

## NUOVE PROSPETTIVE NELLE ANALISI DI CORRELAZIONI SPAZIALI IN PREISTORIA \*

Le analisi quantitative spaziali in archeologia sono tradizionalmente suddivise in due settori: l'analisi "intrasite", che studia le correlazioni spaziali all'interno di un singolo giacimento (o, meglio, all'interno di un singolo strato del giacimento stesso), e l'analisi "intersite", che invece è indirizzata verso confronti tra unità archeologiche distribuite in una zona dove sono presenti diversi "insediamenti", ad esempio, le capanne di un villaggio, gli insediamenti in una determinata regione geografica, e così via.

Negli ultimi anni, quest'ultimo tipo di analisi ha ricevuto minore attenzione da parte degli studiosi di metodi quantitativi, o, meglio, si è staccata dal settore specifico delle analisi di correlazioni spaziali per confluire nella problematica più vasta delle analisi archeologiche regionali e/o territoriali. In questa prospettiva, l'analisi "intersite" è stata applicata ad una vasta categoria di insiemi archeologici: insediamenti preistorici, classici, medioevali.

L'analisi "intrasite", invece, è ormai applicata quasi esclusivamente ad insediamenti preistorici, e, in particolare, del Paleolitico: in questo periodo della storia dell'Umanità com'è noto, è difficile riconoscere a prima vista (e cioè senza l'ausilio di tecniche quantitative) strutture "evidenti", come ad es. abitazioni, muri divisorii o, più semplicemente, fondi di capanne, mentre più spesso si tratta di individuare strutture "latenti" (nel senso di A. Leroi-Gourhan: vedi, ad esempio, LEROI-GOURHAN, BRÉZILLON 1972), e cioè zone di attività specializzate, concentrazioni di rifiuti, ecc.

Schematicamente, le ricerche sull'analisi "intrasite" si possono dividere in due periodi distinti: una prima fase, nella prima metà degli anni '70, rappresentata essenzialmente dalle applicazioni dell'analisi dimensionale della varianza o della « nearest neighbor analysis » (WHALLON 1973; 1974), ed una seconda fase, a partire dalla metà degli anni '80, dove più importante è il contributo dedicato alle tecniche multivariate: appaiono libri esclusivamente dedicati all'analisi "intrasite" (cfr. ad es. HIETALA 1984; BLANKHOLM 1991).

Uno schema riassuntivo dei metodi di analisi "intrasite", derivato da un recente libro di F. Djindjian (1991), è mostrato in Fig. 1. Come si può vedere, i procedimenti quantitativi sono classificati da un lato secondo la metodologia di raccolta dei dati (impiego di coordinate cartesiane o più semplicemente con-

\* Relazione presentata in « *Archeologia e Calcolatori* ». *Incontro di studio sui metodi e le prospettive della ricerca*, Roma, Consiglio Nazionale delle Ricerche, 23 gennaio 1992.

	Méthodes par comptage	Méthodes par coordonnées
Test de randomisation d'une distribution	Indice de dispersion  Analyse dimensionnelle de la variance	Nearest neighbour analysis  k <sup>ième</sup> NNA, Autocorrélation spatiale, Classification automatique sur (x,y)
Test d'association de deux distributions	Présence/absence mutuelle NNA mutuels Coefficient de contiguité Corrélation de rang  idem si grille variable	Indice de similarité, Test de permutation,  Indice d'association
Méthodes multidimensionnelles	Tables de contingence (grille fixe)  Tables de contingence (grille variable) Analyse de la densité locale Unconstrained clustering Structuration spatiale	Indice d'association par NNA Analyse spectrale Analyse de la densité locale Unconstrained clustering Structuration spatiale
Détection à échelle fixe		

Fig. 1 — Classificazione schematica delle diverse tecniche di analisi spaziale (da DJINDJIAN 1991).

teggio per unità spaziali) e dall'altro secondo l'algoritmo di analisi: da unidimensionale a multidimensionale.

Tralascio in questa sede l'illustrazione dei metodi unidimensionali: si tratta essenzialmente delle tecniche di riconoscimento di "clusters" spaziali significativi di una classe di variabili (ad esempio una serie di tipi di industria litica), ed è stato il principale soggetto delle analisi spaziali di "prima generazione" come quelle già citate di R. Whallon (1973; 1974). Va inoltre sottolineato che, in questa fase di ricerche, il passaggio dall'analisi univariata a quella multivariata è spesso ottenuto per mezzo di tecniche abbastanza rudimentali, come quelle di "cluster analysis" tradizionali sulla base di coefficienti di similarità: un riassunto conciso di queste tecniche è già stato presentato altrove (BIETTI 1982; 1989).

Ci interessa di più, invece, l'illustrazione di qualche esempio di analisi di correlazione spaziale multidimensionale "diretta", come quelle che, come si è già detto, sono state presentate a partire dalla metà degli anni '80.

L'analisi delle corrispondenze, ad esempio, è stata applicata da I. Johnson (1984) al celebre suolo d'abitato maddaleniano di Pincevent, presso Parigi, studiato in modo qualitativo da A. Leroi-Gourhan e M. Brézillon (1972). In Fig. 2 si può vedere la ripartizione dei resti faunistici (rappresentati nella quasi totalità dalla renna) dell'unità 36, con i focolari (linee piene in grassetto) e le presunte unità abitative (linee piene semplici o tratteggiate). In Fig. 3, invece, abbiamo lo "scatterplot" lungo i due primi assi fattoriali dell'analisi delle corrispondenze delle categorie di oggetti considerate da I. Johnson: si può vedere che c'è una netta separazione tra resti faunistici (i n. da 1 a 15 in Fig. 3) e manufatti litici (i n. da 18 a 24), in accordo con la correlazione negativa tra questi tipi di reperti sottolineata dall'Autore. C'è invece una correlazione positiva, visibile lungo il primo asse fattoriale in Fig. 3, tra i nuclei (n. 18), le pietre di focolare di dimensione medio-grande (n. 16) e tra le pietre di focolare di piccole dimensioni (n. 17), e alcuni elementi di industria, come, ad esempio, i bulini (n. 19) ed i grattatoi (n. 23).

I. Johnson (1984, 92-95) interpreta il sito come rappresentativo di « maintenance activities », con accumuli di rifiuti al di fuori dal focolare principale, e la sua analisi spaziale, in ogni caso, non sembra confermare l'interpretazione complessa proposta da A. Leroi-Gourhan e M. Brézillon e schematicamente illustrata in Fig. 2.

La contraddizione tra l'interpretazione qualitativa della paleosuperficie di Pincevent e quelle derivate dalle analisi quantitative è anche confermata da un'analisi effettuata con il metodo della "k-means cluster analysis" (SIMEK 1984; SIMEK *et al.* 1985), che è essenzialmente una procedura iterativa di "clustering". In Fig. 4 vediamo, ad esempio, la composizione dei "clusters" di indu-

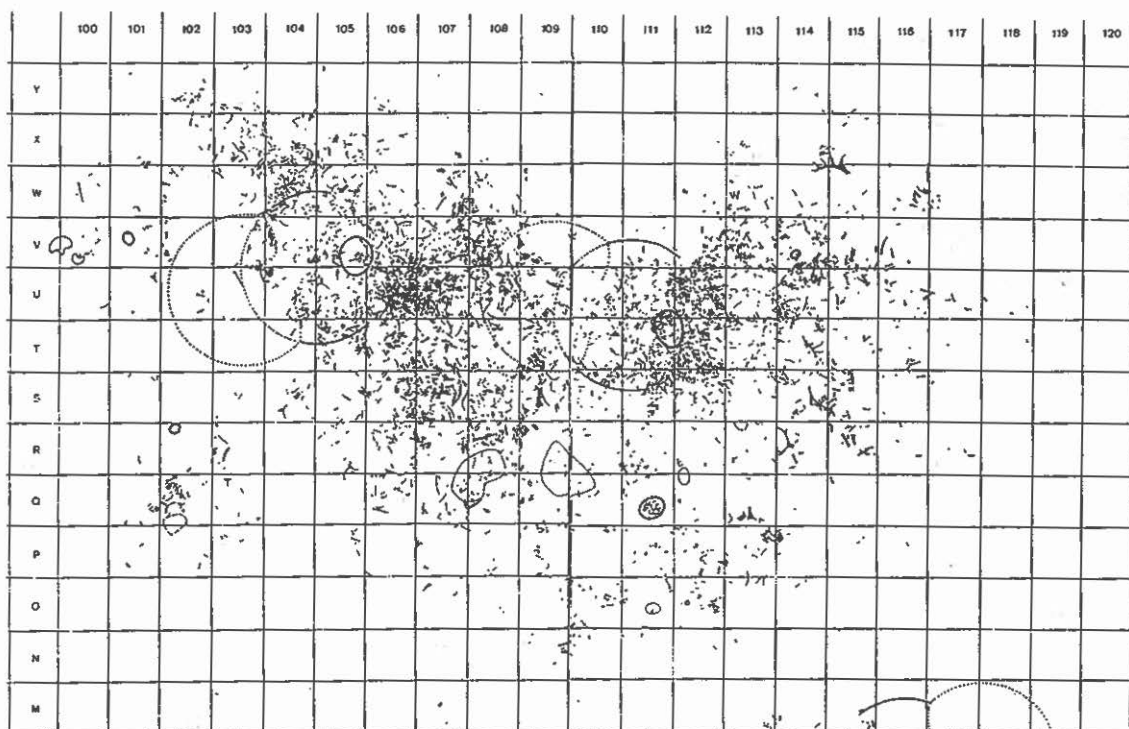


Fig. 2 — Pianta della ripartizione dei resti faunistici della sezione 36 del giacimento Maddaleniano di Pincevent, presso Parigi (da LEROI-GOURHAN, BRÉZILLON 1972).

stria litica (le categorie, o meglio, i gruppi, presi in esame sono i bulini, i grattatoi, lame e lamelle ritoccate, intaccature e troncature) per la prima soluzione (due "clusters"), la seconda soluzione (prima iterazione: nove "clusters") e la terza, di undici "clusters" nel caso del giacimento del Paleolitico superiore del Flageolet I, in Dordogna e, più precisamente, dello strato V di questo giacimento. L'estensione dei "clusters" riconosciuti come statisticamente significativi varia, ovviamente, al variare dell'iterazione: i nove "clusters" della seconda soluzione avranno un "diametro", sulla superficie di scavo (cfr. Fig. 5), minore rispetto ai due "clusters" della prima soluzione e, naturalmente, maggiore di quello della terza soluzione ad undici "clusters".

Il punto principale è che, al variare del numero dei "clusters", l'eterogeneità del loro contenuto cresce: mentre al primo livello di "clustering" l'omogeneità è relativamente alta, e cioè la correlazione tra i vari oggetti è notevole, per i livelli successivi l'omogeneità dovrebbe diminuire (e quindi l'eterogeneità au-

mentare), proprio perché iniziano ad essere identificate zone di attività differenziate e la correlazione diventa ora alta solo per un numero ristretto di manufatti. In Fig. 6 si vede, appunto, il grafico della percentuale di correlazioni al livello di significanza del 5% in funzione dei tre livelli di "clustering": i tre

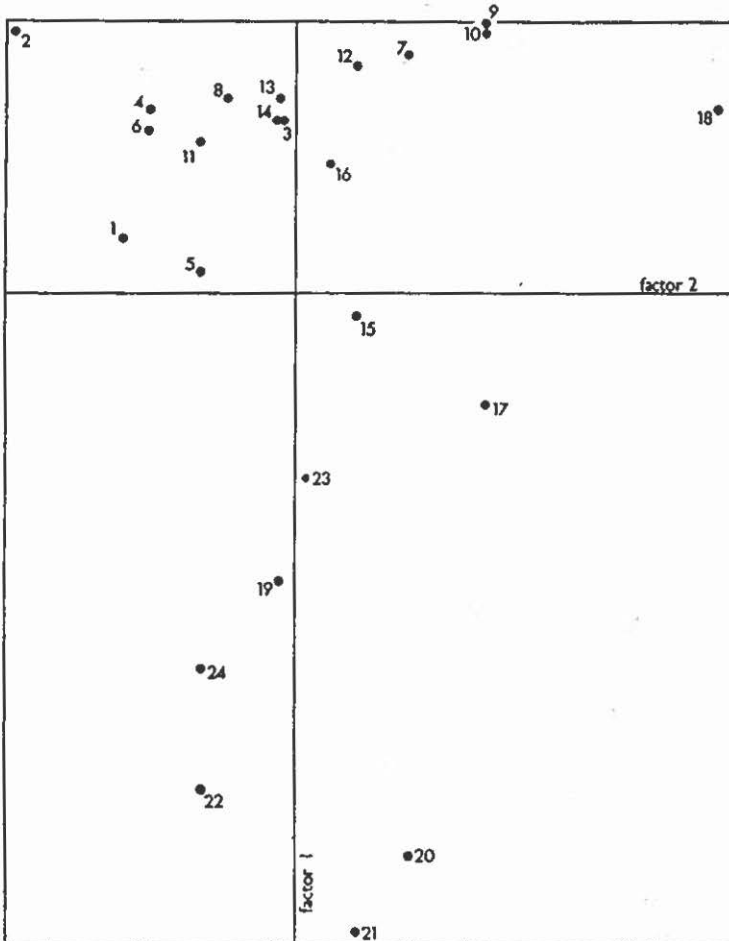


Fig. 3 — "Scatterplot" di categorie di oggetti della sezione 36 del giacimento Maddaleniano di Pincevent, presso Parigi, secondo i due primi assi fattoriali dell'analisi delle corrispondenze. 1: corna e frammenti; 2: mascelle; 3: mandibole; 4: denti isolati; 5: costole; 6: scapole e ossa pelviche; 7: omeri; 8: femori e rotule; 9: tibie; 10: ulne e radii; 11: metatarsali; 12: metacarpali; 13: ossa metapodiali in generale; 14: falangi e sesamoidi; 15: ossa di lepre; 16: frammenti di pietre da focolare con diametro maggiore di 7 cm; 17: frammenti di pietre da focolare con diametro minore di 7 cm; 18: nuclei; 19: bulini; 20: ritagli di bulino ("burin spalls"); 21: lamelle a dorso; 22: punteruoli e micropunteruoli; 23: grattatoi e lame troncate; 24: manufatti in selce bruna (da JOHNSON 1984).

TABLE 2. ARTIFACT CLASS FREQUENCIES FOR COUCHE V, TWO-CLUSTER *k*-MEANS SOLUTION

Cluster Number	1	2
Class		
Burins	107	148
End-scrapers	13	30
Retouched	22	21
Bladelets	13	23
Notched	14	15
Truncations	9	19
Total	178	256

TABLE 3. ARTIFACT CLASS FREQUENCIES FOR COUCHE V, NINE-CLUSTER *k*-MEANS SOLUTION

Cluster Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Class									
Burins	47	26	38	44	22	20	14	24	20
End-scrapers	3	5	7	5	3	2	9	2	7
Retouched	4	6	7	5	1	4	5	9	2
Bladelets	5	4	0	4	12	2	3	3	3
Notches	2	5	6	6	1	0	3	4	2
Truncations	6	1	4	2	3	4	3	2	3
Total	67	47	62	66	42	32	37	44	37

TABLE 4. ARTIFACT CLASS FREQUENCIES FOR COUCHE V, ELEVEN-CLUSTER *k*-MEANS SOLUTION

Cluster Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Class											
Burins	47	27	33	20	23	10	13	24	20	18	20
End-scrapers	3	4	2	3	4	1	7	2	5	5	7
Retouched	4	5	2	1	6	1	4	9	5	4	2
Bladelets	5	0	3	11	4	0	2	3	3	2	3
Notches	2	4	2	1	5	0	4	4	3	2	2
Truncations	6	3	3	3	1	3	1	2	0	3	3
Total	67	43	45	39	43	15	31	44	36	34	37

Fig. 4 — Composizione dei "clusters" di industria litica nelle tre soluzioni iterative della "k-means cluster analysis" per lo strato V del giacimento del Paleolitico superiore del Flageolet I in Dordogna (da SIMEK *et al.* 1985).

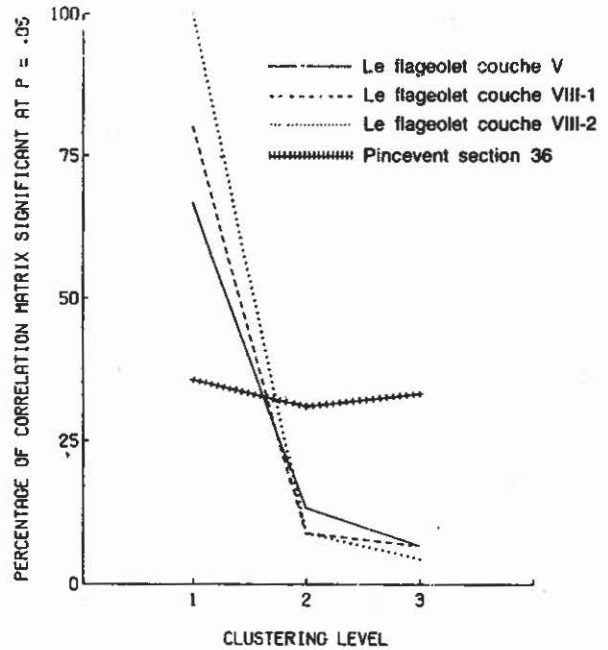
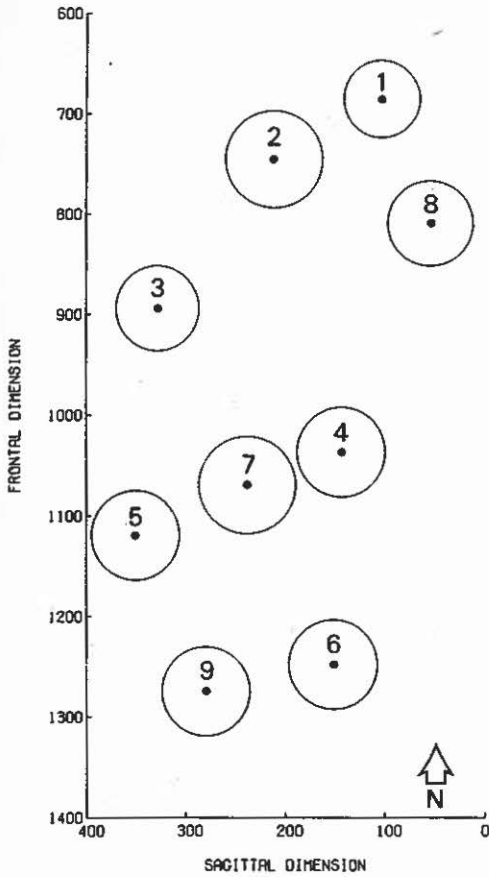


Fig. 5 — Distribuzione spaziale ed estensione dei nove "clusters" (seconda soluzione iterativa della "k-means cluster analysis") per lo strato V del giacimento del Paleolitico superiore del Flageolet I in Dordogna (da SIMEK *et al.* 1985).

Fig. 6 — Grafici di eterogeneità tra la percentuale di correlazioni statisticamente significative e livello di "clustering" per tre strati del giacimento del Flageolet e per la sezione 36 del giacimento Maddaleniano di Pincevent (da SIMEK *et al.* 1985).

strati del Flageolet mostrano chiaramente l'andamento aspettato, dove si ha una brusca caduta della percentuale della matrice di correlazione statisticamente significativa dal primo al secondo livello di "clustering", mentre la soluzione ad undici "clusters" mostra una percentuale di correlazioni significative solo di poco inferiore a quello della soluzione a nove "clusters". Questo significa che la "convergenza" del processo iterativo della "k-means cluster analysis" è già buona al livello della seconda soluzione a nove "clusters".

Ben diversa è invece, come si vede dalla Fig. 6, la situazione per la sezione 36 di Pincevent: la variazione di percentuale di correlazioni statisticamente significative tra il primo ed il secondo livello di "clustering" è insignificante e, addirittura, *aumenta* al terzo livello di "clustering". Evidentemente, nella sezione 36 di Pincevent, come si è già visto nel lavoro di I. Johnson (1984), le analisi quantitative non mostrano accordo con le conclusioni qualitative di A. Leroi-Gourhan e Brézillon (1972), circostanza che è stata anche recentemente rilevata da F. Djindjian (1991, 139).

Vale la pena di osservare che, quasi paradossalmente, i risultati quantitativi della "k-means cluster analysis" sembrano migliori per una serie di strati "spessi", come sono quelli del riparo del Flageolet, in confronto allo strato "sottile" rappresentato dall'unità 36 di Pincevent, tradizionalmente considerato come un "suolo d'abitato". Per una discussione più approfondita sulla problematica archeologica dei "suoli d'abitato" e più in generale delle paleosuperfici si rimanda a lavori di sintesi più specializzati (cfr. ad es. VILLA 1976-77; BIETTI 1990; in stampa). La "k-means cluster analysis" è universalmente riconosciuta come un metodo di analisi spaziale piuttosto potente e abbastanza semplice da usare, anche se, come osserva H. Blankholm (1991, 63), non include un algoritmo che permetta analisi di correlazione con altre classi di oggetti (ad esempio, nel caso dell'analisi di I. Johnson, un ipotetico insieme di resti ossei, oltre a quello degli strumenti litici descritto in Fig. 4) e, in questo senso, è in parte ancora un metodo unidimensionale (Fig. 1). Un altro metodo, introdotto da R. Whallon (1984), è quello della "unconstrained cluster analysis", da lui applicato ad un caso etnoarcheologico eschimese, il Mask Site descritto da L.R. Binford (1978). Si tratta di un accampamento temporaneo (un "hunting stand"), dove un gruppo di cacciatori, aspettando l'arrivo dei branchi di renne, trascorre il tempo in attività disperate: i cacciatori mangiano, costruiscono strumenti, si esercitano al tiro al bersaglio, giocano a carte, ecc.

Il metodo consiste in una serie di procedure che iniziano con il costruire delle curve di livello di densità delle varie classi di oggetti considerati per finire con una "cluster analysis" spaziale effettuata con un criterio di minimizzazione della varianza tra "clusters" in modo da raggruppare gli oggetti gerarchicamente (il metodo di Ward). Il termine "unconstrained" deriva essenzialmente dal fatto che fattori come le dimensioni, la forma, la densità e la composizione delle varie classi di oggetti, tradizionalmente considerati più o meno come *costanti*, sono invece trattati come *variabili*. Nel caso del Mask Site, R. Whallon considera cinque categorie di oggetti: strumenti, cartucce di proiettili, frammenti di legno, ossa di grandi dimensioni e frammenti di ossa. La "unconstrained cluster analysis" produce 13 "clusters" spaziali e in Fig. 7a si possono vedere i contributi ai "clusters", in termini di medie e deviazioni standard, delle categorie di

oggetti. In Fig. 7b vediamo invece la distribuzione spaziale degli oggetti secondo i "clusters".

Per quanto riguarda l'interpretazione archeologica dell'analisi, è interessante esaminare, ad esempio, la Fig. 8, che mostra la sovrapposizione della Fig. 7b con l'analisi etnologica osservata direttamente da L. Binford nel Mask Site. Si vede bene che i "clusters" dell'analisi spaziale sono in buon accordo con il "palinsesto" d'attività dei cacciatori eschimesi descritto da L. Binford. Il "cluster" n. 8, ad esempio, si sovrappone bene ad un'area di gioco di carte: nella Fig. 7a, infatti, il contributo maggiore al "cluster" proviene dai frammenti di ossa e L. Binford racconta appunto di un'attività di consumo di midollo da frammenti di ossa proprio durante le partite a carte. D'altra parte, i rifiuti di pasto sono abbondantemente presenti anche nell'attività di consumazione di cibo, anche se più sparsi, ed infatti l'area dei giocatori di carte confina ed interferisce con un'area di consumo di cibo dove i gruppi più rappresentati sono i n. 4, 11 e 13. Un segno abbastanza evidente di attività specializzata è invece costituito dai "clusters" n. 3 e 5, essenzialmente dominati dalle cartucce di proiettili e, infatti, sono localizzati in prossimità di persone che esercitavano il tiro al bersaglio (gli uomini a tratto pieno con il quadratino all'interno in Fig. 8). È evidente, comunque, che il buon accordo tra l'analisi spaziale e la situazione "reale" si è potuto stabilire, in questo caso, proprio perché il "record" archeologico "reale" era conosciuto a priori: nelle situazioni preistoriche, non si hanno invece, purtroppo, informazioni dirette sulla formazione delle aree di attività, ed in particolar modo dei "palinsesti" e, soprattutto, sulle alterazioni postdeposizionali avvenute nel corso del tempo. L'esempio etnoarcheologico, comunque, può sempre essere estremamente utile come *sorgente di modelli interpretativi* di comportamenti del passato.

Abbiamo visto, finora, una serie di applicazioni di metodi di analisi spaziali diversi a situazioni diverse e, a questo punto, ci si potrebbe chiedere: esiste un metodo di analisi spaziale "migliore" rispetto agli altri?

A mio giudizio, la domanda è mal posta: al di là di un "fondo" comune, i diversi metodi hanno proprietà diverse e sono applicabili "al meglio" a situazioni diverse. H. Blankholm (1991) fornisce un'analisi dettagliata delle proprietà positive e negative dei diversi algoritmi di analisi spaziale, ma insiste, comunque, nel sottolineare che i migliori risultati si possono ottenere con l'applicazione successiva e/o parallela dei diversi metodi.

In questo senso, anche l'analisi di R. Whallon del Mask Site fornisce un esempio di applicazioni successive di metodi diversi: prima della "cluster analysis" finale, R. Whallon presenta i risultati, ad esempio, di "scatterplots" con analisi di regressione tra le varie classi di oggetti, nonché di analisi di correlazione e di componenti principali (WHALLON 1984).

Group	Materials				
	Tools	Projectiles	Wood scrap	Large bones	Bone scrap
1	0.90 ± 0.11	0.01 ± 0.02	0.00 ± 0.00	0.05 ± 0.08	0.04 ± 0.06
2	0.01 ± 0.02	0.33 ± 0.07	0.39 ± 0.08	0.01 ± 0.02	0.25 ± 0.06
3	0.01 ± 0.00	0.51 ± 0.05	0.33 ± 0.05	0.03 ± 0.01	0.12 ± 0.04
4	0.02 ± 0.04	0.02 ± 0.04	0.50 ± 0.07	0.09 ± 0.07	0.36 ± 0.09
5	0.02 ± 0.02	0.70 ± 0.07	0.17 ± 0.08	0.06 ± 0.01	0.57 ± 0.02
6	0.17 ± 0.13	0.20 ± 0.13	0.01 ± 0.01	0.38 ± 0.12	0.24 ± 0.14
7	0.51 ± 0.12	0.02 ± 0.04	0.00 ± 0.00	0.14 ± 0.02	0.33 ± 0.10
8	0.04 ± 0.02	0.18 ± 0.05	0.00 ± 0.00	0.11 ± 0.02	0.67 ± 0.06
9	0.07 ± 0.02	0.08 ± 0.07	0.21 ± 0.07	0.01 ± 0.01	0.64 ± 0.08
10	0.19 ± 0.05	0.03 ± 0.03	0.01 ± 0.02	0.03 ± 0.03	0.74 ± 0.04
11	0.10 ± 0.04	0.01 ± 0.01	0.07 ± 0.04	0.01 ± 0.01	0.83 ± 0.02
12	0.08 ± 0.03	0.00 ± 0.01	0.00 ± 0.00	0.11 ± 0.04	0.81 ± 0.06
13	0.03 ± 0.03	0.01 ± 0.01	0.01 ± 0.01	0.05 ± 0.03	0.91 ± 0.04

a

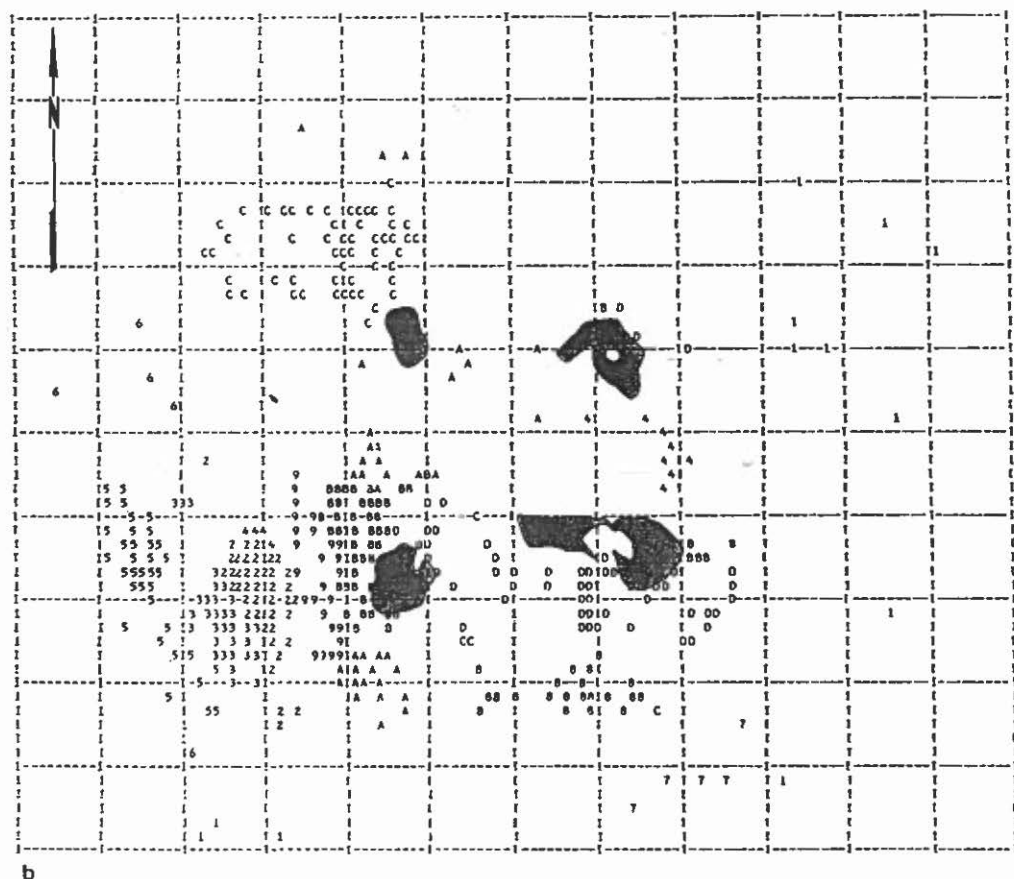


Fig. 7 — Analisi del Mask Site: a) Media e deviazione standard dei contributi delle categorie di oggetti ai 13 gruppi della "cluster analysis". b) Distribuzione spaziale degli oggetti secondo i 13 gruppi: le lettere A, B, C e D rappresentano i "clusters" 10-13. Le zone ombreggiate raffigurano focolari (da WHALLON 1984).

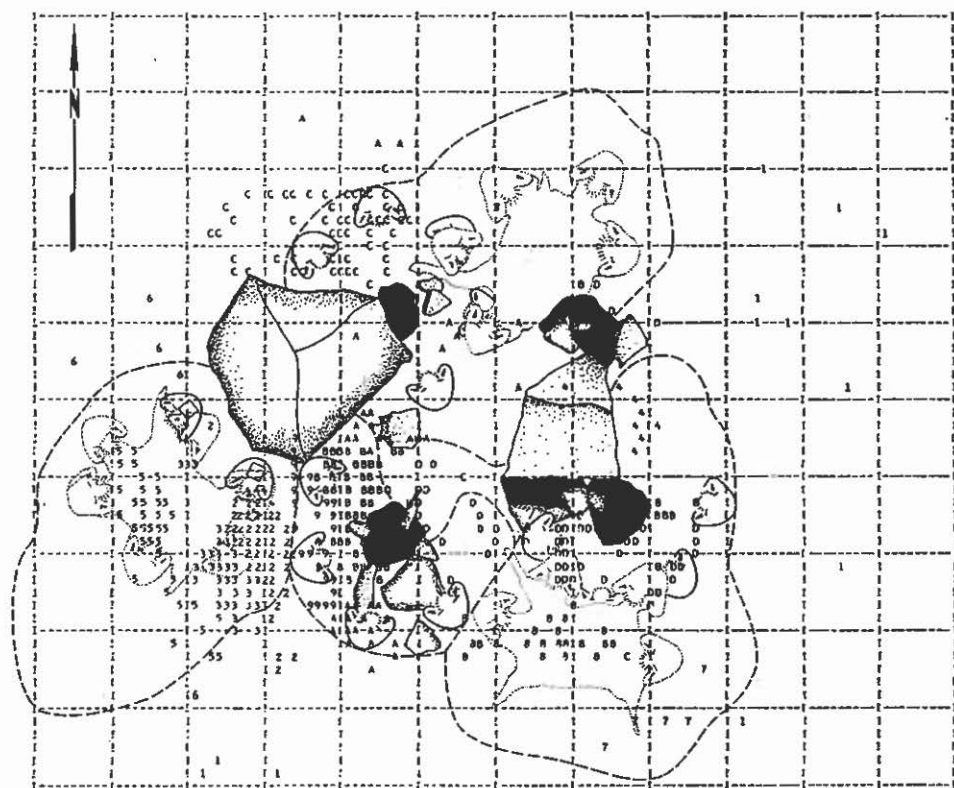


Fig. 8 — Sovrainposizione della Fig. 7b con le osservazioni di L. R. Binford per quanto riguarda le attività di conversazione e di consumazione del cibo (linee a tratto), attività di tiro al bersaglio (uomini a tratto pieno con quadratino all'interno), e gioco delle carte (aree puntinate). Le zone ombreggiate rappresentano focolari (da WHALLON 1984).

Come esempio di analisi "parallele" e concomitanti, H. Blankholm presenta lo studio del giacimento Maglemosiano (Mesolitico antico) di Barmose I in Danimarca (BLANKHOLM 1991, 183-205). Le classi di oggetti considerate (10) riguardano solo l'industria litica, perché i resti faunistici e vegetali sono troppo scarsi per essere presi in considerazione. L'Autore applica diversi metodi di analisi spaziale: "k-means cluster analysis", "unconstrained clustering", analisi delle corrispondenze e un nuovo metodo, basato sulle presenze-assenze degli oggetti (e non più sulla loro densità), denominato "presab": si tratta in pratica del metodo descritto in Fig. 1 (secondo quadrato dall'alto a sinistra) come "Présence/absence mutuelle".

In Fig. 9 vediamo i risultati della "k-means cluster analysis" per i 10 tipi

di oggetti litici considerati: in alto abbiamo la configurazione spaziale “combinata” (e cioè con la sovrapposizione delle diverse soluzioni della “cluster analysis”) per i primi cinque gruppi di strumenti, ed in basso quella degli altri cinque. La “k-means cluster analysis” è stata qui effettuata per ogni singolo gruppo di strumenti (bulini, grattatoi, ecc.) a differenza del caso del Flageolet I sopra descritto (Fig. 4) dove i “clusters” raggruppavano diversi tipi. Si vede così, ad esempio, che il numero di “clusters” definiti dalla soluzione ottimale della procedura “k-means” è diverso per i diversi tipi: 4 per i raschiatoi, 5 per i bulini, 2 per i microbulini, e così via (per maggiori dettagli cfr. BLANKHOLM 1991, Figg. 110-119).

L'Autore applica poi la “unconstrained cluster analysis”, l'analisi delle corrispondenze e la suddetta “presab”, identificando rispettivamente 15, 16 e 15 “clusters” spaziali. I risultati, in termini di aree riconoscibili, sono presentati in Fig. 10 per la “unconstrained cluster analysis” (11 aree), in Fig. 11 per l'analisi delle corrispondenze (9 aree) e in Fig. 12 per la “presab” applicata ad un conteggio di “griglia”, e cioè raggruppando oggetti con diverse coordinate secondo unità spaziali prestabilite (la parte a sinistra in Fig. 1: 10 aree). I risultati sono abbastanza simili per i tre metodi: c'è sempre una serie di aree nella zona E dello scavo e un insieme di aree raggruppate verso il centro-nord (la porzione sud non è stata scavata). Data la possibile presenza di una capanna nella zona centro-nord, dove c'è anche un focolare (più o meno all'incrocio dei quadrati 5-6 E-O e 9-10 N-S: cfr. la mappa in BLANKHOLM 1991), e il contenuto di tipi litici nei vari “clusters”, H. Blankholm interpreta le aree interne come concentrazioni di attività multiple all'interno della capanna e le aree esterne come testimonianze di attività più specializzate (BLANKHOLM 1991, 204).

Da un punto di vista strettamente analitico il risultato è estremamente soddisfacente, dato che diverse tecniche producono “patterns” di aggregazione abbastanza simili. Le difficoltà intervengono, come ammette lo stesso Blankholm, per quanto riguarda l'interpretazione archeologica: i dati riguardano soltanto l'industria litica, innanzitutto, e, non essendo stato possibile effettuare dei “refittings”, e cioè congiungere tra loro almeno alcune tra le diverse schegge ed i nuclei, non si può essere realmente sicuri di trovarsi in presenza di una serie di attività specializzate, anche se lo spessore dello strato (pochi cm) sarebbe in accordo con una frequentazione di breve durata.

A questo proposito, per finire questo breve *excursus* sullo stato attuale delle tecniche di analisi spaziali “intrasite”, vorrei citare un esempio abbastanza clamoroso: quello dello strato VIII della Grotta Vaufrey, in Dordogna, che ha restituito diversi strati datati (anche con datazioni assolute) al Pleistocene medio, e i cui risultati sono stati recentemente pubblicati a cura di J.Ph. Rigaud (1988).

L'analisi spaziale, che, anche in questo caso, consta di una serie di tecniche

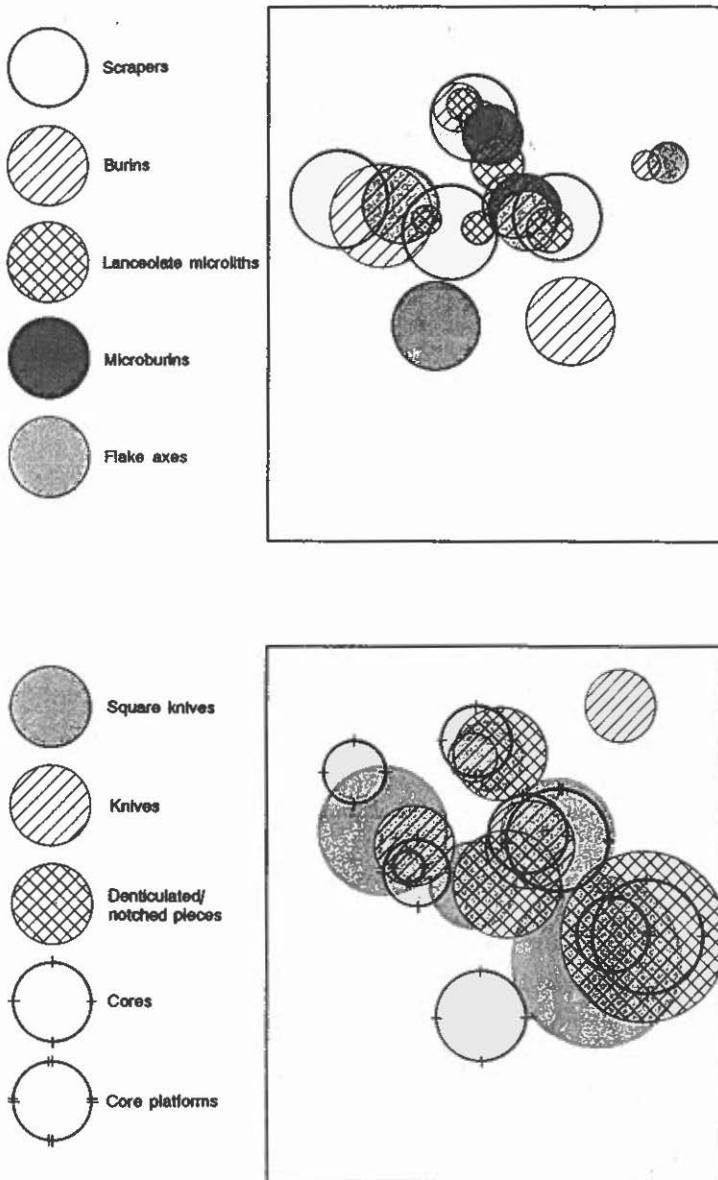


Fig. 9 — Configurazioni spaziali raggruppate per le soluzioni ottimali della "k-means cluster analysis" per il giacimento Mesolitico di Barmose I. In alto: raschiatoi, bulini, microliti lanceolati, microbulini e asce su scheggia; in basso: due tipi di "coltelli", denticolati ed intaccature, nuclei e schegge di ravvivamento di nuclei (da BLANKHOLM 1991).

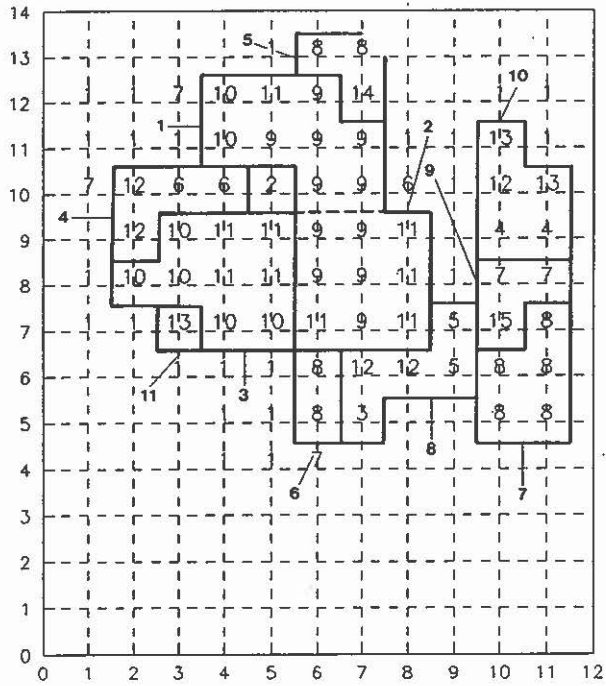


Fig. 10 — Distribuzione spaziale dei “clusters” tramite la “unconstrained cluster analysis” ed identificazione di aree per il sito di Barmose I (da BLANKHOLM 1991).

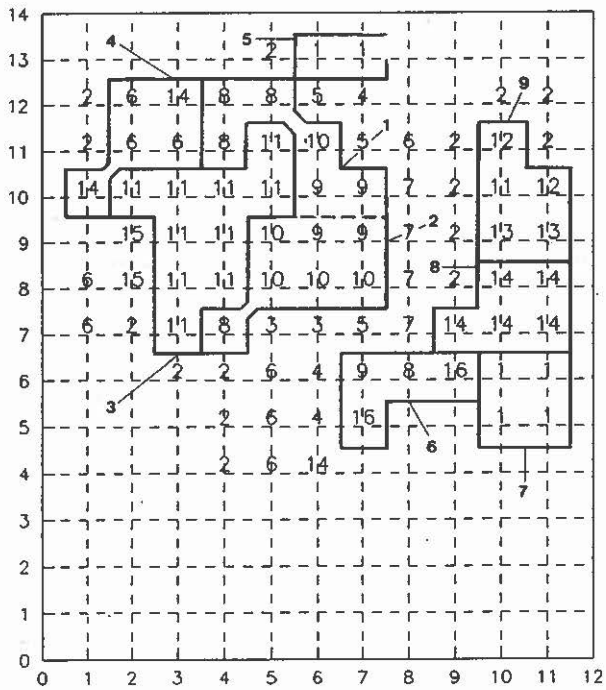


Fig. 11 — Come in Fig. 10 tramite l’analisi delle corrispondenze (da BLANKHOLM 1991).

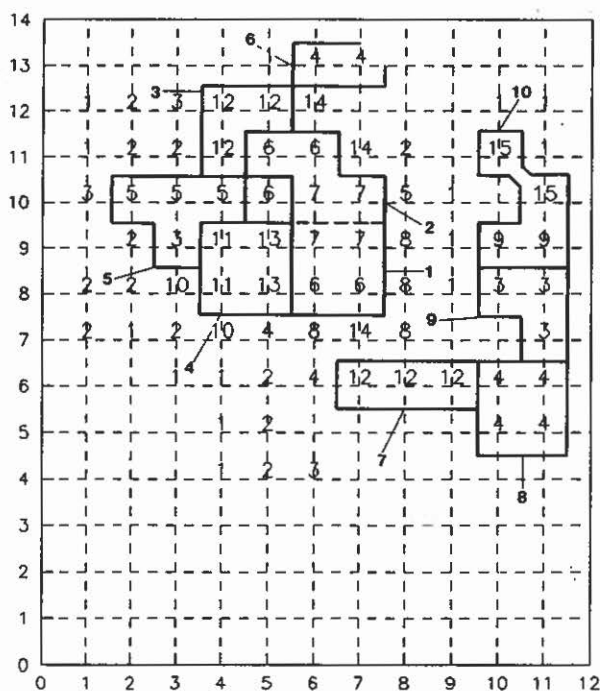


Fig. 12 — Come in Fig. 10 tramite il metodo "presab" a griglia (da BLANKHOLM 1991).

applicata in successione, è stata effettuata da J.F. Simek (1988). Gli oggetti considerati sono stati ripartiti in due categorie principali: la prima riguarda gli strumenti litici, come nel già citato caso del Flageolet I, ma ora non solo limitata a 6 gruppi (Fig. 4), ma a ben 29 classi di oggetti, che comprendono in pratica la quasi totalità della lista tipologica del Paleolitico inferiore e medio definita da F. Bordes (1961). La seconda categoria riguarda i resti faunistici, rappresentati da ben 19 parametri, che comprendono essenzialmente le diverse specie rinvenute (cervo, cavallo, orso, ecc.). L'analisi statistica inizia con la "k-means cluster analysis" applicata alle due categorie (la soluzione ottimale è di 10 clusters per l'industria litica e di 11 clusters per i resti ossei), seguita da un'analisi di regressione lineare, da uno studio della associazione tra classi di oggetti, effettuato tramite il coefficiente "tau- $\beta$ ", ed infine da un'analisi dei fattori.

Le conclusioni archeologiche di J. Simek sono che lo strato VIII di Grotta Vaufrey rappresenta un episodio di frequentazione umana, forse ripetuta nel tempo, ma comunque di breve durata, e soprattutto che l'analisi spaziale eseguita sui resti litici ed ossei indica un'intensa attività umana, e che una frequentazione di carnivori nella grotta gioca solo un ruolo marginale (SIMEK 1988, 590-

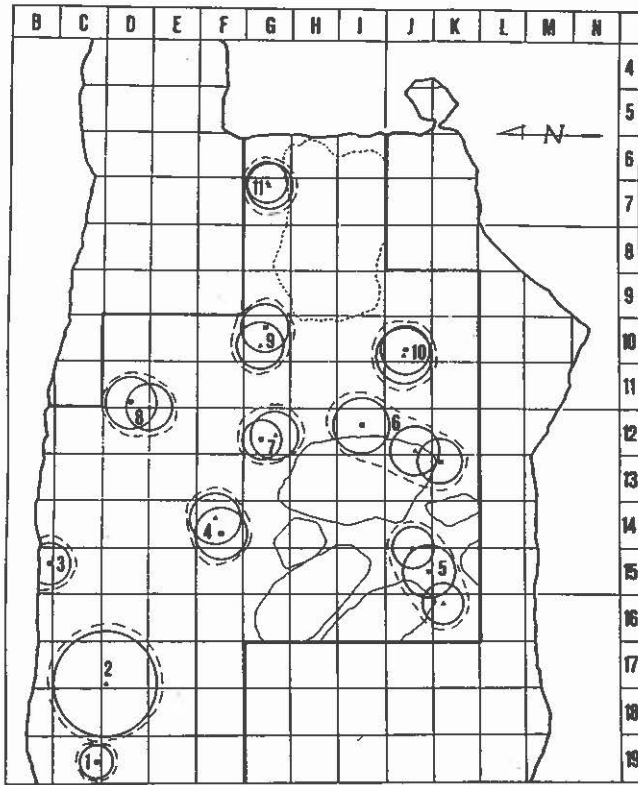


Fig. 13 — Mappa della distribuzione spaziale dei 10 gruppi di industria litica e degli 11 gruppi dei resti ossei derivati dalla “k-means cluster analysis” per lo strato VIII di Grotta Vaufrey. I quadratini in nero rappresentano la posizione dei centroidi per i gruppi ossei e i triangoli la posizione di quelli dei gruppi di industria litica (da SIMEK 1988).

591). Questa affermazione è basata principalmente sui punti seguenti: a) le soluzioni ottimali della “k-means cluster analysis” per i resti litici e quelli ossei mostrano un livello notevole di sovrapposizione (Fig. 13); b) c'è una porzione centrale del sito dove esiste una correlazione massima (sia in termini dei primi tre assi dell'analisi dei fattori che dell'analisi di correlazione tramite il coefficiente “tau-β”) tra resti faunistici e litici (le zone 5 e 6 in Fig. 13): questa porzione è stata interpretata da J. Simek (1988, 590) come un'area di intensa attività umana di diversi tipi. In Fig. 14 possiamo vedere, in alto, il peso dei diversi fattori per le zone identificate dalla “k-means cluster analysis” e, in basso, i contributi più significativi alle varie zone. Si vede bene che le già citate zone 5 e 6 ricevono i contributi più significativi dai primi tre fattori (da notare che i sei

fattori illustrati in Fig. 14 rappresentano circa il 92% della varianza totale). Se ora andiamo a vedere la composizione dei diversi fattori (Fig. 15, dove ora le variabili sono state riassunte in 29, tra litiche ed ossee), si vede benissimo, ad esempio, che il primo fattore è caratterizzato da grandi valori dei "factor loadings" sia di variabili litiche che ossee. Lo stesso risultato si può ricavare dall'analisi dei coefficienti di correlazione "tau- $\beta$ " mostrati in Fig. 16. Le zone più "marginali" e di densità minore in Fig. 13, più legate agli altri fattori, sono interpretate da J. Simek (1988, 590) come luoghi di attività specializzate umane e, in qualche caso, da concentrazioni di oggetti prodotti dall'uomo e/o dai carnivori.

L'insieme delle tecniche analitiche usate, la loro consistenza, sembrano produrre un risultato "inattaccabile", tanto più importante in quanto si tratta di

ZONE	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FACTEUR 3	FACTEUR 4	FACTEUR 5	FACTEUR 6
1	-0.93	0.05	-0.46	-0.33	-0.37	1.70
2	-0.89	-0.18	-0.32	-0.20	-0.13	-0.20
3	-1.05	-0.16	-0.01	-0.26	0.21	-0.04
4	-0.09	-0.05	-0.26	2.77	-0.03	-0.04
5	1.86	1.76	-0.55	0.09	-1.31	-1.06
6	0.48	1.30	1.82	-0.42	2.10	1.72
7	0.52	-1.16	-0.31	-0.86	-0.96	1.14
8	-0.33	0.22	-1.04	-0.41	0.42	-0.66
9	0.12	-0.79	2.02	-0.32	-0.99	-1.28
10	0.78	-0.99	-0.33	0.15	1.88	-0.52
11	-0.47	0.00	-0.51	-0.21	-0.52	-0.74

ZONE	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FACTEUR 3	FACTEUR 4	FACTEUR 5	FACTEUR 6
1						+
2						
3						
4				+		
5	+	+				
6		+	+		+	+
7						+
8						
9			+			
10					+	
11						

Fig. 14 — In alto: contributi quantitativi del numero di oggetti presenti in ogni zona di concentrazione dello strato VIII di Grotta Vaufrey per i sei assi dell'analisi dei fattori. In basso: i contributi più significativi derivati dalla tabella in alto (da SIMEK 1988).

CLASSE	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FACTEUR 3	FACTEUR 4	FACTEUR 5	FACTEUR 6
Déb. levallois	<u>0.79</u>	0.37	-0.03	0.17	0.01	0.10
Pointes	0.41	<u>0.65</u>	<u>0.51</u>	-0.13	-0.13	-0.10
Racloirs	<u>0.78</u>	0.33	0.30	0.15	0.03	-0.15
Couteaux à dos	<u>0.65</u>	0.03	<u>0.64</u>	0.14	0.01	0.06
Encoches	<u>0.91</u>	-0.00	0.00	-0.04	-0.09	-0.23
Eclats retouchés	<u>0.61</u>	<u>0.51</u>	-0.05	-0.37	0.02	-0.22
Débitage	<u>0.86</u>	0.03	0.01	-0.03	-0.13	-0.01
Crâne	<u>0.78</u>	0.13	0.28	-0.00	0.32	0.24
Squelette axial	<u>0.73</u>	0.27	0.23	0.19	0.24	0.30
Squelette appendic.	<u>0.76</u>	0.26	0.36	0.12	0.25	0.11
Bovins	<u>0.54</u>	0.12	0.23	-0.33	-0.27	-0.50
Cerf	<u>0.78</u>	0.21	0.28	-0.01	0.26	0.21
Outil en os	<u>0.16</u>	0.18	<u>0.87</u>	-0.13	0.07	-0.06
Cheval	<u>0.80</u>	0.18	0.26	-0.09	0.32	0.07
Ours	<u>0.66</u>	0.45	-0.10	-0.30	0.31	0.19
Castor	-0.02	0.13	0.18	0.24	0.03	<u>0.81</u>
Rhinocéros	0.36	<u>0.86</u>	0.20	-0.11	0.06	0.14
Lynx	0.22	0.40	-0.05	0.15	-0.27	<u>0.69</u>
Canidés	<u>0.75</u>	0.37	0.06	-0.13	0.23	0.04
Renard	0.25	0.44	<u>0.65</u>	0.02	-0.15	0.37
Hemitragus	<u>0.68</u>	0.27	0.45	0.15	0.21	0.18
Outil en os	0.03	-0.05	-0.04	<u>0.95</u>	-0.10	0.13
Chamois	0.02	0.15	0.28	-0.11	<u>0.78</u>	0.10
Marmotte	0.03	-0.05	-0.04	<u>0.95</u>	-0.10	0.13
Outils en os	0.36	-0.42	-0.15	-0.31	-0.35	<u>0.52</u>
Chevreuil	0.33	<u>0.71</u>	0.15	<u>0.52</u>	-0.01	0.20
Blaireau	0.38	-0.35	-0.16	-0.02	<u>0.67</u>	-0.20
Thar	0.33	<u>0.82</u>	0.26	-0.11	0.13	0.18
Non identifiés	0.27	0.07	-0.15	-0.15	<u>0.76</u>	-0.15
% variation expliquée	39	15	10	10	9	9

Fig. 15 — Matrice dei "factor loadings" per i sei primi assi dell'analisi dei fattori per lo strato VIII di Grotta Vaufrey (da SIMEK 1988).

uno strato frequentato da un'umanità di circa 150.000 anni fa, se si fa riferimento alle datazioni assolute (è bene osservare invece come, con l'eccezione del caso "attuale" del Mask Site, tutti gli esempi presentati in precedenza non superano i 25.000 anni da oggi, e sono quindi il risultato di attività dell'uomo anatomicamente moderno).

Il problema, però, è che la correlazione tra resti ossei e industria litica, che è il pilastro centrale di tutta l'interpretazione archeologica di J. Simek a seguito delle analisi spaziali, è sostanzialmente illusoria: un'analisi tafonomica dei resti faunistici effettuata da L.R. Binford (1988), ha mostrato che la stragrande maggioranza dei resti ossei non presenta alcuna traccia di azione umana o, meglio,

Classe	Groupe																												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Déb. levallais	/																												
Pointes	0.5	/																											
Racloirs	0.8	0.7	/																										
Couteaux à dos	0.6	0.5	0.7	/																									
Encoches	0.7	0.4	0.7	0.6	/																								
Eclats retouchés	0.6	0.6	0.6	0.3	0.6	/																							
Débitage	0.7	0.4	0.6	0.6	0.8	0.6	/																						
Crâne	0.7	0.5	0.7	0.7	0.6	0.5	0.6	/																					
Squelette axial	0.7	0.5	0.7	0.6	0.6	0.4	0.6	0.8	/																				
Squelette appen.	0.7	0.6	0.8	0.7	0.6	0.5	0.6	0.9	0.9	/																			
Bovins	0.4	0.5	0.6	0.4	0.6	0.6	0.5	0.3	0.2	0.4	/																		
Cerf	0.7	0.6	0.7	0.7	0.6	0.5	0.6	0.9	0.8	0.9	0.3	/																	
Outil en os	0.2	0.6	0.4	0.7	0.1	0.3	0.2	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	/																
Cheval	0.7	0.6	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.9	0.8	0.8	0.4	0.9	0.4	/															
Ours	0.7	0.4	0.5	0.4	0.5	0.8	0.6	0.7	0.7	0.7	0.3	0.7	0.2	0.8	/														
Castor	0.2	0.0	0.0	0.2	-0.2	-0.2	-0.0	0.2	0.4	0.2	-0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	/													
Rhinocéros	0.6	0.8	0.6	0.4	0.3	0.6	0.4	0.5	0.6	0.6	0.3	0.6	0.4	0.5	0.7	0.2	/												
Lynx	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.3	-0.1	0.3	-0.0	0.2	0.3	0.7	0.5	/											
Canidés	0.7	0.6	0.7	0.5	0.6	0.7	0.6	0.8	0.7	0.8	0.4	0.8	0.3	0.8	0.8	0.1	0.6	0.3	/										
Renard	0.4	0.7	0.4	0.6	0.2	0.2	0.3	0.5	0.5	0.6	0.1	0.6	0.6	0.4	0.3	0.4	0.6	0.5	0.4	/									
Hemitragus	0.6	0.6	0.8	0.8	0.6	0.4	0.5	0.8	0.9	0.9	0.3	0.8	0.5	0.8	0.6	0.3	0.6	0.4	0.7	0.7	/								
Outil en os	0.2	-0.2	0.1	0.2	-0.1	-0.3	0.0	0.0	0.2	0.1	-0.3	0.0	-0.1	-0.1	-0.3	0.3	-0.1	0.2	0.1	0.0	0.1	/							
Chamois	0.2	0.2	0.2	0.2	-0.0	0.1	-0.0	0.4	0.3	0.3	-0.1	0.4	0.3	0.4	0.4	0.1	0.3	-0.1	0.2	0.2	0.3	-0.2	/						
Marmotte	0.2	-0.2	0.1	0.2	-0.1	-0.3	0.0	0.0	0.2	0.1	-0.3	0.0	-0.1	-0.1	-0.3	0.3	-0.1	0.2	-0.1	0.0	0.1	1.0	-0.2	/					
Outils en os	0.2	-0.2	-0.1	0.2	0.2	0.0	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.2	-0.1	0.1	0.2	0.2	-0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.2	-0.1	/				
Chevreuil	0.6	0.5	0.6	0.4	0.2	0.3	0.3	0.4	0.6	0.6	0.0	0.5	0.2	0.4	0.4	0.4	0.8	0.5	0.4	0.6	0.6	0.5	0.2	0.5	-0.2	/			
Blaireau	0.2	-0.2	0.2	0.2	0.4	0.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.0	0.3	-0.1	0.4	0.2	-0.2	-0.1	-0.3	0.3	-0.3	0.3	-0.1	0.4	-0.1	-0.1	-0.2	/		
Thar	0.6	0.7	0.6	0.4	0.3	0.6	0.3	0.5	0.6	0.6	0.2	0.6	0.4	0.6	0.7	0.2	0.9	0.4	0.6	0.7	0.6	-0.1	0.4	-0.1	-0.1	0.7	-0.1	/	
Non identifiés	0.2	0.0	0.2	0.1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.3	0.3	0.1	0.3	0.1	0.5	0.5	-0.0	0.1	-0.3	0.4	-0.2	-0.2	-0.2	0.5	-0.2	-0.2	0.0	0.5	0.2	/

Fig. 16 — Matrice di correlazione "tau- $\beta$ " tra le classi di oggetti considerati nell'analisi spaziale dello strato VIII di Grotta Vaufrey: i coefficienti a livello di significanza 0.05 sono sottolineati (da SIMEK 1988).

numerose sono le tracce di azione di carnivori. La Fig. 17 mostra la ripartizione spaziale dei resti ossei che presentano tracce di modificazione dovuta all'uomo: ossa bruciate, tracce di scarnificazione, ecc.: come si vede, si tratta di una quantità del tutto trascurabile rispetto al totale dei resti ossei considerati nell'analisi spaziale (circa 3500; cfr. SIMEK 1988, 574).

Dovremmo concludere quindi che le analisi spaziali quantitative sono "sbagliate"? Questa sarebbe, con tutta probabilità, l'opinione dell'archeologo "tra-

dizionale”, il quale guarda con sospetto, quando addirittura non avversa apertamente, le applicazioni statistiche e quantitative ai problemi archeologici.

In realtà, come spero si sia potuto capire da questa breve esposizione, l'analisi effettuata da J. Simek è *impeccabile* sia per quanto riguarda le tecniche usate che per la loro “successione logica”, e altrettanto impeccabile è, a mio giudizio, l'insieme di analisi effettuate da H. Blankholm per il sito di Barmose I. Il pro-

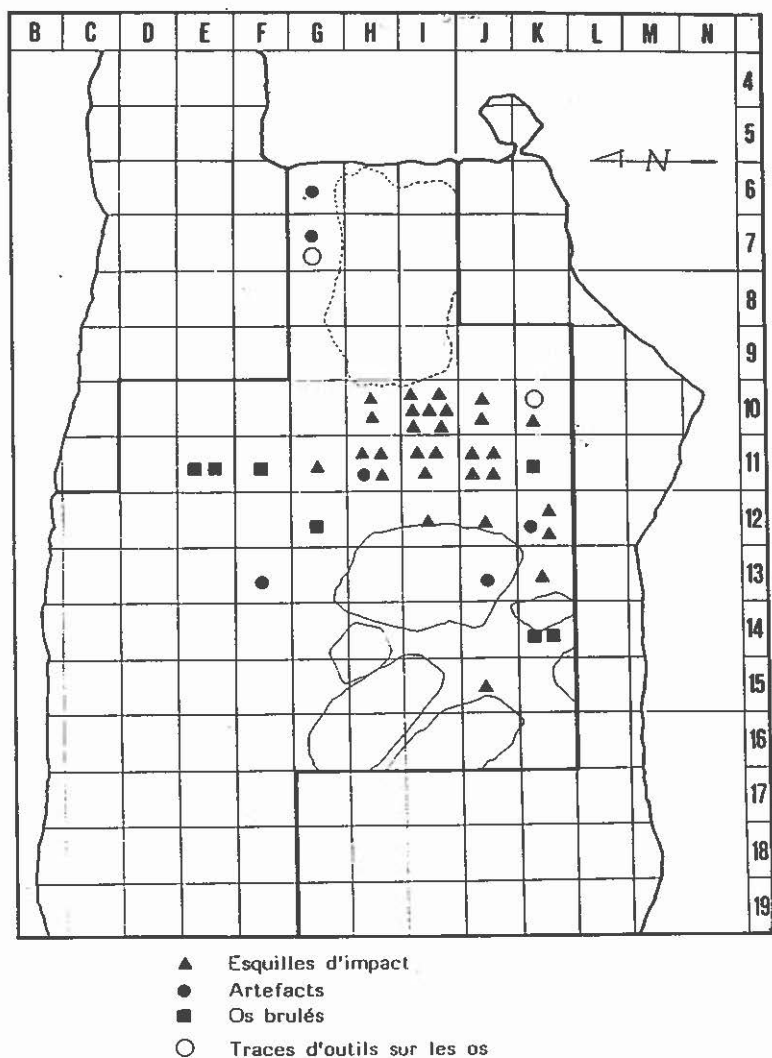


Fig. 17 — Ripartizione spaziale nello strato VIII di Grotta Vaufrey degli oggetti ossei che rivelano tracce di attività umana (da BINFORD 1988).

blema reale risiede nella "scelta delle variabili": J. Simek, ad esempio, non ha tenuto conto dell'importanza della modificazione delle ossa da parte dell'uomo o dei carnivori.

La scelta delle variabili rilevanti, in ogni caso, è un compito precipuo ed esclusivo dell'archeologo: le tecniche analitiche sono in sé *neutre*, e spetta all'archeologo scegliere le variabili significative da inserire nell'analisi quantitativa. In conclusione, come non mi stancherò mai di ripetere abbastanza, non spetta all'archeologo la gestione tecnica dei vari metodi di analisi quantitative, ma è suo dovere, anche per la scelta delle variabili rilevanti, avere un buon grado di conoscenza di questi metodi e dei loro limiti di applicazione e spero, in questo senso, che questa breve rassegna di alcuni degli ultimi sviluppi delle analisi spaziali "intrasite" possa essere di qualche utilità agli archeologi realmente interessati.

AMILCARE BIETTI

Sezione di Antropologia  
Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo,  
Università di Roma « La Sapienza »  
Istituto Italiano di Paleontologia Umana, Roma.

#### BIBLIOGRAFIA

- BIETTI A. 1982, *Tecniche matematiche nell'analisi dei dati archeologici*, Contributi del Centro Linceo Interdisciplinare di Scienze Matematiche e loro Applicazioni n. 61, Roma.
- BIETTI A. 1989, *Applicazioni di metodi matematici e statistici nell'analisi spaziale di siti del Paleolitico*, in *Atti della XXVII Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria*, 251-274.
- BIETTI A. 1990, *Nuovi sviluppi negli scavi del Paleolitico: dai "suoli d'abitato" ai "palinsesti"*, in R. FRANCOVICH, D. MANACORDA (edd.), *Lo Scavo Archeologico dalla diagnosi all'edizione*, Firenze, Edizioni All'Insegna del Giglio.
- BIETTI A. in stampa, *Paleosuperfici antropiche e strati "spessi": alcune considerazioni sul loro contenuto di informazione*, in *Atti della XXXI Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria*.
- BINFORD L.R. 1978, *Dimensional analysis of behavior and site structure: learning from an Eskimo hunting stand*, « *American Antiquity* », 43, 330-361.
- BINFORD L.R. 1988, *Etude taphonomique des restes fauniques de la Grotte Vaufréy, couche VIII*, in RIGAUD 1988, 535-563.
- BLANKHOLM H.P. 1991, *Intrasite Spatial Analysis in Theory and Practice*, Aarhus, Aarhus University Press.
- BORDES F. 1961, *Typologie du Paleolithique ancien et moyen*, Bordeaux, Delmas.
- DJINDJIAN F. 1991, *Méthodes pour l'Archéologie*, Paris, A. Colin.
- HIETALA H.J. 1984 (ed.), *Intrasite Spatial Analysis in Archaeology*, New Directions in Archaeology, Cambridge, Cambridge University Press.
- JOHNSON I. 1984, *Cell frequency distribution and analysis of artifact distribution*, in HIETALA 1984, 75-96.

- LEROI-GOURHAN A., BRÉZILLON M. 1972, *Fouilles de Pincevent, essai d'analyse ethnographique d'un habitat magdalénien (la section 36)*, « Gallia Préhistoire », VII suppl.
- RIGAUD J.P.H. 1988 (ed.), *La Grotte Vaufrey, Paléoenvironnement-Chronologie-Activités humaines*, Mémoires de la Société Préhistorique Française, XIX, Paris.
- SIMEK J.F. 1984, *A k-means approach to the analysis of spatial structure in Upper Paleolithic habitation sites: Le Flageolet I and Pincevent 36*, British Archaeological Reports International Series, n. 205.
- SIMEK J.F. 1988, *Analyse spatiale de la distribution des objets de la couche VIII de la Grotte Vaufrey*, in RIGAUD 1988, 569-592.
- SIMEK J.F., AMMERMAN A.J., KINTIGH K.W. 1985, *Explorations in heuristic spatial analysis: Analyzing the structure of material accumulation over space*, « P.A.C.T. », 11, 229-247.
- VILLA P. 1976-77, *Sols et niveaux d'habitat du Paléolithique inférieur en Europe et au Proche Orient*, « Quaternaria », 19, 107-134.
- WHALLON R. 1973, *Spatial analysis of occupation floors. I. Application of dimensional analysis of variance*, « American Antiquity », 38, 266-278.
- WHALLON R. 1974, *Spatial analysis of occupation floors. II. The application of nearest neighbor analysis*, « American Antiquity », 39, 16-34.
- WHALLON R. 1984, *Unconstrained clustering for the analysis of spatial distributions in archaeology*, in HIETALA 1984, 242-277.

## ABSTRACT

This paper provides a short summary of some recent results in intrasite spatial analysis in Prehistoric archaeology and, in particular, in Paleolithic archaeology, where, as it is well known, intrasite spatial analyses have been applied at least since twenty years.

Starting from some "classic" examples of 80's (the Magdalenian site of Pincevent, the ethnoarchaeological analysis of the Mask site in Alaska), with a short illustration of the techniques applied (correspondence analysis, k-means cluster analysis, unconstrained clustering, factor analysis, etc.), some of the most recent applications are described: the Mesolithic Barmose I site in Denmark, studied by H. Blankholm, and the Middle Pleistocene site of Grotte Vaufrey in South West France (Dordogne), where the intrasite spatial analysis has been performed by J. Simek.

We discuss then the relationship between the "quality" of the quantitative procedures used in the data analysis, which is, in general, of outstanding level, and the "reliability" of the archaeological interpretation. A major conclusion is that the problems arising in the archaeology interpretation (Grotte Vaufrey is a good example) are much more connected with the choice of variables in the quantitative analysis, than with the different algorithms employed: we thus recommend to the archaeologists (and not to the computer scientists involved in the research) the basic selection and choice of the essential variables derived from the data.