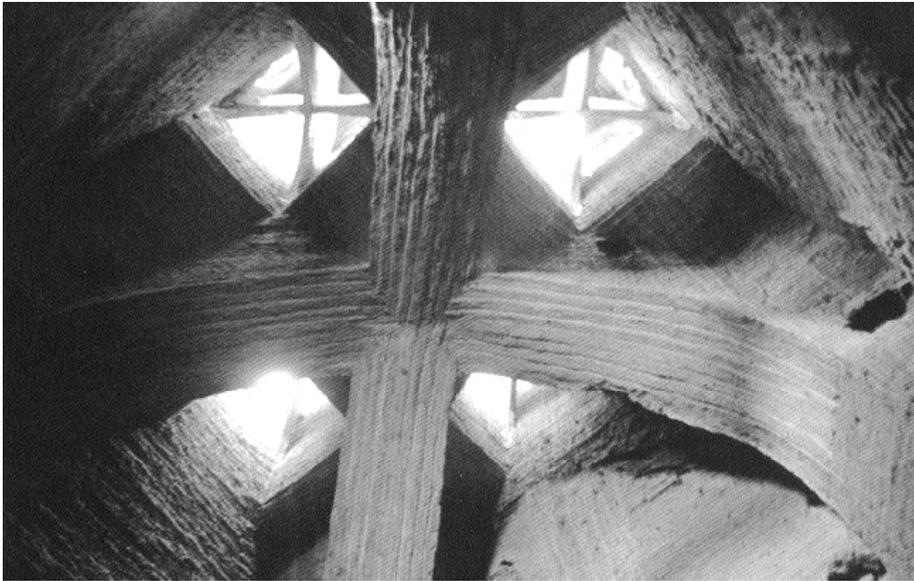


644

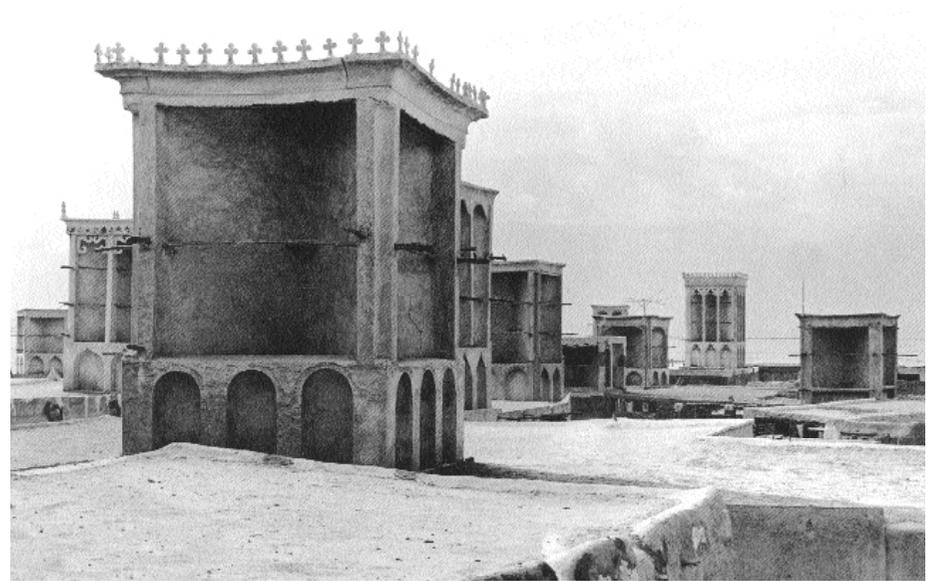


645

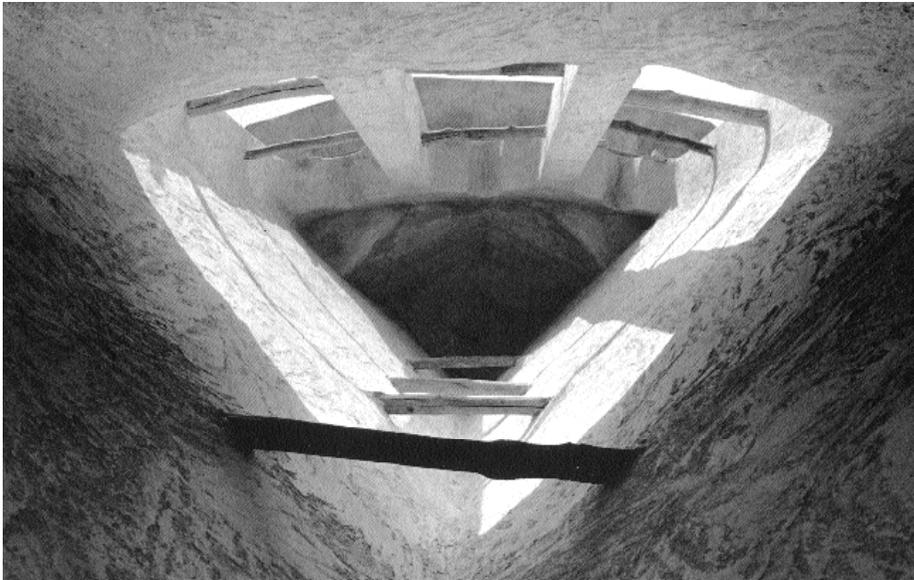
217



646



648



647



649



650

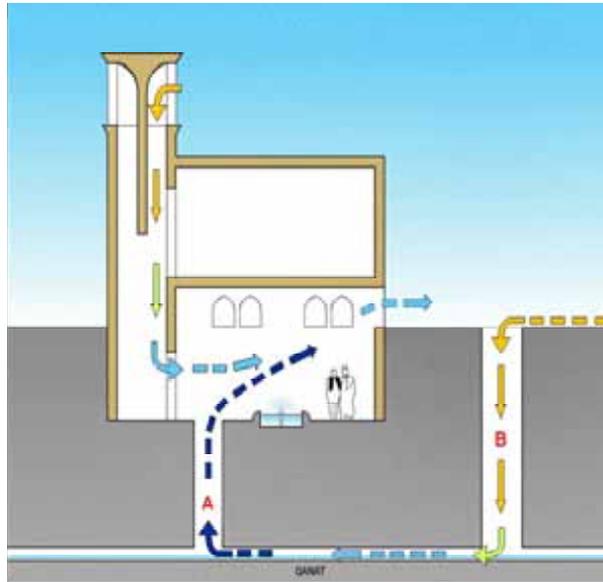


651

650, 651
Cisterne iraniane a due e a tre torri.

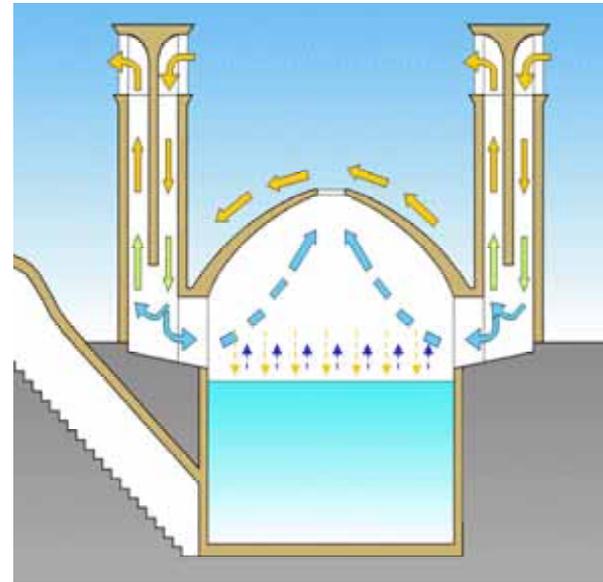
652
Torri del vento e corsi d'acqua sotterranei. Un pozzo sotterraneo A collega il corso d'acqua (qanat che scorre in profondità) con il piano interrato. L'aria calda o asciutta affluisce dall'ambiente esterno nel canale d'acqua sotterraneo attraverso altri pozzi B che collegano il corso d'acqua alla superficie. Poiché l'acqua sotterranea è solitamente fredda, l'aria che passa sopra di essa viene rapidamente raffreddata, sia per scambio di calore che per evaporazione. La corrente d'aria che proviene dalla torre aumenta di velocità tra il condotto della torre (largo) e la porta (stretta). L'aria della torre crea quindi un punto di trascinamento. L'aria proveniente dal pozzo viene richiamata ed entra a far parte della corrente d'aria proveniente dalla torre.

220



652

aperto verso nord, con copertura voltata a botte e rialzata di due metri rispetto alla copertura della casa, per captare i venti dominanti. Sotto il *talar* si apre la sala estiva. Le torri del vento sono collocate nella parete sud del salone estivo, in posizione centrale se una, se due, ubicate negli angoli. I condotti della torre sono in comunicazione col piano terra attraverso apposite asole a soffitto. In asse con la torre, sul pavimento, può trovarsi un'apertura grigliata in legno attraverso la quale l'aria della torre filtra nel vano interrato. Questo, sulla parte alta della parete lato-corte, presenta una seconda apertura che permette di espellere l'aria calda, assicurandone la continua circolazione. Come già detto, l'aria captata dal *bagdir* entra nel salone, perde parzialmente il suo calore al contatto delle pareti della torre e può assorbire umidità dai mattoni raffrescati durante le ore notturne. Comunemente si è pensato che questo semplice procedimento fosse sufficiente per creare un sistema di raffrescamento passivo; in realtà, nelle torri non più alte di 8 metri, la differenza fra la temperatura interna e quella dell'aria entrante non supera 1-2° C. Spesso l'aria introdotta nel salone estivo attraverso la torre ha addirittura una temperatura pari o superiore a quella interna, specialmente nei locali interrati. Ma, come visto, il fattore più importante è rappresentato dalla velocità dell'aria entrante, che favorisce la perdita di calore per evaporazione. Durante il pomeriggio la famiglia riposa nel *talar*, in prossimità o al di sotto dell'apertura del *bagdir*, o più spesso nella cantina. Questa, se non fosse in comunicazione con la torre, sarebbe sì più fresca rispetto alle sale superiori, ma anche umida: la torre del vento introduce benefiche correnti d'aria secca, la cui temperatura è allora relativamente meno importante.



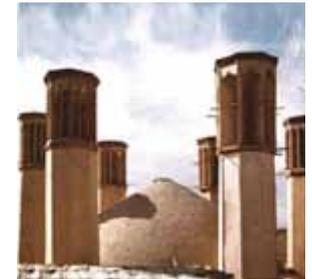
654

Molto abbiamo già detto per smentire la comune idea che la torre possa rinfrescare l'aria. Un'altra diffusa opinione è che l'aria sia raffrescata da fontane collocate sotto l'apertura della torre. Questa soluzione, diffusa in Egitto, in Iran è rara, perché le fontane sono collocate nella corte o al massimo nella stanza seminterrata. Solo nelle cantine vere e proprie si è potuto ottenere un raffrescamento dell'aria per evaporazione grazie a due espedienti: il contatto indotto con pareti umide o pozzi comunicanti con *qanat* sotterranei. Nel primo caso si tratta non solo del contatto dell'aria introdotta dal *bagdir* con le pareti perimetrali della cantina (più umide perché interrate), ma anche di soluzioni più elaborate che prevedono torri del vento non direttamente comunicanti con l'edificio ma tramite un condotto ipogeo, lungo fino a 50 metri. "Quando il terreno al di sopra della galleria, coperto da alberi, cespugli ed erba, viene innaffiato, l'acqua filtra attraverso il sottosuolo e mantiene umide le pareti della galleria. In tal modo l'aria proveniente dalla torre si raffredda anche per evaporazione cedendo calore alle pareti umide della galleria". (*Bahadori*, 1978).

Nel secondo caso, la torre del vento opera insieme ad un corso d'acqua sotterraneo, il *qanat*. "Un pozzo verticale collega il corso d'acqua (*qanat*, che scorre molto in profondità) con il piano interrato dell'edificio e la torre è situata in modo che il vento che entra per la porta del corpo sotterraneo della torre passa al di sopra del pozzo. Quando una corrente d'aria passa da un condotto a sezione larga (torre) ad uno a sezione più piccola (porta d'ingresso all'interrato) la sua velocità aumenta e la pressione diminuisce. L'aria che passa sopra il pozzo ha dunque una un'elevata velocità e crea qui un punto di trascinamento. L'aria proveniente dal pozzo viene risucchiata ed entra a far parte della corrente d'aria proveniente dalla torre. L'aria affluisce



653



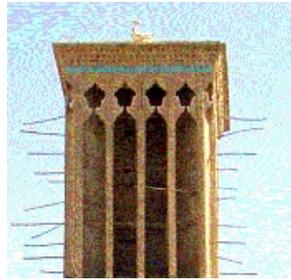
655

653, 655
Cisterne iraniane a quattro e a sei torri.
654
Schema di funzionamento della cisterna con torri del vento.
Il processo si basa e trae vantaggio dalle variazioni stagionali della temperatura del deserto (immagazzinando energia da una stagione all'altra) e dalla proprietà isolanti del suolo. D'inverno le cisterne sono parzialmente riempite d'acqua fredda. D'estate la copertura a cupola della cisterna si riscalda trasmettendo il calore allo strato superiore dell'acqua. Prima che l'acqua degli strati più bassi si riscalda, l'acqua superficiale evapora. Il vapore d'acqua viene espulso dalla corrente d'aria che sale dalla superficie e che è conservata attiva dall'azione delle torri del vento. In questo modo l'acqua è mantenuta costantemente fredda, anche se si deve accettare una graduale diminuzione di volume per effetto dell'evaporazione.

221



656



657



658

dall'ambiente esterno nel passaggio sotterraneo del corso d'acqua attraverso altri pozzi che collegano la falda d'acqua alla superficie.

Poiché l'acqua sotterranea è solitamente fredda l'aria che passa sopra di essa viene raffreddata, così che il ritmo di raffreddamento dei sistemi di torri del vento operanti in congiunzione con corsi d'acqua sotterranei è molto elevato. Il sistema è efficace anche nelle notti prive di vento, quando la torre opera come un camino; l'aria esterna scorre al di sopra del corso d'acqua sotterraneo, dove si raffredda per scambio di calore e per evaporazione, sale nell'edificio passando per il pozzo ed emessa all'esterno attraverso i condotti della torre" (Babadori, 1978). Questo concetto di raffreddamento per evaporazione fu ripreso da Hassan Fathy con giare porose piene d'acqua, collocate nel condotto della torre e sostenute da una griglia coperta di carbone, cosicché l'aria venisse umidificata, raffreddata e depurata.

656-658

Varietà nelle forme sommitali della torre.

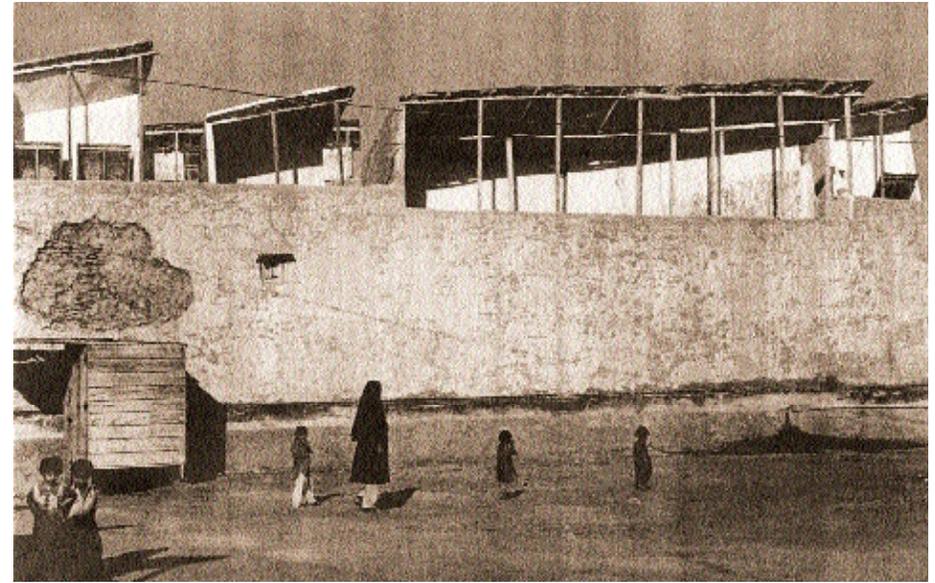
659

Bagdir dal basso a Yazd, Iran.



659

222



660

Nel golfo persico le torri del vento sono unidirezionali e rivolte verso le brezze del mare. Sull'imboccatura può essere predisposto uno schermo di paglia o rami di palma che vengono bagnati con acqua a mezzogiorno, in modo che nel pomeriggio l'aria calda sia raffrescata e umidificata. Nella regione desertica del Sind, in Pakistan, il vento, mite, soffia sempre dal mare e i captatori di vento perdono la matericità delle torri di Yazd, per dilatarsi in larghe tettoie, simili a bianche vele pronte ad accogliere il vento. Da sole o in gruppo, esse possiedono la forza evocativa di sculture astratte.

Il loro disegno è molto semplice. Sono costituite da tre superfici piane ed un pilastro. Due piani verticali uniti ad angolo retto formano la base, il terzo inclinato di circa 45° e unito ai piani verticali su due lati in sommità, capta il vento e lo convoglia verso l'interno della casa. Il pilastro regge il piano inclinato. Nelle torri tradizionali, i muri della base sono realizzati in mattoni di fango essiccati al sole che sostengono il piano inclinato in legno, il tutto intonacato con un impasto di fango e paglia. I più moderni sono costruiti in laterizio, intonacati, il piano inclinato è in acciaio corrugato e sostenuto da una cornice in legno. Ma i più recenti sono costruiti interamente in cemento.

Il vento, proveniente da sud-ovest, soffia da aprile a giugno. Costante e fresco, è accolto con sollievo nella stagione più calda dell'anno. La sua forza e la sua velocità sono moderate, per questo le aperture delle torri (rivolte verso il vento dominante estivo e chiuse al vento invernale, che soffia in direzione opposta) sono molto larghe.

A sud ovest di Hyderabad, la grande città di Tatta è caratterizzata dalla presenza di simili dispositivi, di cui sono dotate la maggior parte delle abi-

I "cattura-vento" in Pakistan

660

Cattura-vento in Pakistan. Anche se i principi di funzionamento sono gli stessi, i cattura-vento pakistani differiscono notevolmente, per forma, altezza e materiali dalle torri del vento iraniane, a motivo soprattutto della diverse condizioni del clima e dell'intensità dei venti dominanti.

223



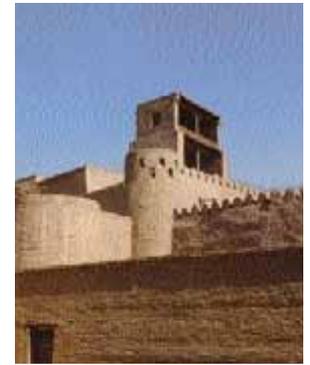
661



662



664



665

tazioni. La tipologia delle torri prevede interessanti variazioni. A volte i "cattura-vento" non si alzano al di sopra del livello della copertura ma fanno parte del piano ultimo della casa. Spesso il lato est-ovest è lungo due o quattro volte l'asse nord-sud, per ottenere la massima dilatazione della superficie affacciata al vento. Al livello inferiore corrisponde una stanza stretta e lunga con aperture e porte che regolano il passaggio dell'aria verso il resto della casa e nella corte. Il numero dei captatori di vento è variabile: una casa di Tatta ne conta undi-

661, 662
Pakistan: Pianta di abitazione con indicate le posizioni dei cattura-vento, e la grande foratura per il passaggio dell'aria, visibile in pianta sulla destra.

663
Esterno della stessa abitazione.

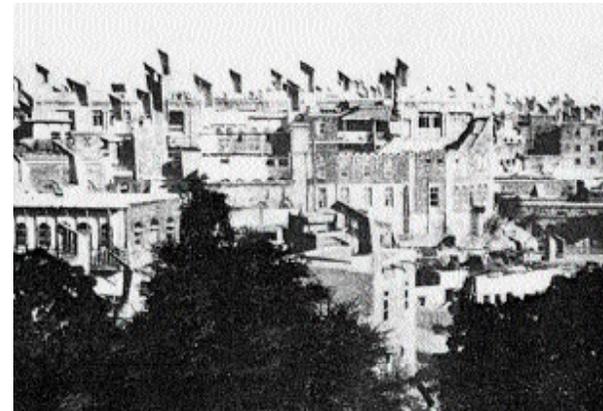
664
Cattura-vento in Pakistan.

665
Ambienti aperti al vento con funzione di cattura-vento a Kiwa in Uzbekistan.

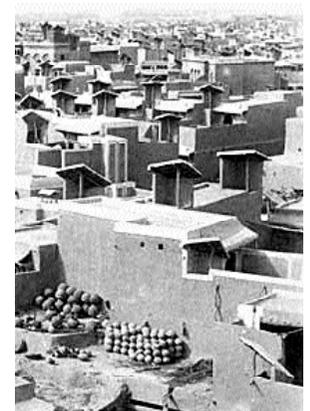
666-668
Immagini di cattura-vento a Hyderabad-Sind, in Pakistan.



666



667



668



663

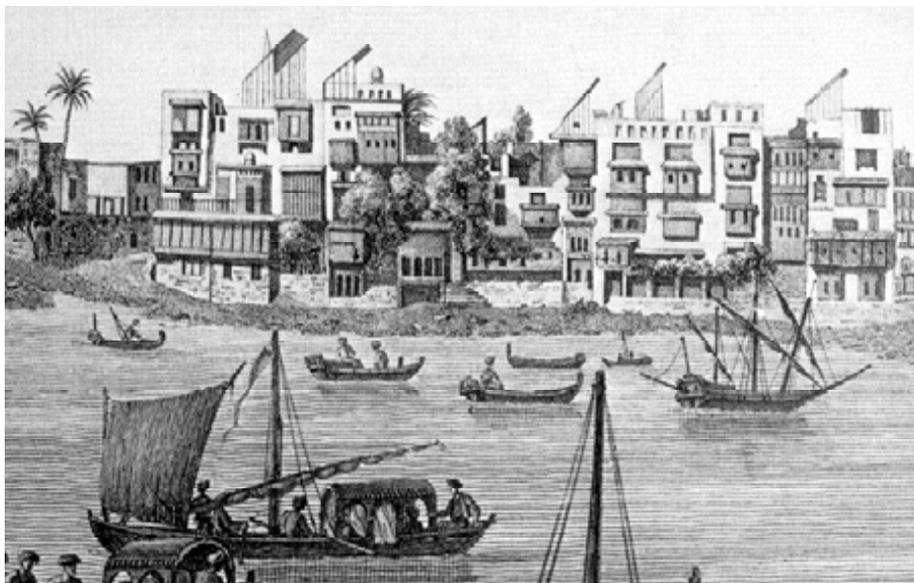
I cattura-vento egiziani: logge e malqaf

669
Malqaf egiziani raffigurati in un papiro risalente al 1500 a.C.

670
Una stampa del Cairo con le abitazioni arricchite da vari dispositivi di raffrescamento tra cui, principali, i cattura-vento sulle coperture.



669



670

226

Vogliamo introdurre le osservazioni sui cattura-vento (*malqaf*) egiziani con alcuni testi illuminanti tratti da “*Natural energy and Vernacular Architecture, 1986*” di Hassan Fathy, validi per la generalità dei dispositivi di ventilazione.

“Nelle zone aride, una delle difficoltà che si incontra nel costruire è combinare insieme le tre funzioni proprie delle comuni finestre: luce, ventilazione e possibilità visiva. Se le aperture sono predisposte per favorire la circolazione dell’aria all’interno devono essere molto piccole, il che riduce l’illuminazione delle stanze. Viceversa se si incrementa la dimensione delle forature per ottenere un maggior apporto di luce, aumenteranno sia l’effetto abbagliante che la quantità di aria calda entrante. Per questi motivi è stato necessario soddisfare separatamente le tre funzioni generalmente attribuite alla finestra. [...] L’importanza del *malqaf* è ancora più significativa nelle città a tessuto compatto in aree a clima caldo umido, dove il benessere climatico dipende soprattutto da movimenti d’aria. Poiché la massa degli edifici riduce la velocità del vento a livello della strada e gli edifici si “schermano” l’uno con l’altro, la comune finestra non è adatta per ventilare. [...]”

Il *malqaf* è anche utile per ridurre il contenuto di sabbia e polvere, di cui sono carichi i venti nelle regioni a clima arido-secco. Il vento che le torri catturano sopra il livello delle coperture degli edifici contiene infatti meno materiale solido rispetto al vento a quote inferiori, e la maggior parte della sabbia che si incanala nel *malqaf* si deposita alla base del condotto”.

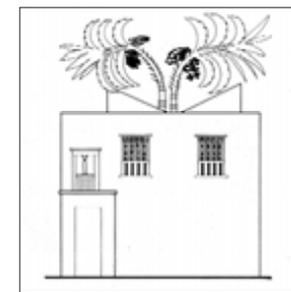
L’impiego dei cattura-vento trovò una capillare diffusione in molte aree dell’attuale Asia Centrale; diffusione dovuta essenzialmente ai frequenti scambi commerciali fra paesi limitrofi. Dispositivi del tutto simili, per forma e funzione, alle torri del vento iraniane sono infatti riscontrabili non solo,

come visto, in Pakistan, ma anche in alcune regioni afgane, a Baghdad, nelle case tradizionali degli emirati che si affacciano sul Golfo Persico e, più in generale, negli insediamenti lungo la costa orientale dell’Arabia Saudita. Non c’è dunque da sorprendersi se, nell’arco del bacino mediterraneo, troviamo un sistema di climatizzazione passivo del tutto simile proprio in Egitto, il più orientale dei paesi nord-africani. Qui, i cattura-vento, di origine antichissima come testimoniano papiri risalenti al 1500 a.C., sembrano enormi bocche spalancate pronte ad aspirare le miti brezze estive e ad incanalarle all’interno delle dimore. Il disegno, sebbene più elaborato, ci ricorda immediatamente le grandi vele di Tatta, nonostante la distanza geografica fra i due paesi. D’altra parte abbiamo constatato come a determinare la configurazione dei cattura-vento siano innanzitutto le condizioni climatiche del luogo (oltre che disponibilità economica e conoscenza tecnica), ed in particolare modo la temperatura dell’aria esterna e la velocità del vento. Possiamo allora tentare una generalizzazione, con l’intento di definire un principio costruttivo (trasversale) di base: l’apertura in sommità delle torri sarà tanto più larga, quanto più i venti sono docili (e sostanzialmente unidirezionali), e quanto più la temperatura dell’aria all’imbocco della torre è bassa. Egitto e Pakistan, che si aprono sul mare, hanno brezze miti e climi relativamente più temperati rispetto all’arsura del plateau iraniano, dove alte temperature estive e venti più vigorosi hanno determinato torri del vento sottili a sviluppo verticale, per sfruttare al massimo la differenza di temperatura tra il giorno e la notte.

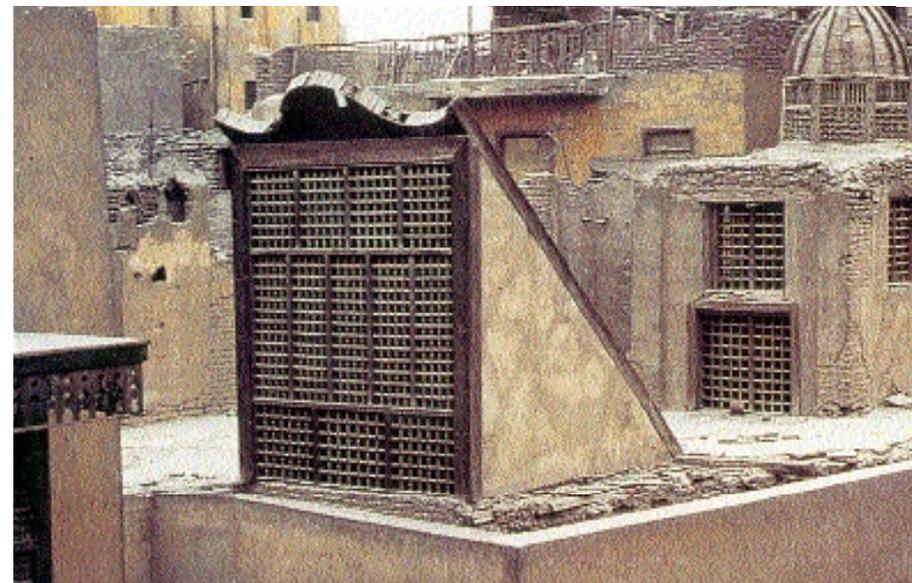
I cattura-vento egiziani, chiamati più propriamente *malqaf*, sono costituiti da unico condotto verticale la cui estremità superiore si schiude sopra il livello della copertura con un imbocco unidirezionale rivolto verso i venti prevalenti. L’estremità inferiore si apre invece su una vasta sala di ricevi-

671
Malqaf nella Casa del Faraone di Neb-Amun in una pittura rinvenuta sulla sua tomba. Circa 1500 a.C.

672
Primo piano di un malqaf egiziano con le griglie protettive (*masbrabiya*).



671



672

227



673

673
Malqaf in tela su un'esile struttura in legno montata nella stagione calda in una casa tradizionale nel Batinab (Oman).

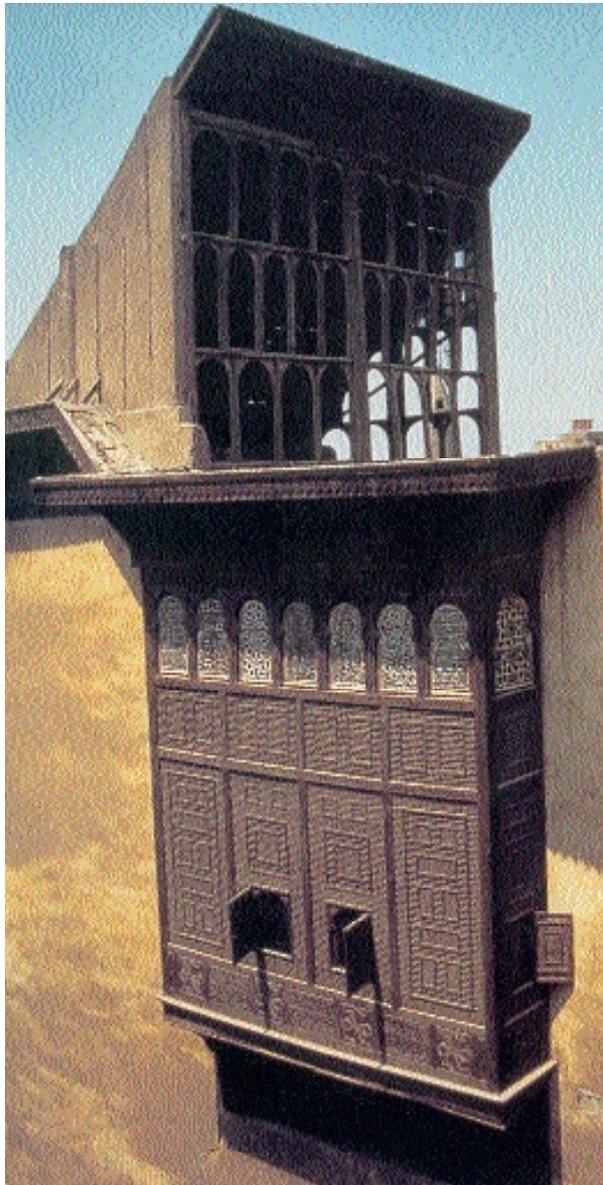
674
Masbarabiya e, in secondo piano, malqaf, o cattura-vento, al Cairo in un'immagine d'epoca.

675
Malqaf e masbarabiya in un'abitazione del Cairo.



674

228



675

mento, tipica delle case tradizionali egiziane, chiamata *qà'a*.

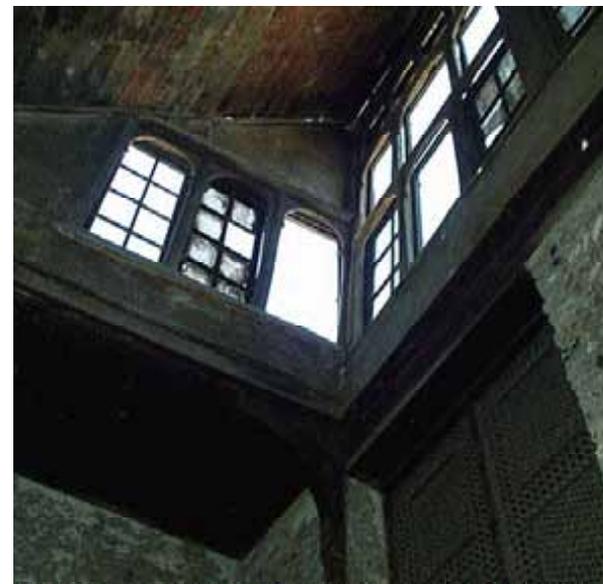
Hassan Fathy ha attentamente studiato i sistemi costruttivi tradizionali per riproporli in chiave moderna nelle sue architetture e descrive il *qà'a*, come grande sala generalmente composta da tre ambienti: una parte centrale detta *dur-qà'a*, locale a tutt'altezza che fornisce luce e ventilazione, e due ambienti laterali chiamati *iwanat* (singolare *iwan*) di altezza inferiore. Il *malqaf* è collocato sopra l'*iwan* settentrionale e immette aria all'interno. L'accesso al salone avviene tramite il *dur-qà'a*, ambiente che probabilmente deriva da una corte esterna poi coperta, di cui infatti ha mantenuto il pavimento lastricato in mosaici di marmo.

Il *dur-qà'a* è sormontato in sommità da una grande "lanterna" schermata da pannelli lignei traforati, le *masbrabiya*, che, oltre a garantire una piacevole illuminazione, permettono di espellere l'aria interna, aspirandola, e velocizzano il flusso d'aria fresca proveniente dal *malqaf*.

La presenza di questa ampia ed alta cupola centrale con fori d'estrazione dell'aria è fondamentale. Il principio è analogo al funzionamento dei *bagdir* iraniani che abbiamo visto operare o in simbiosi con la corte esterna (che aspira aria calda di giorno, e immette aria fresca di notte) o congiuntamente al foro d'aerazione delle cupole nelle cisterne.

Allo stesso modo il *malqaf* egiziano non sarebbe altrettanto efficace se non integrato nell'intero sistema degli spazi domestici ed, in particolar modo, alla grande lanterna lignea del *dur-qà'a*.

Il *malqaf* incanala l'aria dall'esterno all'interno grazie all'alta pressione all'entrata del condotto creato dal flusso del vento. Una volta dentro l'*iwan*, l'aria scende verso il basso, risale sulla sommità del *dur-qà'a* e fuoriesce attraverso le *masbrabiya*, attratta dalla depressione causata dal vento a con-



677



676

676
Torre del vento in tela utilizzata dalle popolazioni nomadi (ricostruzione nel museo di Abudabi).

677
Grande cattura-vento egiziano visto dall'interno.

678
Cattura-vento al Cairo.



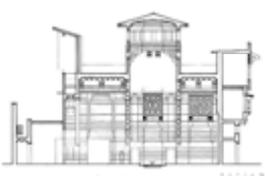
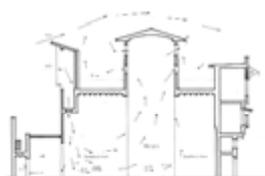
678

229

678, 679, 681

Casa Mubib Ad-Din Asb-Shaf'i
Al-Muwaqqi (Il Cairo).

Schema di funzionamento, stato attuale,
modello.



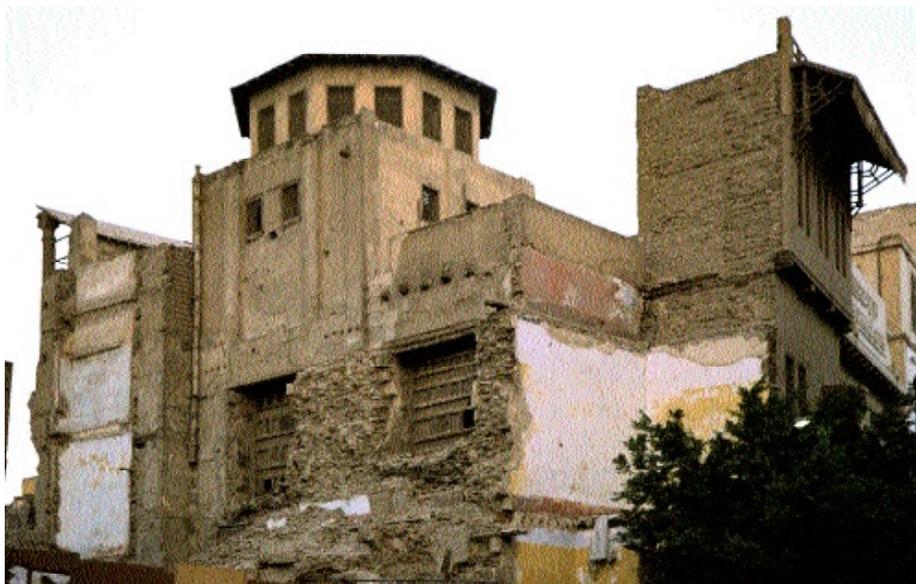
tatto con la copertura. Si crea così un costante e benefico flusso d'aria. Ma il quadro non è completo, poiché ad influenzare i movimenti dell'aria entra in gioco un ulteriore fattore: la convezione. La copertura del *qā'a*, più alta ed esposta all'irraggiamento solare, si riscalda e trasmette calore all'interno. Ne consegue che la parte alta del *qā'a* avrà una temperatura maggiore rispetto alla parte bassa, così l'aria negli strati più alti tenderà a riscaldarsi più velocemente, a sollevarsi e fuoriuscire. L'effetto d'insieme è di contribuire ad un continuo movimento d'aria (indipendentemente dalla presenza o meno di vento esterno) per convezione, mentre la temperatura interna globale non risente dell'aumento di calore in sommità, grazie alla considerevole altezza del soffitto.

Elevazione e fori d'estrazione assicurano dunque un buon comfort climatico interno anche quando il *malqaf* non lavora. Per questo motivo il *qā'a* è collocato nel cuore dell'edificio, e attorno si addossano vani che lo proteggono dal calore esterno. Questa configurazione permette infatti di ottenere la massima differenza di temperatura fra la parte bassa e la parte alta, esposta al sole, garantendo così una buona circolazione dell'aria per convezione.

All'esterno dell'edificio, sulla corte, è possibile godere delle brezze rinfrescanti in loggiati predisposti in modo da offrire le spalle al vento, che penetra comunque attraverso minute forature nella parete. Anche in questo caso il movimento dell'aria è generato da differenze di pressione. La corrente d'aria che soffia sopra e sui lati del portico crea infatti all'interno del medesimo una depressione che aspira l'aria nelle aperture, mentre un opposto orientamento della loggia, anche se rivolto al vento, non creerebbe un flusso d'aria continuo.

Analizzato a fondo il funzionamento climatico del *malqaf*, l'architetto egi-

679



680

230

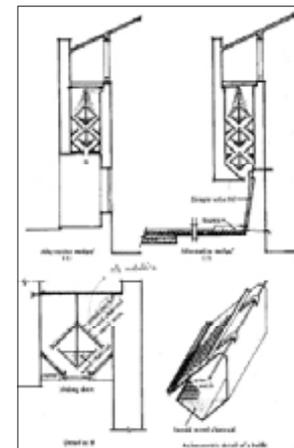
ziano Hassan Fathy elaborò soluzioni più sofisticate, al fine di umidificare e abbassare la temperatura dell'aria immessa nel condotto; soluzioni basate sul principio di raffreddamento per evaporazione ed ottenute integrando i cattura-vento a superfici bagnate o umide. Si trattava, in alcuni casi, di predisporre semplicemente fontane o *salsabil* lungo il percorso del flusso d'aria; ma Fathy progettò anche dispositivi più complessi, che vedevano l'utilizzo di giare porose in terracotta colme d'acqua o setti di carbone vegetale inumiditi, sospesi all'interno dei *malqaf*. Il concetto è il medesimo: nel primo caso, l'acqua della giara traspira verso la superficie esterna, raffreddando per evaporazione l'aria che la sfiora, e si mantiene in questo modo a temperatura pressochè costante; nel secondo caso il carbone bagnato, a struttura granulare, ha anche il vantaggio di trattenere sia l'acqua che le particelle solide trasportate dai flussi d'aria, mentre il sistema di pannelli restringe la sezione entro cui passa il vento, aumentandone la velocità e riducendone la pressione, in modo da facilitare l'evaporazione.

Tuttavia questi sistemi, teoricamente efficaci, non sono stati quasi mai messi in opera, poiché in fase di realizzazione e di utilizzazione sono risultati decisamente poco pratici.

“Come sostiene Susan Roaf della Facoltà di Architettura di Oxford, Hassan Fathy ha ripreso l'uso dell'acqua nei sistemi di raffreddamento della tradizione (ricordiamo ad esempio che le *masbrabiya* hanno una nicchia, la *kullaleya*, che contiene la giara) ma non si ha alcun esempio storico dell'uso che egli fa delle giare e del carbone all'interno del *malqaf*. Per cui, solo per il fatto che Hassan Fathy generalmente riprese elementi tradizionali, molti studiosi omisero di sottolineare che egli rielaborò tali sistemi per funzionalizzarli all'ottenimento del comfort. Da ciò sono derivate le ambiguità di alcuni testi, in cui sono confuse le innovazioni di Hassan Fathy con le tec-

681

Malqaf con setti di carbone vegetale inumidito progettati da Hassan Fathy.



681



682

231

LA "VENTILAZIONE SPONTANEA DEGLI EDIFICI" IN UN TRATTATO OTTOCENTESCO



683



684



685



686

E' l'800 il secolo che vede affrontare sistematicamente il problema dell'igiene pubblica e dei locali abitativi. Numerosi sono i trattati che affrontano la nuova tematica dell'igiene interna degli edifici, in particolare di quelli ad uso collettivo come ospedali, pubblici dormitori, carceri. Un'attenzione speciale viene però riservata agli edifici per lo spettacolo, e quindi ai grandi teatri dell'opera. Nella costruzione del teatro la ventilazione rappresenta tuttora un problema complesso, per molti aspetti: l'utilizzazione nelle diverse stagioni dell'anno ma concentrata solo in alcune ore del giorno, l'affluenza di pubblico variabile, l'acustica che impone le proprie ragioni. Ma i teatri fino a tutto l'ottocento incontrano un ulteriore, grave problema: la ricca illuminazione, ottenuta con l'impiego di candelieri prima e gas illuminante poi, consumava grandi quantità di ossigeno che veniva sottratto al volume d'aria interno.

Arthur Morin nel 1867 pubblica a Parigi il suo manuale pratico che rappresentò il riferimento obbligato per i costruttori dell'epoca. Ne riportiamo i precetti salienti in una sintesi di 10 punti.

1. Occorre curare la purezza dell'aria introdotta e quindi la posizione della bocca di presa, che sarà alquanto più in alto del suolo. L'aria sarà filtrata attraverso una fitta e minuta pioggia sprizzante da canne crivellate di piccoli fori o con liste di stoffa di lana stese a zig zag attraverso la sezione del canale.
2. L'aria pura deve essere versata negli ambienti a una temperatura non troppo differente da quella degli ambienti medesimi.
3. Converrà disporre le bocchette d'efflusso in modo che le correnti che ne escono non incontrino i corpi degli

Grandi teatri europei nelle stampe ottocentesche:

683 - Il Teatro Covent Garden a Londra.

684 - L'Opéra di Parigi.

685 - La Scala di Milano.

686 - Bal de l'Opéra a Parigi.

astanti. In nessun caso esse si dovranno aprire nel pavimento, perché le reticelle che le guarniscono non tarderanno ad essere otturate dalla spazzatura e dalla polvere.

4. Le bocche di ventilazione dovranno essere sistemate in maniera che l'aria pura non abbia a portarsi difilato da una bocca all'altra, ma dovrà procacciarsi che l'aria pura si diffonda gradatamente in tutta la capacità, spazzandosi innanzi dappertutto l'altra che vi si trova e spingendola verso la bocca di sfogo.

5. Per impedire che l'aria corrotta si mescoli con l'atmosfera dell'ambiente, bisognerà moltiplicare le bocche e tenerle più vicino che sia fattibile ai centri di infezione.

6. Devono munirsi le bocche di un registro o una valvola per moderare l'attività di ventilazione e sospenderla quando il locale non sia occupato.

7. L'introduzione dell'aria buona sia in proporzione notevolmente superiore all'estrazione dell'altra, allo scopo di evitare le molestie e nocive filtrazioni d'aria esterna dalle commessure delle imposte, delle porte e delle finestre.

8. Lo sbocco del condotto di estrazione sia coperto da un tetto sporgente abbastanza per ripararlo dalle intemperie e dai venti che potrebbero respingere l'aria che tende ad uscirne. Allo scopo si muniscono spesso i camini di cappellini metallici detti mitre, fisse o mobili.

9. La ventilazione dovrà essere estesa a tutti i locali, segnatamente a quelli dove si svolgono esalazioni malsane o disgustose, e in primo luogo alle latrine.

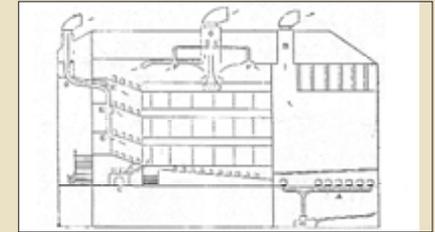
10. Per governare la ventilazione gioverà che i diversi locali contengano un termometro, un igrometro ed uno strumento che indichi la velocità dell'aria ed il volume di

687, 688 - Schemi di evacuazione dell'aria viziata per il teatro Covent Garden di Londra e il teatro di Tolone.

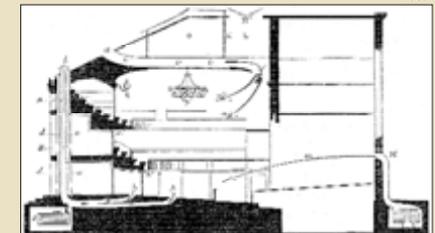
689 - "Mitra" mobile per camino di evacuazione.

690 - Sistema di raccolta ed espulsione dei fumi da illuminazione.

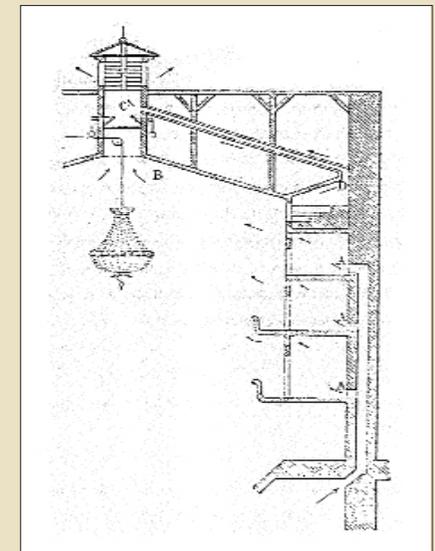
691 - Sfruttamento del calore del lampadario come forza



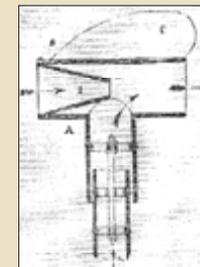
687



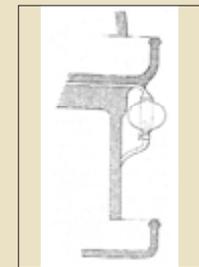
688



691



689



690

Le ghiacciaie: sistemi di produzione e conservazione del ghiaccio nell'altipiano desertico iraniano

Simili alle strutture a cupola delle cisterne, le ghiacciaie si innalzano possenti e compatte, fortezze inespugnabili a difesa di un bene prezioso. Usanza mongola assimilata dai persiani a partire dal XVII sec., la pratica di produrre e conservare il ghiaccio rimase viva sino ai primi anni successivi al secondo conflitto mondiale, soppiantata dalla diffusione dei moderni (e più igienici) sistemi di refrigerazione oltre che dalla costruzione di nuovi e veloci sistemi di trasporto.



692

692
Marco Polo e il Saladino.

Nonostante l'asprezza delle torride estati iraniane, il ghiaccio veniva prodotto in grandi quantità e, venduto a prezzi accessibili, godeva di larga popolarità. Non c'è viaggiatore straniero che non sia rimasto attonito di fronte alla sapiente arte persiana nel confezionare sorbetti e gelati dai gusti ricercati (celebri ed unici i sorbetti al tamarindo e al melograno) e dall'abbondanza con cui queste prelibatezze venivano offerte. Lo stesso Marco Polo racconta lo stupore nel vedersi servire ghiaccio e fresche bevande alla frutta nella soffocante calura della Persia. E prima di lui le cronache islamiche narrano un altro episodio che ebbe il Saladino come protagonista: sui Corni di Hattin, in Galilea, a seguito della resa dei cavalieri crociati avvenuta il 4 luglio 1187, il Saladino, dopo aver sgozzato con le proprie mani il cavaliere franco Reynald de Chatillon, reo di fellonia e di tradimento, donò

693-695
Ghiacciaie iraniane rispettivamente nella Cittadella di Bam, a Kerman e a Yazd.

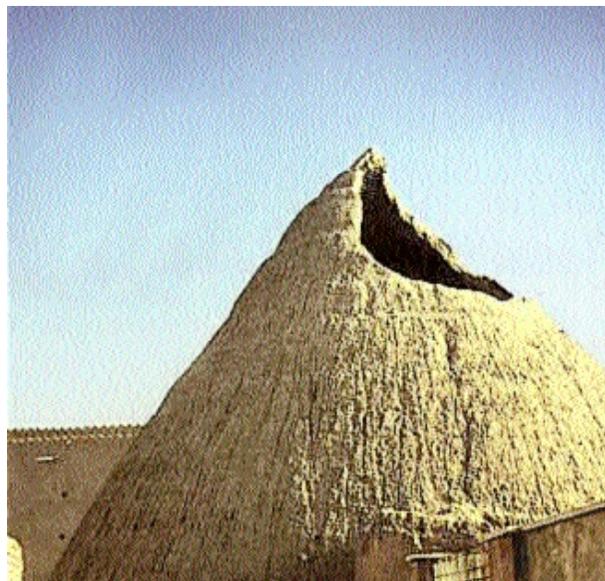
696
Le grandi vasche con le protezioni dall'irraggiamento solare dove, con pochi centimetri d'acqua, si forma il ghiaccio durante le ore notturne. A destra la ghiacciaia, cioè il deposito dove viene conservato ghiaccio tolto dalle vasche e ridotto a piccoli pezzi.



693



694



695

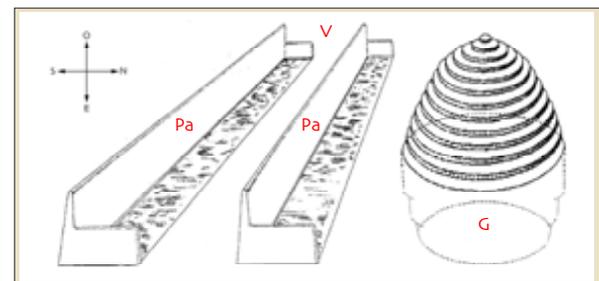
agli ufficiali crociati - stremati dalla sete - un sorbetto fresco. Il ghiaccio quindi veniva usato in grandi quantità e richiedeva ampi spazi di produzione e stoccaggio, la cui configurazione architettonica era espressione della necessità di immagazzinare energia da una stagione all'altra e di sfruttare a proprio vantaggio i caratteri tipici del clima nel plateau iraniano: temperature invernali notturne prossime allo zero e forte escursione termica stagionale. Le ghiacciaie venivano costruite laddove vi era possibilità di accedere ed utilizzare agilmente acqua pura non salina, solitamente in prossimità dell'affioramento di un *qanat*.

“Il sistema per la produzione di ghiaccio consiste in una grande fossa, profonda da 10 a 15 metri, e da una o più vasche rettangolari poco profonde, larghe da 10 a 20 metri e lunghe varie centinaia di metri, con l'asse maggiore in direzione est-ovest. Lungo il lato meridionale di ogni vasca, è costruito un muro di adobi, alto abbastanza da mantenere in ombra l'intera larghezza della vasca durante tutta la durata della stagione in cui viene prodotto il ghiaccio. Muri più bassi, ai lati est e ovest delle vasche, servivano a proteggerle dai raggi solari delle prime ore del mattino e delle ultime ore del pomeriggio. Nelle serene notti d'inverno, ogni vasca viene riempita d'acqua. L'acqua contenuta nelle vasche cede calore all'aria per radiazione, e riceve calore dall'aria per convezione e dal suolo per conduzione. I muri costruiti ai tre lati delle vasche le proteggono però dal vento e limitano in tal modo il guadagno di calore per convezione. (Quando ci sono varie vasche, i loro muri paralleli accrescono l'efficacia di questa protezione complessiva dal vento). In queste circostanze, la perdita di calore per radiazione nelle ore notturne è sufficiente a far congelare l'acqua nelle vasche. L'altezza dello strato di ghiaccio che si può ottenere dipende dalle condizioni metereologi-

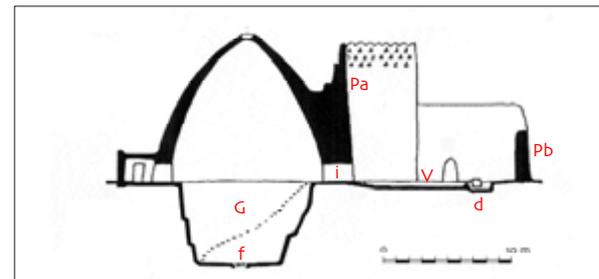
La tecnica di produzione del ghiaccio

697, 698
Sezione e pianta di una ghiacciaia iraniana

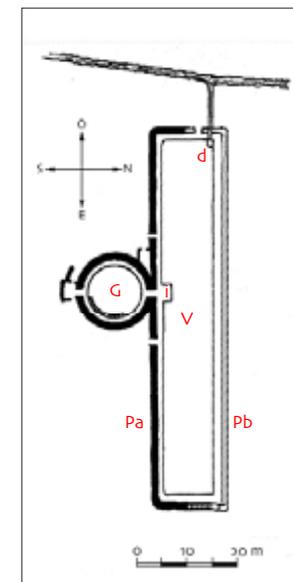
- G - Deposito del ghiaccio
- V - Vasche per la formazione del ghiaccio
- Pa - Parete alta per ombreggiamento
- Pb - Parete bassa
- a - Foro di aerazione
- i - Ingresso del ghiaccio nel deposito
- d - Serbatoio di decantazione
- f - Filtro di uscita



696



697



698

699

Ghiacciaia a Kerman, Iran.

700

Ingresso della "cunsèrva", la tipica ghiacciaia ipogea emiliana, nella Villa Zucchini, a San Marino di Bentivoglio (Bologna).

701

La collina artificiale all'interno della quale è ricavata la ghiacciaia seminterrata.

702, 703

Cancello d'ingresso alla ghiacciaia e nicchia con lanterna e giacca, necessari per utilizzare la ghiacciaia.

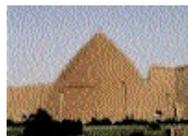
704

Il pavimento della ghiacciaia, dove è visibile il foro centrale per smaltire l'acqua di fusione del ghiaccio.

che.

A volte vengono immessi nelle vasche, durante le ore notturne, solo pochi centimetri d'acqua, accelerando così la rapidità di formazione del ghiaccio. Il giorno seguente il ghiaccio viene tagliato a pezzi e deposto nella fossa di conservazione. Durante questa operazione, i muri di protezione delle vasche contribuiscono a far sì che il calore del sole non faccia fondere il ghiaccio. D'altra parte l'assorbimento di calore del suolo per conduzione tende a far fondere la parte più bassa del ghiaccio formatosi nella vasca, e in questo modo ne viene facilitata l'asportazione." (Bahadori, 1978)

Il principio base per la conservazione del ghiaccio consisteva nel tenerlo in ambiente asciutto e il più possibile isolato rispetto all'incremento della temperatura esterna. Per questo le fosse erano sormontate da spesse cupole, realizzate in mattoni di terra cruda, a sezione affusolata e di notevole altezza, per permettere all'aria più calda di sollevarsi in sommità lasciando gli strati più freddi sulla superficie del ghiaccio. Grazie alla porosità e alla permeabilità della terra cruda, il vapore acqueo prodotto veniva assorbito ed espulso attraverso l'involucro murario della copertura voltata, con l'effetto di ridurre l'umidità e la temperatura interna. Spesso le cupole erano inoltre dotate in sommità di fori di aerazione necessari per evacuare, aspirata dai venti sovrastanti, l'aria a temperatura più elevata e carica di umidità. Tali fori avevano probabilmente dispositivi (ma allo stato attuale non è chiaro come fossero configurati) per proteggere l'interno dagli agenti atmosferici



Le cunsèrve emiliane

699

La ghiacciaia (cunsèrva) era un ambiente seminterrato, ricoperto da uno spesso strato di terra fino a formare una sorta di collina artificiale ricoperta di vegetazione che, riempito di ghiaccio durante l'inverno, conservava prodotti alimentari a una temperatura di 3-4 gradi. Gli accorgimenti costruttivi e ambientali che permettevano al ghiaccio di durare un anno erano molteplici: lo spessore di terra che ricopriva la ghiacciaia, l'ombreggiatura fornita dalla vegetazione che vi cresceva, l'apertura rivolta a nord e provvista di porte, sia interna che esterna, il pavimento con colatoio centrale per smaltire l'acqua di fusione del ghiaccio.

La ghiacciaia illustrata nelle fotografie è ben conservata e visitabile presso Villa Zucchini a S. Marino di Bentivoglio (Bologna), dove ha sede il Museo della Civiltà Contadina ed ha funzionato fino agli anni '50. Interessante è la testimonianza di un abitante del luogo, così come appare restituita presso il Museo, che riportiamo in parte: "Durante l'inverno la ghiacciaia veniva riempita di ghiaccio preso dal laghetto dagli operai del padrone e trasportato alla ghiacciaia da qualche contadino col biroccio e due mucche. Veniva poi buttato dentro con pale e badili. Altro ghiaccio veniva raccolto nei maceri dai contadini e portato alla ghiacciaia. Il tempo di riempimento dipendeva dallo spessore del ghiaccio che si aveva a disposizione; in una settimana circa si faceva il lavoro. Si pareggiava la superficie per renderla praticabile. Sul ghiaccio, noi bottegai stendevamo alcune arelle sulle quali, protetta da lenzuolo, mettevamo la carne di mucca o di maiale. I proprietari invece avevano armadietti e scansie per conservare le loro derrate. La carne si conservava per 4-6 giorni. Non ricordo quale temperatura c'era in ghiacciaia. So che ci si doveva coprire per entrare."



700

236



702



701



703



704

237



705

A Palermo, tra il XVI ed il XVIII secolo furono costruite, presso ville di campagna o, in misura minore, nei palazzi di città della nobiltà locale, le cosiddette "camere dello scirocco", grotte ipogee refrigerate da condotti d'acqua sotterranei, i *qanat*.

Queste cavità o ambienti interrati erano scavati artificialmente ma, lasciati al grezzo, si mimetizzavano nei sontuosi giardini delle ville come finti elementi naturali. Pietro Todaro, geologo, studioso e divulgatore della storia del sottosuolo di Palermo, ha recentemente pubblicato una *Guida di Palermo sotterranea*, 2002, manuale prezioso per conoscere nei particolari l'affascinante mondo delle strutture ipogee di Palermo e delle sue camere dello scirocco.

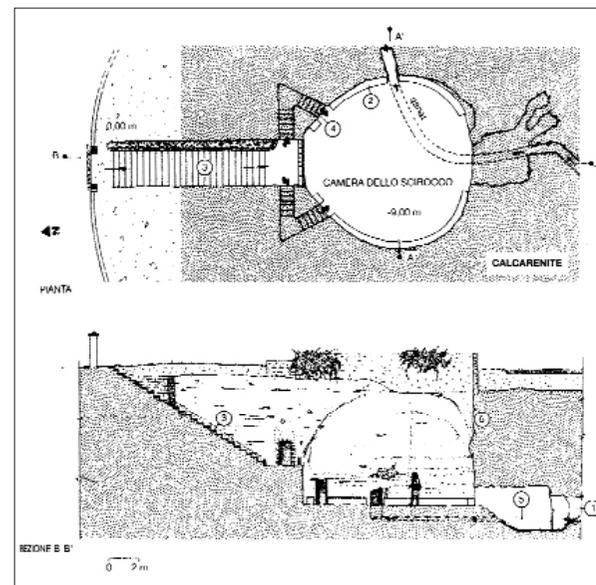
"Le camere dello scirocco di Palermo", scrive Todaro, "sono costituite da una grotta sotterranea intagliata ad arte nella roccia calcarenitica in corrispondenza di una sorgente artificiale o canale di acqua corrente. Un pozzo di ventilazione collegava la camera con l'esterno, mentre l'accesso era garantito da una scalinata. Il raffreddamento dell'ambiente era prodotto sfruttando tre semplici leggi di fisica: la naturale inerzia termica e coibenza della roccia, lo scambio di calore acqua-aria e lenta evaporazione endotermica dell'acqua. Esse costituiscono l'usuale corredo progettuale delle dimore di campagna dell'aristocrazia palermitana che vi si rifugiava per sfuggire agli eccessi del clima estivo, soprattutto quando soffiava il vento umido di scirocco." E ancora. "I lavori di scavo iniziavano allorché era accertata la presenza di una falda acquifera vicina alla superficie del suolo (non superiore a 10 m di profondità), in modo da raggiungere agevolmente il livello dell'acqua e creare una sorgiva artificiale attorno alla quale si realizzava una grotta; oppure vi riportava l'acqua di una canalizzazione - un *qanat* - come

Le camere dello scirocco di Palermo

705
Palermo, Villa Savagnone.
Camera dello scirocco a cielo aperto.

706 e 708
Palermo, Villa Savagnone.
Particolari dello specchio d'acqua e della grotta del *qanat* nella formazione calcarenitica.

707
Palermo, Villa Savagnone:
Pianta e sezione dal rilievo di P. Todaro.



707



706



708

nel caso della camera dello scirocco di Villa Savagnone. Generalmente alla grotta si dava una forma a pianta quadrata o circolare, mentre il tetto veniva sagomato a volta per ragione di stabilità”.

**Camera dello scirocco
a cielo aperto: Villa Savagnone**

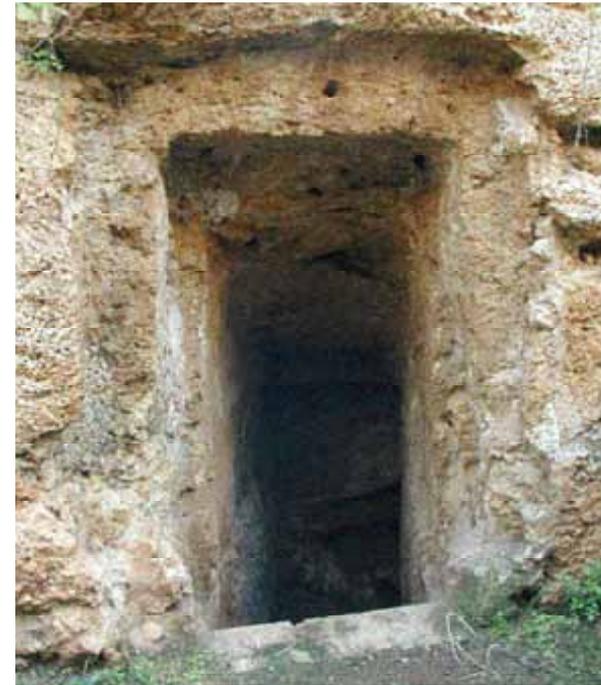
La “camera dello scirocco” di Villa Savagnone, bene recentemente confiscata alla mafia e dato in gestione all’AGESCI che ha fortemente contribuito al recupero, è stata edificata nel ‘700, e si sviluppa in forma di vano circolare ipogeo cui si accede dal giardino tramite un’importante scalinata. A testimonianza della sontuosità di questo singolare salone estivo, un duplice gioco d’acqua: da un parte il *qanat*, che, dopo aver attraversato una piccolo bacino, prosegue in un condotto a cielo aperto (attualmente intubato) lungo il pavimento della camera; dall’altra, sulla parete di fronte alla scalinata, una cascata naturale, ora prosciugata, le cui acque si riversavano al loro volta nella vasca. Il *qanat* raffrescava la camera, la cascata dava suggestione all’ambiente.

Pietro Todaro, di cui riportiamo in figura il rilievo planimetrico, ha ricostruito minuziosamente la configurazione originaria della camera di Villa Savagnone. “... è scavata interamente in un banco di calcarenite gialla bene stratificata, presenta una forma planimetrica subcircolare di superficie 100 mq circa, ed è bordata lungo il suo perimetro, senza soluzione di continuità, da un sedile intagliato nella roccia. Vi si accede per mezzo di una scalinata (3) che alla base (-9,00 m) diverge a “forchetta” con due rampe sotterranee (4). Sul fronte opposto (6) si osserva una parete di calcarenite grezza, in parte erosa e concrezionata dalle acque che, “a cascata”, precipitavano giù dall’alto da una canalizzazione di superficie producendo suggestivi effetti scenografici (scrosci e giochi d’acqua). L’abbassamento della temperatura e il conseguente effetto di refrigerazione erano prodotti dalle acque correnti

709
Palermo, Villa Savagnone.
La zona un tempo attraversata dal *qanat*
che scorreva a cielo aperto in un canale
ammattionato.



709



710

710
Ingresso di una delle rampe sotterranee
“a forchetta”.

711
Palermo, Villa Savagnone:
La parete grezza su cui l’acqua, condotta
da una canalizzazione superficiale, cadeva
“a cascata” producendo suggestivi effetti
scenografici.

del *qanat* provenienti dai cunicoli di ovest che attraversavano il pavimento della camera in unico canale ammattonato (1) a cielo aperto. Si può ipotizzare che lo slargo sagomato e approfondito a mo’ di piccolo bacino (5) potesse servire per bagnarsi o rinfrescarsi direttamente a contatto con l’acqua. Secondo la tradizione orale infatti nei mesi caldi questo ambiente era tanto confortevole da essere utilizzato per incontri conviviali e banchetti”. Diversamente dal solito la camera non è munita di cupola, e non è chiaro se non sia mai stato lasciato uno strato di roccia a copertura, o se invece, troppo esile, sia crollato in un secondo momento. Aggiungiamo che il *qanat* è antecedente alla costruzione della camera, risale infatti all’epoca medioevale. Probabilmente in principio il *qanat* sgorgava in una grotta naturale in cui si scendeva per attingere l’acqua, utilizzata per scopi domestici o agricoli. Successivamente, all’inizio del settecento, il Savagnone, proprietario della villa, diede alla piccola cavità la forma odierna, trasformandola in camera dello scirocco.

A Palermo si contano più di venti siti noti per la presenza di tali camere. Ci appare ora più chiaro come questo originale sistema di raffreddamento utilizzi in realtà concetti, elementi architettonici e fenomeni naturali già incontrati: convezione, raffreddamento dell’aria per evaporazione, proprietà isolanti del terreno e (laddove presente) foro d’aerazione in sommità per l’evacuazione dell’aria calda.

Possiamo dunque supporre che l’eco delle torri vento, diffuse in buona parte del mondo musulmano, sia giunta sino in Sicilia. La consuetudine di trovare refrigerio in un vano interrato e raffrescato da *qanat*, richiama in particolar modo i locali sotterranei delle dimore di Yazd, anche se le camere palermitane sono prive di torri del vento.



711

Camera dello scirocco con torre del vento: Villa Amblers Naselli

712-713
 Palermo, Villa Amblers Naselli.
 C - Corridoio interrato; P - Pozzo; F - Fori di aerazione; T - Torre cattura vento; CS - Camera dello scirocco.
 Vista dall'esterno. Tra il verde si scorge la torre cattura-vento posta in corrispondenza della camera dello scirocco sottostante.

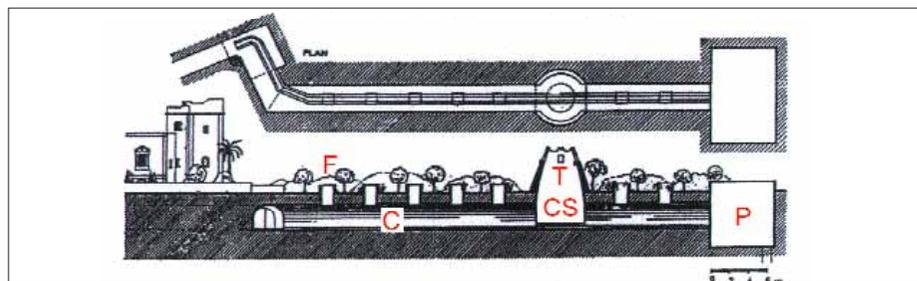
714-715
 Palermo, Villa Amblers Naselli. La torre del vento vista dall'interno, il qanat oggi tombato, fori d'aerazione del corridoio interrato. Nella foto d'epoca, gentilmente fornita dalla famiglia Naselli dei duchi di Gela, gli abitanti della Villa soggiornano nella camera dello scirocco con il qanat ancora attivo.

I Beati Paoli

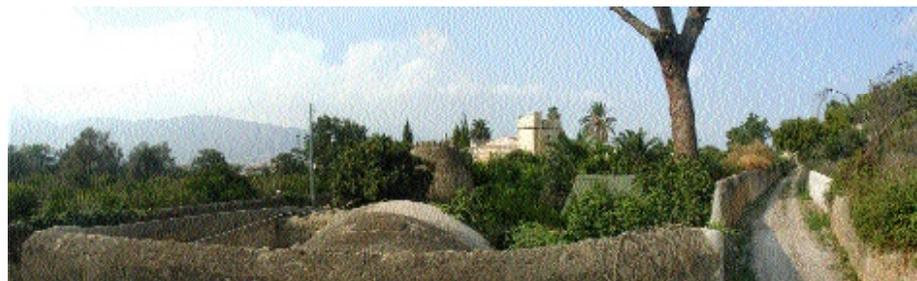
Tuttavia esiste almeno un caso (finora l'unico noto) in cui la camera dello scirocco è munita di un dispositivo del tutto simile ad un cattura-vento. Si tratta della camera nella Villa Amblers Naselli Agliata, una delle più antiche (è databile 1552), la cui struttura è singolarmente diversa rispetto alle camere settecentesche. L'accesso, superata la scalinata che conduce al livello ipogeo, è infatti costituito da un corridoio interrato C (*passiaturo*) terminante in un pozzo P. Il corridoio è munito di fori di aerazione ed illuminazione F, e a pavimento vi scorreva il qanat con acqua di sorgente. Il consueto foro di ventilazione in copertura è poi sostituito da una torre esterna T (*u toccu*) rastremata verso l'alto con la funzione di aspirare l'aria riscaldata della camera e di creare un lieve flusso d'aria continuo.

A Palermo si trova anche una enigmatica camera dello scirocco che ha dato origine a diffuse credenze popolari. Protagonista è la misteriosa e temuta setta dei Beati Paoli, che operò a Palermo tra la fine del XV sec. e la prima metà del XVI sec. Nata dallo strapotere e dai soprusi dei nobili, la setta agiva nell'ombra per proteggere i deboli e gli oppressi, mediante un proprio tribunale segreto.

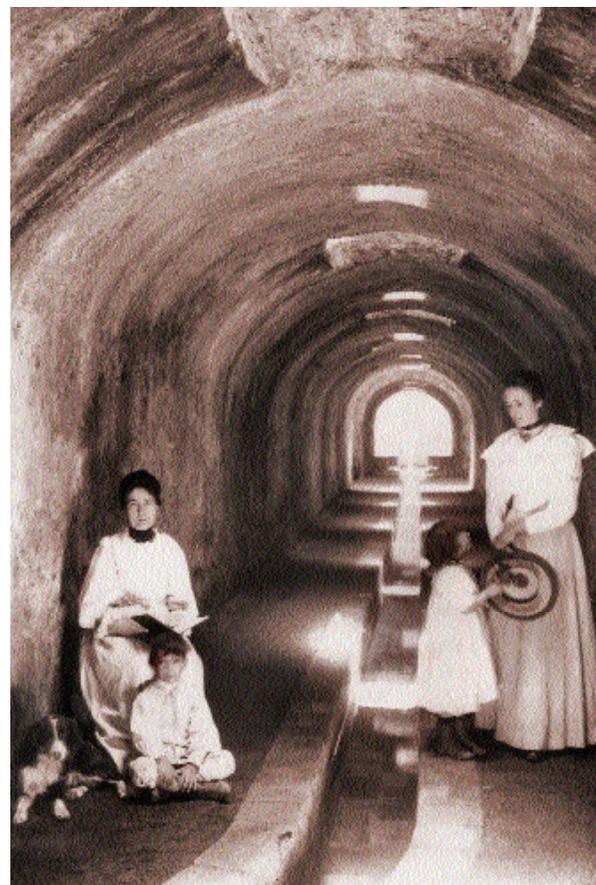
Non esistono fonti storiche che documentino l'autenticità dei fatti. Solo il Marchese di Villabianca nei suoi "Opuscoli palermitani" (Palermo, 1790) cita la setta, il suo tribunale e i luoghi dove essa operava. Da questi diari hanno attinto diversi autori tra cui William Galt, alias Luigi Natoli, che scrisse tra il 1909 e 1910 un romanzo d'appendice che da allora ha entusiasmato generazioni di lettori, tanto che ogni qualvolta a Palermo si scopre una cavità sotterranea tutti ricorrono mentalmente alla famosa setta d'incappucciati. La zona interessata è il quartiere Capo, e il luogo dove si riuniva la fratellanza dei Beati Paoli si trova nei pressi della chiesa di Santa



712



713



715



716



714



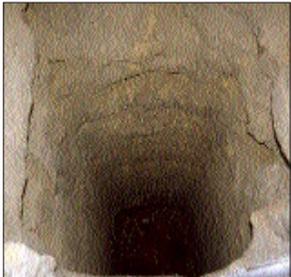
717



718

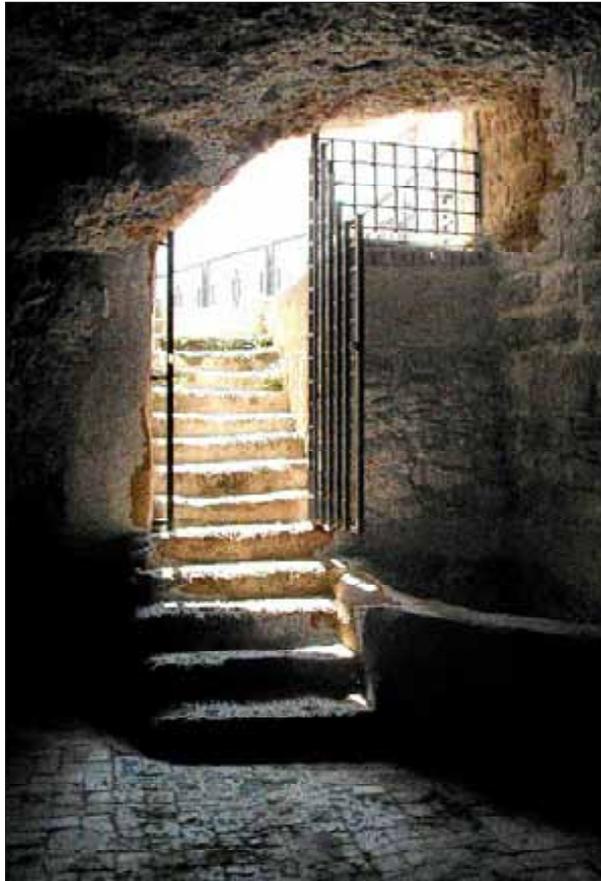


719



721

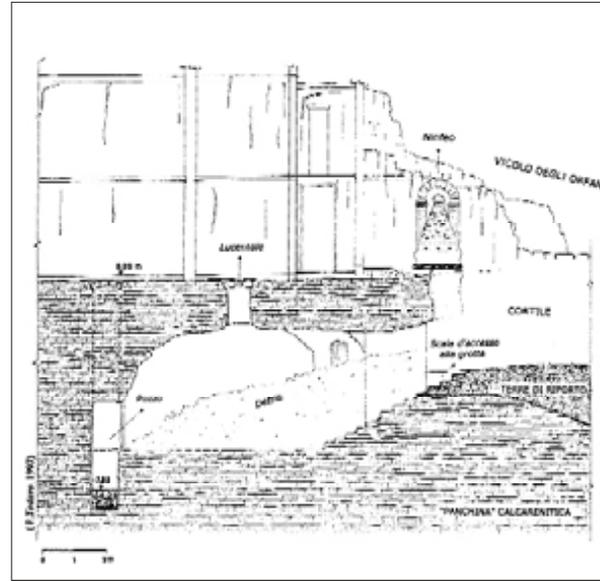
244



720



722



723

Maruzza e il vicolo degli Orfani. Citiamo ancora Todaro per descrivere la grotta dei Beati Paoli dopo i recenti lavori di disostruzione. “Da quanto attualmente messo in luce risulta un ambiente strutturato in una grande cavità ricavata in un banco di calcarenite bioclastica ben stratificata. In pianta mostra un profilo sub ellittico con asse maggiore di circa 8 m e asse minore di 5 m. La volta piatta sembra seguire l'andamento orizzontale degli strati della roccia incassante, superando l'altezza di 4 m rispetto al pavimento. In posizione pressoché baricentrica si apre sulla volta un lucernario, un buco profondo circa 2 m e dal diametro di 60 cm che si pensa garantisca oltre all'illuminazione dell'ambiente, la necessaria ventilazione. In fondo alla grotta dirimpetto all'ingresso si è rinvenuto un pozzo d'acqua completamente interrato, di sezione sub quadrata (cm 90 x 80), profondo 4 m dal pavimento della grotta. [...] Entrando nella grotta a sinistra si osserva un lungo muro realizzato in grossi conci di tufo calcarenitico, giuntati con malta di calce, che la chiude per tutta la sua profondità precludendo probabilmente l'accesso ad un altro ambiente descritto dal Villabianca come la grotta principale, la cui verifica potrebbe essere l'oggetto di una prossima campagna esplorativa. [...] Pertanto si è del parere, salvo approfondimenti e considerazioni da produrre quando l'esplorazione sarà completata, che il rinvenimento attuale riguardi proprio la riscoperta di quella che la tradizione popolare indica come la grotta dei Beati Paoli. Ma la genesi di questo ipogeo potrebbe essere più antica e potrebbe far parte, come camera sepolcrale, del complesso catacombale di Porta d'Ossuna. Poi, passata attraverso adattamenti e riusi per un lungo periodo storico, ha assunto le caratteristiche di una camera dello scirocco, in grado pertanto di garantire con la necessaria riservatezza quelle condizioni di comfort fisiologico favorevoli per un ambiente destinato ad adunanze plenarie.”

717,718
Palermo, Grotta dei Beati Paoli.
Lucernario di illuminazione e ventilazione.

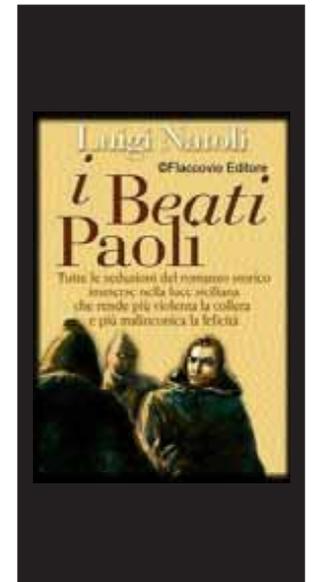
720
Palermo, Grotta dei Beati Paoli.
L'ingresso alla grotta visto dall'interno.

721
Palermo, Grotta dei Beati Paoli.
Il pozzo.

722
Palermo, Grotta dei Beati Paoli.
Scorcio sulla grotta con il pozzo sulla sinistra della foto.

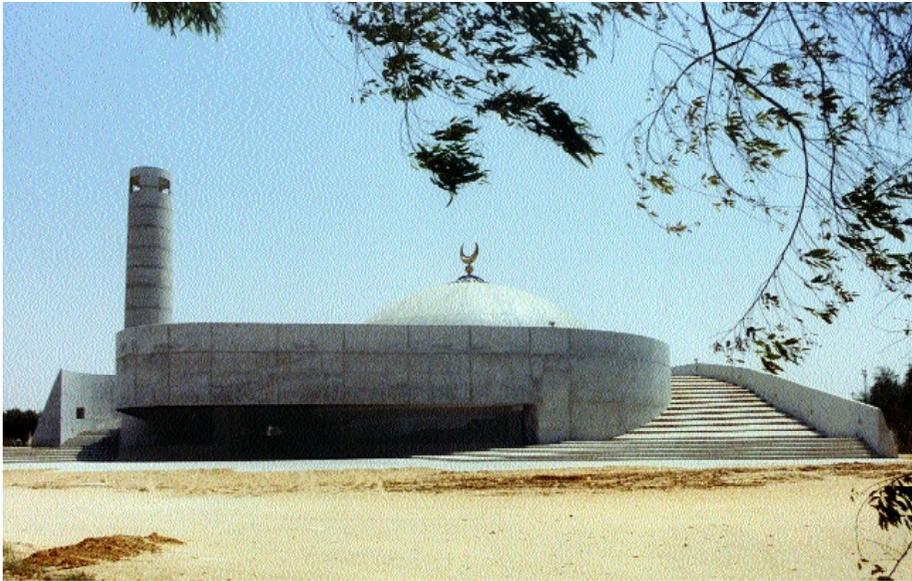
723
Palermo, Grotta dei Beati Paoli.
Rilievo di P. Todaro, sezione.

724
Copertina del romanzo d'appendice "I Beati Paoli" di Luigi Natoli, pubblicato a Palermo nel 1910 e oggi ristampato dall'editore Flaccovio.



724

245



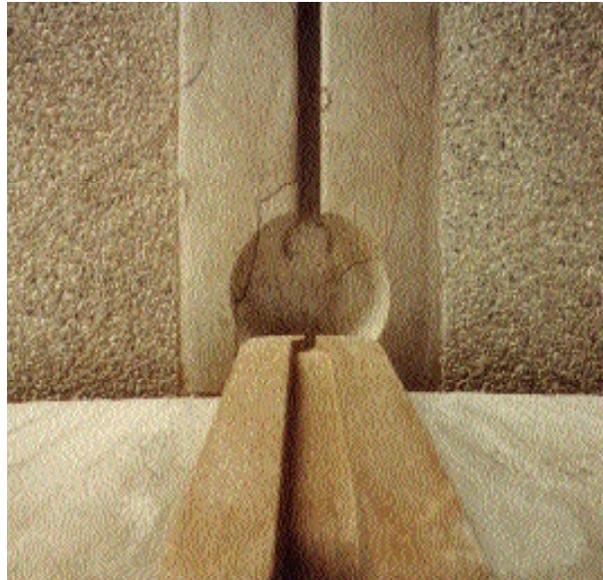
725



726



727



728

Abbiamo già osservato come un primo ordine di dispositivi messi a punto per rinfrescare e umidificare gli spazi costruiti - corti esterne o locali interni, civili abitazioni o edifici pubblici - siano il frutto di un'applicazione intuitiva e sapiente, basata sull'accentuazione di fenomeni naturali, di principi generali della fisica termodinamica, come il raffreddamento per evaporazione e la ventilazione per convezione. Nel primo caso il processo endotermico dell'evaporazione richiede la presenza di vasche d'acqua, fontane o *salsabil*, vale a dire di superfici bagnate o umide per innescare il fenomeno della cessione di calore dall'aria al vapore acqueo. La ventilazione, che invece sfrutta i moti convettivi dell'aria, può avvalersi ad esempio di spazi comunicanti sia in orizzontale che in verticale, che siano diversamente soleggiati od ombreggiati, in modo da definire zone eterogenee per temperatura, pressione e densità dell'aria, capaci di originare costanti moti d'aria convettivi, così ricercati nelle ore più calde del giorno.

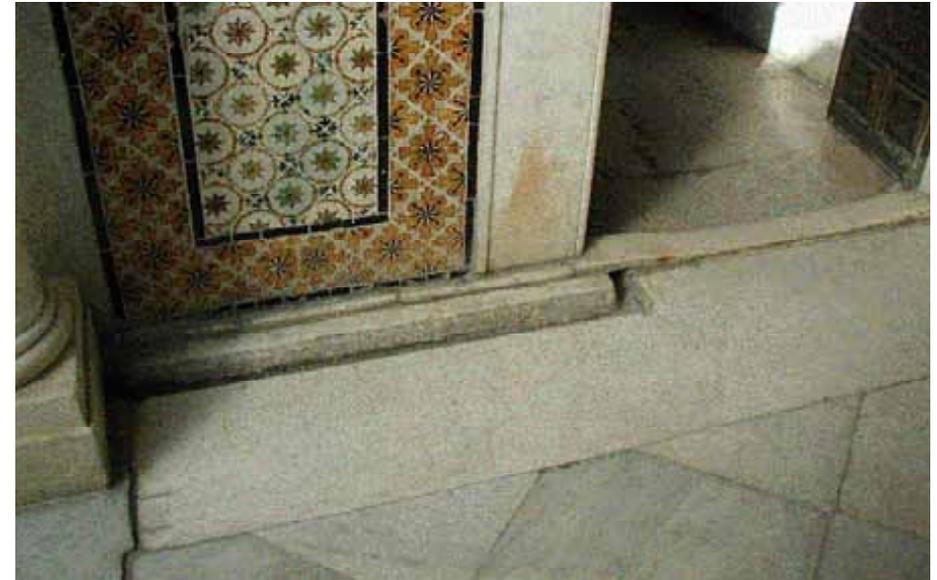
Negli edifici arabi tradizionali, le fontane sono generalmente ubicate nella corte esterna. Il tipico modello è in marmo decorato e geometricamente derivato dall'iscrizione di un poligono ottagonale o con più lati in un quadrato; disegno che, sul pavimento del patio, rappresenta la proiezione ortogonale della cupola, simbolo della sfera celeste. Nei palazzi del Cairo, in particolare nel periodo ottomano, il concetto della corte aperta si è trasformato nel *qā'a*, la corte coperta affiancata dall'*nwanāt*. In questo caso la fontana si trova collocata all'interno del *durqā'a* in posizione centrale, e la sua utilità in termini di benessere climatico, misurato nella capacità di rinfrescare per evaporazione, è rafforzata dalla presenza del *malqaf*, che crea flussi d'aria in presenza di vento esterno, e dalla configurazione degli spazi domestici che inducono i moti convettivi d'aria sopradet-

Fontane, *salsabil* e corti umide

725
Tripoli (Libia): moschea all'interno della GTC - General Tobacco Company, 1979. Progetto di G. Moretti per Studio di ingegneria. Andina e Casini (Bologna).

726-728
Salsabil all'ingresso della Moschea GTC di Tripoli. Il percorso d'acqua ha l'orientamento del mibrab.

729
Canaletta di raccolta dell'acqua che corre lungo le pareti della corte nel Palazzo Dar Ben Abdullab (Tunisi).



729



730

730
Granada, Alhambra:
Giardini del Generalife.
Il sistema dei parapetti con corrimano
"umidi" lungo le scalinate esterne.

731
Bagnaia (Viterbo), Giardini della cinque-
centesca Villa Lante (opera del Vignola)
con le cascatelle d'acqua lungo le scalinate
del giardino.

732
Granada, Alhambra: Corte "umida" con la
Fontana e il Patio de los Leones.



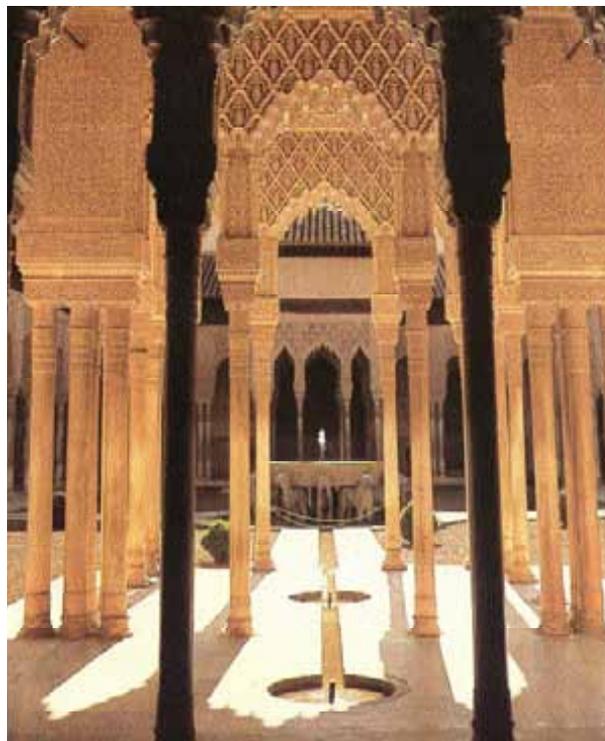
731

248

ti.
Il *salsabil* viene solitamente realizzato quando la pressione dell'acqua non è sufficiente per realizzare una fontana. Si tratta di una grande lastra di marmo finemente decorata a motivi geometrici, generalmente alloggiata in una nicchia centrale posta di fronte all'*iwàn*, dove ci si siede per conversare. La lastra è inclinata di un certo angolo rispetto alla verticale in modo da permettere all'acqua di discenderci a velo con una lievissima turbolenza determinata dalle geometrie in superficie, e facilitare l'evaporazione che umidifica e rinfresca l'ambiente. L'acqua viene poi incanalata verso una vasca posta nelle vicinanze (Fatby, 1986). Dal punto di vista della climatizzazione, fontane e *salsabil* sono espedienti efficaci poiché l'acqua in movimento accelera il processo evaporativo, che sarebbe sensibilmente più lento in bacini e vasche privi di giochi d'acqua in movimento.

L'abbassamento della temperatura dell'aria per evaporazione crea a sua volta moti convettivi all'interno del locale "bagnato". Questo principio è stato utilizzato ed esteso a una più vasta scala nel complesso dell'Alhambra, dove un'alternanza di corti bagnate da fontane, rivoli d'acqua o *salsabil* e corti asciutte, a motivo delle differenti condizioni di microclima, origina flussi d'aria continui. Particolari sono poi i giardini del Generalife, dove l'acqua arriva a scorrere fino all'interno del corrimano in pietra delle scalinate.

E' per queste ragioni che l'impiego dell'acqua, nelle sue diverse possibilità e laddove disponibile, è così efficace; se poi si considera il significato simbolico e il suo effetto psicologico, si comprende come "nella casa araba, le fontane giocino un ruolo equivalente ai focolari nelle regioni a clima temperato, nonostante le une siano usate per raffrescare e gli altri per riscalda-



732

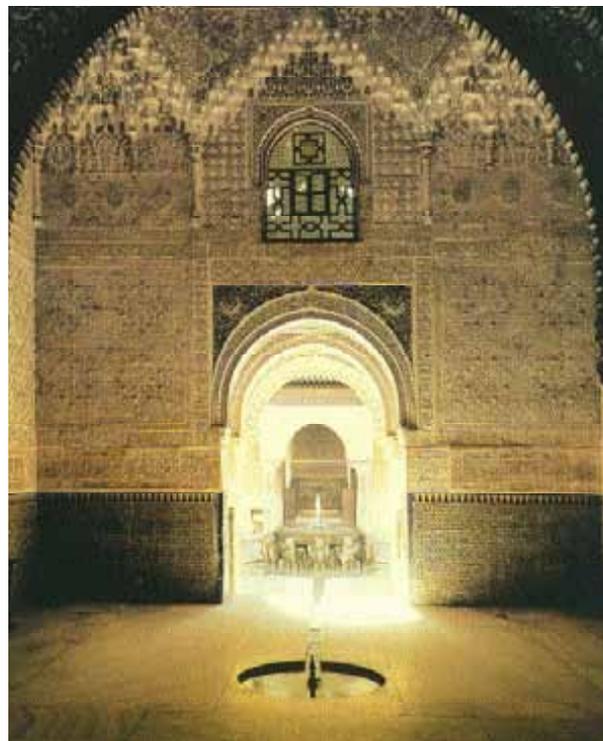
re". (A. Fatby)

Il funzionamento climatico del *takhtabùsh* si basa su un concetto simile a quello riscontrato nelle corti umide dell'Alhambra.

Si tratta di una loggia esterna coperta, spazio estivo di soggiorno e sosta prolungata, leggermente rialzato rispetto al livello terreno, e collocato fra due corti: l'una piccola e ombreggiata, l'altra, con cui confina tramite una *masbrabiya*, è di maggiori dimensioni, soleggiata, e a temperatura in media più elevata durante il giorno. Qui l'aria tende a riscaldarsi velocemente, a risalire verso l'alto aspirando, per convezione, l'aria più fresca del patio piccolo. Sfruttando un concetto semplicissimo, si crea così una gradevole corrente d'aria fra le corti, a beneficio degli ospiti del *takhtabùsh*.

Per finestra si intende genericamente un'apertura praticata nelle pareti esterne degli edifici per consentire l'illuminazione, la ventilazione degli ambienti e la visione verso l'esterno. Se le prime due funzioni sono attinenti alla sfera del benessere psicofisico dell'individuo, la terza si riferisce ad un aspetto più ampio, relativo alla volontà o meno di creare una relazione tra l'interno e l'esterno, alla possibilità di sostare in uno spazio privato ma in connessione sensoriale con quello pubblico.

Da questo punto di vista possiamo affermare che la finestra con i suoi prolungamenti e i suoi limiti (terrazze, aggetti, bow-window, sistemi di chiusura) è espressione e sintesi della relazione culturale tra vita pubblica e vita privata. Nel mondo islamico questa relazione è costantemente filtrata, se non contrastata, a difesa dell'intimità individuale, del nucleo familiare, e della separazione tra mondo maschile e mondo femminile. Le forature delle abitazioni verso l'esterno non sono dunque mai aperte e trasparenti, ma



Il *takhtabùsh*

Sistemi di chiusura

733
Granada, Alhambra:
Giardini del Generalife

734
Granada, Alhambra: la Sala delle due
Sorelle e, sullo sfondo, la Fontana del los
Leones.



733

249

734



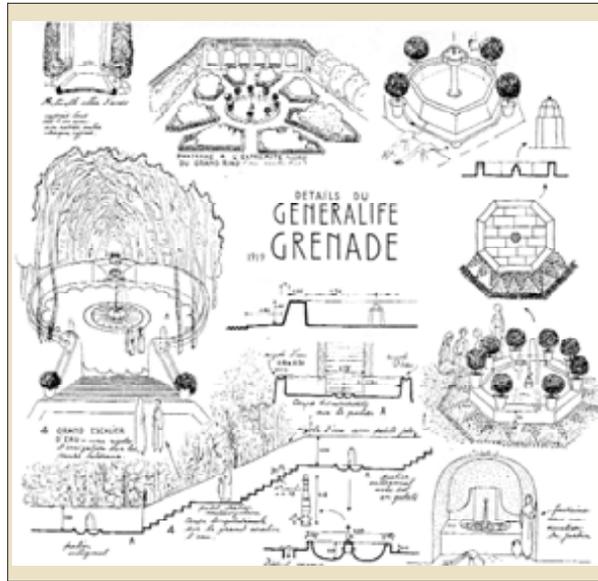
735

735
Tunisi: fontana al centro del patio.

736
Disegni di A. Laprade con particolari del Generalife di Granada, 1919.

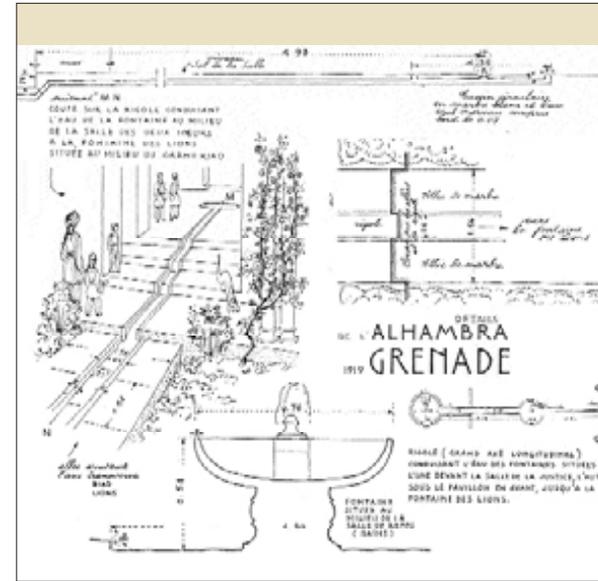
Claustra e mashrabiye

Giare porose, stuoie umide, accumuli di pietre



736

sempre protette da schermi filtranti. Possiamo allora meglio comprendere il significato dei diversi dispositivi di chiusura utilizzati nel mondo islamico. Ci riferiamo ai *claustra* e alle *mashrabiye*, schermi traforati, realizzati rispettivamente in muratura o in legno. I due sistemi sono concettualmente simili. Entrambi riducono la visibilità, vietano a sguardi esterni di penetrare negli spazi privati, attenuano la luminosità negli ambienti ma non ostacolano l'aerazione, permettendo all'aria calda accumulata sulla parte alta delle stanze di fuoriuscire garantendo una più uniforme distribuzione delle correnti. *Claustra* e *mashrabiye* risolvono dunque egregiamente le molteplici funzioni delle aperture, dalla difesa della privacy alla riduzione dell'apporto di irraggiamento, in termini di calore e luminosità, proveniente dall'esterno. Aggiungiamo che la qualità della luce ottenuta tramite un pannello grigliato è notevolmente diversa rispetto ad un semplice foro non schermato. Quest'ultimo infatti introduce brutalmente luce all'interno, creando un effetto di forte contrasto che può essere orientato o addolcito, ma che rimane comunque aggressivo. Al contrario, *claustra* e *mashrabiye* frazionano la luce diretta e moltiplicano le superfici riflettenti, sostituendo all'effetto di contrasto quello di penombra, benefico nei paesi dove le giornate estive possono essere di una luminosità abbagliante. Infine non è da trascurare la valenza estetica e decorativa dei due sistemi che, pur nella loro apparente semplicità, hanno dato vita ad una raffinata molteplicità di soluzioni. Attorno all'umidificazione dell'aria e al suo effetto di raffreddamento degli ambienti esistono poi altri dispositivi di corredo per accentuare i risultati. Tra gli altri, l'utilizzo di giare in terracotta riempite d'acqua, poste sui davanzali delle finestre e capaci di far traspirare l'umidità; stuoie di tela o di foglie intrecciate appese sulle forature di ingresso; accumuli o letti di pietre



737

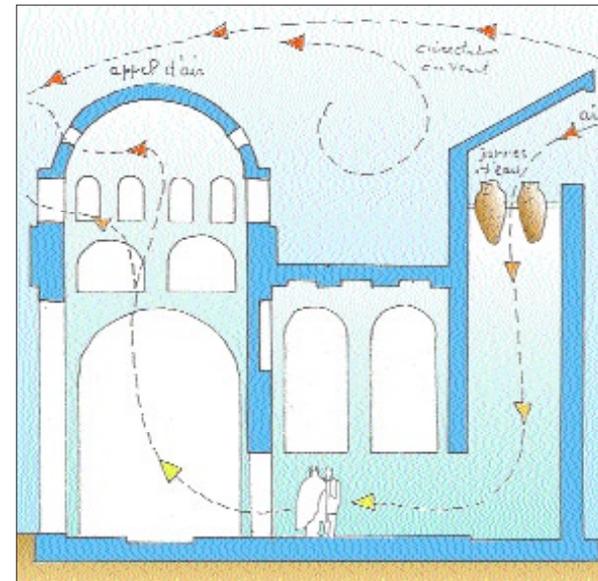


738

737
Disegni di A. Laprade con particolari dell'Alhambra di Granada, 1919.

738
Filtro per il fango nella corte della Grande Moschea di Kairouan. L'acqua piovana scorre sui piccoli risalti in marmo e il fango viene trattenuto sulla pietra. L'acqua pulita va nella cisterna sottostante attraverso una piccola apertura sul marmo.

739
Schema della circolazione d'aria con captatore di vento provvisto di giare porose.



739



740

Edificio imponente ed austero, “magnifico” pur nella sua assoluta semplicità, la Zisa sorge ad ovest del capoluogo siciliano, immerso in un ricco giardino. Il complesso era destinato a residenza estiva della famiglia reale, e divenne monumento simbolo del potere monarchico normanno a Palermo, senza esitare ad assimilare sapientemente i caratteri dell’architettura islamica, diffusa dalla dominazione araba nei tre secoli precedenti. Come afferma Ursula Staacke nel suo volume monografico *Un Palazzo Normanno a Palermo. La Zisa (1991)*, “degli edifici siciliani, la Zisa raccoglie e riassume più di altri, il travaglio culturale di tre secoli di presenza araba che ha determinato nuovi assetti del tessuto sociale e produttivo dell’isola.”

Il palazzo della Zisa fu edificato nel XII sec. per volontà del re normanno Guglielmo II e del suo predecessore Guglielmo I. Terminato nel 1166, perse presto la sua configurazione originaria a causa di continue manomissioni e presunte ristrutturazioni, dall’invasivo intervento barocco del XVII secolo, che, tra l’altro, modificò il prospetto principale sostituendo le aperture a bifora con le grandi finestre tuttora esistenti, fino al crollo dell’ala nord del palazzo nel 1971, poi ripristinata negli anni successivi. Tuttavia la Zisa non ha perso la sua integrità, grazie anche alla forte riconoscibilità degli interventi non originari. Dal punto di vista strettamente compositivo, il palazzo arabo-normanno è il risultato di una precisa costruzione geometrica: un asse di simmetria, parallelo ai lati corti dell’edificio ed orientato est-ovest, divide l’edificio in due unità speculari e si materializza nella Sala della Fontana (il Salsabil) che si apre al piano terra e si eleva a doppia altezza; l’edificio risulta così tripartito, con la sala della fontana al centro e due corpi laterali. Un lungo vestibolo al piano terra si sviluppa parallelamente a tutta la facciata principale (lato est), vano di accesso all’edificio e

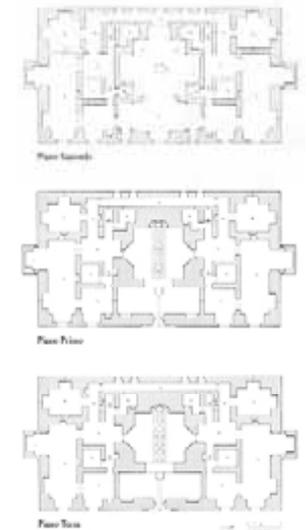
La Zisa di Palermo

740
Palermo, La Zisa: la Sala dalla Fontana e il Salsabil.
Palermo, La Zisa: la Sala dalla fontana e il Salsabil.
Palermo, la Zisa: spaccato assonometrico.
(dis. L. Filippucci per Bell'Italia n. 12, 1992)
Palermo, la Zisa: spaccato assonometrico.

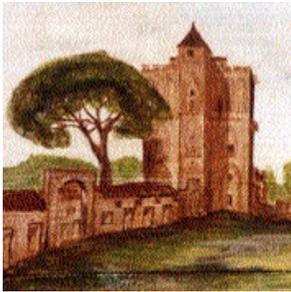
742
Palermo, la Zisa: piante dei tre livelli.
(U. Staacke).



741



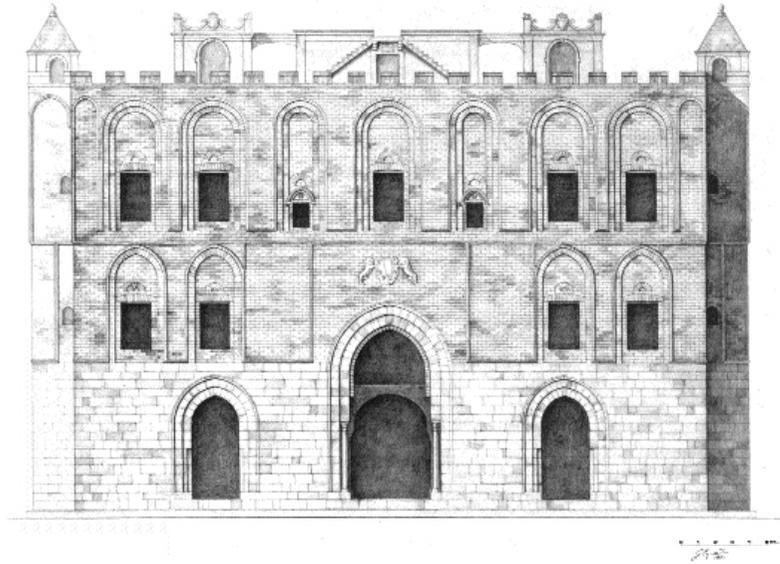
742



743

743
Palermo, la Zisa in una illustrazione ottocentesca.

744
Palermo, la Zisa: prospetto est. (rilievo di G. Esposito)



744

254

filtra fra l'interno e l'esterno, creando con la Sala della Fontana un'unica entità architettonica.

L'edificio è a tre piani. I due superiori sono destinati ai locali d'abitazione, e sono collegati da un lungo corridoio sul lato ovest, illuminato ed areato da quattro monofore disposte a coppie; il piano terra, oltre al sistema vestibolo-salsabil, ospita i locali di servizio. Al secondo ed ultimo piano le sale si aprivano su atri scoperti, simili a piccoli patii in sommità, oggi chiusi da padiglioni in copertura realizzati durante la ristrutturazione barocca.

Le pareti laterali dell'edificio, simili a muri "a sacco", sono costituiti da foderi di blocchi di tufo con un riempimento di pietre e malta di calce e presentano un notevole spessore che, da un massimo di 1,9 metri al piano terra, va progressivamente assottigliandosi ai piani superiori. Alle estremità del fabbricato, sui lati corti, sporgono due corpi parallelepipedi come unici elementi aggettanti dall'edificio principale. La singolarità di queste due torrette addossate al fabbricato e il ritrovamento durante i lavori di ripristino di un cavedio nella parete esterna dei vani sud orientali dei piani superiori, ha fatto pensare, ipotizzando la presenza di un cavedio speculare sul lato opposto dell'edificio, che si trattasse di un dispositivo di raffrescamento passivo simile, per concetto e struttura, alle torri del vento utilizzate nei paesi islamici.

A questa conclusione giunge Giuseppe Bellafiore che nei suoi studi sulla Zisa (cfr. bibliografia) afferma come "la generale sistemazione degli spazi interni obbedì alla logica di un complesso sistema di circolazione dell'aria. Questa era immessa attraverso le aperture dell'involucro esterno o risucchiata dalle canne di ventilazione. Nel piano alto tra le finestre esterne e gli atri, posti in riscontro, si stabiliva un flusso d'aria continuo. Nelle pareti

interne le alte monofore sull'asse dei ripostigli parietali e sulle porte servivano a risucchiare ed espellere l'aria calda." Di tutt'altro avviso è Ursula Staacke. "In Sicilia non esistono venti estivi regolari, in generale e in particolare modo provenienti da Nord; e comunque, grazie alla sua posizione al centro del mare mediterraneo il suo clima è piuttosto temperato. Per quanto riguarda la Zisa non è possibile, sulla base dell'organizzazione architettonica dell'edificio ipotizzare un circuito d'aria che coinvolga l'intero monumento. Non solo risulta inconsistente l'ipotesi di captazione di aria fresca dall'alto, con una circolazione quindi discendente che presuppone forti venti ed una sezione cospicua del canale captante, ma non è neanche praticabile l'ipotesi di una circolazione ascensionale che presupporebbe un vano, ad essa dedicato, piuttosto baricentrico e che coinvolge l'edificio per tutta la sua altezza." (*Un Palazzo Normanno a Palermo. La Zisa*, 1991).

La Staacke sostiene per contro che il cavedio ritrovato fosse piuttosto una semplice canna fumaria per l'evacuazione dei fumi di uno o più posti fuoco, per riscaldare o preparare vivande, probabilmente aggiunti nella ristrutturazione barocca. Se dunque appare poco credibile l'esistenza di un dispositivo di climatizzazione che coinvolgesse l'intero palazzo, è vero tuttavia che l'edificio risponde ottimamente ai picchi di calore estivo.

All'origine di questa sorprendente capacità di difesa, la presenza ed integrazione fra loro di elementi architettonici di tipo "ambientale", già incontrati nel nostro percorso attraverso i sistemi di climatizzazione passiva, che nella Zisa trovano un'efficace sintesi.

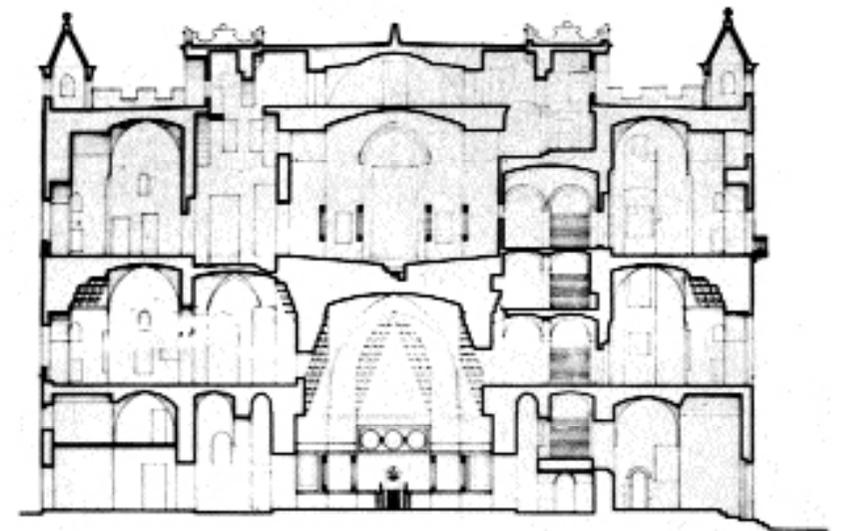
Tentiamo allora di riassumere la complessità di tali caratteristiche nel quadro sommario che segue.



745

745
Palermo, la Zisa: Masbarabiya.

746
Palermo, la Zisa: sezione longitudinale verso ovest. (archivio Soprintendenza di Palermo)

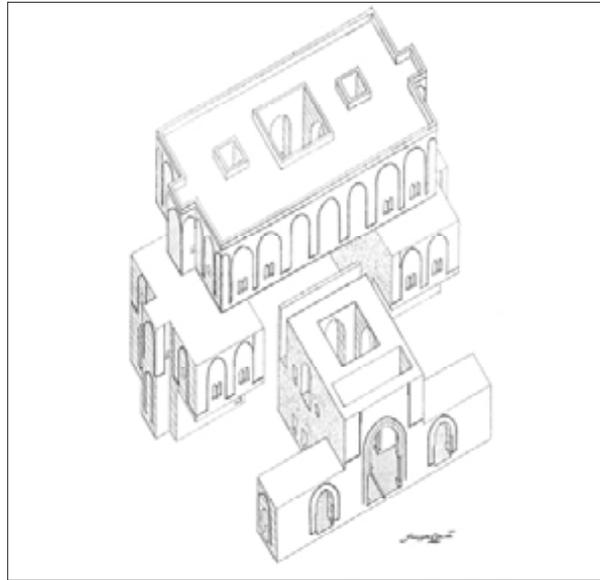


746

255



747



748

747
Palermo, la Zisa vista da sud.

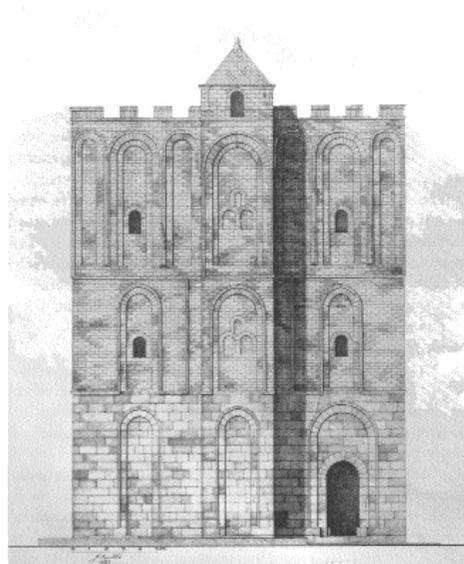
748
Palermo, la Zisa: scomposizione morfologica. (dis. G. Esposito)

749
Palermo, la Zisa: prospetto sud. (rilievo G. Esposito)

750
Palermo, la Zisa: la torretta sud.

751
Palermo, la Zisa: prospetto est con l'ingresso principale, sulla Sala della Fontana.

749



- Gli spessori murari, ad alta inerzia termica, assicurano un cospicuo ritardo nel passaggio di calore fra l'esterno dell'edificio e l'esterno;
- Le monofore, piccole e contrapposte, ubicate sulla parte alta delle pareti perimetrali dei vani e lungo il corridoio lato ovest, consentono l'evacuazione dell'aria calda e producono un lieve e continuo flusso d'aria. Originariamente anche le bifore sul fronte principale avevano il medesimo effetto, oggi perduto a causa della maggiore ampiezza delle finestre rettangolari barocche;
- Il vestibolo sul fronte principale protegge i vani interni dal soleggiamento diretto e crea un percorso protetto;
- La grande apertura a fornice del vestibolo si apre in direzione delle brezze e le incanala al proprio interno;
- Il *salsabil*, il percorso d'acqua che si prolunga fino alla vasca del giardino, le piccole vasche che si aprono lungo il condotto, raffrescano l'aria per evaporazione;
- Il giardino intorno alla palazzo contribuisce a creare zone ombreggiate, a ridurre la radiazione incidente sul fabbricato e a raffrescare le brezze provenienti dal mare;
- I corridoi longitudinali sul lato occidentale dei piani primo e secondo coronano sopra ed in asse al muro del piano terra formando un doppio involucro murario (una rudimentale parete ventilata) con la duplice funzione di isolare il cuore dell'edificio dagli apici delle temperature esterne e di liberare, almeno in parte, il lato ovest, particolarmente soleggiato nei pomeriggi estivi, dalle stanze abitate, destinandolo a spazio di servizio;
- Infine, al piano ultimo, gli atri a cielo aperto, oggi chiusi, funzionavano



750



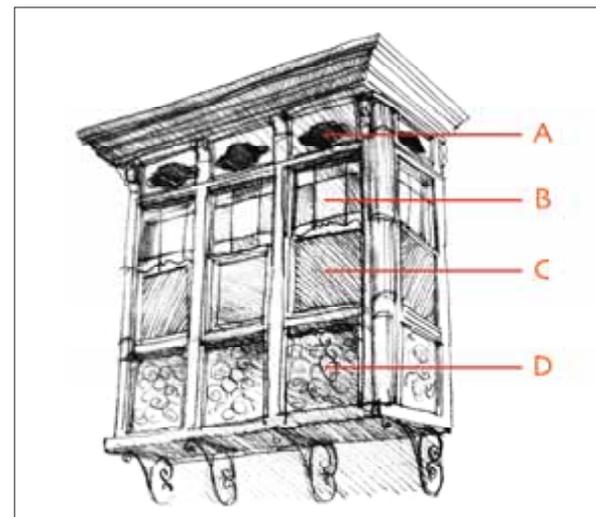
751



752

Abbiamo accennato ai sistemi di chiusura schermati come claustra e *masbrabiye*. Queste ultime, diffuse sulla sponda meridionale del Mediterraneo, in Medio Oriente e, generalmente, in tutto il mondo islamico, svolgono anche la funzione di umidificare l'aria degli ambienti interni e di abbassarne la temperatura mediante la regolazione del flusso di luce entrante dalle forature e grazie a particolari accorgimenti costruttivi. Infatti le *masbrabiye* (anche *musbrabiye*, *musbarabiye* o, in India, *jali*), come le persiane, le tende alla veneziana o i vari tipi *brise-soleil*, sono dispositivi utili principalmente a ridurre la luce entrante in un locale attraverso porte e finestre, con lo scopo di smorzarne l'effetto abbagliante e l'apporto di calore, ma che rispondono anche ad altre finalità. Facciamo ancora riferimento al testo già citato di Hassan Fathy per entrare nel dettaglio e descriverne il funzionamento.

Le mashrabiye



753

“Il termine *masbrabiya* deriva dalla parola araba "bere" ed in origine significava "il luogo in cui si beve". Questo era uno spazio sporgente, con apertura munita di grata, in cui piccole giare d'acqua erano poste per essere raffreddate dall'effetto di evaporazione ottenuto dal movimento dell'aria attraverso l'apertura.

Attualmente il termine è usato per indicare un'apertura schermata da una grata in legno di fogge svariate e dalla complessa geometria, ma generalmente composta da colonnine tornite e variamente lavorate, posizionate ad intervalli regolari sulla base di un particolare modello decorativo. Fogge svariate per soddisfare le numerose funzioni che attribuiamo a questo sistema:

1. controllare il passaggio della luce
2. controllare il flusso dell'aria
3. ridurre la temperatura della corrente d'aria
4. aumentare l'umidità della corrente d'aria
5. assicurare la protezione da sguardi esterni.

Ogni disegno di *masbrabiya* è scelto per soddisfare alcune o tutte queste

752, 753

La separazione delle funzioni nel sistema di una *masbrabiya* a Tunisi.

- A - aperture per il passaggio dell'aria;
- B - fascia con vetri, in parte colorati, per il passaggio della luce;
- C - fascia di grata per la vista sull'esterno, munita di grata fitta;
- D - pannelli ciechi di tamponamento.

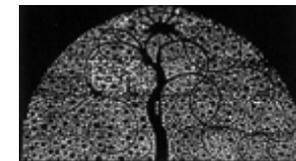
754, 755

Musbrabiya indiana, dove prende il nome di "jali".

Abmadabad, Moschea di Sidi Sayd. Vista dall'esterno e dall'interno.



754



755

In estate esiste una reale difficoltà a trovare un adeguato posizionamento per le lamelle orientabili "alla veneziana" nei confronti dell'irraggiamento solare (da schermare) e, contemporaneamente, del flusso d'aria esterna (da convogliare verso gli occupanti l'ambiente interno). Infatti la posizione per la direzione ottimale del movimento d'aria risulta indesiderabile per la protezione dall'irraggiamento solare, in quanto lo lascia attraversare gli schermi nella direzione degli occupanti. Al contrario, per bloccare l'irraggiamento diretto sarebbe vantaggioso un posizionamento che invece dirige impropriamente la corrente d'aria nell'ambiente interno al di sopra degli occupanti. (Fatby, 1986).

funzioni, attraverso la modifica dell'ampiezza degli interstizi, il passo o il diametro delle colonnine, ecc.”.

Non è infrequente che la *masbrabiya* sia usata all'interno dell'abitazione, tra stanze adiacenti, per permettere la rispettiva ventilazione.

“Tutte le fibre organiche, come il legno della *masbrabiya*, assorbono, ritengono e rilasciano considerevoli quantità d'acqua.

Ad esempio, le piante possono fornire una certa regolazione della temperatura della loro corteccia tramite i successivi processi di traspirazione/evaporazione. In questo modo la linfa scorre attraverso le fibre verso la superficie della pianta, dove evapora e raffredda la parte esterna. Le fibre del legno conservano questa caratteristica anche dopo che la pianta sia stata tagliata e usata nella costruzione, fino a quando non vengono coperte da rivestimenti o da verniciature inadeguate. Nel nostro caso, il vento, passando attraverso gli interstizi del legno poroso che costituisce la *masbrabiya*, cede parte della sua umidità alle piccole balaustrate se esse sono più fredde, come accade di notte. Quando poi la *masbrabiya* viene scaldata dalla luce del sole, l'umidità è rilasciata alla nuova aria che scorre attraverso la grata. [...] Le colonnine e gli interstizi della *masbrabiya* presentano una dimensione ottimizzata in base alla superficie esposta all'aria e alla quantità d'aria che attraversa le maglie. Infatti all'aumentare della dimensione delle colonnine, aumenta la superficie esposta a quindi anche l'effetto di umidificazione. Ma, se invece le colonnine fossero eccessivamente spaziate, il risultato di incrementare la velocità dell'aria che attraversa la grata potrebbe attenuarsi, così come quello di umidificazione, perché parte del flusso potrebbe non arrivare a lambire le colonnine.

In aggiunta a questi effetti di tipo fisico, la *masbrabiya* assolve un'importan-

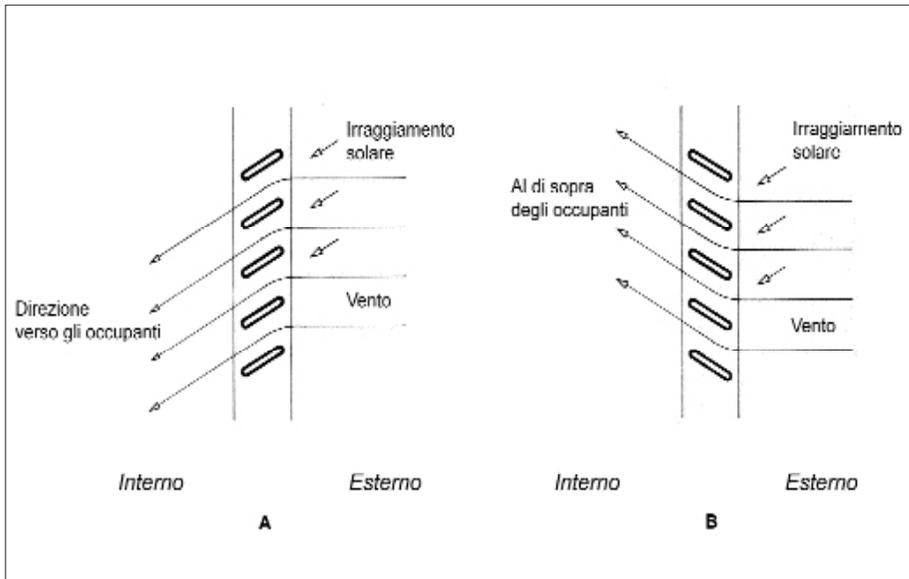
te funzione nel campo delle interrelazioni tra persone: essa assicura a chi abita protezione visiva da sguardi esterni e allo stesso tempo permette la vista sull'esterno attraverso la schermatura.

E' per questo che una *masbrabiya* prospiciente la strada presenterà interstizi minuti nella parte inferiore della finestra (schermatura della vista) e più consistenti alla sommità, sopra il livello degli occhi (passaggio dell'aria). Tra queste due fasce, talvolta, sono disposte luci a vetri più o meno colorati per il passaggio della luce” (H. Fatby, *Natural Energy and Vernacular Architecture*, 1986). Qui è interessante notare come le tre principali funzioni che assolve la nostra finestra a vetri tradizionale - il passaggio della luce, il passaggio dell'aria e la vista sull'esterno - nella *masbrabiya* possano essere perfettamente disarticolate e risolte con parti diverse del sistema, governabili separatamente.

Dal punto di vista visivo, mettendo a fuoco la grata, la *masbrabiya* appare come una zona di parete “alleggerita” mentre, mettendo a fuoco un punto al di là della grata, la vista esterna, protetta dall'abbagliamento, risulta abbastanza chiara anche se leggermente velata, a seconda della geometria costruttiva della grata.

Il fenomeno si può apprezzare meglio osservando l'effetto prodotto da un raggio di luce che investe un corpo cilindrico.

Il rapporto di contrasto che si viene a creare tra zone in luce e zone in ombra è attenuato dalla superficie curva del cilindro, che dà origine a zone intermedie di sfumatura. Riferendo l'esempio al sistema di colonnine che costituiscono la grata della *masbrabiya*, l'effetto complessivo risulta particolarmente riposante per chi, da un interno ombroso, rivolge lo sguardo verso un'intensa fonte di luce esterna.

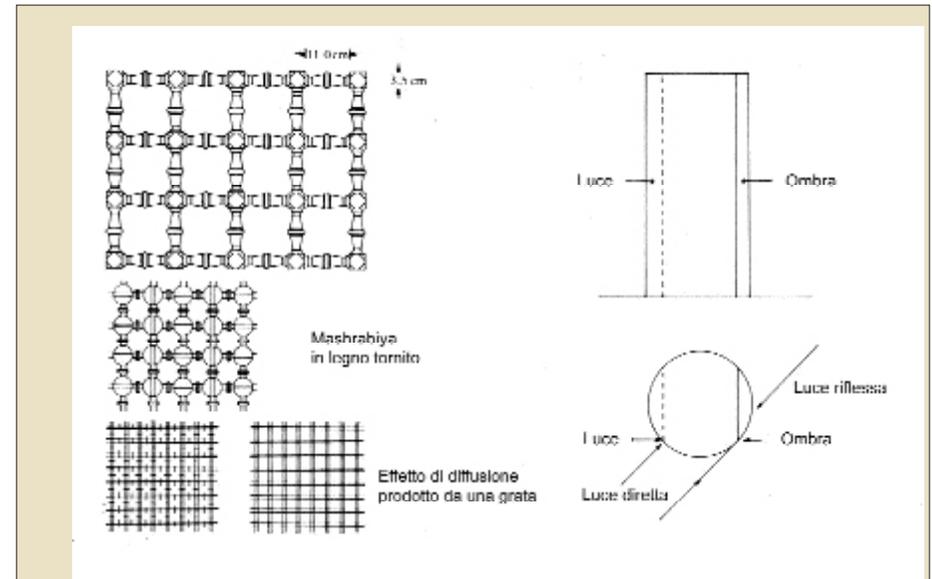


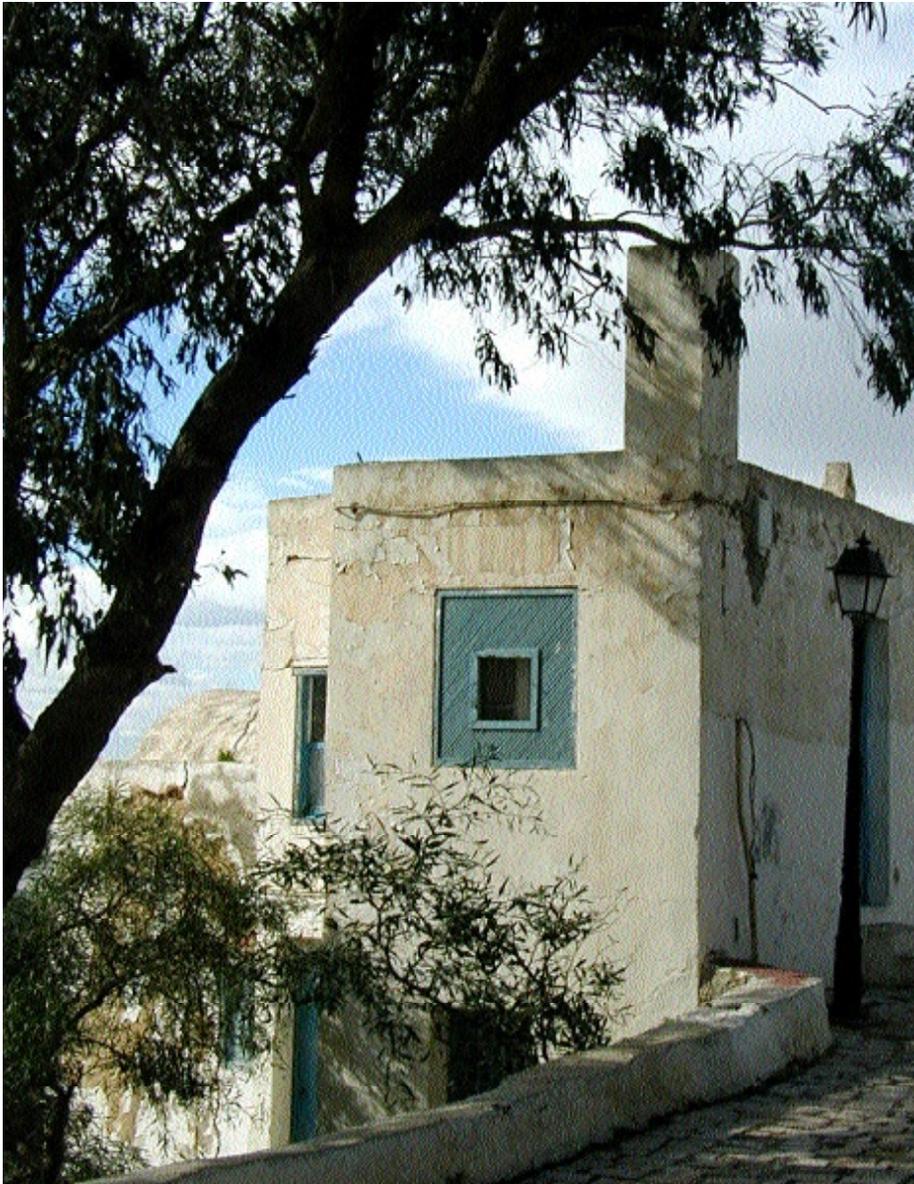
Se mettiamo a fuoco la grata, la *masbrabiya* appare come una zona di parete “alleggerita” mentre, mettendo a fuoco un punto al di là della grata, la vista esterna risulta abbastanza chiara anche se leggermente velata.

Il fenomeno si può apprezzare meglio osservando l'effetto prodotto da un raggio di luce che investe un corpo cilindrico. Il contrasto che si viene a creare tra zone in luce in ombra è attenuato dalla superficie curva del cilindro, che dà origine a zone intermedie di sfumatura.

L'effetto complessivo risulta particolarmente riposante per chi, da un interno ombroso, rivolge lo sguardo verso un'intensa fonte di luce esterna. (Fatby, 1986).

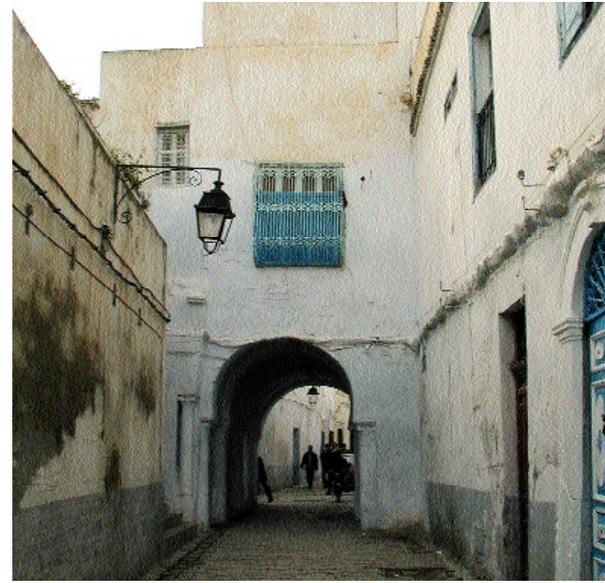
Panoramica sulla varietà delle tipologie di *masbrabiya* presenti a Tunisi e nei suoi immediati dintorni.





758

262



759

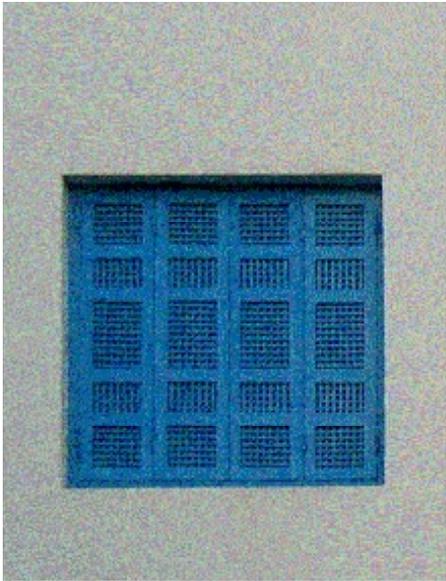


760

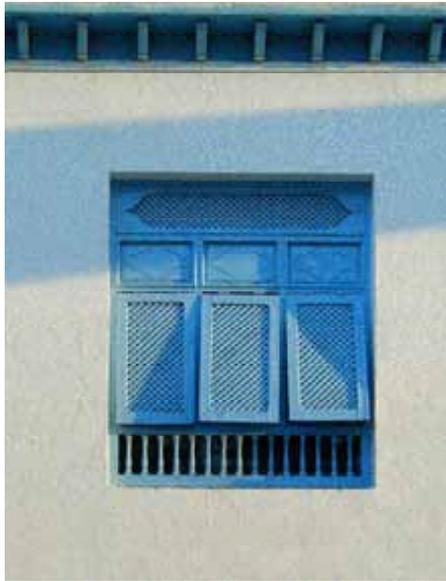


761

263



762



763



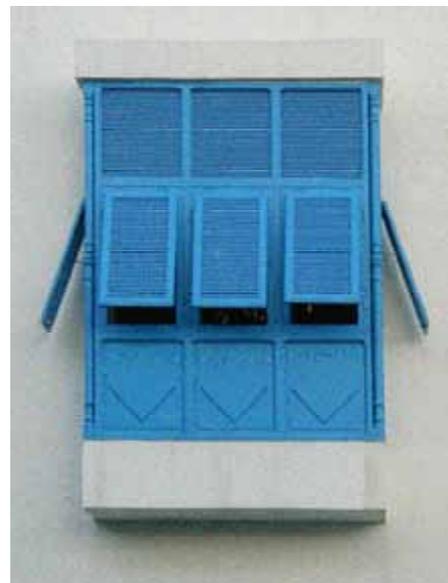
766



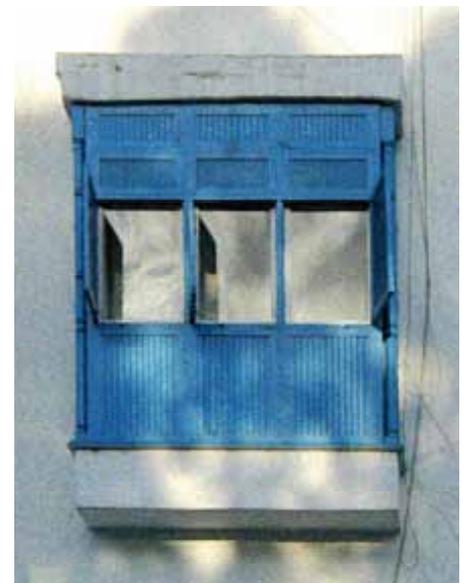
764



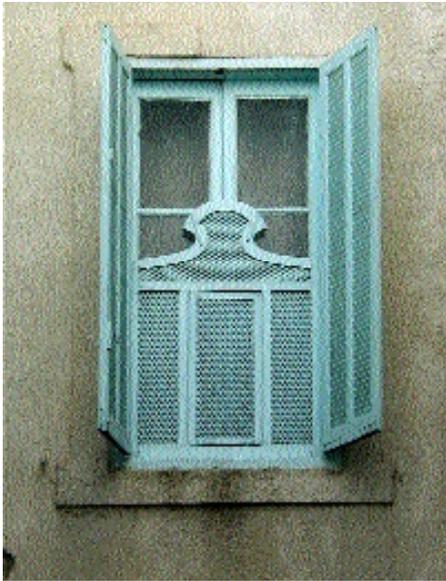
765



767



768



769



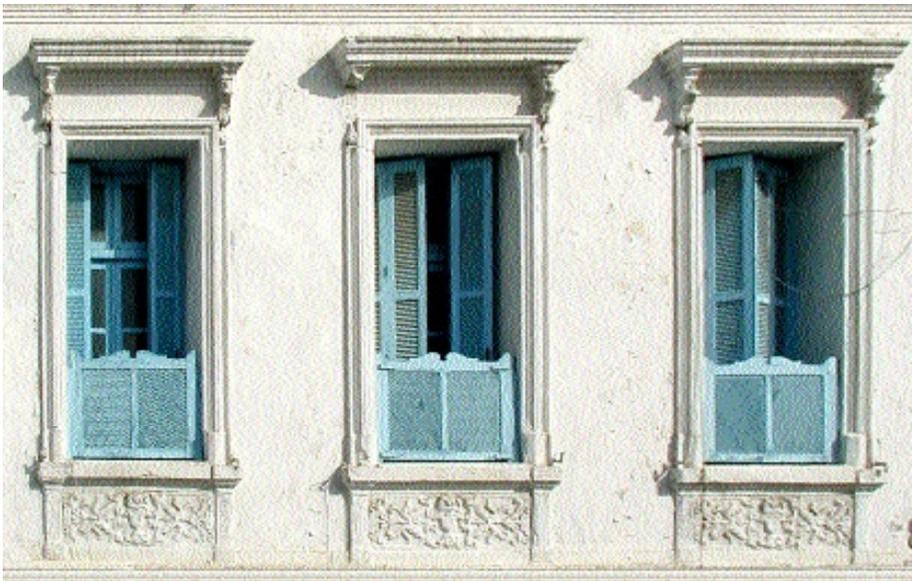
770



772

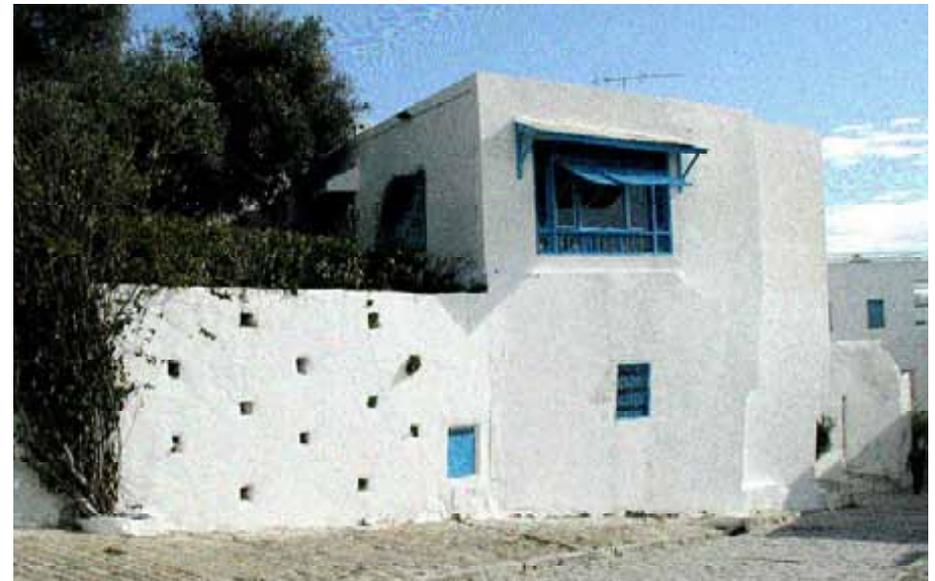


773



771

266

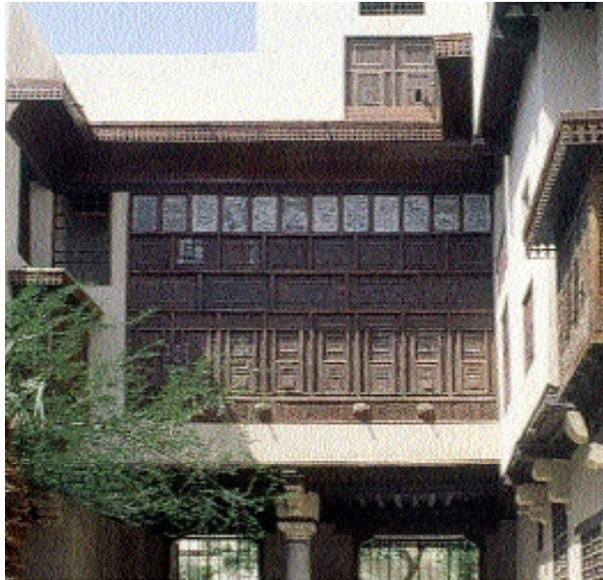


774

267



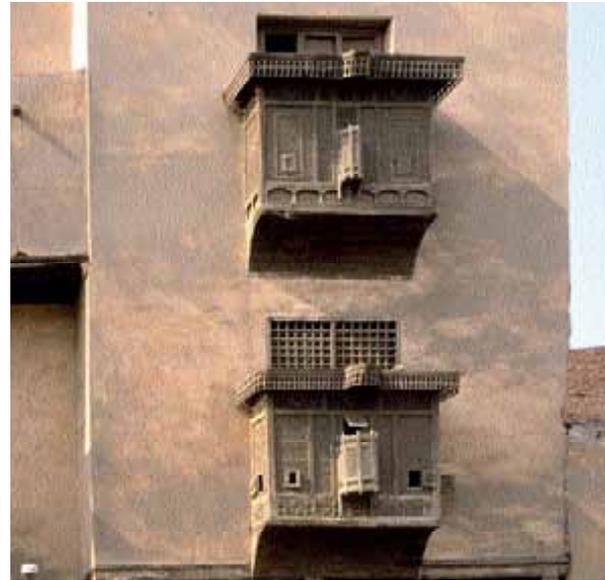
775



776



777



778

775-782
Masbrabiye egiziane.

783-798
Modelli decorativi di masbrabiye ricor-
renti anche nelle costruzioni attuali.

799-802
Le masbrabiye nelle stampe ottocentesche
che Achille Prisse ha lasciato sull'archi-
tettura storica del Cairo.

In particolare:

799 - Moschea sepolcrale del Sultano
Barquq. Porta della tomba (14° sec.).

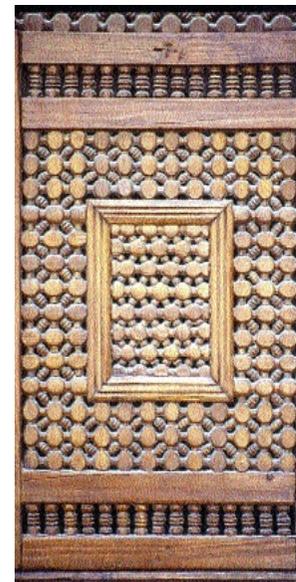
800 - Maga di Ahmad Hussein Margush.

801 - Casa nota come Bait Al-Shalabi.
Prospetto della corte interna (18° sec.).

802 - Bait Al-Amir. Masbrabiya interna
(18° sec.).



780



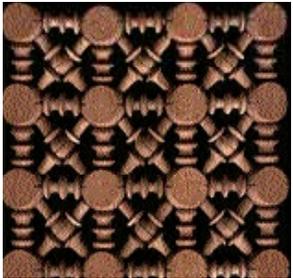
781



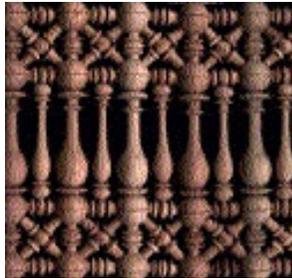
779



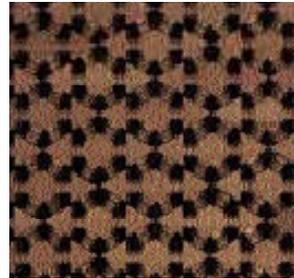
782



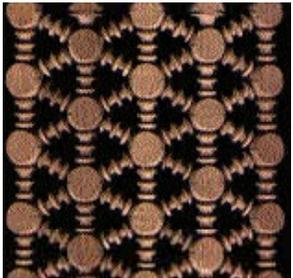
783



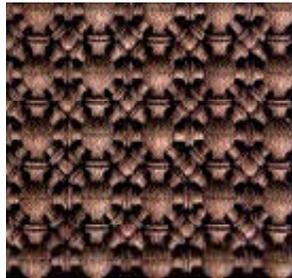
784



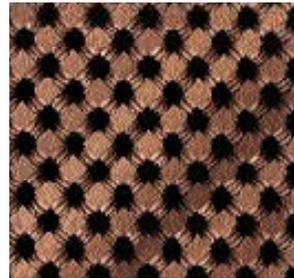
785



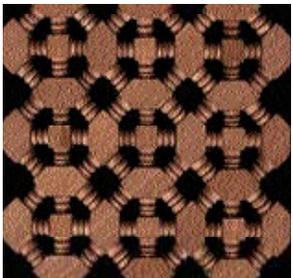
786



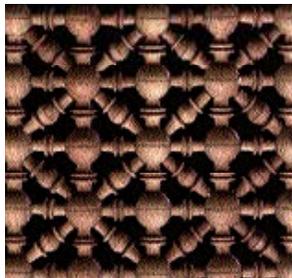
787



788



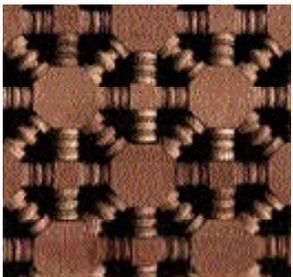
789



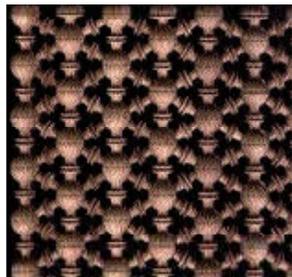
790



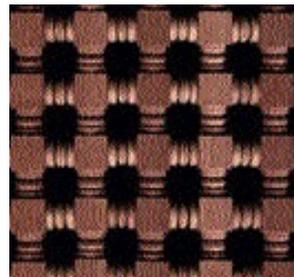
791



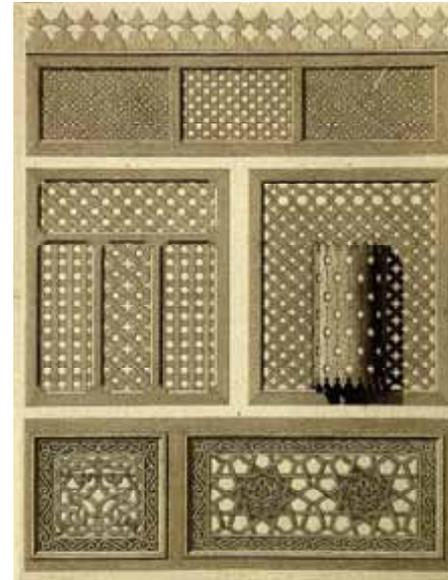
792



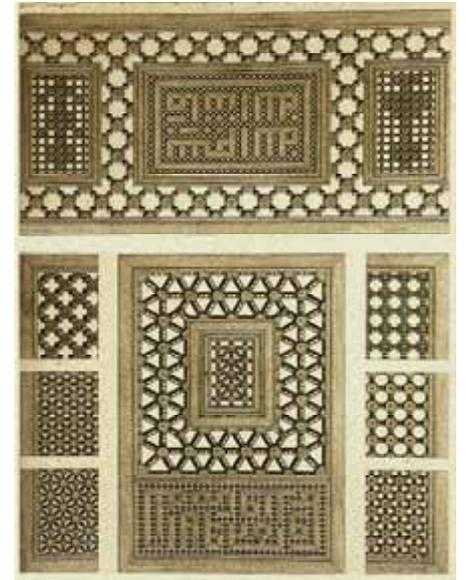
793



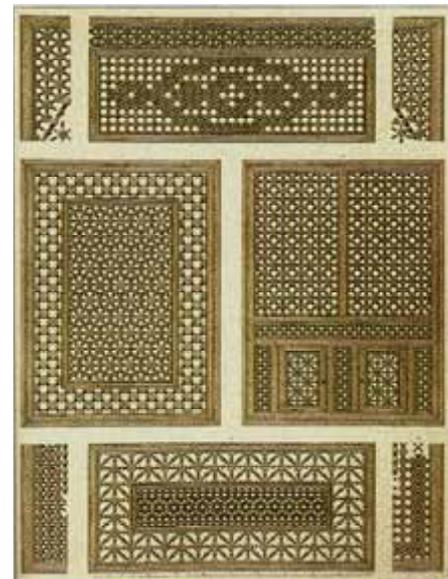
794



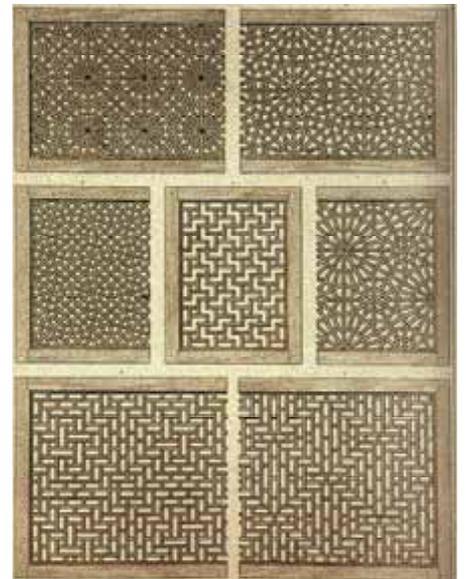
795



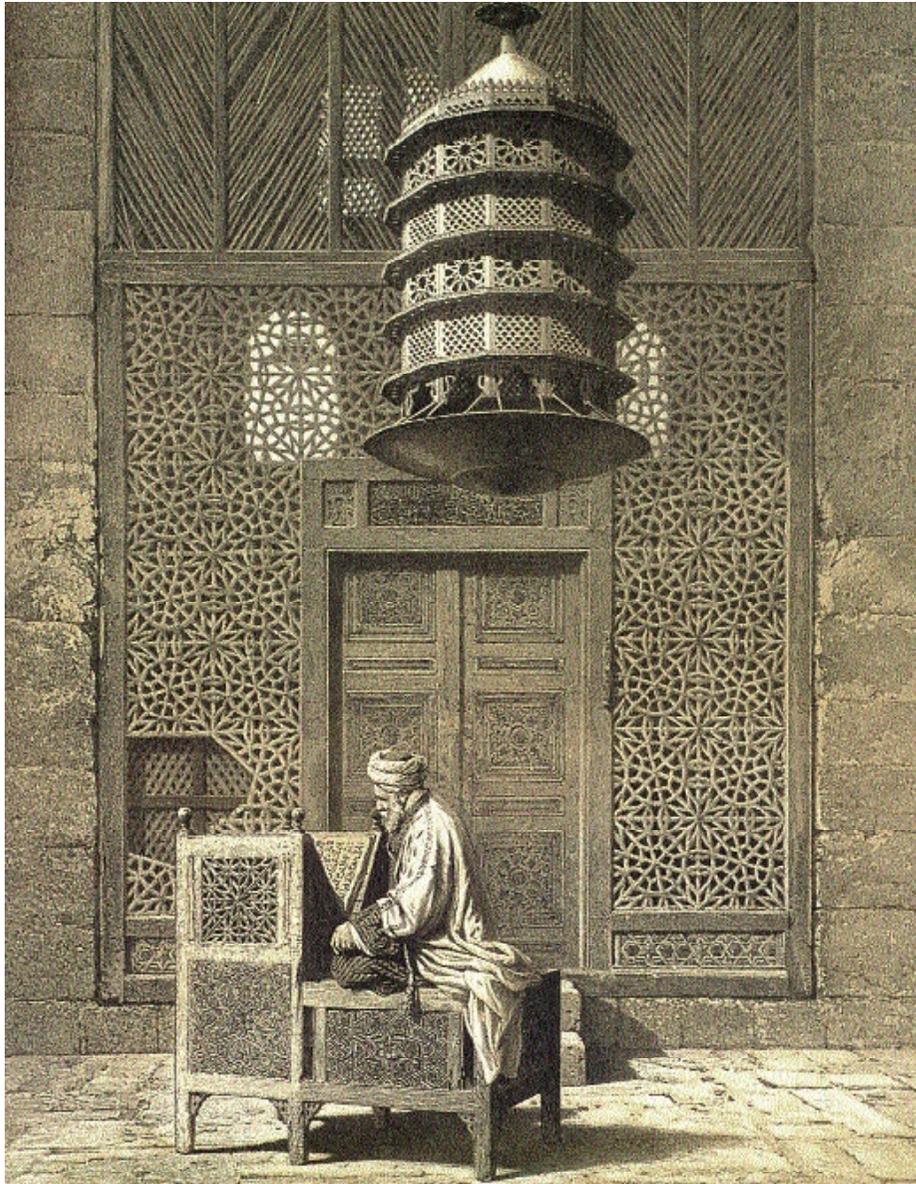
796



797

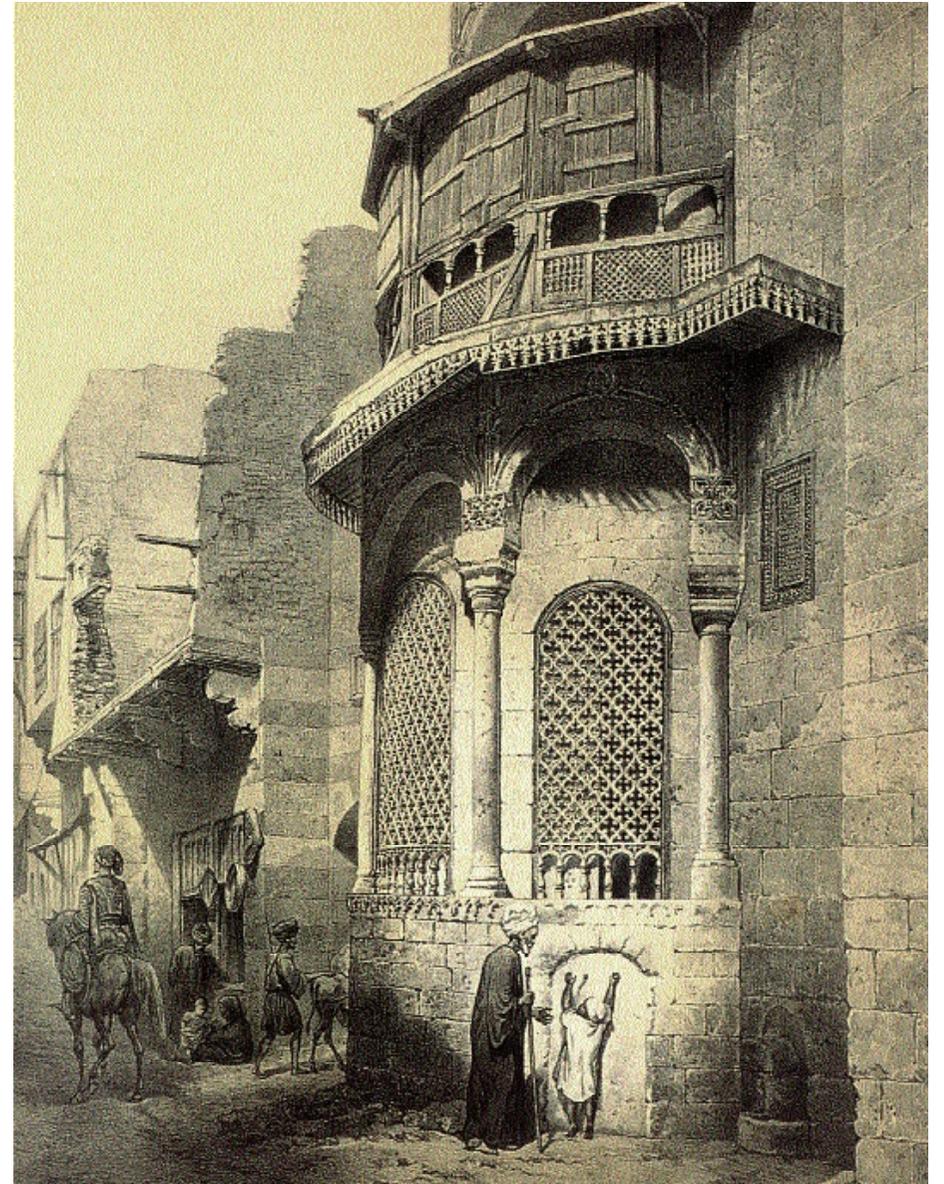


798



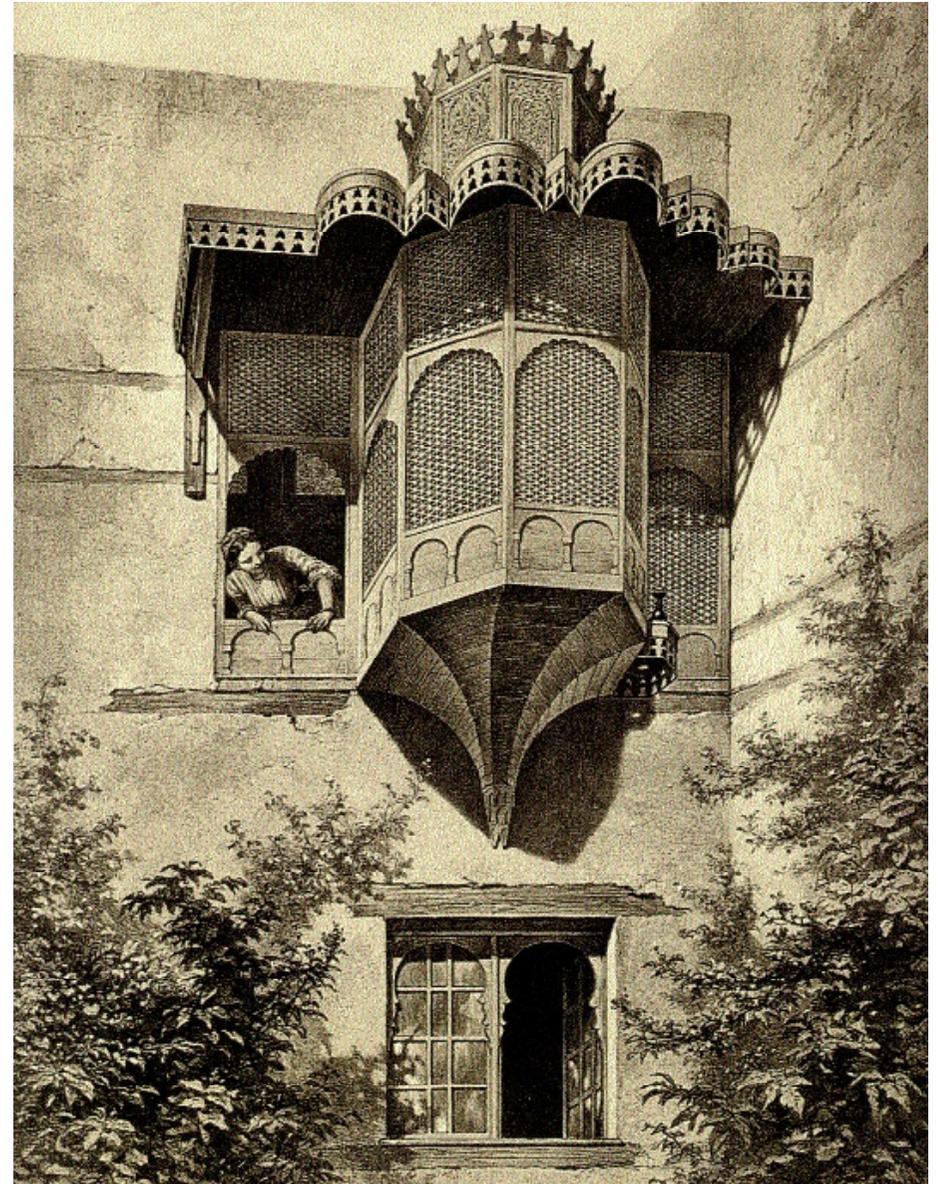
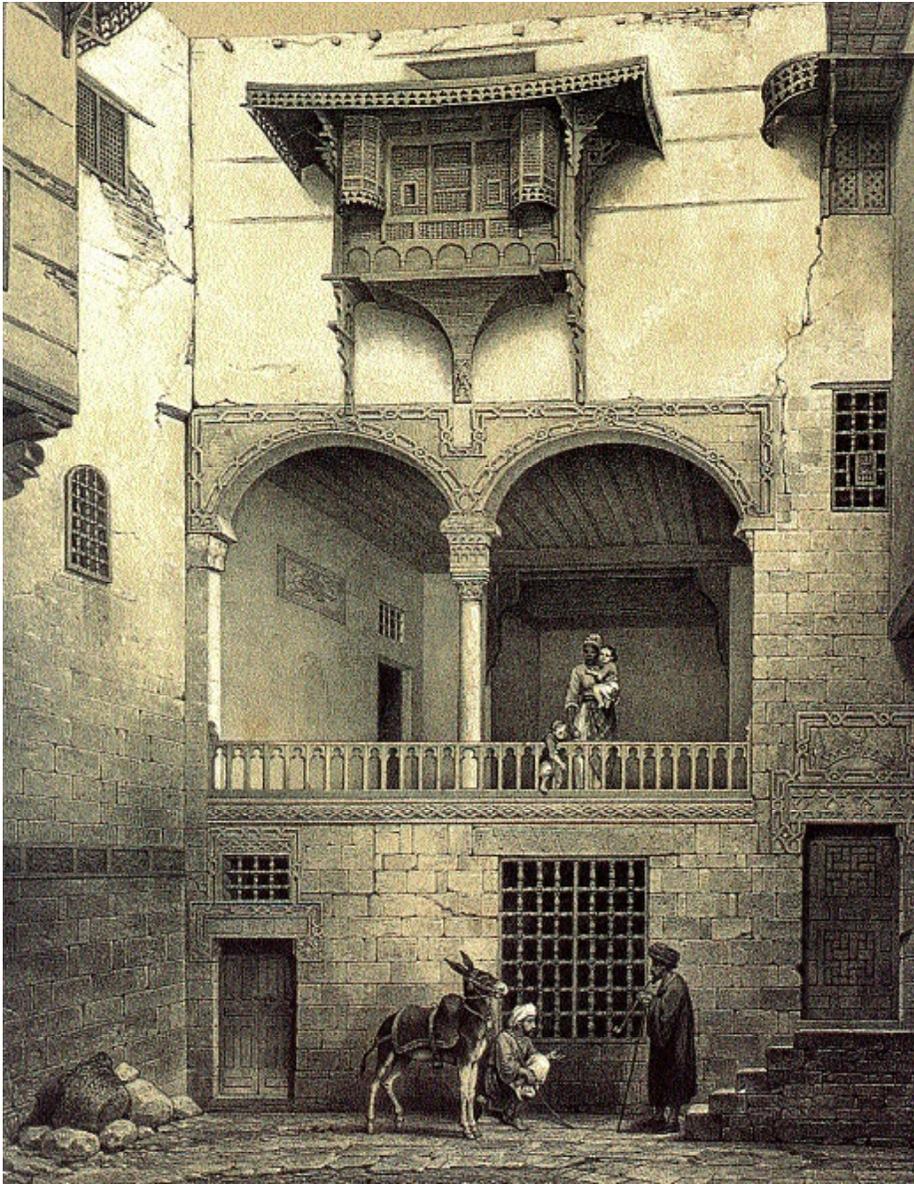
799

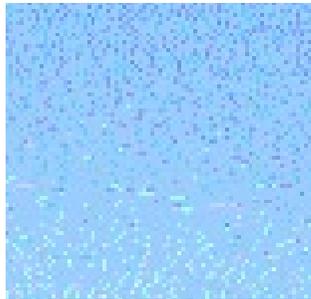
272



800

273





Gli autori



BIBLIOGRAFIA

Generalità

A.A. V.V., *L'habitat traditionnel dans les pays musulmans autour de la Méditerranée*, Rencontre d'Aix-En-Provence (6-8 Juin 1984), Institut de recherches et d'études sur le monde arabe et musulman, Université de Provence, pubblicazione de l'Institut Français d'Archeologie Orientale, Etudes Urbains, 1990;
ALEXANDROFF G. e ALEXANDROFF J.M., *Architectures et climats. Soleil et énergies naturelles dans l'habitat*, Berger-Levrault, Parigi, 1982;
BRAUDEL F., *Il Mediterraneo. Lo spazio la storia gli uomini le tradizioni*, Bompiani, Milano, 1987;
FATHY H., *Natural Energy and Vernacular Architecture. Principles and examples with reference to hot arid climates*, University of Chicago Press, USA, 1986;
FUSARO F., *La città islamica*, Editori Laterza, Bari, 1984;
LAPRADE A., *Architetture del Mediterraneo negli schizzi di Albert Laprade*, Priuli & Verlucca editori, Pavone Canavese, Ivrea, 1984;
LAUREANO P., *La piramide rovesciata, il modello dell'oasi per il pianeta terra*, Bollati Boringhieri, Torino, 1995;
PETRUCCIOLI A., *Dar al Islam. Architetture del territorio nei paesi islamici*, Carucci Editori, Roma, 1985.

La caverna, o "della sottrazione"

A.A. V.V., *Le città sotterranee della Cappadocia*, a cura di G.Bertucci, R.Bixio, M.Traverso, ERGA EDIZIONI, Genova, 1995;
A.A. V.V., *Cycle International d'Expositions Musées sans Frontières. Ifriqiya. Treze siècles d'art et d'architecture en Tunisie*, edito da Déméter, Tunisi, e Edisud, Aix-en-Provence, 2000;
A.A. V.V., *Is Gruttasa*, Edizioni Archeorur, Sant'Antioco (CA), 1999;
ANDRÉ L., *L'habitation troglodyte dans un village des Matmata*, Institut National d'Archeologie et d'Arts de Tunis, Cahiers des arts et traditions populaires, Revue du Centre des Arts et Traditions Populaires, 1969;
CUNEO P., *Storia dell'urbanistica. Il mondo islamico*, Editori Laterza, Bari, 1986;
DAGHARI-OUNISSI M.H., *Tunisia, habiter sa différence*, l'Harmattan, Paris, 2002;
DJERBI A., *Analyse d'une architecture triglodytique: la Soustraction. Univers de l'Architecture triglodytique à Matmata*, Tesi di laurea in Architettura, École Nationale d'Architecture et d'Urbanisme de Tunis, 1998;
DORA P. CROUCH, JUNE J. JOHNSON *Traditions in architecture. Africa, America, Asia and Oceania*, University Press, New York, 2001;
ELFORD G.R., *La Cappadocia e le città segrete*, Convivio, Fiesole (FI), 1992;
GOLANY GIDEON S., *Earth-Sheltered dwellings in Tunisia. Ancient lessons for modern design*, University of Delaware Press, Londra, 1988;
LAUREANO P., *Giardini di Pietra. I Sassi di Matera e la civiltà mediterranea*, Bollati Boringhieri, Torino, 1993.
PARMIGGIANI M., *Il labirinto di pietra. Riorganizzazione del comprensorio storico dei Sassi e dell'Altipiano Murgico*. Tesi di laurea in Architettura, Università di Ferrara, 1999.

Le matrici dei modelli insediativi. Corte e patio

A.A. V.V., *L'habitat traditionnel dans les pays musulmans autour de la Méditerranée*, Rencontre d'Aix-En-Provence (6-8 Juin 1984), Institut de recherches et d'études sur le monde arabe et musulman, Université de Provence, pubblicazione de l'Institut Français d'Archeologie Orientale, Etudes Urbains, 1990;
AL-AZZAWI S., *The courtyards of oriental houses in Baghdad, non functional aspects*, in *The Arab house. Proceedings to the colloquium held in the University of Newcastle Upon Tyne, 15/16 March 1984*, A.D.C. Hyland and

Ahmed Al-Shahi, Centre For Architectural Research And Development Overseas, University of Newcastle upon Tyne, 1986;
AL-AZZAWI S., *Not every courtyard is necessarily a good one climatically*, in atti del convegno Plea 91, Architecture and Urban Space, a cura di Alvarez S., De Asian J.L., Yannas S., De Oliveira E., Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 1991;
ALEXANDROFF G. e ALEXANDROFF J.M., *Architectures et climats. Soleil et énergies naturelles dans l'habitat*, Berger-Levrault, Parigi, 1982;
BUTERA F.M., *Architettura e Ambiente*, Etaslibri, Milano, 1995;
ELLAHI M. Ishteaque, *Traditional dwellings of south Arabia*, in *Traditional dwellings: case studies in different cultures*, Center for Environmental Design Research, University of California, Berkeley, USA, 1989;
FETHI I. e ROAF S., *The traditional house in Baghdad - Some socioclimatic consideration*, in *The Arab house. Proceedings to the colloquium held in the University of Newcastle upon tyne, 15/16 March 1984*, A.D.C. Hyland and Ahmed Al-Shahi, Centre For Architectural Research And Development Overseas, University of Newcastle upon Tyne, 1986;
FUSARO F., *La città islamica*, Editori Laterza, Bari, 1984;
GROSSO M., *Il raffrescamento passivo degli edifici. Concetti, precedenti architettonici, criteri progettuali, metodi di calcolo e casi studio*, Maggioli Editore, Rimini, 1997;
KALZER T., *Shelter in Saudi Arabia*, Academy Editions, London, 1984;
LAUREANO P., *La piramide rovesciata, il modello dell'oasi per il pianeta terra*, Bollati Boringhieri, Torino, 1995;
LAUREANO P., *Sabara giardino sconosciuto*, Giunti Barbera, Firenze 1989;
NOOR M., *The function and form of the courtyard house*, in *The Arab house. Proceedings to the colloquium held in the University of Newcastle Upon Tyne, 15/16 March 1984*, A.D.C. Hyland and Ahmed Al-Shahi, Centre For Architectural Research And Development Overseas, University of Newcastle upon Tyne, 1986;
RAPOPORT A., *Pour une anthropologie de la maison*, Dunod, Parigi, 1972;
RAVÉRAU A., *Le M'Zab, une leçon d'architecture*, Sinbad, Paris, 1981;
REVAULT J., *Palais, demeures et maisons de plaisance à Tunis et dans ses environs*, Edisud, Aix-en-Provence, 1984;
ROAF S., *The Traditional Technology Trap: Stereotypes of middle Eastern Building Types technology*, in *Dialog*, n° 25, 1990;
RUDOFISKY B., *Le meraviglie dell'architettura spontanea*, Laterza, Bari, 1979;
SCUDO G., *Climatic design in the arab courtyard house*, in *Environmental design*, Journal of the Islamic Environmental Design Research Center, a cura di Petruccioli A., Carucci Editore, Roma, 1-2, 1988;
SCIONI M., CITO L. A., VENTICELLI A., *Le Masserie: la tradizione costruttiva e l'integrazione con le risorse ambientali*, in *I paesaggi della tradizione, 34 saggi sul progetto di architettura nell'era della globalizzazione*, a cura di Petruccioli A. e Stella M., Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile e dell'Architettura del Politecnico di Bari, Unigrafica Corcelli Editrice, Bari, 2001;
STRAPPA G., *Alcune considerazioni sulla nozione di recinto nell'architettura islamica, in I paesaggi della tradizione, 34 saggi sul progetto di architettura nell'era della globalizzazione*, a cura di Petruccioli A. e Stella M., Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile e dell'Architettura del Politecnico di Bari, Unigrafica Corcelli Editrice, Bari, 2001.

Forma urbis

BALBO M. e MORETTI G., *La Casbah nello sviluppo urbano di Algeri*, in *Parametro* n. 17, Faenza Editrice, Faenza, 1973;
BALBO M., PINI D., *Medina de Fés. Studi per la riqualificazione dell'asse del Boukhrabre*, Ed. CittàStudi, Milano 1992;
BALBO M., PINI D., *Medina di Salè. Studi e ipotesi per la riqualificazione urbana*, Ed. CittàStudi, Milano 1993;
BALDI C., *Contributo all'analisi di un tessuto: la Casbah di Algeri*, in *Parametro* n. 17, Faenza Editrice, Faenza, 1973;
BERARDI R., *Lecture d'une ville: la Medina de Tunis*, in *L'architecture d'aujourd'hui* n. 153;
DEHÒ L. e PINI D., *Tipologia edilizia e morfologia urbana della Casbah di Algeri*, in *Parametro* n. 17, Faenza Editrice, Faenza, 1973;
GUION P., *La Casbah d'Alger*, Publisud, Paris, 1999;
JANKOVICH B., *Note sulla progettazione bioclimatica degli spazi interni ed esterni*, Edizioni Medicea, Firenze

1990;
MORETTI G. e altri., *Étude pour la rénovation et la restructuration de la Casbah d'Alger*, Présidence du Conseil de la République Algérienne Démocratique et Populaire, Alger, 1972;
PINI D., *Patrimoine et Développement durable dans les Villes Historiques du Maghreb. Enjeux, diagnostics et recommandations*, (a cura di), Bureau Multipays UNESCO, Rabat 2004;
MICARA L., *Architettura e spazi dell'Islam. Le istituzioni collettive e la vita urbana*, Carucci Editore, Roma, 1985;
RAVÉRAU A., *Le M'Zab, une leçon d'architecture*, Sinbad, Paris, 1981; SANTELLI S., *Medinas. L'architecture traditionnelle en Tunisie*, Dar Ashraf Editions, Tunisi, 1992;
SANTELLI S., *Medinas*, Dar Ashraf Editions, Tunisi, 1992;
SANTELLI S., *Tunis*, Les Editions du Demi-Cercle/CNRS Editions, 1995;
STIERLIN H., *Islam de Bagdad à Cordoue des origines au XIIIe siècle*, Taschen GmbH, Colonia, 2002;

La risorsa acqua

AL-HASSA A. Y. e HILL D. R., *Islamic Technology. An illustrated history*, Cambridge University Press, New York, 1986;
BORI D. e CORLAITA L., *Parole nel vapore. A Bologna un hammam e il suo contesto come luogo di incontro tra culture*. Tesi di laurea in Architettura, Università di Ferrara, 1999;
BYRON R., *La via per l'Oxiana*, Adelphi Edizioni, Milano, 1993;
COSTA P.M., *Notes on traditional hydraulics and agriculture in oman*, *World Archaeology*, 1983;
COSTA P.M., *The tarqab: a traditional date processing plant of Oman*, in Quaderni di studi arabi, 1987-1988, Atti del XIII Congresso dell'Union Européenne d'arabisants et d'islamisans (Venezia 29 settembre - 4 ottobre 1986), casa Editrice Armena;
COSTA P.M., *L'uomo e l'ambiente nella penisola araba*, Accademia Nazionale dei Lincei, Tipografia La Rocca, Roma, 1991;
FILIPPAZZI S., *Desertificazione. Una sfida globale per lo sviluppo sostenibile*, CUEN, Napoli, 1999;
LAUREANO P., *Sabara, giardino sconosciuto*, Giunti Barbera, Firenze, 1989;
LAUREANO P., *Atlante d'acqua*, Bollati Boringhieri, Torino, 2001;
PETRUCCIOLI A., *Dar al Islam. Architetture del territorio nei paesi islamici*, Carucci Editori, Roma, 1985;
RAVELLI F., HOWARTH P.J., *I cunicoli etruschi: tunnel per la captazione di acqua pura*, in *Irrigazione e drenaggio*, Edagricole Bologna, XXXV, 1, 1988;
SANTACROCE P., *Algeria*, Clup Guide di Città Studi, Milano, 1988;
WULFF H.E., *I qanat dell'Iran*, in "Le Scienze" n. 116, 1978;
WILKINSON J. C., *Water and tribal settlement in South East Arabia. A study of the Aflaj of Oman*. Oxford University Press, 1977.

I materiali e le tecniche

A.A. V.V., *Attualità del primitivo e del tradizionale in architettura*, a cura di G. Cataldi, Atti del convegno internazionale *Le ragioni dell'abitare* (Prato, 8-9 gennaio 1988), Alinea Editrice, Firenze, 1989;
A.A. V.V., *Materiali clima e costruzione. Tecniche esecutive congruenti ai contesti a clima caldo arido del continente africano*, a cura di G. Scudo e L. Morfini, Clup, Milano, 1988;
A.A. V.V., *Le regioni dell'architettura in terra: culture e tecniche delle costruzioni in terra in Italia*, a cura di Gianni Scudo e Sergio Sabbadini, Maggioli Editori, Rimini, 1997;
ACHENZA M., BERTAGNIN M., MUNGIGUERRA C., *Architetture di terra in Italia. Tipologie, tecnologie e culture costruttive*, Edicom Edizioni, Montalcone (GO), 1999;
AGO F., *Moschee in adobe: storia e tipologia nell'Africa occidentale*, Edizioni Kappa, Roma, 1982;
BERTAGNIN M., *Costruzioni in terra cruda: manualistica ed esperienze didattiche*, Quaderni della scuola di specializzazione in tecnologia, architettura e città nei paesi in via di sviluppo, Politecnico di Torino, CLUT Editrice, Torino, 1995;
CORRADO M., *Architettura Biocologica. Costruire secondo natura oggi*, De Vecchi Editore, Milano, 2004;
CORRADO M., *Il dizionario dell'abitare naturale*, Xenia Edizioni, Milano 2001;

GALDIERI E., *Le meraviglie dell'architettura in terra cruda*, Laterza, Bari, 1982;
GUIDONI E., *L'architettura popolare in Italia: Sardegna*, Bari, laterza, 1988;
MONGI N., *Environnement et architecture dans les oasis de montagne*, Tesi di laurea in Architettura, Institut Technologique d'Art d'Architecture et d'Urbanisme de Tunis, 1979;
MRABET A., *L'art du bâtir au Jérid. Etude d'une architecture vernaculaire du Sud tunisien*, Contraste Editions, Khezama Est Sousse, 2004;
OUAKAOUI J., *Elements de confort dans l'architecture traditionnelle*, Tesi di Laurea in Architettura, Institut Technologique d'Art d'Architecture et d'Urbanisme de Tunis, 1978;
RAVÉRAU A., *Le M'Zab, une leçon d'architecture*, Sinbad, Paris, 1981;
REVAULT J., *L'habitation tunisoise. Pierre marbre et fer dans la construction et le décor*, Editions du centre national de la recherche scientifique, Paris, 1978.

Le coperture

A.A. V.V., *Sopravvivenze dell'architettura rurale in Campania: Arola*, a cura di G. Abate, Grafis Edizioni, Bologna, 1991;
BERTAGNIN M., *Sperimentazione di coperture appropriate ai paesi in via di sviluppo presso il Politecnico di Milano. La volta nubiana e La volta tunisina*, in *Materiali, clima e costruzione. Tecniche esecutive congruenti ai contesti a clima caldo-arido del continente africano*, a cura di G. Scudo e L. Morfini, CLUP editrice, Milano, 1988;
DI TOMMASO S., *La cultura ambientale dell'architettura mediterranea*, Tesi di Laurea discussa presso la Facoltà di Architettura del Politecnico di Torino, 2002;
FATHY H., *Costruire con la gente. Storia di un villaggio d'Egitto: Gourna*, Jaca Book, Milano 1986;
STEELE J., *An architecture for people: the complete works of Hassan Fathy*, Thames and Hudson, London, 1994.

Climatizzazione e ventilazione naturale

A.A. V.V., *Costruire sostenibile. Il Mediterraneo*, a cura di C. Monti, R. Roda, Alinea Editrice, Firenze, 2001;
A.A. V.V., *Le città del Mediterraneo*, Atti del II Forum Internazionale di studi "Le città del Mediterraneo" Reggio Calabria, 6-7-8 giugno 2001, a cura di Giovanni M. e Colistra D., edizioni Kappa, 2002;
A.A. V.V., *Desert planning. International lessons*, Edit by Gideon Golany, London, 1982;
ANDERSON B. e Riordan M., *Il libro della casa solare*, Cesco Capanna Editore, Roma, 1981;
BAHADORI M., *Il condizionamento dell'aria nell'architettura iraniana*, in "Le Scienze", n° 116, aprile 1978;
BEAZLEY E. e HAVERSON M., *Living with the desert. Working buildings of the iranian plateau*, Aris & Phillips Ltd, Teddington House, Warminster, Wilts, UK, 1982;
BELLAFIORE G., *La Zisa di Palermo*, Palermo, 1978;
BOURGEOIS J. L. e PELOS C., *Spectacular Vernacular. A new appreciation of traditional desert architecture*, Peregrine Smith Book, Salt Lake City, 1983;
BUTERA F.M., *Dalla caverna alla casa ecologica. Storia del comfort e dell'energia*, Edizioni ambiente srl, Milano, 2004;
BYRON R., *La via per l'Oxiana*, Adelphi Edizioni, Milano, 1993;
CAVALLARI GUARIENTI U., *Recupero dei sistemi di ventilazione naturale nei teatri ottocenteschi in relazione al soddisfacimento delle esigenze di benessere igrotermico e respiratorio olfattivo. Caso di studio: Teatro E. Duse a Bologna*, Tesi di laurea in Ingegneria, Università di Bologna, 2000;
FATHY H., *Natural Energy and Vernacular Architecture. Principles and examples with reference to hot arid climates*, University of Chicago Press, USA, 1986;
GROSSO M., *Il raffrescamento passivo degli edifici. Concetti, precedenti erchitettonici, criteri progettuali, metodi di calcolo e casi di studio*, Maggioli Editore, Rimini, 1997;
GUINDANI S. e DOEPPER U., *Architecture vernaculaire. Territorie, habitat et activités productives*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, Suisse, 1990;
HERDEG K., *Formal Structure in islamic Architecture of Iran and Turkeistan*, Rizzoli International Publications, New York, 1990;
KIANI M.Y., *Iranian architecture & Town Planning*, Ministry of Islamic Guidance Press, Teheran, 1993.

PERIN BERT M., *Il controllo climatico passivo nell'edilizia a basso costo: il raffrescamento naturale. Il clima caldo secco. L'Egitto tra la tradizione e l'innovazione di Hassan Fatby*, Tesi di Laurea in Architettura, Politecnico di Torino, 1997;
 PETERSON A., *Dictionary of islamic architecture*, Routledge, London, 1996;
 SHMIDT C., *Arabic Art*, l'Aventurine, Paris, 2001;
 STAACKE U., *Un palazzo normanno a Palermo. La Zisa*, Edito dal Comune di Palermo, Assessorato dei Beni Culturali, Palermo, 1991;
 TODARO P., *Guida di Palermo sotterranea*, L'Epos, Palermo, 2002.

Le citazioni letterarie sono tratte da:

AUEL J.M., *Focolari di pietra*, Longanesi, Milano, 2002;
 CANETTI E., *Le voci di Marrakech*, Bompiani, Milano, 1983;
 CARDINAL M., *Il paese delle mie radici*, Bompiani, Milano, 1981;
 DJEBAR A., *Donne d'Algeri nei loro appartamenti*, Giunti Gruppo Editoriale, Firenze, 1988;
 GIBRAN G.K., *Il Profeta*, Editori Associati, Milano, 1988;
 GIDE A., *I nutrimenti terrestri*, Garzanti, Milano, 1973;
 GIDE A., *Il ritorno del figliuol prodigo*, Orsa Maggiore Editrice, Milano, 1989;
 HÖLDERLING F., *Iperione*, Giangiaco Feltrinelli Editore, Milano, 1981;
 MERNISSI F., *La terrazza proibita*, Giunti Gruppo Editoriale, Firenze, 1996;
 SAINT-EXÛPERY (de) A., *Il piccolo principe*, Bompiani, Milano, 1978;
 YOURCENAR M., *Qoi, l'eterinité?*, Bompiano, Milano, 1984.

INDICE ANALITICO

I numeri in neretto rimandano alle illustrazioni

adobe 161, 167, 168, 169, 235, **339, 452**;
 alflaj (vedi: falaj);
 al-kadus 121;
 anelli di cotto **349, 350, 352**;
 antropizzazione 9;
 approvvigionamento idrico 135, 136, 145, 154;
 architettura cavernicola 9;
 architettura della sottrazione 1, 7, 8, 9, 11, 21, 35;
 architettura fortificata (abitazioni, fabbricati) 69, 71;
 architettura organica 58, 190;
 architettura passiva 7, 8;
 architettura vernacolare 186, 187, 193, 226, 261;
 arco 196;
 argilla 25, 163, **54, 55, 56**;
 arido secco (vedi: clima)
 assorbimento (di calore) 118;

bagdir 207, 208, 209, 214, 220, 221, 223, 225, 226, 227, 229, 231, 242, 255, **616, 659, 660, 661, 662, 664, 665, 666, 667, 668, 670, 674, 712, 713, 739**;
 baglio 59, **152, 154**;
 ballatoio 85, 92, 93, **241**;
 basilisco 43, **110**;
 battuto 198;
 bir 137;
 birka 138;

calcare (roccia calcarea) 163, 192, 196;
 calcarenite (roccia calcarenitica) 142, 239, 240, 245;
 calce 117, 118, 164, 173, 191, 245, 254, **480, 491**;
 camera dello scirocco 77, 180, 205, 206, 239, 240, 241, 242, 245, **376, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723**;
 camera sepolcrale 245;
 camini delle fate 35, 37, **91**;
 camino di ventilazione (vedi: pozzo di ventilazione);
 canali sotterranei 121, 131, 136, 139, 143, 148, 149, 180, **327, 344, 359, 369, 374, 376, 377, 378, 379, 380, 395, 396, 398, 399**;
 canyons (insediamenti su) 7, 14, 27, 35, 38, 39, 48, 150, **14, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128**;
 captatore di vento (vedi: bagdir);
 captazione (della rugiada) 4, **430, 431, 432, 433, 474, 475, 476**;
 captazione dell'acqua (sistemi di) 132, 135, 143, 149, 150, 154;
 caravanserraglio 215;
 casa a corte (vedi: corte);
 casa a patio (vedi: patio);
 catacombe 8;
 cattura-nebbia (vedi: collettore di nebbia);

cattura-vento (vdi: bagdir);
caverna 1, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 46, 68, 69, **10, 15**;
cavit  naturale (vedi: grotta);
centrifugazione (degli spazi) 92;
ceramica 143, 161, 173. **492**;
cessione di calore (vedi: trasmissione di calore);
chebek 117;
chianca 197;
chiancarella 192, 193;
chicane 88, **326, 335**;
chiese rupestri 36, 38, **99, 114, 115, 116**;
ciclo termico 74;
cisterna 29, 40, 59, 138, 148, 149, 173, 191, 205, 215, 229, 234, **77, 367, 621, 650, 651, 653, 654, 655, 738**;
cisterna a campana 29, **76, 77**;
citt  sotterranea 15, 35, 39, 41, 149, **104, 190**;
claustra 4, 177, 205, 250, 259;
clima 10, 52, 53, 68, 73, 81, 181, 186, 207, 208, 214, 226, 235, 239, 248, 255, **13, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 185, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 660**;
clima arido-secco (caldo-secco) 4, 8, 9, 52, 54, 71, 107, 131, 138, 142, 162, 167, 177, 180, 181, 206, 226;
climatizzazione 191, 205, 207, 227, 248, 255;
collettore di nebbia 129, 156, **424, 425, 426, 427, 428, 430, 431, 432, 433**;
colture a tre livelli 169, **384, 386**;
conduzione 235;
connettivo (spazio, tessuto) 85;
cono (abitazione a) **93, 94, 95, 96, 97**;
convezione 208, 230, 235, 241, 247, 249, **199, 384**;
copertura 179, 182, 192;
copertura a cupola (vedi: cupola);
copertura a terrazza (vedi: terrazza);
copertura a volta (vedi: volta);
corrente ascendente **624**;
corte; 3, 4, 5, 23, 47, 51, 52, 53, 54, 55, 59, 76, 77, 78, 110, 173, 181, 205, 206, 217, 220, 229, 230, 247, 248, 249, 257 **74, 75, 129, 133, 134, 135, 136, 152, 154, 161, 164, 165, 166, 167, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 319, 490, 624**;
corte a pozzo 15, 23, 71, 173;
corte asciutta 248;
corte umida 205, 206, 247, 248, 249, **732**;
crotin **23**;
crudo, tecnologia del (vedi: terra cruda);
cunicoli etruschi 129, 132, **353, 354, 355, 357**;
cunsèrva 236, **700, 701, 702, 703, 704** ;
cupola 4, 71, 106, 179, 180, 181, 182, 183, 189, 196, 229, 234, 236, 241, 247, 8, **322, 324, 333, 513, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 528, 529, 531, 533, 534, 536, 537, 539, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 654**;

dammuso 59, 179, 189, 190, **559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567**;
dam s **334**;
daudi falaj 137;
decantazione 148, 161, **384, 393**;
desertico (vedi: zona desertica);
desertificazione 1;
deserto 51, 54, 55, 64, 113, 129, 131, 132, 148, 156, 157, 207, 215, 217, 9, **58, 131, 137, 139, 143, 144, 159, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 253, 254, 255, 339, 424, 425, 426, 427, 430, 431, 432, 433, 452, 515, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 654**;

dispersione (termica) 77, 182;
drenaggio 129, 132, 149, 150, **401**;
driba 88;
dur-q a 229, 247;
dwira 88, 242;

effetto camino 75;
enclos 88, 93, 97, 98;
endotermica (reazione) 206, 239, 247;
eremita 15, 36, 42;
eremo 42, **106, 111, 112, 113**;
escursione termica 4, 5, 9, 68, 74, 207. 235;
evaporazione 206, 208, 209, 220, 221, 222, 228, 238, 241, 245, 247, 248, 257, 259, 260, **652, 654**;

falaj (plurale: aflaj) 129, 136, 137, 138, 139, 143, 145, **364, 377, 378, 379, 380**;
falda (freatica, sotterranea) 56, 57, 136, 139, 142, 145, 148, 149, 150, 151, 198, **157, 403, 405**;
filtri di entrata 84, 88, 89, 96, 97, 98, **239, 240, 241, 242, 243, 246**;
finestra 1, 5, 91, 166, 168, 173, 190, 226, 233, 248, 249, 250, 253, 254, 257, 258, 261, 226, 244, 281, 337, ;
foggara 56, 129, 132, 145, 148, **334, 339, 384, 387, 397, 400**;
fontana 54, 173, 231, 247, 248, 253, 254, **335, 732, 734, 735, 740, 751**;
forma urbis 81;
frantoio 25, **333, 334, 341, 478, 479, 489**;
frantoio ipogeo 32, 33, **79, 80, 81, 82, 83, 84, 85**;

galleria 68, 73, 145, **52, 226**;
gebbia **376**;
gesso 25, **54, 55, 56**;
ghayl falaj 136, **365**;
gharraq fallah 138;
ghiacciaia 205, 234, 235, 236, **693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704**;
ghout (ghut) 57, **157, 403, 405**;
giara 234, 250, 259, **52**;
giare porose 205, 222, 231, 250, **759**;
gradiente termico 76;
granaio 23, 57, **51, 52, 53, 192, 193, 341**;
granaio fortificato (vedi: ksar);
grata 186, 260, 261, **244, 757**;
gravina 16, 27;
grotta 7, 8, 12, 13, 14, 16, 29, 42, 45, 46, 68, 76, 77, 239, 241, 245, **18, 20, 33, 34, 38, 60, 61, 62, 63, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 87, 110, 114, 115, 116, 718, 719, 720, 721, 722, 723**;

harattin **400**;
hermulum **107, 108, 109**;

idrofilo 157;
impasse 98, 105, **278**;
incatusato **376**;
inerzia termica 59, 72, 73, 74, 77, 161, 162, 170, 239, 257;
intercapedine 196;
introflesso (sistema) 53, 83, 97;
ipogeo/a (habitat, insediamento, struttura) 1, 8, 9, 11, 14, 23, 29, 35, 36, 37, 39, 47, 48, 59, 68, 72, 73, 173, 221, 239, 240, 242, 245, **13, 41, 42, 51, 52, 53, 74, 88, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 138, 194, 341**;

irraggiamento 3, 53, 74, 75, 76, 113, 162, 172, 182, 230, 250, 199, 253, 255, 624, 625, 696, 756;
iwan (plurale: iwanat) 229, 247, 248;

jabia 138;
jali 259, 754, 755;
jesser 21;

kadus (vedi: al-kadus);
karez 132, 148, 394;
khattara 132;
ksar (plurale: ksur) 21, 57, 58, 69, 169, 170, 172, 147, 148, 149, 150, 151, 332, 333, 340, 477, 481, 482, 483, 484, 485, 489, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505;
ksria 148, 381, 382, 383, 384;
kullaleya 231;

laguna 152, 154;
lamione 29, 75;
lapillo 198;
lastrico 198;
laterizio 191, 223;
latte di calce 191, 192, 193, 567;
legno 10, 12, 23, 56, 127, 161, 168, 169, 170, 191, 193, 250, 258, 260, 407, 477, 478, 479, 481, 482, 483, 484, 485, 493, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505;
loggia (loggiate) 186, 226, 235, 237, 238, 247;

macina 40, 56, 340;
malqaf 209, 226, 227, 229, 230, 231, 247, 617, 669, 671, 672, 673, 674, 675, 681;
mangrovie 158, 434;
marabutto 189, 515, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547;
mashrabiya (mashrabiya, mushrabiya) 5, 205, 229, 231, 249, 250, 259, 260, 261, 619, 675, 745, 752, 753, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802;
masseria 59, 568;
mattone 56, 57, 118, 166, 167, 168, 170, 187, 207, 208, 220, 223, 236, 145, 148, 335, 338, 392, 393, 446, 447, 448, 449, 468, 469, 470, 473, 474, 475, 476, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558;
mazil 335;
medersa 197, 200;
medina 105, 106, 107, 113, 173, 222, 258, 259;
mègaron 69, 71;
microventilazione 74;
mihrab 65;
mitoyennitè 83;
mitra 233, 689;
monasteri rupestri (vedi: chiese rupestri);
monumento solare 55, 143;
monastico (insediamento) 36;
moschea del deserto 55, 64, 131, 139, 144, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175;
moti convettivi 74, 183, 206, 247, 248;
msblen 335;
muraja 196;
muratura 3, 21, 29, 75, 162, 163, 166, 167, 169, 176, 192, 205, 250, 443, 444, 445, 468, 469, 470, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 549, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558;

muratura monolitica 162, 163, 166, 443, 445;
muretto (a secco) 56, 59, 145;

nebbia (vedi: collettore di nebbia);
necropoli 8;
nomadismo (interno) 4, 51, 71, 77, 83, 201, 204;
noria 417, 418, 419, 420;
nuraghe (complesso nuragico) 59, 69, 142;

oasi 21, 56, 57, 59, 81, 137, 143, 145, 148, 154, 169, 159, 161, 338, 341, 347, 366, 386, 389, 390, 444, 602, 603, 610, 611, 612, 613, 614;
organizzazione spaziale introflessa (vedi: introflesso);
osmosi inversa 158, 159, 348, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442;

paglia 167, 168, 170, 172, 341;
païara 179, 196, 197, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591;
palma (legno di) 4, 25, 51, 118, 120, 169, 170, 54, 55, 56, 145, 313, 334, 338, 339, 386, 407, 478, 479, 481, 485, 486, 487, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505;
palmeto in trincea (a cratere) 129, 150, 403, 405;
palomba 29, 75;
passiature 242;
patio 5, 15, 23, 51, 53, 54, 68, 69, 72, 73, 74, 75, 76, 79, 84, 85, 249, 129, 134, 136, 195, 196, 198, 199, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233;
patio a pozzo 10, 23, 72;
patio ipogeo 77, 194, 195;
peschiera 376;
piccionaia (rupestre) 39, 99, 100, 101;
pietra lavica 189;
pisè 161, 163, 166, 453, 455, 456;
pisoir 163, 169;
pomice 191;
porta 29, 105, 137, 164, 166, 169, 170, 172, 173, 177, 190, 192, 208, 221, 225, 233, 236, 255, 259, 1, 6, 243, 244, 246, 247, 470, 477, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 625, 626, 627, 652, 799;
porta-macina 36, 40, 41, 102, 105;
portici (vie porticate) 111, 285, 286, 287, 288;
pozzo 23, 51, 56, 57, 59, 68, 79, 113, 129, 132, 135, 136, 137, 139, 148, 150, 151, 154, 173, 193, 198, 220, 221, 222, 242, 245, 48, 50, 132, 141, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 337, 338, 344, 349, 350, 363, 377, 378, 379, 380, 384, 407, 712, 713, 722;
pozzo a bilanciere 151, 328, 329, 345, 388, 402, 404, 406, 408, 409;
pozzo a traino animale 151, 410, 412, 413, 414, 415, 416;
pozzo di illuminazione (di ventilazione) 77, 113, 131, 133, 142, 239, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 314, 315, 337, 346, 359, 360, 361, 371, 373, 374, 384;
pozzo-madre 136;
pozzo-tramoggia 53;
pula 74;
pulo 27;
quà 'a 227, 229, 230, 249;
qanat 129, 132, 133, 139, 142, 149, 150, 220, 221, 235, 239, 240, 241, 242, 344, 346, 349, 350, 363, 366, 369, 370, 371, 372, 375, 376, 706, 707, 709, 714, 715, 716, 717;
quba 189;
quote d'acqua 121, 331, 384;

recinto 51, 54, 55, 56, 57, 58, 66, 78, 97, **129, 130, 137, 138, 144, 145, 146, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 339, 392, 393, 374, 474, 475, 476**;
recinto devozionale (vedi: moschea del deserto);
recinto utilitario (vedi: stazzo);
richiamo d'aria 177, 183, **626, 627**;
rifugio sotterraneo 41;
romiti, romitaggio (vedi: eremiti);
rugiada (vedi: captazione della rugiada);
rupestre (abitazione, habitat, insediamento, sistema, struttura) 1, 9, 11, 14, 16, 21, 35, 37, 39, **17, 19, 39, 40, 49**;

sabbia 3, 10, 33, 56, 57, 65, 69, 76, 118, 129, 172, 173, 177, **339, 348, 392, 393**;
saia 138;
salsabil 173, 205, 206, 231, 247, 248, 253, 257, **376, 618, 726, 727, 728, 740**;
salina **152, 154**;
saqiyah 138;
scambio di calore 110, 222, 239, **652**;
schermatura, schermare, 25, 105, 189, 226, 229, 250, 259, 261, **756**;
schermo 222, 249, **756**;
schermo traforato (vedi: claustra);
Sciacuddhi 33;
sebkha 148;
séguia **384**;
serif **320, 338**;
shaduf 151, **334, 402**;
sharia (shariyah) 137, 143, **377, 378, 379, 380**;
sistemi di chiusura 205, 249, 250, 259;
skifa 88, 98, **230, 277, 326, 337**;
sottrazione (vedi: architettura della);
spirale di Archimede (vedi: vite di Archimede);
soleggiamento 12, 74, 257;
soleggiato (vedi: zona soleggiata);
sollevamento (dell'acqua) 129, 151, **413, 414, 415, 416**;
sotterraneo (vedi: strutture sotterranee);
sottopasso 111, **291**;
sottrazione (vedi: architettura della sottrazione);
souk 104, 105, **276**;
sporto 111, 205, **289, 290**;
stabilizzazione (terra cruda) 166, 169, 8;
stazzo 66, **176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189**;
stenòcara 157, **429**;
strutture addossate 11, 15, **35, 36, 45, 46**;
strutture intagliate 11, 15, 42, 47;
strutture miste 11, 16, 21, 37, **43, 44, 49**;
strutture rupestri (vedi: rupestre);
strutture sotterranee 14, 35;
superficie di scambio **624**;

taktabush 113, 205, 206, 249;
talar 217, 220;
teatri 232, 233, **683, 684, 685, 686, 687, 688**;
terra cruda 3, 4, 5, 56, 69, 161, 162, 167, 168, 176, 236, 7, **146, 446, 448, 449, 450, 451, 474, 475, 476, 507, 508, 511, 512, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558**;

terrazza 4, 71, 76, 85, 92, 93, 113, 170, 179, 180, 181, 182, 183, 186, 200, 249, **226, 234, 236, 238, 240, 321, 514, 527, 530, 532, 535, 538, 540, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614**;
terrazza/e (sistema delle) 113, 181, **294, 310, 311**;
terrazzamento 27, 149, 190;
tessuto urbano 81, 96, 99, 105, 117, **259, 322, 324**;
tetto piano (vedi: copertura a terrazza);
tholos 16;
toccu 242;
tombe solari 58, **142**;
torre del vento 71, 177, 180, 205, 207, 208, 209, 241, 216, 217, 221, 222, 241, 242, 254, **615, 616, 620, 621, 622, 623, 628, 629, 631, 632, 633, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 643, 646, 647, 648, 649, 654, 660, 676, 714, 715, 716, 717**;
trappeto 32;
trasmissione di calore **624, 625**;
troglodita, trogloditico (architettura, habitat, insediamento) 7, 9, 10, 11, 18, 21, 68, 76, **12, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 48, 50, 92, 132, 190, 192, 193, 341, 342**;
trogloditi laterali 14;
trogloditismo 10;
trulliforme (costruzione) 196, 197;
trullo 37, 69, 179, 192, 193, **517, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578**;
tufi permeabili 133;
tufo 29, 35, 38, 40, 45, 47, 59, 191, 245, 254, **58, 88, 114, 115, 116**;

ulivo (legno di) 25, 170, **54, 55, 56, 334, 478, 479**;
umidità 4, 10, 29, 55, 57, 59, 132, 133, 220, 236, 250, 260, **23, 118, 143, 146, 156, 158, 160, 162, 382, 392, 393**;
umidificare, umidificazione 54, 217, 222, 230, 247, 248, 250, 259, 260;
umido 8, 57, 76, 163, 205, 206, 220, 221, 222, 226, 231, 239, 247, 249, 250, **382, 681, 730, 734**;
uso delle risorse 1;

valli trasversali 138, **368**;
vasca di decantazione **384**;
ventilazione 3, 195, 209;
vento 3, 4, 5, 48, 56, 57, 59, 110, 111, 118, 148, 150, 157, 172, 177, 190, 205, 206, 207, 208, 216, 217, 221, 222, 223, 226, 227, 229, 230, 231, 235, 239, 247, 260, **145, 146, 153, 155, 156, 158, 160, 162, 253, 254, 255, 287, 288, 289, 290, 291, 312, 392, 393, 624, 625, 626, 627**;
verricello **349, 350, 351, 362**;
villaggio a coni 14, 35, 37;
villaggio a parete 14, 35, 37, 38, 41, **98, 99**;
villaggio-castello **103**;
vite di Archimede 154, **421, 422, 423**;
volta 187, 191, 192, 198, 217, 236, 245, **88, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 621**;
volta a botte 196;
volta nubiana 179, **549, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558**;

zaouia **196**;
zona arida I, 1, 8, 10, 55, 65, 107, 132, 135, 187, 226;
zona predesertica (area, regione) 52, **150**;
zona desertica (area, regione) 9, 10, 52, 55, 56, 57, 69, 73, 169, 215, 223, **541, 542, 543, 544, 545, 546, 547**;
zona ombreggiata (in ombra) 3, 54, 247, 257, 261, **167, 199, 757**;
zona soleggiata (in luce) 54, 247, 249, 261, **199, 757**;

wadi 136;
wast ed dar 88.

INDICE DEI LUOGHI

I numeri in neretto rimandano alle illustrazioni

Abudabi **686**;
Abyane **646**;
Addis Abeba 45;
Adrar **385**;
Afghanistan 132;
Africa 169, 187;
Africa Nera 69;
Agro Pontino 121, 132, 133, **329, 330, 353, 354, 356**;
Agro Romano (vedi: Agro Pontino);
Ahmadabad **754, 755**;
Air (Niger) **410, 411, 412**;
Al-ËAyn 143;
Alberobello **576**;
Alessandria d'Egitto 46, 187;
Algeri 81, 83, **221, 224, 256, 257, 285, 286, 287, 288**;
Algeri-Casbah 83, 84, 85, 88, 91, 93, 96, 97, 99, 104, 106, **221, 224, 225, 234, 236, 248, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 289, 290, 292, 293, 294, 604**;
Algeria 15, 27, 66, 132, 145, 176, 8, **12, 14, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 133, 135, 136, 139, 156, 157, 160, 161, 162, 165, 340, 381, 382, 383, 385, 397, 400, 408, 409, 443, 444, 445, 468, 469, 470, 528, 602, 607, 609**;
Al-Muened **364**;
Alto Canavese **23**;
Amalfi **598**;
Anacapri **592, 594**;
Aougheraout; **381**;
Arabia 45, 58, 73, 131, 136, 214, 227;
Arabia Saudita;
Arola 198, **593, 595**;
Asia Centrale 72, 226;
Asia Minore 35;
Atacama 156, **424, 425, 426, 427**;
Aurès 48, **121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128**;
Aviclar 97;

Baghdad 72, 226;
Bagnaia **731**;
Bam **693, 694, 695**;
Bandar Abbas **364**;
Basento (Valle del) **601**;
Battinah **673**;
Beni Abbès **161, 285, 286, 287, 288**;
Beni Isguen 113, 136, **223, 253, 255, 287, 288, 289, 290, 291**;
Bint Saud 143, **377, 378, 379, 380**;
Bologna 236, **700, 701, 702, 703, 704**;
Bulla Regia 72, 77, **194, 195**;
Bureimi 143;

Cairo (Il) 72, 187, 209, 247, **670, 674, 675, 678, 679, 681, 799, 800, 801, 802**;
Campania 198;
Canale d'Otranto 33;
Canarie (Isole) 157;
Cappadocia 9, 11, 14, 35, 36, 37, 149, **11, 17, 19**;
Capri **597**;
Caserta **534**;
Ceri **21**;
Cetara **596**;
Chatillon 234;
Chinguetti **129**;
Chungungo 156;
Cile **424, 425, 426, 427, 428**;
Cina 69, 131, 132, 148, **395, 396, 398, 399**;
Cirenaica 209;
Corno d'Africa 46;

Derinkuyu **104**;
Derj (Dirj) **332, 341, 386**;
Dermulo 43, **107, 108, 109**;
Dolomiti Lucane **18**;
Dubai 214;

Ecuador 156;
Egitto 45, 154, 209, 220, 227, **406, 421, 422, 423, 531**;
Elefanta 46;
El Golea **135**;
El Oued 180, **157, 165, 285, 286, 287, 288**;
Ellora 46;
Emirati (Arabi Uniti) 143, **635**;
Erg Orientale 57;
Etiopia 15, 16, 45, 35, **114, 115, 116**;
Europa 12;

Fasano **575**;
Fatis **133, 167**;
Fès **259**;

Gabès 21;
Gela **714, 715**;
Gerusalemme 46;
Ghadames 113, **1, 158, 164, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 334, 338, 339, 387, 388, 474, 475, 476, 491, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 605, 606, 610, 611, 612, 613, 614**;
Ghardaia 113, 180, **191, 220, 514, 607, 609**;
Gharyan 68, **23, 192, 193, 332, 342**;
Giordania 132, **140**;
Gobi (Deserto dei) 132, 148;
Golfo Persico 207, 214, 227;
Göreme 38, **90, 96**;
Gourara **397, 398, 399, 400**;
Granada **730, 732, 733, 734, 736, 737**;

Grande Muraglia 148;
Grecia **516, 529**;

Hattin 234;
Hili 143, **377, 378, 379, 380**;
Hyderabad 214, 223, **666, 667, 668**;
Hyderabad-Sind (vedi: Sind);
Il Cairo (vedi: Cairo);
India 45;
Iran 1, 131, 132, 133, 139, 169, 180, 207, 220, **344, 346, 359, 369, 373, 374, 537, 616, 620, 621, 622, 623, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 636, 637, 638, 639, 642, 643, 645, 646, 647, 648, 649, 659, 699**;
Isole Egee 32;
Itria (Valle di) **568, 569**;

Juan Fernandez **33**;
Jebel Nafusa **148**;

Kabaw (Ksar Kabaw) 49, **81, 82, 83, 148, 150, 332, 340, 341, 477, 493**;
Kairouan **222, 258, 738**;
Kali **397, 400**;
Kashan **631**;
Kayseri **200**;
Kebili **159**;
Kerman 207, **623, 633, 693, 694, 695, 699**;
Kiwa **665**;
Ksar-al-Hajj **147, 149, 332, 340, 446, 481, 485, 489**;
Kuwait 214;

Laguna dello Stagnone **152, 154**;
Laft **647, 648, 649**;
Lalibela 15, 16, 45, 46, **35, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120**;
Libia 21, 23, 31, 57, 68, 1, 49, **81, 82, 83, 147, 148, 149, 158, 164, 192, 193, 338, 340, 347, 387, 388, 407, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 481, 482, 483, 484, 485, 489, 491, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 605, 606, 610, 611, 612, 613, 614, 725**;
Londra **683, 687**;

M'Zab **136, 191, 220, 253, 255, 287, 288, 289, 290, 291, 514**;
Madrid 42;
Maghreb 1, 57, 97, 106;
Mahadiya **277, 279**;
Manama 214;
Marrakech 81, 161, 179;
Marocco I, 57, 131, 132, **222, 258, 259, 456**;
Marsala **152, 154**;
Martina Franca **568**;
Massafra **20**;
Matera (vedi: Sassi di Matera);
Matmata 15, 20, 22, 23, 36, 68, 71, 72, 73, **13, 24, 48, 50, 51, 52, 53, 132, 163, 190**;
Mauritania **129**;
Mecca (La) 55, **131**;
Medio Oriente 139, 259, **369**;
Mediterraneo I, 1, 14, 32, 135, 139, 189, 259, 3, **138, 141, 142, 369**;

Mezzocorona **10, 111, 112, 113**;
Mezzogiorno 198, 205;
Mezzomonreale 142;
Mijic **168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442**;
Mikonos **516, 529**;
Milano **685**;
Murge 58;
Murgia 192, **569**;
Murgia Timone **138**;

Nalut **81, 82, 83, 332, 478, 479, 481, 482, 483, 484, 485, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547**;
Namibia 157, **430, 431, 432, 433**;
Neb Amoun **671**;
New Gourna 187, **550, 551, 552**;
Nidge **197**;
Niger **410, 411, 412**;
Nord Africa 45, 55;
Nuoro **142**;

Oman 136, 137, 143, 156, 214, **364, 365, 617, 673**;
Oriente 131, **369**;
Oxford 231;

Pachamama Grande 156;
Pakistan 214, 223, 226, 227, **660, 661, 662, 664, 666, 667, 668**;
Palermo 77, 129, 142, 180, 239, 240, 241, 242, 253, 255, 375, 376, 536, 618, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, **712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751**;
Pan de Azucar **428**;
Pantelleria 59, 189, 190, 193, **153, 155, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569**;
Parigi 232, **684, 686**;
Penisola Arabica 135, 139;
Persepoli 15, **371**;
Persia 131, 215, 234, **371**;
Petra 15, 18;
Pietrapertosa **18**;
Pisticci **601**;
Positano **599, 600**;
Puglia 32, 33, **20, 85, 86, 89**;

Quito 156;

Rabouni 176, 7, 9, **168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 468, 469, 470, 528**;
Reggane **444**;
Rhoufi 15, 27, 48, **14, 36, 48, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128**;
Roma **21**;

S. Cristina 58, **141**;
S. Giustina 43, **107, 108, 109**;
S. Gottardo 43, **10, 111, 112, 113**;
S. Marino di Bentivoglio 236, **700, 701, 702, 703, 704**;

S. Vittoria **142**;
Saba **45**;
Sahara 1, 3, 55, 56, 58, 64, 113, 121, 9, **143, 144, 163, 384, 386, 446, 447, 454**;
Saharawi 64, 66, 176, **166, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 202, 203, 205, 206, 207, 348, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 468, 469, 470, 505, 508, 509**;
Salento **32**;
Salerno **596**;
Salve **580**;
Sant'Antioco 14, 16, **34**;
Santiago del Cile 156;
Saoura **408, 409, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467**;
Sardegna 14, 16, **15, 16, 34, 141**;
Sassi di Matera 16, 27, 36, 68, **59, 68, 70, 71, 72, 138**;
Sasso Caveoso **67, 73, 78**;
Serri **142**;
Sicilia 138, 189, 241, 255;
Sidi Bou Said **280, 281**;
Sind 223, **666, 667, 668**;
Siria 132;
Smara **166, 168, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189**;
Souf 57, 150, 180, **156, 157, 160, 162, 403, 405**;
Stati Uniti (d'America) 159;
Sudan 45;

Tassili **130, 137**;
Tataouine **163**;
Tatlarin **98**;
Tatta 214, 223, 227, **625**;
Teheran **630**;
Terra Santa 46;
Timimoun **12, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 382, 383, 397, 400, 443, 445**;
Tindouf 176, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 452, 528;
Tiscali **16**;
Tolone **688**;
Tounin (o Tunin) **158, 332, 334, 338, 347, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 612**;
Tozeur **58**;
Tripoli **332, 725, 726, 727, 728**;
Tunisi 73, 81, 104, 105, 173, **198, 276, 278, 280, 291, 490, 492, 513, 619, 729, 735, 752, 753, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774**;
Tunisi Medina 81, 93, 98, 104, 105, 173, 276, 492;
Tunisia 15, 21, 77, 105, 189, **13, 22, 24, 48, 50, 51, 52, 53, 132, 159, 163, 190, 194, 195, 340**;
Turchia 9, 10, **11, 17, 19, 197, 200, 539**;
Turfan (o Turpan) 148, **394, 396, 398, 399**;

Üchistar **101, 103**;
Udine 176;
Urfu **539**;
Ürgüp **19, 92**;
Uzbekistan **665**;

Vairano Patenora **534**;

Val Verdassa **23**;
Via della Seta **369**;
Vicino Oriente 135;
Vico Equense 198, **593, 595**;
Viterbo **731**;

Yazd 131, 180, 207, 215, 223, 241, **537, 616, 620, 621, 622, 628, 629, 630, 632, 636, 638, 639, 642, 643, 645, 659, 693, 694, 695**;

Yemen 55.

INDICE

<i>Prefazione</i>	pag.	VII			
Mare Nostrum	pag.	1			
Una casa, un villaggio	pag.	3			
LA CAVERNA, O “DELLA SOTTRAZIONE”	pag.	7			
Architettura della sottrazione	pag.	8			
I fattori di localizzazione	pag.	9			
Trogloditi: una classificazione tipologica	pag.	11			
L'habitat trogloditico di montagna (Tunisia e Libia)	pag.	21			
Strutture ipogee: i patii a pozzo di Matmata e Gharyan	pag.	23			
I Sassi di Matera	pag.	27			
<i>Frantoi ipogei</i>	pag.	32			
L'architettura sottrattiva in Cappadocia	pag.	35			
<i>Romiti</i>	pag.	42			
Strutture intagliate: le chiese di Lalibela	pag.	45			
Rhoufi e gli insediamenti su canyons	pag.	48			
LE MATRICI DEI MODELLI INSEDIATIVI	pag.	51			
Casa a corte e casa a patio	pag.	52			
Dal recinto alla corte	pag.	54			
Monumenti solari e “moschee nel deserto”	pag.	55			
Oasi e recinti agricoli	pag.	56			
Gli ksour	pag.	57			
Condensazione di umidità e produzione dell'acqua	pag.	59			
<i>Recinti devozionali: le moschee del deserto</i>	pag.	64			
<i>Recinti utilitari gli stazzi Sabarawi</i>	pag.	66			
Dal pozzo al patio	pag.	68			
Insediamenti a pozzo	pag.	68			
Abbandono degli ipogei: le architetture fortificate	pag.	69			
Scelta consapevole di orientamento e nuova apertura al mondo esterno	pag.	71			
Il patio ipogeo: Bulla Regia	pag.	72			
La casa a patio e le prestazioni termiche	pag.	74			
Diversificazione degli spazi e nomadismo interno	pag.	77			
FORMA URBIS	pag.	81			
L'organizzazione degli spazi domestici	pag.	83			
Le componenti del sistema spaziale	pag.	84			
Due poli: la strada e l'invaso centrale	pag.	85			
			<i>Wast ed dar: il centro della casa</i>	pag.	88
			La centrifugazione degli spazi	pag.	92
			Il tessuto urbano	pag.	96
			La Casbah di Algeri	pag.	96
			Il principio dell' <i>enclos</i> , il recinto	pag.	97
			La Medina di Tunisi	pag.	104
			<i>L'impasse</i> o la privatizzazione dell'ingresso	pag.	105
			Il clima e la città	pag.	107
			Ghadames: una rete di fresche strade coperte	pag.	113
			Il sistema di distribuzione dell'acqua	pag.	121
			<i>Appunti di viaggio</i>	pag.	122
			LA RISORSA ACQUA	pag.	129
			Le acque sotterranee	pag.	131
			I cunicoli etruschi	pag.	132
			I <i>falaj</i> arabi	pag.	135
			I <i>qanat</i> iraniani	pag.	139
			I <i>qanat</i> di Palermo	pag.	142
			Le <i>foggara</i> e le oasi sahariane	pag.	145
			I <i>karez</i> cinesi e afgani	pag.	148
			Le reti di drenaggio anatoliche	pag.	149
			I palmeti in trincea	pag.	150
			Il pozzo e i sistemi di sollevamento dell'acqua	pag.	151
			<i>Acqua dalla nebbia</i>	pag.	156
			<i>Acqua dalla rugiada</i>	pag.	157
			<i>Acqua dolce osservando le mangrovie e i pellicani</i>	pag.	158
			I MATERIALI E LE TECNICHE	pag.	161
			La tecnologia del crudo	pag.	162
			Murature monolitiche in terra battuta (<i>pisé</i>)	pag.	163
			Murature monolitiche in terra formate a mano	pag.	166
			Murature in blocchi di <i>adobe</i>	pag.	167
			Il legno	pag.	169
			Le coperture piane in legno di palma	pag.	170
			I rivestimenti: calce, pietra, ceramica	pag.	173
			<i>Centro polifunzionale in terra cruda</i>	pag.	176
			LE COPERTURE	pag.	179
			Cupole e terrazze	pag.	180
			<i>Copertura piana - Copertura a cupola</i>	pag.	182
			<i>Hassan Fathy</i>	pag.	186
			I dammusi di Pantelleria	pag.	189
			I trulli	pag.	192
			Le paiare pugliesi	pag.	196
			Architettura rurale in Campania	pag.	198
			Le coperture a terrazza	pag.	200

CLIMATIZZAZIONE E VENTILAZIONE NATURALE	pag.	205
Premessa	pag.	206
Torri del vento	pag.	207
Bagdir iraniani	pag.	207
Il funzionamento climatico	pag.	208
Tipologie	pag.	215
L'acqua e le torri del vento	pag.	221
I cattura-vento in Pakistan	pag.	223
I cattura-vento egiziani: logge e malqaf	pag.	226
<i>La "ventilazione spontanea degli edifici" in un trattato ottocentesco</i>	pag.	232
Le ghiacciaie	pag.	234
Produzione e conservazione del ghiaccio nell'altipiano desertico iraniano	pag.	234
Le <i>cunsêrve</i> emiliane	pag.	236
Le camere dello scirocco di Palermo	pag.	239
Fontane, salsabil e corti umide	pag.	247
Il takhtabûsh	pag.	249
Sistemi di chiusura	pag.	249
La Zisa di Palermo	pag.	253
Le mashrabiye	pag.	259
Bibliografia	pag.	278
Indice analitico	pag.	283
Indice dei nomi	pag.	290
Fonti delle illustrazioni	pag.	299

FONTI DELLE ILLUSTRAZIONI

Fotografie

G. Abbate: 593; K. Aran: 539; Archivio Alinari: 356; A. Bacchella: 16; C. Beckwith e A. Fisher: 114, 115, 116, 120; P. Bertelli: 428; F. Bonasera: 561; D. Bori: 198, 280, 281, 297, 490, 491, 513, 665, 729, 752, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774; F. Cautillo: 80, 517, 568; J. Ciganovic: 596; Circolo Fotografico Valli del Noce: 107, 109; F. Conforti: 601; P.M. Costa: 363; S. Coyaud: 430, 431, 432, 433; C. De Benedetti: 153, 155; N. Febbraro: 586, 587; S. Ferraro: 133, 167; P. Laureano: 64, 65, 66; A. Maver: 730; G. Moretti: 12, 14, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 49, 55, 56, 81, 82, 83, 111, 112, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 131, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 158, 164, 165, 166, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 192, 193, 202, 203, 205, 206, 207, 223, 231, 232, 248, 253, 254, 255, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 293, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 330, 331, 347, 348, 349, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 424, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 449, 451, 452, 455, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 509, 510, 514, 521, 524, 526, 528, 536, 541, 542, 543, 544, 545, 547, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 708, 709, 710, 711, 713, 714, 716, 718, 719, 720, 721, 722, 725, 726, 727, 728, 740, 745, 747, 750, 751; Oronoz-Madrid: 732, 733, 734; G. Pagano: 598; C. Pelos: 660, 661, 663; M. Perin Bert: 531, 680, 682, 775, 777, 778, 780; A. Picone: 672, 675, 776; D. Pini: 227, 228, 229, 233, 234, 235, 237, 238, 247; R. Pane: 592, 597; A. Pistolesi: 18, 534; P. Praitoni: 559, 560, 565, 567; F. Ravelli: 353, 354, 355; R. Rinaldi: 195; G. Roli: 569; S. Rossetti: 448; G. Salizzoni: 616, 622, 623, 636, 637, 639, 643, 659; S. Santelli: 196, 276, 277, 278, 279; P. Santacrose: 35, 117, 118, 119, 408, 409, 410, 411, 412, 518; G. Scarpa: 24, 48, 195; M.A. Sells: 190; Serafino Fotografie: 588; R. Sigismondi: 89; G. Tassone: 152, 154; P. Todaro: 381, 397, 400; A. Viggiano: 59.

Disegni

E. Beazly e M. Haverson: 641, 642, 644, 645; D. Bori: 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338; U. Cavallari Guarienti (Tesi di laurea): 232, 233; F. Corni: 577; P. M. Costa: 366, 367, 368; L. Derrien: 570, 571, 572, 573; F. Esposito: 595; G. Esposito: 744, 748, 749; R. Gaudriault: 414, 415; S. Golany Gideon: 194; P. Guion: 249, 250, 251, 252; A. Laprade: 575, 576, 736, 737; C. Masotti: 2, 199, 225; E. Moreau: 615; G. Moretti: *tutti i disegni fuori testo*, 22, 23, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 52, 58, 69, 70, 71, 73, 75, 76, 77, 78, 87, 88, 97, 102, 108, 113, 129, 134, 138, 140, 143, 145, 156, 159, 163, 201, 204, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 221, 222, 224, 258, 260, 289, 290, 292, 295, 315, 344, 349, 350, 359, 369, 384, 403, 405, 435, 507, 508, 511, 512, 515, 516, 519, 522, 527, 528, 529, 530, 532, 535, 537, 538, 540, 546, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 564, 566, 574, 578, 594 (*rielab. da dis. di R. Pane*), 599, 600 (*rielab. da dis. di R. Pane*), 618 (*rielab. da dis. di L. Filippucci*), 624, 625, 626, 627, 632, 634, 739, 741 (*cf. 618*), 753; M. Parmiggiani: 72, 74; D. Pini: 226, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246; A. Prisse d'Avennes: 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802; F. Ravelli: 357; U. Staake: 742; P. Todaro: 376, 707, 723.

Da pubblicazioni

Algérie, Ministère du Tourisme, Alger, 1968: 602;
Algérie, traces d'histoire, a cura di K. Mechta, CERTU, Alger, 2003: 130, 137, 139, 144, 157, 220;
Arabic Art, L'Aventurine, Paris, 2001: 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802;
Arte e civiltà nell'Italia antica, Conosci l'Italia, vol. IV, Touring Club Italiano, 1960: 141;
Espace persan, M. Khansari, M. Yavari, P. Mardaga Editeur, Liegi, 1986: 646, 647, 648, 649;
Iranian architecture & Town Planning, M.Y. Kiani, Ministry of Islamic Guidance Press, Teheran, 1993: 630, 635;
L'Algérie, H. Nyssen, Arthaud-SNED/Algérie, 1972: 135, 136, 160, 236, 385, 603;
L'Architecture algérienne, Ministère de l'Information, Alger, 1970: 161, 191, 520, 525;
La Cappadocia e le città segrete, G.R. Elford, Convivio, Fiesole (FI), 1992: 90, 92;
La Lybie à travers les cartes postales, A. Laronde, Dar El Fergiani, Tripoli, 1997: 329.
Le città sotterranee della Cappadocia, a cura di G. Bertucci, R. Bixio, M. Traverso, Erga edizioni, 1995: 91, 93, 94, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 401.

Finito di stampare nel mese di aprile 2005
da Tipoarte Industrie grafiche - Ozzano Emilia (Bologna)