

Nell'archeologia subacquea (meglio si dovrebbe dire nella ricerca archeologica condotta su resti sommersi), la capacità di dare risposte scientificamente attendibili a precise domande storiche è da sempre strettamente dipendente, assai più che nella ricerca "di terraferma", dai metodi, dalle tecniche, dagli strumenti e dalla programmazione, a causa dei limiti fisici ed ambientali del lavoro. Per questo motivo, fin dai primi interventi, lo sviluppo della ricerca archeologica subacquea appare segnato da repentine accelerazioni, dovute alla scoperta ed all'impiego di nuove tecniche (di scavo, di documentazione, di recupero, di restauro, di organizzazione dei cantieri) e da periodi di assestamento e di riflessione in cui, a seguito dell'utilizzo generalizzato di tali nuovi strumenti, era possibile ampliare e confrontare le conoscenze scientifiche man mano acquisite.

Se, come è stato più volte riconosciuto, la scoperta dell'autorespiratore autonomo ad aria compressa di E. Gagnan e J.Y. Cousteau (impiegato per la prima volta sul relitto di Mahdia nel 1948: FUCHS 1963; DE FRONDEVILLE 1965, p. 39 ss.) e l'utilizzo della sorbona ad aria (relitto di Anthéor/Chrétienne A, 1949-1954: DUMAS 1964; DUMAS 1972, p. 156 ss.) forniscono agli archeologi la possibilità di estendere il campo di indagine al mondo sottomarino, la problematica esperienza del primo intervento sulla nave romana di Albenga (N. Lamboglia, fine degli anni Quaranta: LAMBOGLIA 1952, p. 131 ss.), costituisce il determinante momento di svolta per la nascita della moderna archeologia subacquea (GIANFROTTA, POMEY 1981, p. 31 ss.). Le incertezze di quella prima iniziativa (recupero delle anfore del relitto con palombari e mediante una draga montata sulla nave *Artiglio*), fece infatti porre allo stesso Lamboglia, come punto di partenza per qualsiasi futuro intervento, l'assunto che lo scavo subacqueo poteva e doveva rispondere agli stessi criteri di metodo (allora si diceva "di scientificità") dello scavo terrestre. Il secondo intervento sulla nave di Albenga (1957) venne dunque quasi interamente dedicato alla realizzazione di un sistema di quadrettatura del sito, da porre come base per la documentazione grafica e fotografica e per la individuazione, il posizionamento e la numerazione dei singoli reperti del carico. La prima edizione scientifica di questo relitto, non a caso ebbe il titolo: *Il rilievo totale della nave romana di Albenga* (la comunicazione di N. Lamboglia al III Congresso

Internazionale di Archeologia subacquea di Barcellona, è del 1961: LAMBOGLIA 1961a, p. 167 ss.; LAMBOGLIA 1964a, p. 3 ss.; LAMBOGLIA 1971, p. 71 ss.).

Nello stesso periodo, le esperienze francesi sul relitto del Titan (1954-1957: BENOIT 1958, p. 5 ss.; TAILLIEZ 1958, p. 175 ss.; TAILLIEZ 1965, p. 76 ss.), in cui venne realizzato per la prima volta un mosaico fotografico dell'intera area di ricerca, ponevano egualmente alla base dell'intervento archeologico i problemi della documentazione contestualmente a quelli tecnici di scavo vero e proprio. Del resto è stato più volte sottolineato che le difficoltà di inquadramento cronologico dei materiali costituenti il carico del relitto del Grand Congloué (1952-1957: BENOIT 1961; LAMBOGLIA 1961b, p. 138 ss.; LONG 1987, p. 9 ss.) derivarono in maniera evidente da gravi lacune della documentazione di scavo.

In sostanza si può affermare che già alla fine degli anni Cinquanta risulta ormai consolidata una metodologia di intervento imperniata sull'impiego generalizzato della quadrettatura come base per l'impostazione della strategia di scavo e della documentazione grafica e fotografica (per saggi e settori, sulla falsariga del metodo Wheeler/Canyon, allora in auge negli scavi di terra) (Fig. 1) e sull'utilizzazione della sorbona ad aria per lo scavo stratigrafico di siti e relitti (Fig. 2).

Importanti contributi innovativi per lo sviluppo delle tecniche di scavo e della ricerca subacquee, vengono forniti, all'inizio degli anni Sessanta, da ricercatori anglosassoni. Nei due cantieri di Capo Chelidonia (1960: BASS 1967) e Yassi Ada I (1961-1964: VAN DOORNINCK 1972, p. 140 ss.; VAN DOORNINCK 1976, p. 115 ss.; BASS, VAN DOORNINCK 1982), tutte le operazioni di scavo e di documentazione sott'acqua sono condotte, per la prima volta, direttamente da archeologi. Si tratta, evidentemente di un fondamentale passo in avanti per la ricerca, fino ad allora affidata (si potrebbe dire delegata), per le parti da svolgere in immersione, a sommozzatori (professionisti o dilettanti) non archeologi. Il relitto di Yassi Ada I, inoltre, costituisce il primo esempio portato a termine di scavo subacqueo integrale ed estensivo, con il rilievo totale del carico e dello scafo ligneo mediante l'impiego sperimentale della fotogrammetria.

Una particolare attenzione viene posta, ancora in questo decennio, ai problemi legati al prolungamento dei tempi di immersione ed alla sicurezza, con l'impiego di camere di decompressione immerse (Yassi Ada II: BASS, VAN DOORNINCK 1971, p. 27 ss.; VAN DOORNINCK 1976, p. 115 ss.; Punta Scaletta: LAMBOGLIA 1964c, p. 229 ss.) e di campane batiscopecche (Fig. 3) (utili anche per il controllo delle operazioni da parte degli archeologi (Punta Scaletta, Albenga). Nel relitto di Kyrinia (1968: WYLDE SWINY, KATZEV 1971, p. 339 ss.; KATZEV, KATZEV 1974, p. 618 ss.) vennero inoltre sperimentate tecniche di conservazione della struttura lignea dell'imbarcazione.

Negli anni Settanta, grazie alle esperienze fino ad allora acquisite ed ai risultati raggiunti, si registra una maggiore consapevolezza, nella comunità

scientifica internazionale, dell'importanza dell'archeologia subacquea. A fronte di tale situazione, si moltiplicano le iniziative di scavo di rilevante impegno tecnico ed organizzativo, potendo queste ormai contare su strumenti di lavoro pienamente affidabili (sorbona ad aria e ad acqua, lancia ad acqua/boccalino scavafango ecc.), su generalizzate strategie di scavo (sistema della quadratura per saggi regolari ripetuti), su avanzati sistemi di documentazione (fotogrammetria), su consolidate esperienze nell'organizzazione tecnica (navi appositamente armate per l'archeologia subacquea, pontoni galleggianti) e su specialisti del settore di alta professionalità (GIANFROTTA, POMEY 1981, p. 72 ss.) (Fig. 4).

In generale questo periodo è caratterizzato dall'introduzione di tecnologie e strumenti sempre più avanzati, come l'impiego negli scavi di impianti a circuito chiuso per le riprese filmate, di sistemi telefonici via cavo per il collegamento continuo con la superficie, di sommergibili teleguidati per la ricognizione e gli interventi ad alta profondità (Yassi Ada II), di fotorestitutori per la traduzione grafica delle riprese stereoscopiche (Planier III, Madrague de Giens; TCHERNIA 1968-70, p. 51 ss.; LIU 1973, p. 586; TCHERNIA, POMEY, HESNARD, 1978). Di particolare rilievo l'utilizzo sperimentale dell'informatica per l'archiviazione e la gestione dei dati di scavo (Planier III).

Nel decennio successivo ed ancora nella prima parte degli anni Novanta, pur aumentando considerevolmente il numero dei relitti scavati o in corso di scavo (oltre il centinaio; ci si riferisce, ovviamente, solo ai cantieri di rigorosa impostazione metodologica, tralasciando gli interventi sporadici o di minore impegno, o i saggi limitati di controllo), non si registrano sostanziali novità nelle strategie, nelle tecniche e nei metodi impiegati (Figg. 5-6), che sostanzialmente sono gli stessi sperimentati con successo negli anni Settanta (PARKER 1992). Rare sono le edizioni complessive dei risultati degli scavi (la maggior parte rimane a livello di relazione preliminare) ed in queste, poche righe sono utilizzate per esplicitare la metodologia impiegata. Fra le eccezioni, a questo riguardo, lo scavo del relitto di Cala Culip IV (NIETO PRIETO 1989), in cui l'attenzione ai problemi stratigrafici è alla base dell'intero intervento e della esemplare edizione a stampa dei risultati.

In sostanza si ha la sensazione che l'archeologia subacquea, in questa ultima fase, si sia come tenuta in disparte rispetto alla ripresa del dibattito sui metodi e sulle tecniche e sul concetto stesso di scavo stratigrafico, che, sollecitato da studiosi di cultura anglosassone, ha finito per coinvolgere l'intera comunità scientifica.

Come è noto, è ormai generalizzata negli scavi di terra l'adozione del sistema Barker/Harris, basato sul principio dell'unità stratigrafica (US), sull'analisi dei rapporti fisici fra le US per guidare le operazioni di asportazione ordinata degli strati, sulla redazione contestuale del diagramma stratigrafico (matrix), sulla documentazione grafica imperniata sulle piante di US, piuttosto che sulle tradizionali sezioni, sull'adozione di un sistema coerente di sche-

datura di strati e materiali, su momenti successivi di analisi e di sintesi per l'interpretazione dei dati di scavo (BARKER 1977; BARKER 1986; HARRIS 1979; CARANDINI 1991). Si presenta dunque non più rinviabile, a mio avviso, la necessità di mettere a punto nuove metodologie di intervento per lo scavo subacqueo, che siano interamente compatibili con le più moderne tecniche di scavo stratigrafico terrestre.

Credo che alla base della attuale divaricazione sia, in fondo, la diffusa concezione dello scavo subacqueo come intervento quasi esclusivamente rivolto ai relitti di navi, questi ultimi considerati come contenitori "chiusi", riconducibili ad una sola fase storica, cronologicamente "bloccata", per così dire, dall'evento traumatico dell'affondamento (PARKER 1981, p. 309 ss.). In realtà sono numerosi i casi di relitti di periodi differenti, affondati gli uni sopra gli altri (ad esempio in prossimità di promontori, secche affioranti, tratti di mare da sempre particolarmente pericolosi per la navigazione) e dunque l'adozione del metodo stratigrafico risulta l'unica soluzione per evitare scavi arbitrari.

Occorre inoltre ricordare che fra le esperienze scientifiche più significative dell'archeologia subacquea vanno annoverati importanti interventi in siti attualmente sommersi per cause geologiche (in ambiente marino, lacustre, fluviale, lagunare), ma emersi nell'antichità (vale per tutti l'esempio di Baia: MAIURI 1961, p. 108 ss.; LAMBOGLIA 1961c, p. 225 ss.; GIANFROTTA 1983); tali siti, ovviamente, sono stati scavati e studiati con gli stessi criteri metodologici dell'archeologia "terrestre"; le differenze sono esclusivamente relative alla utilizzazione di tecniche e strumenti appositi per lavorare in immersione.

Un tentativo di applicazione all'archeologia subacquea del sistema Barker/Harris è stato realizzato nella prima campagna sul relitto romano di Grado (1990; TORTORICI 1991, p. 105 ss.; TORTORICI 1994, p. 35 ss.; successive campagne, condotte con differenti criteri metodologici: DELL'AMICO 1997, p. 93 ss.). Sulla base di quella esperienza di scavo a carattere estensivo, fondata su una accurata programmazione, si vuole qui proporre una ipotesi di strategia di intervento per fasi, che possa costituire spunto di discussione per l'adozione di un auspicabile metodo comune di lavoro.

I. Le fasi Preliminari

Nella stragrande maggioranza dei casi, come è noto, la scoperta di nuovi relitti o di nuovi siti di interesse archeologico è fortuita, ed in genere avviene ad opera di pescatori professionisti o di subacquei sportivi che casualmente effettuano il ritrovamento e ne segnalano la presenza. È necessario dunque, in questo caso, effettuare una serie di ricognizioni preliminari per valutare l'effettiva consistenza del rinvenimento, l'estensione, lo stato di conservazione, la presenza di materiali affioranti, per acquisire tutti i dati neces-

sari (profondità, tipo di fondale, coordinate geografiche rilevate strumentalmente) per una corretta progettazione dell'intervento. L'esecuzione di limitati saggi di pulizia o di controllo, potrà essere utile per valutare la "potenzialità stratigrafica" del sito. Occorrerà inoltre, in questa fase, verificare l'esistenza di notizie (bibliografiche e/o d'archivio), relative a precedenti ricerche o ritrovamenti nella stessa zona.

A seguito di tali verifiche, occorre impostare la documentazione dello stato di fatto in vista del futuro intervento di scavo, posizionando sul fondo, ai margini dell'area di estensione del ritrovamento, una serie di capisaldi topografici numerati (utilizzando, ad esempio, corpi morti in cemento di forma piramidale). In relazione a tali capisaldi, mediante trilaterazioni, saranno rilevati e disegnati in scala adeguata (1:50/1:20) i materiali e le strutture eventualmente affioranti (Fig. 7). La documentazione sarà completata da una serie di sezioni grafiche longitudinali (almeno una) e trasversali (almeno tre) e da una serie di riprese fotografiche generali e di dettaglio del sito e dei reperti (MITCHELL 1981; MITCHELL 1982). Sarà bene evitare, in questa fase, il recupero dei materiali (a meno di pericoli di trafugamento da parte di scavatori clandestini), che certamente comporterebbe l'alterazione del contesto stratigrafico.

II. *L'organizzazione dei cantieri*

La fase operativa vera e propria si fonda dunque sui dati conoscitivi acquisiti durante le operazioni preliminari appena descritte. Una prima discriminante è costituita dalla distanza dalla costa del sito subacqueo da scavare. Uno scavo nelle immediate vicinanze della riva, infatti, permette il posizionamento di attrezzature e supporti logistici direttamente sulla terraferma, semplificando notevolmente i problemi di impianto ed organizzazione del cantiere. Assai più complicato è il caso di uno scavo da effettuare in mare aperto (è la situazione che qui si esemplificherà nei dettagli), che necessita l'allestimento e l'organizzazione coordinata e contemporanea di più cantieri, in mare ed a terra, per lo svolgimento delle operazioni e per la acquisizione e gestione giornaliera dei dati scientifici e dei materiali archeologici (Fig. 8).

II.1 IL CANTIERE IN MARE

Il cantiere da organizzare in mare aperto si articola in due settori, tra loro interdipendenti: uno in superficie (l'imbarcazione appoggio) ed uno sott'acqua (l'area di scavo vera e propria).

Si è già accennato al fatto che molte fortunate imprese archeologiche sono state realizzate con l'impiego di navi appositamente armate ed equipaggiate per la ricerca (ad esempio le imbarcazioni *Daino*, *Cycnus* e *Cycnulus*

dell'Istituto Sperimentale di Archeologia Sottomarina, *Archéonaute* della Direction des Recherches Archéologiques Sous-Marines, *Thetis* del Centre d'Arqueologia Subaquatica de Catalunya, ecc.). L'imbarcazione ideale, vero e proprio laboratorio galleggiante (Fig. 9), è bene che presenti le seguenti caratteristiche: 1) ampio spazio poppiero, in cui collocare i compressori a bassa pressione (ad esempio per l'aria compressa di alimentazione della sorbona) e ad alta pressione (ad esempio per la ricarica dei gruppi di bombole); 2) ampio spazio prodiero, per le operazioni di preparazione all'immersione ed alla emersione degli operatori subacquei; 3) camera iperbarica pluriposto, per gli interventi immediati in caso di incidenti da decompressione; 4) picco di carico, per sollevare dal fondo ed eventualmente salpare a bordo materiali pesanti; 5) locale per l'allestimento di una sorta di stazione di controllo del lavoro in immersione, con monitor e terminali delle telecamere fisse poste sul fondo (per seguire ed eventualmente registrare le varie fasi dello scavo) e del dispositivo telefonico via cavo (per il collegamento continuo con gli operatori subacquei); 6) locale da adibire a laboratorio grafico per la preparazione dei rilievi e disegni da effettuare sott'acqua e per la loro elaborazione al termine di ogni immersione; 7) locale per i primi interventi di restauro dei materiali archeologici; 8) locale per lo stivaggio dei materiali; 9) locale riunioni; 10) eventuali alloggi per l'equipaggio ed il personale impiegato nello scavo, qualora non sia previsto il giornaliero rientro in porto.

Alcuni accorgimenti sono necessari per l'ancoraggio dell'imbarcazione, che deve sempre posizionarsi quasi sulla verticale dell'area di scavo. A mio avviso, il sistema migliore è predisporre sul fondo almeno quattro corpi morti (possibilmente disposti secondo i punti cardinali) di peso adeguato alle dimensioni ed alla stazza della nave appoggio, collegati, con cime o catene, a boe in superficie a cui fissare le cime per l'ormeggio (due di prua e due di poppa o due per ogni lato di fiancata) (Fig. 10, nn. 7-10, 11-14).

Per l'organizzazione del cantiere subacqueo sul fondo, vanno inoltre previsti: 1) corpo morto per la boa di segnalazione (norma internazionale: boa gialla a luce intermittente) (Fig. 10, nn. 6, 20); 2) catena assicurata a corpi morti per l'ancoraggio della parte terminale della sorbona (Fig. 10, nn. 15-17); 3) corpo morto per l'ancoraggio della parte mediana della sorbona (Fig. 10, n. 18); 4) cabina telefonica subacquea (Fig. 10, nn. 21, 30), composta da una cupola in materiale plastico trasparente da riempire d'aria, assicurata ad una base ancorata sul fondo (all'interno della cupola è montato il terminale del sistema telefonico collegato via cavo con l'imbarcazione); 5) basi per il fissaggio di una o più telecamere fisse (Fig. 10, n. 22), anche queste collegate via cavo con l'imbarcazione (Fig. 10, n. 23), per la ripresa continua dei lavori di scavo; 6) telai o impalcature leggere per le riprese fotografiche e fotogrammetriche (Fig. 10, n. 29).

II.2 IL CANTIERE A TERRA

Lo svolgimento dei lavori di scavo in mare rende obbligatoria la presenza, sulla terraferma, di una serie di supporti logistici per la gestione contestuale dei dati e dei materiali archeologici e per il corretto funzionamento delle attrezzature (Fig. 8): 1) magazzino/laboratorio per il lavaggio, la desalinizzazione, la siglatura, la schedatura, la documentazione, l'inventariazione e la classificazione dei materiali di scavo; 2) magazzino/officina per il deposito e la manutenzione delle attrezzature e degli strumenti impiegati nelle immersioni e nei lavori di scavo; 3) centrale operativa di raccolta ed elaborazione dei dati (archeologici, grafici, fotografici ecc.), provenienti giornalmente dalle operazioni in mare e di preparazione di materiali e programmi per la prosecuzione dell'intervento.

Non è questa la sede per affrontare anche la complessa questione dell'organizzazione dei laboratori per la gestione dei materiali e dei dati archeologici (la mole di informazioni di un moderno scavo stratigrafico rende obbligatorio l'utilizzo di sistemi informatici di acquisizione e gestione: banche dati, CAD grafici, programmi di archiviazione e restituzione delle immagini fotografiche ecc.); basterà sottolineare che la buona riuscita di uno scavo e la corretta impostazione dell'edizione dei risultati dipendono in gran parte dalla possibilità di accedere facilmente a dati bene organizzati e a materiali preliminarmente classificati e siglati nel corso stesso dei lavori di scavo (già negli anni Sessanta N. Lamboglia raccomandava che la classificazione preliminare e la siglatura dei materiali avvenissero contestualmente alle operazioni di scavo).

II.3 IL PERSONALE

In alcuni manuali di scavo archeologico, uno spazio particolare viene giustamente dedicato alla gestione ottimale delle risorse umane (CARANDINI 1991, p. 159 ss.). La particolare complessità dello scavo subacqueo, nel quale devono necessariamente coesistere professionalità assai diversificate, obbliga ancora di più ad una suddivisione rigorosa di compiti e responsabilità.

Nella Fig. 11 si propone un organigramma dei settori di attività e responsabilità prevedibili.

Come negli scavi di terraferma, spetta al direttore scientifico il compito di coordinare l'intero gruppo di ricerca, di scegliere i propri collaboratori e di sovrintendere sia agli aspetti scientifici che a quelli tecnici e pratici del lavoro. Si noterà, nell'organigramma, che le responsabilità del direttore tecnico sono riferite agli aspetti strettamente tecnici, logistici e funzionali del cantiere, mentre ancora negli anni Settanta, quando erano pochi gli archeologi esperti anche nel campo dell'immersione subacquea, a questa figura faceva capo l'intera organizzazione del lavoro. Tale situazione favoriva spesso, in caso di differenze di opinioni sulla conduzione delle operazioni, l'insorge-

re di conflitti, anche gravi, con la direzione scientifica (si ricordino, ad esempio, le polemiche, durate anni, fra N. Lamboglia e G. Roghi, sulla direzione dello scavo del relitto di Spargi: ROGHI 1965, p. 103 ss.; ROGHI 1966, p. 1058 ss.; LAMBOGLIA 1964b, p. 258 ss.). L'unicità della funzione di direzione scientifica ed operativa del cantiere, che deve essere affidata esclusivamente ad un archeologo subacqueo, va ulteriormente ribadita ancora oggi, soprattutto in Italia, in cui spesso la responsabilità di importanti scavi spetta a funzionari ministeriali la cui unica competenza in campo subacqueo è quella territoriale d'Ufficio. A tale proposito giova ricordare che proprio in questi ultimi anni sono da registrare numerose iniziative, da parte di studiosi del settore e di addetti ai lavori, affinché l'intera organizzazione delle Soprintendenze italiane venga rinnovata ed adeguata alle nuove esigenze dell'archeologia subacquea.

III. *Lo scavo*

Negli scavi di terra la strategia per saggi, quadrati e settori, nota come sistema Wheeler/Kenyon (WHEELER 1954; KENYON 1956), è stata gradualmente abbandonata, sostituita dall'indagine per grandi aree (BARKER 1977; BARKER 1986), grazie a nuovi metodi di scavo e di documentazione (HARRIS 1979; critiche al sistema Wheeler: CARANDINI 1991, 45 ss.). Nell'archeologia subacquea, l'indagine estensiva è ancora da considerare una rarità e quasi sempre gli scavi, sia di siti sommersi, sia di relitti, si concentrano su settori topograficamente limitati, condotti nelle aree di presumibile maggiore interesse. Tale scelta non sembra determinata solamente da motivazioni di carattere culturale, ma anche (forse soprattutto) di carattere economico. Gli alti costi degli scavi archeologici subacquei sembrerebbero infatti consigliare la programmazione di interventi mirati, appunto in settori accuratamente scelti, per ottenere il maggiore numero di informazioni nel minore tempo e con il minore sforzo organizzativo possibile.

Negli scavi di siti sommersi, ad esempio, il saggio quadrato di impostazione tradizionale fornisce immediatamente dati sulla potenzialità stratigrafica e sulle principali fasi di vita e di trasformazione dell'insediamento da indagare; nello scavo di relitti, saggi o trincee trasversali, condotti in zone strategicamente interessanti (nei settori centrale, prodiero e poppiere dell'imbarcazione), forniscono celermente importanti dati archeologici sulle dimensioni del relitto, il carico e la cronologia.

Come effetto fortemente negativo di questo tipo di intervento, è però da rilevare, in ambedue i casi, la parzialità delle informazioni, che, evidentemente non possono esser ritenute valide per l'intera area e che, a scavo concluso, imporranno, presto o tardi, l'esecuzione di nuovi saggi e di nuove campagne di scavo (a questo punto l'iniziale vantaggio economico si trasfor-

ma in perdita evidente). In Italia sono rarissimi i casi di relitti scavati integralmente, che possano fornire informazioni esaustive dal punto di vista della tipologia e cronologia del carico, dello studio delle strutture lignee dell'imbarcazione, dei materiali relativi alla vita di bordo, ecc.

III.1 LA STRATEGIA ED IL METODO

La strategia di intervento che qui si propone intende conciliare «il rigore stratigrafico con l'ampia visione dei fenomeni indagati» (CARANDINI 1991, p. 48) e cioè, in sostanza, la stratigrafia con la topografia. Un edificio, un relitto, un complesso archeologico, sott'acqua o fuori dell'acqua, si comprendono solamente se scavati per ampi settori, anziché per singole campionature. Nel caso dello scavo di un relitto, ad esempio, occorre progettare l'intervento per l'intera estensione, onde evidenziarne tutte le parti e le relazioni stratigrafiche e topografiche.

Difficoltà relative all'ambiente fisico di lavoro, alla conduzione delle operazioni di scavo e di documentazione ed alla ordinata asportazione di strati e materiali archeologici, hanno imposto, fin dai primi interventi subacquei, l'impiego della "quadrettatura". Tale sistema, costantemente migliorato negli anni nei materiali impiegati per la sua realizzazione (GERICKE 1983, p. 171 ss.; FOERSTER LAURES 1984, p. 143 ss.), è ancora oggi mezzo insostituibile di controllo e gestione delle operazioni subacquee ed è impiegato in quasi tutti i cantieri. Si tratta in sostanza di suddividere l'area da scavare in una serie di quadrati uguali, singolarmente identificati con lettere e numeri. A tali quadrati si fa riferimento per programmare giornalmente i lavori di scavo, la documentazione grafica e fotografica, il controllo della provenienza dei materiali archeologici, ecc. Il relitto di Grado, ad esempio, è stato suddiviso da un reticolo semi rigido di settanta quadrati di m 1,50 x 1,50, ottenendo un grande rettangolo di sette file di dieci quadrati (Fig. 12). A tale scopo è stato studiato ed appositamente realizzato un sistema composto da tubi in PVC ed innesti rapidi a croce, con la possibilità di variare l'altezza degli elementi verticali, man mano che si approfondiva lo scavo (Fig. 13). Tale sistema ha permesso di sveltire notevolmente le operazioni di posa in opera sul fondo: l'intero reticolo è stato montato appena in una giornata di lavoro ed interamente recuperato al termine della campagna (Figg. 14-15).

La regola che gli strati da scavare debbono essere asportati secondo superfici reali (cioè individuando le "interfacce" delle varie US) e non per livelli o piani artificiali e seguendo l'ordine inverso a quello in cui si sono formati (cioè scavando, di volta in volta, gli strati che «coprono» e che «non sono coperti» da altri: CARANDINI 1991, p. 53), può essere certamente applicata anche sott'acqua. N. Lamboglia aveva addirittura messo in evidenza, già negli anni Sessanta (LAMBOGLIA 1961c, p. 243), che il riconoscimento dei colori distintivi degli strati, è addirittura più facile negli scavi subacquei.

Questa regola è stata applicata, nello scavo del relitto di Grado, scavando gli strati uno alla volta ed un quadrato alla volta; lo stesso ordine, come vedremo, è stato seguito per la redazione della documentazione. Una volta asportato lo strato veniva redatto il matrix per il controllo della sequenza stratigrafica; il matrix veniva ovviamente aggiornato ogni volta che lo scavo di nuovi strati metteva in evidenza ulteriori rapporti fisici (Figg. 16-17). Appare evidente, nel caso dello scavo di relitti, che gli strati che ricoprono i resti sono di natura “post-deposizionale”, cioè che sono tutti relativi alle fasi posteriori all'affondamento. Occorre egualmente sottolineare che viceversa la maggior parte delle informazioni utili dal punto di vista archeologico, è proprio relativa alle modalità di tale affondamento, per poter ricostruire, ad esempio, non solo l'entità del carico trasportato, ma anche la disposizione originaria di questo all'interno dell'imbarcazione. Diventa di fondamentale importanza, in altre parole, lo studio delle dinamiche di dispersione (BELTRAME 1997), spostamento e disfacimento degli oggetti, così come, negli scavi di terra, è importante studiare le dinamiche dei crolli per arrivare a ricostruire gli elevati degli edifici.

Per questi motivi, sempre in riferimento all'esperienza effettuata nel 1990 sul relitto di Grado, si è pensato di approfondire maggiormente la fase analitica di acquisizione dei dati, rispetto agli usuali protocolli degli scavi terrestri, inserendo in una unica serie numerica anche i materiali archeologici (in questo caso le anfore o i gruppi di frammenti presumibilmente attribuibili ad anfore), per tenere sotto controllo, mediante matrix, i relativi rapporti fisici (Figg. 16-17). I materiali archeologici scavati (numerati singolarmente o per gruppi omogenei) sono stati raccolti in cassette recanti il numero del quadrato di scavo di provenienza e salpate sull'imbarcazione (Fig. 18). Questo sistema ha permesso di ricostruire i processi di spostamento del carico ed ha introdotto regole di ordine e priorità anche nell'asportazione dei materiali (ad esempio si recuperano le anfore a partire da quelle che non sono coperte da altre anfore, ecc.). L'originaria unitarietà del carico dell'imbarcazione può essere ricomposta in una ulteriore fase, sintetica, di definizione delle Attività stratigrafiche o dei gruppi di Attività.

Va rilevato che nel sistema appena delineato l'impiego del reticolo non attiene alla procedura o al metodo di scavo, ma piuttosto alla strategia di intervento, essendo i quadrati esclusivamente un elemento di riferimento per l'organizzazione del lavoro (Fig. 19), per il controllo della provenienza dei materiali e per la redazione della documentazione grafica e fotografica.

Sulla base di queste osservazioni appare evidente che anche nello scavo subacqueo l'individuazione dei rapporti fisici tra gli strati ed il loro scavo e la redazione contestuale del matrix, sono operazioni di estrema importanza e possono essere effettuate solo da archeologi subacquei.

IV. *La documentazione*

La definizione teorica di “esperimento scientifico” nel campo delle scienze esatte è che l’esperimento sia, in ogni caso, “dimostrabile” e “riproducibile”. In archeologia tale assunto non può pienamente realizzarsi per la inevitabile ed irreversibile distruzione del contesto archeologico, conseguente al suo scavo. La “dimostrabilità” e la “riproducibilità” dunque dell’esperimento-scavo non può che avvenire in forma documentaria e per questo motivo nessun intervento archeologico correttamente condotto può presentare carenze, approssimazioni o lacune nella documentazione, sia generale che di dettaglio.

Accanto alla tradizionale documentazione grafica e fotografica, è ormai generalmente adottato un articolato sistema di schedatura delle informazioni e dei dati archeologici, sia di livello analitico (schede di US, schede dei materiali) che sintetico (monumento, complesso, sito archeologico ecc.) (CARANDINI 1991, p. 86 ss.). In questi ultimi anni, inoltre, una particolare attenzione è stata dedicata all’uso dei sistemi informatici per l’acquisizione, la gestione e la restituzione dei dati (CAD grafici, banche dati ecc.), all’utilizzo a fini archeologici delle tecniche fotogrammetriche ed alla introduzione della documentazione video (Fig. 20) (PICCARRETA 1987; AZZENA 1991, p. 747 ss.; FERRI 1991, p. 391 ss.; MITCHELL 1991, p. 767 ss.). L’adozione di tale complesso sistema di documentazione è perfettamente funzionale (anzi è necessario presupposto) alle operazioni di gestione del moderno scavo stratigrafico subacqueo a cui si è fin qui fatto riferimento.

IV.1 LA DOCUMENTAZIONE GRAFICA

L’organizzazione del lavoro secondo una quadrettatura di riferimento permette la realizzazione contestuale della documentazione grafica. Nello scavo di Grado, ad esempio, al termine del lavoro in ogni singolo quadrato, l’evidenza archeologica veniva riportata in pianta ed in sezione, in modo da ottenere la documentazione completa di ogni singola US e di ogni fase del lavoro e, nel contempo, di avere la possibilità di programmare le successive operazioni. L’insieme della documentazione di tutti i quadrati ha permesso inoltre il controllo stratigrafico su tutta l’area interessata dal relitto (Fig. 12). L’utilizzo di moderni programmi di grafica automatizzata CAD (computer aided design) ha inoltre permesso che i rilievi effettuati sott’acqua venissero, una volta giunti a terra, immediatamente trasferiti su computer (Fig. 21). Tale procedura (TORTORICI 1994, p. 43 s., Fig. 12), ha reso disponibili, al termine di ogni giornata di lavoro, planimetrie aggiornate generali e di dettaglio, rielaborate progressivamente con il computer e stampate (Fig. 22), relative alle situazioni stratigrafiche ed allo stato di fatto del relitto nelle varie fasi dello scavo (Fig. 23) (MITCHELL 1981).

Per l'esecuzione di una corretta documentazione grafica è fondamentale che le operazioni relative al rilievo diretto (trilaterazioni effettuate con fettucce metriche, tripometri o altri strumenti di misurazione lineare; disegno di particolari mediante l'impiego della griglia ecc.) e di riporto grafico dei dati, avvengano tutte sott'acqua. Gli operatori subacquei, infatti, possono ormai disegnare direttamente in immersione (Fig. 24), grazie all'impiego dei supporti indeformabili in poliestere, che consentono di ottenere gli stessi livelli qualitativi della documentazione di uno scavo terrestre. È egualmente fondamentale che per capisaldi delle misurazioni non vengano mai adoperati i vertici dei quadrati del reticolo (come spesso avviene e come, in qualche caso, viene addirittura teorizzato: CARANDINI 1991, p. 102), per l'ovvia ragione che tali vertici non assicurano la necessaria inamovibilità ed aderenza al modello grafico di riferimento (Fig. 25). Allo scopo andranno utilizzati capisaldi esterni all'area di scavo, come si è precedentemente descritto.

IV.2 LA DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA; LE RIPRESE FOTOGRAMMETRICHE

Per la documentazione fotografica il riferimento al reticolo di scavo (fotografie planimetriche in quota di ogni quadrato di scavo e di ogni singola fase di avanzamento dei lavori) è ampiamente collaudato ed impiegato fin dai primi scavi subacquei degli anni Cinquanta. Come per i grafici, l'unione delle riprese di ogni singolo quadrato consente la realizzazione di un mosaico fotografico dell'intera area di scavo (Fig. 26). Assieme a tale sistema di documentazione di carattere generale, converrà effettuare riprese fotografiche di dettaglio (dei materiali, di particolari situazioni di scavo ecc.) e, in ogni caso, delle singole US, come negli scavi di terraferma.

Già a partire degli anni Settanta venne impiegato nei cantieri subacquei un sistema di rilevamento indiretto, basato sulla fotogrammetria. Si tratta, per sintetizzare, di utilizzare coppie di foto stereoscopiche (effettuate con fotocamere metriche che riprendono la stessa porzione di scavo da due punti differenti, posti su un stesso asse ed alla medesima quota) (Fig. 27), per ottenere, tramite apposite sofisticate apparecchiature (restitutori analitici ed analogici) piante quotate (Fig. 28). Tale sistema, ampiamente sperimentato nell'aerofotogrammetria (PICCARRETA 1987) e nella fotogrammetria architettonica terrestre (CUNDARI 1983; DABBABBO 1983), è stato utilizzato in campo subacqueo mediante l'impiego di macchine fotografiche subacquee o scafandrate, montate su telai orizzontali.

Sono attualmente in fase di sperimentazione per l'archeologia subacquea sistemi volti a semplificare ulteriormente le operazioni di ripresa, impiegando fotografie scattate da macchine semi metriche o non metriche e restituite da avanzati strumenti analitici.

La necessità di fare riferimento a comuni e condivisi metodi di intervento (le proposte fin qui avanzate sono da interpretare in questa chiave) si fa particolarmente stringente, soprattutto in considerazione del fatto che lo sviluppo delle tecnologie, con sempre maggiore celerità, offre agli archeologi subacquei nuove possibilità di indagine, ampliando notevolmente il campo di ricerca. Da questo punto di vista gli scavi ad alta profondità, giustamente considerati in questi anni come protagonisti del futuro prossimo dell'archeologia subacquea, sono divenuti parte integrante del presente. Si notano in questo campo difformità anche evidenti, dal punto di vista culturale, nelle finalità e nei metodi di intervento, con diversi elementi di preoccupazione. L'intervento del gruppo di ricerca americano guidato da R. Ballard nel Canale di Sicilia a -800 metri di profondità (BALLARD 1998, p. 34 ss.), ad esempio, ha evidenziato come a fronte di un imponente dispiego di mezzi e tecnologie (è stato addirittura impiegato un sommergibile a propulsione nucleare) non sempre corrispondano risultati scientificamente apprezzabili e metodologicamente corretti: il braccio meccanico del sommergibile teleguidato che preleva anfore dai relitti, come è stato mostrato dalle televisioni di tutto il mondo (sull'intera vicenda, VOLPE 1997, p. 1 s.), evidenzia una scarsa attenzione verso i contesti stratigrafici e, di fatto, riporta indietro l'archeologia subacquea di diversi decenni, ai tempi dei prelievi indiscriminati che già colpivano negativamente gli archeologi degli anni Cinquanta (LAMBOGLIA 1952, p. 141 ss.). Per contro, si distinguono per correttezza metodologica, ad esempio, gli interventi francesi nel Golfo di Lione (relitto Arles 4, -600 metri di profondità) in cui si sono privilegiate le indagini non distruttive, concentrando l'interesse sugli aspetti della documentazione (basata sulla restituzione fotogrammetrica assistita dal computer, anche con esempi di realtà virtuale) e sul rispetto dell'integrità del giacimento (VOLPE 1995, p. 10 s.; L. Long, in questo volume). In ogni caso, tornando alle valutazioni iniziali sui periodi di sviluppo dell'archeologia subacquea, appare auspicabile che le citate presenti esperienze aprano un nuovo periodo di riflessione sui metodi di intervento, ricco di positivi spunti per la crescita della ricerca scientifica.

EDOARDO TORTORICI

Bibliografia

- G. AZZENA, 1991, in *Archeologia del Paesaggio, IV ciclo di lezioni sulla ricerca applicata all'archeologia*, Certosa di Pontignano (Siena 1991), Firenze 1992, p. 747 ss.
R.D. BALLARD, 1998, «National Geographic», 1, 3, p. 34 ss.
P. BARKER, 1977, *Techniques of Archaeological Excavation*, London.
P. BARKER, 1986, *Understanding Archaeological Excavation*, London.
G.F. BASS, 1967, *Cape Gelidonia: a Bronze Age Shipwreck*, «TransAmPhilSoc», 57,8.
G.F. BASS, 1972, *Byzantium, mistress of the Sea: AD 330-641. A History of Seafaring based on Underwater Archaeology*, London.

- G.F. BASS, F. VAN DOORNINCK, 1971, «AJA», 75, p. 27 ss.
- G.F. BASS, F. VAN DOORNINCK, 1982, *Yassi Ada I. Seventh Century Byzantine Shipwreck*, College Station.
- C. BELTRAME, 1997, in *Atti del Convegno Nazionale di Archeologia Subacquea* (Anzio 1996), Bari 1997, p. 333 ss.
- F. BENOIT, 1958, «Gallia», 16, p. 5 ss.
- A. CARANDINI, 1991, *Storie dalla terra*, Torino.
- C. CUNDARI, 1983, *Fotogrammetria architettonica*, Roma.
- A. DABBABBO, 1983, *Il rilievo stereofotogrammetrico*, Bari.
- P. DELL'AMICO, 1997, *Archeologia Subacquea*, II, p. 93 ss.
- G. DE FRONDEVILLE, 1965, in DU PLAT TAYLOR 1965, p. 39 ss.
- DU PLAT TAYLOR, 1965, *Marine Archaeology. Developments during Sixty Years in the Mediterranean*, London.
- F. DUMAS, 1964, *Epaves Antiques. Introduction à l'archéologie sous-marine méditerranéenne*, Paris.
- F. DUMAS, 1972, *Trente siècles sous la Mer*, Paris.
- W. FERRI, 1991, in *Archeologia del Paesaggio, IV ciclo di lezioni sulla ricerca applicata all'archeologia*, Certosa di Pontignano (Siena 1991), Firenze 1992, p. 391 ss.
- F. FOERSTER LAURES, 1984, «IJNA», 13,2, p. 145 ss.
- W. FUCHS, 1963, *Die Schiffsfund von Mahdia*, Tübingen
- I.H. GERICKE, 1983, «IJNA», 12,2, p. 171 ss.
- P.A. GIANFROTTA, P. POMEY, 1981, *Archeologia subacquea*, Milano.
- P.A. GIANFROTTA, 1983, in AA.VV., *Baia. Il ninfeo imperiale di Punta Epitaffio*, Napoli.
- E.C. HARRIS, 1979, *Principles of Archaeological Stratigraphy*, London.
- M.L. KATZEV, S.W. KATZEV, 1974, «National Geographic», 146, p. 618 ss.
- K.M. KENYON, 1956, *Beginning in Archaeology*, London.
- N. LAMBOGLIA, 1952, «RstLig», 18, p. 131 ss.
- N. LAMBOGLIA, 1961a, in *Atti III Congresso Internazionale di Archeologia Sottomarina* (Barcellona 1961), Bordighera 1971, p. 167 ss.
- N. LAMBOGLIA, 1961b, «RStLig», 27, 1961, p. 138 ss.
- N. LAMBOGLIA, 1961c, in *Atti III Congresso Internazionale di Archeologia Sottomarina* (Barcellona 1961), Bordighera 1971, p. 225 ss.
- N. LAMBOGLIA, 1964a, «RStLig», 30, p. 3 ss.
- N. LAMBOGLIA, 1964b, «RStLig», 30, p. 258 ss.
- N. LAMBOGLIA, 1964c, «RstLig», 30, p. 229 ss.
- N. LAMBOGLIA, 1971, «RIngaunIntemel», n.s. 26, p. 71 ss.
- B. LIOU, 1973, «Gallia», 31, p. 586 ss.
- L. LONG, 1987, «Archaeonautica», 7, p. 9 ss.
- L. LONG, G. VOLPE, 1995, «L'Archeologo Subacqueo», I, 2, p. 10 s.
- P. LOPREATO, 1994, in AA.VV., *Operazione Iulia Felix. Lo scavo subacqueo della nave romana rinvenuta al largo di Grado*, Mariano del Friuli, p. 29 ss.
- A. MAIURI, 1961, *L'esplorazione archeologica sottomarina di Baia*, Bordighera, p. 108 ss.
- E. MITCHELL, 1981, «RStLig», 47, p. 259 ss.
- E. MITCHELL, 1982, in *VI Congreso Internacional de Arqueologia Submarina* (Cartagena 1982), Cartagena 1985, p. 17 ss.
- E. MITCHELL, 1991, in *Archeologia del Paesaggio, IV ciclo di lezioni sulla ricerca applicata all'archeologia*, Certosa di Pontignano (Siena) 1991, Firenze 1992, p. 767 ss.
- J. NIETO PRIETO, et al., 1989, *Excavaciones arqueológicas a Cala Culip*, Girona.
- A.J. PARKER, 1981, «IJNA», 10, p. 309 ss.
- A.J. PARKER, 1992, *Ancient Shipwrecks of Mediterranean and the Roman Provinces*, (BAR Int.Ser. 580), Oxford.

- F. PICCARRETA, 1987, *Manuale di fotografia aerea. L'uso archeologico*, Roma.
- C. PULAC, F. TOWNSEND, 1987, «AJA», 91, p. 33 ss.
- G. ROGHI, 1965, in DU PLAT TAYLOR 1965, p. 103 ss.
- G. ROGHI, 1966, «Mondo Sommerso», 8,11, p. 1058 ss.
- P. TAILLIEZ, 1958, in *Atti II Congresso Internazionale di Archeologia Sottomarina* (Albenga 1958), Bordighera 1961, p. 175 ss.
- P. TAILLIEZ, 1965, in DU PLAT TAYLOR 1965, p. 76 ss.
- A. TCHERNIA, 1968-70, «Etudes Classiques» 3, p. 51 ss.
- A. TCHERNIA, P. POMEY, A. HESNARD, *et al.*, 1978, «Gallia», Suppl. 34, Paris.
- E. TORTORICI, 1991, in *Atti VI rassegna di Archeologia subacquea* (Giardini Naxos 1991), Reggio Calabria 1994, p. 105 ss.
- E. TORTORICI, 1994, in AA.VV., *Operazione Iulia Felix. Lo scavo subacqueo della nave romana rinvenuta al largo di Grado*, Mariano del Friuli, p. 35 ss.
- F. VAN DOORNINCK, 1972, in BASS 1972, p. 133 ss.
- F. VAN DOORNINCK, 1976, «IJNA», 5, p. 115 ss.
- G. VOLPE, 1997, in «L'Archeologo Subacqueo», III, 3, p. 1 s.
- E.M. WHEELER, 1954, *Archaeology from the Earth*, Oxford.
- H. WYLDE SWINY, M.L. KATZEV, 1971, in *Marine Archaeology*, «Colston Papers», 23, p. 339 ss.