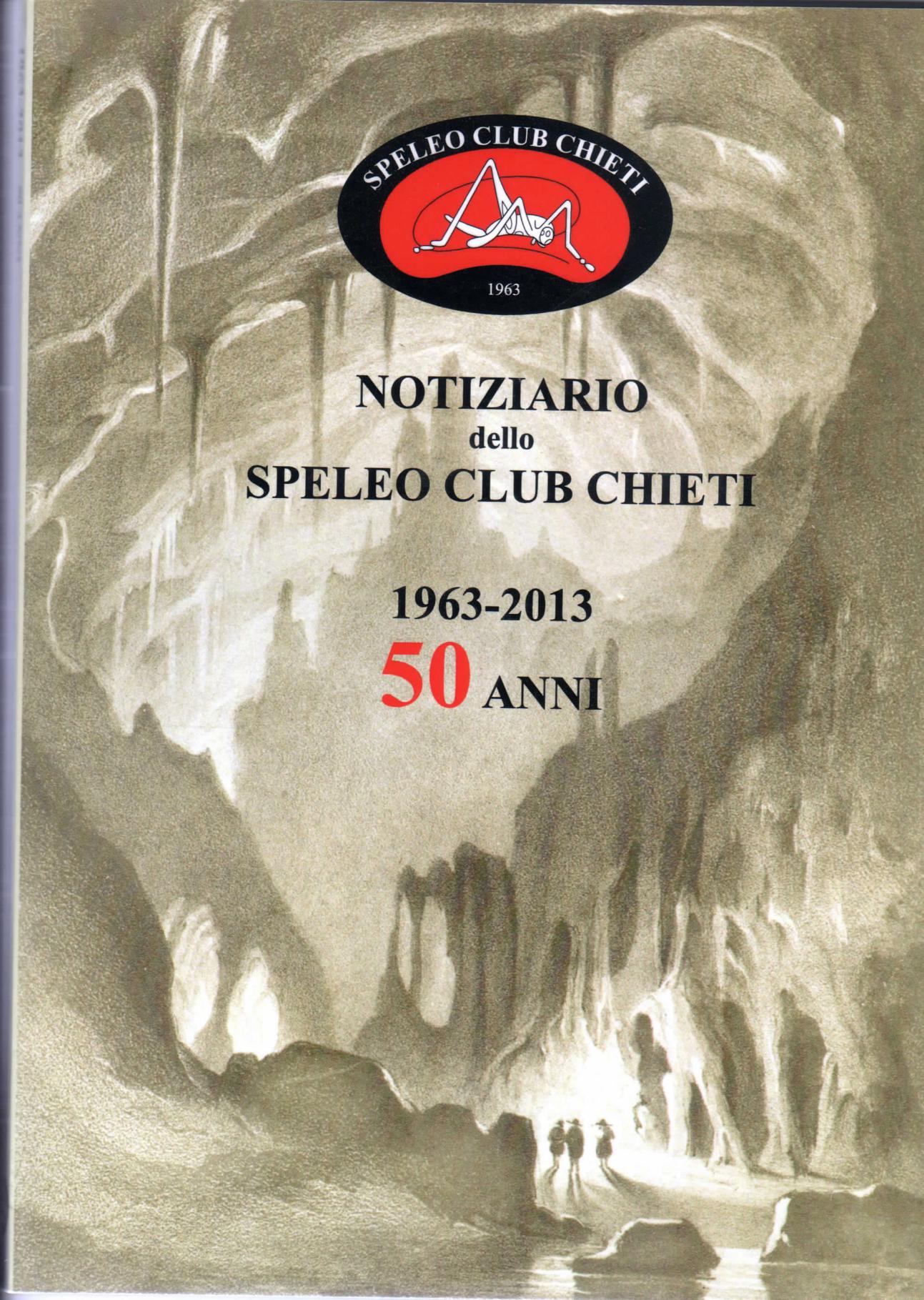




NOTIZIARIO
dello
SPELEO CLUB CHIETI

1963-2013
50 ANNI





NOTIZIARIO
dello
SPELEO CLUB CHIETI

Con il contributo della Fondazione Carichieti.

VOL. VI
2014

CHIETI 2014

INDICE

Prefazione.....	pag. 3
IL SISTEMA IDRICO-VIARIO DELLA TEATE ROMANA E LA GALLERIA IPOGEA DELLA VIA TECTA	
Il sistema idrico-viario della Teate romana e la galleria ipogea della via Tecta.....	pag. 7
Attività di rilievo - Cisterna via Gizzi - Gallerie ipogee Palazzo de' Mayo.....	pag. 21
RICERCA SCIENTIFICA SPELEOLOGICA - MONITORAGGIO AMBIENTALE NELLA GROTTA DEL III PORTONE O ABISSO DE GASPERI - MAJELLA	
Ricerca scientifica speleologica - Monitoraggio ambientale nella Grotta del	
III Portone o Abisso De Gasperi - Majella.....	pag. 27
Parte prima.....	pag. 28
Parte seconda.....	pag. 34
STUDIO STRATIGRAFICO - SEDIMENTOLOGICO. ANALISI DEI CAMPIONI DELLA GROTTA DEL III PORTONE O ABISSO DE GASPERI - MAJELLA	
Studio stratigrafico - sedimentologico. Analisi dei campioni della Grotta del	
III Portone o Abisso De Gasperi - Majella.....	pag. 43
ROCCAMORICE - LA GROTTA DI FOSSO CAPANNA	
Roccamorice - Grotta di Fosso Capanna.....	pag. 57
ASPETTI GEOLOGICI DELLA GROTTA DI SANTO SPIRITO IN MAIELLA	
Aspetti geologici della Grotta di Santo Spirito in Maiella.....	pag. 75
VIAGGIO NELLA CULLA DELL'UMANITÀ	
Viaggio nella culla dell'umanità.....	pag. 89
LA TUTELA E LA VALORIZZAZIONE DEI QANAT DELLA PROVINCIA DI SHAHROOD (IRAN)	
La tutela e la valorizzazione dei Qanat della provincia di Shahrood (Iran).....	pag. 99
50 ANNI SPELEO CLUB CHIETI - 1963-2013	
...Eravamo quattro amici al bar...	pag. 111
Dall'archivio dello Speleo Club Chieti - Curato da Adriano Antonucci.....	pag. 113
Repertorio di immagini 1963-1974.....	pag. 116
SPELEOTECA	
Il buio delle cavità s'illumina anche leggendo... I nostri libri: speleoteca.....	pag. 129
Speleoteca.....	pag. 131

LA TUTELA E LA VALORIZZAZIONE DEI QANAT DELLA PROVINCIA DI SHAHROOD (IRAN)

di Ezio BURRI - Andrea DEL BON - Behrooz HASSANI - Angelo FERRARI
G. Hossein KARAMI - Pietro RAGNI *

Introduzione

Con il termine di qanat vengono comunemente indicate le antiche opere di canalizzazione sotterranea poste in essere in epoca storica, anche molto arcaica, per condurre le acque in zone aride del deserto per soddisfare i fabbisogni umani ed irrigui. In particolare nella Provincia di Shahrood (Iran) situata nel settore settentrionale del deserto del Kavir, sono molto frequenti e marcato, con le loro strutture, molti degli insediamenti presenti e passati. Sebbene ancora in esercizio e perfettamente funzionanti grazie a periodiche attività di manutenzione è stato possibile, in qualche caso, verificare episodi di degrado dovuti, essenzialmente, alla perdita di cognizioni topografiche. Queste circostanze si verificano essenzialmente nei qanat più complessi e nelle porzioni più lontane dai loro sbocchi.

Gli studi in corso, in questa sede compendiati, si prefiggono la completa riconfigurazione dei siti e la loro riconsiderazione con molteplici finalità quali quelle funzionali, culturali e turistiche.

Queste indagini vengono condotte da un team di ricercatori (www.qanatproject.com), alcuni dei quali sono membri dello Speleo Club Chieti, che ha fornito anche il materiale di base per la realizzazione di una mostra, in Iran, dedicata alle antiche opere idrauliche sotterranee nel bacino del Mediterraneo. Lo stesso gruppo opera in altre missioni in Giordania, Turchia e, prossimamente, in Uzbekistan. Oltre alle opere idrauliche sono in corso indagini sulle città rupestri e sotterranee in Giordania e Turchia.

Inquadramento geografico e caratteristiche geoidrologiche

La regione di Shahrood comprende un vasto territorio posto ai margini settentrionali del deserto del Kavir, nella circoscrizione amministrativa di Semnan. È questa una delle aree più interessanti per lo studio dei qanat, sia per la loro diffusione, quanto per la loro arcaicità e profonda interazione con la popolazione locale che ancora ne trae sostegno per l'economia e per l'approvvigionamento idrico. Attualmente, delle molte unità visitate, sono state prese in consi-

*

- Ezio Burri - Dipartimento di Scienze Ambientali - Università degli Studi - Via Vetoio - Località Coppito - 67100 L'AQUILA (Italia) ezio.burri@univaq.it
- CNR Istituto di Metodologie Chimiche - Beni Culturali - Speleo Club Chieti
- Andrea Del Bon - Collaboratore del Dipartimento di Scienze Ambientali - Università degli Studi - L'AQUILA (Italia)
- Behrooz Hassani - Dipartimento di Scienze della Terra - Università Tecnologica di Shahrood - SHAHROOD (Iran)
- Angelo Ferrari - Istituto di Metodologie Chimiche del CNR - ROMA (Italia)
- G. Hossein Karami - Dipartimento di Scienze della Terra - Università Tecnologica di Shahrood - SHAHROOD (Iran)
- Pietro Ragni - Istituto di Metodologie Chimiche del CNR - ROMA (Italia)

Il progetto di studio è attuato tramite un protocollo d'intesa redatto tra il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università Tecnologica di Shahrood, il Dipartimento di Scienze Ambientali dell'Università de L'Aquila e l'Istituto di Metodologie Chimiche del CNR di Roma. Un particolare ringraziamento al Rettore dell'Università di Shahrood, Prof. Ali Moradzadeh, al Dr. Ali Younesian Direttore Generale dell'Università di Shahrood ed all'Ing. Mahmud Matin che ha favorito, con il suo impegno, l'avvio di questo progetto.



1 - Il deserto del Kavir e l'allineamento dei pozzi dei qanat. (Foto di E. Burri)

derazione tre strutture: a) Shahrood; b) Beyarjomand; c) Torud.

a) Il qanat di Shahrood, integrato da quattro pozzi ubicati nella sua parte terminale e realizzati a partire dal 1990, è utilizzato per l'approvvigionamento della città, con una popolazione di oltre 130.000 abitanti, provvedendo al soddisfacimento dei fabbisogni di circa un terzo dell'utenza. L'opera idraulica ha uno sviluppo orizzontale di circa 25 km e copre un dislivello di 385 m con una pendenza dello 0,15%, si sviluppa quasi parallelamente ad un corso d'acqua a regime torrentizio/effimero ed è in funzione da 50 anni. Dell'opera originale sopravvivono solo i due rami superiori di Mojen (3,5 km) e Tash (2 km), visto che a 4,5 km a valle della loro confluenza il sistema è stato sostituito da una moderna condotta al fine di tutelare le caratteristiche quali-quantitative dell'acqua addotta. L'area di ubicazione è costituita da una piana alluvionale digradante da ovest verso sud-est e risulta limitata a nord-nord ovest dai rilievi del monte Shahvar (3945 m), a sud dai Monti Tapal (2815 m). Tali rilievi appartengono alla catena dei Monti Alborz. Nella parte terminale della piana, sono ben visibili le tracce di diversi qanat abbandonati, che sembrano essere stati realizzati in periodi diversi per drenare le acque provenienti dalle propaggini orientali e meridionali rispettivamente dei monti. In quest'ultima catena affiorano scisti e arenarie ordoviciani, basalti siluriani, scisti, arenarie e calcari devoniani e carboniferi, calcari permo-triassici e depositi vulcanici eocenici. Essa costituisce l'area principale di ricarica idrica poiché questi rilievi fermano le correnti umide provenienti dal Mar Caspio, favorendo le precipitazioni. I monti Tapal sono costituiti da arenarie e scisti giurassici, da calcari

giurassico-cretacici, ed, infine, da calcari e tufi eocenici. In quest'area sono evidenti fenomeni di carsismo ed è presumibile che essa costituisca la zona principale di ricarica dell'acquifero alluvionale sfruttato dal qanat. La portata media di questo qanat è di circa 120 L/s con un regime idrologico abbastanza stabile durante tutto l'anno ed oscillazioni di $\pm 10\%$. Le portate maggiori si registrano in primavera, mentre le minime a fine gennaio. È stato osservato negli ultimi trenta anni un trend negativo nelle disponibilità idriche, pari a una diminuzione della portata del 40% circa. Questa situazione di deficit ha determinato la scelta di realizzare i 4 pozzi per soddisfare i maggiori fabbisogni estivi.

b) Il qanat di Beyarjomand, insediamento posto a circa 90 km a SE di Shahrood, ha attualmente una valenza esclusivamente agricola. La sua costruzione non è particolarmente arcaica poiché la tradizione la colloca non oltre i due secoli da oggi. Esso si sviluppa per circa 10 Km ed è suddiviso in 5 rami, aventi una pendenza maggiore di quella normalmente utilizzata per tali opere idrauliche, con circa 190 pozzi di accesso. I pozzi madre arrivano a profondità variabili tra 60 e 120 m e la portata addotta è di 40-50 L/s. Lungo il suo percorso erano ubicati 3 mulini, ed i resti di una di queste strutture sono ancora ben riconoscibili. Tra le caratteristiche peculiari di questo qanat si devono citare la presenza parallela ai due rami principali di due gallerie realizzate per le operazioni di manutenzione e la realizzazione di 3 punti di sbarramento, utilizzabili eventualmente per immagazzinare acqua e, molto più probabilmente, per interrompere temporaneamente il deflusso e consentire le operazioni di ripristino dei condotti. I parametri fisico



2 - I resti dei mulini che traevano la forza motrice dall'acqua che scorreva nel qanat sottostante. (Foto di E. Burri)



3 - La manutenzione arcaica dei qanat che ancora oggi viene praticata. (Foto di E. Burri)

chimici rilevati durante le campagne di studi, evidenziano allo sbocco del qanat una temperatura di 18,5 °C, un pH pari a 7,9 ed una conducibilità elettrica di 800 mS/cm (tali valori si sono dimostrati in buon accordo con quanto riportato nella scheda descrittiva). Le prime indagini hanno confermato la captazione da parte dei rami del qanat di acque a temperature differenti (comprese tra 17,4 – 21,3 °C). Il qanat si sviluppa nei depositi di conoide, eluvio-colluviali e alluvionali posti alla base dei rilievi carbonatici e arenacei (cretacico-eocene) posti a NE. I suoi rami seguono grosso modo le linee di ruscellamento presenti nella piana. L'area presumibile di alimentazione è costituita dai depositi detritici stessi e dai rilievi prospicienti.

c) Il paese di Torud, centro di circa 2000 abitanti, si trova a circa 110 km a sud di Shahrood, in pieno deserto del Kevir. La parte vecchia dell'abitato è stata distrutta da un terremoto il 12/02/1953, (magnitudo 6,4; epicentro a circa 40 km a sud del sito) che ha determinato 970 vittime. Il suo sbocco si trova all'interno del paese ed è utilizzato per i soli servizi comuni, scopi irrigui e lavatoio, poiché il fabbisogno idropotabile è oggi soddisfatto per mezzo di pozzi. Non si hanno a disposizione molte informazioni, ma dovrebbe avere uno sviluppo di circa 8-10 km, con direzione nord-sud. Nella sua parte superiore vi sono due rami di drenaggio, dei quali quello più occidentale e breve, sulla base delle testimonianze raccolte, dovrebbe essere caratterizzato dagli apporti maggiori. La misura di portata, allo sbocco del canale, ha permesso di quantificare

La zona agricola che inizialmente veniva irrigata da questo qanat era denominata Deh Sar Khuche, in seguito ad un evento alluvionale catastrofico la popolazione si spostò in una zona vicina chiamata Kharab Deh. Infine, sempre a seguito di eventi calamitosi si spostò nell'attuale zona.

in 52 L/s la sua disponibilità. La caratteristica più saliente delle acque addotte è rappresentata dalla loro elevata temperatura, 24,5 °C, registrata poco prima del citato sbocco. L'acquifero intercettato dal qanat risiede nei depositi detritici eluvio-colluviali della piana ubicata a nord dell'abitato. Questa falda è probabilmente alimentata, oltre che dalle precipitazioni meteoriche zenitali, anche dalle acque di ruscellamento e di infiltrazione dei rilievi di origine ignea bordanti a settentrione la citata piana. La presenza di tali litotipi (tufi e lave eocenici-oligocenici) e di importanti lineamenti tettonici possono giustificare l'elevata temperatura delle sue acque. Immediatamente a sud dell'abitato di Torud affiora un sistema di pieghe (avente assi con direzione WSW-ENE e costituito prevalentemente da marne ed arenarie oligoceniche-mioceniche) disposte trasversalmente al verso di drenaggio della piana (NNW-SSE).

Le indagini sul gas radon

Non si è a conoscenza di studi sul radon indoor nella regione di Shahrood, ma che il problema radon sia significativo in alcune regioni dell'Iran è ben dimostrato dal recente lavoro di monitoraggio svolto nella città di Ramsar (Nord-Ovest dell'Iran, sulla costa del Mar Caspio) e nelle aree vicine che ha individuato aree con livelli di concentrazione indoor fino a 3700 Bq/m³. Altri studi erano stati condotti per le città di Ardabil e Lahijan. Per altro non è mai stato realizz-



4 - I resti di una fortificazione, realizzata con mattoni in terra cruda, posta a difesa e controllo di un qanat nel deserto del Kavri.
(Foto di E. Burri)

zato uno studio della concentrazione del radon nell'acqua potabile che spesso proviene proprio dai qanat o da condotte ad essi collegati, se non uno nel 2005 su sorgenti pozzi e acque di fiume nella regione di Mashhad con il sistema PRASSI.

Per effettuare le misure volte a conoscere la concentrazione di radon in acqua si sono utilizzati elettreti E-Perm con una configurazione SST (elettrete short term montato su una camera short term) inserendoli nel contenitore per la misura del radon in acqua e le letture sono state eseguite con lettore SPER-1 in precedenza tarato e testato.

I risultati ottenuti nei cinque test effettuati sono di seguito riportati.

- Qanat di Shahrood: campione prelevato al termine del percorso del condotto interrato che collega la parte rimanente dell'antico qanat alla città CR = 5,79 Bq/l

- Qanat di Beyarjomand: campione prelevato da un pozzo del ramo parallelo alla strada di accesso alla cittadina CR = 9,49 Bq/l

- Qanat di Beyarjomand: campione prelevato da un pozzo di uno dei rami (quello con temperatura dell'acqua di circa 22°) affluenti al ramo perpendicolare alla strada di accesso alla cittadina CR = 13,69 Bq/l

- Qanat di Beyarjomand: campione prelevato al termine del qanat "Derani", il più vicino al villaggio, lì dove l'acqua scorre parallela alla strada di accesso principale al villaggio. CR = 2,95 Bq/l

- Qanat di Torud: campione prelevato al termine del percorso del qanat, ove esso affiora in una costruzione posta di fronte ai bagni pubblici ed al luogo ove le donne lavano gli indumenti, nei pressi dell'antico abitato crollato in seguito a terremoti, CR = 13,36 Bq/l (dato fornito dalla media dei due valori trovati, essendo la misura stata effettuata in duplice).

Questi valori ricavati dalla prima campagna di misura sono estremamente incoraggianti, perché tutti largamente inferiori alla media mondiale e tutti tali da non destare alcuna preoccupazione di tipo radioprotezionistico, in particolare è importante sottolineare che il valore rilevato a Shahrood è molto confortante, visto che gran parte dell'acqua di quel qanat è utilizzata per fornire le abitazioni di acqua potabile.

Tutti i dati e una specifica delle procedure seguite, nonché un programma di lavoro a breve e medio termine sono stati forniti alle autorità accademiche, ma anche alle autorità civili di Shahrood ed illustrati durante una conferenza tenuta presso il locale Ateneo.

In questo ambito sono stati fatti specifici prelievi per tentare una datazione cronologica di alcuni campioni provenienti dai ruderi del mulino di Beyarjomand. Queste indagini verranno estese, successivamente, ad altre strutture consimili presenti in altri siti. Nello specifico sono stati prelevati alcuni frammenti ceramici inglobati nella parete. I reperti erano da riferire a frammenti di terrecotte le cui datazioni sono state concordi tra loro e da riferire al VII secolo dopo Cristo. Per la precisione, la media delle date è $680^{+/-80}$ d.C. Ovviamente la data si riferisce all'ultimo riscaldamento ad alta temperatura dei frammenti che probabilmente coincide con la fattura della ceramica, ma non con la messa in opera dei frammenti che potrebbero essere molto più antichi della struttura, ovvero facente parte del materiale che è stato impastato per la costruzione. A parziale indiretta conferma va detto che le analisi con radiocarbonio dei frammenti di paglia e legno forniscono datazioni molto più recenti, ovvero posteriori al 1650 d.C. Anche in questo caso i risultati vanno interpretati nel senso che i frammenti di paglia e legno sono da riferirsi a quando sono stati inseriti nella struttura. Come avevamo già osservato, anche se il sito è caratterizzato da un'aridità notevole, si hanno comunque precipitazioni, seppure contenute, che avranno richiesto interventi di consolidamento periodici. E' perciò da ritenere che i frammenti di paglia e legno non siano contemporanei alla prima realizzazione del manufatto, ma ad interventi successivi. Ulteriori prelievi, ed analisi, sono state effettuate nel caravanserraglio di Miandash, recapito imponente di una rete di qanat. In questo caso le datazioni con termoluminescenza danno adito a minori incertezze. Si è infatti operato su mattoni, che non danno origine a sospetti di riutilizzo. I risultati delle analisi relative a quattro punti di prelievo sono concordi tra loro e danno come risultato della datazione $1655^{+/-30}$ d.C. Va detto che si sono potuti prelevare campioni solo dalla struttura esterna al grande serraglio, struttura che era stato detto essere parte più tarda rispetto al corpo principale. Le analisi, condotte nel dicembre 2009, sono state effettuate dal Prof. Marco Martini, Direttore del Dipartimento di Scienza dei Materiali Università di Milano-Bicocca.

La valorizzazione e tutela in tema di Cultural Heritage

Lo studio dei qanat dell'Iran nord orientale non è stato limitato alla loro valenza idrogeologica o fisica in quanto ne sarebbero risultate sminuite alcune peculiarità della loro più complessa funzione. Infatti, anche in questo caso, la loro configurazione ha consentito l'insediamento dell'uomo, condizionandone le regole sociali, le attività culturali e l'economia dello sfruttamento agricolo delle acque, attraverso uno stretto rapporto tra uomini e ambiente. Vi è da rilevare, non solo nella casistica sotto riportata, che l'attenzione nei confronti di queste opere è ancora viva ed attuale ed è percepibile dalle complesse attività di manutenzione che sono continuamente condotte per consentire il loro impiego ottimale. Tuttavia, tranne qualche episodico esempio, in considerazione anche della loro estrema diffusione, l'attività di tutela e valorizzazione dello specifico significato storico/culturale è subordinata a questo utilizzo pragmatico. Inoltre, questa stessa attività di manutenzione, onerosa e non priva di rischi oggettivi, si limita al ripristino del condotto sotterraneo tralasciando la complessità storica dei rapporti sociali ed economici nonché delle opere accessorie. Così, non viene esercitata alcuna opera di manutenzione e tutela delle opere accessorie che perdono, di conseguenza, memoria nella funzionalità oltre al degrado strutturale.

L'indagine quindi prende avvio da una ricognizione globale, topografica e strutturale dei manufatti anche con la collaborazione di quanti hanno, sino al passato recente, contribuito al loro restauro funzionale. Terminata questa fase, si è provveduto alla completa localizzazione, tramite GPS, della ubicazione dei pozzi, alla documentazione fotografica ed alla compilazione di una specifica scheda che comprende anche informazioni accessorie sulla loro configurazione. A questa fase segue anche il rilevamento dei manufatti ancora presenti quali, ad esempio, i mulini che dalla presenza della canalizzazione sotterranea traevano forza motrice. Queste informazioni, collegate alle indicazioni sulle caratteristiche idrogeologiche, chimico/fisiche, sulla presenza eventuale di gas radon vengono completate, ove possibile, con analisi volte alla datazione stessa dei manufatti. Si ottiene così una radiografia completa del qanat, con l'obiettivo di un loro inserimento in un circuito culturale complesso e diversificato che valorizzi anche le altre valenze dell'area, dall'artigianato a quella dell'agricoltura tradizionale.

Sulla base di questo programma è stato, quindi possibile identificare, per i tre siti prima ricordati, alcune soluzioni.

I qanat di Shahrood

Questo sistema idraulico è costituito da una fitta rete di qanat antichi, vecchi e relativamente recenti che, come detto, si estende fin quasi alla cittadina di Mojen e rappresenta una importanza vitale in quanto il 30% dell'acqua utilizzata per uso domestico nella città di Shahrood proviene da questi qanat. Tutta la città è irretita dall'acqua dei qanat attraverso una fitta ragnatela di canali che fiancheggiano le principali arterie stradali ombreggiante da lunghi filari di alberi, quasi a ricordare il legame vitale che lega la sua esistenza alla presenza essenziale del qanat. Shahrood, con le sue strutture ricettive è sicuramente in grado di svolgere un ruolo di base e punto di riferimento per alcuni itinerari culturali volti alla conoscenza dei qanat della provincia e del suo paesaggio.

Un'attenzione particolare, in questo ambito, sarà rivolta al rilevamento topografico e strutturale di dettaglio della fitta rete di qanat ubicata nell'area settentrionale della città e testimoniata unicamente dalla massiva presenza di pozzi abbandonati e, in buona parte, colmati. La loro

storia narra, dunque, tutta la cura che è stata posta in essere per la loro progettazione, messa in esercizio e funzionalità, sino all'abbandono, con lo scopo di dotare un insediamento in espansione della fondamentale risorsa per l'approvvigionamento e l'irrigazione. Non a caso, tra questi esiti di antico sapere, è posta una struttura fortificata, ora totalmente diruta, che testimonia, con altre similari e più complesse ed ancora parzialmente utilizzate, un'economia basata anche sul commercio.

Il qanat di Byāryomand

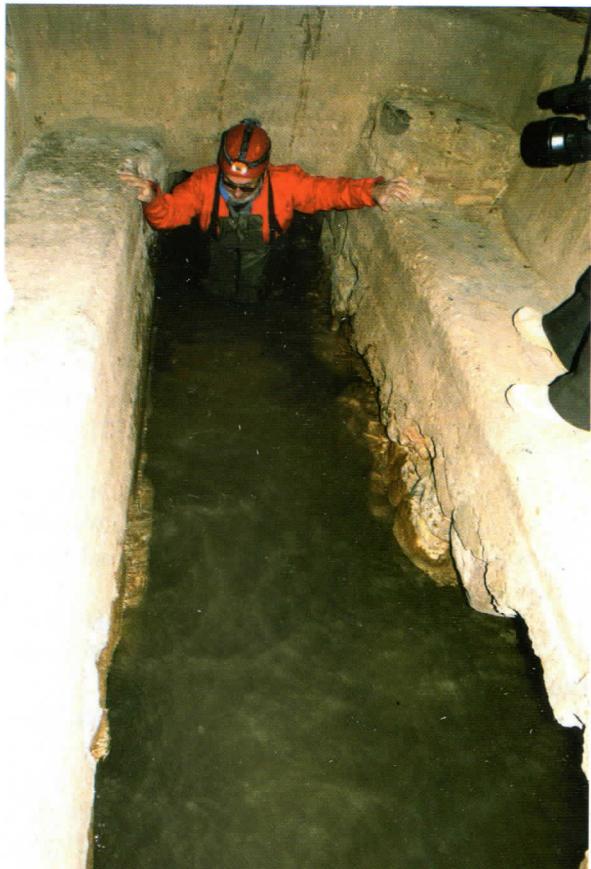
Questo piccolo centro di circa 2.300 abitanti rappresenta l'ultimo collegamento con l'area di Shahrud prima di inoltrarsi nel deserto del Dasht-e-Kavir. Il qanat che lo rifornisce di acqua presenta due ramificazioni principali con una caratteristica singolare, uno dei due bracci infatti conduce acqua relativamente calda, anche d'inverno.

Tutta l'area dei qanat è circondata da alte montagne che conferiscono al paesaggio e al circondario di Byāryomand i requisiti necessari per la realizzazione di un percorso-museo del qanat all'aperto. Potrebbe anche essere restaurato, per questo scopo, almeno uno dei vecchi mulini, ancora presente nella sua struttura essenziale, che in passato era azionato dall'acqua del qanat spinta in vasche di espansione per consentire il movimento degli ingranaggi delle macine.

Inoltre in alcuni pozzi, profondi poco più di cento metri e situati non molto distanti dal pozzo madre, durante i lavori effettuati da operai afgani per la manutenzione e la pulitura del qanat sono stati portati in superficie grossi blocchi di calcite che ostruivano i tunnel sotterranei. Con



5 - L'interno di un qanat a Torud. (Foto di E. Burri)



6 - Lo sbocco di un qanat a Torud. (Foto di A. Ferrari)

guardo si potrebbero organizzare percorsi che illustrino la cultura dell'uso dell'acqua in agricoltura in ambienti aridi e più ancora le tecniche di produzione e di conservazione, fino alla cultura gastronomica. Infine il percorso potrebbe essere affiancato dalla commercializzazione dei tappeti ispirati nei motivi alla cultura locale, con metodologie, tecniche, tessuti e colori tramandati attraverso innumerevoli generazioni.

Le analisi delle acque del qanat di Torud hanno rilevato, tra l'altro, una temperatura di circa 24,5° C., misurata nel mese di gennaio, quando la temperatura esterna era di circa 0° C. Uno studio più accurato del fenomeno consentirebbe un'attenta valutazione, in termini di fattibilità, per uno sfruttamento termale e/o geotermico a bassa entalpia di tale risorsa, che in ogni caso richiederebbe una attenta valutazione dei tempi e degli investimenti necessari.

un investimento modesto si potrebbe dare origine ad una interessante attività artigianale per la realizzazione di oggetti turistici e di arredo che andrebbe ad affiancarsi alle altre attività locali.

Il qanat di Torud

Questa oasi si trova a sud di Shahrud, in pieno deserto del Dasht-e-Kavir, poco prima delle grandi distese salate del Kavir. Qui l'esigua popolazione, circa 2.000 abitanti, sopporta forti escursioni termiche ed è dedita quasi esclusivamente alle attività agricole, ma potrebbe sicuramente migliorare la propria condizione economica valorizzando alcuni fattori culturali strettamente legati alla presenza del qanat.

In primo luogo l'acqua del qanat fuoriesce in prossimità del centro abitato da dove viene distribuita agli agricoltori attraverso una fittissima rete di piccoli canali che sostengono una agricoltura più che sufficiente e singolare nella produzione. Al ri-

Bibliografia

- BEAUMONT P., 1993, *Qanats and irrigation cultures in Iran*, Proc. Int. Conf. On Karez Irrigation, Xinjiang People's Publishing House Educational and Cultural Press Ltd, Urumqui, China, pp. 117-132.
- BONINE M.E., 1993, *Development and recent changes in the karez (Qanat) systems in Iran*, Proc. Int. Conf. On Karez Irrigation, Xinjiang People's Publishing House Educational and Cultural Press Ltd, Urumqui, China, pp. 133-149.
- BROWN E. J., BARDSLEY E., 2002, *A model-based evaluation of horizontal wells for improving the functionality of an urban reservoir system*, Natural Resources Research, vol. 11, n. 3.
- BURRI E., DEL BON A., FERRARI A., GIRAUDI C., 2008, *Multidisciplinary investigations in the Qanats of the Kavir desert (North-Eastern Iran)*, Ateneo Informa, III, 9, pp.: 17-23.
- BURRI E., 2009, *Underground water transport systems for land management in the ancient work: from the Mediterranean regions to the near and middle east*, Proc. of ICWR 2009 Conference - International Conference on Water Resources: Emphasis on Regional Development, Shahrood University of Technology, pp. 10-23.
- BURRI E., DI PAOLO P., DEL BON A., FERRARI A., MANCINI M., MENEGHINI M., RAGNI P., 2011, *Indagini sugli ipogei del castello di Shawbak e nelle aree limitrofe (Giordania meridionale)*, Temporis Signa, Spoleto, VI, pp. 283-318.
- COTHERN C.R., SMITH JR. J.E.: *Environmental Radon*, Environmental Science Research, Vol. 35, Baltimore USA.
- EPA: Proposed Radon in drinking water Rule.
- EURATOM, 1990, Raccomandazione 90/143 "sulla tutela della popolazione contro l'esposizione al radon in ambienti chiusi". G.U. delle Comunità Europee N. L80/26 del 27/2/90.
- GIESKE A., MIRANZADEH M., 2000, *Groundwater resources modeling of the Lenjenat Aquifer System*, IAERI-IWMI Research Report 15.
- KAZEMI G. A., FARDOOST F., KARAMI G. H., 2001, *Hydrogeology and groundwater quality of Shahrood region, Iran*, in: Seiler K. P., Wohnlinch S. (eds) Proc. Of 31st IAH congress on new approaches characterizing groundwater flow. Swets and Zeitlinger, Lisse, pp. 1213-1216.
- KAZEMI G. A., 2004, *Temporal changes in the physical properties and chemical composition of the municipal water supply of Shahrood, northeastern Iran*, Hydrogeology Journal, 12, pp. 723-734.
- RAGNI P., FERRARI A., 2009, *Radon in water in the qanats of the Province of Shahrood*, Proc. of ICWR 2009 Conference - International Conference on Water Resources: Emphasis on Regional Development, Shahrood University of Technology, pp. 596-599.
- SCHMIDT K., SOFFEL H., 1983, *Mesozoic-Cenozoic geological events in central-east Iran and their relations to paleomagnetics results*. Geological Survey of Iran, Report n° 51, pp. 27-35.
- STATIS C. STIROS, 2006, *Accurate measurements with primitive instruments: the "paradox in the qanat design"*, Journal of Archaeological Science, vol. 33, pp. 1058-1064.