

**REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA**  
**DIPARTIMENTO TERRITORIO ED AMBIENTE**  
**DIREZIONE AMBIENTE**  
**SERVIZIO CAVE MINIERE E SORGENTI**



**VERIFICA E AGGIORNAMENTO TRIENNALE DEL**  
**PIANO REGIONALE DELLE ATTIVITA' ESTRATTIVE**  
**NOTE DI GEOLOGIA GENERALE**

**Edizione 2012**



## 1. GEOLOGIA STRUTTURALE

Il solco principale della Valle d'Aosta, nel suo sviluppo da nord-ovest a sud-est, rappresenta uno spaccato naturale attraverso l'edificio strutturale della catena alpina di cui sono ampiamente esposti i principali elementi che ne costituiscono l'ossatura e cioè i resti, appilati uno sull'altro, dei due antichi margini continentali europeo ed africano, con interposte le porzioni relitte del fondo del braccio oceanico che li divideva.

Il basamento dell'antico margine europeo emerge in corrispondenza dei massicci cristallini, (in gran parte costituiti da rocce granitoidi) rappresentati all'esterno (Dominio Elvetico-Ultraelvetico) dal Monte Bianco, in posizione mediana ed interna (Dominio Pennidico) dalla fascia Gran San Bernardo - Ruitor, dal Monte Rosa e dal Gran Paradiso. Porzioni anche estese delle sequenze sedimentarie e vulcano-sedimentarie depositate al di sopra dei basamenti tra il Permo-Carbonifero ed il Cretaceo-Eocene sono presenti ai margini dei massicci cristallini. I resti dell'antico braccio oceanico Piemontese, cioè l'odierna Zona Piemontese dei Calcescisti con Pietre Verdi, affiorano nel tratto mediano della Valle, accavallati sul margine interno dei massicci cristallini e a loro volta ricoperti nel tratto basso della Valle dalle unità che costituiscono il Dominio Austroalpino (Zona Sesia-Lanzo e sistema della Dent Blanche).

Le Alpi sono dunque costituite da una successione di domini strutturali compositi che, partendo dalle zone interne (SE) a quelle esterne (NW), si possono suddividere in:

- Dominio Sudalpino (Alpi Meridionali)
- Dominio Austroalpino
- Dominio Pennidico
- Dominio Elvetico-Ultraelvetico.

Il Lineamento Periadriatico separa le Alpi Meridionali, a vergenza africana, dalla catena Europa-vergente costituita dai Domini Austroalpino, Pennidico ed Elvetico-Ultraelvetico. Le Alpi Meridionali sono una catena neogenica a falde di basamento e copertura.

Più in particolare in Valle d'Aosta, procedendo da ovest verso est, cioè dalla parte interna a quella esterna dell'arco alpino, si incontrano in successione:

1. il Dominio Elvetico-Ultraelvetico;
2. il Dominio Pennidico;
3. il Dominio Austroalpino.

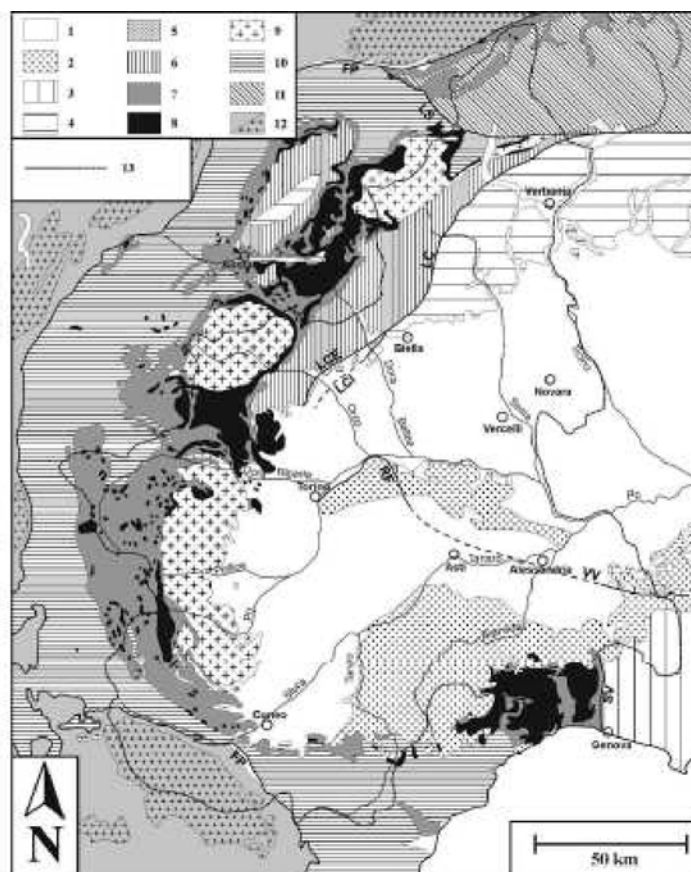


Fig. 1 - Carta schematica delle Alpi: 1 - Depositi pleistocenici e quaternari della Pianura Padana; 2 - Bacino Terziario Ligure - Piemontese; 3 - Appennino Settentrionale; 4 - Sistema Sudalpino (Alpi Meridionali); 5 - Zona del Canavese; 6 - Sistema Austroalpino; 7 - Zona Piemontese Esterna; 8 - Zona Piemontese Interna; 9 - Massicci cristallini interni; 10 - Zona Brianzonese; 11 - Unità Pennidiche inferiori; 12 - Sistema Elvetico; 13 - Linea tettonica: FP Fronte Pennidico, LS Linea del Sempione, LC Linea del Canavese (LCI Interna, LCE Esterna), SV Linea Sestri - Voltaggio, RF Rio Freddo, VV Linea Villavermia - Varzi



## 2. DOMINIO ELVETICO-ULTRAELVETICO

E' separato dal Dominio Pennidico da una linea di discontinuità (fronte Pennidico).che è una superficie di dislocazione (immersione/inclinazione = SE/55°) ben segnalata sui Fogli Aosta e Monte Bianco e sul Foglio Annecy della Carta geologica di Francia. Affiora nella parte esterna delle Alpi svizzere e francesi; in Italia si riconosce nei massicci dell'Argentera e del Monte Bianco. Esso è costituito da un basamento cristallino pre-Permiano e dalle relative coperture sedimentarie. In Valle d'Aosta il Dominio Elvetico-Ultraelvetico occupa tutto il settore nord-occidentale ove si distinguono quattro elementi tettonici che si succedono da SE a NW e dall'alto al basso nel seguente ordine:

- 1 a. le falde di copertura Ultraelvetiche*
- 1 b. il cuneo listrico Ultraelvetico del Mont Chétif*
- 1c. la falda del Mont Frety (Ultraelvetico o Elvetico)*
- 1d. l'Unità Elvetica di basamento del Monte Bianco.*

### **2a. Falde di copertura Ultraelvetiche**

Le unità Ultraelvetiche sommitali sono rappresentate da almeno due falde di scollamento, separate dal cuneo del Mont Chétif. Entrambe sono costituite da carniole, calcari e dolomie del Trias medio-superiore e da una sequenza di calcari spatici, calcari arenacei, argilliti nere, calcari selciferi e calcescisti argillosi del Lias inferiore-Malm.

### **2b. Cuneo listrico Ultraelvetico del Mont Chétif**

Il cuneo listrico del Mont Chétif è formato da porfiroidi (derivati metamorfici alpini di rioliti, micrograniti o granofiri di età permiana) e da una copertura trasgressiva calcareo-arenacea di età liassica (Plan Chécrouit), in facies diversa rispetto al Lias delle falde Ultraelvetiche circostanti.

### **2c. Falda del Mont Frety**

L'elemento del Mont Frety, esposto alla testata della Val Veny e in Val Ferret, è definito da una serie calcareo-argillosa di età giurassica medio-superiore sovrapposta tettonicamente, in successione rovesciata, al massiccio del Monte



Bianco; riferito inizialmente alla Zona Elvetica (G. Elter e P. Elter 1965), esso è stato inserito in un secondo tempo tra le unità ultraelvetiche (Elter 1987).

## **2d. Unità elvetica di basamento del Monte Bianco**

L'unità di basamento del Monte Bianco, suddivisa in cunei listrici fortemente raddrizzati, separati da fasce cataclastico-milonitiche, è costituita da un magnifico granito porfirico (310 Ma) e da scisti pre-granitici, con migmatiti e lenti di metabasiti, affioranti nel settore sud-occidentale del massiccio; l'originario contatto intrusivo è esposto nella impervia zona del Brouillard. Una stretta sinclinale di depositi metaclastici permo-carboniferi, a lenti di antracite, è incuneata profondamente nei parascisti del Colle Infranchissable. Queste rocce mostrano una debole e discontinua impronta metamorfica alpina, accentuata solo in alcune zone di laminazione. L'originaria copertura meso-cenozoica è stata scollata ed in prevalenza asportata lungo il contatto tettonico tra il basamento e le unità Ultraelvetiche; ne rimane traccia in due piccoli lembi affioranti in Val Ferret, ai piedi della parete sud delle Grandes Jorasses, e nella bassa Val Veny, alla base della cresta SE dell'Aiguille Noire du Peuterey, costituiti da depositi di età aaleniana-albiana.

## **3. DOMINIO PENNIDICO**

Come già detto esso è separato verso NO dal Dominio Elvetico-Ultraelvetico da una importante discontinuità tettonica (Fronte Pennidico), mentre a SE è in contatto, anch'essa di origine tettonica, con la Zona Sesia Lanzo, appartenente al Dominio Austroalpino. Il Dominio Pennidico, in Valle d'Aosta, comprende le seguenti unità:

- 2a. le falde Pennidiche superiori;*
- 2b. il sistema Pennidico medio del Gran San Bernardo;*
- 2c. le unità Pennidiche esterne;*
- 2d. la Zona Piemontese dei Calcescisti con Pietre Verdi.*

### **3a. Falde Pennidiche superiori**

Sono costituite da parascisti polimetamorfici e da gneiss occhiadini, ad esclusivo metamorfismo alpino, derivati da graniti porfirici di età carbonifera



superiore. Queste rocce formano i massicci montuosi del Monte Rosa e del Gran Paradiso e la 'cupola' di Arcesa-Brusson, esposta nella piccola finestra tettonica della media Valle d'Ayas.

### **3b. Sistema Pennidico medio del Gran San Bernardo**

E' il maggiore sistema multifalde della Zona Pennidica, caratterizzato da impronta metamorfica alpina in facies scisti verdi e, in alcune interne, anche in facies scisti blu (e forse eclogitica). Il sistema del Gran San Bernardo attraversa quasi ortogonalmente l'alta Valle d'Aosta, tra Arvier e Morgex.

Nel Vallese si è recentemente suddiviso questo sistema, procedendo dall'alto al basso e dall'interno all'esterno, nelle seguenti unità:

- *falda di Monfort* basamento metamorfico in facies scisti blu da protoliti terrigeni di età permiana o più antica e coperture metasedimentarie, aderenti e scollate, da sequenze clastico-carbonatiche cretache o anteriori;
- *falda Siviez-Mischabel*: potente zoccolo pre-westfaliano in cui sono inseriti gli ortogneiss di Randa (protoliti granitici permiani), tegumento di rocce clastiche del Paleozoico superiore e coperture brianzonesi di età triassico-cretacea; rellitti varisici in facies anfibolitica (nel basamento polimetamorfico) e impronta alpina in facies scisti blu/scisti verdi;
- *falda di Pontis*: basamento polimetamorfico pre-westfaliano e sequenze metamorfiche di copertura del Paleozoico superiore-Trias, aderenti e scollate;
- *Zone Houillère* (o permo-carbonifera assiale): è una potente sequenza di peliti, arenarie e conglomerati metamorfici, con lenti di antracite, suddivisa in almeno due principali unità tettoniche da un orizzonte di gessi triassici.

Per quanto riguarda il settore valdostano, seguendo l'interpretazione sintetica di Elter (1987) il sistema del Gran San Bernardo viene suddiviso in:

- *Zona Brianzonese interna*: comprende un basamento a sola impronta metamorfica alpina in facies scisti blu/scisti verdi, derivante da protoliti



terrigeni di discussa età permiana (gneiss e micascisti albitici, quarziti, scisti grafitici), corpi subvulcanici di età permiana (metaquarzodioriti e granodioriti del Gran Nomenon e metagranofiri della Val di Rhemes), coperture carbonatico-detritiche permo-cenozoiche;

- *Zona Brianzonese esterna*: comprende, da est ad ovest, il basamento polimetamorfico del Ruitor, le sequenze permo-carbonifere della *Zone Houillère* e subordinate serie permo-triassiche prevalentemente evaporitiche; il basamento del Ruitor è composto da paragneiss e micascisti con metabasiti e subordinati ortogneiss leucocratici; l'impronta metamorfica pre-alpina è in facies anfibolitica (relitti di staurolite, cianite, granato, biotite), la pervasiva impronta alpina è invece in facies scisti blu/scisti verdi.

### **3c. Unità Pennidiche esterne**

Si tratta di un insieme di falde di copertura totalmente sradicate, con locali ofioliti e limitati elementi di basamento. La pila delle falde comprende, dall'alto al basso:

- *la Zona del Piccolo San Bernardo*: è una unità di scollamento ad affinità subbrianzonese che comprende calcescisti giurassici a Belemniti e limitate sequenze carbonatiche ed evaporitiche triassiche;
- *la Zona del Versoyen*: è una unità ofiolitica esotica di pertinenza discussa, che è costituita da metabasalti, minori metagabbri e serpentiniti in facies scisti verdi/scisti blu e da coperture metaclastiche mesozoiche (flysches); vi si associano alcuni grandi olistoliti (o scaglie tettoniche) di leptiniti quarzose, micascisti grafitici e metaconglomerati potenti sino a 250 m;
- *la Zona delle Breccie di Tarantasia*: è un sistema di falde di scollamento in facies metamorfica di basso grado, comprendente un limitato complesso di scaglie basali, con elementi di età paleozoica superiore e triassico-giurassica, e potenti successioni di flysch cretatico; queste ultime sono costituite da calcari, conglomerati e microbreccie nella sezione basale, da scisti neri e conglomeratici in quella mediana e da alternanze scistosarenacee, a livelli conglomeratici, in quella sommitale.

### **3d. Zona Piemontese dei Calcescisti con Pietre Verdi**

E' un grande sistema multifalda che separa con continuità le unità austroalpine dalle sottostanti falde Pennidiche del Monte Rosa-Gran Paradiso e del Gran San Bernardo. Osservando il versante sinistro della Valle D'Aosta si distingue la seguente successione (Dal Piazz 1988):

- la *Zona del Combin Auct.*, sistema composito formato da unità ofiolitiche caratterizzate da una impronta in facies scisti blu/scisti verdi e da potenti successioni di flysch cretacei (con possibili olistoliti) in dominante facies scisti verdi; essa costituisce il substrato tettonico dei lembi austroalpini del Pillonet, Mont Mary e Dent Blanche, di cui condivide l'evoluzione metamorfica e struttura alpina, e soggiace al margine esterno della Zona Sesia-Lanzo; essa si estende inoltre verso NW, sino a ricoprire parte del sistema del Gran San Bernardo;
- l'*unità ofiolitica inferiore, o di Zermatt-Saas*, che è tipicamente eclogitica (eoalpina), ricca di serpentiniti e metagabbri e povera di coperture metasedimentarie; essa si distingue inoltre per la presenza di mélanges con frammenti e matrice in facies metamorfica di alta pressione e di quarziti manganesifere a coesite (diga di Cignana, Valtournenche).

#### **3d1. I Calcescisti**

Il termine più antico di questo complesso è costituito da quarziti tabulari e scistose, spesso feldspatiche (permo-Eotrias, Eotrias). Ad esse seguono carniole, gessi, marmi calcareo dolomitici, marmi dolomitici più o meno micacei. Questo insieme è ricoperto da una formazione costituita da calcari dolomitici, spesso bitumosi, più o meno scuri, a volte con intercalazioni conglomeratiche ed elementi provenienti dai litotipi sottostanti.

Si passa successivamente a marmi grigi, sovente venati, generalmente non dolomitici, corrispondenti al passaggio della sedimentazione calcareo dolomitica del Trias medio superiore a quella calcareo argillosa dei calcescisti veri e propri che seguono. Questi sono costituiti da calcescisti s.s., filladi sericitiche, micascisti, rare quarziti e gneiss albitici.

La serie dei Calcescisti viene considerata liassica ed i calcescisti vengono interpretati come depositi di scarpata continentale dei bacini oceanici.





### **3d2. Le Pietre Verdi**

Studi dettagliati delle ofioliti alpine negli ultimi anni hanno consentito di interpretare queste sequenze in termini di espansione dei fondi oceanici e di processi di subduzione, simili a quelli che accompagnano lo sviluppo degli attuali bacini oceanici. Attualmente si ha la tendenza a considerare le ofioliti come parte di una unità tettonica separata dai calcescisti, chiamata "Ricoprimento delle ofioliti" o "Ricoprimento Ligure" o ancora "Ricoprimento Piemontese delle ofioliti".

Alla base della sequenza vi sono mafiti ed ultramafiti, mentre nella parte superiore si trovano pillows-lava e le loro breccie, ricoperte da sedimenti a carattere pelagico quali selci a radiolari e calcari a grana fine; al di sopra di questi ultimi vi è un aumento della componente pelitica che porta a scisti flyschiodi (o scisti sericitici a seconda del grado metamorfico) simili a calcescisti.

Le ofioliti vengono quindi considerate come porzioni di crosta oceanica smembrate, assottigliate e più o meno metamorfosate con una parte del mantello principale. In Valle d'Aosta i litotipi che costituiscono le Pietre Verdi sono abbastanza vari, generalmente epimetamorfici, con minerali e strutture primarie talvolta riconoscibili, più o meno laminati e metamorfosati in prasiniti, anfiboliti diopsidiche, eclogiti glaucofaniche, serpentiniti a residui di olivina e pirosseno.



## 4. DOMINIO AUSTROALPINO

Il dominio Austroalpino è costituito dalla Zona Sesia Lanzo, grande elemento interno delimitato a SE dalla Linea del Canavese, e da numerosi lembi di ricoprimento esterni (klippen), indicati in genere con il termine comprensivo di sistema della Dent Blanche s. l. E' un sistema composito, formato da un elemento inferiore, ubiquitario, e da un elemento superiore che è presente solo nella Zona Sesia-Lanzo (II Zona dioritico-kinzigitica) e nei lembi settentrionali del Mont Mary e della Dent Blanche (Serie di Valpelline).

L'elemento inferiore è costituito in prevalenza da parascisti polimetamorfici (impronta varisica + alpina) e da corpi intrusivi acidi e basici tardo-paleozoici, con trasformazioni metamorfiche alpine di vario tipo; l'elemento superiore è un frammento di crosta continentale profonda, in parte ben preservata, con locali piccoli scaglie di peridotiti di mantello (con struttura metamorfica o tettonica).

Le unità e inferiori e superiori sono separate da una vasta zona di laminazione duttile (shear milonitico), in cui sono inseriti alcuni lembi di copertura mesozoica che denotano una certa affinità brianzone; una analoga zona di shear in facies scisti verdi, ubicata nel settore interno della Zona Sesia-Lanzo nord-orientale, è nota con il nome di Scisti di Fobello e Rimella.

Il sistema austroalpino è costituito dalla zona Sesia-Lanzo nella parte più orientale della Valle d'Aosta e da numerosi klippen nella parte centrale che nell'insieme prendono il nome di falda della Dent Blanche s.l. e sono:

- a nord della Dora Baltea, il lembo della Dent Blanche s. s., quello del Mont Mary e del Pillonet, tutti in facies scisti blu - scisti verdi, e il lembo di Etirol-Levaz e di Chatillon con diffuse associazioni eclogitiche;
- a sud della Dora Baltea, i lembi del Mont Emilius, del Glacier Rafray, della Tour Ponton, del Satanel e di Vèrres, tutti con associazioni di facies eclogitica ad eccezione dell'ultimo.

Dal punto di vista litologico-strutturale il Sistema Austroalpino può essere suddiviso in due unità (Carraro et al., 1970; Compagnoni et al., 1977; Frey et al., 1974; Gosso et al., 1974; Martinotti & Hunziker, 1984:



- l'unità inferiore, costituita da micascisti eclogitici e gneiss minuti nella Zona Sesia-Lanzo e da micascisti eclogitici (a sud della Dora) e serie di Arolla (a nord della Dora) nella Falda della Dent Blanche s. 1.. I micascisti eclogitici sono costituiti da parascisti di età prealpina con intrusi metagranitoidi e con boudins di eclogiti, mentre gli gneiss minuti derivano da parascisti associati ad intrusioni granitiche (gneiss di Arolla)
- l'unità superiore, costituita da una sequenza metamorfica prealpina di alto grado (dalla facies anfibolitica a quella granulitica) con debole impronta metamorfica alpina; i principali litotipi che la costituiscono sono kinzigiti, anfiboliti e marmi. Tale sequenza prende il nome di II Zona Dioritica-Kinzigitica nella Zona Sesia-Lanzo e di Serie di Valpelline nella Falda della Dent Blanche s. s.. Per questa unità superiore viene ipotizzata una provenienza dall'interno della catena viste le analogie con la Zona Ivrea-Verbano.

Il contatto tra le due unità è sottolineato da una zona milonitica (Carraro et al., 1970) che postdata l'evento metamorfico di alta pressione, ma risulta piegata dalla seconda fase deformativa (Compagnoni et al., 1977).

Sono inoltre presenti (Martinotti & Hunziker, 1984):

- masse di rocce basiche e ultrabasiche in contatto tettonico con l'unità inferiore o all'interno delle due unità;
- sequenze di copertura di tipo vulcano-sedimentario di età oligocenica (trasgressive sulla ZSL, situate lungo la linea del Canavese nei pressi di Biella) e coperture di età permo-mesozoica che prendono il nome di Unità del Mont Dolin quando ricoprono gli gneiss di Arolla della Dent Blanche s. s., e di Zona di Roisan e Mont Blanc du Créton quando si trovano al limite superiore della serie di Arolla rispettivamente nel Mont Mary e nell'alta Valtournenche
- plutoni intrusivi non metamorfosati di Biella e Traversella.



Per quanto riguarda l'unità inferiore va aggiunto che i micascisti eclogitici hanno evidenti relitti di paragenesi di HP-LT di età eoalpina nella ZSL e nei klippen del Mont Emilius e mostrano una più evidente retrocessione in facies scisti blu - scisti verdi di età mesoalpina nei rimanenti klippen meridionali della Falda della Dent Blanche s.l.; invece gli gneiss minuti mostrano sempre un'impronta metamorfica di età mesoalpina in facies scisti verdi (Ballèvre et al., 1986).

Secondo Argand (1906) il ricoprimento Dent Blanche costituisce una grande piega coricata di cui è conservato solo il fianco rovescio; il senso di trasporto è verso l'esterno della catena, mentre la Serie di Valpelline e del Mont Mary, che costituiscono il nucleo della grande piega, sono state conservate grazie a delle pieghe secondarie con direzione di trasporto verso l'interno della catena. Argand afferma inoltre che la zona Sesia è la radice della falda di ricoprimento Dent Blanche (in cui include oltre ai klippen della Dent Blanche s. s. e del Mont Mary, anche quelli del Mont Emilius, del Glacier Rafray e del Pillonet) ed attribuisce tale Falda alla Zona Pennidica chiamandola '*Nappe VI* o '*Nappe piémontaise supérieure*'.

#### Klippe del Mont Mary

Esso è un lembo composito del sistema Austroalpino ed è divisibile in tre unità tettoniche: inferiore, intermedia e superiore (Canepa et al., 1990).

L'unità inferiore, che si estende anche a sud della Dora Baltea, è costituita principalmente da ortogneiss e da un complesso meta-sedimentario composto da parascisti pre-granitici, gneiss minuti e anfiboliti. I parascisti costituiscono l'incassante degli ortogneiss e presentano relitti di associazioni mineralogiche prealpine di alto grado molto simili a quelle della II Zona Dioritico-Kinzigitica. Tuttavia in genere si osserva la completa retrocessione in facies scisti verdi di età mesoalpina.

L'unità intermedia costituisce l'equivalente della Serie di Valpelline; si tratta cioè di un basamento metamorfico di età ercinica con prevalenti associazioni mineralogiche di alto grado ed una retrocessione alpina non pervasiva. I contatti con l'unità inferiore e superiore sono evidenziati da orizzonti



milonitici. I litotipi prevalenti sono paragneiss, micascisti, anfiboliti, marmi e subordinate peridotiti a spinello ed anfibolo (Cesare et al., 1989).

L'unità superiore corrisponde ad una zona di shear megascopica derivata da un basamento granitoide e da sequenze di copertura mesozoiche (Zona di Roisan).

L'assetto geometrico dominante è costituito, secondo Canepa et al. (1990), da una piega coricata ad asse sub-orizzontale e vergenza nord-occidentale, al nucleo della quale è presente l'unità inferiore del Mont Mary; questa piega riprende e deforma una precedente sinforme (con al nucleo la serie di Valpelline); il lembo del Mont Mary risulta così pizzicato tra la falda della Dent Blanche s. s. a tetto e la sottostante Zona del Combin.

#### Lembo del Mont Emilius

Fa parte dei lembi austroalpini meridionali (Dal Piaz et al., 1983; Pennacchioni, 1989); questa unità mostra relitti prealpini di alto grado, una sovraimpronta eclogitica pervasiva di età eoalpina ed una successiva riequilibrio metamorfica in facies scisti blu - scisti verdi. I principali litotipi sono costituiti da gneiss, micascisti con boudins eclogitici, marmi e da ultrabasiti appartenenti al corpo ultramafico di Arpisson (Benciolini, 1989).

#### Lembo di Chatillon (Dal Piaz & Martin,, 1986)

Corrisponde agli scisti cristallini esposti in modo discontinuo tra la Fons Salutis (terme) di Saint-Vincent ed il castello di Chatillon (Villa Gamba). E' un lembo austroalpino che presenta relitti di una facies eclogitica anche se meno conservati rispetto a quelli che si osservano nel lembo del Mont Emilius; in analogia con i lembi del Glacier Rafray (Dal Piaz & Nervo, 1971) e del Santanel (Battiston et al., 1987) i principali litotipi sono ortoscisti albitici e gneiss minuti in cui si osserva una sovraimpronta metamorfica penetrativa in facies scisti verdi con relitti di glaucofane, granato, fengite e quarzo con piccoli inclusi femici a dominante uralite.

## 5. DEPOSITI DI ORIGINE GLACIALE

Con l'inizio del Pleistocene medio, il fenomeno glaciale raggiunse il suo acme nella catena alpina. I grandi ghiacciai si sono impostati sui fondi delle valli plio-villafranchiane colmate da depositi alluvionali e detritici.

Le glaciazioni non sono esclusive, come si riteneva in passato, del Quaternario e di pochi altri periodi molto antichi della storia geologica.

I ghiacciai possono essere considerati dei corsi d'acqua di tipo particolare nei quali l'acqua defluisce molto lentamente, allo stato solido, sino al punto (fronte) in cui essa torna a scorrere completamente come fluido. I materiali abbandonati dal ghiacciaio sino alla sua fronte sono detti depositi glaciali (impropriamente morene); quelli rilasciati a valle della fronte dal torrente glaciale e derivati dalla rielaborazione dei precedenti sono indicati come depositi fluvio-glaciali. La sedimentazione dei depositi glaciali e fluvio-glaciali è quindi contemporanea.

Il ghiacciaio abbandona fondamentalmente due tipi di materiali: i depositi glaciali di fondo e quelli di ablazione. Entrambi sono caratterizzati da spiccata eterometria e da mancanza di assortimento (sono costituiti cioè da una mescolanza di elementi di tutte le dimensioni) e di netta stratificazione. I depositi glaciali di fondo sono abbandonati dal ghiacciaio alla propria base e sono formati in prevalenza da ciottoli sfaccettati, levigati e a volte striati; essi sono immersi in abbondante matrice limosa che è prodotta, a spese del substrato, dal lavoro di esarazione della massa glaciale e dei blocchi rocciosi da essa trasportati. Questi depositi sono fortemente addensati a causa del carico glaciale subito. I depositi di ablazione derivano invece dai materiali detritici franati dalla zona di circo e dai fianchi vallivi, accumulati sulla superficie del ghiacciaio, trasportati a valle e depositi per totale fusione (ablazione) della massa glaciale; essi sono costituiti in prevalenza da frammenti angolosi di varie dimensioni, simili agli accumuli di frana.

Gli argini (cordoni) morenici sono l'espressione più vistosa dei depositi di ablazione; si formano, nella fase di ritiro di una pulsazione glaciale, ai margini e alla fronte del ghiacciaio, costituendo rispettivamente le morene laterali e le cerchie moreniche frontali.



I depositi fluvio-glaciali prendono origine dalla fronte glaciale dove i depositi glaciali sono rielaborati dalle acque torrentizie che defluiscono lungo il sistema di depressioni allungate (scaricatori glaciali) comprese tra i vari cordoni dell'apparato morenico. Essi possono rivestire i canali scaricatori, essere terrazzati da successive fasi erosive e si accumulano a valle delle cerchie più esterne, dando luogo a conoidi coalescenti (apron), anche di grandi dimensioni. Legati all'ambiente glaciale sono anche i depositi glacio-lacustri: questi hanno diffusione più limitata e localizzata di quella dei depositi fluvio-glaciali, essendo legati allo sviluppo di un effimero lago glaciale.

Secondo Novarese (1913-1915) in Valle d'Aosta non si sono conservati depositi morenici anteriori al Wurm; in pratica ritiene che il modellamento glaciale della valle sia dovuto unicamente all'ultima pulsazione. Nella sua monografia dunque, l'autore ricostruisce l'evoluzione del ghiacciaio balteo wurmiano: questo era di natura polisintetica, formato da tre lingue principali provenienti dal circo delle Alpi Graie, dalla Valdigne e dalle Alpi Pennine (valli dei torrenti Artanavaz e Buthier), che davano origine ad una colata unica, potente 1000-1100 m, solo all'altezza di Aosta. Durante la fase di ritiro, il ghiacciaio balteo avrebbe deposto tre anfiteatri morenici stadiali intravallivi presso Chambave (fino a Nus), Aymavilles e tra Pré-St-Didier e Courmayeur (Verrand). La piana tra Aymavilles e St. Marcel è formata da potenti depositi fluvio-glaciali che colmarono la valle, posteriormente al ritiro del ghiacciaio dall'anfiteatro morenico di Nus-Chambave ed anteriormente (o contemporaneamente) al successivo arresto nella zona di Aymavilles-Jovencan. E' probabile che l'apparato morenico di Nus desse luogo, in una certa fase iniziale dell'evoluzione geomorfologica postglaciale ad un bacino lacustre, progressivamente interrato da depositi fini, limoso-sabbiosi, alternati a subordinati orizzonti sabbioso-ghiaiosi corrispondenti a fasi di piena della Dora. Questi materiali ricoprirono antichi depositi di fondo, ove presenti, o si innestarono in essi con rapporti di addentellamento. Alle alluvioni fluvio-glaciali ed ai depositi lacustri si aggiungevano, incastrandosi lateralmente, materiali assai più grossolani, in genere molto permeabili, erosi nelle alte vallate tributarie e depositati in ampie conoidi composite. Vi si potevano aggiungere importanti frane di collasso postglaciale e detriti di falda. Traeva così origine per gradi la vasta piana ove la



Dora dilagava depositando alluvioni sabbioso-ghiaiose e grossolanamente ciottolose in epoca recente. Ne risultava una potente coltre di materiali quaternari di tipo assai eterogeneo, la cui disposizione schematica presenta depositi prevalentemente fini o medio-fini lungo l'asse della vallata, e materiali grossolani al piede dei versanti costituenti due fasce laterali continue in corrispondenza di antiche frane e, assai più diffusamente, delle ampie conoidi di deiezione in gran parte sepolte. Tra il settore centrale del sottosuolo di Aosta e le due fasce laterali vi sono continui rapporti di addentellamento. In particolare in corrispondenza delle grandi conoidi di deiezione, zone idrogeologicamente ben alimentate, è possibile che esistano profonde falde idriche, del tipo imprigionato ed in pressione.





## 6. DEPOSITI DI ORIGINE ALLUVIONALE

Lungo i settori pianeggianti più prossimi alla Dora Baltea e lungo i tratti terminali degli alvei dei torrenti laterali, sono presenti dei depositi alluvionali recenti, costituiti da orizzonti sabbiosi-ghiaiosi e ciottolosi allungati nel senso della corrente ed intercalati a sedimenti sabbioso-limosi; questi sono originati dalle esondazioni della Dora Baltea. Tale formazione poggia su depositi alluvionali antichi, su depositi glaciali e/o direttamente sul substrato.

I depositi alluvionali che sono legati al reticolato affluente affiorano lungo le relative conoidi caratterizzate da una più o meno vasta superficie a seconda della loro attività. In generale tali depositi sono costituiti da ghiaie sabbiose e ciottolose immerse in una abbondante matrice sabbiosa.

## 7. CONSIDERAZIONI MORFOLOGICHE GIACIMENTOLOGICHE

In questo paragrafo sono descritte le tipologie morfologiche e giacimentologiche dei materiali sottoposti allo studio in questa fase di pianificazione, in relazione alle unità strutturali di appartenenza per chiarire e comprendere i rispettivi ambiti di maggiore diffusione.

Successivamente sono stati individuati e descritti vari siti potenzialmente estrattivi in modo molto più dettagliato nelle relazioni particolari che accompagnano ogni singolo giacimento a cui si rimanda.

### 7.1 Zone estrattive di lose

I siti individuati interessano versanti appartenenti all'unità geologico-strutturale Pennidica ed in particolare alla Zona delle Breccie di Tarantasia che corrisponde paleogeograficamente alla parte più esterna della zona subbrianzese.

In particolare la roccia che potrà essere oggetto di attività estrattiva di lose è essenzialmente rappresentata localmente da calcescisti e filladi calcarifere con scistosità molto evidente. I campioni esaminati macroscopicamente sul posto hanno evidenziato una mineralogia caratterizzata per lo più da calcite e muscovite; derivano dal metamorfismo di sedimenti di natura marnosa.

Gli affioramenti in genere presentano una medio elevata scistosità, determinata dai piani di scollamento impostati sui layerings micacei, e una media fratturazione. Si notano anche lineazioni più ricche in muscovite per cui si hanno lastroni lucenti con elevata fissilità.

La morfologia dei giacimenti risente della posizione di medio-alta montagna degli stessi per cui si può affermare che generalmente, nel territorio comprendente questa unità tettonica, i potenziali siti estrattivi interessano superfici con una marcata eterogeneità dal punto di vista morfologico. In effetti si possono osservare superfici con elevata acclività e zone con una morfologia più dolce, aree sensibilmente modellate ed incise dagli agenti morfologici consueti.

Dal punto di vista giacimentologico in genere si tratta di località con ridotta coltre terrigena quaternaria e media alterazione dei livelli più superficiali per cui il



cosiddetto cappellaccio risulta nel complesso ridotto in rapporto all'economicità dell'impianto di attività estrattive. Tuttavia nelle zone a bassa acclività, come in corrispondenza di aree di fondovalle con rilevanti depositi quaternari, il cappellaccio può anche risultare consistente e compromettere la potenziale coltivazione.

Le tecniche di coltivazioni proponibili, cioè quelle che risultano più confacenti alla realtà locale dei singoli giacimenti in funzione della tipologia del materiale coltivabile e delle relative caratteristiche geologiche-geomeccaniche, possono essere rappresentate essenzialmente da metodi a cielo aperto di ogni tipo; a versante, a gradoni, a fronte unico, a fossa. Si esclude la possibilità di utilizzare il metodo di coltivazione a galleria a causa sia dell'elevata fissilità del materiale sia della considerevole estensione areale degli affioramenti.

## 7.2 Zone estrattive di marmo verde

I siti individuati interessano versanti appartenenti all'unità geologico-strutturale Pennidica ed in particolare alla Zona Piemontese dei Calcescisti Con Pietre Verdi. Le Pietre Verdi costituiscono il complesso dei litotipi che comunemente viene denominato ofioliti; si tratta di roccia che originariamente era crosta oceanica che in seguito è stata smembrata, assottigliata e più o meno metamorfosata assieme ad una parte del mantello.

Il materiale che rientra in questa categoria che risulta la più pregiata e rappresentativa è costituito da un litotipo di colore verde scuro con molte venature biancastre. Si tratta di roccia derivata in origine dal metamorfismo di ultramefite in serpentiniti le quali rappresentano delle trasformazioni entometasomatiche legate alla serpentizzazione o, più frequentemente, successive a questa; le serpentiniti si sono disgregate in piccole masse fra le quali ha trovato spazio il fluido a composizione carbonatica che ha permeato le fessure, i vuoti, i ridotti interstizi e ha cementato la roccia con la cristallizzazione in calcite. Il litotipo definibile "marmo verde" in questione è essenzialmente una breccia serpentinoso a cemento carbonatico denominata officialce, ma vi possono essere variazioni locali in serpentiniti e/o serpentinoscisti. Generalmente non si può parlare di disposizione giacitura della roccia esaminata in quanto la litologia non evidenzia layerings continui e costanti.

Una seconda categoria di materiale lapideo, ma molto meno pregiato del precedente che appartiene alla stessa unità strutturale e che quindi ha la stessa distribuzione sul territorio valdostano del "marmo verde" è rappresentata dai metabasiti varie che localmente si possono presentare più o meno massicce.

La roccia che in genere si tende ad estrarre è una metabasite denominata prasinite che può essere più o meno tabulare. Questo litotipo è caratteristico e facilmente riconoscibile per il fatto che i cristalli di albite si presentano in una forma caratteristica detta anche struttura porfiroblastica pecilitica; la clorite (silicato idrato di Mg, Al e Fe) è il minerale più abbondante, contribuisce a formare evidenti layerings da cui deriva la scistosità della roccia ed è il responsabile del prevalente colore verdastro del materiale ("scisti verdi").



In questi litotipi, cioè nelle rocce ignee basiche metamorfosate per metamorfismo regionale, la clorite in genere è usualmente ricca in alluminio e deriva sovente da reazioni coinvolgenti orneblenda e/o epidoti.

La morfologia dei giacimenti è estremamente variabile in relazione all'ampia estensione che il complesso delle Pietre Verdi risulta avere ((si veda lo schema geologico strutturale allegato) per cui si possono rilevare superfici con una marcata eterogeneità dal punto di vista morfologico e/o anche settori con poche variazioni a livello di topografia locale, dove l'azione di modellamento superficiale ad opera degli agenti geomorfologici consueti è stata limitata.

Dal punto di vista giacimentologico in genere si tratta di località che in versanti a medio-alta acclività presentano una ridotta coltre terrigena quaternaria e media alterazione dei livelli più superficiali per cui il cosiddetto cappellaccio risulta nel complesso ridotto in rapporto all'economicità dell'impianto di attività estrattive; mentre in zone a bassa acclività il cappellaccio può anche risultare consistente e compromettere la potenziale coltivazione, come in corrispondenza di aree di fondovalle con rilevanti depositi quaternari. Vi sono località caratterizzate da falde detritiche, rappresentate da blocchi lapidei di rilevanti dimensioni del suddetto materiale, che possono anch'essi talora ritenersi idonei per un'attività estrattiva.

Le tecniche di coltivazione proponibili, cioè quelle che risultano più confacenti alla realtà locale dei singoli giacimenti in funzione della tipologia del materiale coltivabile e delle relative caratteristiche geologiche-geomeccaniche, possono generalmente essere rappresentate sia da metodi a cielo aperto (a versante, a gradoni, a fronte unico, a fossa) che da metodi che prevedano lavorazioni in galleria qualora il materiale rappresentasse una buona consistenza e non vi fosse la possibilità di filtrazioni idriche sotterranee.

### 7.3 Zone estrattive di marmo grigio

I siti che si possono individuare interessano aree appartenenti all'unità geologico strutturale Pennidica ed in particolare alla Zona Piemontese dei Calcescisti con Pietre Verdi.

La roccia che potenzialmente può fornire il materiale detto anche "marmo grigio" è il litotipo rientrante nella cosiddetta "Zona del Grand Combin" che, secondo CABY R. - 1981, deriverebbe dal metaforfismo di sedimenti depositati sul margine della placca continentale africana: tali associazioni litologiche caratteristiche di "copertura" risultano in effetti povere in ofioliti. Si tratta di marmi micacei che rappresentano un orizzonte post-triassico ed, essendo poco o nulla dolomitici, segnano il passaggio della sedimentazione calcareo dolomitica, del Trias medio-superiore, a quella prevalenza calcareo-argillosa dei calcescisti. La diffusione di questo materiale all'interno dell'unità strutturale suddetta risulta essere maggiore nel settore occidentale in prossimità di Villeneuve, di Saint Pierre, del Mont Torrette, mentre altrove è più frequente la presenza di livelli micacei abbondanti che contraddistinguono di fatto i calcescisti s.s.

Gli affioramenti rilevabili presentano generalmente una alternanza di livelli decimetrici, più micacei e di colore grigio, e livelli più carbonatici, di colore bianco. Minerali secondari che si possono agevolmente osservare sono le miche bianche disposte a livelli paralleli (fillosilicati polimorfi) ed i cristalli di pirite che usualmente hanno un abito cubico o diacisdodecaedrico.

I marmi grigi presentano generalmente una bassissima scistosità determinata dai rari piani di scollamento e dalla bassa o nulla fratturazione: si tratta di roccia massiccia e con buona consistenza.

La morfologia dei giacimenti è costituita essenzialmente da costoni rocciosi prominenti che emergono dai circostanti depositi ed accumuli quaternari poiché in genere possiedono una minore alterabilità di altri litotipi, grazie anche alla scarsa frequenza di discontinuità.

Dal punto di vista giacimentologico in genere si tratta di località che generalmente, escludendo le zone di fondovalle, che presentano una non rifatta coltre terrigena quaternaria e media o medio-bassa alterazione dei livelli più



superficiali per cui il cosiddetto cappellaccio risulta nel complesso ridotto in rapporto all'economicità dell'impianto di attività estrattiva.

Le tecniche di coltivazione proponibili, cioè quelle che risultano più confacenti alla realtà locale dei singoli giacimenti in funzione della tipologia del materiale coltivabile e delle relative caratteristiche geologiche-geomeccaniche, che possono generalmente essere rappresentate sia da metodi a cielo aperto (a versante, a gradoni, a fronte unico, a fossa) che da metodi che prevedono lavorazioni in galleria poiché il materiale presenta in genere una buona consistenza a condizione che non vi sia la possibilità di filtrazioni idriche sotterranee o/o superficiali.

## 7.4 Zone estrattive di pietra ornamentale da taglio

I materiali che si possono prestare convenientemente per l'estrazione di pietra da taglio ad uso ornamentale di varia tipologia sono stati distinti in:

- a) metagranitoidi e gneiss occhiadini;
- b) gneiss minuti;
- c) micascisti eclogitici;

L'insieme dei primi tre litotipi appartiene alla Zona Sesia-Lanzo, che attualmente è ritenuta parte del Ricoprimento Austroalpino, che interessa un territorio che si estende a Sud-Ovest di Verres e di Issogne e comprende parte della sinistra orografica della valle dell'Evangon, la vallata del Lys, vaste superfici circostanti gli abitati di Donnas, Pont Saint Martin, ecc.

a) I metagranitoidi e gli gneiss occhiadini che derivano in particolare dal metamorfismo intermedio di rocce granitiche sono caratterizzati da minerali primari quali in genere quarzo, microclino, plagioclasti, almandino, biotite, muscovite, orneblenda. Questi minerali si associano tra loro seguendo le combinazioni e proporzioni delle rocce magmatiche, con qualche variazione in funzione del grado metamorfico. Gli gneiss occhiadini sono caratterizzati da porfiroblasti di microclino che spuntano come occhi nella roccia. Affiorano nel territorio circostante l'abitato di Gaby nella vallata del Lys.

b) Gli gneiss minuti si presentano in genere massicci e derivano dal metamorfismo di arenarie. I minerali primari costituenti queste rocce in genere sono quarzo, plagioclasti, biotite, muscovite, microclino, epidoti, almandino, orneblenda. Si possono osservare frequenti vene di calcite e la presenza di miche bianche che conferiscono alla roccia un aspetto talora lucente. Affiorano in un territorio molto ampio caratterizzato da una fascia, con allungamento disposto secondo la direzione SO-NE, che attraversa la vallata principale della Dora Baltea fra Verres-Issogne e Bard.





c) I micascisti eclogitici derivano dal metamorfismo caratterizzato da medio-bassa temperatura ed elevata pressione. La roccia affiora in corrispondenza delle due aree ed anche in numerosi settori di versante; in altri siti il substrato è coperto da una coltre terrigena discontinua e di ridotta potenza per cui si potrebbe anche utilizzare il termine di litotipo sub-affiorante. Affiorano in una fascia, con allungamento disposto secondo la direzione SO-NE, che attraversa la vallata principale a partire da Bard verso SE, interessando i Comuni di Donnas e di Pont Saint Martin e la bassa valle del Lys.

La morfologia dei giacimenti è costituita essenzialmente da costoni rocciosi prominenti che emergono dai circostanti depositi ed accumuli quaternari poiché in genere possiedono una minore alterabilità di altri litotipi, grazie anche alla scarsa frequenza di discontinuità ed alla buona consistenza. Vi sono località caratterizzate da falde detritiche, rappresentate da blocchi lapidei di rilevanti dimensioni del suddetto materiale, che possono anch'esse talora ritenersi idonee per un'attività estrattiva.

Dal punto di vista giacimentologico in genere si tratta di località che, escludendo le zone di fondovalle, presentano una ridotta coltre terrigena quaternaria e medio o medio-bassa alterazione dei livelli più superficiali per cui il cosiddetto cappellaccio risulta nel complesso ridotto in rapporto all'economicità dell'impianto di attività estrattiva.

Le tecniche di coltivazione proponibili, cioè quelle che risultano più confacenti alla realtà locale dei singoli giacimenti in funzione della tipologia del materiale coltivabile e delle relative caratteristiche geologiche geomeccaniche, possono generalmente essere rappresentate sia da metodi a cielo aperto (a versante, a gradoni, a fronte unico, a fossa) che da metodi che prevedono lavorazioni in galleria poiché il materiale presenta in genere una buona consistenza a condizione che non vi sia la possibilità di filtrazioni idriche sotterranee e/o superficiali.

## 7.5 Zone estrattive di onice e travertino

Il travertino non costituisce un materiale di pregio, ma è tuttavia stato inserito per la presenza di un'unica località individuata per l'estrazione del pregiato onice.

Il travertino che ha un colore biancastro è presente in genere in blocchi litoidi: si tratta di materiale calcareo che si è formato tramite accumulo di concrezioni derivanti dal disfacimento dei calcescisti. Affiorano in varie località dove il substrato cristallino calcescistoso presenta diffuse percolazioni superficiali e sotterranee; i calcescisti della Zona Piemontese quindi con la loro elevata scistosità rappresentano la roccia madre ideale per la formazione di queste concrezioni calcaree.

L'onice è una varietà pregiata di calcedonio cioè di quarzo microcristallino a struttura fibrosa raggiata, con zonature evidenti, che si è originato per deposizioni da soluzioni silicifere a bassa temperatura. E' stato rilevato nel territorio comunale di Sarre in una sola località e pertanto si rimanda alla relazione particolare del giacimento.



## S O M M A R I O

<b>1. GEOLOGIA STRUTTURALE</b> .....	<b>2</b>
<b>2. DOMINIO ELVETICO-ULTRAEVETICO</b> .....	<b>4</b>
2a. Falde di copertura Ultraelvetiche .....	4
2b. Cuneo listrico Ultraelvetico del Mont Chétif.....	4
2c. Falda del Mont Frety .....	4
2d. Unità elvetica di basamento del Monte Bianco .....	5
<b>3. DOMINIO PENNIDICO</b> .....	<b>5</b>
3a. Falde Pennidiche superiori.....	5
3b. Sistema Pennidico medio del Gran San Bernardo.....	6
3c. Unità Pennidiche esterne .....	7
3d. Zona Piemontese dei Calcescisti con Pietre Verdi .....	8
3d1. I Calcescisti .....	8
3d2. Le Pietre Verdi .....	9
<b>4. DOMINIO AUSTRALPINO</b> .....	<b>10</b>
<b>5. DEPOSITI DI ORIGINE GLACIALE</b> .....	<b>14</b>
<b>6. DEPOSITI DI ORIGINE ALLUVIONALE</b> .....	<b>17</b>
<b>7. CONSIDERAZIONI MORFOLOGICHE GIACIMENTOLOGICHE</b> .....	<b>18</b>
7.1 Zone Estrattive Di Lose .....	18
7.2 Zone estrattive di marmo verde.....	20
7.3 Zone estrattive di marmo grigio .....	22
7.4 Zone estrattive di pietra ornamentale da taglio .....	24
7.5 Zone estrattive di onice e travertino.....	26