

VALCAMONICA SYMPOSIUM 2000

**PREHISTORIC AND TRIBAL ART:**

**CONSERVATION AND PROTECTION OF THE MESSAGES:**

**INVENTORY, ARCHIVES, RECORDING**

Darfo Boario Terme (BS), Italy, November 9 - 13, 2000

**Session/Sessione 6: Schematic art in the Alpine area / Arte schematica nell'area alpina**

*Chair:* U. Sansoni

*Panel:* A. Arcà, G. Biganzoli, F. Binda, E. Calzolari, G. Dimitriadis, A. Gaspani, C. Gastaldi,  
B. Giorgi, L. Grillo, A. Pozzi, U. Sansoni

<i>Name/Nome</i>	<i>Country/Paese</i>	<i>Title/Titolo</i>
POZZI Alberto	Italy	Incisioni rupestri e riti preistorici nel comasco
BIGANZOLI Gianantonio	Italy	Arte rupestre schematica nel Verbano e zone limitrofe
ARCÀ Andrea	Italy	Arte schematica e coppelle: significati iconografici o valenza funzionale?
BINDA Franco & GIORGI Benedetta	Switzerland	Sguardo panoramico sulla ricerca dell'arte rupestre schematica nella Svizzera di lingua italiana
SANSONI Umberto	Italy	L'arte schematica: un progetto di ricerca per le Alpi
GASTALDI Cristina	Italy	Arte rupestre schematica della Valmalenco
GRILLO Luigi	Italy	Pietre con coppelle: strumenti per esperienze estatiche?
CALZOLARI Enrico	Italy	Culto della fecondazione e cosmogonia in Sardegna
DIMITRIADIS Giorgio & GASPANI Adriano	Italy	Analisi delle configurazioni di coppelle mediante reti neurali artificiali e logica fuzzy

**Debate/Dibattito**

## INCISIONI RUPESTRI E PRESUNTI RITI PREISTORICI NEL COMASCO

POZZI Alberto, Como, Italy

La regione lariana è abbastanza ricca di incisioni rupestri non figurative, che in buona parte sono state trovate negli ultimi anni. Un'alta concentrazione è stata recentemente rilevata fra i comuni di S. Maria Rezzonico e Crema, sui rilievi prospicienti la riva occidentale del Ramo di Colico del Lario (A. Pozzi, 1999); altre incisioni di recente segnalazione, ancora in corso di studio, sono ubicate sui versanti e nelle valli a Nord della zona ora citata. Interessanti notizie provengono dalla zona orientale del lago e particolarmente da Premana in Val Varrone. Anche il Triangolo Lariano (la penisola compresa fra i Rami di Como e di Lecco) ha rivelato la presenza di diverse rocce incise, così come il Monte Barro sopra Lecco.

Alcuni massi a coppelle erano già noti in passato: ricordo l'Alto Lago orientale (Dorio), l'imbocco della Valtellina (Forte di Fuentes), Lanzo Intelvi, Spina Verde e M.te Goi di Como e lo stesso Monte Barro (AA.VV., *RAC.*, 1880, 1884, 1901, 1906).

La tipologia di queste superfici incise è abbastanza semplice e non si discosta da quella delle regioni limitrofe. Nella parte settentrionale del territorio, dove predomina il substrato cristallino, troviamo affioramenti rocciosi che l'esarazione glaciale ha forgiato a dorso di balena; vi sono poi altri massi, spesso ubicati in posizioni dominanti. Invece, nella parte meridionale, dove affiorano solo rocce sedimentarie, le incisioni sono limitate ai massi erratici (scisti, gneiss, serpentino). Sovente le incisioni sono raggruppate su emergenze e comprendono coppelle e canaletti ben tracciati. Nella fascia compresa fra i 50 e i 200 metri sopra il livello del lago, i massi portano spesso delle croci e altri segni di cristianizzazione; diverse incisioni sembrano essere state "ripassate" in epoca storica. Invece, alle quote superiori, almeno nella parte occidentale del bacino lariano, questi segni non compaiono più. E' possibile che il secondo gruppo comprenda superfici ubicate fra loro da percorrenze protostoriche di cui oggi si conservano solo modeste tracce. Lungo alcune di queste percorrenze, in vicinanza delle maggiori concentrazioni di "massi-altare", sono presenti coppelle isolate e poco profonde ai lati del sentiero. E' possibile che si tratti di una "segnaletica stradale" costituita da lumini che venivano accesi nei momenti della celebrazione di riti.

Questa infatti è l'impressione che si ricava dall'esame delle incisioni rupestri lariane: i massi potrebbero essere stati sede di celebrazioni rituali, forse con sacrifici cruenti, oppure semplicemente di cerimonie di iniziazione. Quindi le coppelle potrebbero aver contenuto sangue (o altri liquidi organici) oppure acqua di fonte o di pioggia. Infatti, la grande maggioranza delle incisioni (coppelle e canaletti) è concentrata su superfici pressoché pianeggianti: esse sembrano proprio destinate a contenere e a far scorrere dei fluidi.

Nel Triangolo Lariano compaiono, fra gli altri, dei massi che portano coppelle anche su superfici in pendenza o su una stretta linea sommitale; si riapre così il problema della loro funzione.

Ritengo interessante, in questa sede, segnalare altre emergenze archeologiche che potrebbero suggerire elementi di conferma al riconoscimento di funzioni cultuali delle superfici incise.

Una tipologia è costituita da piccole vasche, che potrebbero essere state utilizzate per parziale (simbolica) immersione di persone a scopo purificatorio. Una è situata in località Pra de la Tàca sopra Mezzegra (riva occidentale del Ramo di Como); qui un masso cubico di roccia locale (Dolomia a Conchodon) porta una vaschetta in parte scavata intenzionalmente; su un lato compaiono delle erosioni di tipo carsico, provocate dalle piogge acide naturali, che confermano l'antichità dell'intervento umano. Questo è l'unico punto del circondario dove l'acqua piovana può essere raccolta; altrove, per fenomeno carsico, essa si infiltra nel

sottosuolo. Il luogo localmente è malfamato: si raccontano storie di streghe, di esorcismi e di prostituzione.

Una seconda vaschetta è ubicata nel complesso Rezzonici-Cremia (che comprende 35 rocce principali incise già segnalate, oltre a una ventina di più recente scoperta); qui un "semicupio" è ubicato alla base di un piccolo dirupo affiorante ed isolato, su cui sono stati scavati sei canaletti paralleli atti a guidare l'acqua nella vaschetta; essa poteva essere attinta da un ruscello che passa a due metri di distanza ed essere versata sulla roccia nella sua posizione più alta.

Una terza vaschetta è presente nella parte settentrionale del Triangolo Lariano, a monte di Bellaggio, in località Muffalora di Brogno. Si trova a 5 metri da un masso-altare con diverse incisioni non figurative.

Un secondo tipo di emergenza archeologica è quello degli scivoli della fertilità (in precedenza ignoti in provincia di Como). Oltre ad un ipotetico e brevissimo scivolo che ho segnalato in passato (*BCSP*, vol. 29, 1996), ne ho trovato uno del tutto caratteristico nella zona più alta del complesso Rezzonico-Cremia, quindi in una zona ricca di massi con altre funzioni cultuali. Un secondo è ubicato sopra Morandina, nell'alta Valle Albano; un terzo (probabile) è nel Triangolo Lariano, nell'abitato di Pagnano (comune di Asso). Quest'ultimo è di difficile lettura in quanto la superficie rocciosa percorsa dallo scivolo è in parte occultata da un muro di recinzione. Infine, un ulteriore scivolo sarebbe presente sopra Colico (segnalazione recentissima, non ancora verificata).

Sui rilievi a Sud del Parco Regionale del M.te Barro, su una cresta che sovrasta da una parte la valle dell'Adda con i laghetti di Garlate e Olginate, e dall'altra la Brianza orientale, vi è un masso-altare con diverse piccole coppelle; a pochi metri di distanza è presente una pietra sferica del diametro di 65 cm circa, che richiama l'idea dell'astro solare. (A poche centinaia di metri vi è una incisione antropomorfa "a Ø").

Una situazione analoga è presente in Valsolda (bacino imbrifero del Lago di Lugano); qui, vicino ad un masso cubico (con poche coppelle) vi è una pietra granitica di forma subsferica, che potrebbe rappresentare anch'essa il disco solare. (A pochi metri di distanza è presente l'incisione di un antropomorfo "a svastica").

Queste due presenze potrebbero suggerire un raffronto con la sfera solare presente a breve distanza dall'altare a gradoni di Monte d'Accoddi (Sardegna settentrionale).

Desidero infine segnalare la presenza di un'altra incisione posta su una pietra immurata all'ingresso di un fabbricato rustico a Germàsino (Valle Albano). Vi compare una incisione circolare con sovrapposto un arco di cerchio (entrambe sembrano recenti o almeno "ripassate"); poco sotto un antropomorfo a svastica, molto simile a quello ricordato della Valsolda.

I concetti esposti sono puramente ipotetici; sono necessari approfondimenti e verifiche, che potrebbero nascere da un contraddittorio e da segnalazioni di emergenze simili.

Gli studi ultimamente effettuati e quelli ancora in corso sulle superfici incise dell'Alto Lario occidentale e del Triangolo Lariano sono merito delle dettagliate ricerche condotte da Giovanni Beltramelli (Dongo) e Irene Gandola (Bellagio), che desidero vivamente ringraziare.

#### Bibliografia

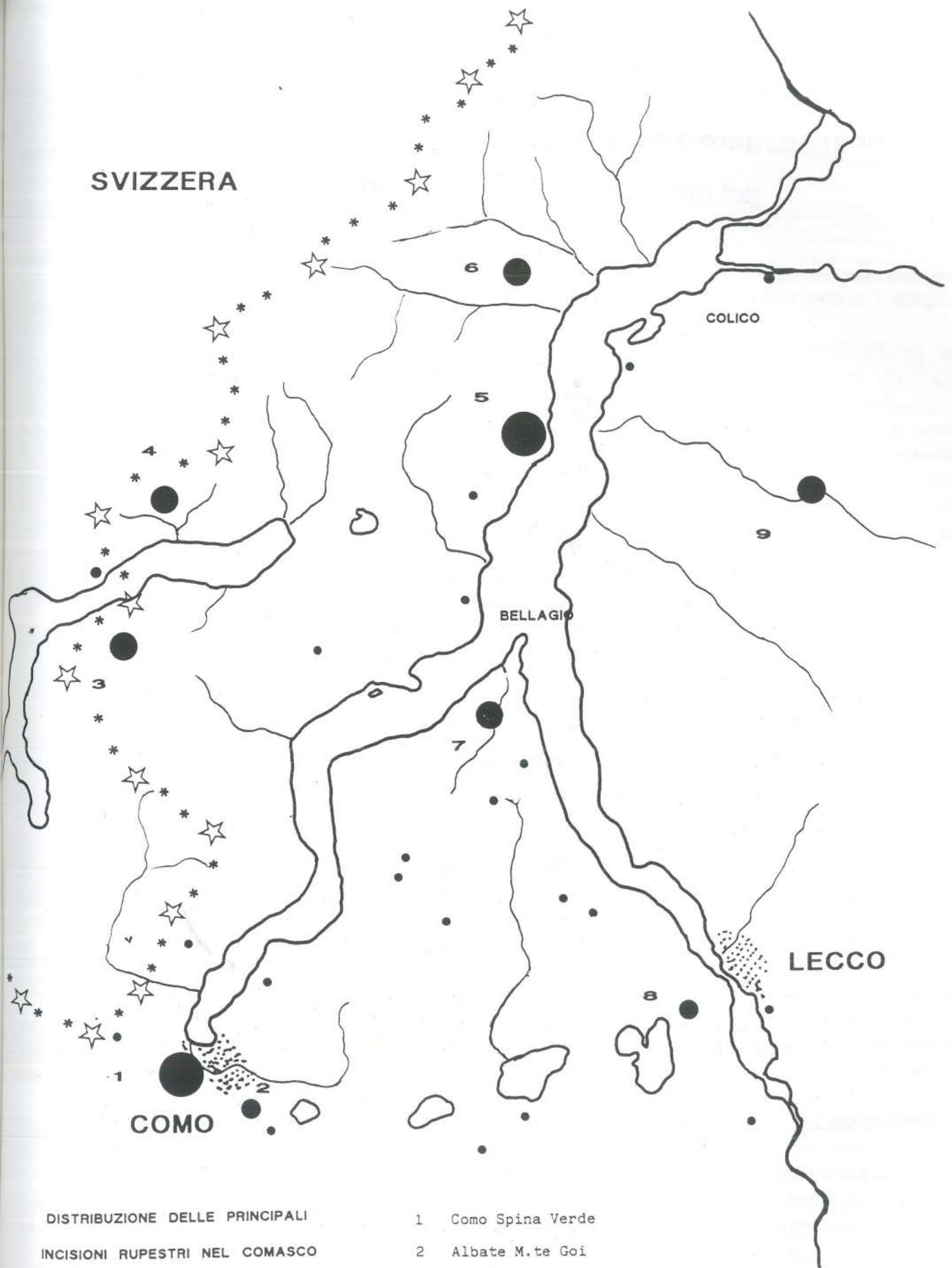
AA.VV.

1993 *Indice Generale*, Rivista dell'antica provincia e diocesi di Como, voll. 1-174 (1872-1992), Como (Società Archeologica di Como).

POZZI A.

1998 *Incisioni rupestri a S. Maria Rezzonico e Cremia*, Rivista dell'antica provincia e diocesi di Como, vol. 180, Como (Società Archeologica di Como).

SVIZZERA



DISTRIBUZIONE DELLE PRINCIPALI  
INCISIONI RUPESTRI NEL COMASCO

- oltre 50 rocce incise
- 10 - 40 " "
- 5 - 10 " "
- singole o meno di 5

- 1 Como Spina Verde
- 2 Albate M.te Goi
- 3 Lanzo Intelvi
- 4 Valsolda
- 5 Rezzonico-Cremia
- 6 Valle Albano
- 7 Bellagio (retroterra)
- 8 M.te Barro
- 9 Premana Val Varrone



0

10 km

## ARTE RUPESTRE SCHEMATICA NEL VERBANO E ZONE LIMITROFE

BIGANZOLI Antonio, Verbania Pallanza (VB), Italy

Nel periodo tra il 1990 ed il 1998 ho svolto una ricerca relativa all'arte rupestre nella zona del Verbano (Lago Maggiore). La porzione di territorio interessata è indicata nella carta n. 1 allegata (zona a contorno largo).

I risultati di tale ricerca sono stati oggetto di una pubblicazione edita a cura del Museo del Paesaggio di Verbania dal titolo *Il Territorio Segnato - Incisioni rupestri nel Verbano*, che è qui esposta in visione.

La zona in questione e, più in generale, la Provincia del Verbano-Cusio-Ossola, sono particolarmente interessanti da un punto di vista storico-ambientale per la loro doppia valenza lacustre ed alpina e forniscono motivo di interesse anche per quanto riguarda le incisioni rupestri. La tipologia dominante è quella delle coppelle o coppelle e canaletti, mentre sono molto rari gli elementi figurativi. Questa caratteristica tipologica è comune con le zone adiacenti o viciniori ad Est (il Varesotto, specialmente il Luinese, e la zona del Lago di Como) ed a Nord (il Canton Ticino) nonché a Sud nella zona di Sesto Calende e Golasecca dove i reperti, anche a causa della più intensa antropizzazione recente, si fanno più rari ma sono anche particolarmente attraenti perché inseriti nel contesto archeologico della Civiltà di Golasecca e in quello, più antico, degli abitati palafitticoli dei laghi varesini. Si annota anche che, in età protostorica, tutte queste zone erano culturalmente affini grazie appunto all'appartenenza all'area della Civiltà di Golasecca ed erano, e sono ancor oggi, designate come "Regio Insubrica".

E' forse grazie a questa omogeneità culturale che si possono riscontrare, anche nelle incisioni coppelliformi, delle affinità nei disegni e nelle disposizioni e, qualche volta, chiare analogie tra le zone citate.

### **Il metodo della ricerca**

Fin dalle prime battute della ricerca è apparso chiaro lo stretto legame tra il territorio nei suoi elementi oro-idrografici e topografici e la disposizione dei petroglifi. I primi ritrovamenti si collocavano infatti lungo linee di cresta, attorno a rilievi di particolare importanza, in punti di valico, ecc., sempre comunque in zone significative del territorio.

Nel sostanziale, e persistente, buio interpretativo del significato, nonché della valenza delle incisioni coppelliformi, questa indicazione, che ovviamente restringo per ora al territorio da me indagato, è apparsa degna di essere seguita. La decisione è stata pertanto quella di identificare, per una ricerca la più accurata possibile, una porzione di territorio abbastanza grande per poter essere significativa ma, al contempo, abbastanza limitata in modo da non essere dispersiva, ed inoltre relativamente omogenea da un punto di vista storico-culturale. La scelta perciò è caduta sul Verbano, che è stato ulteriormente suddiviso in sei zone omogenee non solo dal punto di vista oro-idrografico (le valli, i tratti di costiera lacustre) ma anche sotto il profilo storico-etnografico.

Nel Verbano la ricerca è stata quindi condotta in modo intensivo ma, com'è comprensibile, non certamente esaustivo, infatti nuovi ritrovamenti si vanno aggiungendo a quelli che già sono stati oggetto di pubblicazione. Inoltre la ricerca, sia per quanto riguarda i ritrovamenti da me effettuati che relativamente a raffronti con lavori o segnalazioni di altri ricercatori, è stata anche

portata fuori dal Verbano (nel Cusio, Ossola, Vergante, Ticino, Varesotto e Comasco) allo scopo di avere i necessari collegamenti e raffronti.

### **I petroglifi e la loro distribuzione**

La carta (all. n.1) mostra la distribuzione delle incisioni. Nella zona del Verbano vengono indicati con un punto singoli petroglifi e con un punto cerchiato i siti che ho ritenuto particolarmente importanti o che ospitano una concentrazione di incisioni; complessivamente i massi incisi censiti sono una settantina. Fuori da questa zona i luoghi di incisioni indagati da altri ricercatori sono indicati con un quadrato.

Le diapositive mostrano solo alcuni esempi di incisioni tra quelle rilevate a:

- Cicogna
- nella zona del Monte Cimolo
- al Monte Rosso
- al Monte Cargiogo
- a Manegra
- all'Alpe Pechi
- nell'area del Monte Morissolo

Si segnalano anche scivoli della fertilità presenti nei pressi di Miazzina e di Santino nel Verbano, nonché a Omegna, Crusinallo e Quarna Sopra nel Cusio.

Per quanto riguarda la disposizione dei massi incisi si evidenziano quattro caratteristiche principali:

1. Come per la maggioranza dei massi incisi a coppelle la posizione è sempre fortemente panoramica.
2. La quasi totalità dei massi o delle rocce incise si trova nei pressi di paesi o di alpeggi. In due casi: a Spoccia (Val Cannobina) ed a Carmine Superiore (nei pressi di Cannobio) dove i paesi sono stati costruiti su affioramenti rocciosi e pertanto le vie interne non abbisognano di lastricatura, si notano sulla roccia delle vie coppelle e canaletti. A Carmine Superiore in particolare è evidente che il nucleo medievale, ancora ben conservato, è stato costruito su una rupe che era costellata di coppelle e canaletti.
3. Emerge una tendenza abbastanza chiara alla distribuzione dei siti attorno a rilievi di particolare evidenza od importanza. Il profilo (all. n. 2), dove i punti rappresentano i siti di incisioni, evidenzia come, osservando dal lago un tratto della costa, un consistente gruppo di incisioni si trovi attorno alla base del Monte Cimolo, sulle pendici del Monte Cargiogo, sotto e attorno al Monte Morissolo e, a Manegra, in un importante punto di valico tra le valli interne del Verbano e la costiera verbanese del Lago Maggiore. Fuori dal Verbano è molto interessante, nel Vergante, la concentrazione attorno al Monte Ber.
4. E' stato individuato un sistema di relazioni visive (si veda la carta, all. n. 3) che non solo sembra interconnettere parecchi siti del Verbano ma sembra anche uscire dalla zona cercando relazioni con le zone confinanti.

La particolarità delle relazioni visive potrebbe anche essere intesa come naturalmente derivata dal fatto che i petroglifi sono collocati in posizioni panoramiche, ma non sembra essere così.

Infatti il punto sul Monte Rosso che gode di una visuale a 360° e si relaziona con diversi siti dentro e fuori del territorio considerato, pur essendo situato ad una quota modesta (500 mt.) in un territorio orograficamente complesso, appare appositamente scelto in quanto unico in quella zona con una tale visuale. Allo stesso modo è intenzionale la relazione tra l'Alpe Prà di Cicogna e l'Alpe Pechi, che si esplica attraverso un gioco di rimandi, essendo impedita la corrispondenza visiva diretta.

### **Analogie stilistiche**

- Allineamenti di cospicche in due file parallele e disposizione a rosetta si riscontrano a Pianvalle (Spina Verde-Como) ma anche nel Verbano, a Vignone, nei pressi del Monte Cimolo.

- Cospicche appaiate o due cospicche unite da canaletto sono una tipologia molto diffusa che sembra essere presente quasi ovunque vi siano incisioni cospiccheiformi.

- A Torba, nei pressi di Castelseprio (VA), dove in un torrione difensivo tardo romano si è impiantato nell'VIII secolo un monastero femminile benedettino, ho scoperto incisioni su una grossa lastra utilizzata come architrave della porta d'ingresso (si veda la diapositiva). La lastra, con ogni probabilità, è stata ricavata da un erratico di granito precedentemente inciso. L'allegato n. 4 mostra il rilievo delle incisioni: oltre alle cospicche appaiate si possono notare, più o meno al centro dell'incisione, due forme che rappresentano vagamente una "L" oppure, secondo una mia ipotesi, la stilizzazione di un'ascia litica immanicata. Queste forme ad "L" (o ad ascia) si notano nel Verbano nei pressi del Monte Cimolo, al M. Morissolo, nei pressi di Miazzina, nei pressi di Unchio, al Monte Rosso, a Bronte di Spocchia in Val Cannobina. Ricordo che l'amico e collega ricercatore Alberto Pozzi me ne ha mostrata una presente a Rezzonico sul Lago di Como.

- L'allegato n. 5 mostra un raffronto tra una piccola lastra (cm. 60 x 40) presente a Miunchio (villaggio in Val Grande nei pressi di Cicogna), un concio inciso conservato al Museo di Arsago Seprio (VA) e proveniente dalla zona della Lagozza di Besnate (il famoso sito neolitico varesino) ed una serie di piccole lastre censite nel Canton Ticino dal ricercatore Franco Binda. Le analogie mi sembrano evidenti.

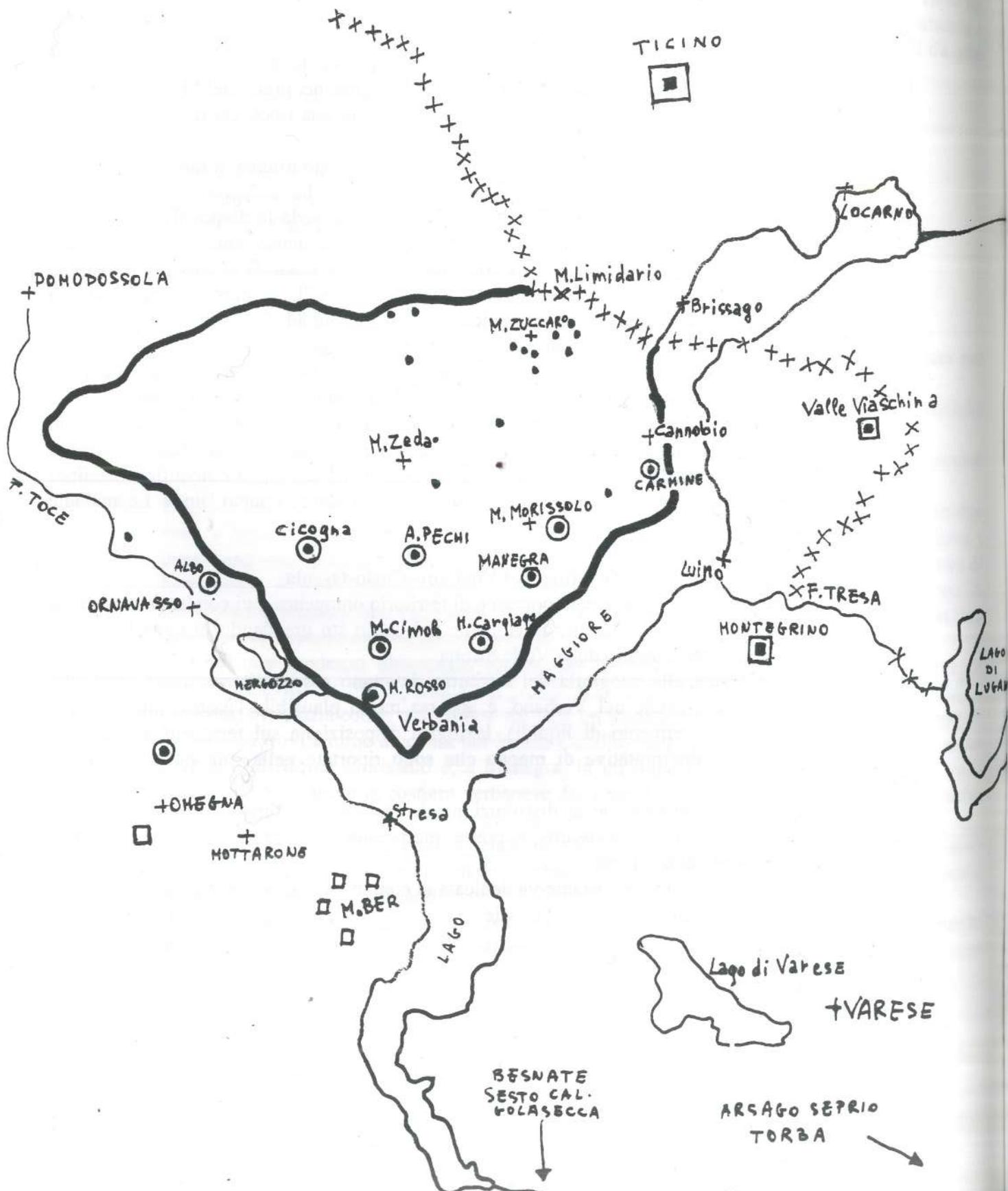
### **Ipotesi e linee guida per l'attività futura nel Verbano-Cusio-Ossola**

- La scelta di isolare un'appropriata porzione di territorio omogenea e di condurvi una ricerca accurata sembra aver dato buoni frutti, attualmente nel Cusio sto prendendo in considerazione, con risultati incoraggianti, l'ambito della Valle Strona.

- Le valenze legate alla geografia del territorio dovranno essere ulteriormente verificate. Anche se in molti casi, anche nel Verbano, è apparsa molto plausibile l'ipotesi interpretativa rituale o sacrificale (scorrimento di liquidi), la logica disposizione sul territorio mi ha fatto esprimere due ipotesi interpretative di mappa che sono riportate nella mia pubblicazione *Il Territorio Segnato*.

- Nel Verbano mi sembra che la distribuzione dei petroglifi, indipendentemente dal loro significato che, ovviamente, resta oscuro, si possa interpretare come rappresentativa dell'antica rete di antropizzazione del territorio.

- Un'attenzione particolare e costante va dedicata ai contatti con altre zone ed altri ricercatori essendo fondamentale il raffronto delle tipologie.



PROFILLO (Aer. n° 2)

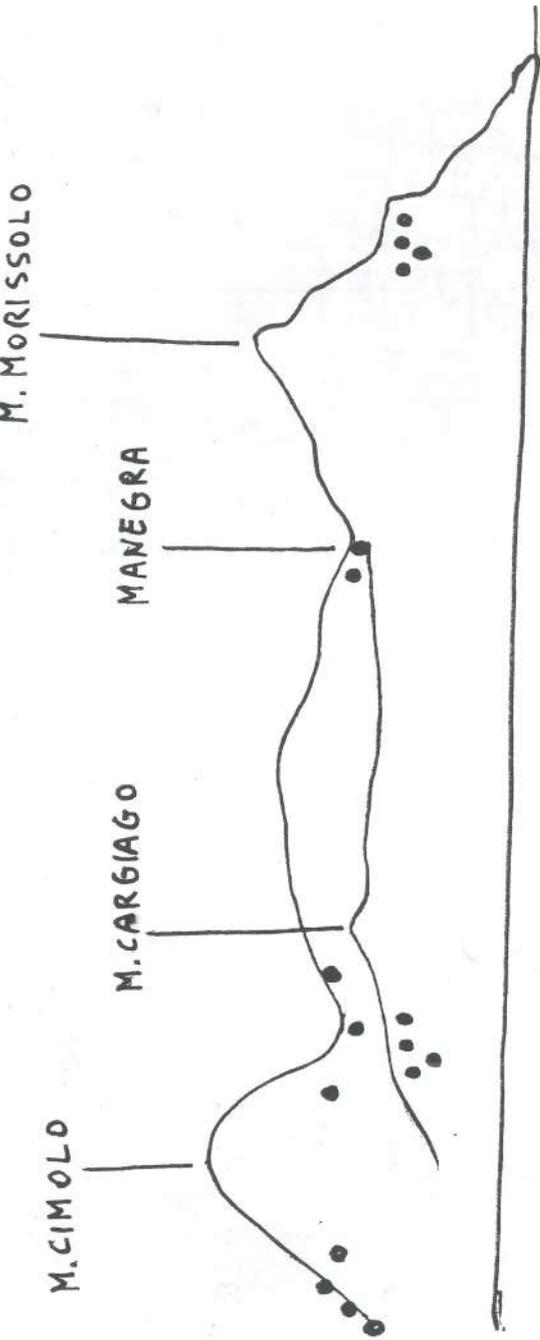
M. MORISSOLO

MANEGRA

M. CARGIAGO

M. CIMOLO

LAGO MAGGIORE



LAGO DI LUANA

10cm

Cusio

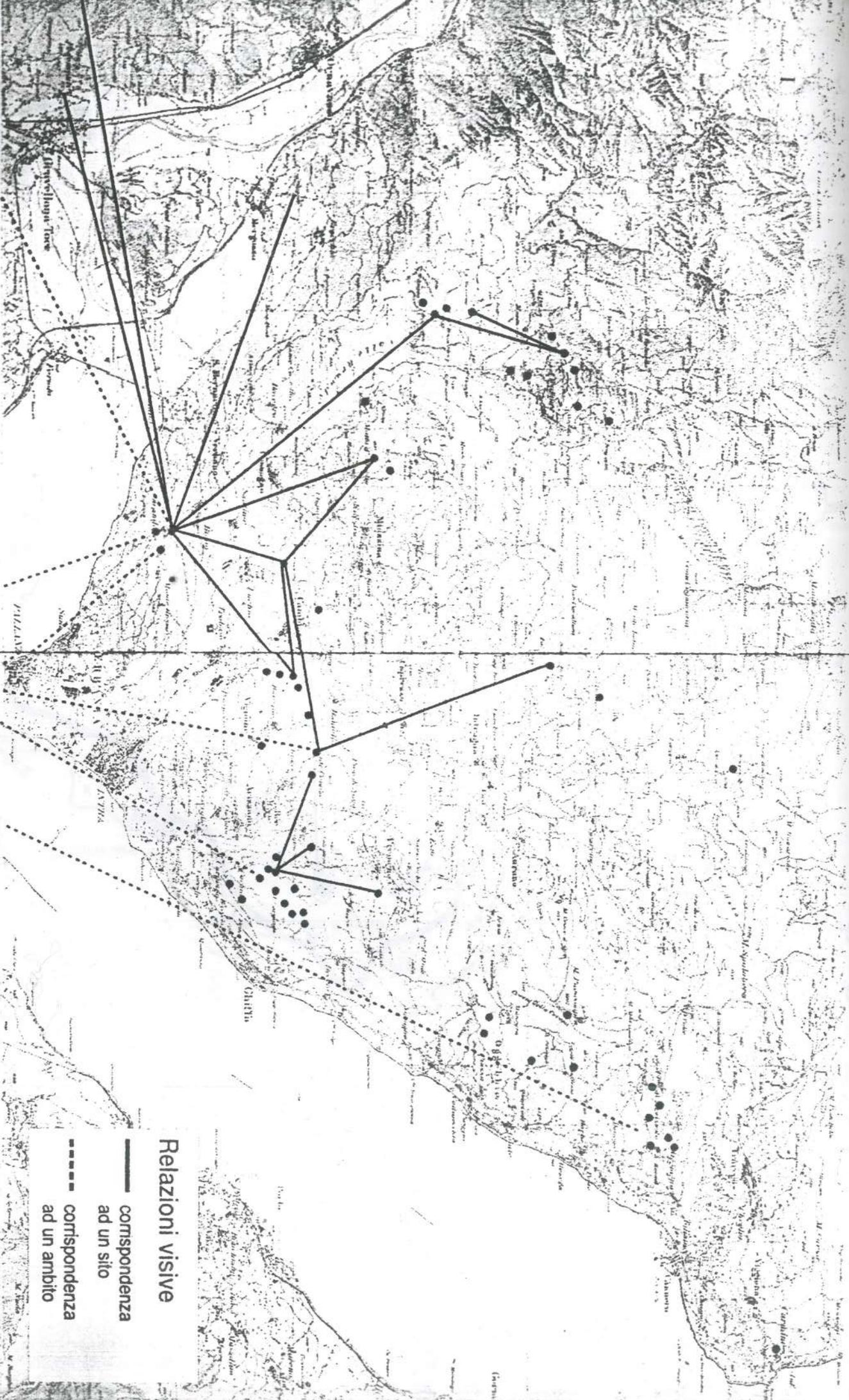
Vergante

Agli varesini

Vergante

Relazioni visive

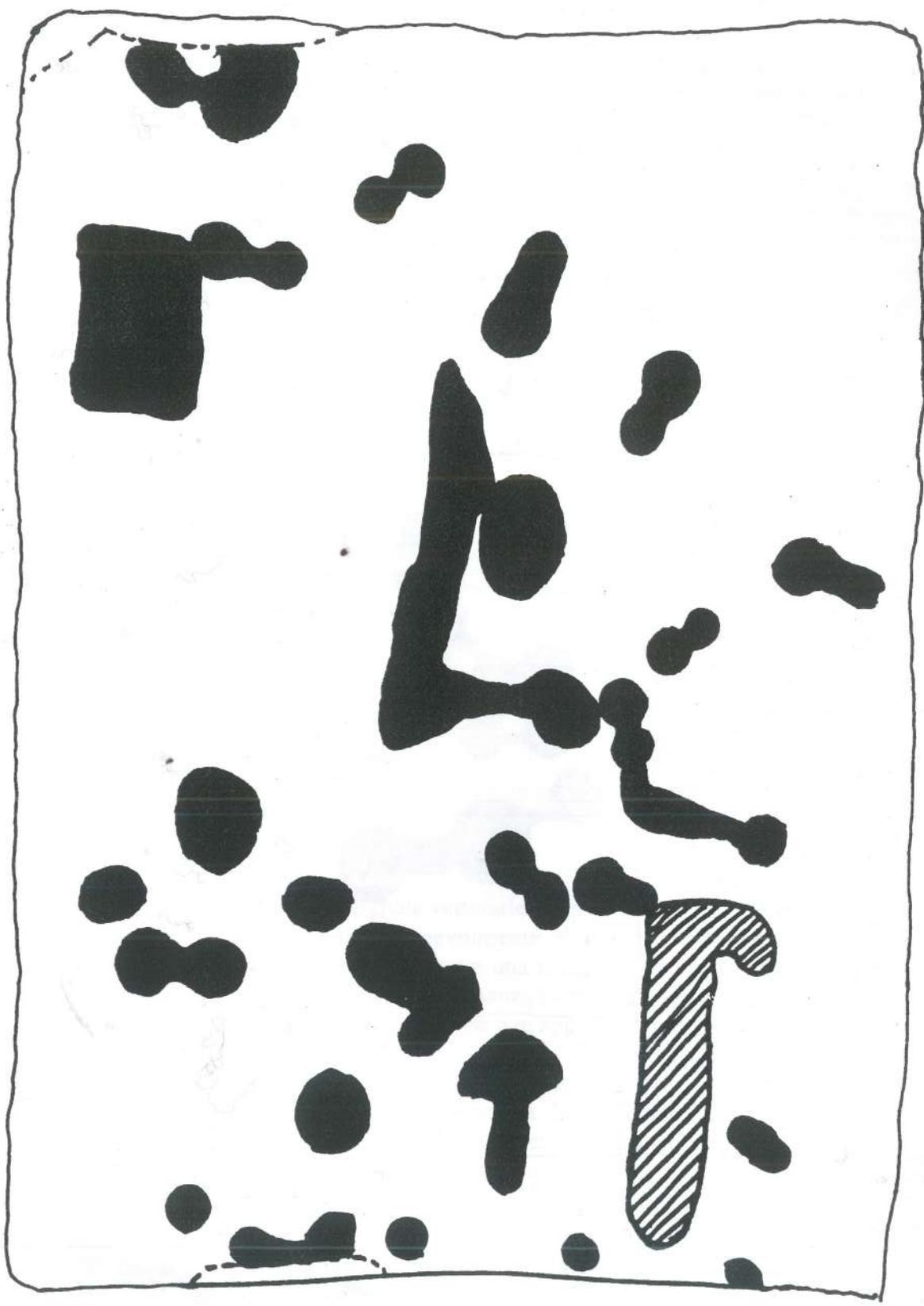
- corrispondenza ad un sito
- - - corrispondenza ad un ambito



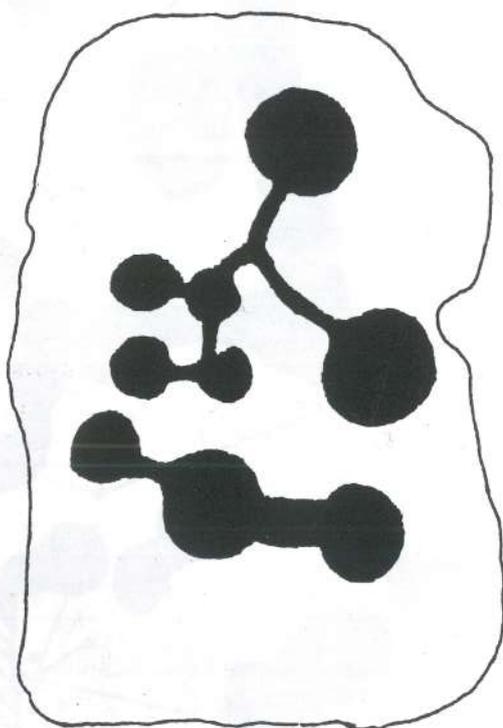
10 cm.

ALL. n° 4

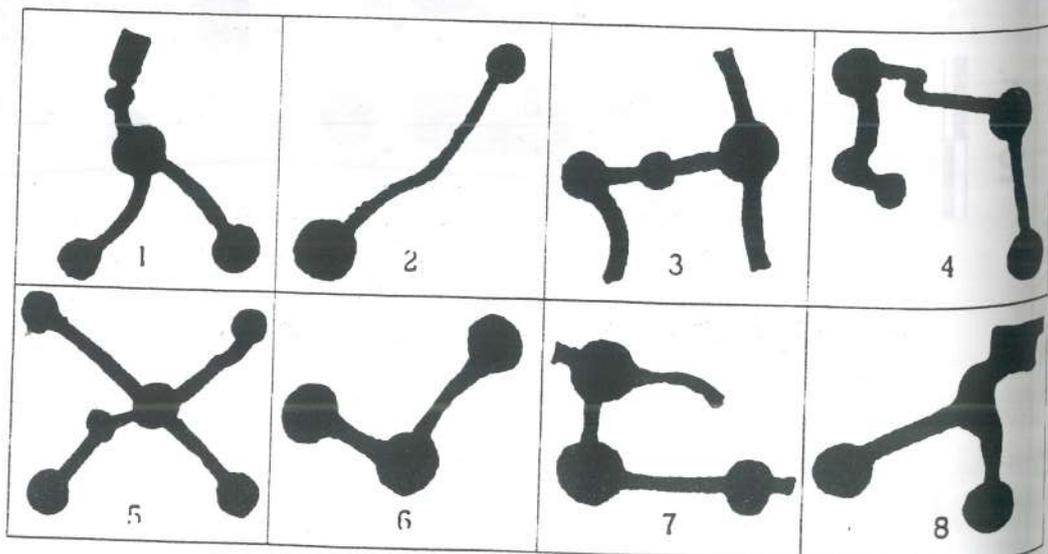
TORBA



Ael n° 5



A sinistra in alto lastra di Miunchlo, a destra in alto masso di Arsago.



Incisioni simili del Canton Ticino:

1. Comune di Cevio
2. Comune di Cevio
3. Comune di Someo
4. Comune di Gordoveio
5. Comune di Mesocco
6. Comune di Mesocco
7. Comune di Corippo
8. Comune di Frasco

**ARTE SCHEMATICA E COPPELLE:  
SIGNIFICATI ICONOGRAFICI O VALENZA FUNZIONALE?  
DATI DA ALCUNE RECENTI CAMPAGNE DI RICERCA E DOCUMENTAZIONE**

ARCA Andrea, Torino, Italy

Le rocce coppellate costituiscono l'incisione più frequente e maggiormente diffusa in ambito alpino, europeo e probabilmente mondiale. Sono anche tra le prime ad essere state scoperte e studiate. Su di esse si sono accaniti appassionati, studiosi e ricercatori per cercare di elaborare valide ipotesi interpretative e cronologiche, cercando di dare un senso all'apparente casualità della loro dispersione e intravedendo a volte forme e significati nascosti.

La documentazione più recente, che costituisce il corpo di questa comunicazione, offre elementi di inquadramento archeologico che possono aprire uno spiraglio sia in termini cronologici che in termini interpretativi.

### **Ricerche**

Le ricerche in oggetto sono state svolte dalla cooperativa archeologica Le Orme dell'Uomo (Valcamonica), un ente specializzato nella documentazione professionale dell'arte rupestre, in varie aree del Piemonte e della Lombardia, su incarico e in collaborazione con le corrispondenti Soprintendenze Archeologiche. Il Piemonte ha visto lo studio dei complessi coppellati delle aree dell'Albedosa (Alessandria), Bric Lombatera (Valle Po), Rocca di Cavour (TO), Bessa (BL), Val Vigezzo (VB), oltre ad altre rocce coppellate sparse nelle aree del Monte Bracco (Valle Po), Mompantero (Valle di Susa) e Valcenischia (TO), oltre a importanti riferimenti di sovrapposizioni nelle aree dell'alta Moriana (Francia).

In Lombardia di fondamentale importanza al riguardo è stato lo studio della Rupe Magna di Grosio, una delle poche finora a fornire fondamentali sovrapposizioni datanti.

### **Metodi di rilievo**

In alcune aree del Piemonte è stato affiancato al tradizionale metodo di rilievo per trasparenza a contatto il tracciamento digitale vettoriale dei rilievi, con indicazione delle curve di livello interne, in modo da poterli agevolmente trattare e archiviare su supporto informatico. Tale tracciamento vettoriale permette una maggiore precisione nella resa finale dei fogli dei rilievi, e soprattutto una loro totale maneggevolezza e "portabilità", sia in termini di pubblicazioni stampate che di resa su pagine web o in applicazioni multimediali.

### **Valle dell'Albedosa**

La campagna di documentazione è stata realizzata da Le Orme dell'Uomo nel 1995. I segni incisi sono stati eseguiti su arenaria miocenica. E' una roccia poco consistente, sfarinabile anche solo con energica spazzolatura. Interessante è la presenza del nome popolare di *Saingiu dei Strie*, cioè Cengia delle Streghe. Varrebbe la pena, vista l'incontestabile autenticità della testimonianza tradizionale, e la perfetta coincidenza con leggende e nomi analoghi in zone anche distanti relativi a rocce coppellate (*Roca 'dle Faie* in Val di Susa, il *Sass di Strii* ad Albate-Como), di prendere in considerazione l'ipotesi di una persistenza nell'immaginario popolare di riti e tradizioni anche molto antichi, che riversano nel mondo della stregoneria (che doveva con ogni probabilità avere una concreta base in pratiche di medicina popolare, in riti vaticinatori o dedicatori) quanto non più comprensibile o accettabile dalla mentalità tradizionale o di cui si è persa memoria storica.

Sono stati rilevati 8 massi: evidentissima la predominanza di segni non figurativi, in particolare cospicue (spesso unite da canaletti o dotate di canaletti efferenti), vaschette quadrangolari, pediformi, meandriiformi.

Per tutte le incisioni le sezioni denotano la presenza di spigoli. Per molte cospicue, per tutte le vaschette e per i pediformi è quindi da ipotizzare l'utilizzo nell'esecuzione di uno strumento metallico, rendendo plausibile una datazione gravitante attorno alla media età del Ferro. Anche la presenza di pediformi è un elemento significativo: essi sono di sicura pertinenza della prima-media età del Ferro in Valcamonica e associati a cospicue "cilindriche" in Alta Moriana.

### **Bric Lombatera**

Il punto più elevato della dorsale sommitale Bric Lombatera - Pian Muné Bric Lombatera (1400 m s.l.m., CN) gode di una eccezionale posizione panoramica, con vista a 360 gradi su quasi tutto l'arco alpino occidentale, sulla rocca di Cavour, sul M. Bracco e soprattutto sul Monviso. Nell'area sono presenti 13 rocce cospicuate, sette delle quali lungo la linea sommitale. Il sito si presta perfettamente alla definizione di "complesso monumentale" di rocce incise a cospicue. Può essere significativa la presenza imponente della cima a piramide del Monviso, che si inserisce in un maestoso corredo scenografico di panorama. Le rocce presentano quasi tutte cospicue profonde a sezione cilindrica collegate da un reticolo di canaletti, ascrivibili, per analogia con le cospicue di Susa o di Montalto di Mondovì, alla fine dell'età del Ferro. Quasi tutte le superfici cospicuate sono piane e aggettanti, presentano cioè un salto più o meno profondo oltre il bordo esterno.

### **Rocca di Cavour**

La Rocca di Cavour costituisce un eccezionale esempio di *inselberg* (monte-isola), una vetta montana che emerge di 160 m dalla pianura, collegata nel sottosuolo alla vicina catena alpina, di cui rappresenta il naturale proseguimento. Numerosa ed estesa è la diffusione di rocce cospicuate, con la tipica caratteristica di reticoli di cospicue e canaletti, e notevole la presenza di una pittura rupestre, l'unica policroma delle Alpi Occidentali. Sulle 12 rocce schedate sono stati contati 108 segni incisi. Sette rocce (tutte cospicuate) sono situate lungo la parte sommitale della Rocca, divise tra le due vette. Notevole l'articolazione in cospicue di varie dimensioni, fino a raggiungere vasche larghe fino a 40 cm.. Ancora una volta ricorrono gli elementi comuni di situazione sommitale e/o aggettante, superficie piana a tavola, canaletti di scolo. Tra le rocce catalogate una funge da panca litica nel giardino dell'Abbazia di S. Maria, un'altra fa parte del parapetto perimetrale del mercato nella piazza principale di Cavour. Per quest'ultima è del tutto improbabile ipotizzare un'esecuzione delle incisioni anteriore alla posa in opera della lastra (1588 secondo l'archivio storico comunale).

### **Bessa**

Due rocce cospicuate dell'area della Bessa (antiche aurifodine romane) sono state recentemente rilevate. Tale area presenta una notevole concentrazione, con oltre 50 rocce localizzate (censimento A. Vaudagna, Biella). Si tratta di concentrazione di cospicue con scarsa articolazione di canaletti. L'esame delle sezioni lascia ipotizzare un'esecuzione con strumento litico. Non è stato possibile finora evidenziare un qualche rapporto con le strutture archeologiche (muretti e cumuli di pietra dovuti allo spietramento per estrarre l'oro) presenti.

### **Val Vigezzo**

Tre rocce a cospicue schedate e rilevate nell'area della Colma di Vigezzo. Una prospezione territoriale ha evidenziato 29 massi incisi, con oltre 300 cospicue, spesso collegate da canaletti anche in reticolo. Le rocce si distribuiscono in maggioranza accanto al

sentiero di collegamento. Due delle rocce più importanti mostrano elementi di sottoposizione alle baite alpine in pietra. Le sezioni evidenziano un'esecuzione con strumento metallico.

Molto interessante è il nome popolare dato a queste rocce, cioè i *Ses 'd la Lesna*, i sassi del fulmine. Questo nome può nascondere la persistenza nella memoria popolare di quella che poteva essere la funzione originaria, probabilmente quella di un antico culto collegato al fulmine. Già la tradizione celtica poneva sulle cime dei monti le divinità folgoratrici, quali Taranis o il romanizzato Jupiter Poeninus (venerato sul Gran S. Bernardo). Va detto però che il riferimento a tuoni e fulmini, così come a fatti magici o di stregoneria, è comune a molte situazioni poco conosciute o dimenticate: le accette in pietra neolitiche venivano chiamate popolarmente le *Pere dal Troun*, cioè le pietre del tuono, mentre le rocce a coppelle *Roca 'd le Masche* o *Sas di Strii* (roccia o sasso delle streghe).

### **Valcenischia e Alta Moriana**

La Valcenischia e l'alta Moriana costituiscono sicuramente un unico ambito culturale e tradizionale. Accanto alle rocce recentemente scoperte recanti figure di guerrieri armati di spada (GRCM, Valcenischia), notevole è la presenza di tre rocce coppellate, con coppelle profonde cilindriche (esecuzione a strumento metallico), simili a quelle di Susa. Tali coppelle si ritrovano identiche nel confinante versante francese, oltre il colle del Moncenisio. In particolare la Table de l'Arcelle Neuve, presente un interessante caso di sovrapposizione: le coppelle coprono chiaramente un precedente segno spiraliforme.

### **Rupe Magna di Grosio**

Una figura su tre della Rupe Magna appartiene al gruppo "coppelle e canaletti". Oltre 1800 "figure" di questo tipo si distribuiscono in circa 50 settori della Rupe.

La Rupe Magna è molto importante per il contributo che può dare ad una migliore comprensione della coppellazione, finora considerata di interesse marginale o quanto meno ambiguamente interpretabile. Per la prima volta infatti si ha l'occasione di studiare la relazione e il rapporto di sovrapposizione-sottoposizione tra coppelle ed elementi figurativi. Le coppelle della Rupe Magna sono costantemente sovrapposte ad ogni altro tipo di figura. Trentanove sovrapposizioni significative mostrano la posteriorità di coppelle rispetto ad antropomorfi con le gambe sia a "U" che ortogonali che a triangolo, ad armati di lancia e di scudo, a pugili, a serpentiformi, a meandriiformi a otto, a cavalli schematici, a figure geometriche rettangolari, a figure ad archi concentrici. Tutte queste figure coprono un arco cronologico che va dall'età del Rame alla prima età del Ferro, posteriormente alla quale si ipotizza l'esecuzione delle coppelle della Rupe.

Tra gli esempi più significativi: nel settore ZH una figura di antropomorfo ha la testa tagliata da una coppella. Nel settore AG una coppella tonda e levigata taglia il corpo di un armato a busto lungo e lancia. Nel settore AD una figura schematica di cavallo rovesciato è in parte coperta da una coppella. Nel settore AK due coppelle tagliano rispettivamente una figura meandriiforme a otto e la lunga linea serpentiforme che percorre tutto il corridoio centrale.

### **Cronologia e interpretazione**

I più recenti confronti archeologici suggeriscono per le rocce a coppelle un periodo di esecuzione dalla tarda età del Bronzo alla fine dell'età del Ferro, con possibile prosecuzione in età Romana. Tale ipotesi è suggerita dalla presenza (in ambito alpino) da un lato di coppelle non molto profonde e a sezione emisferica o conica, eseguite con strumento litico, e dall'associazione dall'altra di grandi coppelle a spigoli vivi, più tarde, incise con strumento metallico, con canaletti a sezione rettangolare.

E' probabile un'evoluzione che vede il progressivo affermarsi di rocce con reticoli di canaletti via via più complessi

A Susa (TO), nei pressi dell'arco romano, le cospelle sono state eseguite con strumento metallico e sono sottoposte ad una costruzione romana del III sec. d.C. A Sesto Calende una lastra di sepoltura dell'età del Ferro è stata incisa con cospelle e impronte di piedi. A Grosio, in Valtellina, la rupe Magna, la roccia incisa più grande delle Alpi, mostra numerosissime cospelle, alcune di queste incise sopra figure di guerrieri dell'età del Ferro.

Le molte rocce che potrebbero fare ipotizzare una fase neolitica-calcolitica (Gandoglio, Vollein, Crête des Barmes), permettono tali considerazioni solo grazie ad un contesto archeologico sempre adiacente e mai sovrapposto. La frequentazione di tali siti è inoltre attestata anche lungo l'età del Bronzo, durante la quale si potrebbe dunque collocare l'attività di cospellazione. Ci si domanda inoltre come mai dall'area del Monte Bego (di cui buona parte delle incisioni sono state recentemente retrodatate al terzo millennio) non provenga neanche una roccia cospellata.

La persistenza anche in periodo romano è attestata dalle iscrizioni del III sec. d.C. (C.I.L. II, 2395) presenti nel santuario di Panoias, nord del Portogallo, dove accanto ad una roccia scolpita con grandi vasche, gradini, grandi cospelle e canali ad "S", si legge testualmente: "HVIVS HOSTIAE QVAE CADVNT HIC IMM(OL)ANTVR EXTA INTRA QVADRATA CONTRA CREMANTVR -SAN(GV)IS LAC(D)CVLIS (IVXTA) SVPERFV(NDI)TVR-" (Qui sono consacrate agli dei le vittime che vi vengono abbattute: le loro interiora vengono bruciate nelle vasche quadrate e il loro sangue si diffonde nelle piccole vasche circostanti). Che tale funzione sacrificale possa essere estesa a tutto il fenomeno della cospellazione costituisce al momento solo un'ipotesi, che potrebbe però essere meglio articolata in atti rituali di deposito, offerta o sacrificio vaticinatorio differenziati a seconda del periodo e delle dimensioni delle cavità cospellate. La tridimensionalità di tali segni rende infatti plausibile e congruente un utilizzo strumentale, piuttosto che un'incisione finalizzata ad elementi significativi.

Cospelle quindi, anzi, tavole a cospelle, come strumento accessorio per contenere offerte, probabilmente liquide, spesso in presenza di luoghi "alti" o dominanti, dove può diventare plausibile una relazione con una divinità dei monti o divinità delle cime.

#### Bibliografia

- ARCA' A.  
 1991 Arte Rupestre in Valle di Susa e Alta Moriana: recenti scoperte e sviluppo delle ricerche, *Survey*, vol. 6.  
 1995a Significati culturali e attribuzioni cronologiche dei petroglifi non figurativi dell'area alpina, *Notizie Archeologiche Bergomensi*, vol. 2, pp. 261-267.  
 1995b La cospellazione, in A. Arcà et al. (eds.), *Rupe Magna, la roccia incisa più grande delle Alpi*, Milano (Parco delle Incisioni Rupestri di Grosio - Ministero dei Beni Culturali e Ambientali, Soprintendenza Archeologica della Lombardia), pp. 87-93.  
 2000 Computer management of alphanumeric and visual data in the alpine rock art (Valcamonica, Valtellina, western Alps), *Arkeos, perspectives em dialogo*, vol. 7, pp. 55-74.  
 ARCA' A., FOSSATI A., MARCHI E. & E. TOGNONI  
 1996 I petroglifi della Valle dell'Albedosa, *Quaderni della Soprintendenza Archeologica del Piemonte*, vol. 14, pp. 12-20.  
 GAMBARI F. M.  
 1991 Le incisioni rupestri di Montaldo: analisi culturale ed ipotesi di interpretazione, in E. Micheletto & M. Venturino Gambari (eds.), *MONTALDO DI MONDOVI' - Un insediamento protostorico. Un castello*, Roma (QuadAPIem, Monografie, vol. 1), pp. 29-33.  
 1997 Rocce a cospelle e possibili aree di culto negli abitati piemontesi dell'età del Ferro, *Actes du VII Colloque sur les Alpes dans l'Antiquité, Chatillon, 11-13/3/1994, Bulletin d'Etudes Prehistoriques et Archeologiques Alpines*, vol. 5-6, pp. 189-196.  
 GAMBARI F. M., ARCA' A., FOSSATI A. & E. MARCHI

E' probabile un'evoluzione che vede il progressivo affermarsi di rocce con reticoli di canaletti via via più complessi

A Susa (TO), nei pressi dell'arco romano, le cospelle sono state eseguite con strumento metallico e sono sottoposte ad una costruzione romana del III sec. d.C. A Sesto Calende una lastra di sepoltura dell'età del Ferro è stata incisa con cospelle e impronte di piedi. A Grosio, in Valtellina, la rupe Magna, la roccia incisa più grande delle Alpi, mostra numerosissime cospelle, alcune di queste incise sopra figure di guerrieri dell'età del Ferro.

Le molte rocce che potrebbero fare ipotizzare una fase neolitica-calcolitica (Gandoglio, Vollein, Crête des Barmes), permettono tali considerazioni solo grazie ad un contesto archeologico sempre adiacente e mai sovrapposto. La frequentazione di tali siti è inoltre attestata anche lungo l'età del Bronzo, durante la quale si potrebbe dunque collocare l'attività di cospellazione. Ci si domanda inoltre come mai dall'area del Monte Bego (di cui buona parte delle incisioni sono state recentemente retrodatate al terzo millennio) non provenga neanche una roccia cospellata.

La persistenza anche in periodo romano è attestata dalle iscrizioni del III sec. d.C. (C.I.L. II, 2395) presenti nel santuario di Panoias, nord del Portogallo, dove accanto ad una roccia scolpita con grandi vasche, gradini, grandi cospelle e canali ad "S", si legge testualmente: "HVIVS HOSTIAE QVAE CADVNT HIC IMM(OL)ANTVR EXTA INTRA QVADRATA CONTRA CREMANTVR -SAN(GV)IS LAC(I)CVLIS (IVXTA) SVPERFV(NDI)TVR-" (Qui sono consacrate agli dei le vittime che vi vengono abbattute: le loro interiora vengono bruciate nelle vasche quadrate e il loro sangue si diffonde nelle piccole vasche circostanti). Che tale funzione sacrificale possa essere estesa a tutto il fenomeno della cospellazione costituisce al momento solo un'ipotesi, che potrebbe però essere meglio articolata in atti rituali di deposito, offerta o sacrificio vaticinatorio differenziati a seconda del periodo e delle dimensioni delle cavità cospellate. La tridimensionalità di tali segni rende infatti plausibile e congruente un utilizzo strumentale, piuttosto che un'incisione finalizzata ad elementi significanti.

Cospelle quindi, anzi, tavole a cospelle, come strumento accessorio per contenere offerte, probabilmente liquide, spesso in presenza di luoghi "alti" o dominanti, dove può diventare plausibile una relazione con una divinità dei monti o divinità delle cime.

### Bibliografia

- ARCA' A.  
 1991 Arte Rupestre in Valle di Susa e Alta Moriana: recenti scoperte e sviluppo delle ricerche, *Survey*, vol. 6.  
 1995a Significati culturali e attribuzioni cronologiche dei petroglifi non figurativi dell'area alpina, *Notizie Archeologiche Bergomensi*, vol. 2, pp. 261-267.  
 1995b La cospellazione, in A. Arcà et al. (eds.), *Rupe Magna, la roccia incisa più grande delle Alpi*, Milano (Parco delle Incisioni Rupestri di Grosio - Ministero dei Beni Culturali e Ambientali, Soprintendenza Archeologica della Lombardia), pp. 87-93.  
 2000 Computer management of alphanumeric and visual data in the alpine rock art (Valcamonica, Valtellina, western Alps), *Arkeos, perspectives em dialogo*, vol. 7, pp. 55-74.  
 ARCA' A., FOSSATI A., MARCHI E. & E. TOGNONI  
 1996 I petroglifi della Valle dell'Albedosa, *Quaderni della Soprintendenza Archeologica del Piemonte*, vol. 14, pp. 12-20.  
 GAMBARI F. M.  
 1991 Le incisioni rupestri di Montaldo: analisi culturale ed ipotesi di interpretazione, in E. Micheletto & M. Venturino Gambari (eds.), *MONTALDO DI MONDOVI' - Un insediamento protostorico. Un castello*, Roma (QuadAPiem, Monografie, vol. 1), pp. 29-33.  
 1997 Rocce a cospelle e possibili aree di culto negli abitati piemontesi dell'età del Ferro, *Actes du VII Colloque sur les Alpes dans l'Antiquité, Chatillon, 11-13/3/1994, Bulletin d'Etudes Prehistoriques et Archeologiques Alpines*, vol. 5-6, pp. 189-196.  
 GAMBARI F. M., ARCA' A., FOSSATI A. & E. MARCHI

1999 Cavour, loc. Rocca. Documentazione e catalogazione incisioni e pitture rupestri, *Quaderni della Soprintendenza Archeologica del Piemonte*, vol. 16, pp. 214-217.

GRUPPO RICERCHE CULTURA MONTANA

1990 *La pietra e il segno - Incisioni rupestri in Valle di Susa*, Susa.

MANO L.

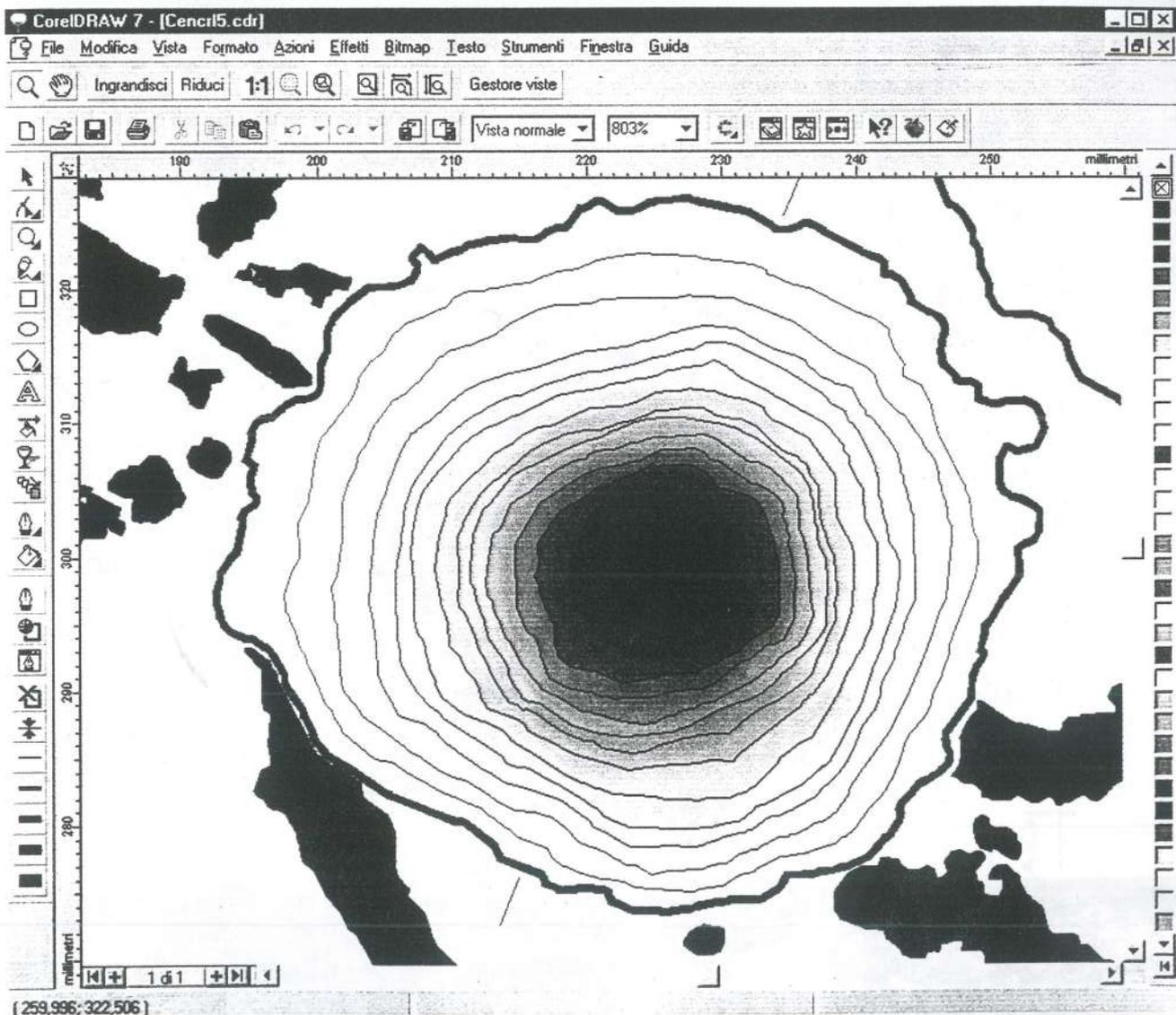
1991 Ipotesi sulle tecniche di esecuzione, in E. Micheletto & M. Venturino Gambari (eds.), *MONTALDO DI MONDOVI' - Un insediamento protostorico. Un castello*, Roma (QuadAPiem, Monografie, vol. 1), pp. 93-94.

SANSONI U. & S. GAVALDO

1995 *Il segno e la storia, arte rupestre preistorica e medievale in Valchiavenna*, Chiavenna.

VENTURINO GAMBARI M., ARCA' A., FOSSATI A. & E. MARCHI

1999 Barge, Paesana, Envie, Revello, Rifreddo, Sanfront, loc. Monte Bracco e Paesana, loc. Bric Lombatera. Insediamenti pre-protostorici e manifestazioni di arte rupestre, *Quaderni della Soprintendenza Archeologica del Piemonte*, vol. 16, pp. 214-217.



1. La tavola coppellata principale del complesso di Bric Lombatera (Valle Po, foto Orme dell'Uomo)



Comunità Montana  
Valle Vigezzo

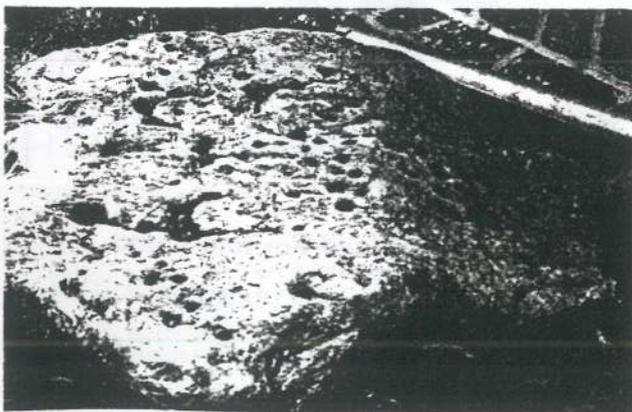
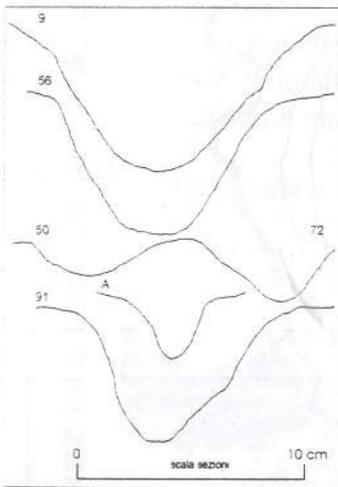
Coop. Archeologica  
Le Orme dell'Uomo



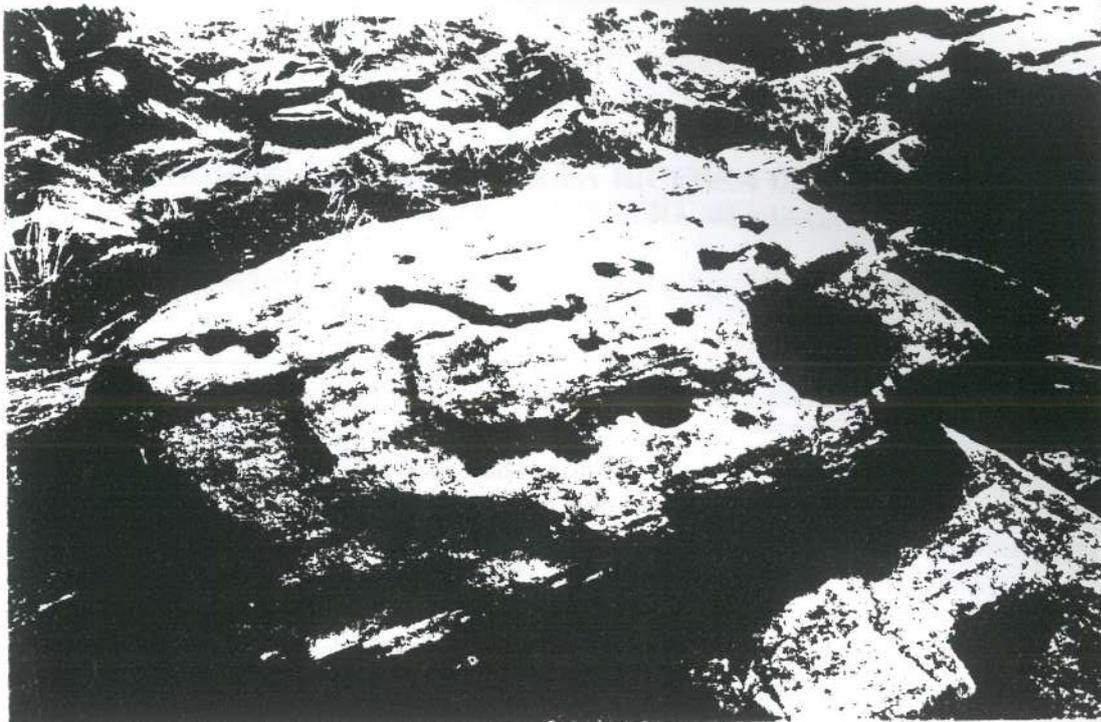
Rilevamento incisioni rupestri  
area Colma di Craveggia (VB)

CRV-CDN1

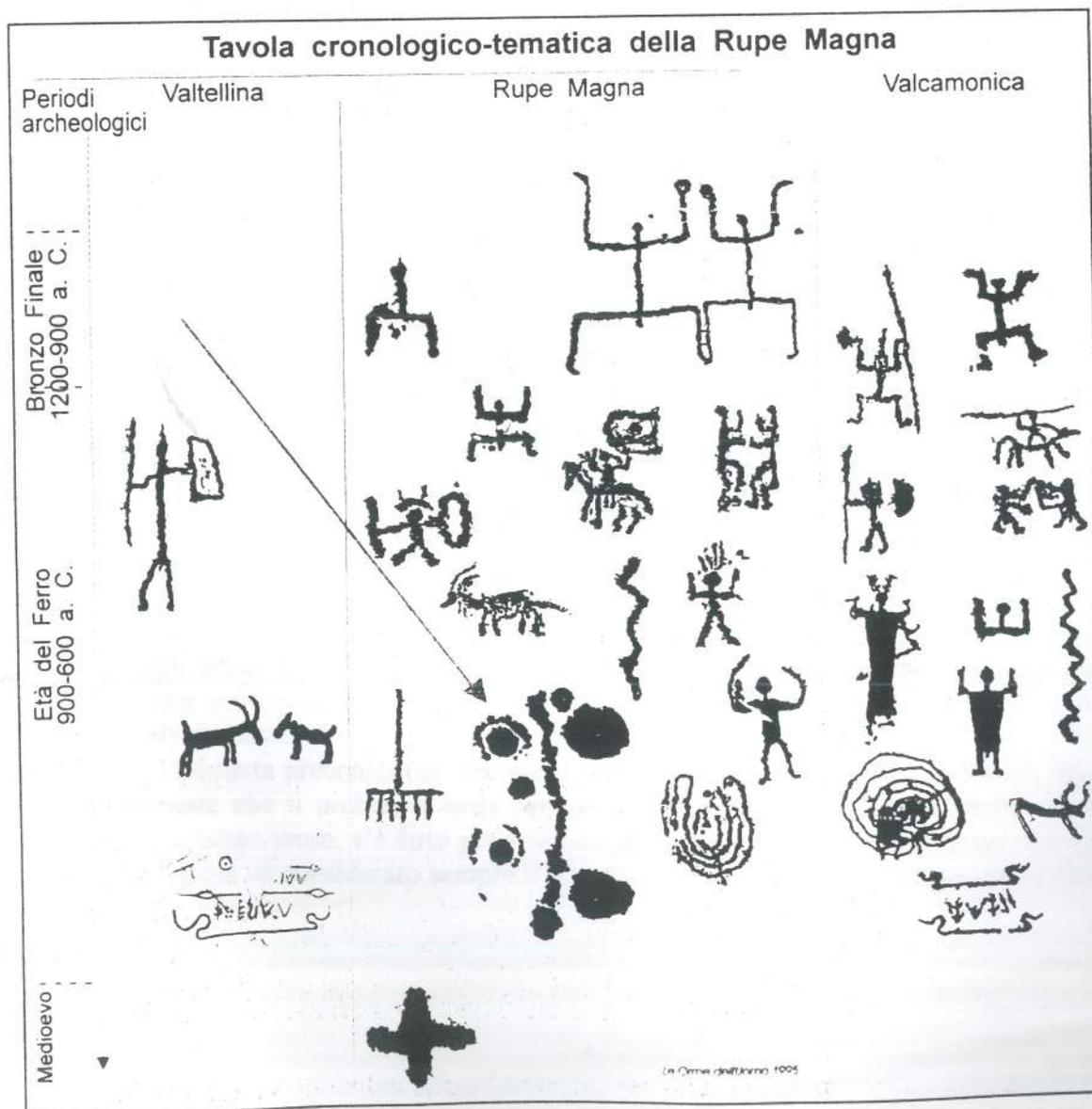
0 50 cm  
comune di Craveggia, Cludent, masso 1



2. Il rilievo del *Sas 'd la Lesna* (sasso del fulmine) dell'alpe Marco, colma di Vigezzo (VB, rilievo Orme dell'Uomo)



3. Particolare di una fase di resa vettoriale digitalizzata dei rilievi (elaborazione A. Arcà)
4. Tavola cronologico tematica della Rupe Magne, con evidenziazione della fase di pertinenza delle coppelle (grafica Orme dell'Uomo)



## SGUARDO PANORAMICO SULLA RICERCA DELL'ARTE RUPESTRE SCHEMATICA NELLA SVIZZERA DI LINGUA ITALIANA

BINDA Franco & GIORGI Benedetta, Canton Ticino, Switzerland

Se gettiamo uno sguardo a ritroso nel tempo, ossia al periodo tra la fine dell'Ottocento e gli inizi del Novecento, incontriamo i nomi di coloro che per primi si dedicarono alla ricerca e alla divulgazione della scoperta di massi con incisioni nei Cantoni del Ticino e del Grigioni sud-alpino, entrambi confinanti con l'Italia settentrionale.

Si tratta di persone di diversa estrazione sociale e formazione culturale, sedotte dall'indubbio fascino esercitato dall'antico quale stimolo all'indagine, che intuirono l'importanza dei poco numerosi reperti allora già noti.

Occorre premettere che il maggiore incentivo alla conoscenza delle incisioni rupestri sia a livello locale, sia in generale nell'area latina svizzera, fu dato da studiosi italiani, veri e propri pionieri della ricerca e della divulgazione. Dalla lettura delle scarse indicazioni bibliografiche disponibili, due risultano gli autori ticinesi che si impegnarono in una ricerca sistematica sul campo: essi rispondono ai nomi del religioso don Carlo Soldati e del docente Gino Grazioli. Gli altri si limitarono ad indicare qualche ritrovamento casuale, segnalandolo sulla stampa locale. Fondamentale fu poi l'opera di Aldo Crivelli che, nel suo "Atlante preistorico e storico della Svizzera italiana" stampato nel 1943 – ancora oggi strumento di grande rilievo per la conoscenza della nostra archeologia, – indica nella carta dell'Eneolitico i 14 comuni nei cui territori vennero rinvenuti dei massi incisi. Parimenti importanti furono le segnalazioni dello storico Eligio Pometta.

Un ruolo importante nella diffusione dell'interesse per l'archeologia rupestre nelle zone della Svizzera italiana va senz'altro attribuito alla Rivista Archeologica Comense, che fu una delle prime a riportare anche i ritrovamenti ticinesi. Tali ritrovamenti poi figurarono regolarmente nel Bollettino storico della Svizzera italiana e vennero ripubblicati nei vari Jahresberichte delle Associazioni archeologiche di Zurigo, Berna, Basilea, Soletta, e così via.

Per quanto attiene alla descrizione dei reperti e dei relativi dati, va precisato che i primi ricercatori furono spesso vaghi e imprecisi, specie nelle localizzazioni dei massi, molti dei quali non sono purtroppo stati più ritrovati. Per esempio si poteva leggere: "Ho trovato sulla montagna di Arosio un masso coppellare", oppure "Altri massi incisi riscontrati nel territorio di Mezzovico", indicazioni queste che non permettono in alcun modo di risalire all'esatta posizione delle rocce in questione.

Inoltre si cadeva spesso nell'errore di ritenere di interesse archeologico certi incavi naturali o di fattura recente e ciò probabilmente per la mancanza della dovuta esperienza allora ancora da acquisire.

Nel leggere queste relazioni si avverte in quasi tutti gli autori la prudenza nell'attribuire significati ai segni incisi; si trattò del resto di un atteggiamento più che lodevole, considerando i molti punti oscuri propri di questa tematica, non ancora interamente sciolti neppure dagli studiosi contemporanei. Quasi tutti gli autori locali condividevano l'ipotesi della funzione mitico-religiosa dei massi, avanzata da vari autori stranieri nella già ricca letteratura allora esistente.

Il citato Pometta preconizzava interventi ufficiali miranti alla salvaguardia dei reperti. È dunque evidente che il problema della protezione si invocava già mezzo secolo fa. Finora purtroppo, in questo senso, s'è fatto poco se non addirittura nulla di determinante. Il problema della salvaguardia va considerato sempre d'attualità, specie per i reperti importanti e situati in zone a rischio.

Qualche anno fa il Servizio dell'archeologia cantonale ticinese, nell'illusoria speranza della conservazione dei massi, predicava il silenzio, dimostrandosi contraria alla divulgazione che si cercava di attuare attraverso i giornali e le riviste locali, attraverso le serate informative organizzate nei comuni ricchi di massi e, infine, attraverso escursioni in loco.

Noi siamo e rimaniamo convinti invece che la divulgazione sia la via più idonea alla protezione di questo importante patrimonio comune. Al momento attuale possiamo affermare con piacere che si è instaurata un'ottima collaborazione con le due sezioni (grigionese e ticinese) delle archeologie cantonali. Da questa reciproca intesa l'appassionante tematica dei massi incisi non potrà che trarne giovamento.

Va altresì segnalato l'impulso alla divulgazione fornito dall'Associazione Archeologica Ticinese, che organizza escursioni sul territorio per mostrare ai suoi soci le scoperte più recenti o i reperti più notevoli. Inoltre offre ai nostri giovani l'opportunità di partecipare ai campi di ricerca in Val Camonica, avvicinandoli e sensibilizzandoli alla tematica dell'archeologia rupestre.

Se si tiene conto dei citati elementi positivi nonché dei sempre nuovi ritrovamenti – anche recentissimi in Val Mesolcina e nel Malcantone – possiamo guardare al futuro dell'archeologia rupestre locale con più che giustificato ottimismo.

## L'ARTE SCHEMATICA: UN PROGETTO DI RICERCA PER LE ALPI

SANSONI Umberto, CCSP, Valcamonica, Italy

Per arte schematica intendiamo convenzionalmente la non figurativa, composta essenzialmente dagli insiemi di coppelle, canaletti, altri segni lineari, cui però spesso si accompagnano altri segni e, in età storica, figure geometriche, croci, sigle, date e rare figurine.

Questi insiemi, per cui il termine "arte" è quantomeno improprio, hanno un'evidente modestia sul piano estetico, paiono inconsistenti su quello concettuale e simbolico, ma l'emergere di nuovi contesti e le ricerche che ne sono derivate, negli ultimi anni stanno modificando rapidamente la loro visione complessiva.

Già il Magni, all'inizio del secolo scorso, aveva seriamente indagato (e splendidamente illustrato) i "massi cuppellati" del Lario; da allora, lentamente, in tutta la regione alpina ed in tante regioni d'Europa, è stata scoperta e pubblicata una massa considerevole di rocce. Negli ultimi quindici anni vi è un'accelerazione: si assiste ad un incremento di rinvenimenti e studi, ad una crescita di interesse ed un primo grande risultato è nella diversa considerazione dei reperti: ci si rende conto in modo inequivocabile che lo schematico è portatore di significati di vasto respiro, di vasta escursione cronologica e di vastissimo ambito geografico. In sostanza coppelle e canaletti escono dalla "seconda fila" ed entrano con piena dignità nel ventaglio tematico di primario interesse d'arte rupestre e vi entrano soprattutto in quanto espressione di riscontro universale.

Al momento mancano lavori di ampio respiro, ma è facile notare come schemi dispositivi, associativi, di fattura e posizionamento in zone anche molto distanti fra loro mostrino vicinanza notevoli, spesso identità; ciò dà idea di specifici indirizzi compositivi vasti come i movimenti culturali che li sottendono, con ovvie variazioni regionali e di fase, ma come parte di una serie di reti stratigrafiche di comune impostazione.

Intendere tale impostazione, cioè precisare le modalità, le linee di diffusione, i significati più ampi e la cronologia sarà il difficile compito di una ricerca di lungo periodo; e sarà possibile solo se verranno sviluppate e pubblicate esaustive ricerche di area, di valle, di regione, se cioè verranno preparati i tasselli o meglio le famiglie di tasselli che permettano di ricomporre mosaici sempre più vasti. Questo è un programma di breve-medio periodo.

Il significato di un incontro come il nostro è, a nostro avviso, questo: presentare lo stato delle singole nostre ricerche, confrontare metodi, problemi e risultati, stabilire soprattutto un contatto che divenga continuativo e finalizzato a quest'opera da

mosaicisti; un'opera sulle Alpi centrali prima, sull'intero arco alpino poi e magari, allargando il cerchio di aree e colleghi, fin dove vi è arte schematica e voi sapete che significa coprire le terre emerse.

E' un invito, una proposta ai pochi cultori della disciplina, perché si attui un salto di qualità.

Il progetto è meno utopico di quanto si possa credere vista la rete di contatti che, grazie anche ai nuovi strumenti di comunicazione, si stanno allacciando: noi ad esempio abbiamo relazioni sul tema con colleghi di diverse aree europee e non, e già verificiamo impostazioni e problematiche simili, che aiutano le stesse nostre ricerche locali.

Ma torniamo ad un'ottica di breve e medio sulla nostra zona, le Alpi centrali, che si rivelano fra le più ricche in assoluto d'arte schematica.

Alcune considerazioni di base:

#### A) Rapporto tra arte figurativa e schematica.

- Se l'arte figurativa, nell'arco dei millenni, è stata una caratteristica di poche aree e piuttosto circoscritte, l'arte schematica è in sostanza onnipresente. Non credo vi sia vallata alpina che non ne presenti almeno tracce ed anzi i complessi quantitativamente consistenti sono molti e diffusi.
- V'è ragione di credere che l'exkursus cronologico dell'arte schematica sia quantomeno lo stesso di quello dell'arte figurativa, se non più ampio, coprendo probabilmente fasi di debole o nulla espressione figurativa.
- Nelle stesse vallate con arte figurativa, i tipici nuclei schematici sono presenti in località generalmente del tutto distinte, o nelle stesse località con comune presenza, su porzioni di territorio o rocce o porzioni di superficie parimenti separate. Ciò indica che anche nelle aree con forte tradizione figurativa vive una parallela tradizione schematica, del tutto simile a quanto riscontrabile nelle aree senza figurativo. L'arte schematica risulta quindi una sorta di espressione, direi quasi linguaggio simbolico, comune ad un'ampia area alpina. Essa appare come il minimo comun denominatore dell'arte alpina (ed oltre).
- Quando l'arte schematica è strettamente connessa alla figurativa, essa in genere sembra integrare il contesto scenico con funzionalità diverse da quelle in cui appare isolata. La stessa fattura, la modulistica e le disposizioni sono diverse, spesso marcatamente. E' frequente inoltre appurare, nel caso vi siano composizioni schematiche "classiche", che queste sono precedenti ed il figurativo si aggiunge quindi con intenzionalità particolari, mentre non si appurano chiari casi contrari.
- Esistono tuttavia situazioni di composizione mista cioè presumibilmente contemporanea con alcuni soggetti, soprattutto oranti lineari (Valais, Valcamonica) e impronte di piede (Luganese, Verbano, Bregaglia, Valcamonica), armi (Valtellina, Benacense, Valcamonica), figure circolari (Sondriese, Sils, Engadina, Valcamonica); un caso a parte sono infine i segni cristiani in età storica (croci, sigle, date, etc ovunque).

In questi casi, in genere la percentuale di figurativo è minima e non è sempre chiaro se le composizioni di coppelle (talora con canaletti) segua realmente la logica riscontrabile nelle pure composizioni schematiche.

I canaletti che dipartono da cappelle o che uniscono in serie, si ricordano ovviamente in modo molto stretto. Essi formano disegni, tranne parimenti ripetitivi ed è normale (ma non esclusivo) che si sviluppino seguendo le pendenze naturali; si avvalora in tal modo la teoria che li vuole come canali di scorrimento di liquidi ed esperienze condotte in tal senso danno esiti interessanti (manca però in genere la possibilità di vedere il riempimento di tutti i canali e le cappellette collegate versando da un unico punto alto).

In sintesi ci si riferisce chiaramente a schemi sviluppati in fasi diverse, anche molto lunghe probabilmente ed in successione (dal Neolitico, se non dal Mesolitico). Non può escludersi che vi sia stato un *continuum* espressivo ed è senz'altro da considerare una trasmissione a staffetta di elementi e quindi una loro rielaborazione o cambiamento.

Bisogna comunque andar avanti nel mettere in relazione di contemporaneità o di logica concettuale i diversi moduli e tener presente che è difficilissimo spesso individuare le fasi (e quindi gli schemi) successive su una stessa superficie.

Interpretazione. In questa sede è volutamente tralasciata, non perché non sia utile discutere le ipotesi, ma perché ora è necessario, per meglio formularle, avere una base d'indagine e di confronto più solida, una documentazione rigorosa e ampia. E' bene, a mio avviso, concentrarsi in quest'operazione anche se non possono esserci cesure fra l'analisi, l'ipotesi e la verifica interpretativa.

Una sola osservazione di fondo: si può confermare che segni semplici e longevi come quelli schematici devono aver assolto più funzioni, anche nelle stesse fasi ed è riduttivo ogni tentativo di leggerli attraverso un'unica lente interpretativa.

Facilmente epoca per epoca vi fu uno o pochi significati prevalenti, ma mai esclusivi.

#### Valcamonica, Valtellina e Valchiavenna

Negli ultimi 10 anni il Dipartimento ha lavorato a più riprese sull'arte schematica; in particolare in Valchiavenna, nel Sondriese, in Valmalenco ed in varie aree camune (Pisogne, Piancamuno, Sellero, Grevo, Valsaviore). Le prime sono pubblicate e le altre in via di edizione. Il nostro metodo è quello di far prospezione integrale sulle aree segnalate e quindi analizzare e pubblicare il corpus completo del rinvenuto.

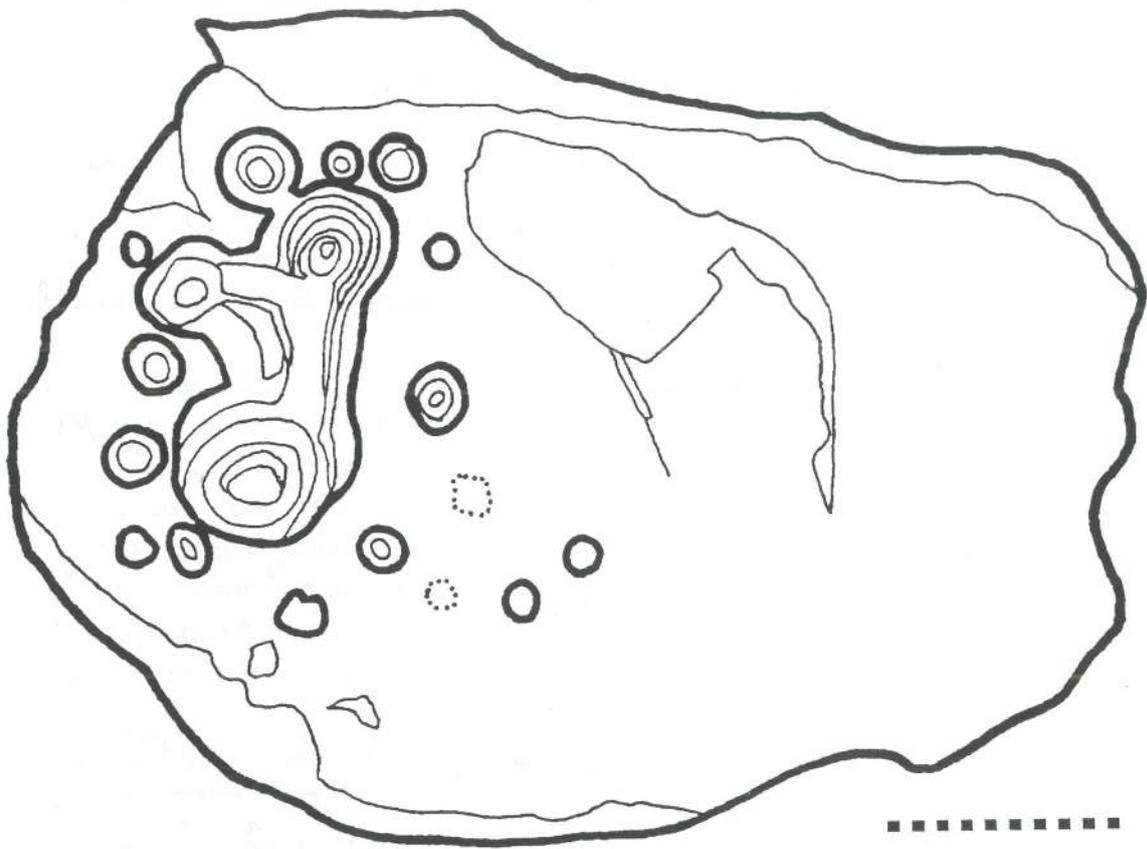
In sintesi i contesti, geograficamente contigui, presentano molti punti di contatto, direi una certa omogeneità di fondo, ma nel contempo peculiarità d'area che conferiscono un carattere speciale alla vicenda d'ogni zona. E dico vicenda perché si tratta in ogni caso di frequentazioni stratificate con una sicura presenza preistorica ed una forte cristiana; è proprio quest'ultima a dare le maggiori caratterizzazioni.

Tutti gli elementi annotati trovano esemplificazione nelle immagini che corredano la relazione.



1. Grevo (Cedegolo, Valcamonica).

- complessa composizione con lunghe canalette, cospelle, un orante schematico e croci medievali. Per la fase preistorica si ipotizza l'appartenenza all'Antica età del Bronzo.



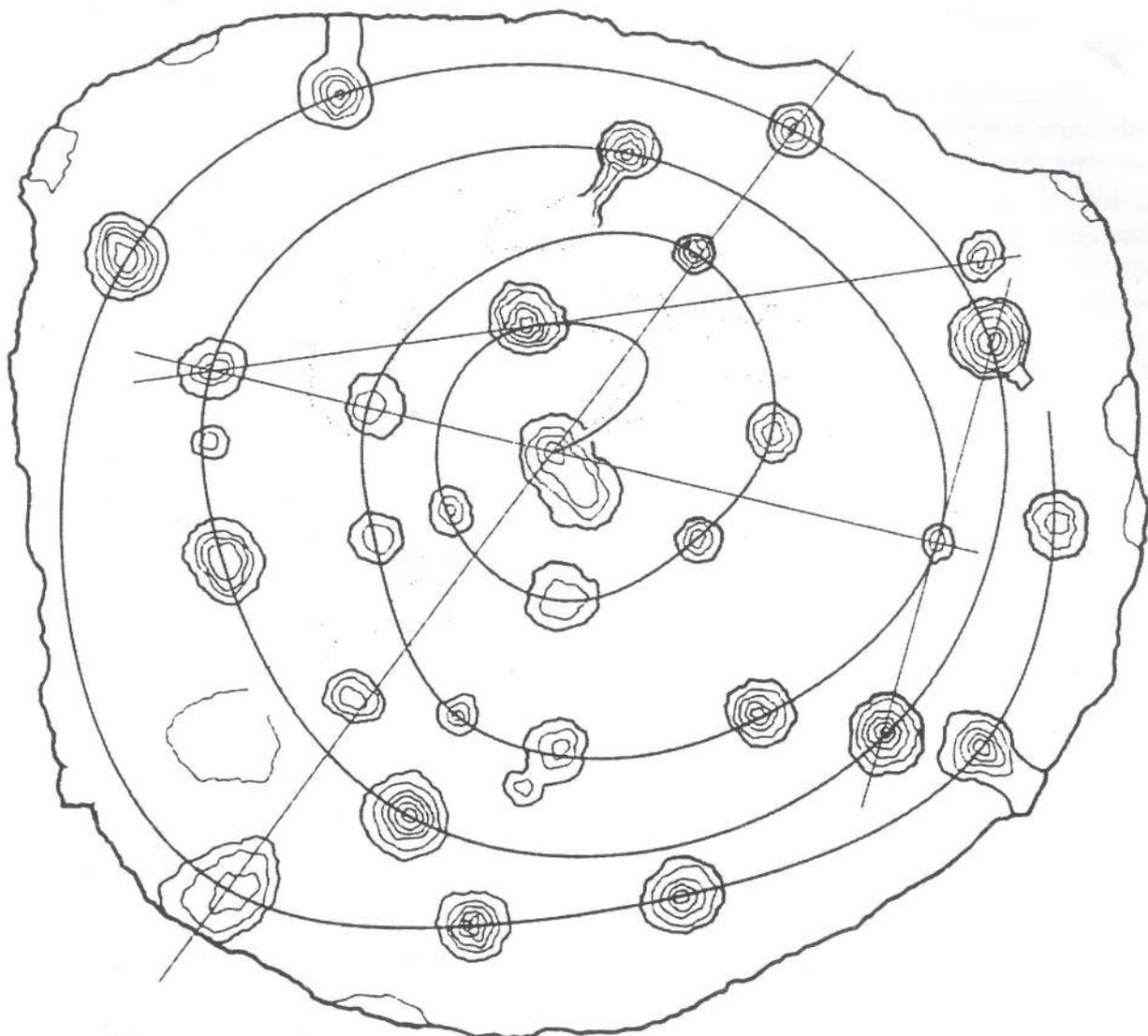
2. Montagna (Valtellina)

- Blocco mobile con insieme di coppelle di varia dimensione e canaletti.  
Fase Preistorica.



3. Corno Palazzo (Pisogne, Valcamonica)

- tipico insieme di coppelle della stessa fase (prob. precristiana) su grosso blocco di affioramento.



4. Ca Bianchi (Valmalenco)

“Masso Altare” riutilizzato in epoca storica di fronte ad una edicola

La disposizione delle Coppelle sembra formare una spirale

Negli allineamenti sembra di poter riscontrare proprietà geometriche



5. Alpe Bocci (Starleggia, Vallespluga)  
- masso altare. La disposizione delle coppelle è geometrica.

## PIETRE CON COPPELLE: STRUMENTI PER ESPERIENZE ESTATICHE?

GRILLO Luigi, Como, Italy

La possibilità di accedere a un mondo diverso, per lungo tempo ritenuto l'aldilà o mondo dei morti, è sempre stata considerata un'esperienza rischiosa ma privilegiata, capace sia di arricchire e dare un diverso significato alla vita individuale, sia di procurare vantaggi pratici per la comunità, quali ad esempio poter accompagnare o incontrare i defunti nel mondo ultraterreno, apprendere cose celate ai mortali, ricercare le anime fuggitive dei malati per far loro riacquistare la salute, portare nell'aldilà i sacrifici eccetera (M. Eliade, pp. 206, 262, 208, 408). Ancora in tempi recenti numerose popolazioni su vaste aree di tutti i continenti mantenevano (e in alcuni casi mantengono tuttora) questo tipo di rapporto col sacro attraverso persone particolari, gli sciamani. Lo sciamano, secondo M. Eliade, è lo «... specialista di una trance durante la quale si ritiene che la sua anima può lasciare il corpo per intraprendere ascensioni celesti o discese infernali» (p. 23) e «... le loro esperienze estatiche hanno esercitato e continuano ad esercitare una possente influenza sulla stratificazione dell'ideologia religiosa, sulla mitologia, sui rituali» (p. 25).

Un'esperienza estatica in cui si vedono, si odono o in qualche modo si avvertono persone o cose che in realtà non sono presenti è un'esperienza allucinatoria.

L'aver allucinazioni ha oggi una connotazione piuttosto negativa, in quanto usualmente considerato prerogativa di consumatori di droga oppure di malati di mente. In realtà qualsiasi persona senza problemi psichici e senza far uso di droghe può avere allucinazioni in particolari circostanze.

Le allucinazioni sono facilitate da stanchezza fisica, privazione del sonno, digiuno, sofferenze, e in modo particolare da tutto ciò che provoca una riduzione nella chiarezza delle normali percezioni sensoriali. Infatti le usuali sensazioni visive, uditive, tattili eccetera, se sono ben strutturate servono non solo a darci un'immagine del mondo riconoscibile ed utilizzabile, ma hanno anche la funzione altrettanto importante (anche se poco conosciuta) di impedire che la realtà abituale scompaia e venga sostituita, in tutto o in parte, da una realtà illusoria creata da noi in un vero e proprio sogno ad occhi aperti, che può sempre inaspettatamente avvolgerci e in cui possono prendere forma ricordi, emozioni, desideri, paure normalmente ignorati.

Perché le allucinazioni si manifestino non è indispensabile che le sensazioni vengano abolite completamente, come si verifica ad esempio vivendo confinati in ambienti bui e silenziosi, ma può essere sufficiente un'interferenza anche modesta con la chiarezza delle immagini o dei suoni per togliere loro il normale potere di inibire le allucinazioni, specie se la ridotta chiarezza delle sensazioni coincide con qualche altra condizione facilitante, come sonno, stanchezza, digiuno eccetera.

Per quanto riguarda ad esempio le allucinazioni visive, per farle comparire può essere sufficiente un difetto visivo che interferisca con la nitidezza della visione. Così con un certo stupore ci si è accorti che circa il 10% delle persone anziane che presentano un qualche difetto visivo (cataratta, miopia accentuata, difetti retinici, ecc.) va incontro saltuariamente ad allucinazioni - sindrome di Bonnet - anche se tende a non rivelarlo a nessuno per il giustificato timore di passare per anormale. Per far scomparire queste allucinazioni (figure e paesaggi a volte spettrali e fluttuanti, a volte molto reali e concreti) spesso è sufficiente una più marcata

stimolazione sensoriale, come accendere la luce o rivolgere altrove lo sguardo e l'attenzione. (R.J. Teunisse *et al.*, 1996).

Un modo per interferire artificialmente con la chiarezza della visione e rendere così più facile l'emergere di un mondo diverso, allucinatorio, consiste nell'osservare le immagini riflesse su una superficie specchiante non perfettamente piana e incolore, che le renda un poco alterate e incerte.

Sino al 1500, cioè sino a quando non si iniziò ad usare un'amalgama di mercurio e stagno per costruire specchi di vetro, probabilmente tutti gli specchi possedevano in maggior o minor misura proprietà allucinogene, data la grande difficoltà per gli usuali specchi in metallo di riprodurre esattamente figure, colori e luci (E. Zolla, p. 152). Uno strumento che da tempi molto antichi accentua la proprietà allucinogena delle superfici riflettenti non perfettamente lisce, così da poterla sfruttare in modo professionale, è il cosiddetto specchio magico o divinatorio.

Gli specchi magici di cui si ha notizia erano in metallo, concavi o con cavità multiple (J. Baltrusaitis, p. 183, 193). Queste concavità, in aggiunta alle naturali irregolarità della superficie di metallo dello specchio, dovevano servire ad alterare e confondere ulteriormente le immagini riflesse e favorire così l'emergere di stati di allucinazione.

L'uso degli specchi magici ha probabilmente origini remote. Dopo averne elencati alcuni di cui si ha testimonianza nel Rinascimento ed in epoca romana, Baltrusaitis ricorda che: «Già Aristofane lo fa intervenire in una sua commedia, gli *Acarnesi* rappresentata nel 426 a.C., nella quale Lamaco consulta uno specchio prima di partire in guerra contro Sparta.» (lo specchio era il suo scudo di metallo su cui era stato versato olio) (p. 189).

Ma esistevano anche altri tipi di specchi, oltre quelli in metallo o in vetro di Venezia. Ad esempio, ancora nel 1800 viene citato uno specchio in pietra usato per le sue proprietà allucinogene (J. Baltrusaitis, p. 211).

Anche se è abbastanza frequente l'occasione di vederci rispecchiati in una lastra o in una colonna di marmo ben levigato (specie se il marmo è scuro), l'uso di specchi in pietra può sembrare strano ai nostri giorni, ma probabilmente non era così in tempi più antichi. Secondo Seneca, che presumibilmente si rifaceva a notizie o credenze precedenti, proprio la pietra levigata era stata lo specchio più antico, insieme con l'acqua: «Una sorgente trasparente, una pietra liscia riflettevano a ciascuno la propria immagine quando l'uomo viveva nella sua natura priva di artifici» (Riportato da J. Baltrusaitis, p. 243). E se gli specchi in metallo potevano facilitare le allucinazioni per l'imprecisione delle immagini riflesse, a maggior ragione è possibile che questo si verificasse con specchi in pietra.

La capacità delle superfici specchianti non perfettamente lisce e incolore di facilitare stati allucinatori, e di evocare così visioni ultraterrene in chi si trovi nelle condizioni psico-fisiche adatte, potrebbe aiutare a spiegare una serie di credenze su acqua, pietre e specchi come luoghi di passaggio per l'aldilà o come mezzi magici di trasporto per raggiungere terre lontane, come abitazioni di esseri soprannaturali oppure come vere e proprie divinità. Per quanto riguarda ad esempio le pietre usate come mezzo di trasporto da o per terre ultramarine sono state raccolte numerose leggende (P. Sébillot p. 90, J. Bril nota 21-22, p. 124).

Abbiamo visto come le persone deputate dalla comunità a compiere viaggi nell'aldilà fossero gli sciamani. Dalle testimonianze raccolte risulta che per facilitare la trance essi ricorrevano usualmente a suoni ritmici e monotoni, che ottundevano le usuali sensazioni fino a permettere l'emergere di esperienze allucinatorie.

Ma nei riti degli sciamani anche lo specchio in metallo ha un ruolo importante, in certi casi ancora più del tamburo. Ad es. presso i Tungusi (popolazione siberiana da cui proviene lo stesso

termine «sciamano» - M. Eliade, pp. 261-segg.) «... si può sciamanizzare senza il costume e il tamburo, ma non senza lo specchio» (ibidem p. 528). Lo specchio quindi non serviva solo per momenti occasionali di divinazione e di magia, estranei a forme di culto organizzato, ma era strumento essenziale di riti religiosi ancora in età molto recenti. E dato che specchi in pietra sono descritti, o riferiti, ancora molto tempo dopo la diffusione dei più pratici specchi in metallo, si può supporre che possano essere stati realizzati ed usati anche nei millenni che hanno preceduto la scoperta dei metalli. A parte l'acqua, rappresentavano infatti in quei tempi le uniche superfici specchianti disponibili ed erano facilmente realizzabili.

Come lo scudo oracolare di Lamaco su cui viene versato olio, anche una superficie di pietra levigata acquista poi una capacità specchiante molto maggiore se spalmata con sostanze oleose. A questo proposito potrebbe essere interessante ricordare come le pietre considerate sacre fossero abbondantemente (e inspiegabilmente) unte con olio o altri grassi: «Con sorpresa si è notato che anche l'olio ha un suo ruolo nelle libagioni... Pietre luccicanti d'olio si trovano nei trivi: come può essere «sacrificio di bevanda» ciò che bevanda non è?» (W. Burkert, p. 107).

Le superfici specchianti in pietra ben levigata e possibilmente unta avrebbero quindi potuto rappresentare un mezzo da sempre disponibile per poter vivere l'esperienza privilegiata di entrare in rapporto con un altro mondo mediante esperienze estatiche.

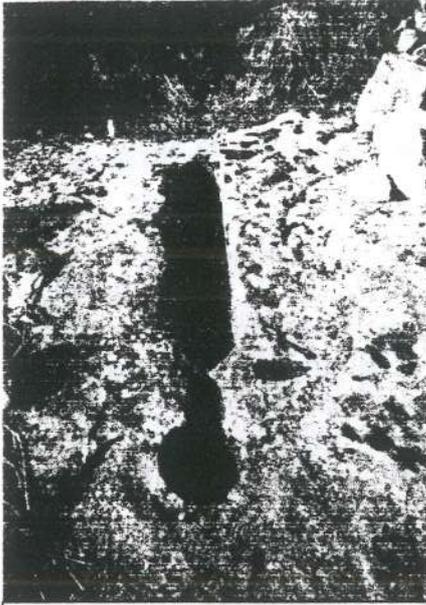
Se poi su una superficie di pietra liscia veniva scavato un incavo a forma di scodella (cioè una coppella), lo si lisciava sino a renderlo specchiante e magari lo si ungeva, si poteva ottenere l'equivalente in pietra degli specchi divinatori in metallo, che erano costruiti appositamente concavi o con piccole concavità multiple per aumentare le proprietà allucinogene. Che le coppelle fossero ben lisce e spesso unte sembra risultare dalle tradizioni e dalle poche testimonianze superstiti riportate da A. Magni, che sottolinea la «levigatezza straordinaria» di alcune di queste cavità (p. 93) e riporta l'usanza di mettervi sostanze grasse e oleose (pp. 89,92,103).

Ma le coppelle potrebbero possedere, almeno in certi casi, anche altre proprietà allucinogene oltre a quelle di un eventuale specchio concavo in pietra. Abbiamo visto come Seneca citi l'acqua insieme con la pietra levigata come primi specchi, e anche l'acqua è da sempre considerata uno specchio magico. Ora, nelle coppelle scavate alle sommità dei massi l'acqua rimaneva a lungo, e la sua presenza è regolarmente menzionata ogni volta che si parla di massi coppellati (P. Sébillot, p. 89, E. Mâle, p. 59). Le coppelle avrebbero così potuto sommare l'eventuale capacità specchiante-allucinogena della pietra levigata a quella dell'acqua occasionalmente contenuta (così come del resto anche la pietra avrebbe potuto sommare due caratteristiche: rappresentare la porta riflettente che permette il passaggio allucinatorio verso il mondo dei morti, ed essere in certi casi realmente una pesante porta dietro cui stanno chiusi i defunti).

In conclusione, l'ipotesi che le coppelle rappresentassero, almeno in certi casi, una ulteriore facilitazione rispetto a superfici specchianti in pietra per riuscire a raggiungere stati di trance con allucinazioni e fossero per questo considerate punti privilegiati di passaggio da e per l'altro mondo, o residenze di quelle entità soprannaturali che sembrava ne uscissero, o divinità esse stesse, potrebbe contribuire a spiegare come mai sin da epoche lontanissime siano state scavate nei luoghi di sepoltura e di sacrifici (ad es. come vie di comunicazione diretta con l'aldilà), alle soglie di zone sacre (ad es. come sottolineatura del passaggio in un mondo diverso), agli ingressi di abitazioni, proprietà, insediamenti (ad es. come protezione). Col tempo, man mano che il loro significato originario andava perduto, le coppelle potrebbero essersi tramutate, da strumenti in grado di trasportare effettivamente in un mondo diverso, in simboli con una persistente forte connotazione sacra, e come tali ancora sino a tempi recenti rispettate e utilizzate.

**Bibliografia**

- Baltrusaitis J.  
1981 *Lo specchio: rivelazioni, inganni e science-fiction*, Milano.
- Bril J.  
1983 *La traversata mitica*, Genova.
- Burkert W.  
1983 *I greci*, Milano.
- Eliade M.  
1974 *Lo sciamanesimo e le tecniche dell'estasi*, Roma.
- Frazer J.G.  
1965 *Il ramo d'oro*, Torino.
- Magni A.  
1901 Pietre coppelliformi nuovamente scoperte nei dintorni di Como, *Rivista archeologica della provincia di Como*, vol. 43-44, pp. 9-139.
- Mâle E.  
1950 *La fin du paganisme en Gaule*, Paris.
- Sébillot P.  
1990 *Riti precristiani nel folklore europeo*, Milano.
- Teunisse R.J. et al.  
1996 Visual hallucinations in psychologically normal people: Charles Bonnet Syndrome, *The Lancet*, vol. 347, pp. 794-797.
- Zolla E.  
1990 *Verità segrete esposte in evidenza*, Venezia.



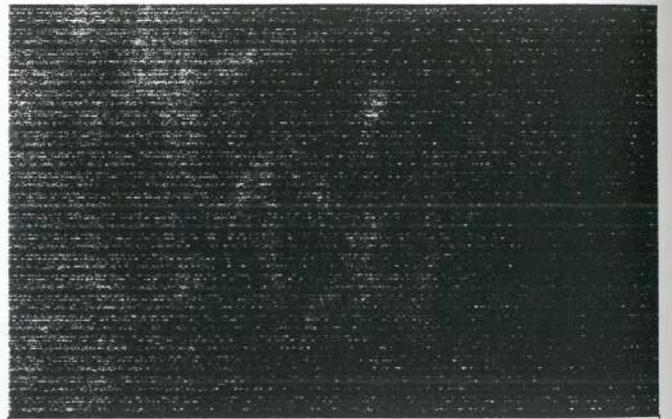
**Figura 1**



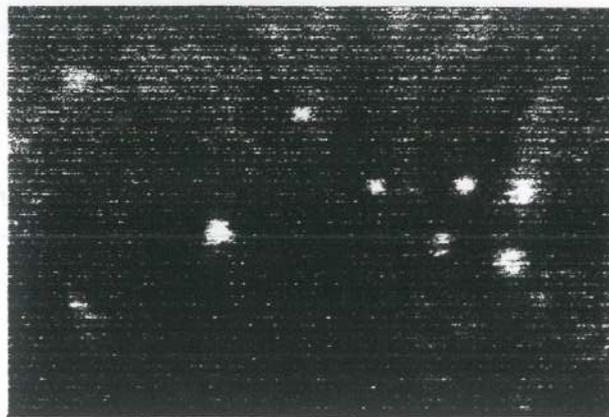
**Figura 2**



**Figura 3**



**Figura 4**



**Figura 5**

## ANALISI DELLE CONFIGURAZIONI DI COPPELLE MEDIANTE RETI NEURONALI ARTIFICIALI E LOGICA FUZZY

GASPANI Adriano & DIMITRIADIS Giorgio, CCSP, Valcamonica, Italy

### Introduzione

Nello studio dell'arte rupestre esistono dei simboli che non sono stati ancora del tutto decifrati e compresi nella loro totalità funzionale in quanto talmente semplici che possono resistere ad ogni tentativo di interpretazione e nello stesso momento la loro sintesi e combinazione può produrre configurazioni molto complesse.

Tra questi segni vanno annoverate le **coppelle** in quanto la loro distribuzione spaziotemporale è talmente estesa che accompagna tutto l'arco dell'attività umana fino dalle origini al medioevo.

Finora sono state avanzate svariate ipotesi e teorie nel tentativo di spiegare il significato di queste configurazioni, ma nessuna di esse è stata in grado di produrre risultati soddisfacenti.

In questa sede si propone una metodologia precisa ed oggettiva che a nostro avviso potrebbe essere capace di interpretare il simbolo e le sue svariate configurazioni in modo "globale".

La completa mancanza di notizie documentate direttamente da fonti scritte ovviamente è sempre stata di grande ostacolo alla comprensione delle configurazioni di coppelle che si rilevano sulle rocce, pertanto si è pensato all'applicazione di un approccio interdisciplinare, servendosi delle reti neurali artificiali, in modo da mettere in evidenza le peculiarità del simbolo e delle configurazioni in cui esso appare.

La motivazione per cui è stato fatto ricorso a tecniche neurali artificiali risiede nel fatto che le configurazioni proprie dell'arte schematica rupestre sono state prodotte come trasposizione sulla pietra del risultato di un elaborato della mente umana, pertanto un paradigma matematico che per sua natura ha come obiettivo la simulazione del modo di elaborare l'informazione da parte della corteccia cerebrale degli esseri viventi, potrebbe risultare il più appropriato ai fini della comprensione delle configurazioni.

Per capire meglio di cosa si tratta sono necessarie alcune puntualizzazioni:

o) Le coppelle sono rilevabili sulla superficie di massi e sulle rocce, dunque sono assimilabili ad elementi appartenenti a configurazioni bidimensionali mentre la tridimensionalità rappresentata dalla profondità dell'incavo ci serve solo per una possibile catalogazione su scala temporale.

o) La loro disposizione, a prima vista, sembra del tutto casuale e caotica, ma nella maggior parte dei casi presenta sviluppi e concentrazioni lungo direzioni che possono essere geometricamente rilevabili e talvolta anche astronomicamente significative.

Il presente approccio al problema interpretativo considera la superficie del masso o della roccia come un sistema stabile che codifica una certa quantità di informazione che ha raggiunto la sua totalità espressiva e la sua stabilità sotto una struttura geometrica fissa.

Il quadro generale presenta nell'apparente disordine, una quantità d'informazione che rimane pressoché invariata nello stesso contesto locale. Questo ci suggerisce di catalogare i massi coppellati in grandi famiglie a secondo della tipologia della struttura e dalla sua organizzazione materializzata quantitativamente dal livello di entropia misurabile nelle configurazioni presenti su di essi.

Per fare questo ci si servirà dall'analisi probabilistica e del trattamento delle informazioni estrapolate, mediante tecniche di *pattern analysis*.

Pensiamo dunque che la coppella abbia accompagnato l'evoluzione umana inglobando nella sua struttura circolare la storia come evento ovvero come successione di eventi che si dispongono secondo delle associazioni e delle composizioni.

Con l'aumento della complessità del sistema sia dal punto di vista strutturale che funzionale, risultato di una disorganizzazione solo apparente, si passa a un sistema di vari livelli con un *rumore di fondo (ridondanza) dei moduli* più ridotto.

Lo scopo di questo lavoro è quindi quello di mettere a punto una metodologia oggettiva basata su solide basi matematiche e statistiche capace di classificare in maniera del tutto automatica e affidabile le configurazioni rilevate, fornendo anche una misura della quantità di informazione in esse codificata.

### **Informazione codificata in una configurazione**

Il problema di misurare quanta informazione sia contenuta in una configurazione di coppelle è di non facile soluzione.

Dal punto di vista matematico e formale dobbiamo definire un sistema di riferimento sul terreno costituito da due assi ortogonali arbitrariamente orientati (le direzioni Nord e Est geografico vanno benissimo) e identificare ciascuna coppella con le coordinate ortogonali del suo baricentro (o centroide).

In questo modo avremo a disposizione, per  $N$  coppelle,  $N$  coppie di coordinate ortogonali  $X_m, Y_m$ , con  $(m=1, \dots, N)$ , ognuna delle quali identifica la posizione di una coppella rispetto ad un sistema di riferimento dato.

La quantità di informazione mediamente codificata nella configurazione è misurabile calcolando l'Entropia assoluta, indicata con  $H$ , della configurazione nel suo complesso. Per fare questo sarà necessario calcolare il centroide  $C$  della configurazione il quale corrisponderà ad un punto di coordinate  $X_0, Y_0$  riferite al sistema di coordinate ortogonali di riferimento.

Le coordinate ortogonali del centroide  $C$  coincideranno quindi con i valori medi delle coordinate  $X_m$  e  $Y_m$  considerate separatamente.

Il passo successivo sarà quello di calcolare la distanza euclidea di tutte le coppelle dal baricentro, o centroide, della configurazione. La media di tutte le distanze euclidee dovrà essere nulla (per definizione di centroide), ma la sua varianza  $var(d)$ , calcolata come la media dei quadrati delle distanze sarà tanto più elevata quanto più le coppelle saranno disperse rispetto alla posizione del centroide dell'intera configurazione.

La varianza è in qualche modo una misura del contenuto di energia interna globale della configurazione così come si presenta.

Le distanze saranno distribuite secondo una determinata funzione Densità di Probabilità.

L'entropia complessiva della distribuzione spaziale delle coppelle sarà quindi valutabile sulla base della funzione densità di probabilità che caratterizza la distribuzione delle loro distanze dal baricentro della configurazione.

Assumendo che la roccia contenga un numero sufficientemente elevato di coppelle è possibile assumere a priori che la funzione densità di probabilità si avvicini sufficientemente ad una distribuzione Normale (Gaussiana) con media zero e varianza pari a quella misurata sperimentalmente.

In questo caso la teoria diviene notevolmente semplificata ed è possibile esprimere analiticamente l'entropia  $H$  dell'intera configurazione, in funzione della varianza delle distanze, nel modo seguente (Haykin, 1994):

$$H = 0.5 ( 1 - \ln( 2\pi \text{var}(d) ) ) \quad (1)$$

Nei casi in cui il numero di coppelle sia relativamente basso, diciamo inferiore a 10, allora è più appropriato assumere che la funzione densità di probabilità si avvicini alla distribuzione uniforme anziché a quella normale.

In questo caso l'entropia potrà essere valutata mediante la seguente relazione analitica (Proakis, 1988):

$$H = 0.5 ( 1 + \ln( 12 \text{ var}(d) ) ) \quad (1a)$$

Osserviamo che nel caso della distribuzione Uniforme, l'entropia risultante è un poco maggiore rispetto a quella derivante dall'aver assunto, per le coppelle, una distribuzione Gaussiana. Questo deriva dal fatto che la distribuzione Uniforme richiede meno prerequisiti rispetto a quella Normale.

L'entropia assoluta è, come detto in precedenza, il contenuto medio di informazione codificata nella configurazione delle coppelle all'interno della configurazione considerata. Ciò significa che  $H$  è la somma pesata delle *autoinformazioni*  $I_m$ , cioè di ciascuna quantità di informazione associata al verificarsi dell'evento relativo al fatto che una determinata coppella occupi proprio il posto osservato entro la mappa complessiva della configurazione.

La funzione peso è, in questo caso, la probabilità, qui indicata con  $P_m$  che la coppella occupi proprio il luogo osservato.

Abbiamo qui introdotto una nuova quantità che è stata denominata *Autoinformazione*. Indichiamo questa quantità, misurata per ogni singola coppella presente nella configurazione, con  $I_m$  e l'indice  $m$  si riferisce alla coppella considerata tra quelle presenti nella configurazione. Chiariamo un poco la questione. Data un coppella facente parte della configurazione in esame, il solo fatto che essa sia posizionata ad una certa distanza euclidea dal centroide della configurazione implica che questo evento racchiude in se una certa quantità di informazione che discende dal fatto che chi la posizionò in quel luogo lo fece o casualmente oppure tenendo presenti alcuni criteri, a noi ovviamente oggi completamente sconosciuti. Siccome  $I_m$  è l'informazione corrispondente all'evento: "*coppella posizionata ad una distanza  $d_m$  dal baricentro della configurazione*", essa viene denominata *autoinformazione (self-information)* associata a quell'evento. La Teoria dell'Informazione ci dice che l'autoinformazione associata ad un dato evento è legata in maniera semplice alla probabilità che tale evento si verifichi effettivamente. Tale legame si concretizza nella seguente equazione:

$$I_m = -\ln(P_m) \quad (2) \\ (m=1, \dots, N)$$

la quale mette in evidenza che un evento casuale che ha probabilità pari a 1 (=100%) di verificarsi; quindi è un evento sicuro, avrà autoinformazione nulla in quanto la sicurezza che esso accada non richiede il verificarsi di particolari condizioni affinché esso avvenga. Esso semplicemente accadrà sempre e in ogni caso, per cui non esisteranno particolari ragioni per meravigliarci se accade e quindi di cercare il motivo per cui l'evento si verifica.

Al contrario, un evento di probabilità bassa richiede che siano verificati contemporaneamente tutta una serie di fattori che concorrono al verificarsi dell'evento, altrimenti esso non si verifica affatto. È chiaro che il verificarsi di un evento poco probabile racchiude dentro di se un'alta quantità di informazione relativamente alle cause che hanno concorso a produrre quell'evento.

Spingendoci al caso estremo: un evento che ha probabilità quasi nulla di verificarsi, se si verifica, racchiude in se una quantità di informazione molto elevata, per cui la sua autoinformazione tenderà all'infinito, con il tendere a zero della probabilità.

Tornando al caso delle cospelle che fanno parte di una configurazione, sarà possibile associare a ciascuna di esse un valore di autoinformazione dipendente dalla sua distanza dal baricentro (o centroide) e quindi sarà possibile calcolare la probabilità, per ciascuna cospella, che chi la incise volesse proprio posizionala a quella distanza dal baricentro della configurazione, cioè in quella precisa posizione rispetto a tutte le altre cospelle facenti parte di essa. Tale probabilità si ottiene invertendo l'autoinformazione individuale nel modo seguente:

$$P_m = \exp(-I_m) \quad (3)$$

$$(m=1, \dots, N)$$

Dal punto di vista pratico non è possibile calcolare ciascuna probabilità individuale, cioè per ogni cospella, ma è possibile solamente ottenere la valutazione complessiva di una funzione di disordine della configurazione, cioè l'Entropia.

In questo caso potremo approssimare l'Entropia assoluta  $H$  con l'Entropia differenziale  $h$  di tutta la configurazione (Haykin, 1994) ottenendo:

$$H \sim h = -[P_1 \ln(P_1) - P_2 \ln(P_2) + \dots + P_m \ln(P_m)]$$

in questo modo avremo a disposizione un mezzo per determinare sperimentalmente l'Entropia di una configurazione formata da un certo numero di cospelle presenti su una roccia.

### Casualità e correlazione

La posizione di ciascuna cospella all'interno della configurazione è descrivibile univocamente, rispetto ad un sistema di riferimento arbitrario, mediante una coppia di coordinate ortogonali  $X_m$ ,  $Y_m$ . Allora potremo fare alcune osservazioni. La prima è che se la disposizione delle cospelle fu in origine ottenuta secondo particolari criteri nella scelta della posizione sulla roccia, allora dovremmo rilevare una distribuzione casuale di esse su tutta l'area occupata della configurazione. In questo caso non esisterà alcuna correlazione tra le coppie di coordinate  $X_m$  e  $Y_m$  che caratterizzano ciascun elemento. La configurazione delle cospelle sarà quindi evidentemente casuale.

Se invece le cospelle si dispongono in modo da privilegiare almeno a grandi linee qualche direzione particolare allora esisterà una correlazione più o meno stretta tra le coppie di coordinate dei vari elementi.

La correlazione tra  $X_m$  e  $Y_m$  può essere sperimentalmente misurata ottenendo il cosiddetto *coefficiente di correlazione lineare*, indicato con  $r$ , il cui quadrato è detto *coefficiente di determinazione* il quale può essere calcolato in funzione della covarianza tra  $X_m$  e  $Y_m$  e delle varianze individuali di  $X_m$  e  $Y_m$ . Questo equivale a descrivere la distribuzione spaziale delle cospelle entro una configurazione mediante una funzione densità di probabilità congiunta la quale sarà approssimata da una distribuzione *normale* bivariata.

Il fatto che una configurazione sia caratterizzata da una possibile disposizione ordinata delle cospelle non ci assicura automaticamente che tale fosse anche nelle intenzioni di coloro che anticamente le incisero.

Ad esempio è possibile infatti che rilevando solamente un sottoinsieme delle cospelle che in origine costituivano la configurazione si arrivi a misurare un grado di correlazione

relativamente elevato anche se in origine la distribuzione spaziale complessiva delle cospelle fu del tutto casuale.

Supponendo di misurare un coefficiente di correlazione significativamente elevato, dobbiamo calcolare la probabilità che il valore ottenuto sia vero. Infatti è talvolta possibile che dalla disposizione casuale di  $N$  punti si venga a formare casualmente una distribuzione abbastanza ordinata e quindi il coefficiente di correlazione misurato sia significativamente diverso da zero.

La probabilità che ciò avvenga dipende dal numero dei punti e dal grado di correlazione che può verificarsi. Dato un certo valore  $R$  per il coefficiente di correlazione osservato, la probabilità  $P(R,r)$  che  $N$  punti si dispongano casualmente in modo da far sì che possa essere misurato un valore  $|r|$  uguale o maggiore di  $R$ , è possibile solo mediante integrazione numerica di una funzione integrale molto complessa (Taylor, 1986,1998).

Appare quindi evidente che se una distribuzione spaziale di cospelle mostra un certo coefficiente di correlazione misurato  $R$ , la probabilità che tale valore sia simulato da una distribuzione casuale vale  $P(R,r)$ , quindi la probabilità che la distribuzione spaziale **NON** sia casuale sarà data dal suo valore complementare:  $1-P(R,r)$ . In questo modo data una distribuzione spaziale di cospelle all'interno di una configurazione, noi siamo in grado di valutare la probabilità che tale distribuzione derivi da un artefatto casuale e non da una deliberata scelta di chi decise la posizione dei singoli elementi della configurazione.

### La Mutua Informazione

Dalla Teoria dell'Informazione otteniamo che la *Mutua Informazione*  $I(X,Y)$  relativa alla configurazione formata dalla disposizione complessiva delle cospelle nella configurazione è legata al coefficiente di correlazione in maniera tecnicamente molto semplice.

La mutua informazione può essere vista come la quantità di informazione associata all'osservazione di una determinata distribuzione spaziale delle cospelle all'interno della configurazione.

In questo caso la mutua informazione si riferisce non ad una sola cospella, ma a tutto l'insieme delle cospelle comprese nella configurazione quindi ci fornirà importanti informazioni sulla struttura globale di essa.

La mutua informazione non è altro che una generalizzazione del concetto di autoinformazione già introdotto in precedenza, quindi ne conserverà tutte le proprietà matematiche. Questo fatto ci conduce a poter calcolare la probabilità che la distribuzione spaziale delle cospelle attualmente rilevata per una configurazione si potesse effettivamente verificare quando essa fu prodotta.

Questo ci suggerisce alcune considerazioni degne di nota. Infatti se la disposizione delle cospelle è pressoché casuale allora il valore assoluto del coefficiente di correlazione risulterà piuttosto basso e la mutua informazione pressoché nulla. Questo conduce ad avere una alta probabilità che quella distribuzione spaziale potesse essere spontaneamente ottenuta, nel corso degli anni, da coloro che incisero le cospelle facenti parte della configurazione in quanto essi non ritennero opportuno prendere in considerazione alcun criterio teso a disporre ordinatamente gli elementi.

Se contrariamente a ciò la correlazione risulta elevata, come conseguenza di uno sviluppo ordinato della configurazione, allora sarà possibile osservare una disposizione tesa a privilegiare la distribuzione spaziale delle cospelle lungo particolari direttrici sulla roccia; è il caso ad esempio delle cospelle che accompagnano il petroglifo noto come "Rosa Camuna".

In questo caso la mutua informazione sarà elevata in quanto una disposizione ordinata implica l'esistenza in origine di un criterio applicato, che si traduce matematicamente nella

codifica di una certa quantità di informazione nella distribuzione spaziale delle coppelle ottenuta applicando quel particolare criterio.

Un valore elevato di mutua informazione implica una bassa probabilità che una disposizione così ordinata avesse potuto essere messa in pratica.

La probabilità dell'evento complementare, cioè quello della deliberata disposizione ordinata delle coppelle da parte dell'individuo che le incise nel caso di una distribuzione spaziale ordinata, essa sarà elevata.

Osserviamo un fatto interessante e cioè che per avere la probabilità del 50% di orientazione non casuale, il pattern pseudolineare di coppelle deve mostrare un coefficiente di cross-correlazione pari almeno a 0.87.

La conclusione è che solamente una distribuzione che mostra una rilevante correlazione ( $|r| > 87\%$ ) ha almeno il 50% di probabilità di non derivare da una disposizione casuale delle singole coppelle. Solo in questo caso potrà essere ipotizzata una eventuale correlazione, ad esempio, con qualche direzione astronomicamente significativa.

### **La determinazione dell'orientazione di una configurazione pseudolineare**

Qualora le analisi abbiano rivelato che esiste un consistente valore del coefficiente di correlazione a supporto del fatto che le coppelle siano distribuite in modo da disporsi ordinatamente e in maniera pressoché lineare lungo una direzione, è possibile stimare l'azimut  $Az$  della direzione rispetto al sistema di assi cartesiani di riferimento. Infatti noto  $r$  e la due varianze  $var(X)$  e  $var(Y)$  si perviene facilmente ad ottenere l'azimut  $Az$  in funzione del coefficiente di correlazione e dalle varianze delle distribuzioni marginali dei dati.

Le distribuzioni marginali sono caratterizzate, ciascuna dalla loro entropia differenziale di Shannon, rispettivamente  $h(x)$  e  $h(y)$  normalizzate in modo da avere entropia nulla quando la varianza è unitaria.

La distribuzione congiunta sarà caratterizzata dalla sua *cross entropy*  $h(xy)$  di conseguenza l'azimut  $Az$  può essere calcolato anche in funzione di due delle tre entropie. Questo risultato è dovuto al fatto che le entropie differenziali contengono l'informazione completa relativamente alla distribuzione spaziale delle coppelle che fanno parte della configurazione.

Questo metodo permette di determinare l'azimut di orientazione che soddisfa il criterio dei minimi quadrati, cioè che minimizza la somma dei quadrati dei residui tra i punti che simboleggiano le coppelle e i punti corrispondenti sulla retta che approssima la direzione di orientazione dell'intera configurazione.

Questa procedura, seppur formalmente ineccepibile, è caratterizzata dal difetto di non essere applicabile in maniera rigorosa all'analisi della distribuzione spaziale delle coppelle all'interno di una configurazione in quanto esse sono identificate da coppie di coordinate sperimentalmente misurate che possiamo ritenere entrambe affette da deviazioni casuali rispetto alle coordinate previste dall'orientazione teorica.

Il metodo descritto presuppone che solo le coordinate  $Y_m$  siano devianti rispetto a quelle previste dalla direzione teorica, mentre le  $X_m$  siano "esatte".

Attenzione! abbiamo parlato di deviazioni, non di errori, in quanto gli scarti rispetto alla linea che identifica la direzione di orientazione possono non essere accidentali, ma rappresentare invece precise caratteristiche proprie della struttura interna della configurazione in esame. È necessario quindi che l'algoritmo di calcolo dell'azimut di orientazione tenga conto delle deviazioni in entrambe le direzioni, X e Y allo stesso modo.

Vediamo allora come è possibile risolvere questo problema. Per prima cosa definiamo la funzione matematica che rappresenta la nozione di "allineamento orientato".

Essa sarà l'equazione della retta generica in coordinate polari:

$$X \sin(Az) - Y \cos(Az) + Ro = 0 \quad (4)$$

in cui "Az" è l'azimut dell'allineamento rispetto al sistema di assi cartesiani di riferimento e "Ro" è la distanza euclidea della retta dall'origine del sistema di riferimento.

Ovviamente la posizione delle cospelle sulla roccia identificherà una direzione grosso modo rettilinea, ma ciascuna coppella sarà caratterizzata da una deviazione, rispetto al valore teorico previsto dalla retta che identifica l'allineamento.

La retta più probabile per descrivere l'allineamento sarà quindi quella che minimizzerà la somma dei quadrati delle distanze euclidee tra ciascuna coppella rilevata sulla roccia e il corrispondente punto previsto dalla retta approssimante l'allineamento orientato.

Il procedimento descritto in questa sede è differente dal calcolo della retta dei *Minimi Quadrati* nel senso classico, perché in questo caso non viene minimizzata la somma dei quadrati degli scarti in direzione Y, bensì i quadrati delle deviazioni in direzione perpendicolare alla retta, cioè le distanze euclidee tra le cospelle e la retta approssimante.

La soluzione del nostro problema richiede che si determini il valore ottimale dell'azimut di orientazione Az e, ma meno importante, il coefficiente Ro.

I valori ottimali dei due parametri saranno quelli che minimizzeranno una conveniente funzione "Chi Quadrato" da cui è possibile ricavare analiticamente le espressioni in forma chiusa per il calcolo dei parametri cercati.

### **Interpretazione delle configurazioni di cospelle mediante tecniche di Fuzzy Logic.**

#### **Accuratezza e Precisione**

Iniziamo definendo i concetti di *accuratezza* e di *precisione* che sono di fondamentale importanza nel prosieguo del presente lavoro.

Si definisce *precisione* il grado di addensamento di una serie di misure sperimentali intorno al valore medio della popolazione statistica da esse rappresentata. Nel caso presente la precisione è legata alla distribuzione spaziale delle cospelle e al grado di entropia propria della loro configurazione.

L'*accuratezza* è invece il grado di approssimazione della media della popolazione statistica rispetto al valore vero della grandezza stimata mediante ripetute misure.

Nel presente caso l'accuratezza sarà rappresentata da quanto l'azimut astronomico della direzione media di sviluppo della configurazione approssima l'azimut astronomico della direzione che la distribuzione delle cospelle aveva il compito di codificare quando fu tracciata sulla roccia.

#### **Minimo involuppo rettangolare**

In prima approssimazione potremmo abbiamo definito l'azimut astronomico della direzione presumibilmente codificata dalla *linea* di cospelle calcolando la retta dei minimi quadrati, o quella che minimizza qualche altra conveniente funzione d'errore, del tipo:

$$Y = X \tan(90-A^*) - Co \quad (5)$$

dove X,Y sono le coordinate del centro di ciascuna coppella rispetto ad un sistema di assi coordinati in cui Y sia diretto positivamente a nord lungo la linea meridiana e X positivo coincida con la direzione orientale della linea equinoziale, A\* è l'azimut astronomico e Co è una costante.

Il metodo potrebbe essere formalmente corretto, ma poiché il numero di cospelle generalmente presenti lungo una *linea* è basso, abbiamo problemi nella scelta della funzione densità di probabilità dalla quale derivare il criterio di ottimizzazione più adatto per calcolare i parametri della (5).

Un secondo problema deriva dal fatto che il centro geometrico di ciascuna cospella non è detto sia una buona stima della posizione originale della cospella sulla roccia. Appare allora naturale che le usuali tecniche statistiche sono tendenzialmente destinate a fornire risultati di scarsa attendibilità qualora i pattern di cospelle studiati siano composti da pochi elementi.

Un caso eclatante è la stima dell'effettivo valore dell'errore con cui un numero ridotto di cospelle si dispone lungo una direttrice pseudo-lineare approssimandola secondo qualche criterio statistico sconosciuto a priori.

In questa sfavorevole situazione le tecniche *Fuzzy*, che sostituiscono la nozione di *Funzione di appartenenza ad un insieme fuzzy* a quella di *distribuzione statistica* ci permettono di trattare anche quei problemi in cui l'incertezza inerente è molto alta.

Uno di questi problemi è proprio quello dell'interpretazione dei pattern di cospelle orientati secondo talune direzioni identificate univocamente dal loro azimut astronomico misurato in senso orario partendo dalla direzione settentrionale del meridiano astronomico locale, rilevabili sulle rocce.

Un valore approssimato dell'angolo di azimut astronomico è comunque stimabile eseguendo alcune misurazioni di direzione mediante il teodolite o la bussola topografica con successiva calibrazione della direzione di riferimento mediante una linea di base ottenuta con grande accuratezza mediante rilevamento satellitare (GPS o GPS+GLONASS).

L'azimut astronomico così ottenuto rimane sempre affetto da un'accuratezza relativamente scarsa anche se il grado di precisione potrebbe essere molto elevato, a causa di possibili deviazioni sistematiche che potrebbero derivare dal fatto che la configurazione delle cospelle è generalmente di lunghezza limitata (meno di 1 metro) e che la direzione è spesso marcata sulla roccia utilizzando un filo che approssimando l'andamento delle cospelle cerca di realizzare in qualche modo e secondo una valutazione visuale ed empirica, l'equazione (5).

L'errore della direzione del filo rispetto a quella *vera* che aveva in origine l'obiettivo di determinare una ristretta zona di orizzonte, per qualche verso interessante può essere stimato determinandone il suo limite superiore costruendo l'involuppo rettangolare che pur essendo capace di racchiudere al suo interno tutte le cospelle che fanno parte della configurazione, possiede la minima area possibile.

Il *minimo involuppo rettangolare* è un *insieme fuzzy* e le cospelle che si posizionano al suo interno lo fanno secondo i criteri *stabiliti* da una ben determinata *funzione di appartenenza* all'*insieme fuzzy*. I lati del rettangolo saranno quindi A (lato lungo) e B (lato corto). Uno dei due assi dell'involuppo rettangolare minimo sarà quindi la direzione di orientazione della configurazione.

Appare evidente a questo punto lo stretto legame concettuale tra il minimo involuppo rettangolare e il grado di *fuzziness* dell'allineamento definito dalla linea di cospelle.

#### Accuratezza Stimata

L'accuratezza empirica stimata per l'orientazione della configurazione delle cospelle dipenderà strettamente dal rapporto B/A secondo la seguente relazione rigorosa:

$$e(A^*) = \text{atan}(B/A) \quad (6)$$

e se tale rapporto risulta minore o uguale ad  $1/3$ , cosa che avviene praticamente nelle totalità delle configurazioni orientate, è facile ottenere una valutazione approssimata dell'accuratezza (in gradi):

$$e(A^*) \sim 57.3 (B/A + \dots) \quad (7)$$

Il valore  $e(A^*)$  rappresenta solamente una valutazione empirica dell'accuratezza con cui l'azimut misurato potrebbe approssimare il vero valore derivante dall'orientazione teorica della configurazione in fase di realizzazione, nei tempi antichi ed in nessun caso deve essere inteso come l'approssimazione raggiunta da chi incise le cospicue sulla pietra.

Di fatto  $e(A^*)$  rappresenta bene il grado di *fuzziness* che caratterizza l'allineamento della fila di cospicue e questo parametro rappresenta un elemento importante ai fini della valutazione del grado di accuratezza dell'azimut astronomico pertinente alla linea di cospicue.

Se è vero che il grado di *fuzziness* è ben rappresentato da una funzione del rapporto  $B/A$  è altrettanto vero che in un'ottica di tipo *fuzzy* l'energia della configurazione pseudolineare è proporzionale al prodotto  $A \times B$  cioè alla misura dell'insieme che è determinata dall'area del minimo involucro rettangolare.

Allo stesso modo la *Fuzzy-Entropia* dell'insieme approssimerà secondo un criterio *fuzzy* l'entropia della configurazione formata dalle cospicue che saranno incluse nel *minimo involucro rettangolare* e quindi anche l'accuratezza  $e(A^*)$  sarà una funzione della *Fuzzy-Entropia* della configurazione e quindi dipenderà dal grado di ordine che regnerà nella configurazione delle cospicue.

### Accuratezza e probabilità

Per tentare una valutazione della possibile accuratezza raggiunta dagli autori della *linea* di cospicue bisogna ragionare in termini probabilistici tentando di dare una risposta alla seguente domanda.

*"Qual'è la probabilità che la configurazione delle cospicue indichi casualmente una direzione sbagliata di una quantità  $Q$  rispetto all'azimut vero  $A_0$  qualora la valutazione dell'accuratezza empirica stimata sia  $e(A^*)$ "*

Tentiamo di dare una ragionevole risposta a questa domanda.

L'andamento della variabile casuale che approssima la distribuzione delle  $N(N-1)$  possibili direzioni ottenute congiungendo a 2 a 2 le  $N$  cospicue della configurazione può essere descritta da una distribuzione di Weibull con fattore di forma pari a 2, cioè una distribuzione di Rayleigh, quindi la probabilità che la "linea" di cospicue indichi casualmente una direzione con azimut diverso da quello vero di una differenza pari a  $Q$ , vale:

$$P(.) = 1 - e^{-\frac{Q^2}{e(A^*)}} \quad (8)$$

da cui si deduce che la deviazione  $Q$  rimarrà entro l'accuratezza  $e(A^*)$  solamente con un livello di probabilità pari al 63%, ma desiderando una stima maggiormente sicura del grado di accuratezza raggiunto dai costruttori della linea di cospicue dovremo selezionare valori di  $Q$  tali da raggiungere un grado di probabilità più elevato, quindi  $Q$  potrebbe risultare sensibilmente maggiore di  $e(A^*)$ .

### Significatività e Probabilità

Prendiamo ora in esame la linea di coppelle la cui *fuzziness*  $R$  sia stata valutata mediante il metodo del minimo involucro rettangolare.

Sarà quindi (in maniera rigorosa):

$$R = \text{atan}(B/A) \quad (9)$$

in entrambe le direzioni.

Di fatto  $R$  rappresenta l'ampiezza del settore di orizzonte in cui il fascio di  $N(N-1)$  direzioni individuate dalle  $N$  coppelle che compongono la linea, è orientato.

Definendo "p" la probabilità che un allineamento definito da una qualsiasi combinazione delle coppelle che compongono la linea individui casualmente una ben precisa direzione astronomicamente significativa, con un grado di *fuzziness* pari a  $R$  (in gradi), potremo scrivere:

$$p = R/360 \quad (10)$$

Appare evidente che nel caso le coppelle siano distribuite in maniera completamente disordinata, il minimo involucro rettangolare tenderà alla forma quadrata con  $A=B$ , quindi la configurazione sarà casualmente allineata con il 25% di probabilità verso uno qualsiasi dei quattro settori in cui possiamo dividere il cerchio dell'orizzonte astronomico locale; di fatto non sarà allineata da nessuna parte. Al contrario se una linea di coppelle risulterà ben allineata, il rapporto  $B/A$  sarà piccolo quindi la probabilità che la direzione individuata dalla linea sia stata raggiunta casualmente sarà molto ridotta e sarà possibile approssimarla mediante la semplice formula:

$$p \sim 0.16 (B/A + \dots) \quad (11)$$

Facciamo un esempio. La rosa di Carpene a Sellero in Valcamonica è formata da due linee di 5 coppelle ciascuna allineate lungo la direzione Nord-Sud ed Est-Ovest. La linea nord-sud è racchiudibile in un involucro rettangolare minimo pari con dimensioni  $A=60$  cm e  $B=5$  cm. Il rapporto  $B/A$  vale 0.083 che conduce ad una "fuzziness" pari a 4.8 gradi; tale quindi sarà l'ampiezza del settore di orizzonte entro cui potremmo trovare il bersaglio dell'allineamento materializzato dalla linea di coppelle diretta approssimativamente lungo la linea meridiana. La probabilità che la linea di coppelle abbia casualmente individuato quel ben preciso settore di orizzonte vale  $p=0.013$ , quindi poco più dell'1%. La linea est-ovest è meglio allineata essendo racchiudibile in un involucro rettangolare minimo pari con dimensioni  $A=58.5$  cm e  $B=3.5$  cm. Il rapporto  $B/A$  vale 0.0598 che implica ad una "fuzziness" pari a 3.5 gradi; tale quindi sarà l'ampiezza del settore di orizzonte entro cui potremmo trovare il bersaglio dell'allineamento materializzato dalla linea di coppelle diretta rozzamente lungo la linea equinoziale.

La probabilità che la linea di coppelle est-ovest abbia casualmente individuato quel ben preciso settore di orizzonte vale  $p=0.009$ , quindi poco meno dell'1%.

Analisi globale.

Prendiamo ora in esame il caso in cui la configurazione presente sulla roccia preveda più di una linea di coppelle; nel caso della **Rosa di Carpene** abbiamo  $M=2$  linee che si incrociano e che sono orientate circa ortogonalmente l'una rispetto all'altra. Facciamo dapprima l'ipotesi che le due linee siano indipendenti tra di loro quindi la probabilità che entrambe le linee, nord-sud ed est-ovest, siano casualmente allineate verso i rispettivi settori di orizzonte è il prodotto delle due probabilità individuali, cioè:

$$P = p1 \times p2 \quad (12)$$

che numericamente porta al valore  $P=0.00012$  cioè allo 0.12%.

Esiste però il fatto che le due linee hanno in comune una coppella, quella centrale e che esiste l'incisione curvilinea che stabilisce il profilo della Rosa Camuna, fatti che ci indicano chiaramente che le due linee di coppelle non potevano assumere direzioni indipendenti tra loro, ma dovevano mantenere obbligatoriamente una configurazione a croce in modo da poter rappresentare la figura nota come *Rosa*. In questo caso il calcolo della probabilità che una figura quale quella della Rosa di Carpena possa essere orientata come la rileviamo, assumendo un grado di "fuzziness" pari a 4 gradi, solamente a causa di una combinazione di fattori casuali è valutabile mediante la relazione:

$$P(\text{random}) = 0.0028 R S \quad (13)$$

in cui S rappresenta il numero di simmetrie della configurazione.

Nel caso della *Rosa* abbiamo  $R \sim 4$  gradi, mentre essendo una croce a 4 bracci,  $S=4$ . Il calcolo ci fornirà 1 probabilità su 22.5, cioè pari al 4.4%, che il petroglifo così come è stato rilevato sia posto casualmente con quella orientazione.

#### **Applicazione delle Reti Neurali Artificiali al problema della classificazione delle configurazioni di coppelle**

Il problema dell'analisi e della classificazione delle distribuzioni spaziali all'interno delle configurazioni di coppelle è molto adatto ad essere risolto efficientemente mediante reti neurali artificiali.

Il metodo descritto è stato codificato nel programma COPNET, un sistema neuro-fuzzy basato sull'implementazione del concetto di fuzzy-neurone di Hayashi del primo tipo e dell'idea di Gas Neurale (Martinetts *et al.*, 1998) che consiste nel considerare le coppelle come facenti parte di una configurazione come le particelle di un gas in equilibrio termodinamico.

Ovviamente il presente approccio sarà tanto più efficiente quanto saranno numerose le coppelle che fanno parte della configurazione da analizzare.

La rete neurale fuzzy COPNET è composta da tre strati, lo strato di input è composto da  $2N$  nodi (non fuzzy), dove  $N$  è il numero di coppelle che fanno parte della configurazione da analizzare. Il secondo strato è composto da 3 fuzzy neuroni i quali calcolano le tre energie  $E_x$ ,  $E_y$ ,  $E_{xy}$  che sono rispettivamente le energie delle distribuzioni marginali  $X$ ,  $Y$  e della distribuzione congiunta  $XY$ .

Le energie  $E$  delle distribuzioni marginali sono legate in maniera semplice alle rispettive entropie differenziali scalate. L'ultimo strato è composto da 4 fuzzy neuroni i quali calcolano il coefficiente di cross-correlazione  $r[x|y]$ , la probabilità  $P_o$  che il pattern analizzato sia non-random, la mutua informazione  $I(x;y)$  e l'azimut di orientazione rispetto alla direzione  $X$  presa a riferimento.

Sfruttando la flessibilità delle reti neurali artificiali, è possibile utilizzare la stessa mesostruttura per valutare le tre entropie differenziali di Shannon  $H(x)$ ,  $H(y)$  e  $H(xy)$  al posto delle tre energie  $E_x$ ,  $E_y$ ,  $E_{xy}$ .

Dalle tre entropie è poi possibile ottenere nuovamente le quattro funzioni  $r[x|y]$ ,  $I(x;y)$ ,  $P_o$ ,  $A_z$  che descrivono completamente la configurazione delle coppelle.

**Bibliografia**

AA.VV.

1974 *Teorie dell'evento*, Milano (Ed. Bompiani).

BANKS S.

1990 *Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition*, Prentice Hall International Series in Acoustics, Speech and Signal Processing, s.l. (Prentice Hall).

CHURCHLAND P.S. &amp; T.J. SEJNOWSKY

1992 *The Computational Brain*, Cambridge, MA (MIT Press).

CICHOCKI A. &amp; R. UNBEHAUEN

1992 *Neural Networks for Optimization and Signal Processing*, (John Wiley).

DIMITRIADIS G.

2000 *Coppelle e Megaliti, sistemi concettuali complementari*, BCN, Marzo 2000.

FAGGIN F.

1991 *VLSI implementation of neural networks*, Tutorial Notes, Seattle, WA (International Joint Conference on Neural Networks).

GASPANI A.

1994a *On the Visual Sensing of the Faint Light Sources*, paper submitted to the 1994 LWHM prize.GERMAN *et al.*1992 *Neural Networks and the bias/variance dilemma*, *Neural Computation*, vol. 4, pp. 1-58.

GLEICK J.

1987 *Chaos*, New York (Ed. Viking Penguin Inc.).

HAYKIN S.

1994 *Neural Networks: A Comprehensive Foundations*, New York (Ed. McMillan).

LEVINE M.

1985 *Man and Machine Vision*, New York (McGraw-Hill).

MARR D.

1982 *Vision*, New York (Freeman).

MASTERS T.

1994 *Signal and Image Processing with Neural Networks*, New York (J. Wiley).

PITAS &amp; VENETSANOPOULOS

1991 *Nonlinear Filters and Applications*, New York (Kluwer).

PROAKIS J.

1988 *Digital Communications*, New York (Ed. McGraw Hill).

RAMON Y CAJAL S.

1911 *Histologie du systeme nerveux de l'homme et des vertebres*, Paris (Maloine Edition).

ROSENBLATT F.

1962 *Principles of Neurodynamics*, Whashington, DC (Spartan Books).

SHEPHERD G.M. &amp; C. KOCH

1990 *Introduction to Synaptic Circuits*, in G.M. Shepherd (ed.), *The Synaptic Organization of the Brain*, New York (Oxford University Press), pp. 3-31.

TAYLOR R.

1986 *Introduzione alla Teoria degli Errori*, Bologna (Ed. Zanichelli).

WIENER N.

1961 *Cybernetics*, (Ed M.I.T. Press).

WONNACOTT T.H. &amp; R.J. WONNACOTT

1987 *Introductory Statistics*, New York (Ed. J. Wiley & Sons).