

2.1.1 Origini e caratteristiche litologiche degli affioramenti rocciosi

Gli affioramenti rocciosi presenti nel Nord Adriatico si possono ricondurre a tre diversi tipi litologici: beachrock, rocce organogene e rocce la cui origine è legata a fuoriuscite di gas metano dal sottofondo.

BEACHROCK

Le formazioni a beachrock sono particolarmente interessanti non solo in quanto substrati su cui si possono insediare differenti biocenosi, ma anche per il loro significato paleogeografico (Stefanon, 1969; p 83).

Con il termine beachrock s'indicano, infatti, formazioni di origine clastica originatesi per cementazione, ad opera di carbonati, dei sedimenti di spiaggia della zona intertidale. Queste rocce sono molto diffuse lungo le coste tropicali o subtropicali e spesso orlano le spiagge carbonatiche in prossimità di formazioni coralline. Delle beachrock si sa che si formano abbastanza velocemente, come è dimostrato dal fatto che in esse si sono trovati inglobati manufatti e perfino barattoli di birra, ma sulle modalità e le cause del processo di cementazione attualmente si formulano differenti ipotesi. I diversi autori concordano però sul fatto che l'ambiente diagenetico debba essere quello intertidale e che il cemento carbonatico (soprattutto Aragonite e/o Mg-calcite) derivi da apporti esterni e non da mobilitazione locale e ricementazione della frazione carbonatica del sedimento (Braga e Stefanon, 1969; p.352).

Le ipotesi principali sull'origine si possono così riassumere:

- La cementazione dei sedimenti nella zona di marea avverrebbe a causa della precipitazione dei carbonati presenti nell'acqua interstiziale. Condizioni fondamentali alla diagenesi sarebbero il ripetuto essiccamento, anche parziale, del sedimento, la supersaturazione di carbonato in acqua marina (si verifica oggi solo in acque tropicali superficiali calde e poco produttive), l'attività batterica, nonché il contenuto di sostanza organica e la porosità dei sedimenti.
- La precipitazione dei carbonati avverrebbe per la variazione del pH dovuta al mescolamento dell'acqua marina con quella della falda di acqua dolce, o salmastra, che caratterizza i cordoni litoranei e le spiagge sabbiose. Nella zona di mescolamento si ha la flocculazione, precipitazione e deposizione di tutti o quasi i carbonati presenti

in entrambe le acque. La lastra che così si viene a formare all'interno dei sedimenti potrà emergere in seguito a fenomeni erosivi.

- Le acque delle lagune retrostanti i litorali sabbiosi in relazione alla degradazione della sostanza organica possono arricchirsi di acidi humici. Quando, per effetto di escursioni mareali particolarmente elevate, queste acque invadono il litorale sabbioso e filtrano tra i sedimenti provocano la deposizione di un cemento carbonatico tra i granuli.

Nonostante le differenze, le ipotesi implicano la presenza di un clima molto diverso da quello che oggi caratterizza il bacino Adriatico nonché come ambiente diagenetico quello intertidale. Per questo il ritrovamento di beachrock nell'Adriatico settentrionale, a diverse profondità, può permetterci d'avere informazioni sulle passate linee di costa e sulle caratteristiche climatiche dell'area, nonché notizie della presenza di fenomeni erosivi che hanno riportato in superficie le rocce formatesi all'interno dei sedimenti.

Si sono raggiunti interessanti risultati dalla datazione di una valva di ostrica estratta dalla porzione centrale di un campione di notevoli dimensioni raccolto al largo di Lignano. Con il metodo del ^{14}C si è ottenuta una datazione di 3840 \pm 90 anni, il che permette di determinare che circa 4000 anni fa la linea di costa era 6 miglia al largo dell'attuale, dove ora la profondità è di 13 metri (Braga e Stefanon, 1969, p.356). Purtroppo a causa della discontinuità e della frammentazione degli affioramenti, nonché per la mancanza di una loro chiara datazione, attualmente non è possibile utilizzarli appieno per delineare le paleolinee di costa. Per quanto riguarda la morfologia e le caratteristiche dei sedimenti che le compongono, le beachrock del Nord Adriatico presentano strutture assai eterogenee. Gli affioramenti generalmente hanno forma di creste rocciose che si elevano dal fondo da pochi centimetri a 2 metri, altre volte possono avere aspetto di lastre di dimensioni, spessore ed inclinazione molto variabili, ed in tal caso dalle popolazioni locali sono denominate "*lastrure*". Sovente sono evidenti fenomeni di erosione dovuti ai movimenti idrodinamici o a fenomeni biologici. Sia le lastre che le bancate mostrano spesso una distinta stratificazione, con a volte singole valve di lamellibranchi isoorientate. Dal punto di vista granulometrico le beachrock possono variare da puddinghe ad elementi grossolani ad arenarie fini. In Alto Adriatico il tipo più

comunemente riscontrato è una calcarenite ben classata a quarzo e feldspati, mentre mancano quelli a granulometria più elevata (Newton e Stefanon, 1976; p 42).

ROCCE DI ORIGINE ORGANOGENO-DETRITICA

Gli affioramenti organogeno-detritici hanno origine biologica; le rocce si formano attraverso un continuo processo d'incrostazione, conglobamento e stratificazione di organismi, particolato organico ed inorganico, sedimenti.

A tale processo partecipano in primo luogo alghe calcaree, madreporari, briozoi e serpulidi (Newton e Stefanon, 1976; p.44).

Affioramenti rocciosi con caratteristiche simili si possono riscontrare in molte aree del Mediterraneo, Costa Azzurra, Spagna, Corsica, Sardegna, Sicilia, Italia meridionale e coste della ex Jugoslavia; nel bacino Alto Adriatico si presentano con una distribuzione alquanto discontinua che per la maggior parte segue quella delle beachrock che spesso ne costituiscono il substrato di partenza.

Le caratteristiche morfologiche, le dimensioni, gli organismi costruttori delle rocce organogene sono molto variabili. Questa variabilità ed irregolarità è legata al fatto che la crescita degli organismi costruttori dipende strettamente dalle condizioni chimico fisiche dell'ambiente che possono cambiare periodicamente e localmente. La forma più diffusa è quella tondeggiante, che richiama alla mente una focaccia schiacciata, con superficie irregolare e solcata da numerose fratture o aperture orizzontali che formano piccole grotte. L'accrescimento di queste strutture è spesso centrifugo a partire da un nucleo che può essere rappresentato da diversi elementi; base di partenza per la costituzione di rocce organogene possono essere beachrock, relitti, o grossi corpi sommersi di qualsiasi origine. Nei vari affioramenti sono presenti stadi diversi dello sviluppo della roccia organogena; si possono così riconoscere rocce in erosione, o in accrescimento, altre ancora in una fase intermedia che si può definire di "conservazione". Queste variazioni, che talvolta si possono riscontrare contemporaneamente nello stesso affioramento, sono dovute sia a fattori biologici, come il ricoprimento del substrato da parte di poriferi che impediscono la crescita e l'insediamento dell'organogeno, o la presenza di organismi distruttori, come *Lithophaga lithophaga* o *Poriphora clionida* (Boldin, Rabitti e Stefanon, 1980; p.160), sia abiotici. In questo secondo caso a condizionare la crescita degli organismi che costituiscono le rocce organogene potranno ad esempio essere gli input

fluviali, che determinano variazioni nel materiale sospeso e nelle caratteristiche chimiche e fisiche dell'acqua, o il moto ondoso.

ROCCE FORMATESI DA RISALITE DI METANO

Una terza tipologia di affioramento roccioso presente nell'Alto Adriatico è data dalle rocce che si sono formate per risalite di gas metano (CH_4). Nell'Alto Adriatico, sono presenti piccole e diffuse risalite di metano la cui provenienza si attribuisce alla presenza di piccole sacche di gas di palude (Stefanon e Molinaroli).

Quando il metano risale attraverso i sedimenti interagisce con l'acqua interstiziale provocando la formazione di anidride carbonica ed acqua ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$). L'aumento di anidride carbonica nell'acqua che attraversa i sedimenti carbonatici, favorisce una successiva cementazione per precipitazione di carbonato di calcio (CaCO_3) (Zuppi e Stefanon, in stampa).

Il gas può filtrare orizzontalmente entro strati permeabili o risalire attraverso condotti; in entrambi i casi potrà avvenire la cementazione che darà però origine a rocce morfologicamente differenti, lastriformi o colonnari. La cementazione di sedimenti su condotti di risalita può dare origine a corpi colonnari di dimensioni notevoli, esempi in tal senso si sono ritrovati nello stretto tra Mar Baltico e Mare del Nord dove si sono riscontrati corpi alti 4 metri (Jensen et al., 1992; Jorgsen 1989 e 1992).

Queste rocce si formano all'interno dei sedimenti, potranno perciò emergere solo a seguito di fenomeni d'erosione; una volta affioranti dal sedimento in condizioni di trofia e di caratteristiche fisiche adeguate potranno diventare la base ideale per l'accrescimento di comunità bentoniche di substrati duri.