

UNA PROPOSTA DI CLASSIFICAZIONE DELLE EVAPORITI SOLFATICHE

Si propone una classificazione descrittiva delle evaporiti solfatiche basata sui seguenti criteri distintivi: 1) composizione mineralogica (Tab. 1); 2) forma, dimensione, orientazione e limiti dei cristalli o dei granuli nell'anidrite e nel gesso (Tab. 2; Figs. 1, 2, 3, 4).

Questa classificazione evita la distinzione tra gesso «primario» e gesso «secondario», per le sue implicazioni interpretative.

È anche presentata una rassegna descrittiva delle principali strutture solfatiche: questa è basata, principalmente, sull'esame del tipo di stratificazione (Figs. 5, 6).

L'origine dei principali tipi di evaporiti solfatiche è brevemente discussa.

La nostra proposta è basata sulle seguenti considerazioni:

1) le classificazioni sono efficaci strumenti di ricerca in quanto permettono di guidare l'osservazione analitica, semplificano le descrizioni, unificano e precisano il linguaggio;

2) i principi di classificazione possono cambiare con il progredire delle conoscenze e con il mutare delle esigenze e degli obiettivi;

3) numerosi ed eccellenti contributi sono stati dedicati alle evaporiti solfatiche; queste rocce sono però ancora prive di uno schema classificativo generale, sufficientemente aggiornato ed unitario, che ne faciliti l'approccio analitico e ne semplifichi la descrizione;

4) i componenti tessiturali deposizionali delle evaporiti solfatiche sono spesso profondamente modificati da processi diagenetici sia precoci che tardivi; una classificazione delle evaporiti solfatiche deve perciò fornire le basi descrittive utilizzabili nell'esame dei primi prodotti della sedimentazione e dei loro molteplici derivati diagenetici.

Ciclo diagenetico delle evaporiti solfatiche

La classificazione delle evaporiti solfatiche è complicata dal fatto che il solfato di Calcio può passare con relativa facilità dalla forma idrata (gesso) a quella anidra (anidrite) e viceversa.

1) In un mezzo acquoso, il solfato di Calcio precipita comunemente come gesso; solo in condizioni di alta temperatura e di estrema concentrazione in cloruri, l'anidrite può precipitare in un corpo d'acqua come minerale primario; condizioni di estrema aridità possono però causare la disidratazione del gesso nello stesso ambiente deposizionale.

2) Sotto sepoltura relativamente profonda, il gesso tende a disidratarsi, trasformandosi in anidrite; questo minerale è stabile fino alle più alte temperature (anche sopra i 1.000 gradi C.).

3) L'anidrite, riportata in superficie, tende ad idratarsi di nuovo, ripassando lentamente a gesso.

Questo ciclo di trasformazioni da gesso primario, ad anidrite, a gesso secondario comporta complesse riorganizzazioni della massa solfatica così che i caratteri originari del sedimento possono essere profondamente modificati.

La distinzione pratica tra gesso «primario» e «secondario» è spesso difficile e può presentare aspetti fortemente interpretativi; per queste ragioni abbiamo evitato di utilizzarla come criterio di classificazione.

Criteri di classificazione

I criteri più utili nella classificazione petrografica delle rocce sedimentarie solfatiche possono essere schematizzati nel modo seguente:

- a) composizione mineralogica;
- b) forma, disposizione e contatti dei cristalli e/o granuli;
- c) dimensione dei cristalli e/o granuli;
- d) identificazione del gesso clastico.

a) La massima parte delle rocce e dei sedimenti solfatici è costituita da gesso o da anidrite; gli altri minerali solfatici (principalmente celestina e barite) sono molto meno comuni e solo raramente possono essere costituenti fondamentali di una roccia evaporitica.

Gesso ed anidrite possono rappresentare da soli il principale costituente della roccia o sedimento o possono essere frammisti ad altri materiali sedimentari (arenarie, argille, carbonati, evaporiti non solfatiche).

Le rocce e i sedimenti contenenti solfati possono perciò essere distinti in due categorie generali (rocce solfatiche e rocce miste) in base al rapporto tra componenti solfatici e componenti non solfatici (Tab. 1).

b-c) La determinazione della forma e della dimen-

sione dei cristalli o granuli è molto facile, ma richiede osservazioni sia macroscopiche che microscopiche.

d) Il riconoscimento del gesso clastico è molto facile nei sedimenti a grana grossolana, ma diviene progressivamente più difficile con il diminuire della taglia granulometrica. La nostra classificazione non

prevede, perciò, il riconoscimento del gesso clastico di dimensioni inferiori a quelle della sabbia. L'esame delle strutture sedimentarie può risultare estremamente utile nel riconoscimento macroscopico di questo tipo di gesso.

La combinazione di questi criteri ha permesso di mettere a punto lo schema classificativo presentato nella Tab. 2.

La classificazione che noi proponiamo utilizza osservazioni sia macroscopiche che microscopiche: (A) l'anidrite è descritta esclusivamente su base microscopica perché comunemente (anche se non sempre) presenta una grana cristallina fine (Figg. 1 e 2); il gesso, invece, è stato descritto usando un formato misto, sia microscopico che macroscopico, a causa della maggiore varietà di taglia cristallina (Figg. 3 e 4).

TABELLA 1

CaSO ₄ > 75%	CaSO ₄ < 75%
ROCCE SOLFATICHE	ROCCE MISTE
	con
gesso o anidrite	carbonati/arenarie/argille/salgemma

TAB. 1 — Classificazione chimico-mineralogica delle rocce sedimentarie contenenti solfati.

TABELLA 2

Minerale	Forma	Taglia	Nome	Varietà
		< 0,06 mm	MICROCRISTALLINA	
		< 0,5 mm	FELTROSA	Subfeltrosa Feltrosa non orientata Feltrosa allineata Feltrosa striata
	aciculi H/L > 1/5	> 0,5 mm	FIBROSA	Fibrosa isolata Fibrosa intersertale Fibrosa radiale Fibrosa allineata
ANIDRITE				
	prismi H/L < 1/5		PRISMATICA	Prismatico-granulare Prismatica non orientata Prismatica allineata Prismatica striata
	combinazioni prismatico- lenticolari		TESTA D'ASCIA	
	plaghe		A PLAGHE	Ameboidi A gradini
		> 2 mm	MACROCRISTALLINO	Aciculare Prismatico
	idiotopico	< 2 mm	CRISTALLINO	Tabulare Lenticolare Ferro di lancia
	xenotopico in plaghe		NUVOLOSO	Stellato Ameboide
GESSO				
	xenotopico granulare	> 0,06 mm	GRANULARE	
		< 0,06 mm	MICROCRISTALLINO	
		< 2 mm	GESSOARENITE	
	clasti	> 2 mm	GESSORUDITE	

TAB. 2 — Classificazione mineralogico-tessiturale delle evaporiti solfatiche.

Abbiamo inoltre presentato una rassegna delle principali strutture (sedimentarie, diagenetiche e deformative) contenute nei sedimenti e nelle rocce sedimentarie solfatiche (Fig. 5 e 6).

Le ragioni che ci hanno indotto ad adottare questo tipo di classificazione e questi tre diversi raggruppamenti sono molte: principalmente, abbiamo cercato di separare i problemi descrittivi da quelli interpretativi e gli aspetti petrografici e tessiturali da quelli strutturali.

Anidrite

L'anidrite presente nelle rocce e nei sedimenti evaporitici può essere il prodotto di diversi processi: 1) precipitazione primaria; 2) disidratazione del gesso; 3) rimpiazzamento di carbonati; 4) ricristallizzazione di anidrite preesistente.

1) L'anidrite può formarsi come precipitato primario quando la soluzione sia satura anche in NaCl o in sali potassici; infatti, quando una soluzione acquosa sottoposta ad evaporazione raggiunge la saturazione per il solo solfato di Calcio, questo precipita sotto forma di gesso anche nel campo di stabilità teorica dell'anidrite (DEAN, 1978).

L'anidrite prodotta per precipitazione primaria presenta comunemente forme aciculari, fibrose e prismatiche, di dimensioni variabili, ed è spesso associata a salgemma.

2) La massima parte dell'anidrite contenuta nelle evaporiti solfatiche deriva dalla disidratazione del gesso: la sostituzione da gesso ad anidrite può avvenire precocemente, in condizioni di debole sepoltura, o tardivamente, sotto sepoltura profonda.

La disidratazione del gesso è favorita dall'aumento di temperatura, dall'aumento di pressione sulla sola fase solida e dalla contemporanea diminuzione di pressione sulla fase liquida: il passaggio da gesso ad anidrite comporta infatti una diminuzione del volume solido ed un aumento del volume complessivo (anidrite + acqua reticolare). In altre parole, la disidratazione del gesso dipende anche dalla possibilità di drenaggio dell'acqua reticolare.

Il passaggio da gesso ad anidrite produce, inizialmente, un sedimento a grana fine, mal costipato (per la perdita di volume solido) ed immerso in acqua interstiziale; se il drenaggio è impedito, l'acqua interstiziale è sottoposta ad una pressione superiore a quella puramente idrostatica; questa condizione, simile a quella delle sabbie mobili, può giustificare l'estrema plasticità del materiale solfatico in corso di disidratazione (SHEARMAN & FULLER, 1969; CIARAPICA & PASSERI, 1976; SHEARMAN, 1985).

L'anidrite prodotta dalla disidratazione del gesso presenta comunemente forme aciculari, feltrose.

3) Una parte dell'anidrite contenuta nelle rocce sedimentarie deriva dal rimpiazzamento di carbonati; in questo caso, l'anidrite contiene spesso relitti e fantasmi dell'originaria tessitura carbonatica.

Il rimpiazzamento può avere un carattere selettivo che è particolarmente evidente nel caso di sedimenti misti calcareo-dolomitici (o calcareo-terrigeni); in questi casi, le parti meno solubili possono essere

inglobate nel cristallo o spostate; la combinazione di questi due processi può portare alla formazione di cristalli zonati.

L'anidrite formata per rimpiazzamento di carbonati si presenta comunemente in plaghe irregolari, in cristalli a testa d'ascia o in cristalli aciculari-fibrosi.

4) La ricristallizzazione dell'anidrite a grana fine può produrre cristalli fibrosi o prismatici e plaghe sintassiali (contenenti fantasmi della preesistente tessitura).

Sotto l'effetto di pressioni orientate il materiale anidritico ricristallizza comunemente sotto forma di cristalli prismatici allineati.

L'esistente nomenclatura tessiturale delle rocce anidritiche è largamente derivata dai classici lavori di BROWN (1931), STEWART (1949), GOLDMAN (1952) e OGNIBEN (1957).

Una classificazione formalizzata è stata elaborata da MAIKLEM *et alii* (1969); questa prevede la distinzione dei seguenti tipi di anidrite: microcristallina, subfeltrosa, feltrosa, feltrosa allineata, a blocky, a bacchetta (*lath*).

L'iconografia e le succinte descrizioni di MAIKLEM *et alii* (1969) non permettono però una buona definizione di alcuni tipi di anidrite come quella prismatica, che è particolarmente diffusa nelle fasce orogeniche, o quella pecilitica, a testa d'ascia e in plaghe, che è legata al rimpiazzamento di carbonati.

Lo schema classificativo da noi proposto (Tab. 2, Figg. 1 e 2) è stato ricavato sfruttando i punti essenziali delle classificazioni di MAIKLEM *et alii* (1969) e i numerosi dati emersi negli ultimi 20 anni dallo studio dei sedimenti evaporitici attuali e delle formazioni anidritiche antiche sia di cratone che di orogene.

ANIDRITE MICROCRISTALLINA

Questo termine è riservato a rocce anidritiche di grana molto fine (< 0,06 mm).

ANIDRITE FELTROSIA (ACICULARE)

Fu definita da OGNIBEN (1957). È formata da cristalli aciculari più corti di 0,5 mm.

L'Anidrite Feltrosa è comune in molte rocce solfatiche sotto forma di noduli, sia sparsi che costipati, di lamine, di strati e di cementi; i noduli presentano spesso una disposizione dei cristalli a gomito, mentre lamine e strati possono essere caratterizzati da disposizioni allineate piane.

Secondo SHEARMAN & FULLER (1969), queste disposizioni sono dovute a differenti processi di compattazione, durante o dopo la disidratazione del gesso, e dipendono dalla possibilità di drenaggio dell'acqua di cristallizzazione, dalla temperatura e dal carico.

L'Anidrite Feltrosa può essere suddivisa nelle seguenti varietà (MAIKLEM *et alii*, 1969):

Anidrite Subfeltrosa: è una miscelanza di Anidrite Microcristallina e di cristalli aciculari, a grana fine, orientati a caso;

Anidrite Feltrosa non Orientata: è un intreccio di cristalli aciculari, a grana fine, orientati a caso;

Anidrite Feltrosa Allineata: è un'Anidrite Feltrosa a cristalli isoorientati-allineati;

Anidrite Feltrosa Striata: è un'Anidrite Feltrosa Allineata che contiene bandature e striature discontinue, formate da materiale non solfatico variamente sminuzzato.

ANIDRITE FIBROSA (ACICULARE)

Corrisponde all'Anidrite Bacillare di OGNIBEN (1957) e, in parte, all'Anidrite *Lath-Shaped* di MAIKLEM *et alii* (1969).

È formata da cristalli aciculari più lunghi di 0,5 mm, spesso in disposizione fibroso-raggiata.

MAIKLEM *et alii* (1969) includono nell'Anidrite *Lath-Shaped* anche cristalli pecilittici tozzi, prismatico-lenticolari, che noi abbiamo raggruppato in una diversa categoria (Anidrite a Testa d'Ascia).

L'Anidrite Fibrosa si può trovare in noduli, strati, cementi e vene; è comune in associazione con il salgemma e può formarsi per precipitazione primaria, per sostituzione (di gesso, carbonati o salgemma) e per neomorfismo.

Presenta le seguenti varietà:

Anidrite Fibrosa Isolata: i cristalli sono sparsi ed isolati in un sedimento ospite;

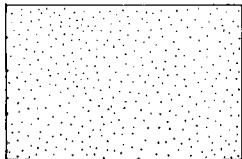
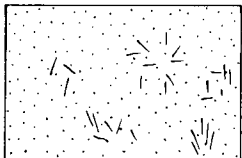
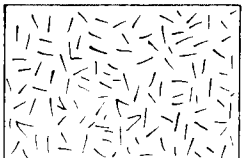
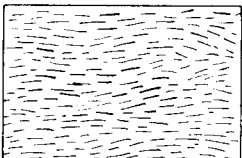
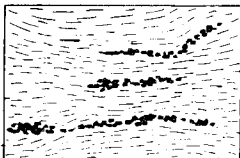
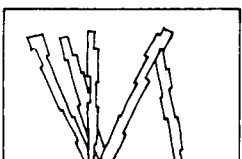


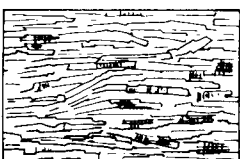
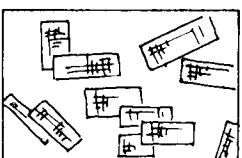
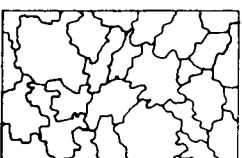
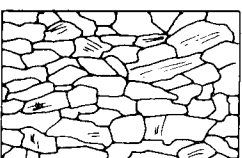
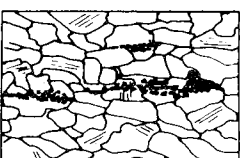

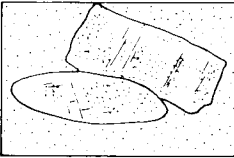
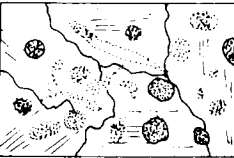
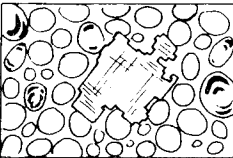
		CLASSIFICAZIONE DELL' ANIDRITE			
		CIARAPICA, PASSERI & SCHREIBER 1985			
microcristalli	ANIDRITE MICROCRISTALLINA < 0,06 mm	 <p>MICROCRISTALLINA</p>			
aciculari	ANIDRITE FELTROSА < 0,5 mm	 <p>SUBFELTSOSA</p>	 <p>FELTSOSA NON ORIENTATA</p>	 <p>FELTSOSA ALLINEATA</p>	 <p>FELTSOSA STRIATA</p>
		 <p>FIBROSA ISOLATA</p>	 <p>FIBROSA INTERSERALE</p>	 <p>FIBROSA RADIALE</p>	 <p>FIBROSA ALLINEATA</p>
cristalli prismatici	ANIDRITE PRISMATICA	 <p>PRISMATICA NON ORIENTATA</p>	 <p>PRISMATICA GRANULARE</p>	 <p>PRISMATICA ALLINEATA</p>	 <p>PRISMATICA STRIATA</p>
altre forme		 <p>CRISTALLI A TESTA D'ASCIA</p>	 <p>AMEBOIDI</p>	 <p>PLAGHE A GRADINI</p>	 <p>PLAGHE A GRADINI</p>

FIG. 1 e FIG. 2 — Classificazione dell'anidrite basata in primo luogo su forma e dimensioni dei cristalli e secondariamente su disposizione ed orientazione dei cristalli nella roccia. La Fig. 1 è esplicitiva della Fig. 2.

— Classification of anhydrite based first on shape and size of crystals and then on setting and orientation of the crystals inside the rock.



FIG. 2 — 1 - MICROCRYSTALLINE ANHYDRITE (crystal size $< 0,06$ mm); 2-5: FELTED ANHYDRITE (acicular crystals $< 0,5$ mm); 2- SUBFELTED ANHYDRITE (acicular crystals $< 0,5$ mm + microcrystals); 3- FELTED ANHYDRITE (non oriented crystals); 4- ALIGNED-FELTED ANHYDRITE (isooriented crystals); 5- STREAKED-FELTED ANHYDRITE (acicular crystals, often aligned, with streaks made up by fragments of non sulfate material); 6-9: FIBROUS ANHYDRITE (lath-shaped crystals $> 0,5$ mm); 6- FIBROUS SCATTERED ANHYDRITE (scattered crystals in non sulfate matrix); 7- INTERSECTING FIBROUS ANHYDRITE (non oriented crystals); 8- RADIAL FIBROUS ANHYDRITE (crystals in aggregates, with radial orientation); 9- ALIGNED FIBROUS ANHYDRITE (aligned crystals); 10-13: PRISMATIC ANHYDRITE: 10- NON ORIENTED PRISMATIC ANHYDRITE (non oriented crystals); 11- GRANULAR PRISMATIC ANHYDRITE (non oriented prismatic crystals with sutured boundaries); 12- ALIGNED PRISMATIC ANHYDRITE (aligned prismatic crystals); 13- STREAKED PRISMATIC ANHYDRITE (prismatic crystals, often aligned, with streaks made up by fragments of non sulfate material); 14-15: AXE-HEADED ANHYDRITE (axe-headed crystals often zoned); 16-17: PATCH ANHYDRITE (anhydrite patches in a non sulfate sediment); 16- AMEBOID PATCH ANHYDRITE (irregular patches); 17- STAIR-STEPS ANHYDRITE (patches with angular boundaries).

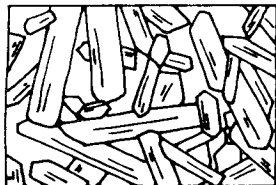
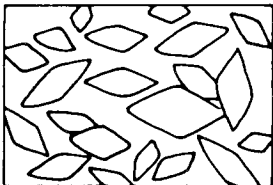
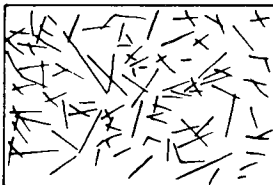
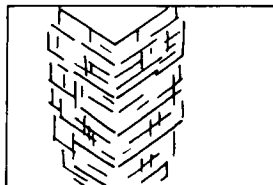
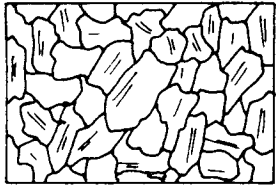
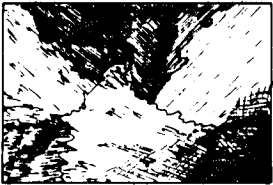
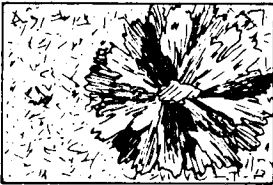


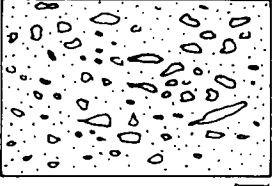
IDIOTOPICO				
	PRISMATICO	LENTICOLARE	ACICULARE	GEMINATO
XENOTOPICO				
	GRANULARE	AMEBOIDE	STELLATO	MICROCRISTALLINO
CLASTICO			<p>CLASSIFICAZIONE DEL GESSO</p> <p>CIARAPICA, PASSERI & SCHREIBER 1985</p>	
	GESSORUDITE	GESSOARENITE		

FIG. 3 e FIG. 4 — Classificazione del gesso basata sulla forma dei cristalli e sulle dimensioni dei granuli. La fig. 3 è esplicitiva della fig. 4.

— Classification of gypsum based on the crystal shape and on the grain size.

Anidrite Fibrosa Intersertale (Bacillare Intersertale di OGNIBEN, 1957): è formata da un intreccio di cristalli non orientati; una varietà è rappresentata dalla «*Decussate Anhydrite*» (MACHEL, 1986), dove le fibre cristalline s'intrecciano secondo un modello a maglie rettangolari;

Anidrite Fibrosa Radiale: è caratterizzata da disposizioni a ventaglio o a clessidra (STEWART, 1949);

Anidrite Fibrosa Allineata: i cristalli sono isoorientati e allineati (MAIKLEM *et alii*, 1969).

Per il momento, non conosciamo la varietà «striata» della Anidrite Fibrosa, anche se la sua esistenza non può essere esclusa.

ANIDRITE PRISMATICA

È formata da cristalli prismatici, tozzi, di dimensioni variabili, spesso superiori a 0,5 mm; il rapporto di allungamento dei cristalli è di 1:5 al massimo.

L'Anidrite Prismatica può formare lamine, strati, banchi e filoni. La sua origine può essere legata a precipitazione primaria, a frammentazione di Anidrite Fibrosa (SHEARMAN & FULLER, 1969) e, più comunemente, a ricristallizzazione di anidrite a grana fine sotto sepoltura profonda (CIARAPICA & PASSERI, 1976).

Può essere suddivisa nel modo seguente:

Anidrite Prismatico-Granulare: mosaici formati da cristalli subprismatici, equidimensionali, con contatti suturati;

Anidrite Prismatica non Orientata: cristalli tozzi e non orientati;

Anidrite Prismatica Allineata: cristalli isoorientati e subparalleli; questo tipo di anidrite presenta il caratteristico aspetto a «*pile of briks*» di BROWN (1931);

Anidrite Prismatica Striata: è una Anidrite Prismatica Allineata contenente «striature»; queste sono formate da frammenti di materiale non solfatico, variamente sminuzzati, non classati e a spigoli vivi.

ANIDRITE A TESTA D'ASCIA

Con questo nome abbiamo indicato cristalli lenticolari, limitati da facce prismatiche, che ricordano la forma di un ferro di ascia e che possono dare sezioni lenticolari, prismatiche e a botte.

Questo habitus particolare sembra dovuto alla presenza di composti organici che impedirebbero il normale sviluppo del cristallo (CODY & HULL, 1979).

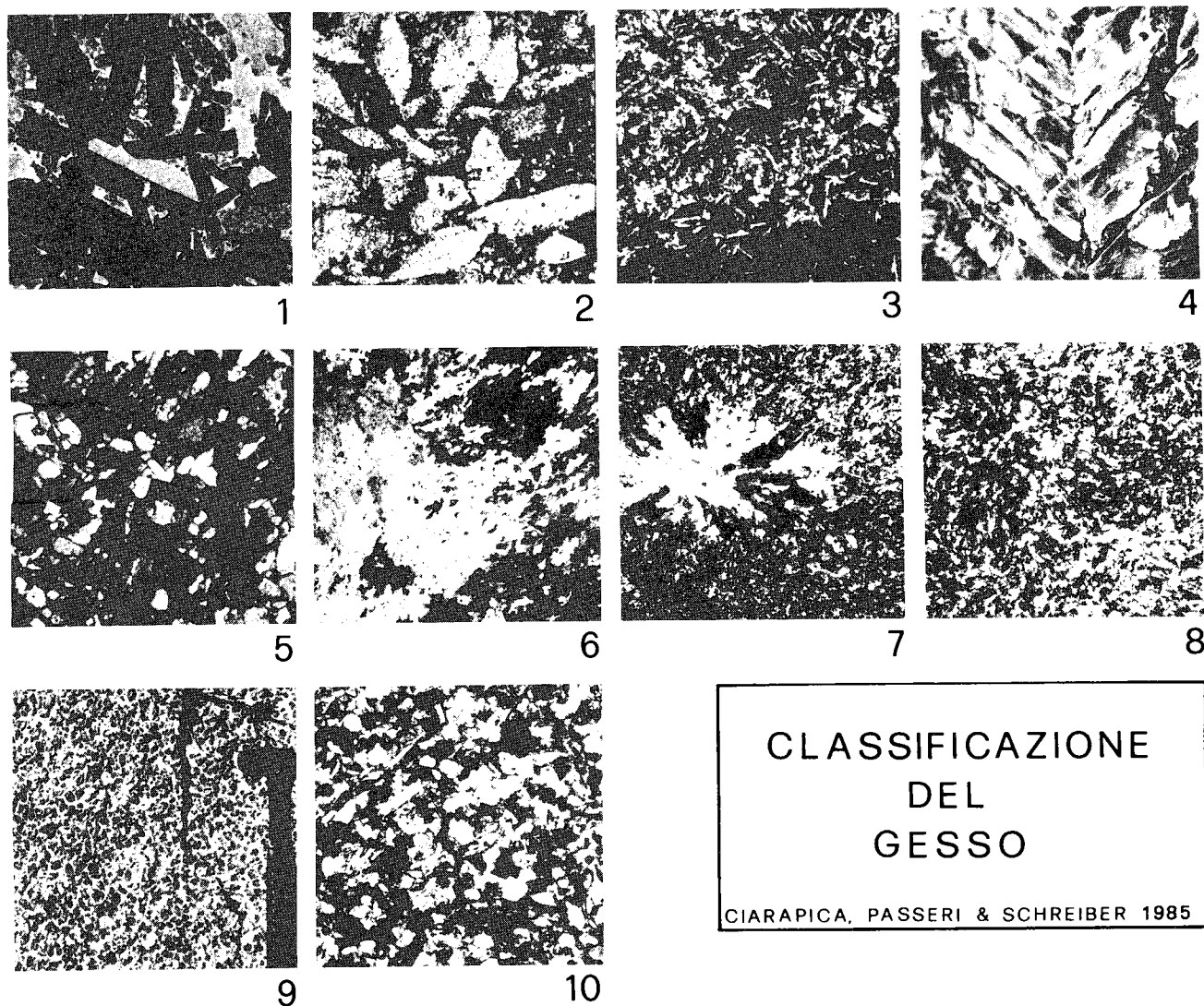


FIG. 4 — 1-4: IDIOTOPIC GYPSUM (idiopathic crystals, from 0,5 mm to 1 m or more); 1- PRISMATIC GYPSUM (thin section, x2); 2- LENTICULAR GYPSUM (thin section, x15); 3- ACICULAR GYPSUM (thin section, x10); 4- ARROW-HEAD GYPSUM (1 cm = 15 cm); 5-7: XENOTOPIC GYPSUM (non idiopathic crystals and aggregates); 5- GRANULAR GYPSUM (thin section, x10); 6- IRREGULAR CLOUDY GYPSUM (thin section, x15); 7- STELLATE CLOUDY GYPSUM (thin section, x15); 8- MICROCRYSTALLINE GYPSUM (crystals < 0,06 mm; thin section, x15); 9-10: CLASTIC GYPSUM (broken crystals or fragment of gypsiferous rock): 9- GYPSRUDITE (clasts > 2 mm); 10- GYPSARENITE (clasts < 2 mm and > 0,06 mm; thin section, x4).

I cristalli a Testa d'Ascia si formano comunemente per processi di sostituzione e di spostamento di carbonati a grana fine; contengono relitti dell'originaria tessitura e possono raggiungere dimensioni di molti mm.

I cristalli a Testa d'Ascia possono essere sparsi nel sedimento ospite, dando rocce miste carbonatico-anidritiche, o possono essere addensati in livelli prevalentemente anidritici.

ANIDRITE A PLAGHE

Questo termine è utile per descrivere rocce anidritiche (o miste) composte da cristalli di forma estremamente irregolare (plaghe).

Ogni plaga anidritica si comporta come un monocristallo (in quanto presenta una perfetta continuità ottica) e contiene spesso relitti e fantasmi di tessiture preesistenti.

Questo tipo di anidrite può formarsi per rimpiazzamento di carbonati a grana sia fine che grossolana e per neomorfismo.

I bordi delle plaghe possono essere decisamente irregolari (*Anidrite in Plaghe Ameboidi*) o possono essere formati da una successione di segmenti ortogonali tra di loro (*Anidrite in Plaghe a Gradini*; «*Stairstep Anhydrite*», JACKA, 1977).

Gesso

La massima parte del gesso sedimentario si forma: 1) per precipitazione da soluzioni sature (gesso primario), 2) per idratazione dell'anidrite (gesso secondario), 3) per rimaneggiamento di sedimenti solfatici preesistenti (gesso clastico).

Il gesso ricristallizza con estrema facilità: comunemente i primi prodotti della precipitazione o dell'i-

dratazione sono riorganizzati in nuove forme cristalline (neomorfismo).

Il gesso può precipitare anche da soluzioni sature rigenerate (gesso primario rigenerato) che possono circolare all'interno di un sedimento o di una roccia; in questi casi, l'età di precipitazione del gesso può essere completamente diversa da quella della roccia che lo contiene.

1) Il gesso primario può precipitare in acqua libera, sul fondo di un corpo d'acqua, o in cavità.

I precipitati in acqua libera possono sedimentarsi per semplice decantazione o sotto l'impulso di correnti di fondo e possono perciò dare sequenze a lamine sia piane che incrociate.

I precipitati sul fondo inglobano comunemente sia parti del sedimento circostante, sia tutti i materiali che possono deporsi sulle facce del cristallo durante la sua crescita. Le impurezze sono generalmente rappresentate da carbonati, granuli silicoclastici, argilla e sostanza organica.

La precipitazione all'interno di un sedimento ospite può avvenire in due modi diversi: per spostamento del sedimento, se questo è sufficientemente plastico, o per inglobamento delle particelle sedimentarie che non possono essere spostate o sostituite.

I precipitati nelle cavità agiscono come comuni cementi e possono presentare forme identiche a quelle dei precipitati sul fondo; le soluzioni rigenerate in ambiente di acqua dolce formano comunemente cristalli limpidi.

Il gesso primario presenta una grande varietà di forme cristalline; queste sono state descritte da ORTI CABO & SHEARMAN (1977) e, in maggior dettaglio, da SCHREIBER & SHEARMAN (in stampa). La forma dei cristalli primari dipende da molti fattori come temperatura, concentrazione, impurezze, ecc.

I cristalli di gesso primario presentano dimensioni estremamente variabili: dai microcristalli, prodotti in acqua libera, si passa infatti con continuità ad individui monumentali (3-6 m in altezza) precipitati sul fondo o in grandi cavità.

Nel passato, alcuni Autori avevano pensato che i cristalli di grandi dimensioni fossero prodotti tardodiagenetici; osservazioni sulle moderne saline hanno però dimostrato che questi cristalli possono formarsi rapidamente come precipitati primari.

2) Il passaggio da anidrite a gesso è dovuto principalmente alla circolazione di acque meteoriche ed avviene con cessione di calore ed aumento di volume solido.

Osservazioni geologiche dimostrano che questo aumento di volume non si riflette necessariamente nella deformazione del materiale solfatico: molte strutture sedimentarie o diagenetiche, contenute nell'anidrite inalterata, sono infatti ereditate dal gesso secondario senza sensibili variazioni.

Queste osservazioni fanno pensare che l'aumento di volume possa essere almeno in parte compensato dall'asportazione, in soluzione, del gesso in eccesso, oltre che dalla eventuale compattazione del sedimento.

Il gesso allontanato può essere smaltito in super-

fice per mezzo di sorgenti termominerali solfatiche o può essere riprecipitato, come gesso primario rigenerato, in vene sericolitiche, noduli e cementi (SHEARMAN, 1982).

Il gesso secondario è composto comunemente, anche se non sempre, da cristalli di forma irregolare; può anche formare pseudomorfi della preesistente anidrite e può ereditarne le inclusioni.

L'esame al microscopio suggerisce che i primi prodotti dell'idratazione dell'anidrite siano rappresentati da gesso a grana estremamente fine, frammisto a relitti anidritici o ad emidrato, e da plaghe sintassiali di Gesso Nuvoloso; il Gesso Granulare secondario sarebbe invece legato ad una successiva riorganizzazione del materiale solfatico: i relitti anidritici sono infatti molto frequenti nei primi due casi, mentre sono assenti nel Gesso Granulare secondario (CIARAPICA & PASSERI, 1976).

3) Il gesso clastico è comunemente prodotto dal rimaneggiamento di materiale solfatico preesistente ed è perciò caratterizzato da: a) presenza di cristalli solfatici rotti, b) eventuali commistioni con materiali clastici non solfatici, c) strutture sedimentarie che ne dimostrino l'origine per risedimentazione (HARDIE & EUGSTER, 1971; PAREA & RICCI LUCCHI, 1972; RICCI LUCCHI, 1973).

Per evitare ogni problema di tipo interpretativo, abbiamo preferito dividere il gesso nei seguenti raggruppamenti principali: a) Idiopico; b) Ipidiotopico - Xenotopico; c) Microcristallino; d) Clastico.

GESEO IDIOTOPICO

Per definizione è composto da cristalli con facce ben formate; può essere distinto in due categorie, *Macrocristallino* e *Cristallino*, che differiscono esclusivamente per le dimensioni dei cristalli.

Il Gesso Idiopico si forma comunemente per precipitazione e per neomorfismo.

Il Gesso Idiopico Macrocristallino rappresenta spesso il prodotto della precipitazione sul fondo o all'interno di cavità; quello Cristallino può invece formarsi anche come precipitato in acqua libera.

L'origine del Gesso Idiopico non è sempre chiara: la formazione di un cristallo idiopico richiede certamente spazio in cui crescere, ma questo spazio può essere ottenuto anche a spese dei materiali circostanti che possono essere sostituiti, inglobati o spostati.

Il Gesso Idiopico, sia Macrocristallino che Cristallino, può essere distinto in base alla forma dominante dei cristalli.

Gesso Aciculare: è comune in molti ambienti attuali sia in cristalli singoli che in geminati; può formarsi per precipitazione in acqua libera o per precipitazione esclusiva sulla superficie o all'interno del sedimento; può dare depositi a cristalli sia orientati che disorientati.

Gesso Prismatico: è comune in molti depositi cenozoici in cristalli singoli, in geminati e in banchi di cristalli sia orientati che disorientati; può formare anche riempimenti di cavità.

Gesso Tabulare: è frequente come riempimento di cavità, in cristalli singoli e in geminati.

Gesso Lenticolare: è comune sia in cristalli singoli che in geminati; l'habitus lenticolare deriva da una forma tabulare a facce incurvate e può presentare vari aspetti; i cristalli lenticolari contengono spesso inclusioni, come avviene nelle Rose del Deserto; i cristalli lenticolari singoli possono formare masse solfatiche in matrice sia carbonatica che silicoclastica.

Gesso Geminato a Ferro di Lancia: è molto comune nei depositi cenozoici; i geminati sono spesso allineati in posizione di crescita, con apice rivolto verso il substrato; i geminati a Ferro di Lancia possono formare strati, banchi, edifici a forma di cono rovesciato e riempimenti di cavità; contengono comunemente vari generi di inclusioni; questo tipo di gesso è stato spesso indicato con il termine di *Gesso Selenitico* (OGNIBEN, 1957).

GESO IPIDIOTOPICO - XENOTOPICO

Questo gruppo comprende tipi di gesso composti da cristalli di forma irregolare, con poche facce ben sviluppate e, spesso, con contatti indentati.

Cristalli di questo tipo possono formarsi in vari modi: 1) per mancanza di spazio durante la precipitazione; 2) per modificazioni di sedimenti gessosi preesistenti, in seguito ad accrescimento sintassiale e/o soluzione per pressione; 3) per idratazione dell'anidrite.

Gesso Granulare - È formato da cristalli di aspetto granulare e di taglia arenitica, con o senza inclusioni; può derivare dalla riorganizzazione di precipitati primari così come dall'idratazione dell'anidrite.

Il Gesso granulare presenta alcune varietà caratteristiche:

— *Gesso Granulare Striato*: deriva spesso dall'Anidrite Striata, per idratazione;

— *Balatino*: è un Gesso Granulare laminato, caratterizzato da grana cristallina a gradazione inversa (OGNIBEN, 1957).

Gesso Nuvoloso - È formato da cristalli di forma molto irregolare, organizzati in plaghe sintassiali; contiene comunemente vari tipi di inclusioni. La caratteristica estinzione nuvolosa (HAMMERSCHMIDT, 1883) dipende dalla forma irregolare di questi individui cristallini che sfumano uno nell'altro o nella matrice.

Questo tipo di Gesso è legato a processi di accrescimento sintassiale ed è comune come prodotto di idratazione dell'anidrite.

Il Gesso Nuvoloso può essere distinto in due principali varietà:

— *Gesso Nuvoloso Ameboide*: è di forma molto irregolare e contiene frequenti inclusioni, costituite principalmente da relitti anidritici, da carbonati e da granuli silicoclastici;

— *Gesso Nuvoloso Stellato*: le plaghe sono più regolari, a tendenza fibroso-raggiata; il centro è talvolta costituito da un piccolo romboedro di dolomite; il Gesso Nuvoloso Stellato forma comunemente

piccoli noduli (da 2-3 mm a vari cm), sparsi nel sedimento ospite o allineati lungo vene o fratture.

GESO MICROCRISTALLINO

È composto essenzialmente da cristalli di taglia molto fine (< 0,06 mm). Può formare strati e banchi di gesso puro o può essere frammisto a sostanza organica e/o argilla.

Rocce solfatiche pure, formate da mescolanze di Gesso Microcristallino, Nuvoloso e Granulare sono state comunemente indicate come *Gesso Alabastrino* (GOLDMAN, 1952; OGNIBEN, 1957).

GESO CLASTICO

Il gesso può essere rimaneggiato sia in ambiente subaereo, ma in condizioni di estrema aridità, sia in corpi d'acqua supersalati. Il rimaneggiamento in corpi d'acqua di normale salinità è più difficile per l'estrema solubilità del gesso. In quest'ultimo caso, la possibilità di conservazione dei clasti di gesso diminuisce con il diminuire della taglia granulometrica.

Gessoarenite - È formata da clasti di gesso, di dimensioni prevalentemente arenitiche; questi possono essere frammisti a clasti terrigeni o carbonatici, ad argilla e, localmente, a sostanza organica.

Gessorudite - Presenta due principali varietà:

— *Gessorudite a Macrocrystalli*: è composta da cristalli rotti di Gesso Macrocrystallino, disposti a caso o isoorientati con asse di allungamento parallelo al piano di stratificazione; i clasti sono comunemente imballati in matrice solfatica, in carbonati o in argille gessifere

— *Gessorudite a Clasti Compositi*: è formata da clasti solfatici policristallini di varia natura, spesso frammisti a granuli non solfatici; anche la matrice può essere mista.

Strutture nei sedimenti e nelle rocce solfatiche

I sedimenti e le rocce solfatiche o miste presentano una grande varietà di strutture che possono essere prodotte da processi sedimentari, da processi diagenetici o da riorganizzazioni della massa cristallina sotto l'effetto del carico e di sollecitazioni tettoniche.

I tentativi di classificazione sono complicati dal fatto che nelle evaporiti, più che nelle altre rocce sedimentarie, i limiti tra i vari processi (sedimentari, diagenetici e metamorfici s.l.) sono estremamente sfumati ed incerti.

Una prima proposta di classificazione, riguardante le sole rocce anidritiche, fu presentata nel 1969 da MAIKLEM *et alii*; questa classificazione è largamente basata sugli studi di SCHALLER & HENDERSON (1932), OGNIBEN (1957), WEST (1965) e SHEARMAN (1966).

Numerosi dati emersi negli ultimi anni e nuove idee recentemente maturate ci hanno indotto ad elaborare un nuovo schema classificativo che comprende tutte le evaporiti solfatiche.

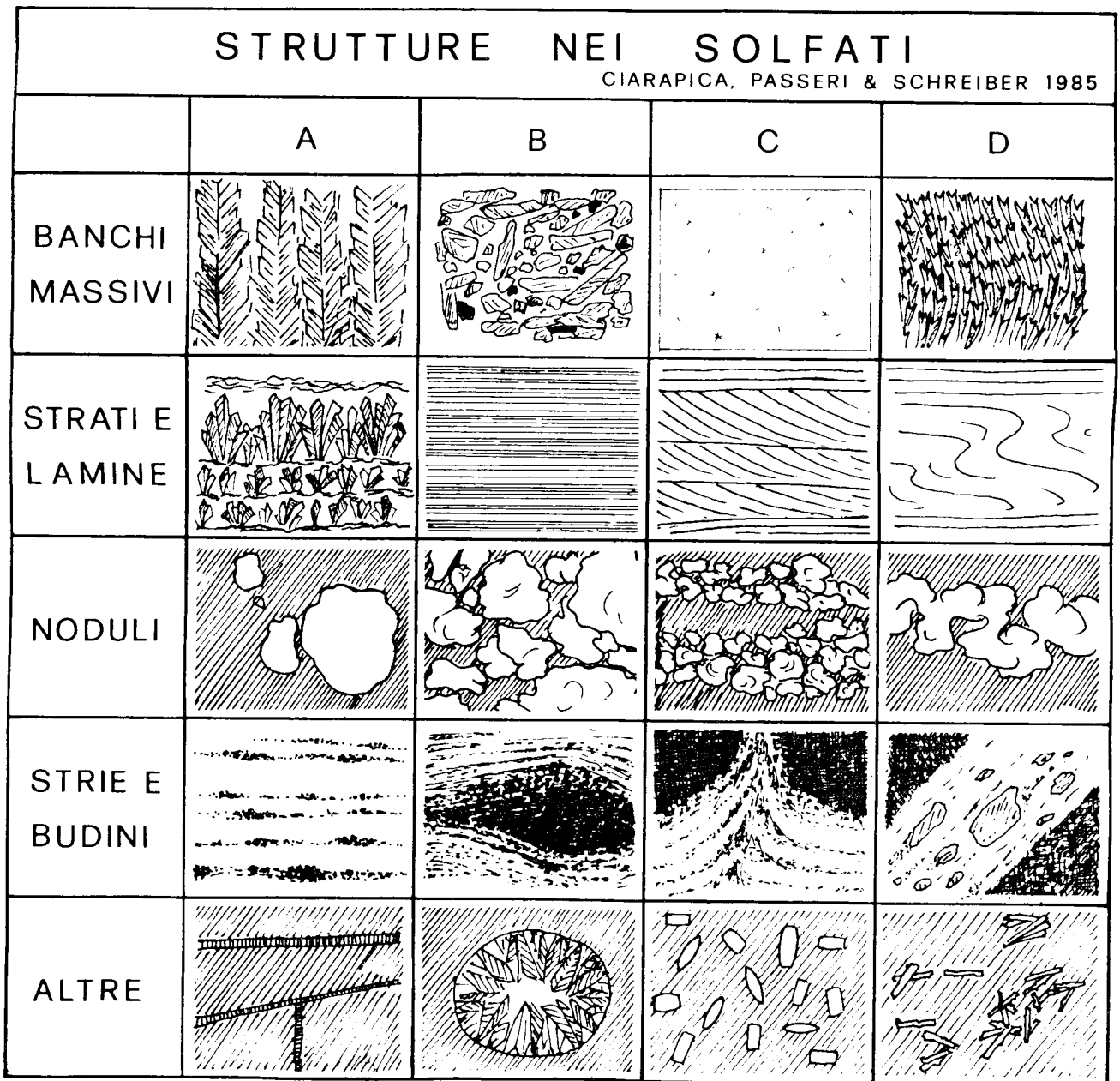
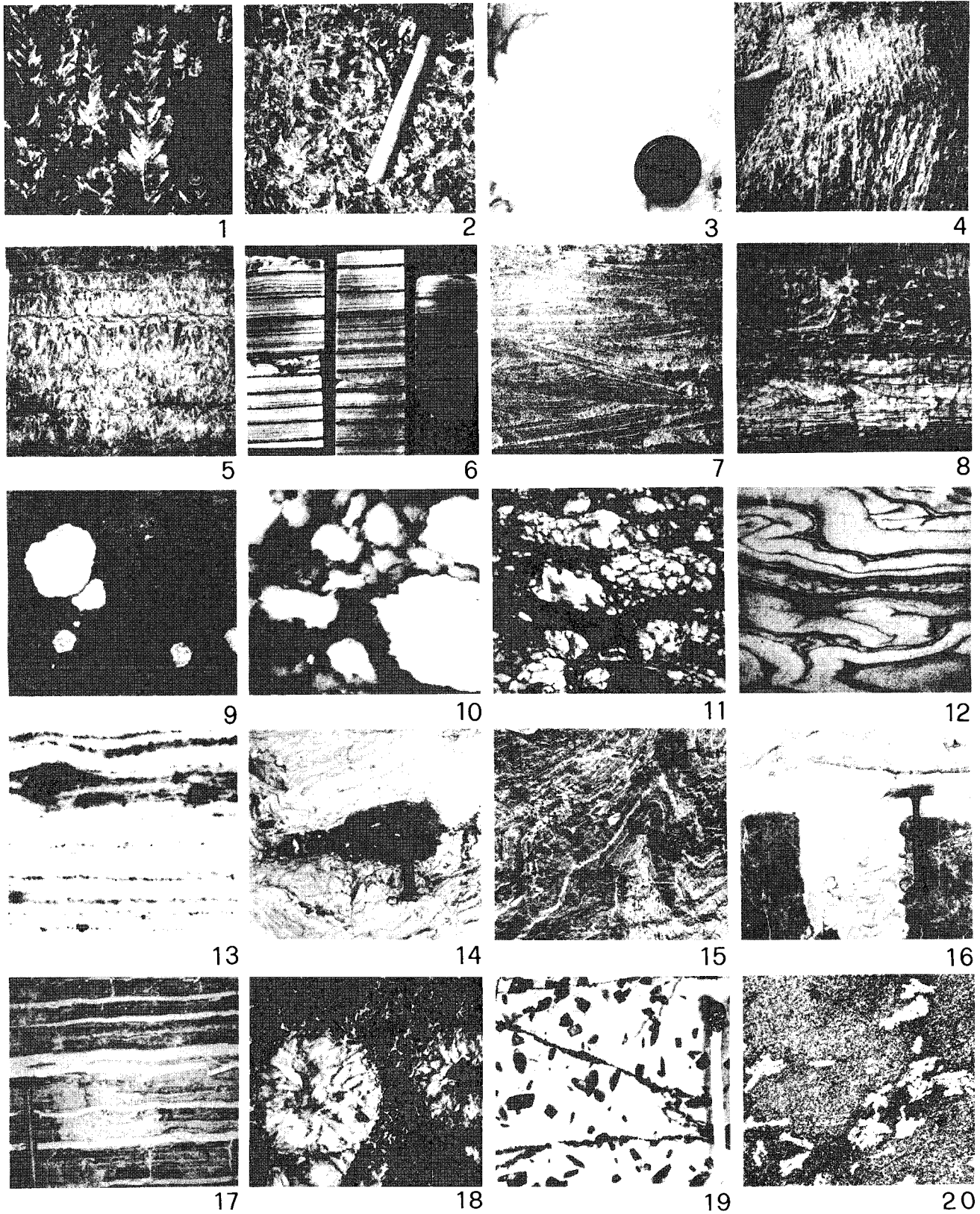


FIG. 5 e FIG. 6 — Esempi di strutture sedimentarie e diagenetiche nelle rocce solfatiche. Nella prima riga (1-4 di fig. 6) sono illustrati vari tipi di banchi massivi: A (1) - gesso idiotopico a ferro di lancia in posizione di crescita; B (2) - gesso clastico; C (3) - solfato ricristallizzato (gesso o anidrite); D (4) - esempio di distorsione di un banco di gesso a ferro di lancia; queste strutture sono comunemente legate a processi sedimentari tranne il caso C (3); — nella seconda riga (5-8) sono raffigurati esempi di laminazioni e stratificazioni: A (5) - lamine formate da alternanze di gesso idiotopico a ferro di lancia e livelli di materiale diverso (x1); B (6) - roccia solfatica a grana fine con lamine pianoparallele (1 cm = 3 cm); C (7) - roccia solfatica con lamine incrociate (x1); D (8) - esempio di distorsione (strutture da slumping) in successioni laminare o stratificate (1 cm = 1 m); le strutture B (6), C (7) e D (8) sono legate a processi sedimentari; la struttura A (5) può essere anche dovuta a neomorfismo; — nella terza riga (9-12) si osservano strutture nodulari: A (9) - noduli solfatici isolati in matrice non solfatica (x3); B (10) - noduli costipati in assetto massivo (Chicken-wire) (x1); C (11) - struttura nodulare in assetto stratoide (1 cm = 10 cm); D (12) - esempio di distorsione nelle strutture nodulari (enteroliti) (1 cm = 3 cm); gli assetti nodulari dei solfati sono dovuti a diagenesi sia precoce che tardiva; — nella quarta riga (13-16) sono illustrate strutture striate e budinate costituite da materiale non solfatico variamente sminuzzato in una massa solfatica: A (13) - solfati striati in cui le strie sono date da frammenti di dolomia (x1); B (14) - budino di dolomia in solfato striato; C (15) - struttura a fiamma da fluidificazione in solfato striato (1 cm = 10 cm); D (16) - filone di solfato striato in un corpo dolomitico; strie e budini sono strutture sintettoniche; — nell'ultima riga (17-20) sono raffigurati altri esempi di strutture presenti nelle rocce solfatiche: A (17) - vene sericolitiche (satin spar) in roccia solfatica, mista o non solfatica; B (18) - solfato precipitato in cavità (1 cm = 10 cm); C (19) - cristalli di anidrite a testa d'ascia in roccia carbonatica; D (20) - cristalli di anidrite fibrosa sparsi in roccia carbonatica (x4); l'età di precipitazione dei solfati in vene e cavità può essere molto diversa da quella del sedimento ospite; i casi C (19) e D (20) sono prodotti durante la diagenesi tardiva, per rimpiazzamento e spostamento di carbonato da parte di anidrite.

— Examples of syndepositional and diagenetic structures in the sulfate rocks. — First line (1-4 of Fig. 6) - massive banks: A (1) - idiotopic, arrow-head gypsum in the growing position; B (2) - clastic gypsum; C (3) - recrystallized sulfate (gypsum or anhydrite); D (4) - example of distortion in a massive bank of idiotopic arrow-head gypsum; these massive structures are usually due to syndepositional processes, but C (3) is due to diagenesis; — second line (5-8) - laminas and beds: A (5) - alternances of levels with idiotopic arrow-head gypsum and levels with different material (x1); B (6) - sulfate rock with parallel bedding (1 cm = 3 cm); C (7) - sulfate rock with cross bedding (x1); D (8) - example of distortion (slumping) in bedded sulfate rock (1 cm = 1 m); structures B (6), C (7) and D (8) are due to sedimentary processes; structure A (5) can be also due to neomorphism; — third line (9-12) - nodular structures: A (9) - sulfate nodules scattered in a non sulfate



matrix (x3); B (10) - packed nodules in a massive arrangement (chicken-wire) (x1); C (11) - nodular bedded sulfate (1 cm = 10 cm); D (12) - example of distortion in nodular structures (entherolites) (1 cm = 3 cm); nodular structures are due to early or late diagenetic processes; — fourth line (13-16) - streaks and boudins, formed by fragments of non sulfate material inside a sulfate mass: A (13) - streaked sulfate with streaks of dolomitic fragments (x1); B (14) - dolomitic boudin in a streaked sulfate; C (15) - flame structures in a streaked sulfate (1 cm = 10 cm); D (16) - streaked sulfate dyke inside a dolomitic body; streaks and boudins are produced by syntectonic processes; — fifth line (17-20) - other structures in sulfate rocks: A (17) - sericolitic veins (satin spar) in a host-rock; B (18) - sulfate precipitated in a cavity (1 cm = 10 cm); C (19) - axe-headed anhydrite crystals scattered in a carbonate rock; D (20) - fibrous anhydrite crystals scattered in a carbonate rock (x4); in 17-18 the age of precipitation of the sulfate in veins and cavities can be very different from that of the host rock; structures C (19) and D (20) are formed during late diagenesis and are produced by replacement and displacement of carbonate by anhydrite.

La nostra proposta di classificazione è basata essenzialmente sull'esame del tipo di stratificazione e permette la seguente suddivisione generale:

- 1) solfati in banchi massivi;
- 2) solfati in strati sottili e in lamine;
- 3) solfati nodulari e nodulari-stratificati;
- 4) solfati budinati e striati.

Abbiamo inoltre riunito in una quinta sezione alcuni aspetti dei solfati che non rientrano nelle categorie precedentemente elencate (come vene, riempimenti di cavità e cristalli sparsi).

BANCHI MASSIVI

Rocce solfatiche o miste in banchi massivi sono estremamente comuni e possono essere prodotti da vari processi.

A) Banchi massivi di Gesso Idiomatico Macrocristallino, spesso in geminati orientati, derivano generalmente da processi di precipitazione sul fondo; la forma dei banchi può essere tabulare, lenticolare o irregolare come nei cosiddetti «cavolfiori»; i banchi possono presentare distorsioni interne dovute all'effetto della gravità, alla domanda di spazio durante la crescita o all'azione di correnti (D).

B) Banchi massivi di Gesso Clastico sono comunemente prodotti da processi gravitativi o da processi torbiditici; la forma dei banchi varia generalmente da lenticolare a lenticolare appiattita.

C) L'aspetto massivo di molti banchi solfatici può essere anche dovuto a processi di ricristallizzazione s.l. che abbiano totalmente obliterato le strutture eventualmente preesistenti.

STRATI E LAMINE

Strati e lamine sono estremamente comuni nelle rocce solfatiche, sia pure che miste, e possono essere prodotti da vari processi.

- A) Precipitazione ritmica sul fondo;
- B) Decantazione ritmica di precipitati in acqua libera;
- C) Azione di correnti trattive s.l. (moto ondoso, correnti di fondo, di densità, di torbida e di marea).

L'interpretazione genetica può essere basata sull'esame della taglia cristallina, sul tipo di laminazione o di stratificazione e, principalmente, sul tipo di ciclo.

Strati e lamine possono presentare distorsioni dovute a domanda di spazio durante la crescita, ad assestamenti sotto l'effetto del carico, all'azione di correnti e a scivolamenti sottomarini (D).

ASSETTI NODULARI E NODULARI-STRATIFICATI

Sono comuni sia nelle rocce solfatiche che nelle rocce miste e sono frequentemente costituiti da Anidrite Feltrosa o, in superficie, dai suoi derivati idrati.

I solfati nodulari si formano sotto sepoltura sia

superficiale che profonda; presentano spesso distorsioni legate a domanda di spazio durante la crescita e all'effetto del carico.

Possono essere distinti tre tipi fondamentali:

- A) Nodulare sparso (con noduli isolati);
- B) Nodulare costipato (con noduli coalescenti e a bordi subpoligonali; *chicken wire*);
- C) Nodulare stratificato (con noduli disposti in livelli stratoidi; talvolta stirati, appiattiti o deformati in pieghe enterolitiche (D)).

ASSETTI BUDINATI E STRATI

Boudinage e striature sono estremamente comuni nelle rocce solfatiche o miste contenute nelle fasce orogeniche o che, comunque, abbiano subito intense sollecitazioni tettoniche. Queste deformazioni sincinematiche sono generalmente legate al diverso comportamento dei vari tipi litologici: molti livelli solfatici sono deformati plasticamente mentre i livelli carbonatici e terrigeni sono stirati, cataclasiati e frazionati in budini o in sciami milonitici imballati in matrice solfatica (strie).

Queste strutture sono generalmente associate ad Anidrite Prismatica Striata o ai suoi derivati idrati e possono essere accompagnati da vari tipi di intrusioni solfatiche (fiamme, filoni, ecc.).

A) Strie - Sono formate dall'allineamento di clasti non solfatici, a spigoli vivi e di dimensioni estremamente variabili; conferiscono alla roccia un caratteristico aspetto scistoso.

B) Budini - Sono formati da corpi non solfatici, spesso cataclastici, e possono essere accompagnati da sciami milonitici.

C) Intrusioni solfatiche - Sono comunemente rappresentate da strutture a fiamma, in corrispondenza della strozzatura dei budini, e da filoni solfatici (D).

ALTRI ASSETTI

A) Vene - Possono essere costituite da vari tipi di gesso e di anidrite; in affioramento sono molto comuni quelle di Sericolite che sono legate a precipitazione da soluzioni rigenerate.

B) Riempimenti di cavità - Possono essere costituiti da vari tipi di gesso o da anidrite; in affioramento sono spesso formati da Gesso Tabulare o, più raramente, da geminati a Ferro di Lancia; in quest'ultimo caso, i geminati si aprono verso il centro della cavità.

C-D) Cristalli sparsi - Si formano comunemente in un sedimento ospite per spostamento, inglobamento e/o sostituzione.

Cristalli sparsi di Anidrite Fibrosa e a Testa d'Ascia sono abbastanza comuni nei campioni provenienti da carotaggio; il contorno originario di questi cristalli è comunemente conservato anche in affioramento sia sotto forma di pseudomorfi di gesso su anidrite, sia, dopo la dissoluzione del gesso, sotto forma di spazi porosi vuoti (aciculari o a testa d'ascia).

Ringraziamenti. Ringraziamo il C.N.R. e il M.P.I. che, con il loro contributo finanziario, hanno reso possibile la realizzazione e la stampa di questo lavoro.

Ringraziamo l'AGIP che ha permesso lo studio e la riproduzione in microfotografia di molti campioni di anidrite provenienti dai sondaggi Perugia 2, Burano 1, Fossombrone 1 e Foresta Umbra.

Ringraziamo, inoltre, il Comitato 05 del C.N.R. ed in particolare il suo Presidente, Prof. A. Praturlon che, facendosi interprete delle nostre richieste, ha permesso l'avvio della collaborazione tra Ricercatori dell'Università di Perugia e del Queens College di New York.

SUMMARY

This descriptive classification of sulphate evaporites is founded on the following basis: 1) mineral composition (Tab. 1); 2) shape, size, orientation and boundary of crystals or grains, in gypsum and anhydrite (Tab. 2, Figs. 1, 2, 3, 4).

This classification avoids the distinction between «primary» and «secondary» gypsum because of its interpretative aspect.

A descriptive overview of sulphate structures is also presented; this is mainly founded on the bedding features (Figs. 5, 6).

The origin of the main features of sulphate evaporites is shortly discussed.

Manoscritto presentato il 16 dicembre 1985

OPERE CITATE

- BROWN L.S. (1931) – Cap-rock petrography. *Am. Ass. Petr. Geol. Bull.*, **15**: 509-529.
- CIARAPICA G. & PASSERI L. (1976) – Deformazioni da fluidificazione ed evoluzione diagenetica della formazione Evaporitica di Burano. *Boll. Soc. Geol. It.*, **95** (5): 1175-1199.
- CODY R. & HULL A.B. (1980) – Experimental growth of primary anhydrite at low temperatures and water salinities. *Geology*, **8**: 505-509.
- DEAN W.E. (1978) – Theoretical versus observed successions from evaporation of seawater. *Marine evaporites SEPM short course*, **4**: 74-85.
- GOLDMAN M.I. (1952) – Deformation, metamorphism and mineralization in gypsum-anhydrite cap rock, Sulphur Salt Dome, Louisiana. *Geol. Soc. America Mem.*, **50**: 1-169.
- HAMMERSCHMIDT F. (1883) – Beiträge zur Kenntnis des Gyps- und Anhydritgesteines. *Tschermaks Min. Petr. Mittheil.*, N.F., **5**: 245-285.
- HARDIE L.A. & EUGSTER H.P. (1971) – The depositional environment of marine evaporites: a case for shallow, clastic accumulation. *Sedimentology*, **16** (3-4): 187-220.
- JACKA A.D. (1977) – Deposition and diagenesis of the Fort Terret formation (Edwards Group) in the vicinity of Junction, Texas. In BEBOUT D.G. & LOUCKS R.G. (Eds.): *Cretaceous Carbonates of Texas and Mexico. Texas Bureau of Economic Geology*, **89**: 182-200.
- MACHEL H.J. (1985) – Facies and diagenesis of the Upper Devonian Nisku formation in the subsurface of central Alberta. *Ph. D. Dissertation. McGill University*, 392 pp.
- MAIKLEM R., BEBOUT D.G. & GLAISTER R.P. (1969) – Classification of Anhydrite. A Practical Approach. *Bull. Canadian Petr. Geol.*, **17**: 194-233.
- OGNIBEN L. (1957) – Petrografia della serie solfifera siciliana e considerazioni geologiche relative. *Mem. Descr. Carta Geol. d'Italia*, **33**: 1-268.
- ORTI CABO F. & SHEARMAN D.J. (1977) – Estructuras y fabricas deposicionales en las evaporitas del Mioceno superior (Messiniense) de San Miguel de Salinas (Alicante, Espana). *Instituto de Investigaciones Geologicas, Universidad de Barcelona*, **32**: 5-54.
- PAREA G.C. & RICCI LUCCHI F. (1972) – Resedimented evaporites in the Periadriatic Trough. *Israel J. Earth Sc.*, **21**: 125-141.
- RICCI LUCCHI F. (1973) – Resedimented evaporites: indicators of slope instability and deep-basin conditions in the Periadriatic Messinian (Appennines Foredeep, Italy). In DROOGER C.W. (Ed.): *Messinian events in the Mediterranean*, 142-149, Amsterdam.
- SCHALLER W.T. & HENDERSON E.P. (1932) – Mineralogy of drill cores from the potash field of New Mexico and Texas. *U.S. Geol. Survey Bull.*, **833**: 1-124.
- SHEARMAN D.J. (1966) – Origin of marine evaporites by diagenesis. *Inst. Min. Met. Trans.*, **75**: 207-215.
- SHEARMAN D.J. (1982) – Changes accompanying exhumation of gypsum/anhydrite rocks. *I.A.S. Eleventh International Congress on Sedimentology*. McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada. *Abstracts book*, 9.
- SHEARMAN D.J. (1985) – Syndepositional and late Diagenetic Alteration of Primary Gypsum to Anhydrite. *Sixth International Symposium on Salt*, **1**: 41-50.
- SHEARMAN D.J. & FULLER J.G. (1969) – Anhydrite diagenesis, calcitization, and organic laminites, Winnipegosis formation, Middle Devonian, Saskatchewan. *Bull. Canadian Petr. Geol.*, **17**: 496-525.
- SCHREIBER B.C. & SHEARMAN D.J. (in stampa) – A colour illustrated guide to evaporite rocks constituents, textures, cements and porosities. In MELVIN J. (Ed.). *Am. Ass. Petr. Geol. Mem.*
- STEWART F.H. (1949) – The petrology of evaporites of the Eskdale no. 2 boring, east Yorkshire. *Mineralog. Mag.*, **28**: 445-475.
- WEST I.M. (1965) – Macrocell structure and enterolithic veins in British Purbeck gypsum and anhydrite. *Yorkshire Geol. Soc.*, **35**: 47-58.
- Per evitare l'eccessivo appesantimento del testo abbiamo limitato le citazioni bibliografiche allo stretto necessario. Ampie bibliografie sulle evaporiti solfatiche sono del resto contenute in numerosi volumi di recente pubblicazione.
- Tra gli altri ricordiamo:
- Messinian evaporites in the Mediterranean. CATALANO R., RUGGERI G. & SPROVIERI R. (Eds.) *Mem. Soc. Geol. It.*, **16**, Roma, 1976.
- Reefs and Evaporites – Concepts and depositional models. FISHER J.H. (Ed.) *Am. Ass. Petr. Geol. Studies in Geology*, **5**, Tulsa, 1977.
- Marine evaporites. DEAN W.E. & SCHREIBER B.C. (Eds.). *SEPM Short Course*, **4**, Tulsa, 1978.
- Depots evaporitiques. *Ed. Technip*, Paris 1979.
- Les Evaporites: Mecanismes, Diagenese et Applications. *Bull. de Centres de Recherches Elf-Aquitaine* **4**: (1): 205-608, Pau, 1980.
- Depositional and Diagenetic Spectra of Evaporites. ROBERTSON HANDFORD C., LOUCKS R.G. & DAVIES G.R. (Eds.). *SEPM Core Workshop*, **3**, Calgary, 1982.
- Sixth International Symposium on Salt. SCHREIBER B.C. & HARNER H.L. (Eds.). *Publ. by Salt Institute*, Alexandria (Virginia), 1985.