



Torino, 12 maggio 2023  
Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
Convegno Nazionale

## Geologia Ambientale in Piemonte e Valle d'Aosta

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA VALLE D'AOSTA  
ORDRE DES GÉOLOGUES DE LA VALLÉE D'AOSTE



## Inquadramento geologico del territorio

Alessandro Borghi

Dipartimento di Scienze della Terra

Università degli Studi di Torino



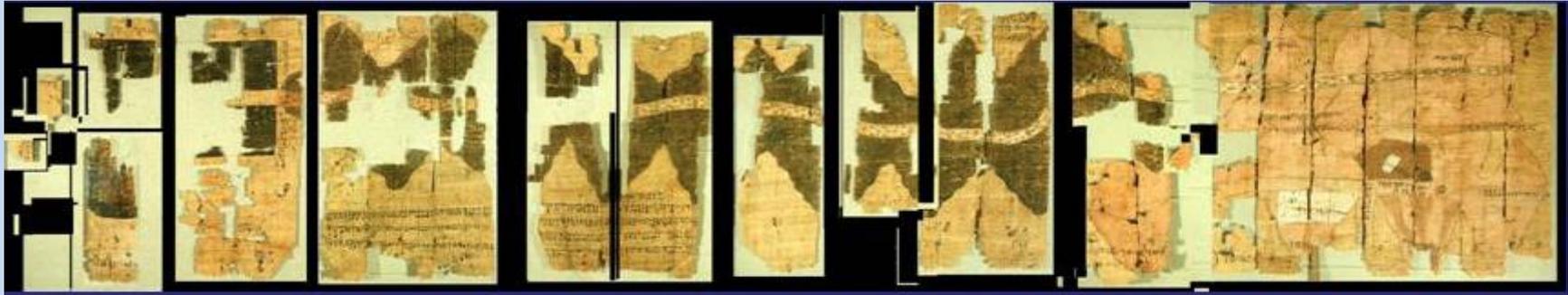
Torino, 12 maggio 2023  
Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
Convegno Nazionale

## Geologia Ambientale in Piemonte e Valle d'Aosta



ORDINE DEI GEOLOGI DELLA VALLE D'AOSTA  
ORDRE DES GÉOLOGUES DE LA VALLÉE D'AOSTE

# Reperimento delle risorse - La nascita della cartografia geologica



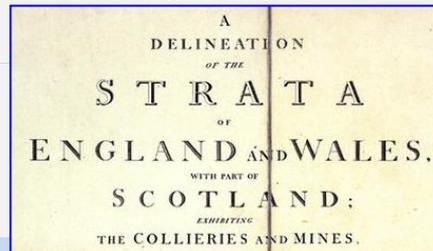
## 1. Il “papiro di Torino” Harrell & Brown, 1992; Coli & Rosati, 2011.

Presso il Museo Egizio di Torino è conservato un papiro che riporta la topografia, le località di estrazione di materiali lapidei e le miniere d'oro attive durante il regno di Ramesse IV (1156-1150 a.C.) nella zona del Wadi Hammamat (a NNE di Assuan). E' la più antica carta geologica al mondo.

## 2. “La mappa che cambiò il mondo”

Carta geologica del 1815, con la localizzazione dei giacimenti e delle miniere di carbone, e degli impianti di estrazione.

Da questo documento è dipesa la Rivoluzione Industriale e, in ultima analisi, il mondo moderno



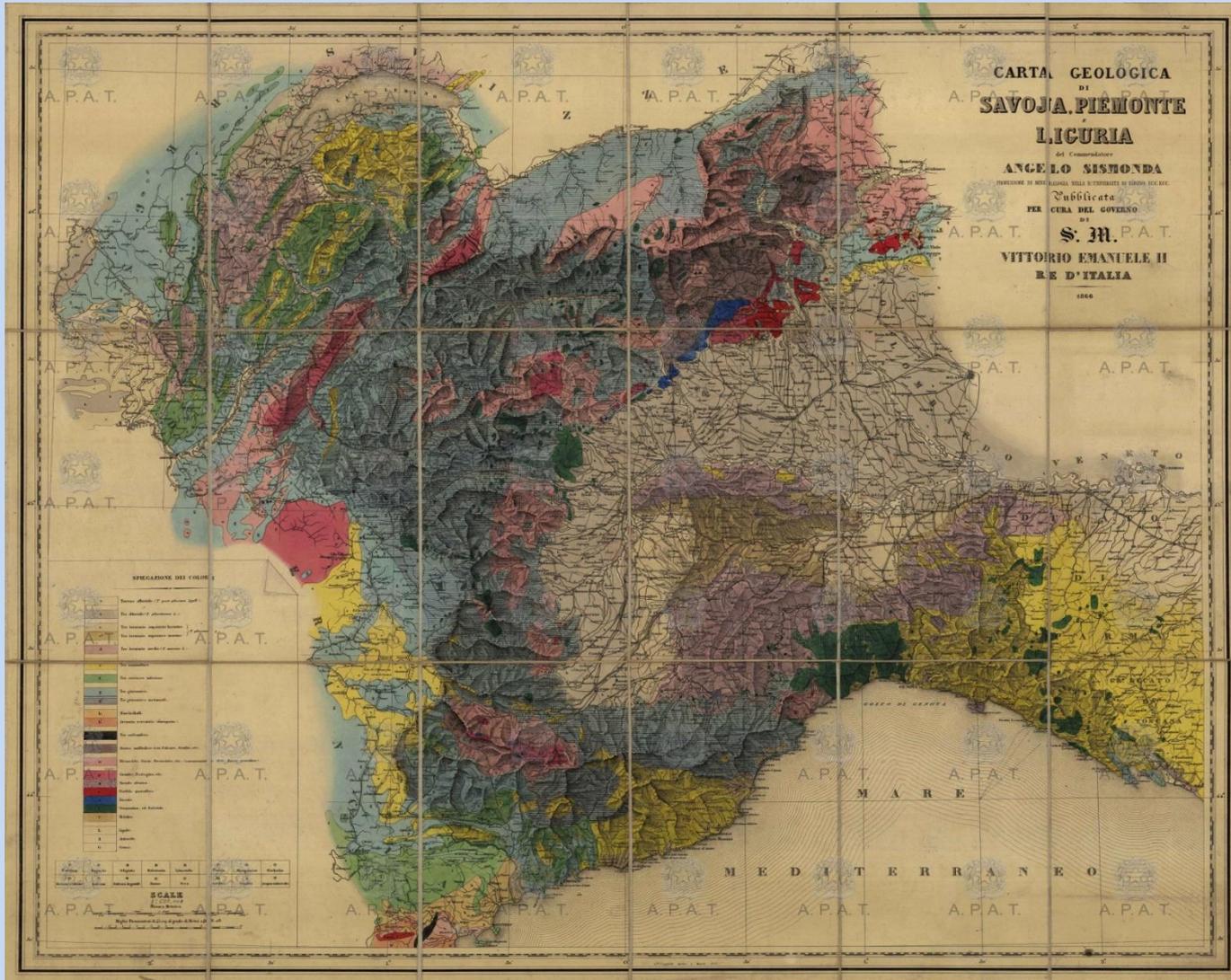


Torino, 12 maggio 2023  
Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
Convegno Nazionale

# Geologia Ambientale in Piemonte e Valle d'Aosta



## Carta geologica di Savoia Piemonte e Liguria 1:500.000 anno 1866



Carta pubblicata per cura del governo di S. M. Vittorio Emanuele II Re d'Italia. Colorata ad acquerello su base topografica del 1857 e montata su tela. E' inclusa la legenda dei minerali utili. La carta costituisce il primo esempio di cartografia geologica ufficiale. Carlo Alberto con R. Biglietto del 31 ottobre 1846 aveva affidato a Sismonda l'incarico della realizzazione di una Carta di massima degli stati di terraferma



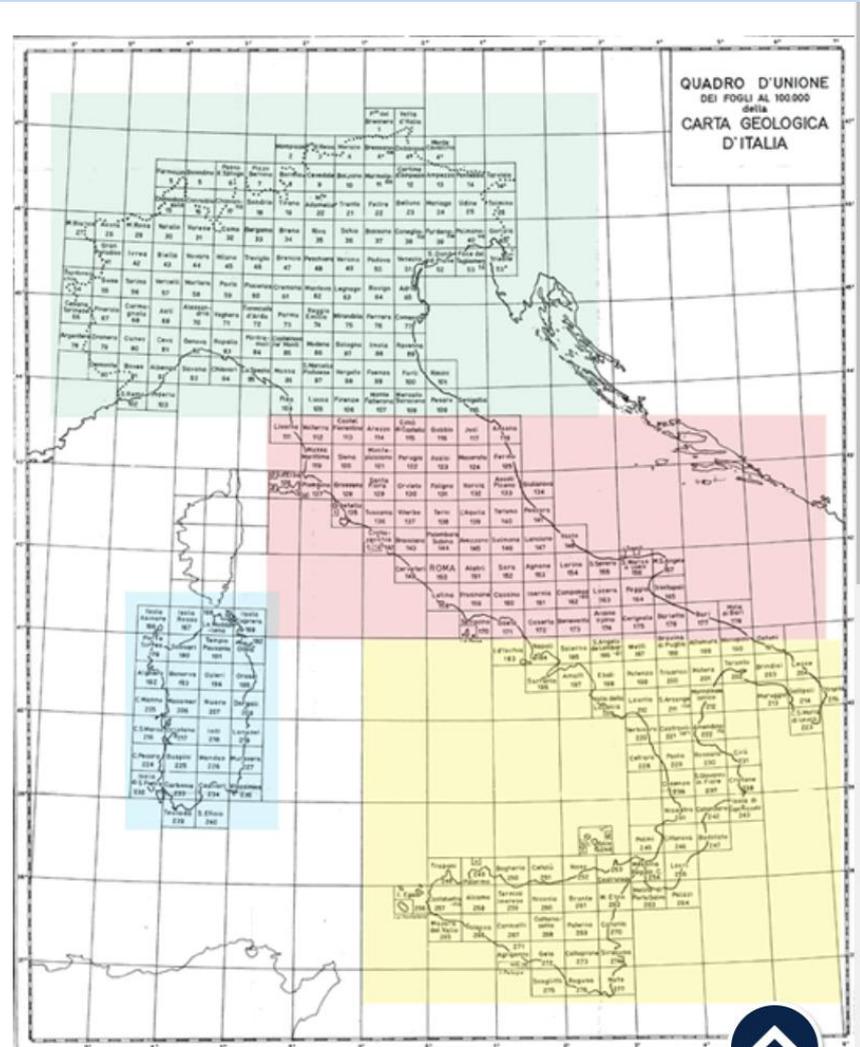
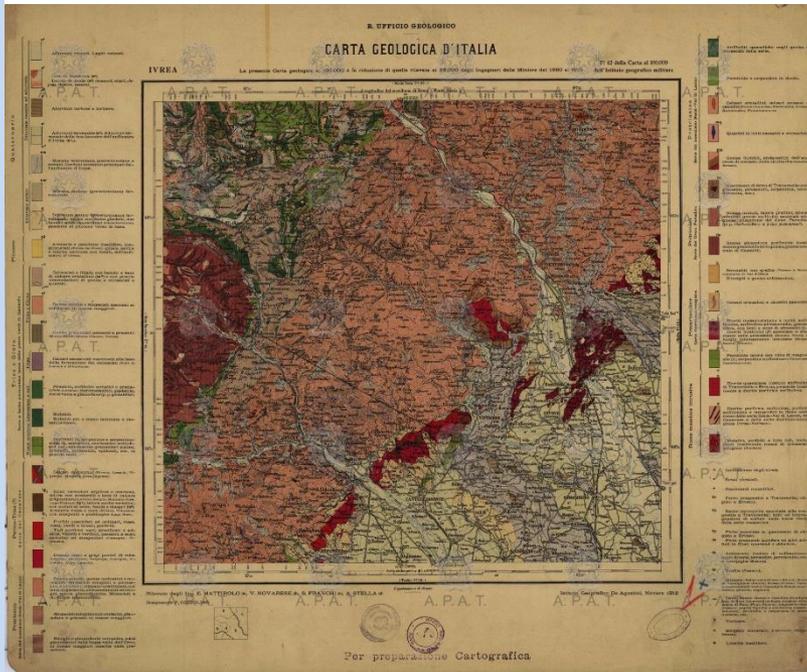
Torino, 12 maggio 2023  
 Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
 Convegno Nazionale  
**Geologia Ambientale in  
 Piemonte e Valle d'Aosta**



 **DIPARTIMENTO PER IL SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA**

● **Collezione  
 completa con "Note  
 illustrative"**

**Carta Geologica d'Italia alla scala  
 1:100.000**







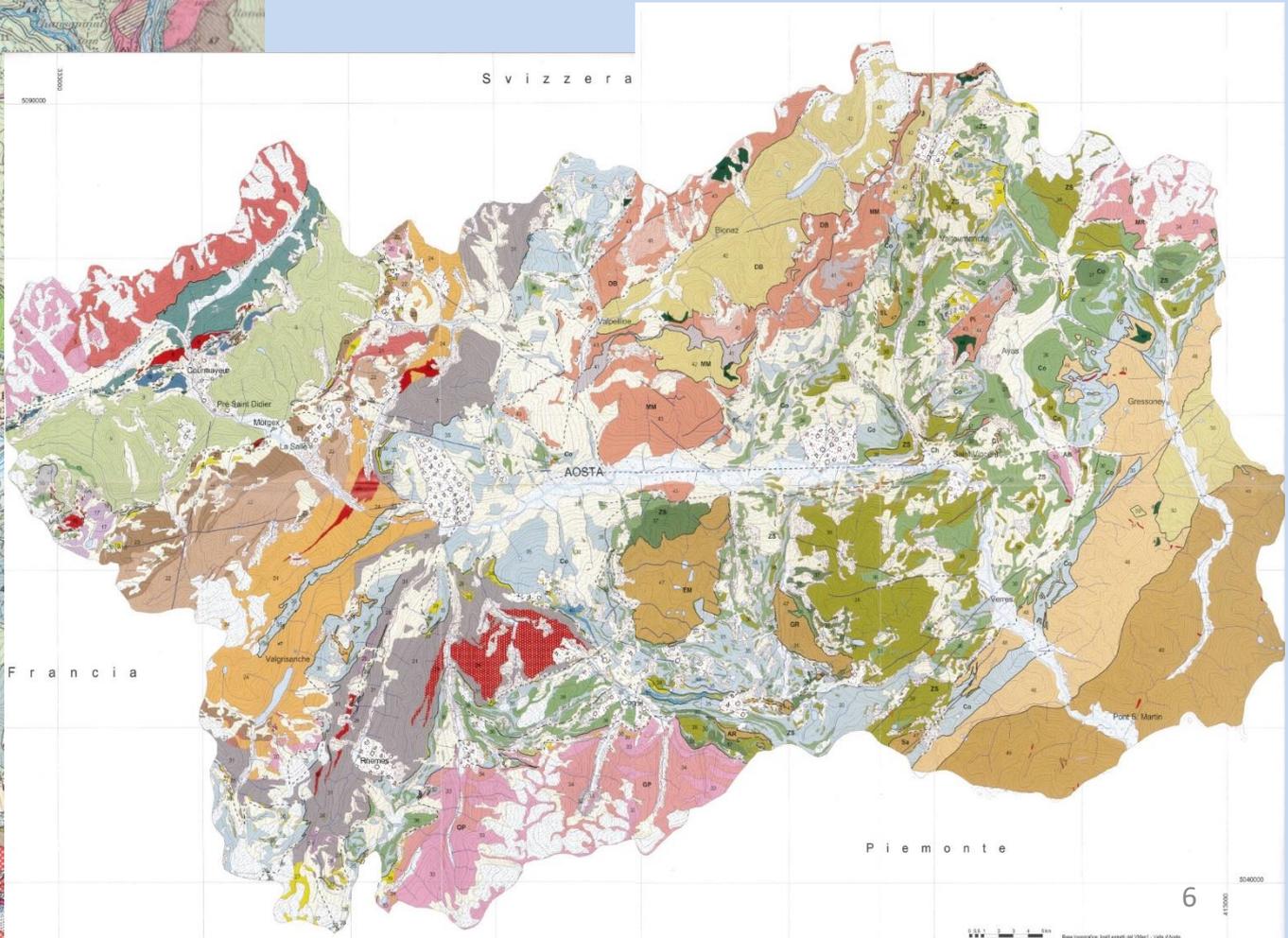
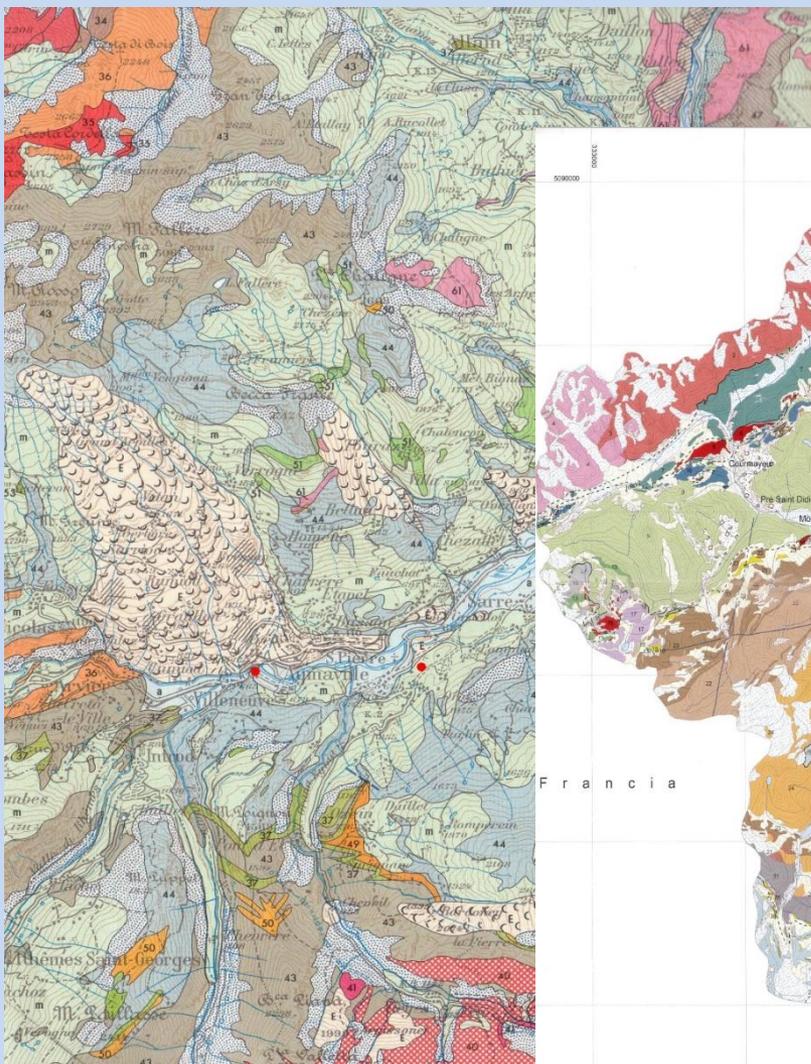
Torino, 12 maggio 2023  
 Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
 Convegno Nazionale  
**Geologia Ambientale in  
 Piemonte e Valle d'Aosta**



**Carte Géologique de la Vallée d'Aoste  
 1: 100.000 Giulio Elter (1987)**

**Carta geotettonica della Valle d'Aosta  
 1: 150.000 anno 2005**

De Giusti, Dal Piaz, Schiavio, Massironi, Monopoli, Bistacchi





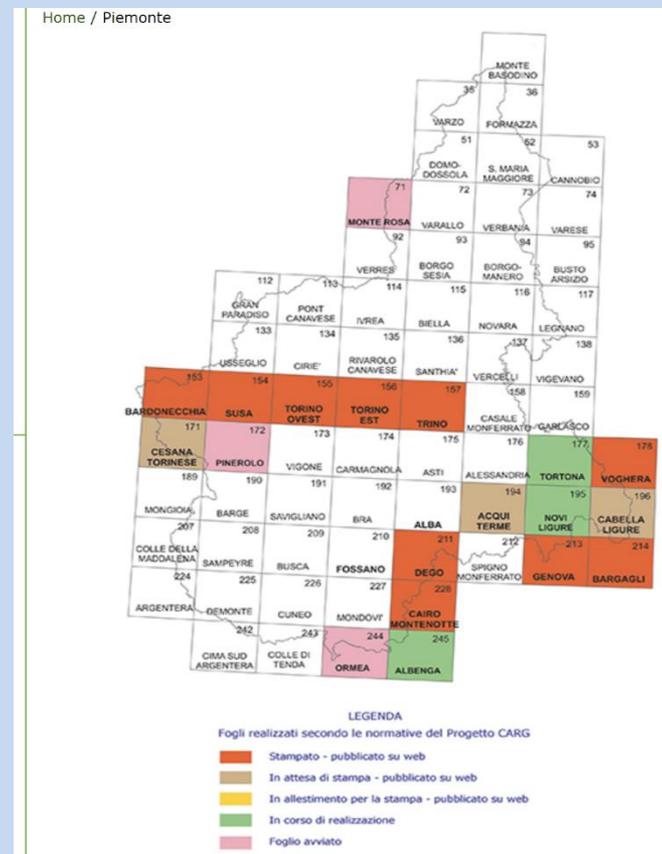
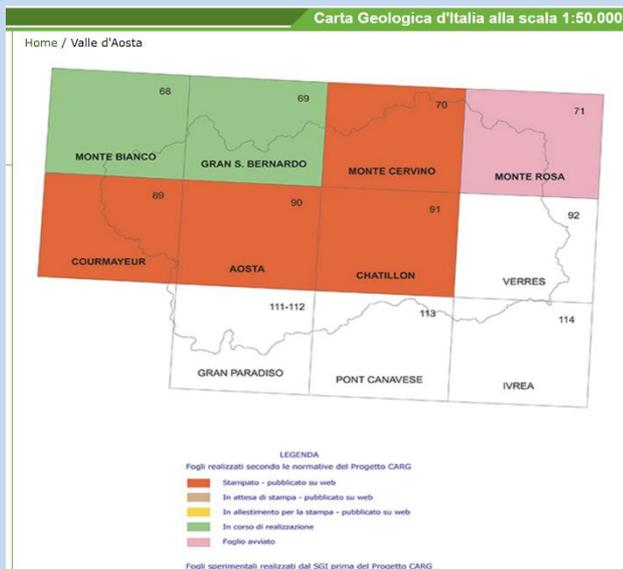
# Progetto CARG 1:50.000



Torino, 12 maggio 2023  
Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
Convegno Nazionale  
**Geologia Ambientale in  
Piemonte e Valle d'Aosta**



## Carta Geologica d'Italia Scala 1:50.000



<http://www.isprambiente.gov.it/it>

**Il Progetto Nazionale CARG (CARtografia Geologica)**, avviato nel 1988, prevede la realizzazione di 652 fogli geologici e geotematici alla scala 1:50.000 per la copertura dell'intero territorio italiano. Il Progetto prevede la realizzazione di una banca dati che consenta di ricavare carte geologiche e geotematiche di maggiore dettaglio per molteplici applicazioni. La conoscenza dei dati geologici è infatti indispensabile per una corretta pianificazione e gestione del territorio e per la prevenzione del rischio idrogeologico.

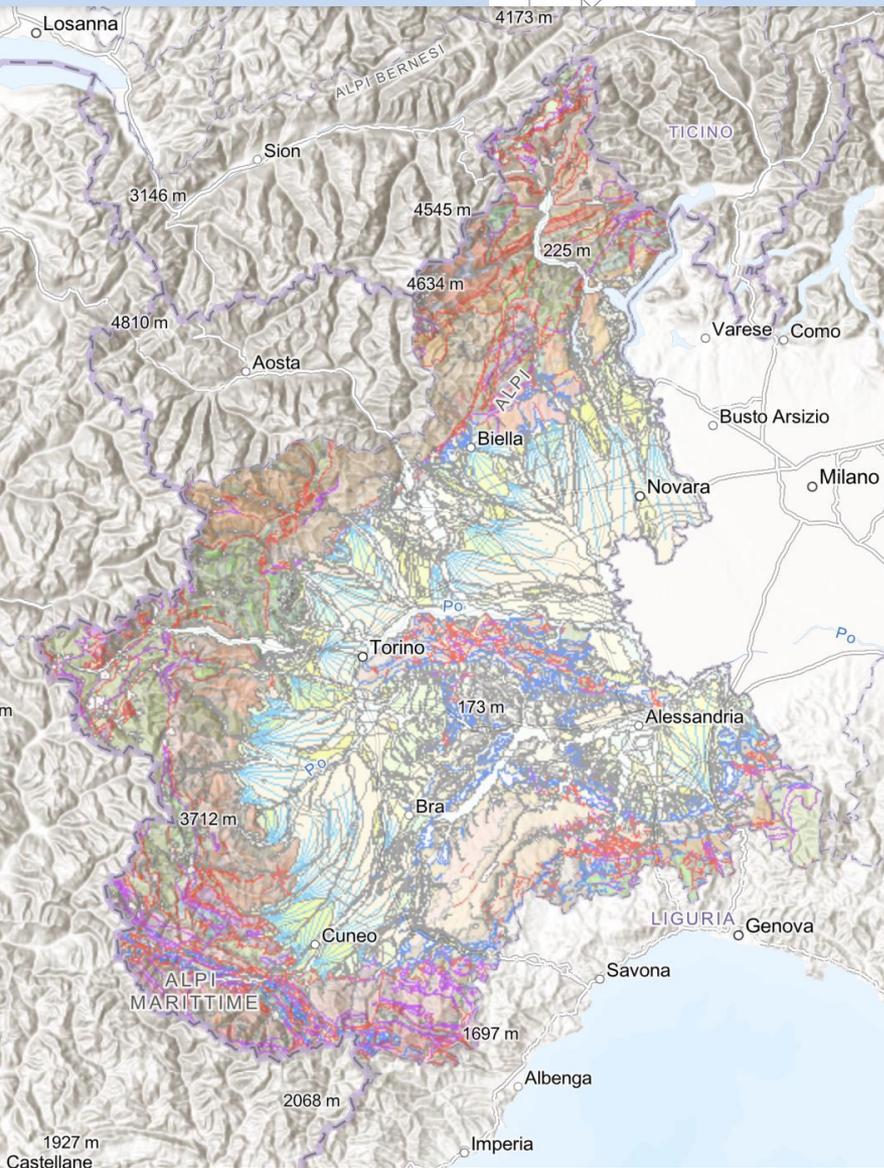


Torino, 12 maggio 2023  
Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42

Convegno Nazionale

## Geologia Ambientale in Piemonte e Valle d'Aosta

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA VALLE D'AOSTA  
ORDRE DES GÉOLOGUES DE LA VALLÉE D'AOSTE

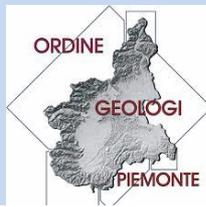


## Carta Geologica del Piemonte alla scala 1:250.000

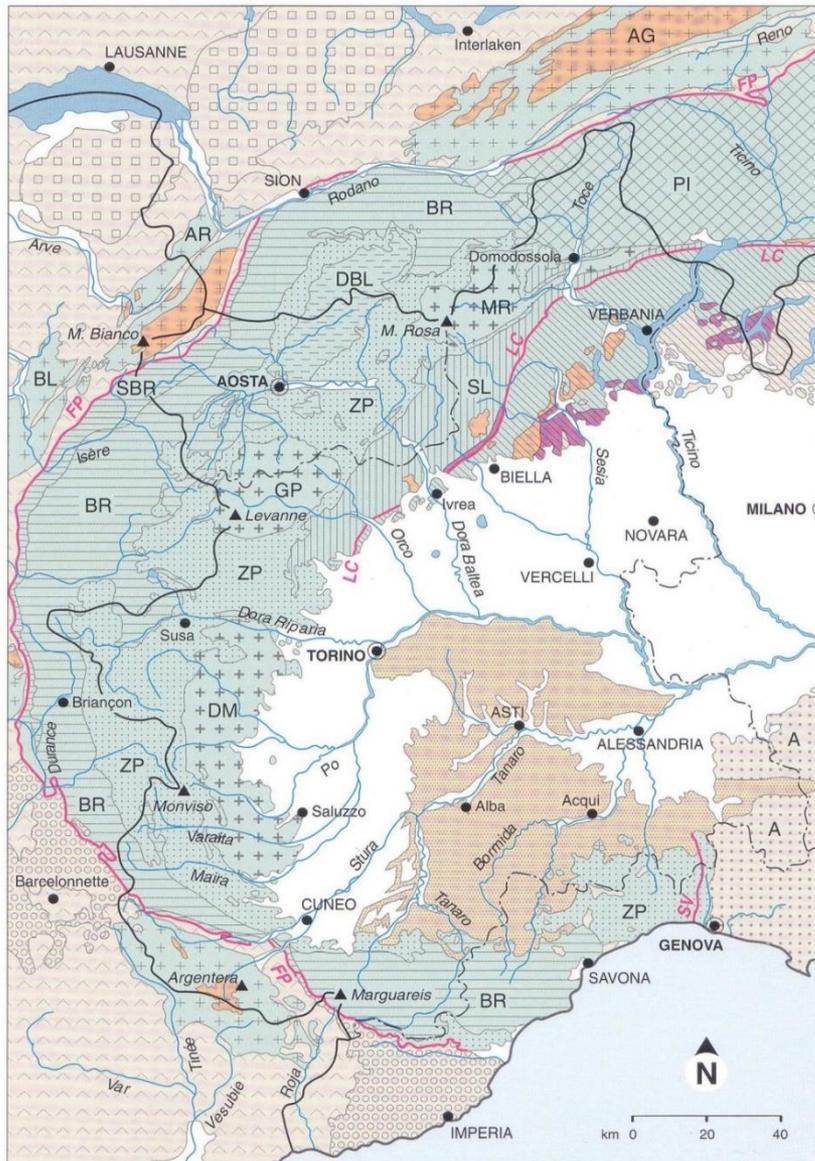
Nel 2017 è stata realizzata dall'Istituto di Geoscienze e Georisorse del CNR la prima la Carta geologica del Piemonte alla scala 1:250.000 (Piana et al., 2017 Journal of Maps). La nuova base dati costituisce un documento di sintesi a scala regionale che eredita gli elementi di novità scientifica emersi negli ultimi anni (Progetto CARG) e aggiorna la cartografia geologica per quelle aree in cui la Carta Geologica d'Italia risale alla prima metà del secolo scorso.

Il Progetto GeoPiemonte Map ha inizio nel 2007 con la collaborazione tra l'Istituto di Geoscienze e Georisorse del CNR - unità di Torino (CNR IGG Torino) e il Dipartimento di Scienze della Terra di Torino, e Arpa Piemonte

<http://webgis.arpa.piemonte.it/Geoviewer2D/?config=other-configs/geologia250k.json>



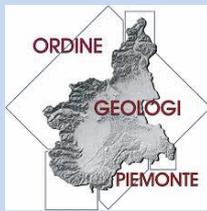
Torino, 12 maggio 2023  
Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
Convegno Nazionale  
**Geologia Ambientale in  
Piemonte e Valle d'Aosta**



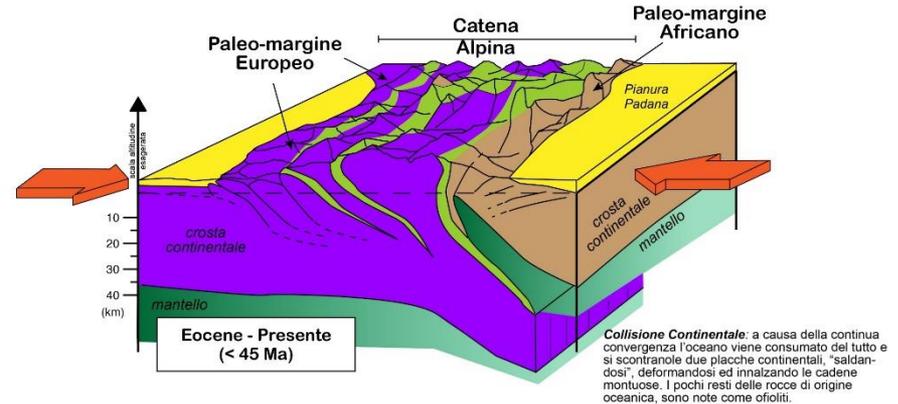
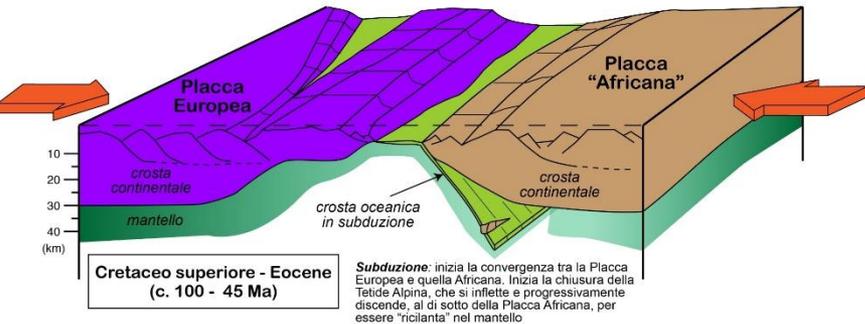
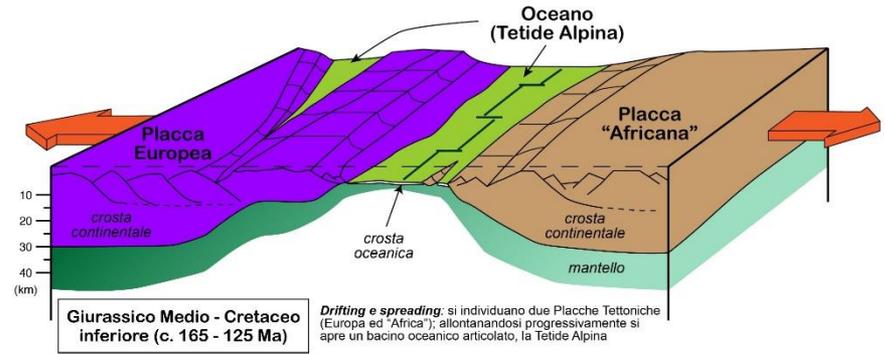
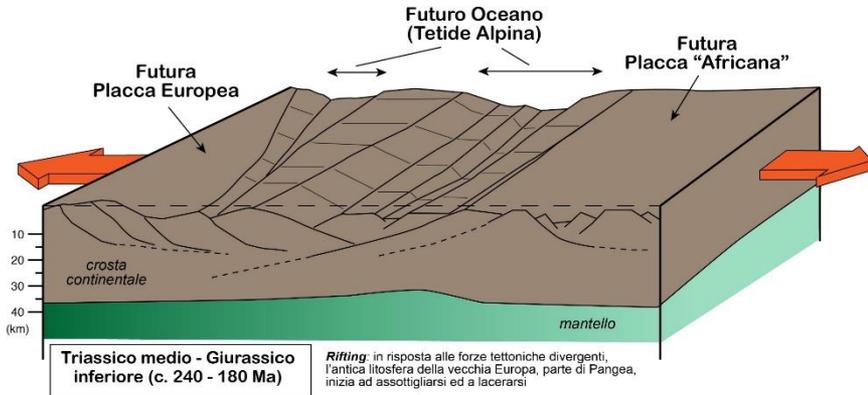
Le Alpi sono costituite da grandi volumi di rocce di diverso aspetto, composizione chimica e ambiente genetico

Le Alpi rappresentano un segmento del grande sistema orogenetico alpino-himalayano associato alla chiusura di un oceano che separava il paleocontinente euro-asiatico da quello africano-arabico-indiano

Bacino terziario piemontese, deposto in discordanza sulla catena alpina



# LA CATENA ALPINA



L'architettura attuale delle Alpi Occidentali, pur essendo la sommatoria di più cicli orogenetici e fasi deformative, è determinata prevalentemente dalle fasi Alpine di

- subduzione di litosfera oceanica
- collisione continentale

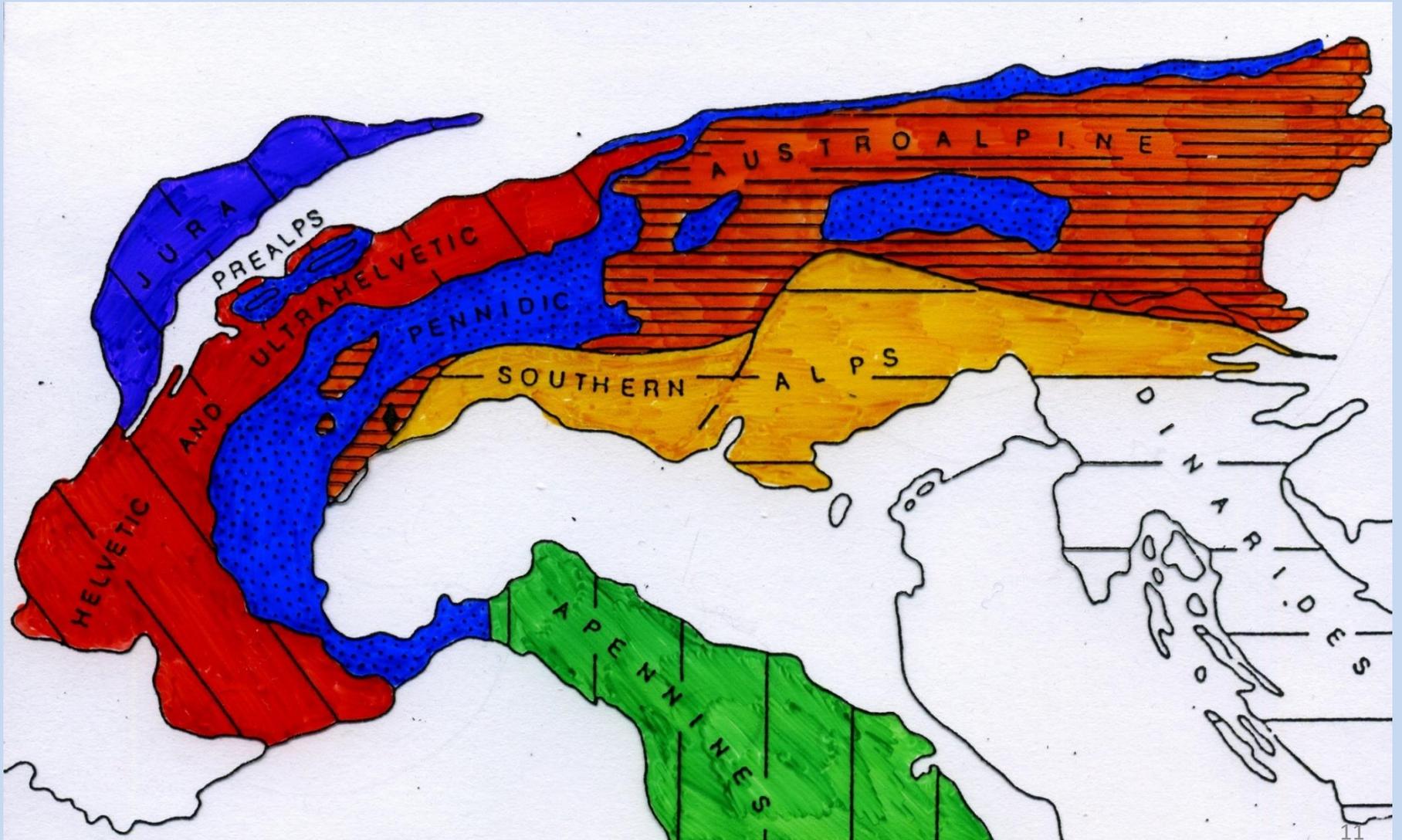


Torino, 12 maggio 2023  
Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
Convegno Nazionale

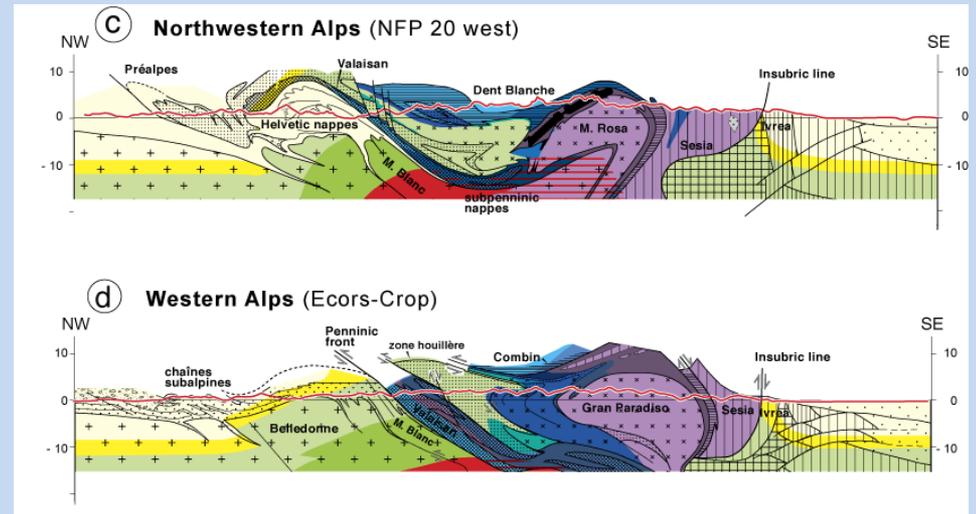
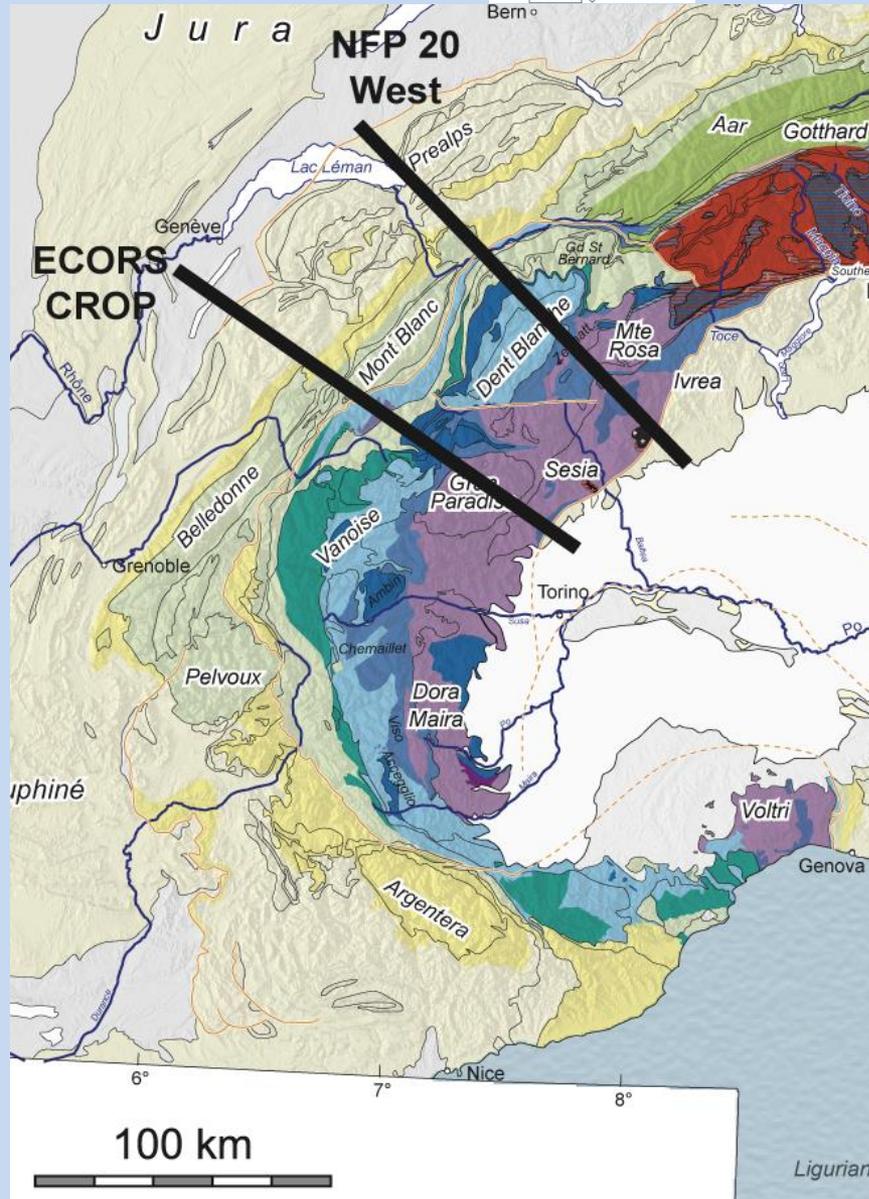
# Geologia Ambientale in Piemonte e Valle d'Aosta



## Suddivisione della catena alpina in quattro grandi domini paleogeografici

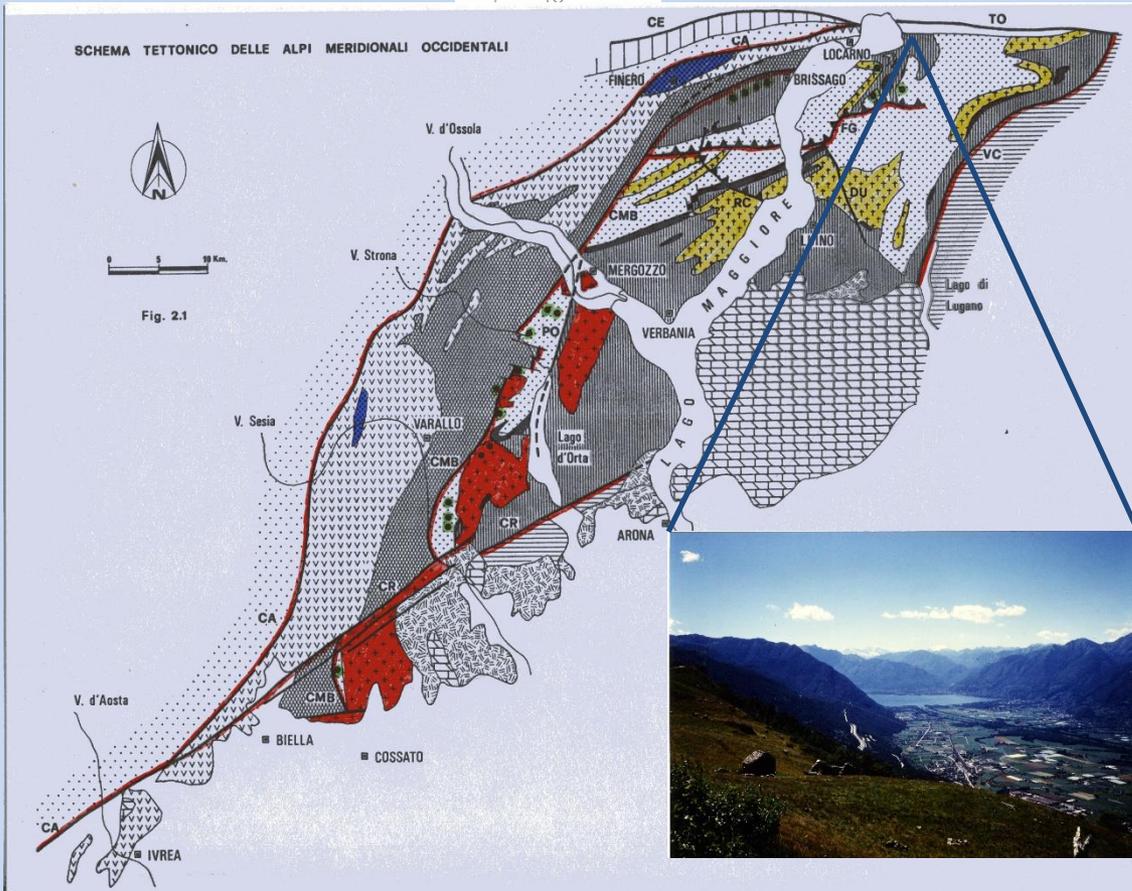




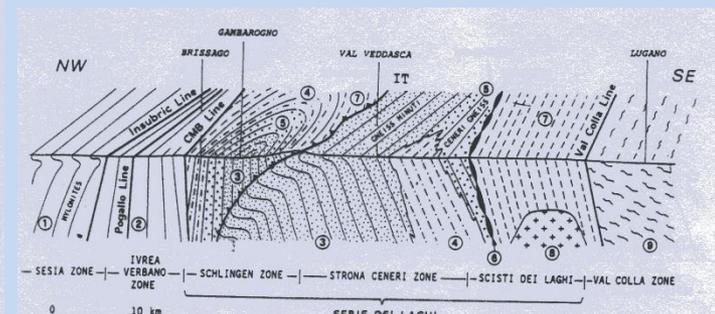
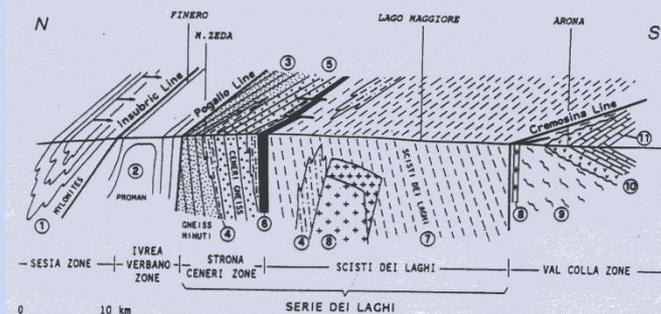


Doppia vergenza con trasporto principale verso West  
 Zona di radici ad andamento verticale  
 Fase di retroflessione Brianzonese  
 Assi delle pieghe paralleli direzione di trasporto tettonico

Bosquet et al., 2008



Il **Dominio Sudalpino** è costituito da tre unità principali: la **Zona Ivrea-Verbano** (basamento metamorfico Varisico, corpi ignei Permiani), la **Serie dei Laghi** (basamento metamorfico Varisico, corpi ignei Permiani e coperture Permo-Mesozoiche), e la **Zona del Canavese** (basamento metamorfico Varisico, corpi ignei Permiani e coperture Permo-Mesozoiche).



## Zona Ivrea - Verbano

Unità di crosta continentale profonda risalita in età giurassica triassica in superficie

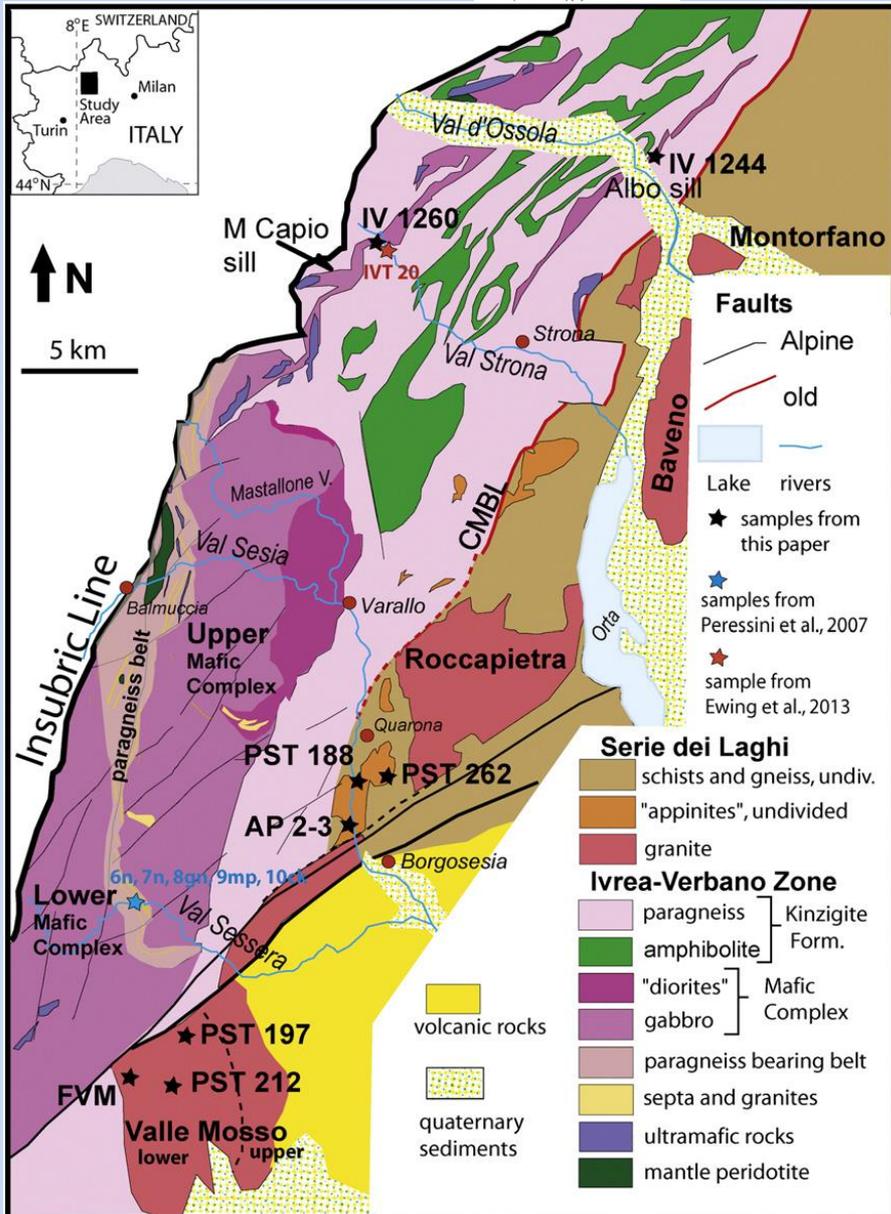
**Complesso kinzigitico** – paragneiss di alto grado metamorfico con forte gradiente MMF crescente da SE – NW

**Complesso mafico** mostra una struttura primaria preservata caratterizzata da una foliazione magmatica di HT, un'evidente stratificazione magmatica potente nel settore meridionale (8 – 15 km)

Scaglie di Mantello sotto continentale

Contatto di tipo intrusivo di età tardo-ercinica  
Processo di underplating sotto cont. (15-25)

Klötzli, Sinigoi, Quick, Demarchi 2014 <sup>15</sup>

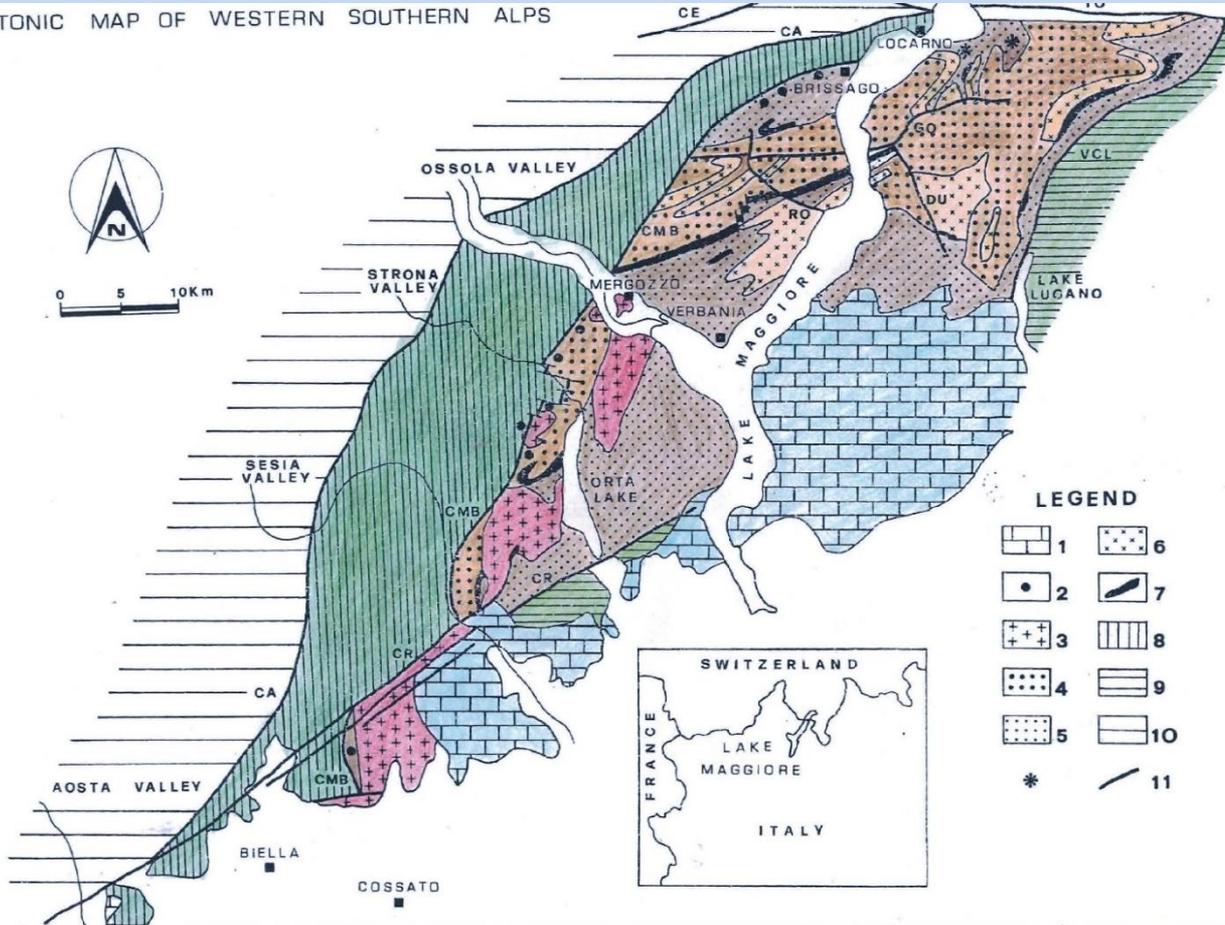




# Geologia Ambientale in Piemonte e Valle d'Aosta

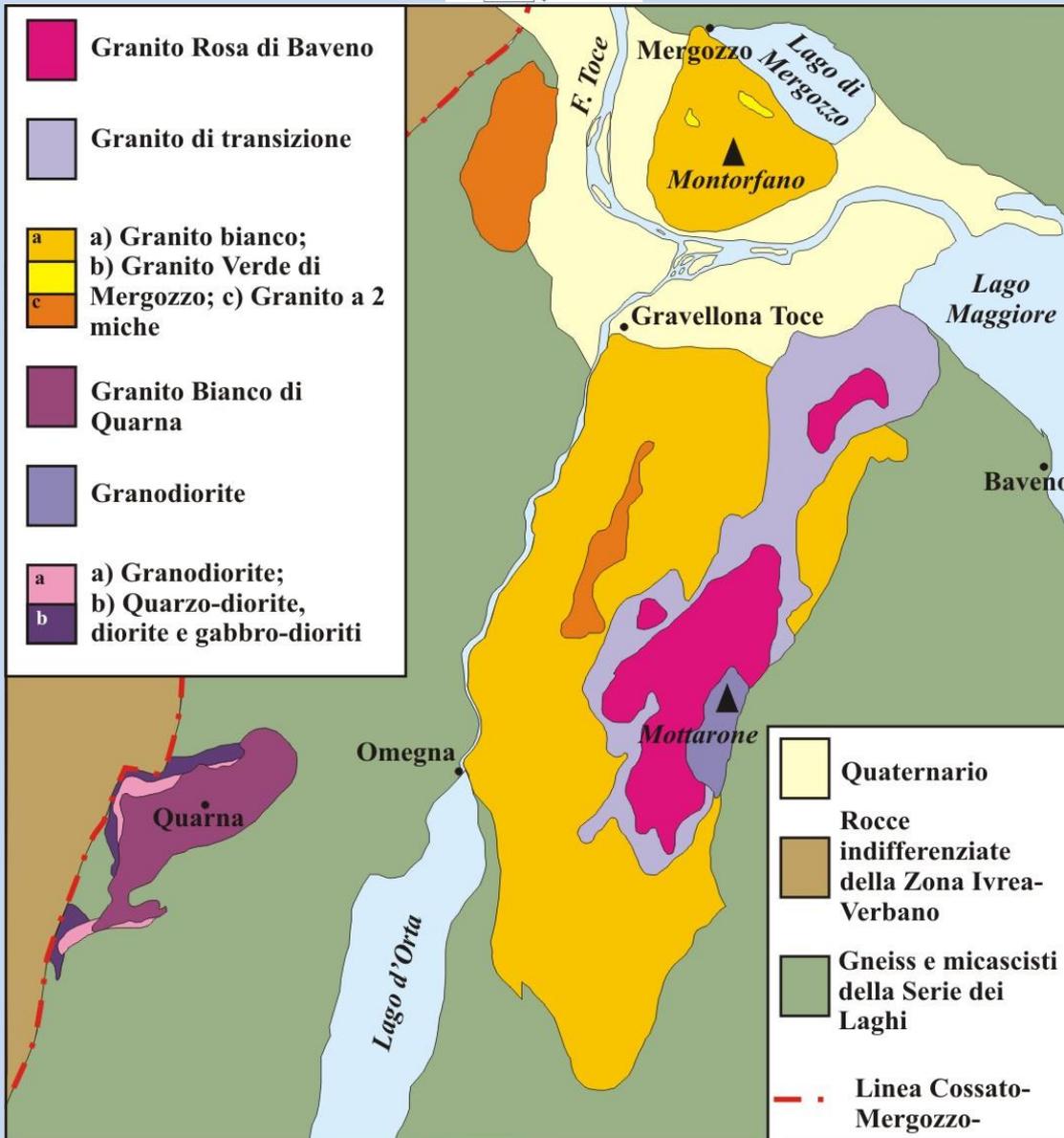


TECTONIC MAP OF WESTERN SOUTHERN ALPS



La **Serie dei Laghi** (crosta continentale intermedia e superiore) è tradizionalmente suddivisa in due unità corrispondenti agli **Scisti dei Laghi** (metasedimenti polimetamorfici) e alla **Zona Strona-Ceneri** (metasedimenti monometamorfici), separate dalla **Strona Ceneri Border Zone** (metabasiti e meta-ultramafiti). Entrambe le unità sono state intruse da **granitoidi Ordoviciani** (ortogneiss monometamorfici).

In questo basamento si sono poi intrusi i **Graniti dei Laghi** e le **vulcaniti Permiane**, e si sono deposte **successioni sedimentarie Permiano-Cretaciche**.



## Magmatismo Permiano

Il basamento della Serie dei Laghi è stato interessato da un'intensa attività magmatica, sia **intrusiva** che **effusiva**, post-orogenesi Varisica (ca. 290-270Ma). **Vulcaniti**

Corrispondono a prevalenti rioliti e minori basalti, andesiti e daciti (magmatismo bimodale), datati a ca. 290 Ma.

**QUARNA**

**MOTTARONE - BAVENO**

**MONTORFANO**

**ALZO - ROCCAPIETRA**

**VALSESSERA**



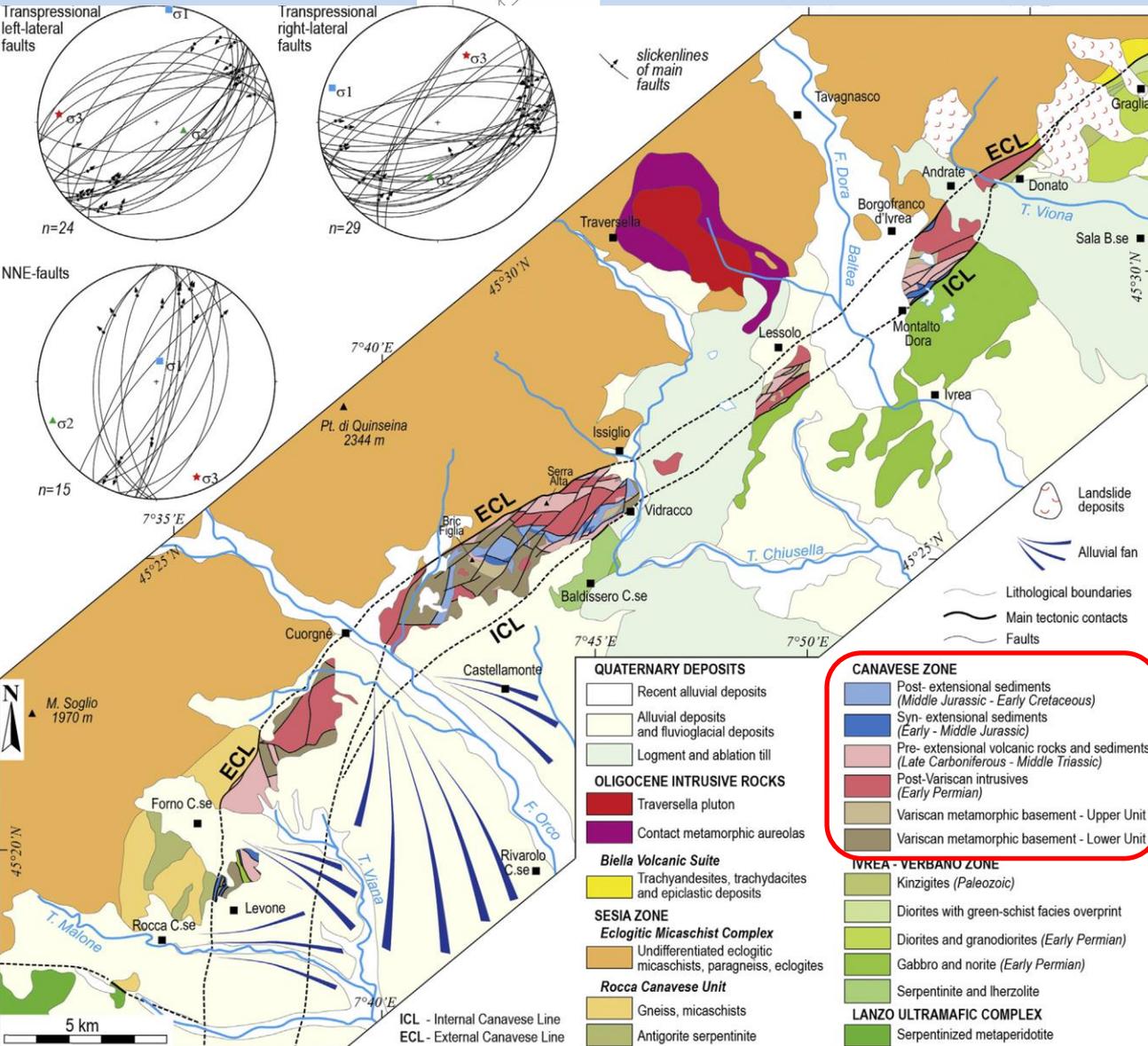
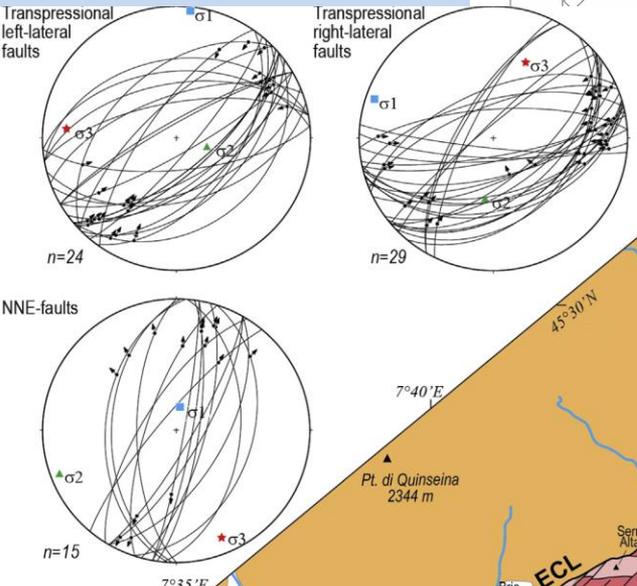
Torino, 12 maggio 2023  
Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
Convegno Nazionale

## Geologia Ambientale in Piemonte e Valle d'Aosta



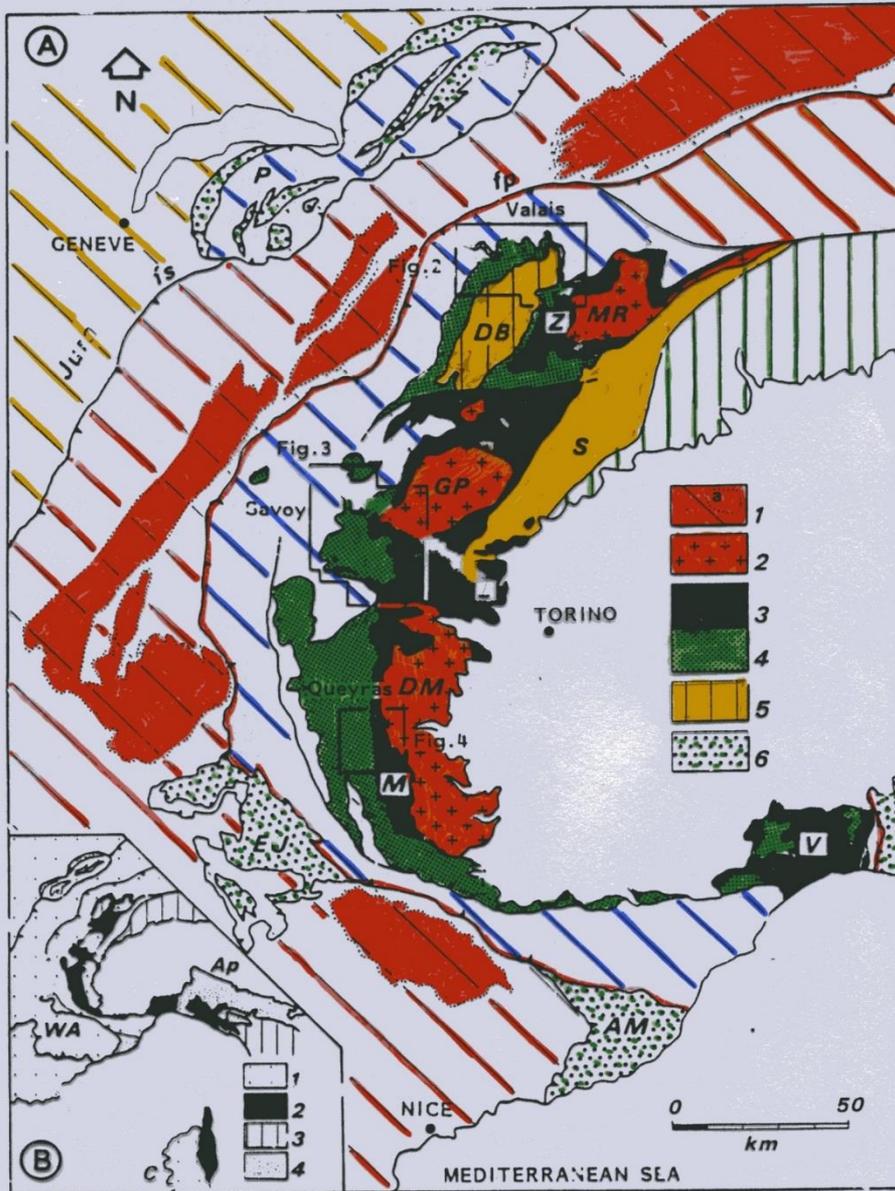


Torino, 12 maggio 2023  
 Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
 Convegno Nazionale  
**Geologia Ambientale in  
 Piemonte e Valle d'Aosta**



- QUATERNARY DEPOSITS**
  - Recent alluvial deposits
  - Alluvial deposits and fluvioglacial deposits
  - Logment and ablation till
- OLIGOCENE INTRUSIVE ROCKS**
  - Traversella pluton
  - Contact metamorphic aureolas
- Biella Volcanic Suite**
  - Trachyandesites, trachydacites and epiclastic deposits
- SESLIA ZONE**
  - Eclogitic Micaschist Complex**
    - Undifferentiated eclogitic micaschists, paragneiss, eclogites
  - Rocca Canavese Unit**
    - Gneiss, micaschists
    - Antigorite serpentinite
- CANAVESE ZONE**
  - Post- extensional sediments (Middle Jurassic - Early Cretaceous)
  - Syn- extensional sediments (Early - Middle Jurassic)
  - Pre- extensional volcanic rocks and sediments (Late Carboniferous - Middle Triassic)
  - Post-Variscan intrusives (Early Permian)
  - Variscan metamorphic basement - Upper Unit
  - Variscan metamorphic basement - Lower Unit
- IVREA - VERBANO ZONE**
  - Kinzigites (Paleozoic)
  - Diorites with green-schist facies overprint
  - Diorites and granodiorites (Early Permian)
  - Gabbro and norite (Early Permian)
  - Serpentine and lherzolite
- LANZO ULTRAMAFIC COMPLEX**
  - Serpentinized metaperidotite

**Zona del Canavese**  
 E' compresa tra la Zona Ivrea -Verbano e l'Unità Sesia Lanzo (Austroalpino), costituisce una fascia continua tra il Canavese e il Biellese, e prosegue in modo discontinuo fino al lago Maggiore (**Scisti di Fobello Rimella**). La Zona del Canavese corrisponde ad una porzione di crosta superiore. costituita da **Basamento Varisico, corpi ignei post-Varisici, copertura Permo-Mesozoica.**  
 metamorfosata in facies da anchizonale a scisti verdi durante l'orogenesi Alpina



## DOMINIO AUSTRALPINO

Maggior sviluppo nel settore centrale ed orientale

Unità Tettoniche ⇒ Zona Sesia Lanzo; Falda Dent Blanche

Basamento + copertura

Rappresenta l'elemento strutturale più elevato delle Alpi, a tetto delle ofioliti

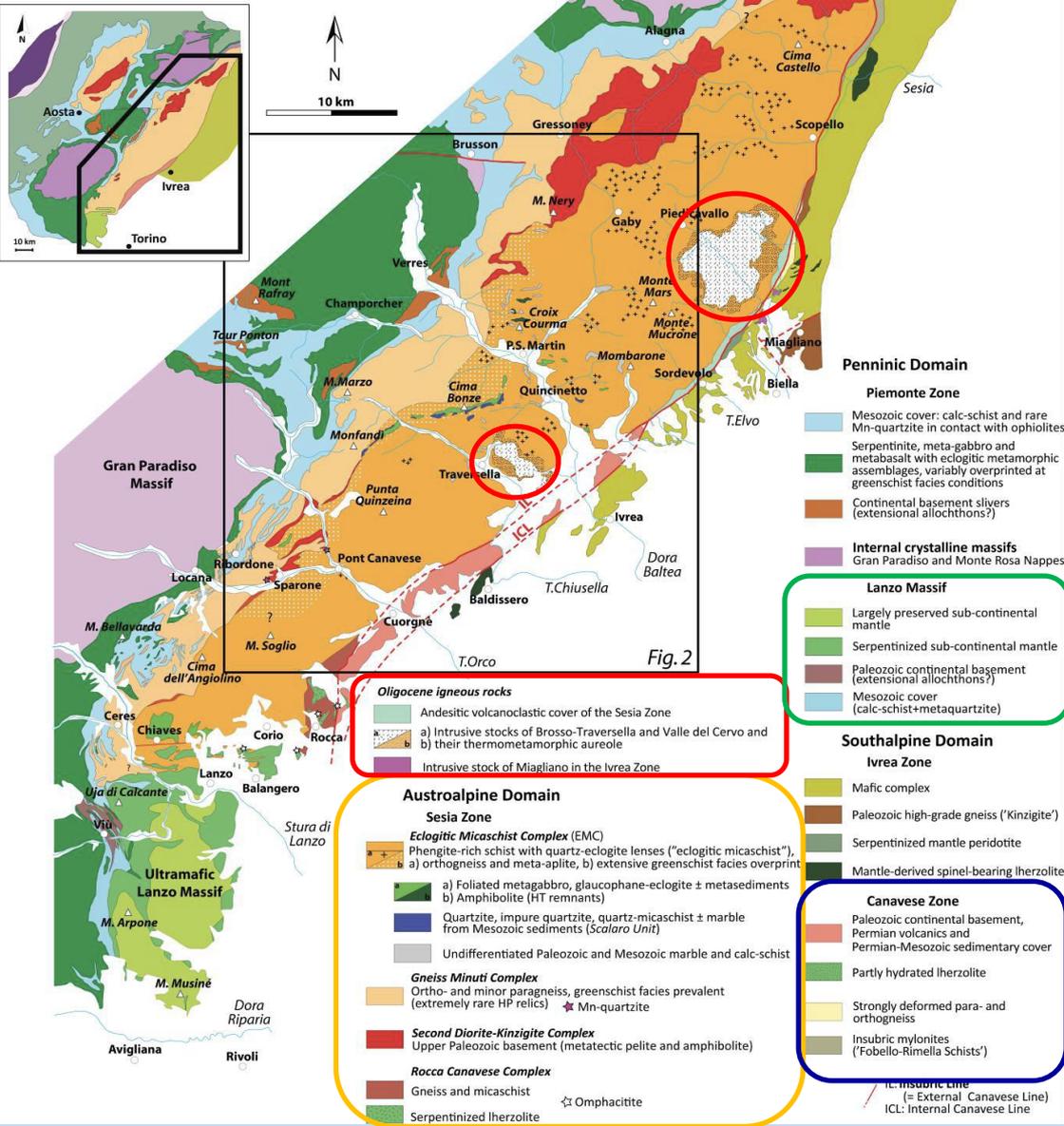
Unità di crosta continentale eclogitizzata. Prima applicazione della plate tectonic alla catena alpina



Torino, 12 maggio 2023  
 Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
 Convegno Nazionale  
**Geologia Ambientale in  
 Piemonte e Valle d'Aosta**



COMPAGNONI et al., 2015



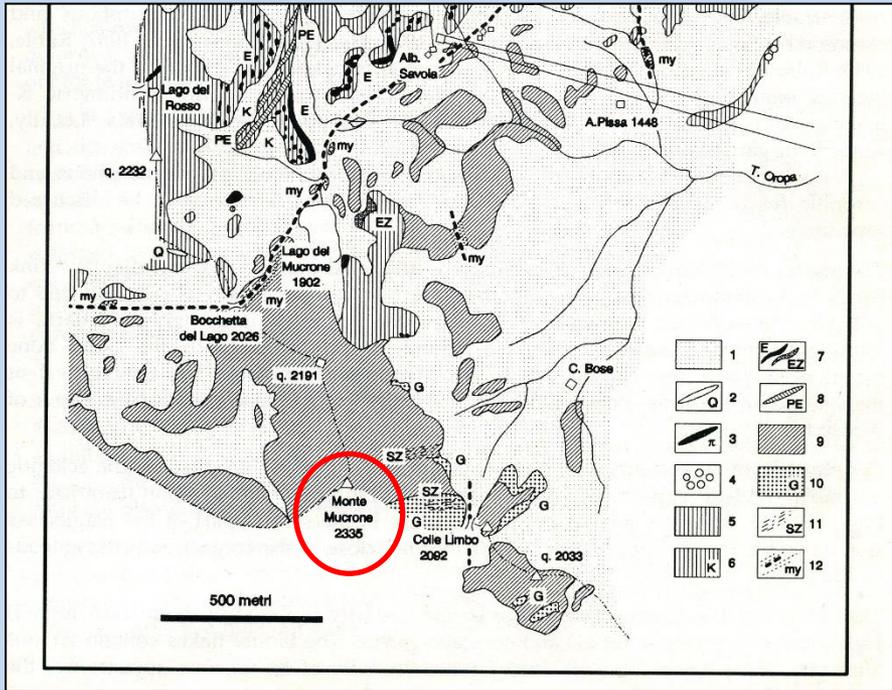
## Zona Sesia Lanzo

Ellissoide 90 X 25 km

**Elemento inferiore**  
 Complesso dei Micascisti eclogitici, Complesso degli Gneiss Minuti

**Elemento superiore**  
 Il Zona Diorito-Kinzigitica

**Unità di Rocca Canavese**



## MONTE MUCRONE

Presenti relitti pre-alpini di scisti kinzigitici e di meta-granitoidi con composizioni variabili da granodiorite a quarzo-monzonite

Età di intrusione al limite Carbonifero – Permiano (293 Ma – Bussy et al., 1998)

Forte impronta metamorfica alpina in facies eclogitica



**Jadeite-Bearing metagranites I.s. and related rocks in the Mount Mucrone Area (Sesia-Lanzo Zone), Compagnoni & Maffeo, 1973**



**LA ZONA SESIA-LANZO E L'EVOLUZIONE TETTONICO-METAMORFICA DELLE ALPI NORDOCCIDENTALI INTERNE**

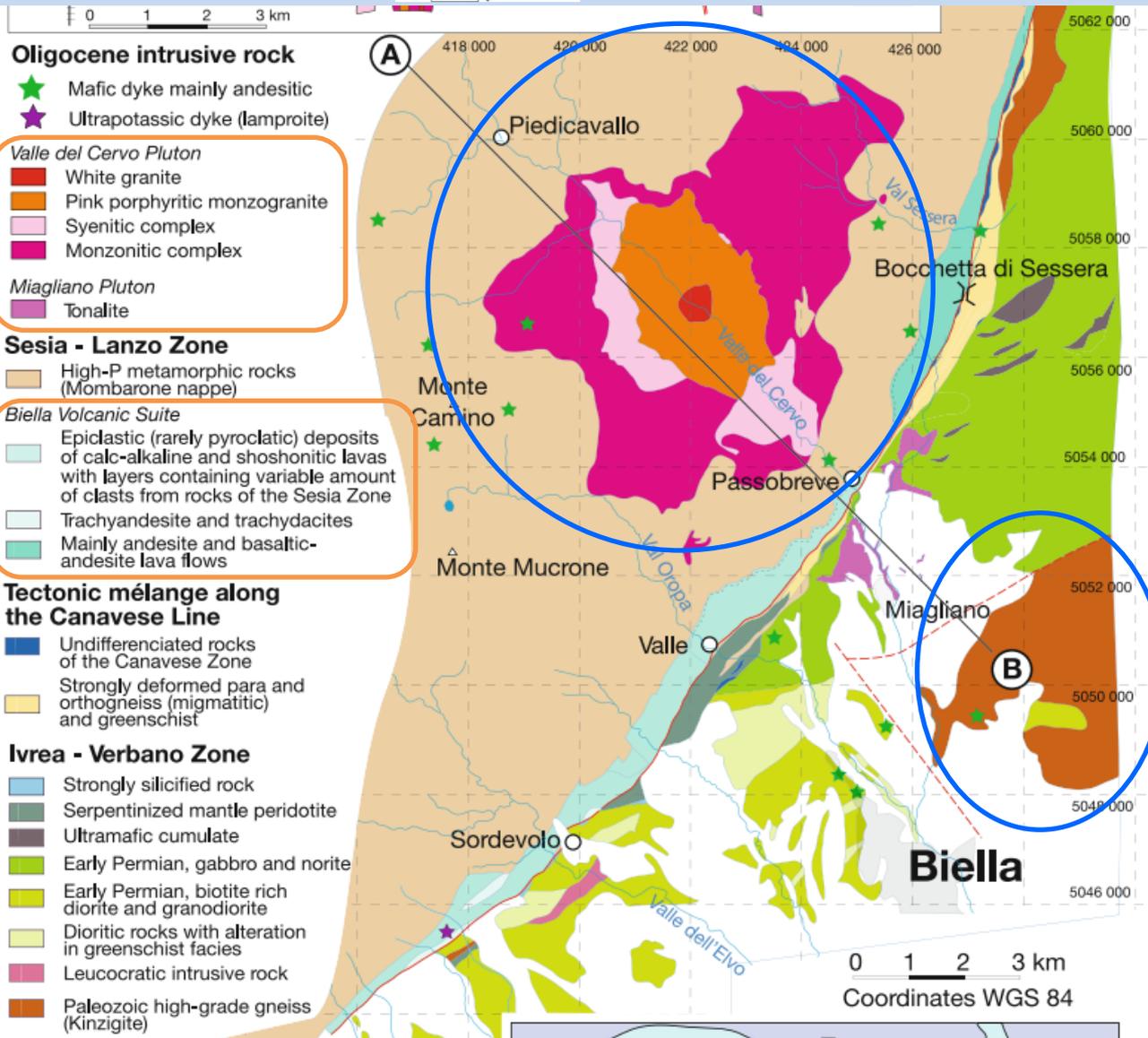
Memoria del Socio GIORGIO V. DAL PIAZ (\*) e di JOHANNES C. HUNZIKER (\*\*), & GIORGIO MARTINOTTI (\*)  
(presentata a Roma nella Seduta del 10 novembre 1972)



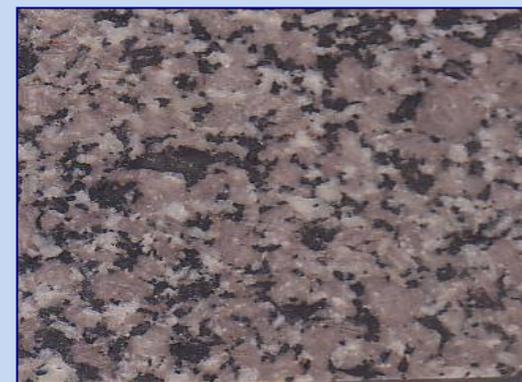
Torino, 12 maggio 2023  
 Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
 Convegno Nazionale

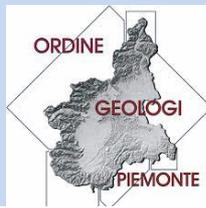
# Geologia Ambientale in Piemonte e Valle d'Aosta

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA VALLE D'AOSTA  
 ORDRE DES GÉOLOGUES DE LA VALLÉE D'AOSTE



**Magmatismo Periadriatico**  
 Attività sia **intrusiva** che **effusiva**, post-collisionale (Magmatismo Periadriatico Oligocenico), corrispondente ai **plutoni di Traversella, Biella (ValledelCervo) e Miagliano (ValleMosso)**, e alle **vulcaniti (della Suite Vulcanica di Biella)**.



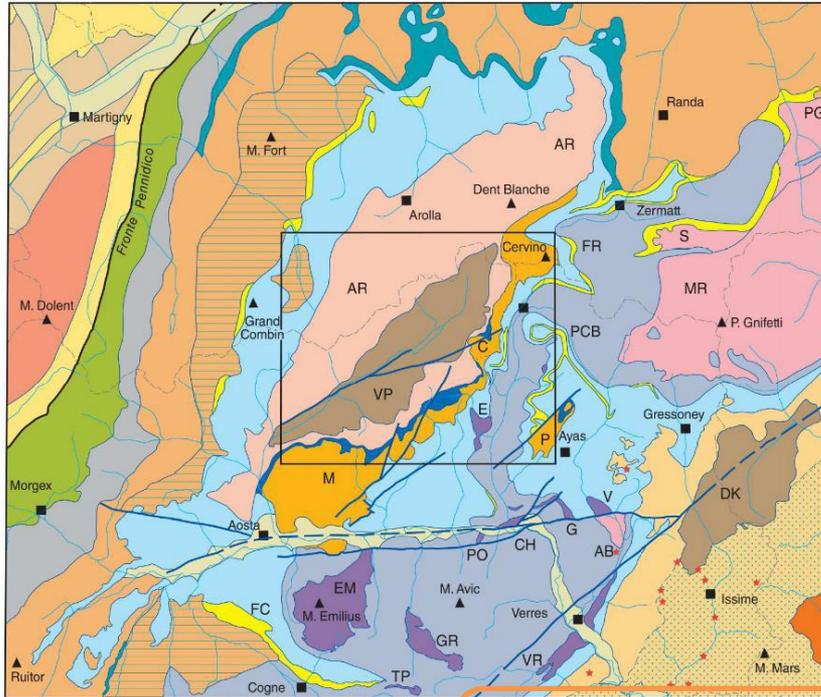


Torino, 12 maggio 2023  
 Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
 Convegno Nazionale  
**Geologia Ambientale in  
 Piemonte e Valle d'Aosta**



INQUADRAMENTO TETTONICO REGIONALE

SCALA 1:600.000



**AUSTROALPINO**

**Lembi superiori non eclogitici**

- Zona di Roisan, Mesozoico
- Lembo della Dent Blanche
- Serie di Valpelline, Kinzigiti (VP)
- Serie di Arolla (AR)
- Lembi Mont Mary (M) - Cervino (C) e Pillonet (P)

**Lembi inferiori eclogitici**

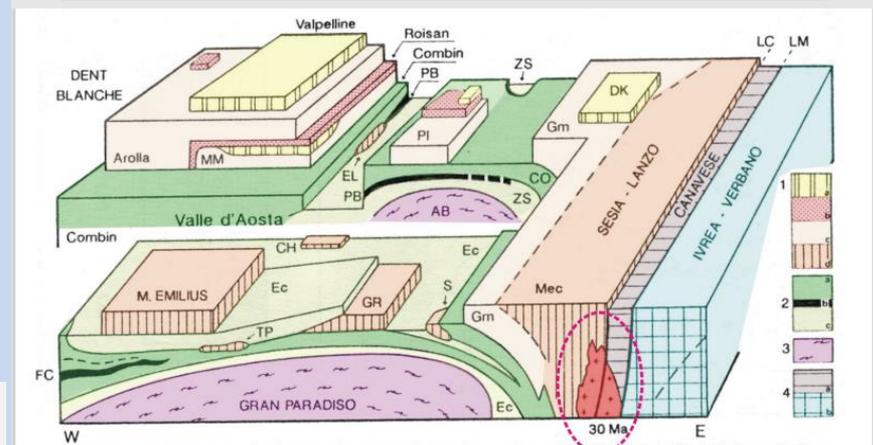
- M. Emilius (EM), Glacier-Rafray (GR), Tour Ponton (TP), Etirol-Levaz (E), Chatillon (CH), Pontey (PO), Grun (G), Vollon (V), Verres (VR)

**Falda Dent Blanche**

Presenti altri lembi di ricoprimento a diversa evoluzione metamorfica: Pillonet, M. Mary, Etirol – Levaz a N della Dora Emilius, Glacier Refray, Tour Ponton, Acque Rosse, Santanel a Sud

**Serie di Arolla:** ortogneiss di età permiana (289 Ma Bussy et al., 1998)

**Serie di Valpelline:** kinzigiti e granuliti



Schema semplificato della pila delle falde esposte nel settore centro-orientale della Valle d'Aosta (Dal Piaz, 1992)

I lembi a Nord sono a tetto della pila delle falde. Solo mmf scisti verdi. I lembi a Sud sono tettonicamente compresi tra ZPI e ZPE



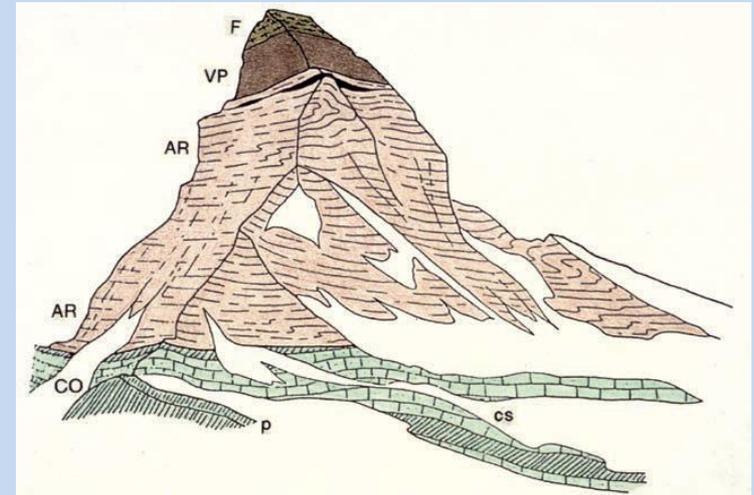
Torino, 12 maggio 2023

Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42

Convegno Nazionale

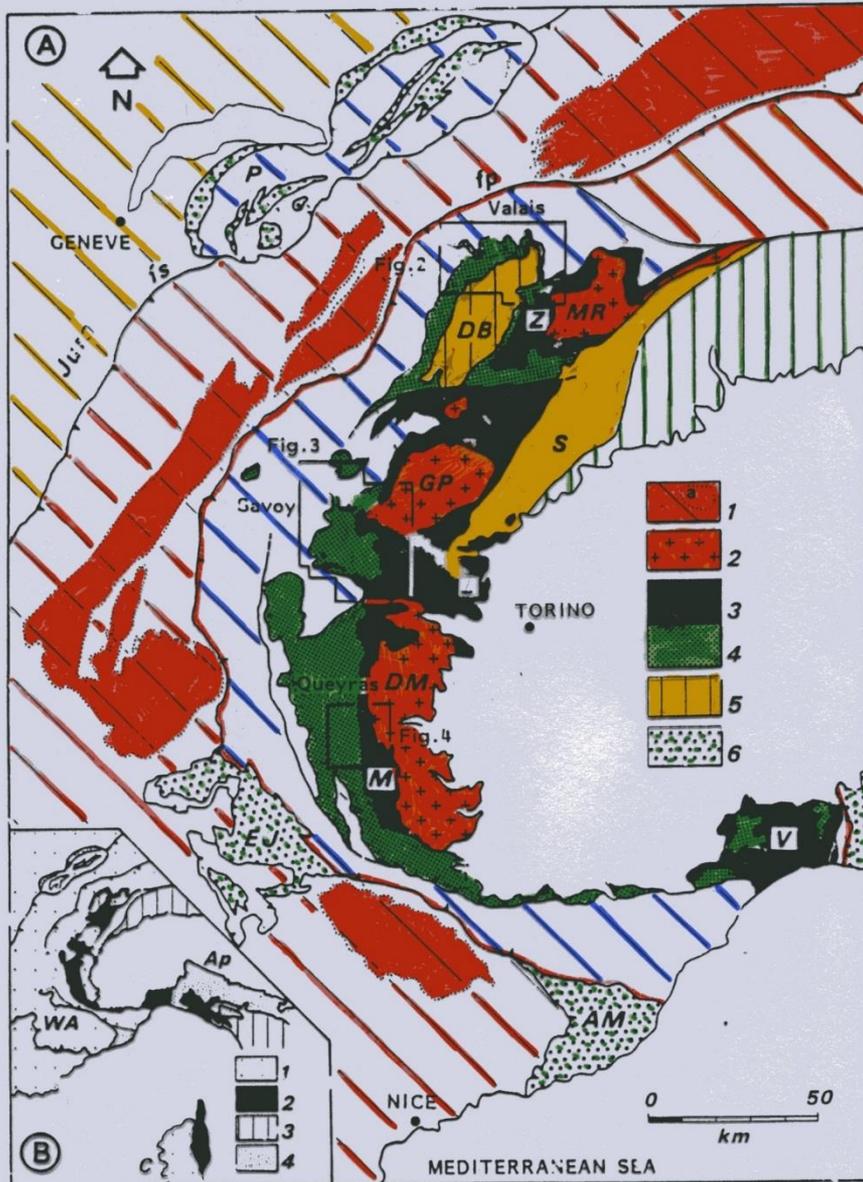
# Geologia Ambientale in Piemonte e Valle d'Aosta

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA VALLE D'AOSTA  
ORDRE DES GÉOLOGUES DE LA VALLÉE D'AOSTE



Geologia delle pareti orientale e settentrionale del **Monte Cervino**, da uno schizzo inedito di Argand, modificato (Dal Piaz, 1996).

Da tetto a letto: 1) Falda della Dent Blanche s.l.: Complesso kinzigitico della Serie di Valpelline (VP), gneiss granitoidi della Serie di Arolla (AR), con sottile intercalazione di calcescisti della zona di Roisan 2) Zona del Combin (CO): calcescisti (cs) con intercalazioni di prasiniti



## DOMINIO PENNIDICO

Corrisponde alla porzione di catena maggiormente deformata e metamorfosata.

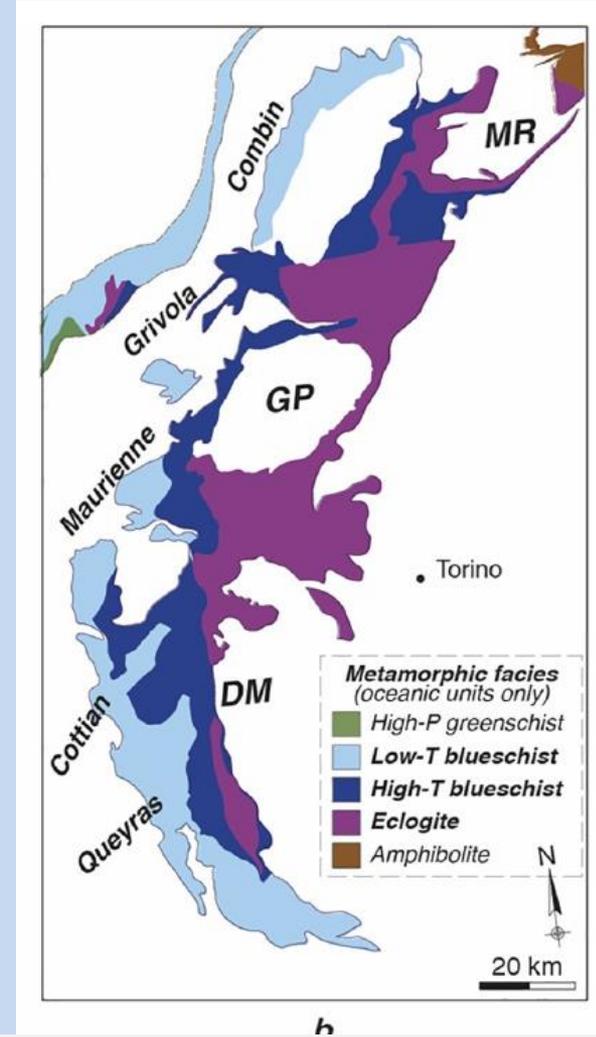
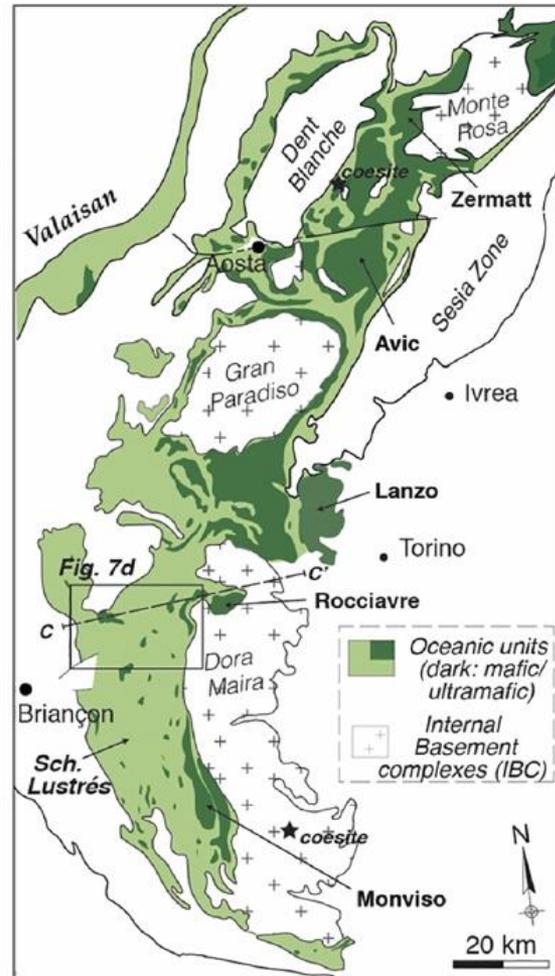
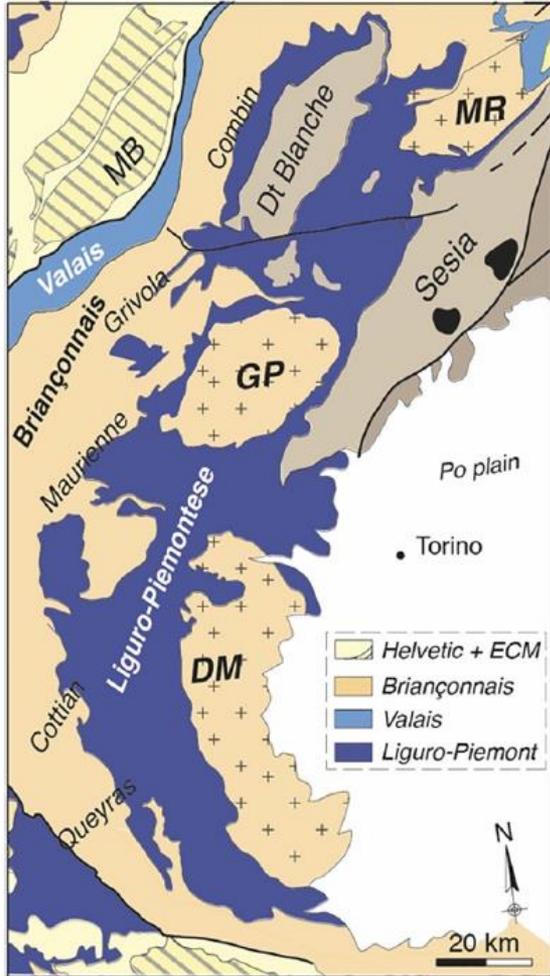
Falde di crosta oceanica intercalate a unità di crosta continentale

Falda Piemontese Interna ed Esterna. Nella prima (E) prevalgono le ofioliti, nella seconda (W) i calcescisti

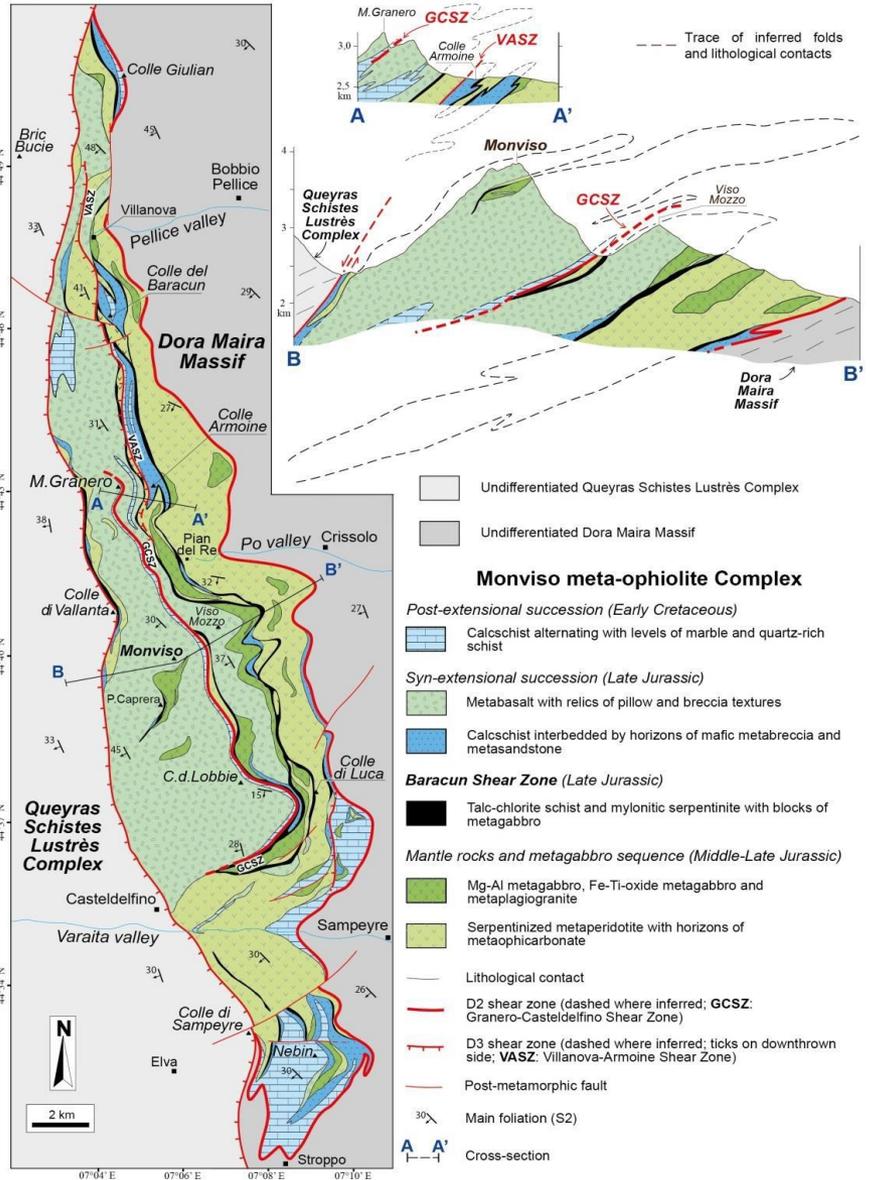


Torino, 12 maggio 2023  
 Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
 Convegno Nazionale

# Geologia Ambientale in Piemonte e Valle d'Aosta



a.) Distribuzione delle **unità oceaniche** c) Distribuzione delle litologie che separano i domini dominati dai sedimenti ("S") da quelli dominati dalla crosta oceanica e peridotiti serpentinite. b) Distribuzione delle facies metamorfiche, (Agard, 2021)

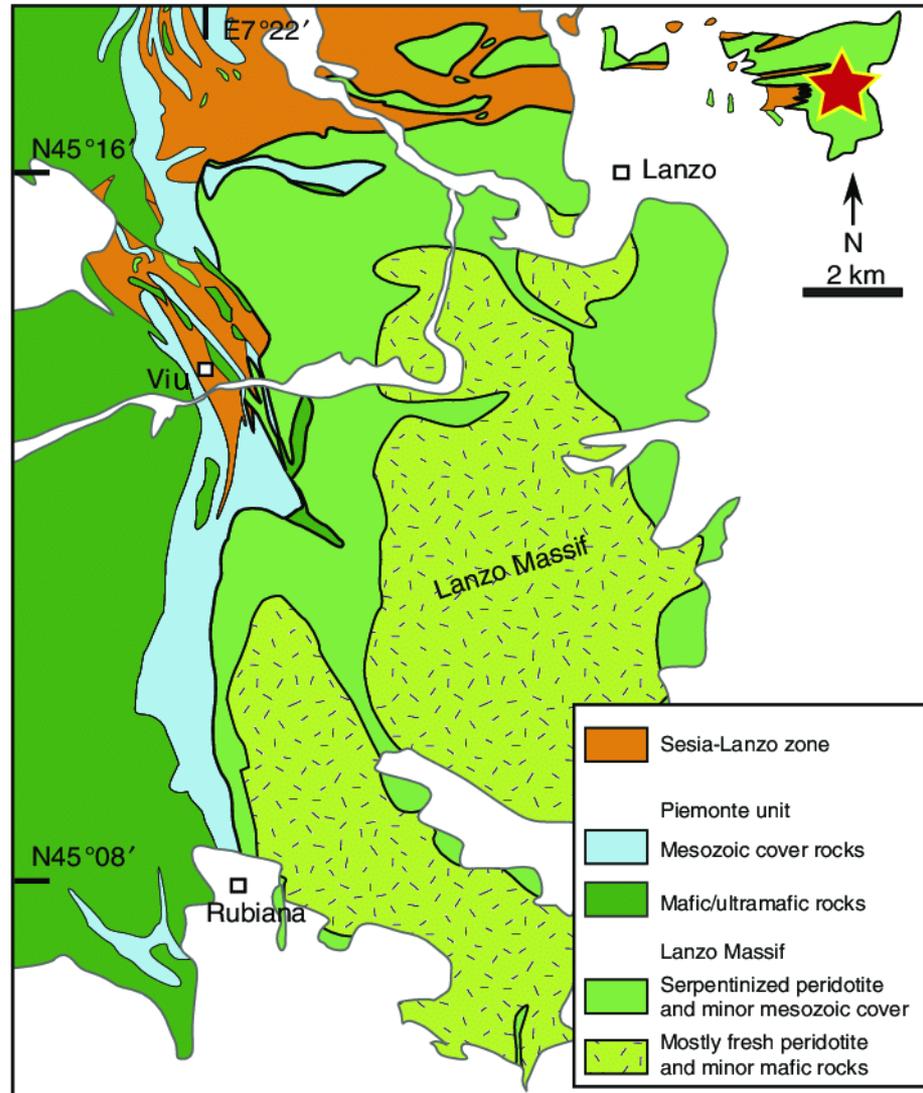


## Complesso meta-ofiolitico del Monviso

E' delimitato inferiormente dal contatto tettonico con l'Unità Dora-Maira e superiormente dal contatto tettonico con Il Complesso degli Schistes Lustrés del Queyras.

Il **Complesso del Monviso**, in base alla litostratigrafia (costituita da metaperidotiti serpentinizzate, metagabbri, metabasalti e diversi tipi metasedimenti), al picco metamorfico (in facies eclogitica) e alla presenza di faglie/zona di taglio, è stato alternativamente distinto in:

- **Unità tettoniche** (Serpentiniti Basali, Lago Superiore, Viso Mozzo, Passo Gallarino, Forciolline e Vallanta),
- **Unità tettonometamorfiche** (Lago Superiore P=2.5 Gpa – T=550°C; Monviso P=2.2 GPa – T=450°C),
- **Unità tettonostratigrafiche** (zona di taglio oceanica del Baracun e relativi blocchi di letto e di tetto



## Complesso Ultrabásico di Lanzo

Rappresenta un eccezionale affioramento di **mantello**, esteso per circa 200 km<sup>2</sup>

Sovraimpronta metamorfica Alpina in **facies eclogitica** (P=2 Gpa, T=620°C), è in gran parte costituito da peridotiti con paragenesi ben preservate (**Iherzoliti** a Ol-Opx-Cpx-Sp-Pl-Ant) e la **serpentinizzazione** (oceanica ed Alpina) è diffusa principalmente ai bordi del Complesso.

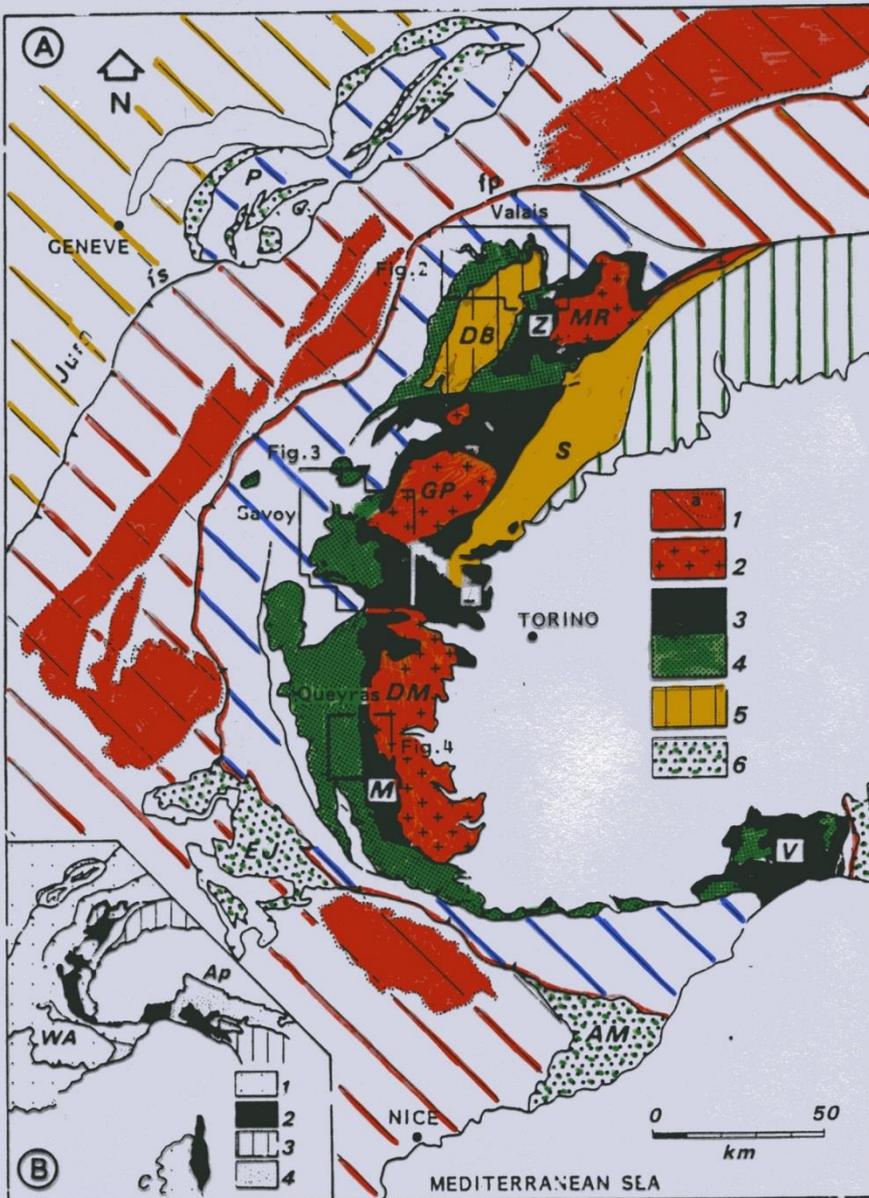
Nelle peridotiti sono presenti corpi di **duniti** e di **harzburgiti**, filoni di **gabbri** (Mg-gabbri pegmatoidi e Fe-gabbri), rari **plagiograniti**, filoni di doleriti e basalti. A contatto con le serpentiniti sono talora presenti meta-oficalciti, metabasiti e **metasedimenti** di copertura (quarziti e marmi).



**L'Amiantifera di Balangero** è stata la più grande miniera di amianto dell'Europa Occidentale arrivando a produrre fino a **170.000 tonnellate** di crisotilo all'anno. Da questa miniera venne estratto crisotilo (amianto) a partire dagli anni '20 del secolo scorso fino al **1990**, anno della sua chiusura con la messa al bando dell'amianto in Italia.

L'Amiantifera di Balangero, impostata nelle serpentiniti del margine settentrionale del **Massiccio di Lanzo** formata da diversi livelli di gradoni alti 5 m e disposti ad anfiteatro attorno a un lago, formatosi per riempimento del cratere di coltivazione da parte delle acque meteoriche.





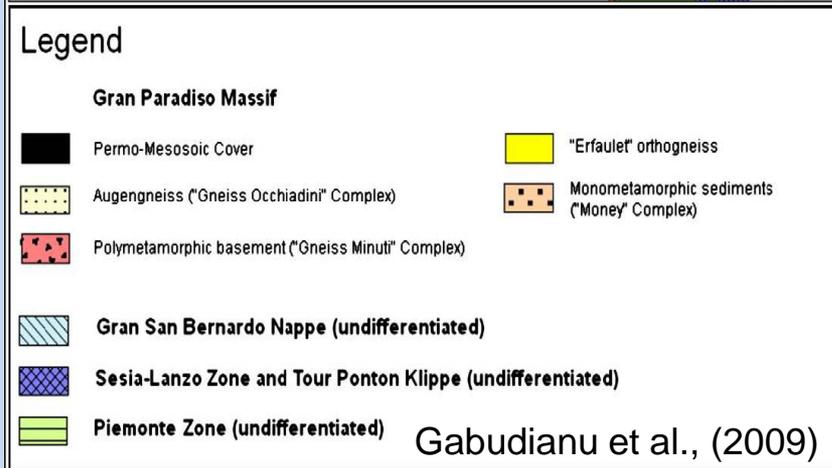
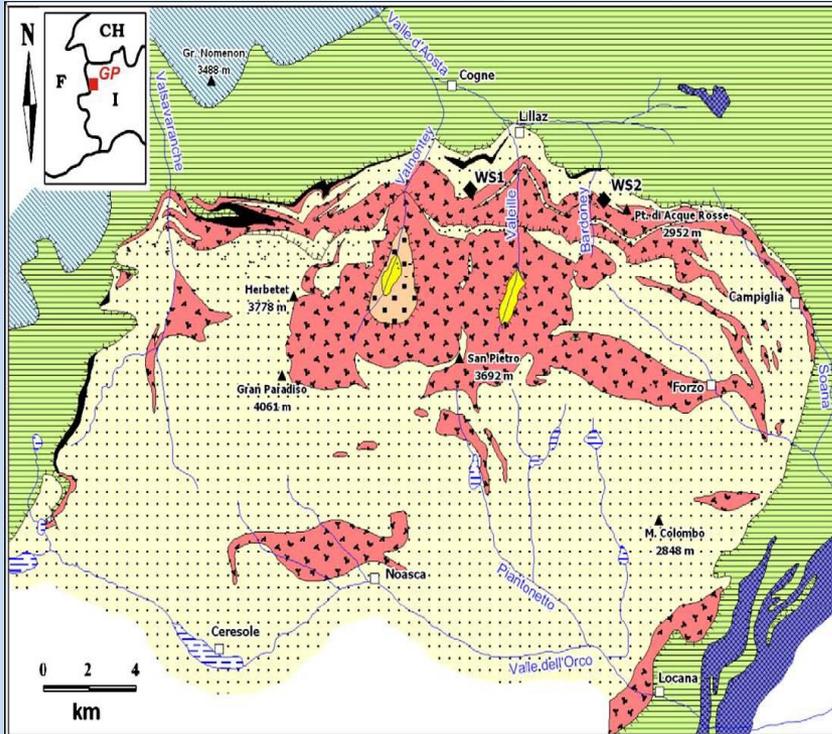
## MASSICCI CRISTALLINI INTERNI

Falde del Monte Rosa, Gran Paradiso e Dora Maira

Evento MMF eclogitico ca. 550 – 600 °C – P > 20 kbar; età 40 – 45 Ma

Eclogiti a coesite del DM

Elemento strutturale più elevato.  
Assi delle pieghe // alla direzione di trasporto



## MASSICCIO GRAN PARADISO

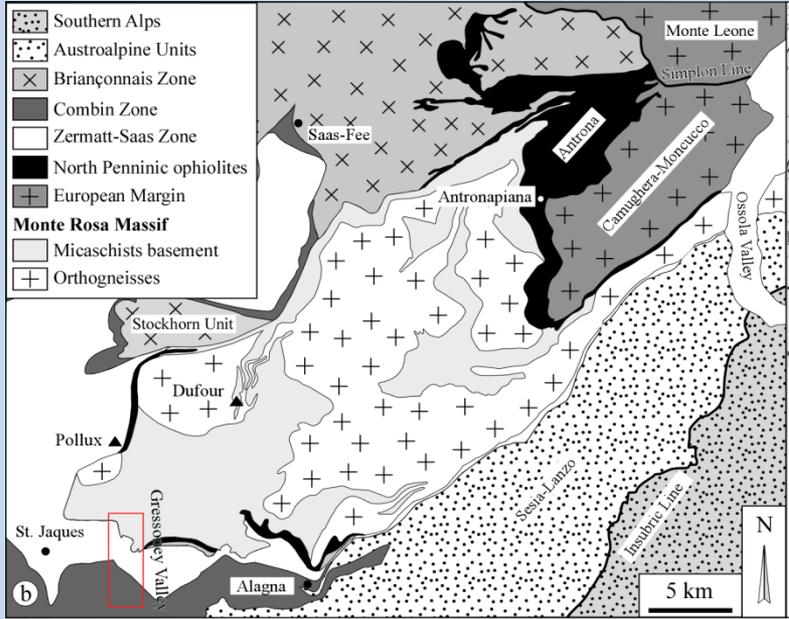
**Complesso degli Gneiss Occhiadini**  
 Ortoderivati di età tardo - ercinica

**Complesso degli Gneiss Minuti** scisti  
 polimetamorfici a relitti pre-alpini di alta T (Sil + Bt) con lenti di metabasti e metagabbri

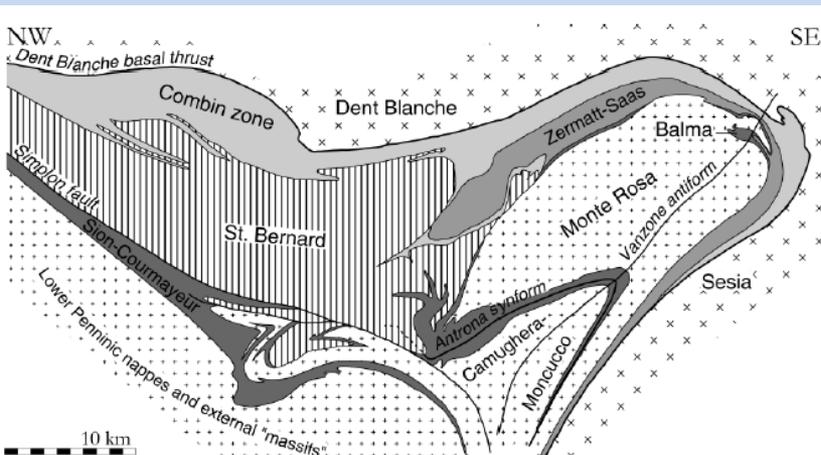
**Complesso del Money** metasedimenti  
 permocarboniferi monometamorfici a grafite ad affinità Brianzonese e ortogneiss

Evento mmf in facies eclogitica a  $P = 15 - 20$  kbar e  $T = 500 - 550$  °C

Dati geocronologici : evento eclogitico  $43 \pm 0.5$  Ma (Meffan-Main et al., 2004), evento scisti verdi 34–38 Ma (Rb-Sr su mica, Freeman et al., 1997)



**Gasco e Gattiglio, 2011**



**Escher et al., 1993**

## FALDA MONTE ROSA

**Complesso polimetamorfo** a relitti pre-alpini (Kfs + Sil + Crd). Grandi volumi di roccia risparmiati dalla deformazione alpina

**Ortogneiss** tardo ercinici granitico – granodioritici

**Complesso del Furgg:** micascisti a Grt monometamorfici con abbondanti lenti di marmi antichi e metabasiti

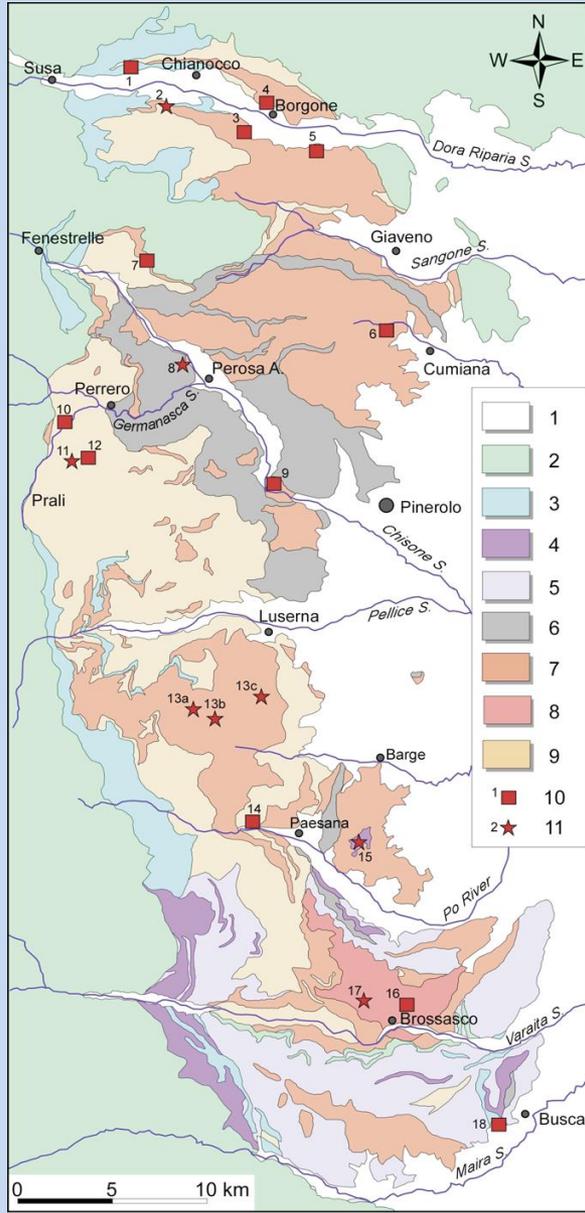
**Micascisti argentei** (Mg – Cld – Tc – Ky – Mg Chl - Ph)

Evoluzione mmf alpina in facies eclogitica

Forte riscaldamento mesoalpino → isograda dell'Oligoclasio nel settore orientale della falda  
Facies sciti verdi a W anfibolitica a E



## MASSICCIO DORA MAIRA



Si tratta di una unità composta in cui, in base al picco metamorfico Alpino, possono essere distinte **tre unità principali**: **unità superiore (1)**, con picco metamorfico Alpino in facies eclogitica, **unità inferiore (2)** corrispondente al **Complesso Grafitico del Pinerolese** con picco metamorfico Alpino in facies scisti blu, **Unità Brossasco-Isasca (3)**, con picco metamorfico Alpino in facies eclogitica a coesite. Sono inoltre presenti abbondanti **ortogneiss** permiani oggetto di diffusa estrazione e rocce di copertura, tra cui **marmi** e **quarziti** coltivati come pietre ornamentali. All'Unità inferiore sono anche riferibili ortoderivati Permiani e **paraderivati** sia Permiani che Mesozoici, nel settore meridionale





Torino, 12 maggio 2023  
Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
Convegno Nazionale

# Geologia Ambientale in Piemonte e Valle d'Aosta

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA VALLE D'AOSTA  
ORDRE DES GÉOLOGUES DE LA VALLÉE D'AOSTE





Torino, 12 maggio 2023  
 Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
 Convegno Nazionale  
**Geologia Ambientale in  
 Piemonte e Valle d'Aosta**



Una caratteristica del Dora Maira è la presenza di una diffusa mineralizzazione a **talco**, associata a marmi e prevalenti micascisti. La qualità della mineralizzazione è una delle migliori in Europa ed è ancora sfruttata nella zona di Fontane in Val Germanasca

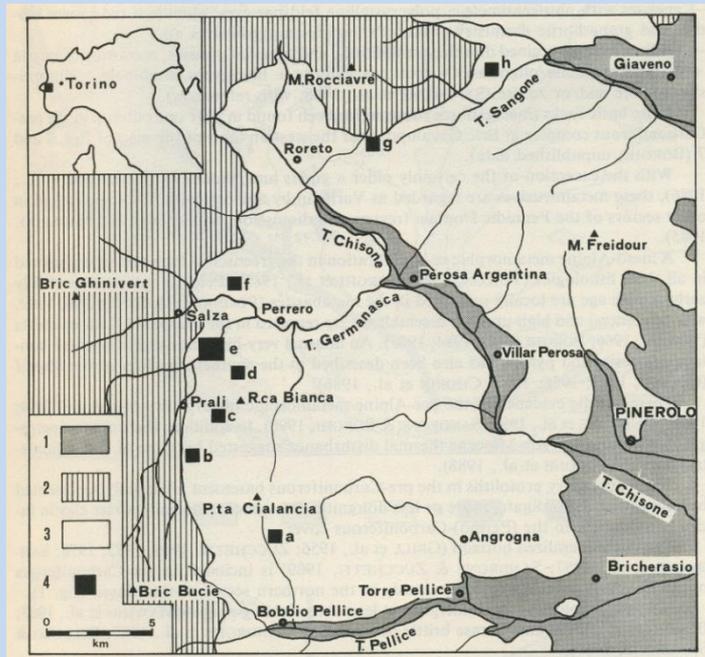
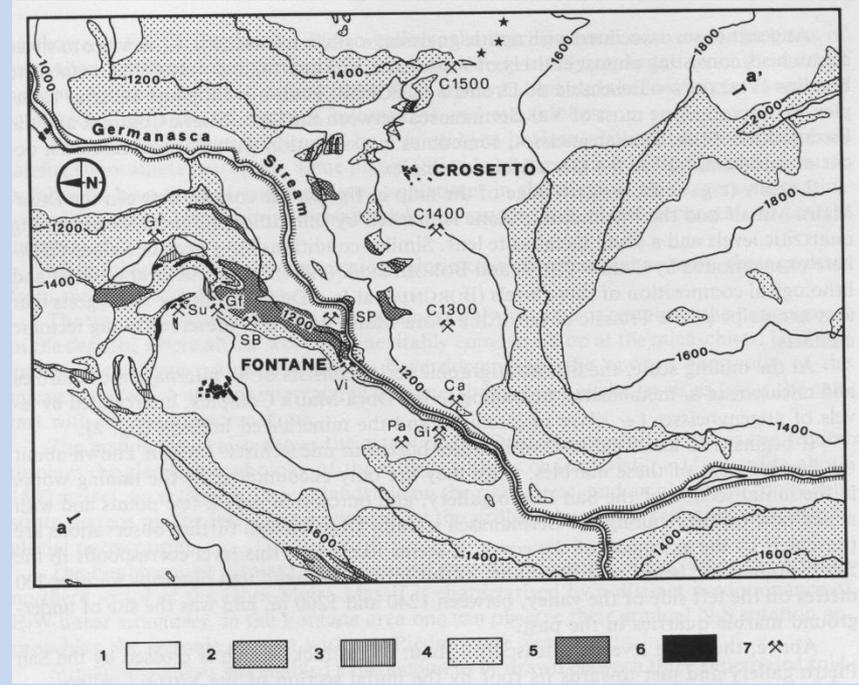
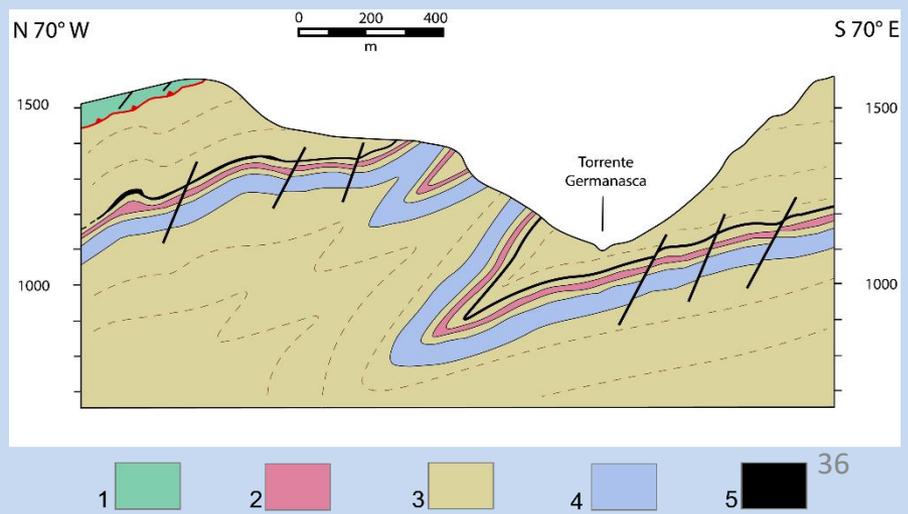
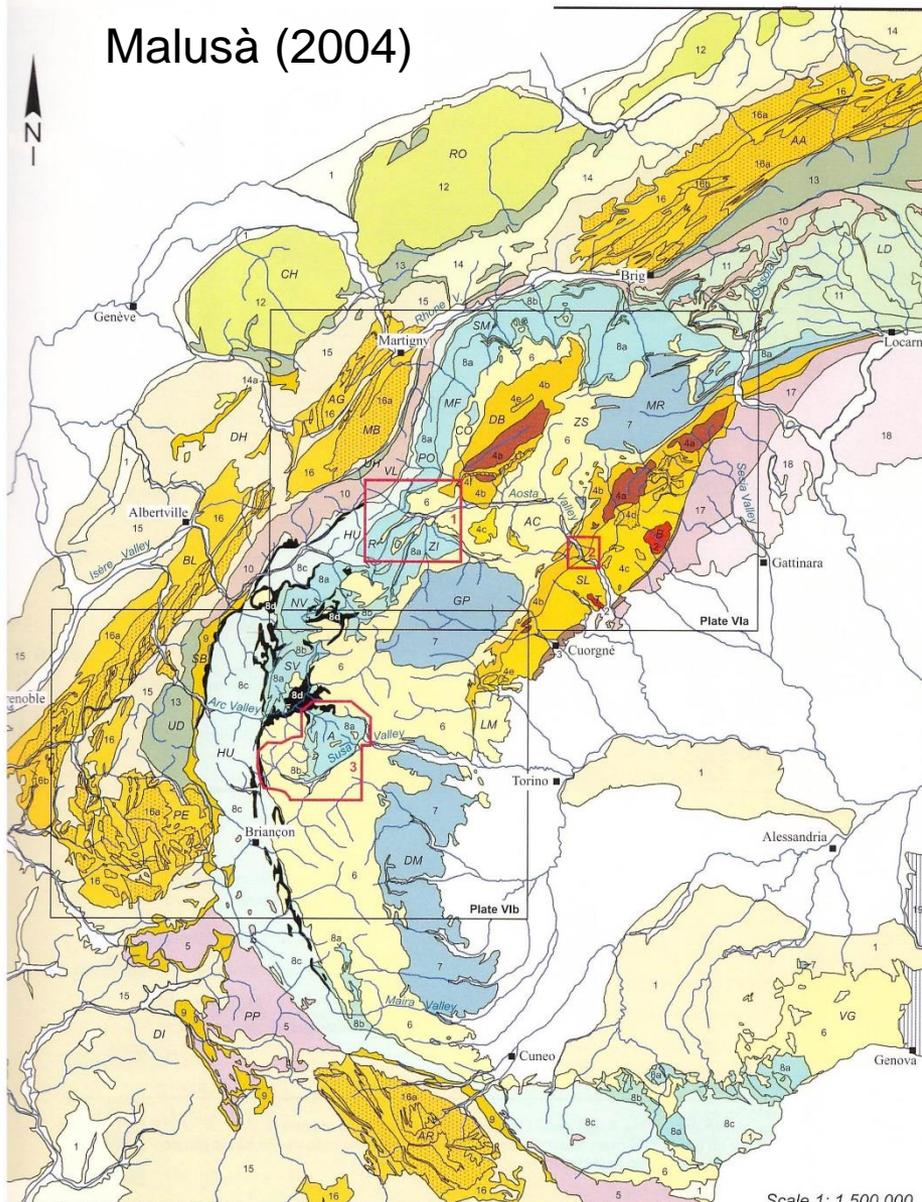


FIG. 1 - Geologic sketch map of the Val Germanasca and adjoining areas, with location of the talc deposits (from SANDRONE et al., 1987).  
 1: Quaternary deposits in the Po Plain and valley floors; 2: Piemontese Zone; 3: Dora-Maira Massif; 4: talc deposits (a: Grange Subiaschi; b: Envie; c: Sapatlé, Pleinet and Comba la Fracia; d: Malzas; e: Fontane; f: Maniglia; g: La Roussa; h: Grange Martinetto and Rolando).



## Malusà (2004)



## Falda del Gran San Bernardo

• Il **Dominio Pennidico intermedio**, in gran parte indicato come “**Sistema del Gran San Bernardo**”, comprende unità eterogenee, costituite da un **basamento metamorfico Caledoniano e Varisico**, da **corpi ignei Permiani** e da estese coperture Permiane e Mesozoiche (**Brianzonese s.s.**) spesso scollate dai basamenti.

**Basamento cristallino polimetamorfico**  
(Camughera – Moncucco, Siviez – Mischabel, Pontis, Ruitor, Zona Interna, Vanoise, Ambin, Acceglio)

**Basamento monometamorfico (PCA)**

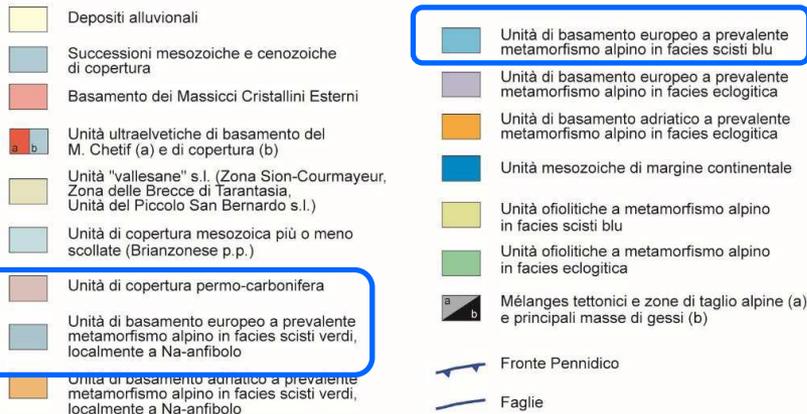
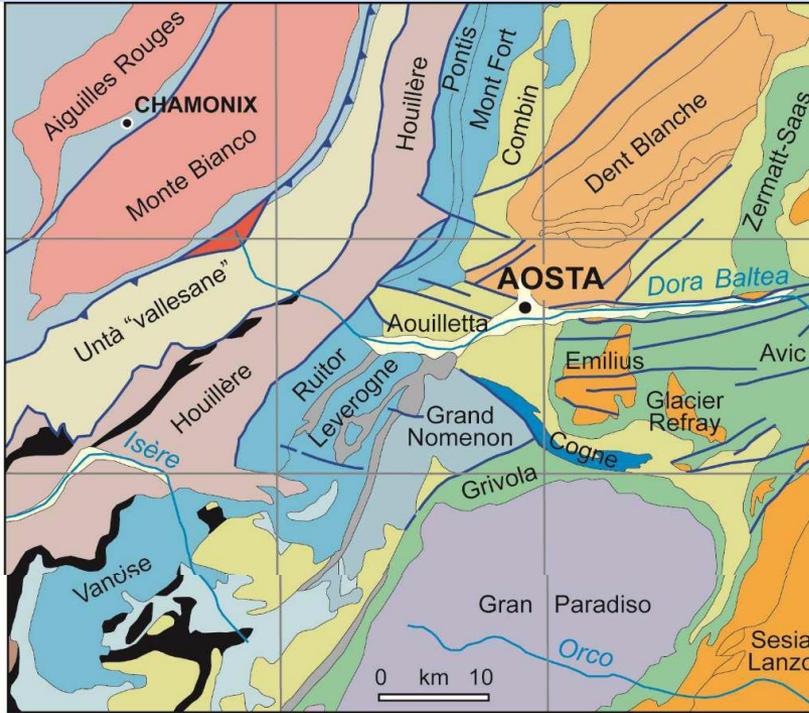
Copertura meso-cenozoica carbonatica **Marmi del Monregalese**

Evoluzione polimetamorfica a relitti pre-alpini con ortogneiss antichi

**Evoluzione alpina** facies scisti blu + scisti verdi



## Sistema del Gran San Bernardo in VdA



In Valle d'Aosta (*sinistra orografica*) e nel Vallese, dal basso all'alto strutturale, è costituito da due unità (**Siviez - Mischabel** polimetamorfica e **Mont Fort** monometamorfica) con metamorfismo Alpino di picco in facies scisti blu.

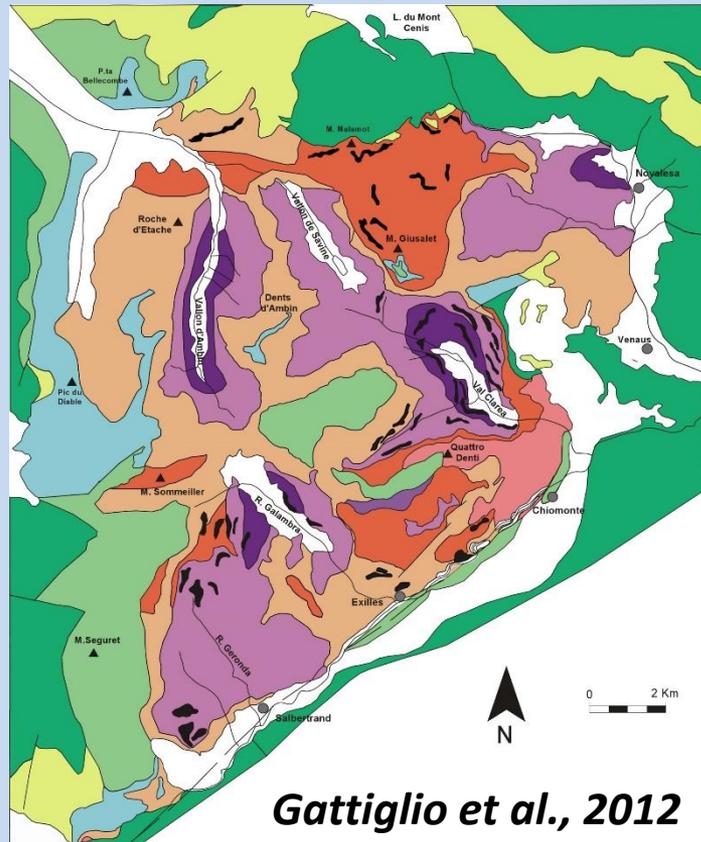
L'Unità **Houillere** (Permo-Carbonifero assiale) corrisponde ad un **basamento monometamorfico** costituito da una successione di metaconglomerati, meta-arenarie, meta-argilliti e metasiltiti grafitiche (Carbonifero sup.) e **banchi di antracite** (La Thuile).

In Valle d'Aosta (*destra orografica*), dal basso all'alto strutturale, è costituito dall'**Unità del Gran Nomenon** in facies scisti verdi, l'**Unità di Leverogne** e l'**Unità del Ruitor-Vanoise** in facies scisti blu. Si tratta di unità di **basamento polimetamorfico** separate da zone di taglio

**metagranito di Randa (270 Ma) e meta-diorite di Cogne (360Ma)**



## Massiccio d'Ambin



### AMBIN MASSIF

#### Mesozoic Cover

Micaschists, calcschists, marbles and quartzites

#### Ambin Complex

Metabasites and metagabbros

albite and chlorite-rich gneisses

leucocratic gneiss

micaschists, quartz-micaschists and metaconglomerates

#### Clarea Complex

Metabasites and metagabbros

paragneiss and micaschists recrystallized under Alpine conditions

paragneiss and micaschists with pre-Alpine amphibolite facies relicts

Carbonatic breccia and gypsum

E' strutturalmente sottostante alla Zona Piemontese (unità tipo Combin) e affiora in finestra tettonica. L'Unità dell'Ambin, oltre a una ridotta **copertura Permo-Mesozoica**, comprende due complessi di basamento separati da un contatto tettonico pre- Alpino e corrispondenti al **Complesso di Clarea**, geometricamente inferiore, e al **Complesso d'Ambin**, geometricamente superiore. L'Unità dell'Ambin è caratterizzata da metamorfismo Alpino di picco in facies scisti blu (P=14 kbar, T=500°C).

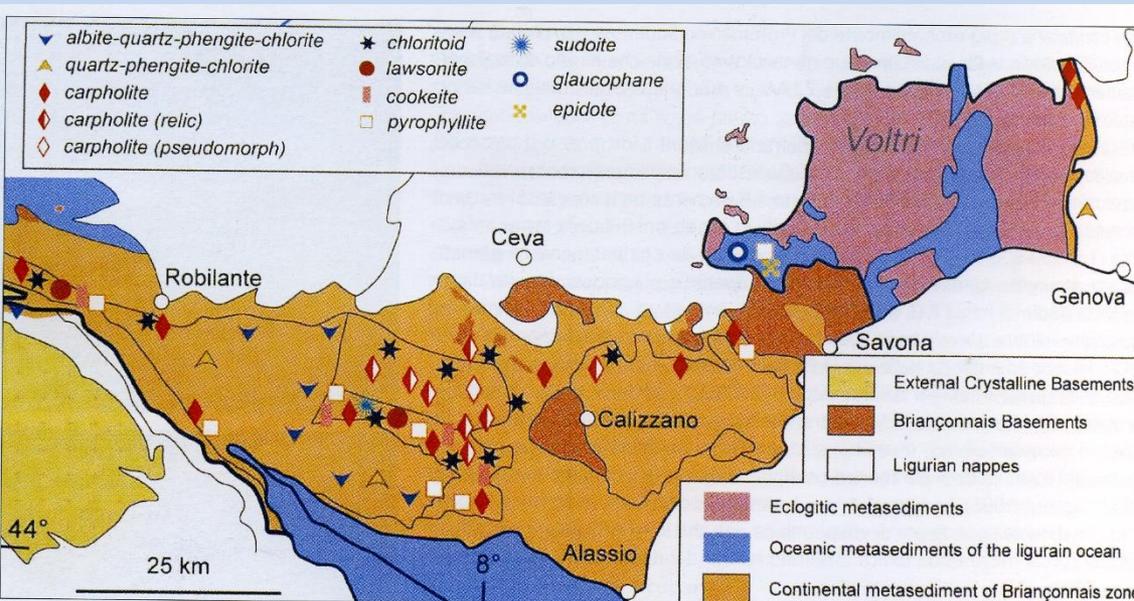


## Zona Acceglio **Basamento Brianzonese Ligure**

Ramo più interno della Zona Interna

Meta-quarziti di età permo-triassica con scaglie di basamento cristallino metarioliti a giadeite e scisti carboniferi (Michard et al., 2004)

Evoluzione mmf alpina: stadio in condizioni scisti blu ( $P = 13$  kbar,  $T = 450$  °C, Schwarz et al., 2000) seguito da un rialzo di  $T$  e diminuzione di  $P$ . segue un terzo stadio a  $Lws + Ab$

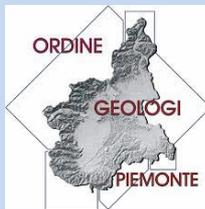


## Unità di Bagnaschino - Nucetto

scisti a  $Gln - Jd$  11-12 kbar 400 °C

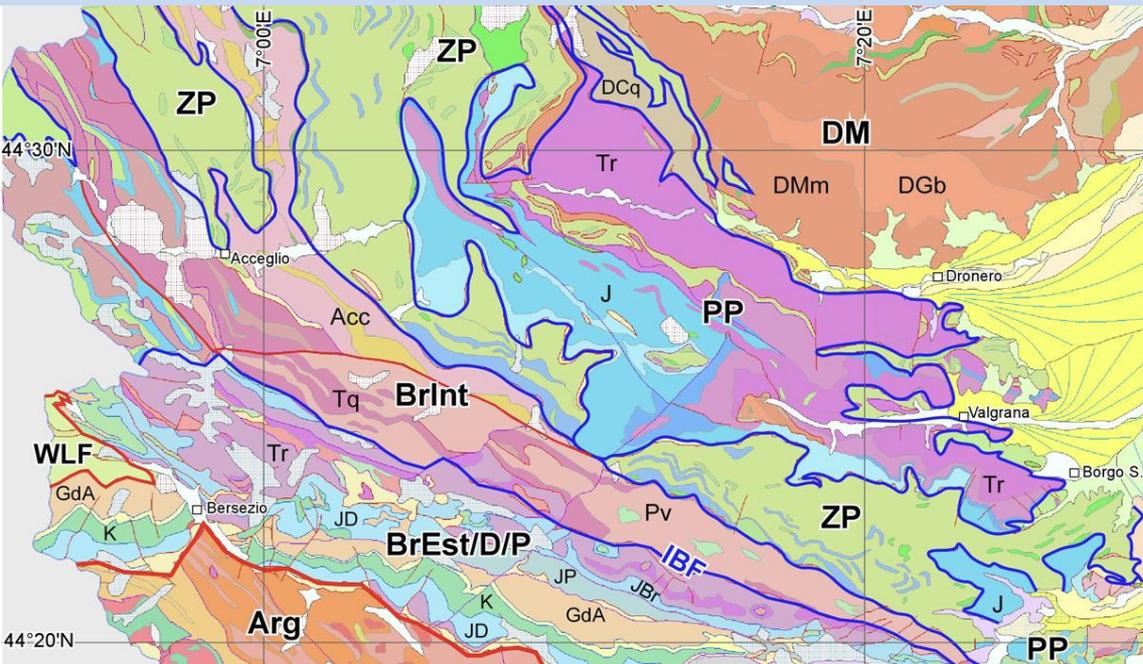
## Unità di Calizzano - Savona

Migmatiti – eclogiti pre-alpine ortogneiss ordoviciani (494 Ma)



## Brianzonese meridionale e Pre-Piemontese

*Piana et al., 2017*



Il **Dominio Brianzonese** rappresenta il paleomargine continentale europeo. La successione sedimentaria inizia con depositi **vulcanici e vulcanoclastici permiani** seguiti da sedimenti fluviali, lagunari e litorali del Triassico Inferiore e da **calcarei e dolomie di piattaforma evaporitica del Triassico medio**.

Segue una importante **lacuna stratigrafica** estesa dal Triassico superiore al Giurassico medio, dovuta all'**emersione** di questo settore durante la **fase di rifting** che ha portato all'apertura della Tetide alpina. La successione riprende con la deposizione di **calcarei di piattaforma** del Giurassico medio e superiore e di **plateau pelagico** del Giurassico superiore. Segue un'altra **discontinuità regionale** marcata da hard ground mineralizzati e corrispondente ad una lacuna stratigrafica del **Cretacico Inferiore**. La successione termina con un approfondimento generalizzato e la deposizione di **sedimenti emipelagici del Cretacico superiore**.



Torino, 12 maggio 2023  
 Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
 Convegno Nazionale

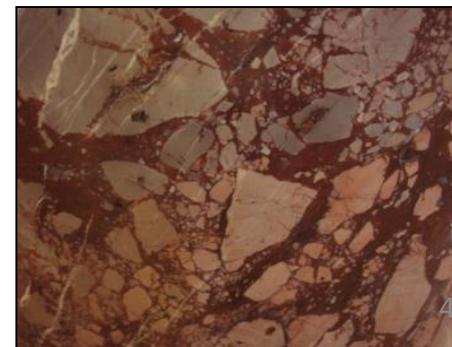
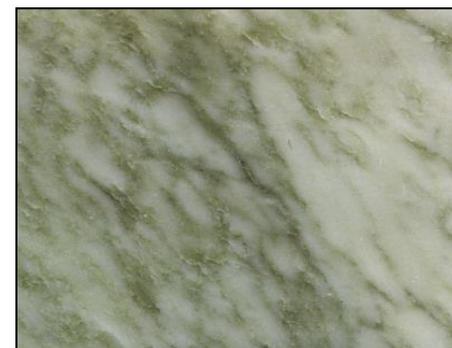
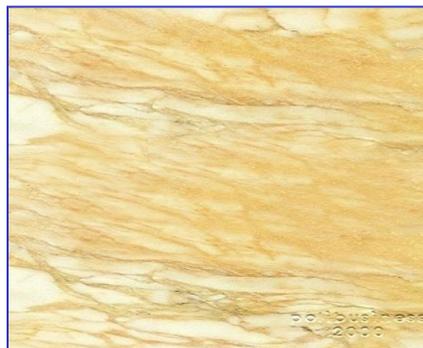
## Geologia Ambientale in Piemonte e Valle d'Aosta

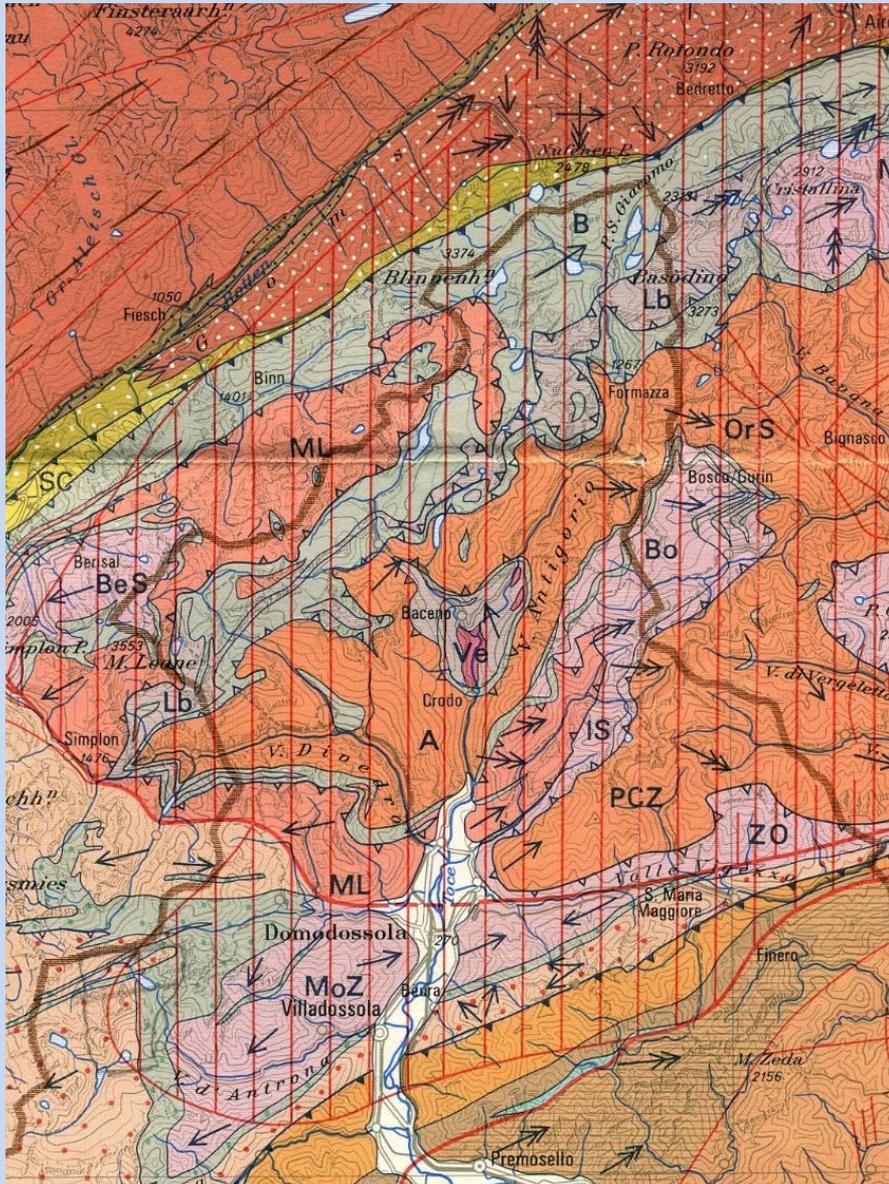
ORDINE DEI GEOLOGI DELLA VALLE D'AOSTA  
 ORDRE DES GÉOLOGUES DE LA VALLÉE D'AOSTE



	TIPO DI MARMO	Calcite	Dolomite
<b>Bardiglio Valdieri</b>	Calcitico	sola	assente
<b>Bigio Venato Moncervetto</b>	Calcitico	prevalente	Rara
<b>Cipollino Dorato</b>	Calcitico	sola	assente
<b>Verzino Frabosa</b>	Calcitico	principale	subordinata
<b>Nero Frabosa</b>	Calcitico	principale	subordinata
<b>Giallo Frabosa</b>	Dolomitico	subordinata	principale
<b>Viola Piemonte</b>	Calcitico	principale	subordinata
<b>Seravezza Moncervetto</b>	Calcitico	prevalente	rara
<b>Bianco Massucco</b>	Calcitico	principale	subordinata
<b>Nero Val Tardita</b>	Dolomitico	assente	sola

### Marmi storici del Monregalese





## Il **Dominio Pennidico inferiore**

rappresenta l'elemento tettonico più profondo del settore assiale della catena (finestra tettonica dell'Ossola-Ticino). Esso è delimitato verso S dalla **Linea del Sempione** e verso N dal Fronte Pennidico. In val d'Ossola, dal basso all'alto strutturale, vengono distinte l'Unità di **Verampio**, Le unità **Antigorio**, **Teggiolo** e **Lebendum** e l'Unità del **Monte Leone**.

Esso è caratterizzato da una riequilibrio metamorfica Alpina in **facies anfibolitica** e, per l'andamento delle foliazioni metamorfiche al suo interno, è indicato anche come "**Duomo Lepontino**".



Torino, 12 maggio 2023  
Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
Convegno Nazionale

# Geologia Ambientale in Piemonte e Valle d'Aosta



Serizzo Antigorio



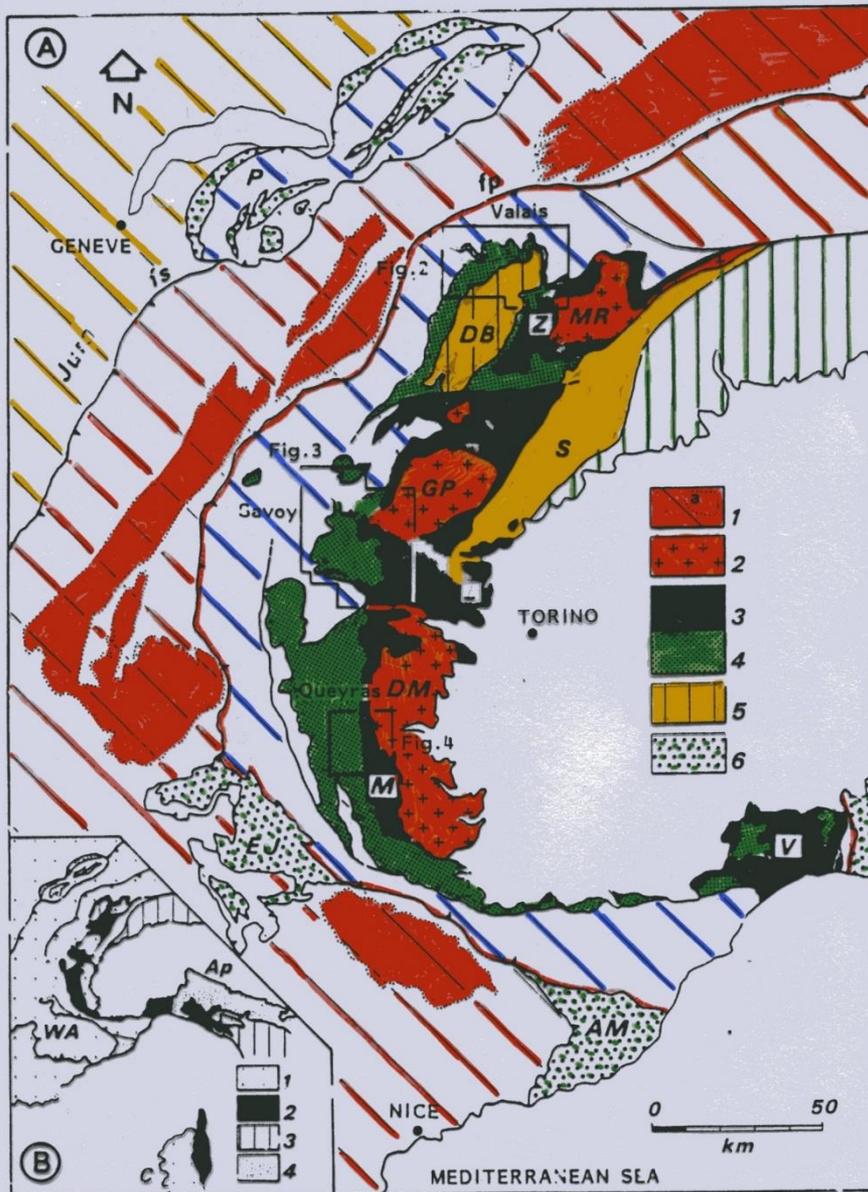
Micascisto granatifero



Beola Bianca



Marmo di Crevoladossola



## DOMINIO ELVETICO

Affiora a NW del Fronte Pennidico

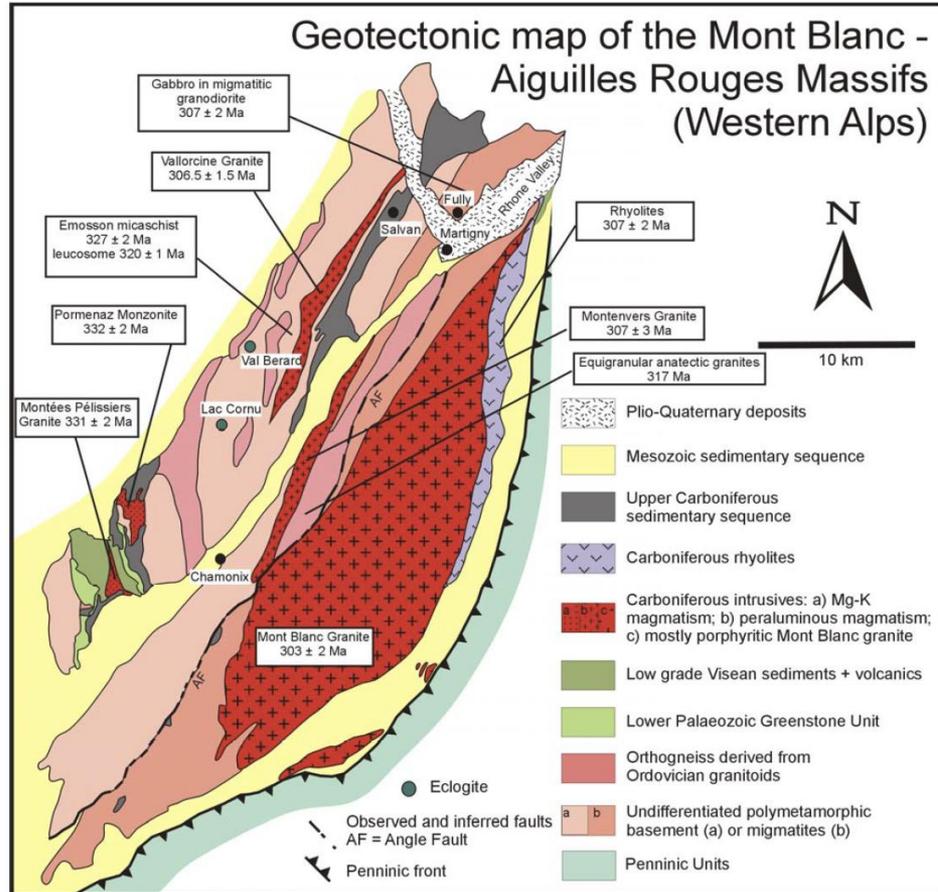
Unità di Basamento (Massicci Cristallini Esterni)  $\Rightarrow$  scisti polimetamorfici, ortogneiss e graniti permiani.

Unità di copertura meso-cenozoica (Falde Elvetiche)  $\Rightarrow$  tettonicamente scollate e traslate verso NW

Privo di ofioliti e sedimenti associati.  
No mmf di HP

Trasporto tettonico  $\Rightarrow$  W con accavallamento sulla Molassa

Mont Blanc - Aiguilles Rouges Massifs: geotectonic map



Compagnoni et al, 2020

## Massiccio del Monte Bianco

Monte Bianco e Aiguilles Rouges separati da una sinclinale carbonifera-mesozoica (S. Chamonix)

Basamento: gneiss e parascisti con intercalazioni di marmi, metabasiti, migmatiti, ortogneiss (453 Ma) e graniti milonitizzati

Granito protogino 304 Ma e vulcaniti permiani

Relitti caledoniani in facies eclogitica

Evoluzione ercinica facies anfibolitica

Evento alpino lungo fasce milonitiche NE – SW che coinvolgono anche il granito (Ab + Chl + Ms + Bt + Prh)

## Il Traforo Autostradale del Monte Bianco

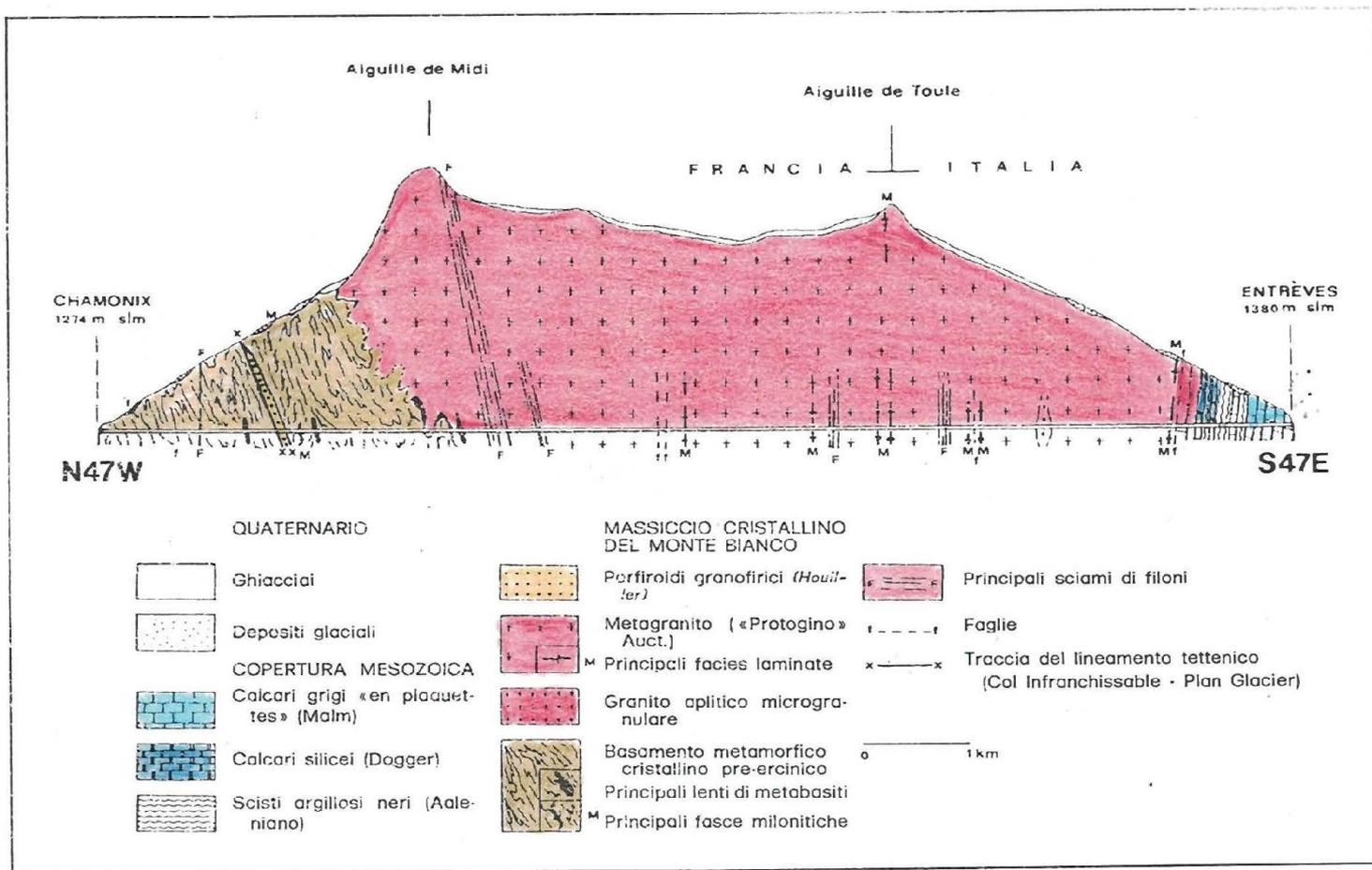
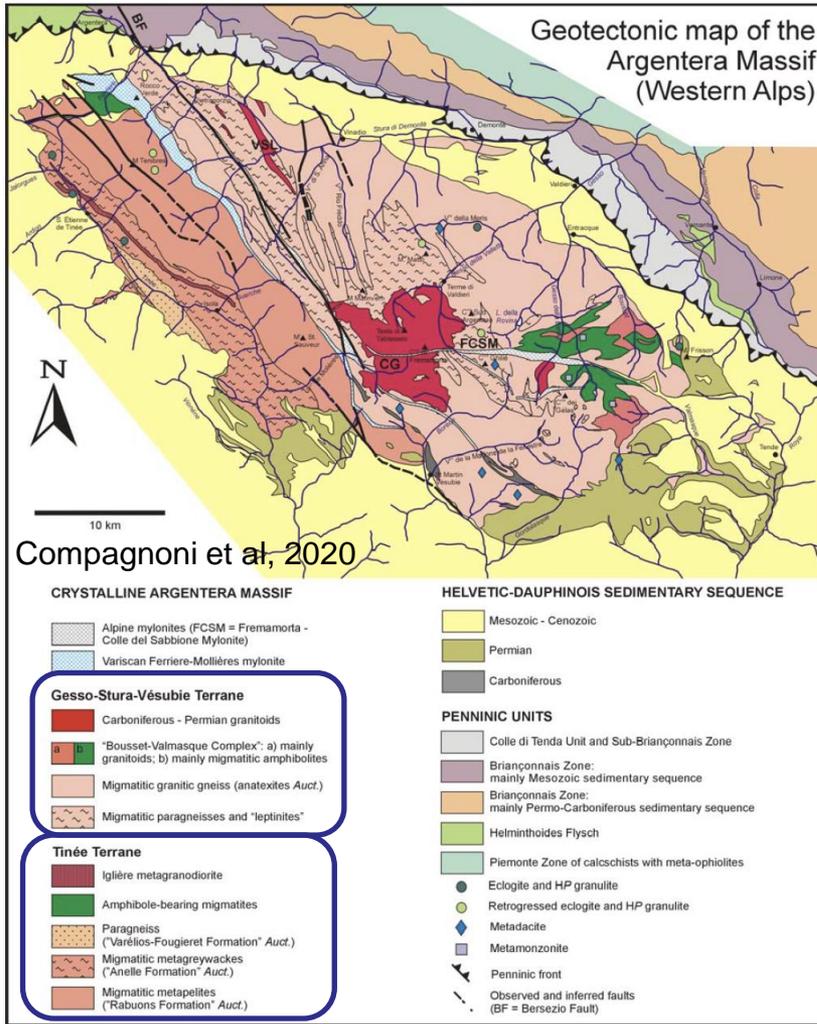


Fig. 2 – Profilo geologico lungo l'asse del traforo del Monte Bianco (Da GUEFIN e VITEL (1971); BAGGIO, ELTER e MALARODA (1960); BAGGIO e MALARODA (1961, 1962, 1963, 1964 a, 1964 b) e dalla Carta Geologica della Francia alla scala 1/50000-f. XXXVI-31 (Mont Blanc), reinterpretati in base a nuove osservazioni).

L'imbocco francese del MB si trova a 1270 m mentre quello italiano a 1380 m. La porzione francese è scavata essenzialmente negli scisti del basamento e nel metagranito, mentre quella italiana inizia nelle coperture elvetiche giurassiche per passare al meta-granito



Argentera Massif: geotectonic map



## Massiccio dell'Argentera

### Unità Gesso Stura NE (italiana)

Fanno parte di questo complesso **ortogneiss occhiadini** (anatesiti ed embrechiti occhiadine Auct.), derivanti da graniti porfirici di età tardo ordoviciana. All'interno di questo basamento sono presenti, i corpi mafici sono rappresentati dalle **granuliti** di alta pressione dei Laghi del Frisson e dalle **eclogiti** della Valle del Meris.

Masse granitiche permiane 300 Ma (Corsini et al., 2000)

### Unità della Tinée SW (francese)

Complesso di gneiss migmatitici a Kfs + Bt + Sil con sacche di pegmatiti. Lenti di anfiboliti e eclogiti relitte. Complesso di gneiss a Pl + Bt + Sil con marmi e anfiboliti.

Fasce milonitiche alpine (23 – 20 Ma) a P – T molto basse (350 °C per 3-4 kb)



Torino, 12 maggio 2023  
 Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
 Convegno Nazionale

## Geologia Ambientale in Piemonte e Valle d'Aosta

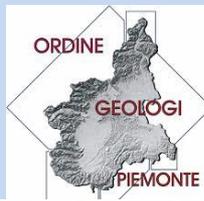


# Bacino Terziario Piemontese

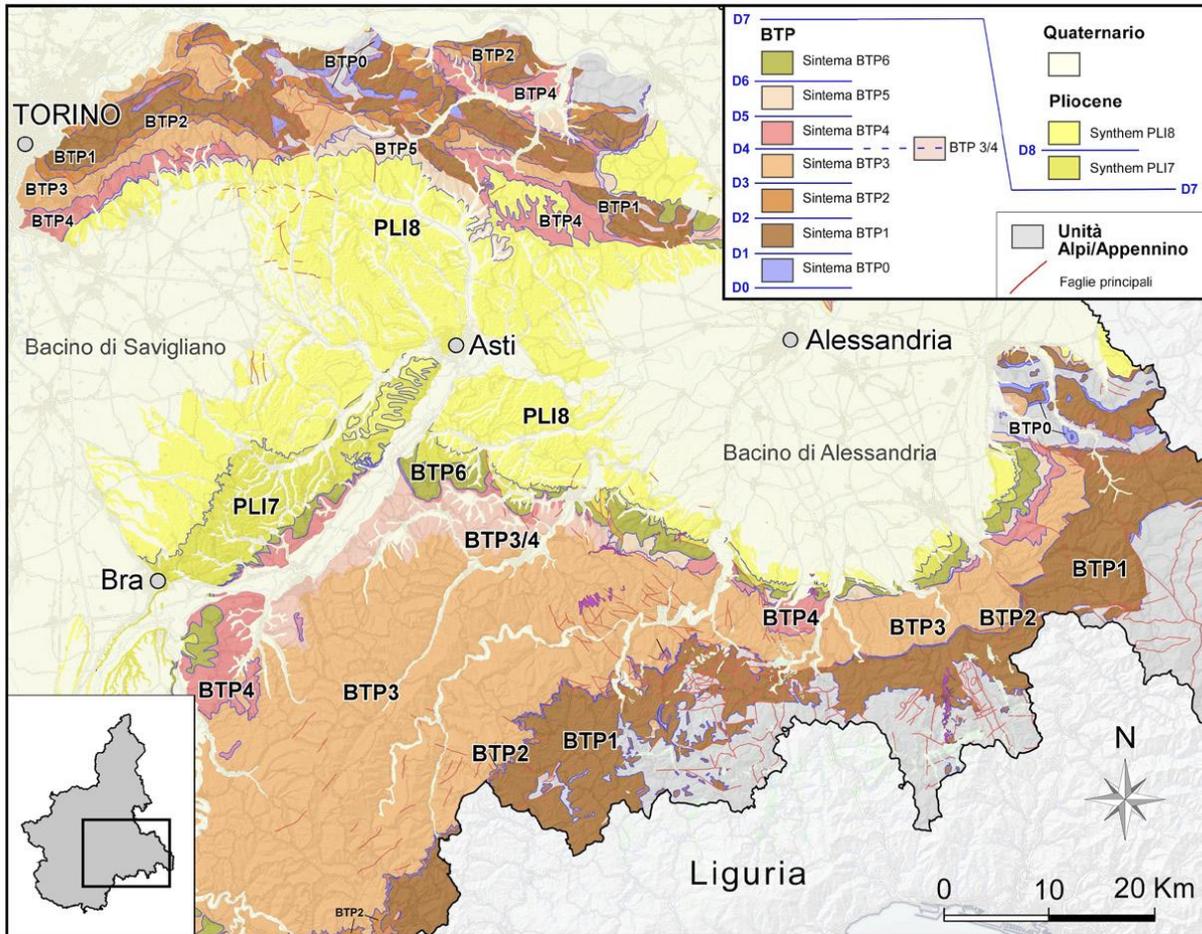
Il Bacino sin-orogenico Terziario Piemontese comprende depositi cenozoici (Eocene sup. Messiniano) affioranti nel settore collinare del Piemonte meridionale, all'interno dell'arco delle Alpi occidentali, tra il Monferrato e la Collina di Torino a N e le Alpi liguri e l'Appennino settentrionale a S.

I depositi del BTP coprono in discordanza unità di diversa composizione e pertinenza crostale (unità metamorfiche alpine e unità sedimentarie liguri), che sono state tra loro giustapposte nella fase collisionale eocenica mesoalpina e dalle successive fasi neoalpine





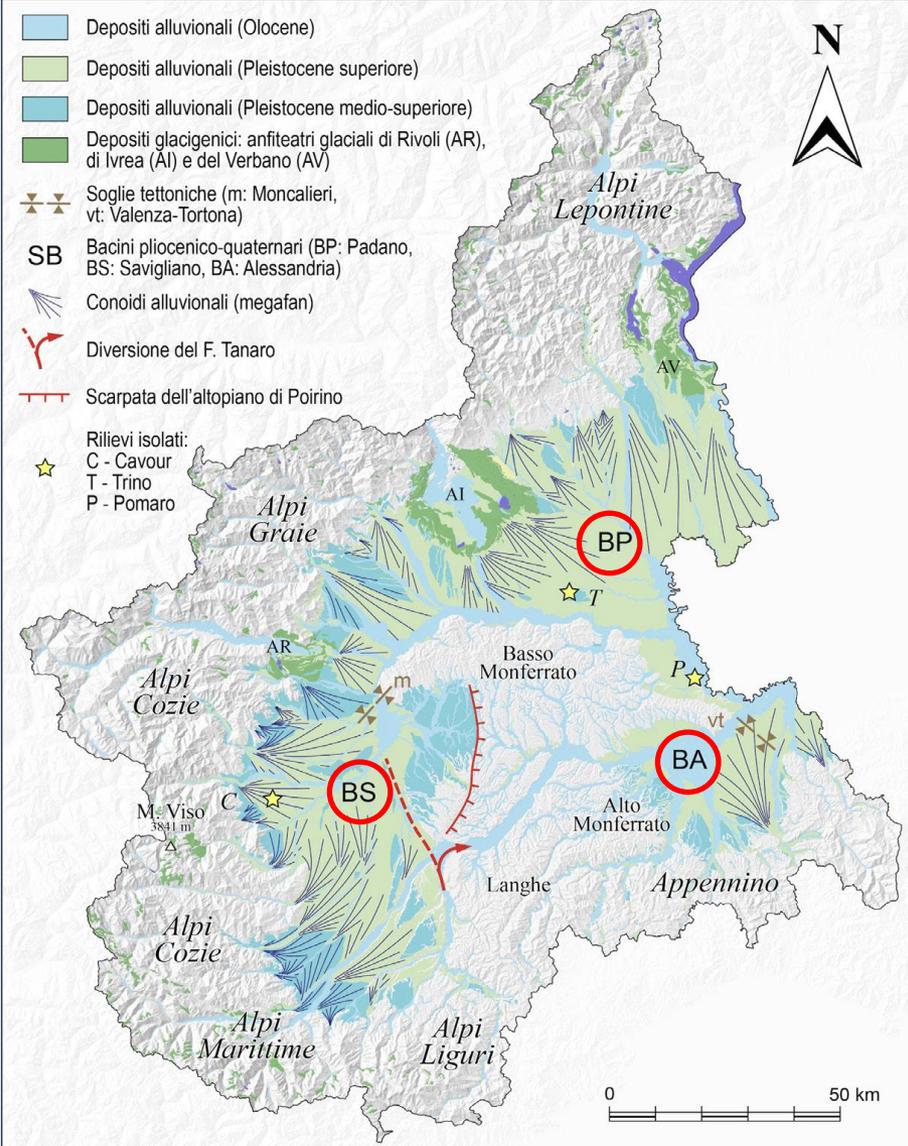
# Geologia Ambientale in Piemonte e Valle d'Aosta



- Successione terrigena (**Oligocene - Tortoniano**) molto potente (4000 m) costituita prevalentemente da depositi torbiditici di piana di bacino a cui si intercalano depositi fini di scarpata. Recentemente la parte basale (Oligocene-Miocene inf.) è stata reinterpretata come di mare più basso

- La successione si conclude con i **depositi evaporitici messiniani** (Gruppo della Gessoso-Solfifera).

La **successione pliocenica** del Piemonte è suddivisa in tre unità litostratigrafiche, corrispondenti, dalla base al tetto, alle Argille azzurre (Sintema 7, sistemi bacinali, di scarpata e piattaforma esterna), Sabbie di Asti (Sintema 7, sistemi di piattaforma interna) ed al Villafranchiano Auct. (Sintema 8, sistemi costieri a controllo tidale e alluvionali).



## Bacini Quaternari

Al passaggio Pliocene-Pleistocene, l'importante sollevamento di questi alti strutturali e dell'area di Asti ha determinato la frammentazione del bacino pliocenico e l'instaurarsi dei depocentri differenziati dei **Bacini di Alessandria e Savigliano** ("Bacino Pliocenico meridionale") a Sud della Collina di Torino e del Monferrato, e del "Bacino Pliocenico settentrionale" (**Bacino Padano**) a N.

**Guide Geologiche Regionali**

12 ITINERARI

# Piemonte

dalle Alpi Graie alle Alpi Liguri,  
dal Monferrato alle Langhe

A cura di  
ISTITUTO DI GEOSCIENZE E GEORISORSE CNR, TORINO  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA UNIVERSITÀ DI TORINO

SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA



Torino, 12 maggio 2023  
Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
Convegno Nazionale  
**Geologia Ambientale in  
Piemonte e Valle d'Aosta**



## Conclusioni

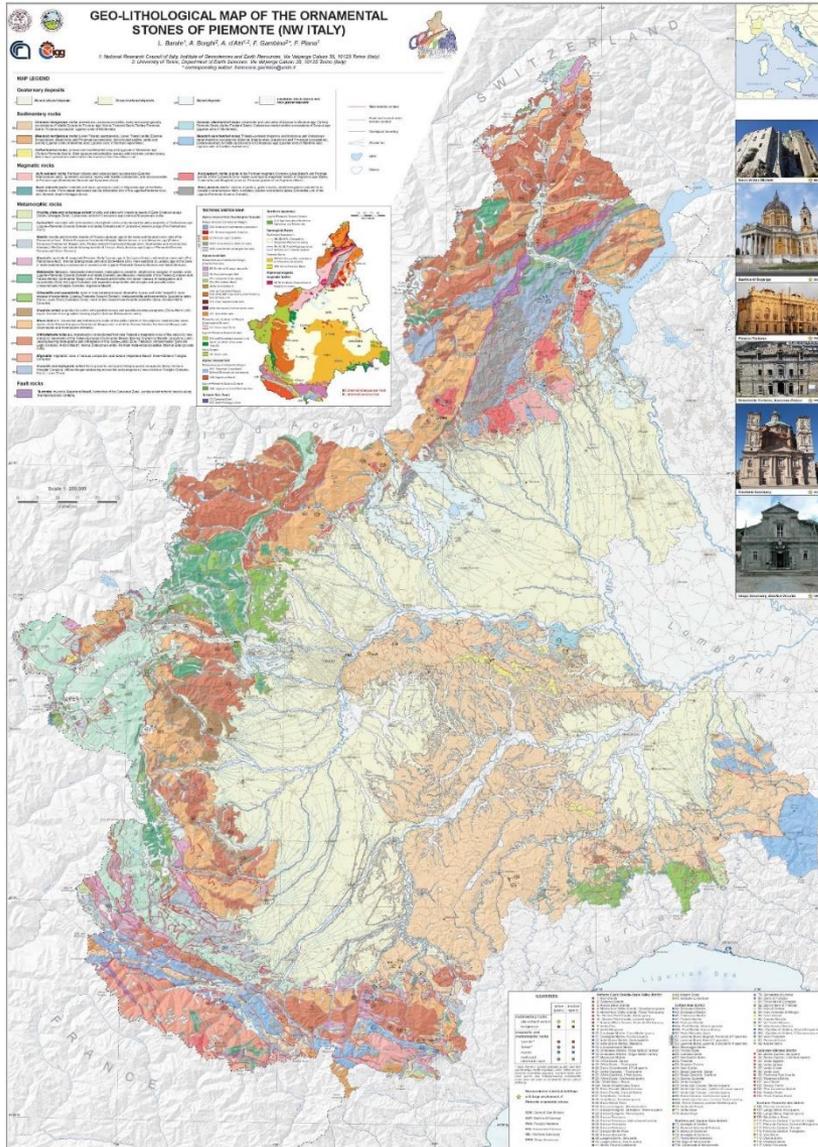
La geologia di Valle d'Aosta e Piemonte è caratterizzata da un'ampia varietà di rocce, di natura metamorfica, magmatica e sedimentaria. Questo è dovuto alla particolare posizione geografica di queste due regioni, caratterizzate dalla catena alpina occidentale e dal Bacino Terziario Piemontese.

Questa elevata geodiversità risulta una peculiare risorsa da un punto di vista scientifico, economico e culturale.

Da un lato permette al territorio di essere sede estrattiva di importanti risorse nel campo dei minerali industriali e delle pietre ornamentali.

Dall'altro molte sono le applicazioni nell'ambito dei Beni Culturali, dove le risorse lapidee da sempre costituiscono la materia prima fondamentale.

Le georisorse di Piemonte e Valle d'Aosta rappresentano quindi un importante opportunità sia economica sia occupazionale. Inoltre è sempre più diffusa la valorizzazione di questo patrimonio da un punto di vista turistico e culturale allestendo nuovi percorsi geo-turistici



### Sedimentary rocks

- tec Cenozoic *terrigenous* rocks: arenaceous, arenaceous-pelitic, marly and sandy-gravelly successions of middle Eocene to Pliocene age (Alpine Foreland Basin; Tertiary Piemonte Basin; Pliocene succession; Ligurian units of Monferrato).
- tem Mesozoic *terrigenous* rocks: Lower Triassic quartzarenite, Upper Triassic pelite (External Briançonnais, Dauphinois and Provençal successions). Varicoloured argillite, pelite and arenite (Ligurian units of Maritime Alps; Ligurian units of Northern Apennines).
- ort *Orthochemical* rocks: primary and resedimented evaporitic gypsum of Messinian age (Tertiary Piemonte Basin). Main gypsum and anhydrite masses within tectonic contact zones. Metre-thick speleothem bodies within the marble of the Dora-Maira Unit.
- alc Cenozoic *allochemical* rocks: calcarenite and calcirudite of Eocene to Miocene age (Tertiary Piemonte Basin, Alpine Foreland Basin). Calcareous-marly turbidite successions of Eocene age (Ligurian units of Monferrato).
- alm Mesozoic *allochemical* rocks: Triassic-Jurassic limestone and dolostone and Cretaceous marly limestone successions (External Briançonnais, Dauphinois and Provençal successions). Calcareous-marly turbidite successions of Cretaceous age (Ligurian units of Maritime Alps; Ligurian units of Northern Apennines).

### Magmatic rocks

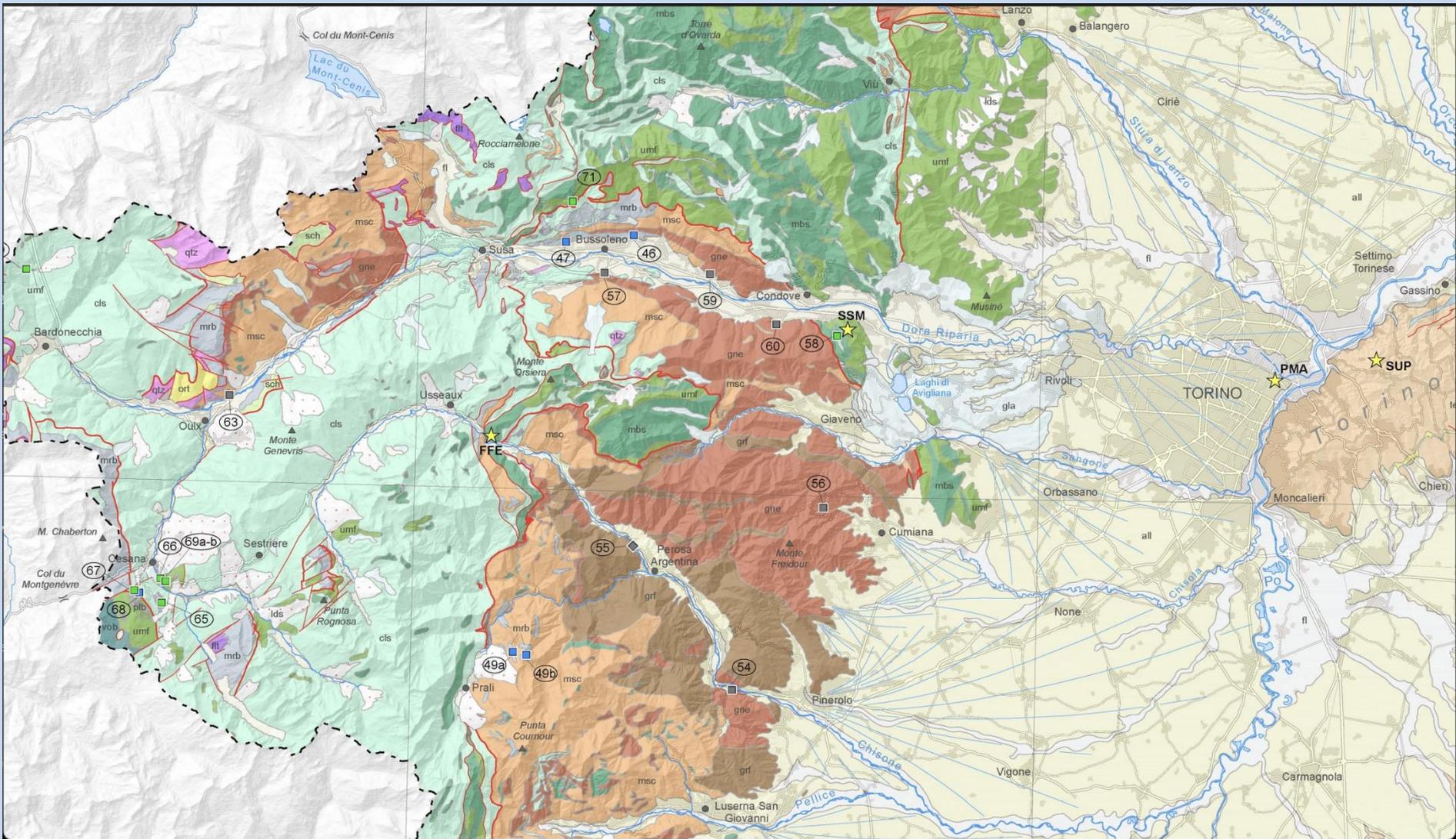
- voa *Acid volcanic* rocks: Permian volcanic and volcanoclastic successions (External Briançonnais units). Ignimbritic volcanite, mainly with rhyolite composition, and volcanoclastite of Permian age (Southalpine Domain and Canavese Zone).
- vob *Basic volcanic* rocks: andesite and basic pyroclastic rocks of Oligocene age of the Biella Volcanic Suite. Pillow basalt and basalt breccia (Chenaillet Unit of the Liguria-Piemonte Oceanic Domain; Sestri-Voltaggio Zone).
- pla *Acid plutonic* rocks: granite of the Permian magmatic Complex (Lake Massif) and Permian granite of the Canavese Zone. Alpine synorogenic magmatic bodies of Oligocene age (Biella, Traversella and Magliano plutons). Permian granite of the Argentera Massif.
- pbl *Basic plutonic* rocks: masses of gabbro, gabbro-norite, amphibole gabbro and diorite to tonalite (Ivrea-Verbano Mafic Complex). Gabbro and dolerite dykes (Chenaillet Unit of the Liguria-Piemonte Oceanic Domain).

### Metamorphic rocks

- sch *Phyllite, slate and calcareous schist*: phyllite and slate with limestone layers of Early Cretaceous age (Sestri-Voltaggio Zone). Calcareous schist of Cretaceous age (Internal Briançonnais units).
- cls *Calcschist*: calcschist with intercalations of phylladic schist, calc-micaschist and paragneiss of Cretaceous age (Liguria-Piemonte Oceanic Domain and Valais Domain) and of Jurassic-Cretaceous age (Pre-Piemontese Auct.).
- mrb *Marble*: marble and dolomitic marble of Triassic-Jurassic age in the meta-sedimentary cover units (Pre-Piemontese Auct.; Palaeo-European Continental Margin). Marble lenses of pre-Mesozoic age (Palaeo-European Continental Margin units; Palaeo-Adriatic Continental Margin units; Southalpine and Austroalpine domains). Marble and silicate-bearing marble of Triassic-Early Jurassic age (Liguria-Piemonte Oceanic Domain and Valais Domain).
- qtz *Quartzite*: quartzite of supposed Permian-Early Triassic age at the base of meta-sedimentary cover units (Pre-Piemontese Auct.; Internal Briançonnais units and Dora-Maira Unit). Rare quartzite of Jurassic age at the base of meta-sedimentary successions of oceanic units (Liguria-Piemonte Oceanic Domain and Valais Domain).
- mbs *Metabasite*: Mesozoic metabasite (meta-basalt, meta-gabbro, prasinite, amphibolite, eclogite) of oceanic units (Liguria-Piemonte Oceanic Domain and Valais Domain), pre-Mesozoic metabasite of the Palaeo-European and Palaeo-Adriatic Continental Margin units. Paleozoic amphibolite with lesser masses of meta-gabbro and serpentinite (Serie dei Laghi Complex) and migmatitic amphibolite with eclogite and granulite relics (Ivrea-Verbano Kinzigite Complex; Argentera Massif).
- unf *Ultramafite and serpentinite*: more or less metamorphosed ultramafite (Lanzo and Voltri 'massifs'), main masses of serpentinite (Liguria-Piemonte Oceanic Domain), meta-peridotite and serpentinite (Lepontine units; Sesia-Lanzo Zone; Canavese Zone), more or less serpentinitized mantle peridotite (Ivrea-Verbano Mafic Complex).
- grf *Graphite schist*: graphite-rich schist with graphite lenses and graphite-bearing paragneiss (Dora-Maira Unit). Upper Carboniferous graphite-bearing phyllite (Internal Briançonnais units).
- mnc *Micaschist s.l.*: micaschist and metamorphic rocks of the pelitic system of the polyclitic metamorphic basements of the Palaeo-European Continental Margin units and of the Palaeo-Adriatic Continental Margin units (Southalpine and Austroalpine domains).
- gne *Orthodivolate rocks s.l.*: metamorphic rocks derived from late Paleozoic magmatic rocks of the polyclitic metamorphic basements of the Palaeo-European Continental Margin (Internal Crystalline Massifs; Lepontine Units). Jadeite-bearing meta-granite and orthogneiss of the Sesia-Lanzo Zone. Paleozoic orthodivolates (Serie dei Laghi Complex; Ambin Massif; Internal Briançonnais units). Permian meta-volcanoclastites (Internal Briançonnais units).
- mig *Migmatite*: migmatitic rocks of various composition and texture (Argentera Massif; Ivrea-Verbano Kinzigite Complex).
- gra *Granulite and high-grade schist*: felsic granulite and quartz-feldspar-garnet paragneiss (Ivrea-Verbano Kinzigite Complex), sillimanite-garnet-bearing micaschist and paragneiss (Ivrea-Verbano Kinzigite Complex; Sesia-Lanzo Zone).

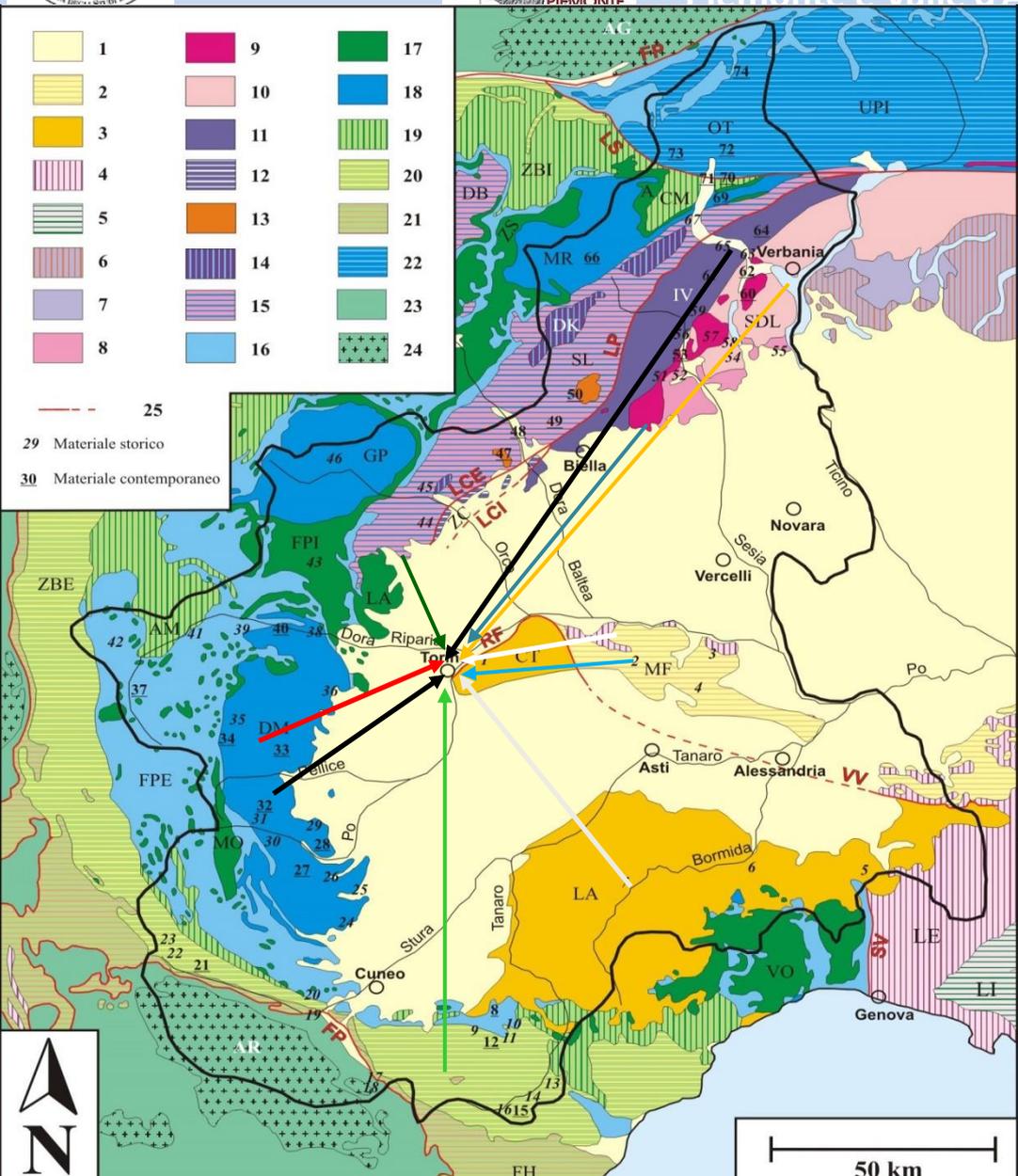


Torino, 12 maggio 2023  
 Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
 Convegno Nazionale  
**Geologia Ambientale in  
 Piemonte e Valle d'Aosta**



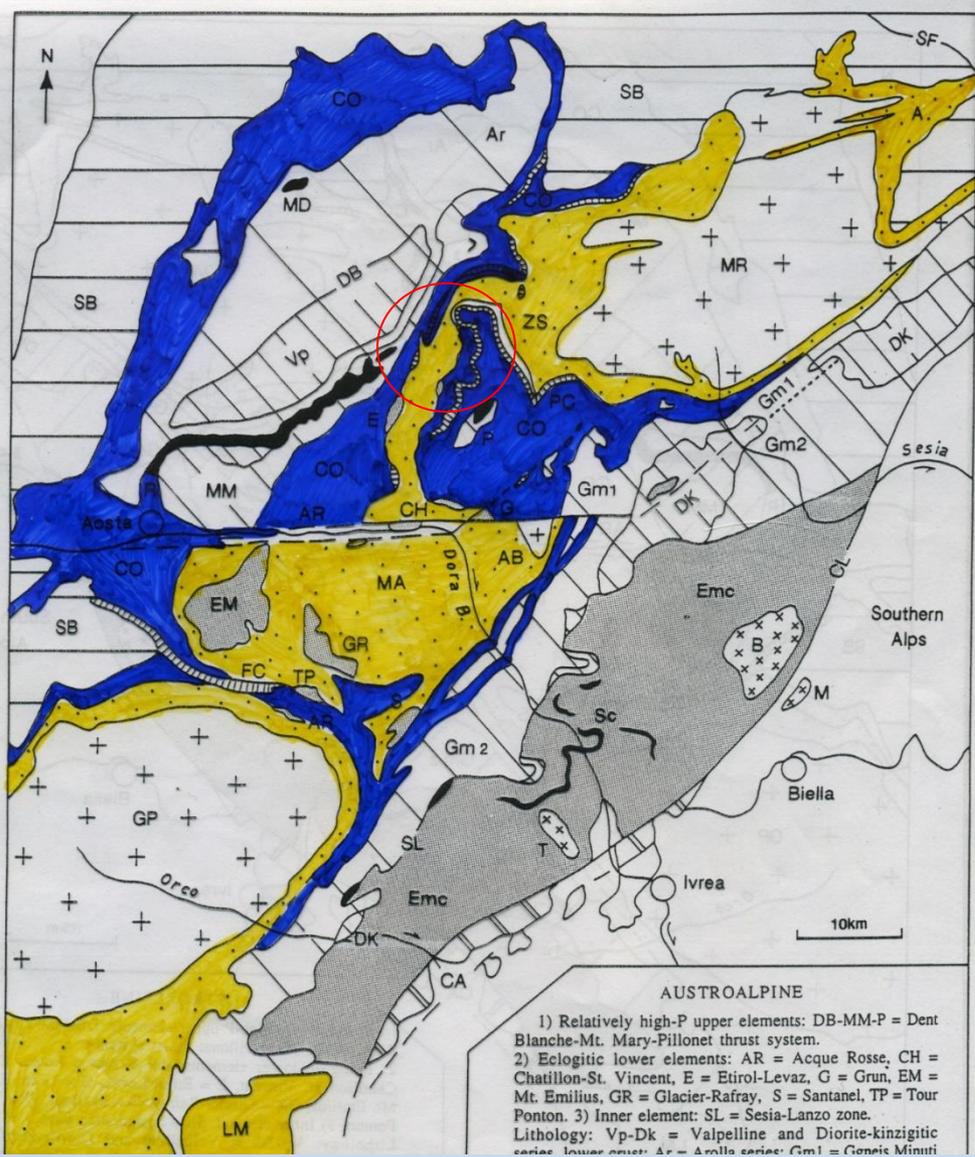


Torino, 12 maggio 2023  
 Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
 Convegno Nazionale  
**Geologia Ambientale in  
 Piemonte e Valle d'Aosta**



## Risorse lapidee piemontesi

- Pietre ornamentali
- Talco del D-M
- Quarziti del Brianzonese
- Calcari Monferrato
- Argille delle Langhe
- Olivina
- Feldspato
- Gesso
- Caolino
- Sabbie e ghiaie



## Zona Piemontese in Valle d'Aosta

Unità Zermatt-Saas

Crosta oceanica MMF in facies eclogitica gabbri e metabasalti con rari metasedimenti

Scaglie di mantello superiore srp

Tettonica sinsedimentaria (brecce ofilitiche)

Metamorfismo oceanico HT LP

Età di apertura 160 – 165 Ma (Rubatto et al., 1998)

Picco P-T evento eclogitico (550-600 °C; 25-30 kbar)

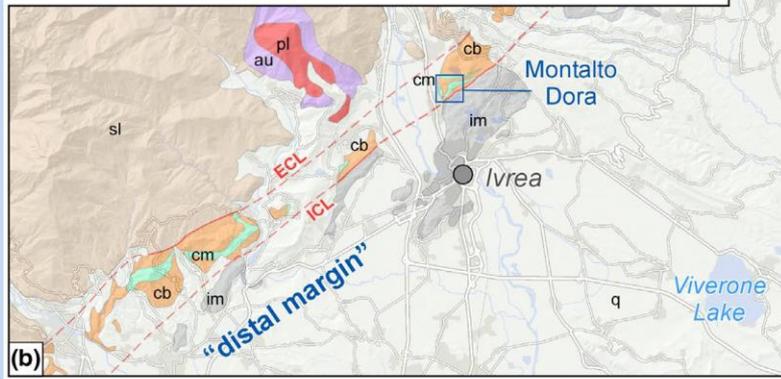
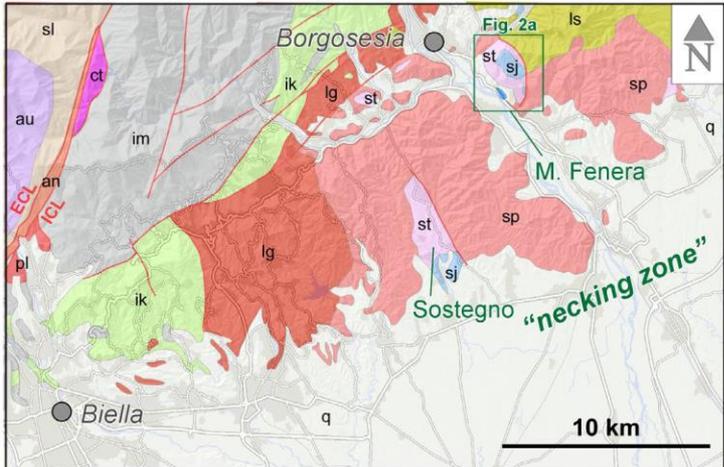
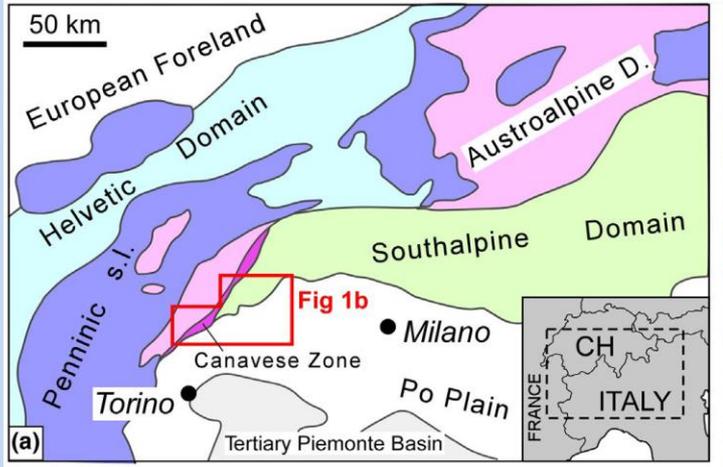
Unità di Cignana (Coesite)

Unità del Combin metabasiti calcescisti in facies scisti blu



Torino, 12 maggio 2023  
 Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42  
 Convegno Nazionale

# Geologia Ambientale in Piemonte e Valle d'Aosta



**LEGEND**

- Quaternary and Pliocene successions
- Oligocene magmatic bodies**
  - an Biella volcano-sedimentary Suite
  - au Contact metamorphic aureoles
  - pl Magmatic bodies
- Canavese Zone**
  - cm Mesozoic succession
  - cb Pre-Permian and Permian basement
  - ct Tectonites

**Sesia-Lanzo Zone**

- sl Eclogitic Micaschists Complex

**Southalpine Domain**

- sj Lower Jurassic succession
- st Middle Triassic succession

**Permian magmatic complex**

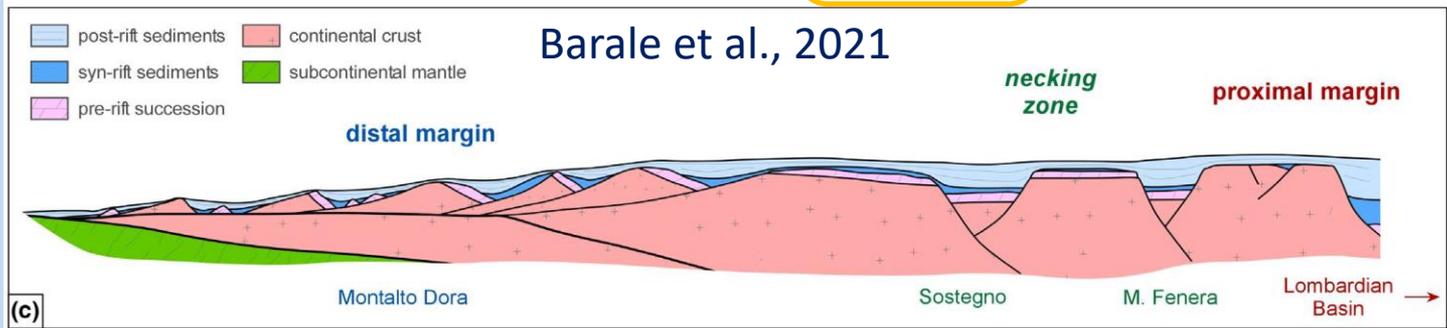
- sp Quartz porphyry Complex
- lg "Graniti dei Laghi" Complex

**"Serie dei Laghi" Complex**

- ls

**Ivrea-Verbano Zone**

- ik Kinzigitic Unit
- im Mafic Complex





Torino, 12 maggio 2023  
Aula Vallauri - INRIM - C.so Massimo D'Azeglio 42

## Convegno Nazionale Geologia Ambientale in Piemonte e Valle d'Aosta



L'abbondanza di materiali lapidei provenienti da diverse aree del territorio piemontese e impiegata nel corso dei secoli mostra lo stretto legame tra i centri urbani e il territorio circostante, sottolineando il ruolo che la pietra ha avuto nella cultura e ricchezza economica del Piemonte e VdA durante la loro storia :