

## NUOVE LINEE DI RICERCA FRA ARCHEOLOGIA PRE-DITTIVA E POST-DITTIVA

### 1. ARCHEOLOGIA PREDITTIVA (P): IL PERCORSO CRITICO

Una definizione operativa e minimalista di “Archeologia Predittiva” P (che diventa “Archeologia Preventiva” nel suo versante applicativo, quando cioè si esprime in una quantificazione del rischio di impatto archeologico: DE GUIO 2001; GUERMANDI 2001; NAVA 2009; SERRA, D’AGOSTINO 2010; GULL 2015) può essere quella di una tecnica di predizione di localizzazione di siti archeologici in *terra incognita* basata o su di un campione di siti noti (*terra cognita*) o su di assunzioni sul comportamento (locativo/allocationale) umano del passato (KAMERMANS 2011, 18). La dicotomia di approccio viene anche connotata in termini di induttivo vs deduttivo, correlativo vs esplanatorio o “data-driven” vs “theory-driven” (VERHAGEN 2007, 13), ma, di fatto, non esistono procedimenti “puri”: la stessa selezione di variabili potenzialmente significative è “theory laden” e i modelli esperti/esplanatori sono sempre prodotti alla luce di una conoscenza almeno parziale dell’universo noto di applicazione; inoltre alcuni dei modelli predittivi più avanzati perseguono formalmente mirate strategie di ibridazione (ad es. quelli bayesiani, con definizione di un “prior belief” fondato su expertise: cfr. *infra*).

La fase natale della disciplina appare riducibile a ben definite condizioni critiche al contorno, temporali (gli anni ’60 del secolo scorso), spaziali (USA) e funzionali (la New Archaeology, con particolare riferimento al Field Survey, alla Settlement Pattern Analysis, e alla Site Catchment Theory, ispirati alle teorie locazionali e soprattutto al determinismo ambientale della New Geography e Social Physics) e, sul piano del CRM, il *National Historic Preservation Act* del 1966, che introduce l’obbligo di tutelare le “historical properties” dei territori di giurisdizione, istanzando un virtuoso flusso di ricerche espressamente riconosciuto come “predictive survey” (VERHAGEN 2007, 14). Si formò, così, ben presto una tradizione di studi e ricerche, che, in successive fasi generazionali (in particolare quella pioniera del SARG-Southwestern Archaeological Research Group e quella successiva, di fine anni ’80 e ’90, già GIS-based) fissò un ben definito “American Way to P”, perdurante fino ad oggi, essenzialmente induttivo, “data-driven” e “environmental-deterministic”, con poche, anche se molto autorevoli voci critiche di dissenso (CHADWICK 1978; DOORN 1993 e soprattutto WHEATLEY 2003) proiettate verso modelli alternativi simulativo/predittivi “theory-driven” con incorporazione crescente di variabili “culturali” generative.

Sull'opposto versante atlantico la critica decostruzionista "postprocessuale", notoriamente avara di "mappe", segna di fatto uno stallo dell'intero comparto delle teorie spaziali, con la sola eccezione del tematismo "visuale/percettivo" (viewshed analysis), mentre l'incorporazione multisensoriale del fenomenologismo di TILLEY (1994) non riesce a tradursi in codici predittivi praticabili. Al di fuori dell'onda d'urto dell'Archeologia Postprocessuale, con echi già molto sbiaditi oltre-Atlantico, il medium costituito dalla diffusione virale dei GIS e dalla relativa (o apparente) accessibilità dei suoi moduli di analisi spaziale, fa da vettore privilegiato alla diffusione a scala crescente e via via globale della modellistica predittiva con fenomeni regionali/nazionali di precessione (ad es. in Slovenia: STANČIČ, KVAMME 1999) e variabile grado di recezione: molto alto, ad es. in Canada ed Olanda, marginale altrove con casi anche di aperto rigetto, fino al giorno d'oggi, quando, per il convergere di metodologie sempre più routinarie e di co-occorrenti politiche di tutela preventiva delle risorse eco-culturali, P viene ad assumere una locazione sempre più elevata nell'agenda dei problemi di rilevanza di un'Archeologia sempre più "applicata" ("APA Archaeologies"), anche per strette esigenze di autotutela e sopravvivenza.

Oltre a quello statunitense un altro segmento cruciale del breve percorso formativo ed evolutivo di P è definito dall'esperienza-pilota olandese (fine anni '90-oggi). Alcune tappe fondamentali, in merito, possono essere utilmente isolate:

- 1) 1997: pubblicazione del primo modello predittivo a scala nazionale (IKAW: Indicative Map of Archaeological Values);
- 2) 1998-2000: pubblicazione dei rapporti delle c.d. "Badhuis Discussions" (KAMERMANS, WANSLEEBEN 1999; VERHAGEN WANSLEEBEN, VAN LEUSEN 2000) che segna l'inizio di un fruttuoso incontro fra accademici e archeologi da campo;
- 3) 2002-2005: finanziamento del progetto nazionale *Strategic Research into, and Development of Best Practice for, Predictive Modelling on behalf of the Dutch Cultural Resource Management* (KAMERMANS *et al.* 2005), conseguente, anche, alla recezione della Convenzione di La Valletta, all'inizio di una politica di liberalizzazione del mercato archeologico olandese e della definizione di un conforme sistema di norme di qualità (KNA: Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie);
- 4) 2002-2003: attivazione e report del progetto BBO (*Protecting and Developing the Archaeological-Historical Landscape in the Netherlands*: VAN LEUSEN *et al.* 2005), che rappresenta uno dei prodotti più maturi di una P che viene definita sulla base di una solida ricognizione delle migliori teorie e pratiche circolanti a scala internazionale e di un lotto esteso di progetti-pilota a confronto (cfr. ad es. l'*Archeomedes Project* in Francia e l'*Archaeoprognose Brandenburg* in Germania: VAN DER LEEUW 1998;

DUCKE, MÜNCH 2005) e prefigura l'evoluzione ottimale a breve termine della disciplina.

## 2. "WITHER ARCHAEOLOGICAL PREDICTIVE MODELLING": PROIEZIONI PREDITTIVE SULL'ARCHEOLOGIA PREDITTIVA

Al presente si dispone di una cospicua letteratura orientativa<sup>1</sup> che vale, se non altro, ad isolare i molti limiti dei tre diversi tipi di approcci (induttivo, deduttivo, ibrido): i *cahiers de doléance*, in merito, sono fittissimi di appunti (eccesso di induttivismo e determinismo ambientale, mancanza di test di validazione, vizi campionari, debolezza dei livelli di risoluzione/discriminazione spaziale, temporale, funzionale, statistiche inappropriate, non trasparenza di molte ingegnerie modellistiche, mancata o inconsistente o inconclusiva incorporazione di variabili culturali/proiettive/cognitive, etc.). L'orrenda verità ci viene poi brutalmente restituita dalla base cumulativa di conoscenza offerta soprattutto negli ultimi decenni dalla c.d. "grey literature", ossia, se vogliamo, dagli esiti di quella stessa archeologia di pronto intervento che dovrebbe essere ridotta in angolo da una realmente fattiva ed efficace P: la ricchezza e complessità del record archeologico sepolto (R), specialmente nel suo embricato e diacronico assetto infrastrutturale near/off-site, appaiono quasi ad ogni riscontro "a posteriori" P vs R come desolatamente lontane rispetto alla modesta capacità di cattura delle nostre inerziali pratiche analitiche predittive (cfr. in merito l'iconico «predicting the unpredictable» di ZUBROW 2015).

Cerchiamo ora di definire i percorsi evolutivi possibili della disciplina e di isolarne alcune specifiche direzionalità. Alcune proiezioni a breve termine sull'evoluzione in atto nella modellistica predittiva sono apparse in alcuni lavori di sintesi di qualche anno fa (cfr. in particolare VERHAGEN 2007, 211-213 e KAMERMANS 2011, 15-16) e si stanno in parte avverando; ma lo scenario si è ulteriormente dilatato in molteplici direzioni. All'epoca si erano, in effetti, prospettati tre possibili macro-percorsi evolutivi, estrapolabili dalla specifica esperienza pilota olandese, ma di fatto estensibili a scala globale (KAMERMANS 2011, 15):

<sup>1</sup> Cfr. ad es. JUDGE, SEBASTIAN 1988; KOHLER 1988; DALLA BONA 1994; KAMERMANS, WANSLEEBEN 1999; KAMERMANS 2000; VERHAGEN *et al.* 2000, 2005; WHEATLEY, GILLINGS 2000; GUERMANDI 2001; KOHLER, GUMERMAN 2001; VAN LEUSEN 2002; WHEATLEY 2003; CANNING 2005; DUCKE, MÜNCH 2005; KAMERMANS *et al.* 2005; KOHLER, GUMERMAN REYNOLDS 2005; VAN LEUSEN, KAMERMANS 2005; VAN LEUSEN *et al.* 2005; WHITLEY 2005; MEHRER, WESCOTT 2006; VERHAGEN 2006, 2007; KOHLER, VAN DER LEEUW 2007; MALPICA, ALONSO, SANZ 2007; KAMERMANS, VAN LEUSEN, VERHAGEN 2009; NAVA 2009; VAN LEUSEN, MILJARD, DUCKE 2009; SERRA, D'AGOSTINO 2010; CITTER, ARNOLDUS-HUYZENFELD 2011; GELICHI, NEGRELLI 2011; KAMERMANS 2011; KVAMME 2011; ANICHINI *et al.* 2012, 2013; VERHAGEN, WHITLEY 2012; CARRER 2013; DUBBINI, GATTIGLIA 2013; GATTIGLIA 2014; NEGRE, GOMEZ 2014; VERHAGEN *et al.* 2014; PIZZILO, SARTI 2015.

- 1) “So What?” (business as usual): USA, Olanda e “resto del mondo” avrebbero continuato a macinare la stessa modellistica, con larga prevalenza, rispetto alla poco formalizzata modellistica “esperta”/“theory-driven”, degli approcci induttivi/correlativi/eco-deterministici, fondati su di un pacchetto consolidato di semplici procedure di analisi booleane (con classici operatori logici di tipo AND, OR, NOR, NOT relativi alla sintassi spaziale di variabili ambientali potenzialmente sensitive, facilmente implementabili in architetture GIS) o su di un più articolato spettro di analisi multivariate (*in primis* l’onnipresente “binary logistic regression model”).
- 2) “No Way” (no predictive modelling): di fatto una rinuncia, sulla scorta di critiche radicali come quella avanzata da WHEATLEY 2003 (che lamenta anche l’eccesso di flussi budgetari dedicati), alla pratica predittiva in favore, ad esempio, di politiche “ground-based” di “full survey” recepite, ad esempio, nelle più recenti esperienze francesi e inglesi.
- 3) “Predictive modelling for risk analysis”: un’evoluzione positiva verso procedure formali di “risk assessment”, “risk management” e “risk mitigation” con incorporazione e quantificazione dell’incertezza e definizione di intervalli di confidenza.

### 2.1 Predictive modelling for risk analysis

In effetti l’ultima direzione succitata appare quella più utilmente praticabile e si sta profilando, nella letteratura specialistica, un numero già considerevole e crescente di casi di studio applicativi (cfr. ad es. VERHAGEN 2006; FINKE, MEYLEMANS, VAN DE WAUW 2008; VAN LEUSEN, MILJARD, DUCKE 2009). Fra i modelli più diffusi di “quantificazione dell’incertezza” applicati a P figurano gli approcci bayesiani e quelli “Dempster-Shafer”. I primi, in particolare (BUCK, LITTON 1996), permettono l’incorporazione dei modelli predittivi della conoscenza esperta soggettiva nella forma di “prior belief”, consentendo quindi di operazionalizzare quella mirata architettura di ibridazione “data/theory driven”, attivamente perseguita come ottimale strategia euristica (cfr. *supra*). Le procedure “Demster Shafer” (CANNING 2005; MALPICA, ALONSO, SANZ 2007), sempre afferenti al dominio dell’inferenza statistica (ma anche a quello della “teoria dell’evidenza”), si fondano invece su una più articolata base concettuale e parametrica (cfr. in particolare “belief function”, “plausibility”, “mass”, “weight of evidence”) che consente di amministrare l’incertezza derivante da fonti plurime e anche conflittuali di evidenza, comprensiva della quantificazione dell’incertezza di un giudizio “esperto”.

La complessità della procedura è ora compensata da un trend di progressiva inclusione, nei pacchetti GIS (cfr. in particolare IDRISI: EASTMAN 2009), di un corpo dottrinale di copertura denominato RUM (Risk and Uncertainty Management), con routine di relativamente facile utilizzo, estensibile a tutti i settori

(teorici od operazionali) di “Supporto alle Decisioni” o “Analisi delle Strategie Decisionali”, in cui entrano in gioco definizioni quali Decision, Criterion (Factors, Constraints), Decision Rule (Choice Function, Choice Heuristics), Objective, Evaluation (Multi-Criteria, Multi-Objective, Complementary Objectives, Conflicting Objectives), Uncertainty and Risk (Data Base Uncertainty, Decision Rule Uncertainty, Fuzzy vs Crisps Sets, Bayes vs Dempster Shafer), Decision Risk.

Al di là della raffinatezza terminologica e procedurale, all’archeologo predittivo viene offerto un toolkit completo per simulare i processi decisionali locazionali/allocativi antichi (riducibili ad una matrice a doppia entrata  $2 \times 2$  di obiettivo singolo/obiettivo multiplo  $\times$  criterio singolo/criterio multiplo) con quantificatori formali dell’incertezza e del rischio rispondenti alla complessità e fuzziness dell’attore sociale antico (ed attuale, incluso lo stesso archeologo predittivo) e più direttamente utilizzabili da una committenza orientata alla quantificazione budgetaria analitica dei propri processi decisionali “a valle” dell’expertise offerta. Esiste anche, però, una scuola di pensiero, peraltro più comprensibile in contesti, come quello nazionale, di incertezza normativa e penalizzazione professionale, che di fronte alla curva di apprendimento richiesta ormai in tutti i settori di formalizzazione analitica dei processi decisionali (dalla gestione dell’emergenza ambientale alla strategia di localizzazione di impianti produttivi, commerciali, militari, etc.), si chiede se, alla fine, una bella mappa “esperta” (previous knowledge/theory-driven) a macchie rosse/arancioni/verdi (rischio alto/medio/basso) “comunque” prodotta con minore usura neurale non sia sufficiente.

## *2.2 Modelli attoriali distribuiti*

Un altro dominio di applicazione, anch’esso non così facilmente “consumabile”, ma affascinante e decisamente promettente, è offerto dai modelli ABC (Agent-Based Computational Models) o TSS (Total Society Simulation) o “Emergentisti” di intelligenza artificiale distribuita nei quali un sistema socioculturale decisionale è simulato dallo “script” di agenti (multi-actor/multi contract systems: DORAN 1982) che raccolgono informazioni dall’ambiente che li circonda, prendono decisioni conseguenti sulle azioni basate su tale processo e agiscono. Si tratta, in altri termini, di un sistema multi-agente basato su di un insieme di regole (rule-sets) che si traducono in quei processi locazionali/allocazionali appositamente inseguiti da P. L’esercizio simulativo, al netto della quota di aleatorietà degli esiti retro-proiettivi, appare anche salutare perché espone l’archeologo, nei suoi processi iterativi (a parità di regole o con modificazioni tentative delle stesse), ad un salutare impatto con una pluralità di scenari “emergenti” cui commisurare (fitting/ground truth) la fenomenologia di arrivo *in terra cognita* (base di conoscenza, ad es. mappa di siti noti) e *in terra incognita* (siti predetti).

I casi di studio in letteratura appaiono decisamente incoraggianti, a partire dallo studio pilota di EPSTEIN e AXTEL (1996) nel quale proprio un “caso” archeologico – il collasso della civilizzazione Anasazi – era considerato esemplare e di primo riferimento e con una gamma ora crescente di applicazioni “predittivo/retrodittive” (KOHLER, GUMERMAN 2001; KOHLER, GUMERMAN, REYNOLDS 2005; EPSTEIN 2006; KOHLER, VAN DER LEEUW 2007; MILLER, PAGE 2009) sui processi ingressivi (locativi/allocativi) antichi e su quelli, simmetrici, di dismissione/abbandono a diversi livelli di risoluzione spaziale (intrasito, intersiti, regione, etc.), cronologica e funzionale (CAMERON, TOMKA 1996; DE GUIO c.s.).

Sul versante più antropologico della “Action Theory” applicata alla modellistica predittiva, T.G. WHITLEY (2005) sembra aver prodotto lo sforzo analitico più articolato di modellizzazione dei processi decisionali locativi/allocativi: questi sono rappresentati in una ingombrante flow chart di condizioni, eventi, decisioni, cause-effetto, con due blocchi contrapposti di flusso cognitivo-decisionale (condizioni iniziali, percezione, classificazione, reazione, risultati) degli attori decisionali passati e presenti (archeologi predittivi). Lo sforzo è senz’altro apprezzabile, in affinità elettiva con gli indirizzi di Methodological Individualism, Micro-Economics e Action GIS della Antropologia Nord-americana (ALDENDERFER, MASCHNER 1996), mentre la sua concreta traducibilità algoritmica appare ancora problematica.

### 2.3 Variabili culturali

Alle stesse ed altre riserve su indicate si espone anche un altro ben isolabile e affine trend emergente di P, quello relativo alla incorporazione di variabili “culturali” attrattive o “frizionali”/repulsive, stabili o dinamiche (anche se i meccanismi formali di utilizzo fuzzy, bayesiani Dempster-Shafer e simili succitati sono più che “rodati”): quello che difetta è proprio la selezione “a monte” di variabili cognitivo/proiettive effettivamente “misurabili” e sensitive in termini locazionali/allocazionali. Di fatto il repertorio di norma praticabile si riduce spesso a variabili di visibilità (viewshed/viewshare/cumulative visibility) o accessibilità (ad es. distanze di costo isotropiche/anisotropiche: LLOBERA, FÁBREGA-ÁLVAREZ, PARCERO-OUBIÑA 2011; VERHAGEN *et al.* 2013), e *land use*, accanto a variabili più dichiaratamente “ambientali”, quali esposizione, pendenza, quota, geologia, geomorfologia, irradiazione solare, prossimità a risorse (cfr. ad es. il nostro stesso modello di Multicriteria Decision Making applicato al comparto lessineo veronese dell’Età del Bronzo e del Ferro: CASAROTTO *et al.* 2011), più raramente a variabili di tipo “logistico” (ad es. locazione topologica su reti connettive stradali o idrografico/idrauliche).

L’eccesso di ricorso a variabili culturali può del resto risultare alquanto aleatorio o anche, per converso, esporsi alla critica di “determinismo cogni-

tivo” (VERHAGEN 2007, 204). Un problema correlato, poi, ma estensibile a tutta la tipologia di variabili potenzialmente sensitive è quello di attribuzione di “pesi” relativi, pratica spesso risolta con qualche informale regola del pollice, meno spesso con procedure trasparenti di ranking, rating o pairwise comparison (VERHAGEN 2007, 76; CASAROTTO *et al.* 2011, 15-16).

#### *2.4 Land use/land evaluation*

Si tratta di una tecnica rivolta a stabilire limitazioni e possibilità della produzione agricola del passato, derivata dalla *Framework for Land Evaluation* della FAO (1976). Al presente l'insieme di procedure predittive prodotte in letteratura, ancora piuttosto scarse (KAMERMANS 2000; CITTER, ARNOLDUS-HUYZENFELD 2011), è riducibile ad una modellistica essenzialmente deduttiva fondata su metodi di multi-criteria analysis. Sul versante applicativo archeologico manca ancora una coerente definizione teorica a fronte di una serie di aporie concernenti ad esempio: a) la legittimità applicativa di criteri derivati da moderni sistemi di land evaluation fondati su assunti di sola ottimizzazione economica; b) la difficoltà di confrontarsi con la duplice variabilità diacronica e spaziale dell'ambiente e con l'impatto delle varie tecnologie applicate e con il fattore percettivo/attoriale delle risorse: parametri di base quali vegetazione, clima, regime idraulico, contenuto di umidità dei suoli, loro profondità e fertilità, qualora assunti in modo inerziale dallo stato presente e direttamente rimappati sul passato e non invece dedotti da un oneroso pacchetto di mirate analisi paleoambientali, si risolvono in stime grossolane di scarsa utilità se non fuorvianti (cfr. ad es. le riserve avanzate da CASAROTTO 2015).

#### *2.5 Altre linee di ricerca emergenti*

Si stanno di recente profilando vari nuovi indirizzi di modellistica predittiva, tra cui ad es.:

- 1) Il “progetto MAPPA” (ANICHINI *et al.* 2012, 2013) dell'Università di Pisa, che, in un contesto iper-corretto di OpenData, apre ad nuova famiglia di algoritmi predittivi “PageRank” (desunti da procedure di data mining utilizzati dai motori di ricerca su pagine web: DUBBINI, GATTIGLIA 2013; GATTIGLIA 2014) volti a risolvere un sistema non-lineare, non-omogeneo e sovra-determinato con tecniche least-square.
- 2) Procedure combinatorie come quella proposta da Negre e Gomez (Fuzzy Logic, Artificial Neural Network e funzione multiscalare Rypley's K: NEGRE, GOMEZ 2014).
- 3) “Archaeology of Movement & Time Geography & Path Network Modelling”: nuovi indirizzi simulativo-predittivi sul movimento in archeologia (POLLA, VERHAGEN 2014).

- 4) “Social Space Analysis & Space Syntax Theory”: nuovi approcci di analisi dello spazio sociale in contesti urbani (PALIOU, LIEBERWIRTH, POLLA 2014).
- 5) “Geostatistics & GIS”: nuovi livelli di integrazione fra Geostatistica e GIS applicati alla modellizzazione e simulazione spaziali (PILZ 2009).
- 6) “Archeologia Post-dittiva & eCognition”: l’idea di base (DE GUIO in BROGIOLO *et al.* 2012, 26-28) procede da un assunto preliminare, di fatto negletto sia nelle enunciazioni teoretico-metodologiche che nella prassi operativa corrente di P: la necessità di incorporare, nell’esercizio predittivo, un segmento operativo di foto-interpretazione/image enhancing/object/pattern/scenery recognition, il cui portato esplicitamente “predittivo” ha assunto di fatto, negli ultimi anni, un contributo irrinunciabile.

In effetti stiamo ora vivendo un’autentica rivoluzione nella capacità di riconoscere oggetti, pattern e scene teleosservative, basata su di una recente generazione di piattaforme, sensori e algoritmi interamente nuovi o rivisitati in modo innovativo, estesa dalle immagini satellitari ad altissima risoluzione spaziale, spettrale e radiometrica, alle tecniche LIDAR e RADAR, alle procedure di intelligenza artificiale e riconoscimento automatico, dotate di un alto potenziale euristico. Il tutto si produce, inoltre, in un contesto di crescente accessibilità budgetaria e softweristica di elaborazione. Nello specifico, la prospettiva “postdittiva”, avanzata nell’ambito del progetto “Aquae Patavine” (DE GUIO in BROGIOLO *et al.* 2012, 26-28; DE GUIO, MAGNINI, BETTINESCHI c.s.), si propone di invertire la logica corrente, procedendo da *terra cognita* ad *incognita*, partendo cioè dai dati noti del record archeologico acquisito dagli scavi effettuati e di produrre specifici legami inferenziali sulle anomalie remote osservabili a posteriori nella serie di immagini aeree o satellitari riprese “prima” dello scavo (ma anche “dopo” la successiva obliterazione da copertura), in tempi e condizioni al contorno (ad es. stagionali, culturali o di impatto vario) di norma (e idealmente) alquanto differenziati. L’obiettivo è quello di stabilire dei nessi analitici fra specifiche classi di evidenze scavate (e perciò col massimo carico di “ground-truth”) in riferimento ad altrettanto specifiche di tracce teleosservative di superficie pre- (ma anche post-) scavo.

L’architettura inferenziale più promettente, al riguardo, appare quella offerta da una nuovissima generazione di procedure OBIA (Object-Based Image Analysis): si tratta di un approccio, di derivazione dai domini dell’Intelligenza Artificiale, Visione Artificiale e object/pattern/scenery recognition, volto a estrarre in modo (semi)automatico informazioni dalle immagini usando una classificazione gerarchica di oggetti-immagine, in contrapposizione al metodo per pixel. L’approccio eCognition, che può operare su varie dimensioni dell’immagine, quali riflettanza, tessitura, forma e proprietà relazionali spaziali, è stato sperimentato nei progetti “Ad Metalla” e “AMPBV” (DE GUIO 2012, 2013; DE GUIO *et al.* 2013), dove ha consentito, fra l’altro, di isolare



una serie estesa di feature di interesse, naturali o antropogeniche, di ampia escursione temporale e spazio-funzionale.

L'opportunità più importante, senza dubbio, è quella di poter procedere, con un set di regole stabilite dall'utente, al riconoscimento "automatico" di specifiche classi di anomalie teleosservative (ad es. paleoliteo, dolina, sito arginato, castelliere, fornace, calcara, carbonaia, trincea, buca da bomba, etc.) e di poter applicare tali regole, una volta testate (cross-validazione fra diversi sensori, controllo a terra, etc.) su di un'area campione, a tutto l'universo (*terra cognita* ed *incognita*) della copertura teleosservativa disponibile. Gli "oggetti" così riconosciuti (idealmente sottoposti ad un'ulteriore, formale analisi seriale matriciale di tipo "post-harrisiano": A. BETTO in DE GUIO *et al.* c.s.), vanno a costituire uno o più layer informativi (co-georeferenziati rispetto a tutti quegli altri – raster o vettoriali – rispondenti alle più "tradizionali" variabili ritenute "sensitive" per un'analisi locativo/allocativa) direttamente elaborabili con vari algoritmi "predittivi" GIS e simili che implementino le più diverse procedure analitiche succitate.

Un'expertise cumulativa così costruita può essere felicemente ribaltata poi sul versante più propriamente predittivo, a beneficio di politiche virtuose di monitoraggio, tutela e di valorizzazione in termini di "archeologia pubblica".

ARMANDO DE GUIO

Dipartimento dei Beni Culturali:  
Archeologia, Storia dell'arte, del cinema e della musica  
Università degli Studi Padova  
deguio.archeologia@gmail.com

## BIBLIOGRAFIA

- ALDENDERFER M.S., MASCHNER H.D.G. 1996, *Anthropology, Space, and Geographic Information Systems. Spatial Information Systems*, New York-Oxford, University Press.
- ANICHINI F., DUBBINI N., FABIANI F., GATTIGLIA G., GUALANDI M.L. 2013, *Progetto MAPPA. Metodologie applicate alla predittività del potenziale archeologico*, II, Roma, Edizioni Nuova Cultura.
- ANICHINI F., FABIANI F., GATTIGLIA G., GUALANDI M.L. 2012, *Progetto MAPPA. Metodologie applicate alla predittività del potenziale archeologico*, I, Roma, Edizioni Nuova Cultura.
- BROGIOLO G.P., DE GUIO A., FASSON E., BETTO A., NEBBIA M. 2012, *Cartografia storica e remote sensing (LIDAR) nello studio dei paesaggi di Montegrotto Terme*, in M. BASSANI, M. BRESSAN, F. GHEDINI (eds.), *Aquae Patavinae. Montegrotto Terme e il termalismo in Italia. Atti del II Convegno nazionale (Padova 2011)*, Antenore Quaderni, 26, 15-53.
- BUCK C.E., LITTON C.D. 1996, *Mixtures, Bayes and archaeology*, «Bayesian Statistics», 5, 499-506.
- CAMERON C.M., TOMKA S.A. (eds.) 1996, *The Abandonment of Settlements and Regions: Ethnoarchaeological and Archaeological Approaches*, Cambridge, Cambridge University Press.
- CANNING S. 2005, "BELIEF" in the past: Dempster-Shafer theory, GIS and archaeological predictive modelling, «Australian Archaeology», 60, 6-15.

- CARRER F. 2013, *An ethnoarchaeological inductive model for predicting archaeological site location: A case-study of pastoral settlement patterns in the Val di Fiemme and Val di Sole (Trentino, Italian Alps)*, «Journal of Anthropological Archaeology», 32, 1, 54-62.
- CASAROTTO A. 2015, *Locational preference modelling alias predictive modelling for the study of archaeological contexts*, in PIZZIOLLO, SARTI 2015, 35-48.
- CASAROTTO A., DE GUIO A., FERRARESE F., LEONARDI G. 2011, *A Gis-based archaeological predictive model for the study of protohistoric location-allocation strategies (Eastern Lessinia, VR/VI)*, «IpoTESI di Preistoria», 2, 1-24.
- CHADWICK A.J. 1978, *A computer simulation of Mycenaean settlement*, in I. HODDER (ed.), *Simulation Studies in Archaeology*, Cambridge, Cambridge University Press, 47-57.
- CITTER C., ARNOLDUS-HUYZENFELD A. 2011, *Uso del suolo e sfruttamento delle risorse nella pianura grossetana nel Medioevo*, Roma, Artemide.
- DALLA BONA L. 1994, *Cultural Heritage Resource Predictive Modeling Project, III, Methodological Considerations*, Thunder Bay, Lakehead University, Centre for Archaeological Resource Prediction.
- DE GUIO A. 2001, *Superfici di rischio e CISAS. Se lo conosci, non lo eviti*, in GUERMANDI 2001, 265-306.
- DE GUIO A. 2012, *Interfacce di bronzo per una vita da pecora. Il fenomeno della pastorizia nell'area alpina veneto-trentina in età preromana: archeologia ed etnoarcheologia*, in M.S. BUSANA, P. BASSO (eds.), *La lana nella Cisalpina romana. Economia e società. Studi in onore di Stefania Pesavento Mattioli. Atti del Convegno (Padova-Verona 2011)*, Padova, Padova University Press, 43-67.
- DE GUIO A. 2012, *Mine-scape vs Mind-scape. "Storie di rame" e "Remote Sensing" fra iconografia della mente e iconologia del paesaggio. Atti del Convegno Giulia Fogolari e il suo repertorio... prediletto e gustosissimo. Aspetti di culture figurative nel Veneto antico (Este-Adria 2012)*, «Archeologia Veneta», 35, 8-21.
- DE GUIO A. c.s., *Storie d'acqua e liminarietà terramaricole*, in corso di stampa.
- DE GUIO A., BETTO A., BALISTA C., VANZETTI A., BOVOLATO C. c.s., *Progetto AMPBV e "off-site power": linee di un percorso critico di complessità sociale*, in *Atti della XLVIII Riunione Scientifica dell'IIPP Preistoria e Protostoria del Veneto (Padova 2013)*, in corso di stampa.
- DE GUIO A., BETTO A., MIGLIAVACCA M., MAGNINI L. 2013, *Mountain fossil landscapes and the "Archaeology of Us": An object/pattern/scenery recognition experiment*, in F. LUGLI, A.A. STOPPIELLO, S. BIAGETTI (eds.), *Ethnoarchaeology: Current Research and Field Methods. Conference Proceedings (Rome 2010)*, Oxford, Archaeopress, 241-248.
- DE GUIO A., MAGNINI L., BETTINISCHI C. c.s., *GEOBIA approaches to remote sensing of fossil landscapes: Two case studies from Northern Italy*, in *Proceedings of the CAA Conference (Perth 2013)*, in corso di stampa.
- DOORN P.K. 1993, *Geographical location and interaction models and the reconstruction of historical settlement and communication: The example of Aetolia, Central Greece*, «Historical Social Research», 18, 22-35.
- DORAN J. 1982, *A computational model of sociocultural systems and their dynamics*, in C. RENFREW, M.J. ROWLANDS, M.A. SEAGRAVES (eds.), *Theory and Explanation in Archaeology*, New York, Academic Press, 375-388.
- DUBBINI N., GATTIGLIA G. 2013, *A Page Rank based predictive model for the estimation of the archaeological potential of an urban area*, in *Digital Heritage International Congress (Marseille 2013)*, 1, IEEE, 571-578.
- DUCKE B., MÜNCH U. 2005, *Predictive modelling and the archaeological heritage of Brandenburg (Germany)*, «Nederlandse Archeologische Rapporten», 29, 93-107.
- EASTMAN J.R. 2009, *IDRISI Taiga Guide to GIS and Image Processing*, Worcester, MA, Clark Labs-Clark University.

- EPSTEIN J.M. 2006, *Generative Social Science. Studies in Agent-Based Computational Modeling*, Princeton-Oxford, Princeton University Press.
- EPSTEIN J.M., AXTELL R. 1996, *Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up*, Cambridge, MIT Press.
- FINKE P.A., MEYLEMANS E., VAN DE WAUW J. 2008, *Mapping the possible occurrence of archaeological sites by Bayesian inference*, «Journal of Archaeological Science», 35, 10, 2786-2796.
- GATTIGLIA G. 2014, *Mappa. Pisa in the Middle Ages: Archaeology, Spatial Analysis and Predictive Modeling*, Roma, Edizioni Nuova Cultura.
- GELICHI S., NEGRELLI C. (eds.) 2011, *A piccoli passi: archeologia predittiva e preventiva nell'esperienza cesenate*, Cesena, Pinacoteca Cassa di Risparmio.
- GUERMANDI M.P. (ed.) 2001, *Rischio archeologico: se lo conosci lo eviti. Atti del Convegno di Studi su cartografia archeologica e tutela del territorio (Ferrara 2000)*, Firenze, All'Insegna del Giglio.
- GULL P. 2015, *Archeologia preventiva. Il codice appalti e la gestione del rischio archeologico*, Palermo, Dario Flaccovio.
- HIGUCHI T. 1988, *The Visual and Spatial Structure of Landscapes*, Cambridge, MA, MIT Press.
- JUDGE W.J., SEBASTIAN L. 1988, *Quantifying the Present and Predicting the Past: Theory, Method, and Application of Archaeological Predictive Modeling*, Denver, US Department of Interior.
- KAMERMANS H. 2000, *Land evaluation as predictive modelling: A deductive approach*, in LOCK 2000, 124-146.
- KAMERMANS H. 2011, *Predictive maps in the Netherlands. Problems and solutions*, in GELICHI, NEGRELLI 2011, 13-18.
- KAMERMANS H., DEEBEN J., HALLEWAS D.P., ZOETBROOD P., VAN LEUSEN M., VERHAGEN PH. 2005, *Project proposal*, in VAN LEUSEN, KAMERMANS 2005, 13-23.
- KAMERMANS H., VAN LEUSEN M., VERHAGEN P. (eds.) 2009, *Archaeological Prediction and Risk Management*, Leiden, Leiden University Press.
- KAMERMANS H., WANSLEEBEN M. 1999, *Predictive modelling in Dutch archaeology, joining forces*, in J.A. BARCELÓ, I. BRIZ, A. VILA (eds.), *New Techniques for Old Time*, Oxford, Archaeopress, 225-230.
- KOHLER T.A. 1988, *Predictive locational modelling: History and current practice*, in JUDGE, SEBASTIAN 1998, 19-60.
- KOHLER T.A., GUMERMAN G.J. 2001, *Dynamics of Human and Primate Societies: Agent-Based Modeling of Social and Spatial Processes*, Oxford, Oxford University Press.
- KOHLER T.A., GUMERMAN G.J., REYNOLDS R.G. 2005, *Simulating ancient societies*, «Scientific American», 293, 1, 76-84.
- KOHLER T.A., VAN DER LEEUW S.E. (eds.) 2007, *The Model-Based Archaeology of Socionatural Systems*, Santa Fe, School for Advanced Research.
- KWAMME K.L. 2011, *Archaeological predictive modeling in USA*, in GELICHI, NEGRELLI 2011, 19-26.
- LLOBERA M., FÁBREGA-ÁLVAREZ P., PARCERO-OUBIÑA C. 2011, *Order in movement: A GIS approach to accessibility*, «Journal of Archaeological Science», 38, 4, 843-851.
- LOCK G. (ed.) 2000, *Beyond the Map. Archaeology and Spatial Technologies*, Amsterdam, IOS Press.
- MALPICA J.A., ALONSO M.C., SANZ M.A. 2007, *Dempster-Shafer theory in Geographic Information Systems: A survey*, «Expert Systems with Applications», 32, 1, 47-55.
- MEHRER M., WESCOTT K. (eds.) 2006, *GIS and Archaeological Predictive Modeling*, Boca Raton, CRC Press.
- MILLER J.H., PAGE S.E. 2009, *Complex Adaptive Systems: An Introduction to Computational Models of Social Life*, Princeton, Princeton University Press.

- NAVA M.L. (ed.) 2009, *Archeologia preventiva: esperienze a confronto*, Venosa, Osanna Edizioni.
- NEGRE J., GOMEZ R. 2014, *Beyond predictions. Artificial neural networks and multiscale approaches to the study of historical dynamics*, in A. GARCÍA, J. GARCÍA, A. MAXIMIANO (eds.), *Debating Spatial Archaeology*, Instituto Internacional de Investigaciones Prehistóricas de Cantabria.
- PALIOU E., LIEBERWIRTH U., POLLA S. 2014, *Spatial Analysis and Social Spaces: Interdisciplinary Approaches to the Interpretation of Prehistoric and Historic Built Environment*, Berlin-Boston, Walter de Gruyter.
- PILZ J. (ed.) 2009, *Interfacing Geostatistics and GIS*, Berlin-Heidelberg, Springer.
- PIZZIOLO G., SARTI L. (eds.) 2015, *Predicting Prehistory. Predictive Models and Field Research Methods for Detecting Archaeological Contexts*, Firenze, Museo e Istituto Fiorentino di Preistoria "Paolo Graziosi".
- POLLA S., VERHAGEN P. (eds.) 2014, *Computational Approaches to the Study of Movement in Archaeology. Theory, Practice and Interpretation of Factors and Effects of Long Term Landscape Formation and Transformation*, Berlin-Boston, Walter de Gruyter.
- SERRA M., D'AGOSTINO S. 2010, *Archeologia preventiva. Manuale per gli operatori*, Albanella, Agenzia Magna Grecia.
- STANČIČ Z., KVAMME K. 1999, *Settlement patterns modelling through Boolean overlays of social and environmental variables*, in J.A. BARCELÓ, I. BRIZ, A. VILA (eds.) 1999, *New Techniques for Old Time*, Oxford, Archaeopress, 231-238.
- TILLEY C. 1994, *A Phenomenology of Landscape: Places, Paths, and Monuments. Explorations in Anthropology*, Oxford, Berg.
- VAN DER LEEUW S.E. 1998, *Archaeomedes, un programme de recherches européen sur la desertification et la dégradation des sols*, «Natures Sciences Societes», 6, 4, 53-58.
- VAN LEUSEN M. 2002, *Pattern to Process. Methodological Investigations into the Formation and Interpretation of Spatial Patterns in Archaeological Landscapes*, Groningen, Rijksuniversiteit.
- VAN LEUSEN M., DEEBEN J., HALLEWAS D., ZOETBROOD P., KAMERMANS H., VERHAGEN P., 2005, *A baseline for predictive modelling in the Netherlands. Predictive modelling for archaeological heritage management: A research agenda*, in VAN LEUSEN, KAMERMANS 2005, 25-92.
- VAN LEUSEN M., KAMERMANS H. (eds.) 2005, *Predictive Modelling for Archaeological Heritage Management: A Research Agenda*, Nederlandse Archeologische Rapporten, 29, Amersfoort, Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek.
- VAN LEUSEN P.M., MILJARD A.R., DUCKE B. 2009, *Dealing with uncertainty in archaeological prediction*, in KAMERMANS, VAN LEUSEN, VERHAGEN 2009, 123-160.
- VERHAGEN P. 2006, *Quantifying the qualified: The use of multi-criteria methods and Bayesian statistics for the development of archaeological predictive models*, in M. MEHRER, K. WESCOTT (eds.), *GIS and Archaeological Predictive Modeling*, Boca Raton, CRC Press, 191-216.
- VERHAGEN P. 2007, *Case Studies in Archaeological Predictive Modelling*, Amsterdam, Amsterdam University Press.
- VERHAGEN P., DEEBEN J., HALLEWAS D., ZOETBROOD P., KAMERMANS H., VAN LEUSEN M. 2005, *A review of predictive modeling for archaeological heritage management in the Netherlands*, in J.F. BERGER, F. BERTONCELLO, F. BRAEMER, G. DAVTIAN, M. GAZENBEEK (eds.), *Temps et espaces de l'homme en société, analyses et modèles spatiaux en archéologie. XXV<sup>e</sup> rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*, Antibes, Editions APDCA, 83-92.
- VERHAGEN P., WANSLEEBEN M., VAN LEUSEN M. 2000, *Predictive modelling in the Netherlands. The prediction of archaeological values in cultural resource management and academic research*, in O. HARTL, S. STROHSCHNEIDER-LAUE (eds.), *Workshop 4 Archäologie und Computer 19*, Wien, Forschungsgesellschaft Wiener Stadtarchäologie, 66-82.

- VERHAGEN P., WHITLEY T.G. 2012, *Integrating archaeological theory and predictive modeling: A live report from the scene*, «Journal of Archaeological Method and Theory», 19, 1, 49-100.
- VERHAGEN P., NUNINGER L., TOURNEUX F.P., BERTONCELLO F., JENESON K. 2014, *Introducing the human factor in predictive modelling: A work in progress*, in E. GRAEME, T. SLY, C. ANGELIKI, P. MURRIETA-FLORES, C. PAPADOPOULOS, I. ROMANOWSKA, D. WHEATLEY (eds.), *CAA2012 Proceedings of the 40<sup>th</sup> Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (Southampton 2012)*, 379-388.
- WHEATLEY D. 2003, *Making space for an Archaeology of Place*, «Internet Archaeology», 15 ([http://intarch.ac.uk/journal/issue15/wheatley\\_index.html](http://intarch.ac.uk/journal/issue15/wheatley_index.html)).
- WHEATLEY D., GILLINGS M. 2000, *Vision, perception and GIS: Developing enriched approaches to the study of archaeological visibility*, in LOCK 2000, 1-27.
- WHITLEY T.G. 2005, *A brief outline of causality-based cognitive archaeological probabilistic modeling*, in VAN LEUSEN, KAMERMANS 2005, 125-139.
- ZUBROW E. 2015, *Predicting the unpredictable*, in PIZZIOLLO, SARTI 2015, 75-84.

#### ABSTRACT

This paper focuses on a survey of the Predictive Archaeology domain, including a review of its key developments since the 1960s. A working and minimalist definition of “Predictive Archaeology” (P) – which becomes “Preventive Archaeology” in its application, that is, when it is expressed through the quantification of the risk of archaeological impact – may be that of a prediction technique for locating archaeological sites in *terra incognita*, based on a sample of known sites (*terra cognita*) or on assumptions about human location/allocation behavior in the past. A prospective view of possible short-term evolutionary scenarios is also illustrated.

