

Matricola:0000882277

Alma mater Studiorum – Università di Bologna

SCUOLA DI SCIENZE

Corso di Laurea in Scienze Geologiche

Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche ed Ambientali

Relazione di Laurea

Relazione Geologica dell'area di Monte Arco, Isola d'Elba Orientale

Candidato:

Riccardo Pedrelli

Relatore:

Prof. Federico Lucchi

Anno accademico 2020-2021

Sessione ottobre 2021

Indice

Capitolo	pag.
1. Introduzione	1
2. Inquadramento Geografico - Geologico	2
2.1 Inquadramento Tettonico-Strutturale	2
2.2 Inquadramento Stratigrafico	6
3. Materiali e Metodi	9
4. Risultati del rilevamento geologico	11
4.1 Litostratigrafia	12
4.2 Strutture Tettoniche	14
5. Discussione e Conclusione	16
Bibliografia	17

1: INTRODUZIONE

La presente relazione descrive le caratteristiche principali del rilevamento geologico effettuato in un settore dell'isola d'Elba nel mese di giugno 2021, con 5 giornate dedicate al rilevamento di un areale assegnato dai professori Viola e Vignaroli. Questo si inserisce nell'ambito di un più ampio progetto di rilevamento geologico a scala 1:5000 della parte orientale dell'isola, dalla spiaggia di Barbarossa a Rio Marina, associato al campo di fine triennio. Ad ogni gruppo di 3 studenti è stata assegnata un'area di circa 2 km², di cui si è prodotta una carta geologica a scala 1:5000, sfruttando le conoscenze acquisite delle unità e dell'assetto geologico dell'isola nelle giornate immediatamente precedenti. Il mosaico delle carte di ogni gruppo è servito a creare una carta dell'area orientale dell'isola (*Figura 1*). In questo documento verranno descritte le principali caratteristiche litostratigrafiche e tettono-strutturali di Monte Arco, per il quale è stata prodotta una carta geologica a scala 1:5000 e una sezione geologica con direzione W-E/NW-SE (vedi l'*Allegato Cartografico*). Verrà discusso l'assetto tettonico/stratigrafico dell'areale e le unità che lo compongono nel dettaglio.



Figura 1: Mappa geologica risultante dal lavoro di tutti i gruppi presenti campo geologico di fine triennio. Ad oggi esposta presso il dipartimento di Scienze aeoloaiche dell'UniBo

2: INQUADRAMENTO GEOGRAFICO-GEOLOGICO

2.1: INQUADRAMENTO TETTONICO-STRUTTURALE

L'isola d'Elba è considerata l'affioramento più occidentale della catena nord appenninica. La storia elbana quindi si sviluppa nello stesso modo della catena appenninica. Lo scontro tra il blocco sardo-corso e Adria è il motore che causerà l'impilamento delle falde. È seguita poi dalla recente fase estensionale che caratterizza tutto il bacino tirrenico (Figura 2). Il tutto è complicato dalla conseguente risalita di corpi magmatici mio-pliocenici (Bortolotti et alii, 2001). L'interazione di questi tre principali attori rende particolarmente complicata l'interpretazione della storia tettonica evolutiva dell'isola.

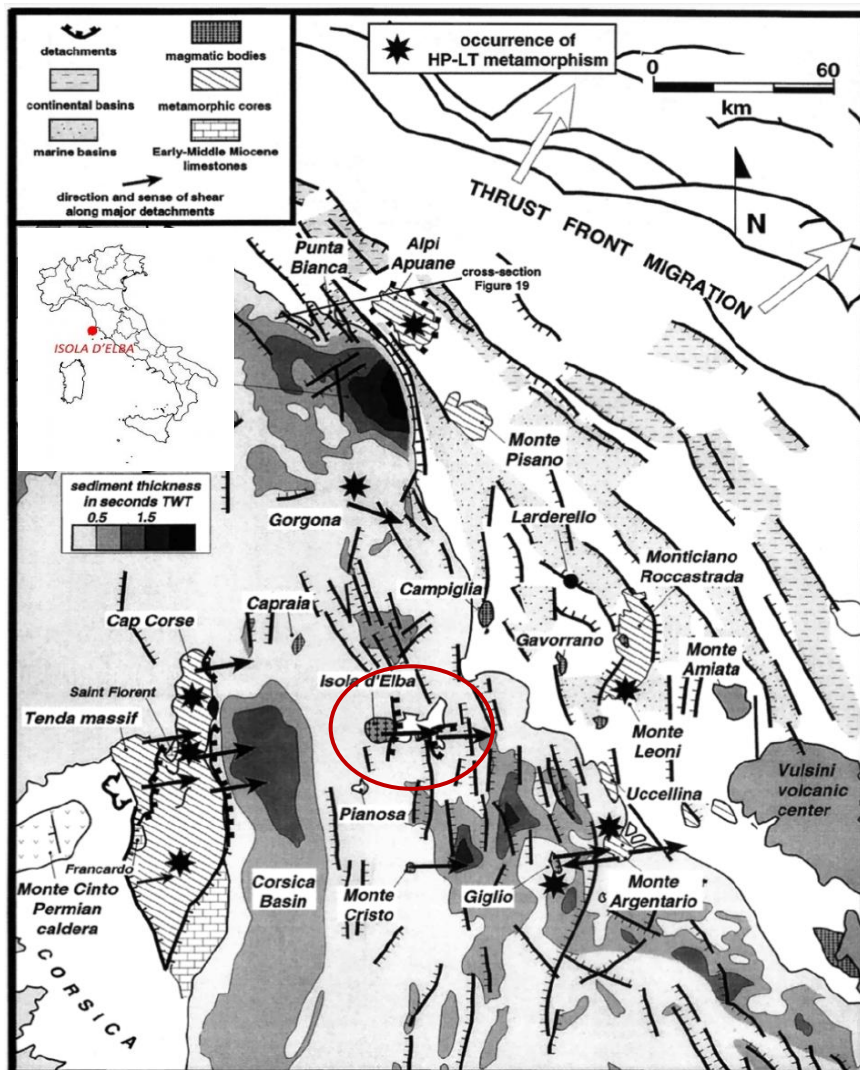


Figura 2: Mappa dell'assetto tettonico del mar Tirreno. Fonte: Consiglio Nazionale delle Ricerche, 1992

L'isola è fondamentalmente divisibile in tre domini geologici: la successione Liguride, la successione Toscanide e i plutoni neogenici.

Le successioni Liguridi e Toscanidi hanno la stessa origine delle omonime successioni presenti all'interno dell'appennino centro-settentrionale. Le Liguridi sono associabili alla successione ofiolitica una volta presente nel fondale dell'oceano ligure-piemontese. Le falde attuali sono derivate dai processi di messa in posto della catena appenninica a seguito della collisione del blocco sardo-corso e della placca di Adria. Questo processo è iniziato tra la fine del Cretaceo ed inizio del Paleocene (66 Ma) e conclusa 7,25 Ma (figura 3). La successione delle Toscanidi comprende invece quei depositi di origine continentale asportati dalla placca di Adria, in subduzione. La sequenza Liguride è a tetto della Toscanide. Durante questo processo di collisione si ha l'origine dei principali trust e sovrascorrimenti dell'isola,.

Il processo di scontro tra Adria e il blocco Sardo-Corso si concluse nel Miocene inferiore (7,25 Ma), dove si potrebbe osservare una isola d'Elba con un impilamento tettonico speculare tra zona orientale e occidentale (figura 4).

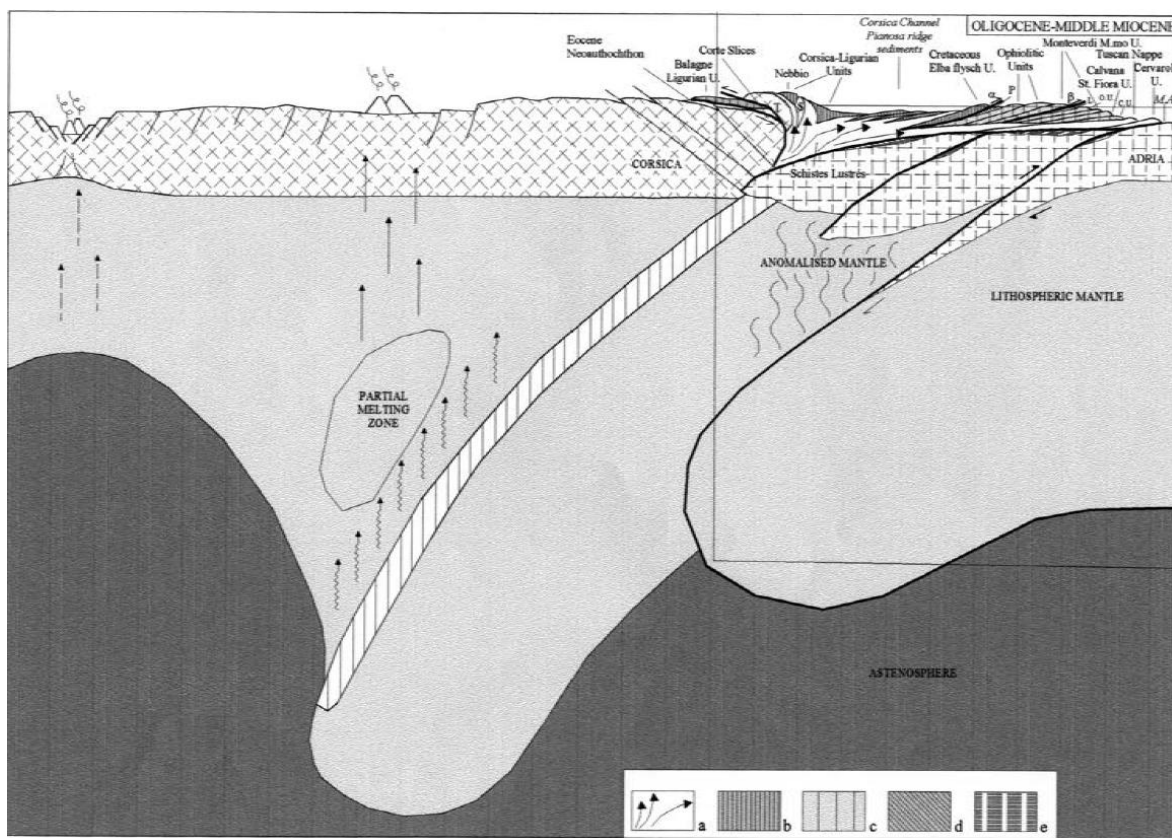


Figura 3: situazione nel tirreno nel momento dello scontro tra la placca di Adria e il blocco sardo corso. Vi è la formazione del cuneo di accrezione appenninico e la messa in posto delle successioni Toscanide e Liguride. Fonte: Bortolotti et Alii, 2001

Durante questo periodo di spinte estensionali si ha anche la formazione di sistemi di faglie normali, che vanno a complicare ulteriormente gli affioramenti presenti sull'isola.

Successiva alla risalita del plutone del Monte Capanne è la risalita del Plutone di Porto Azzurro, datata tra 6 e 5,4 Ma (Dini et alii, 2002). Questo non ha avuto particolari effetti sulla posizione della pila di faglie sovrastanti (Figura 6), ed affiora sporadicamente nella zona orientale dell'isola (Figura 5). Entrambi i plutoni hanno interessato le unità immediatamente circostanti con metamorfismo di contatto.

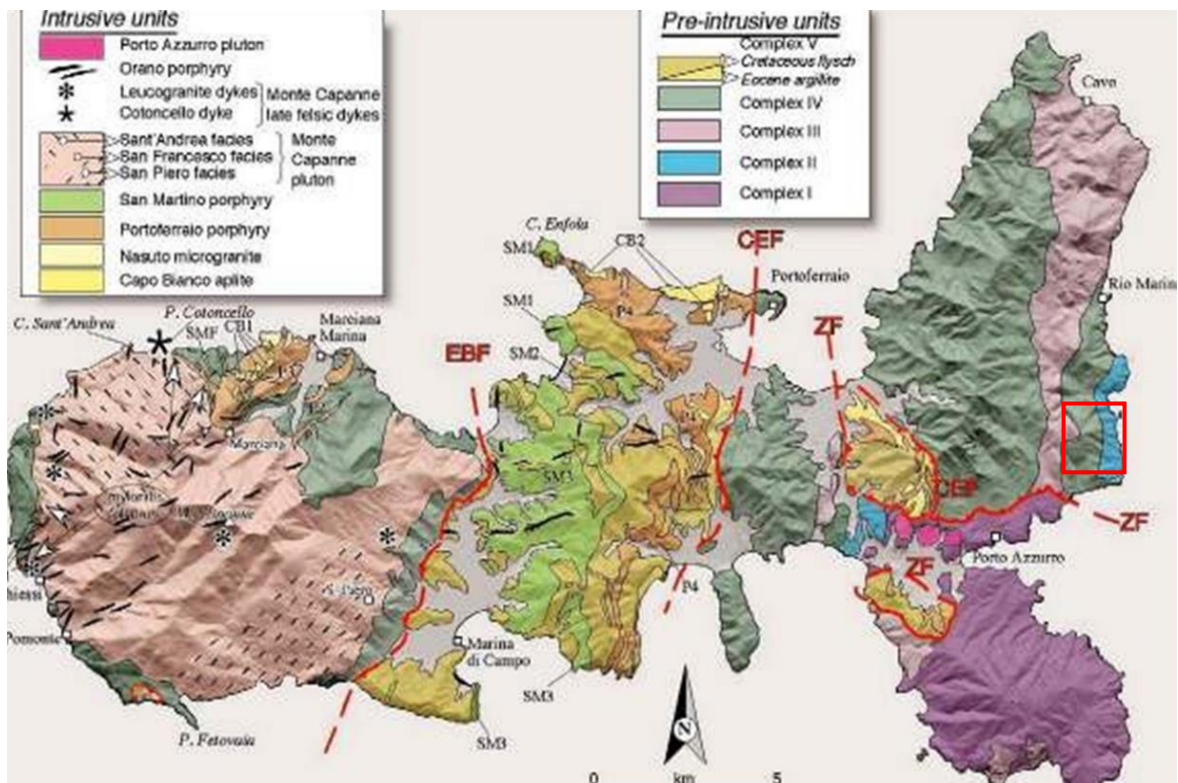


Figura 5: Mappa con le principali unità elbane, in rosa il monte capanne e in viola scuro gli affioramenti del plutone di porto azzurro. In rosso è evidenziato l'areale di studio. Fonte: CARG

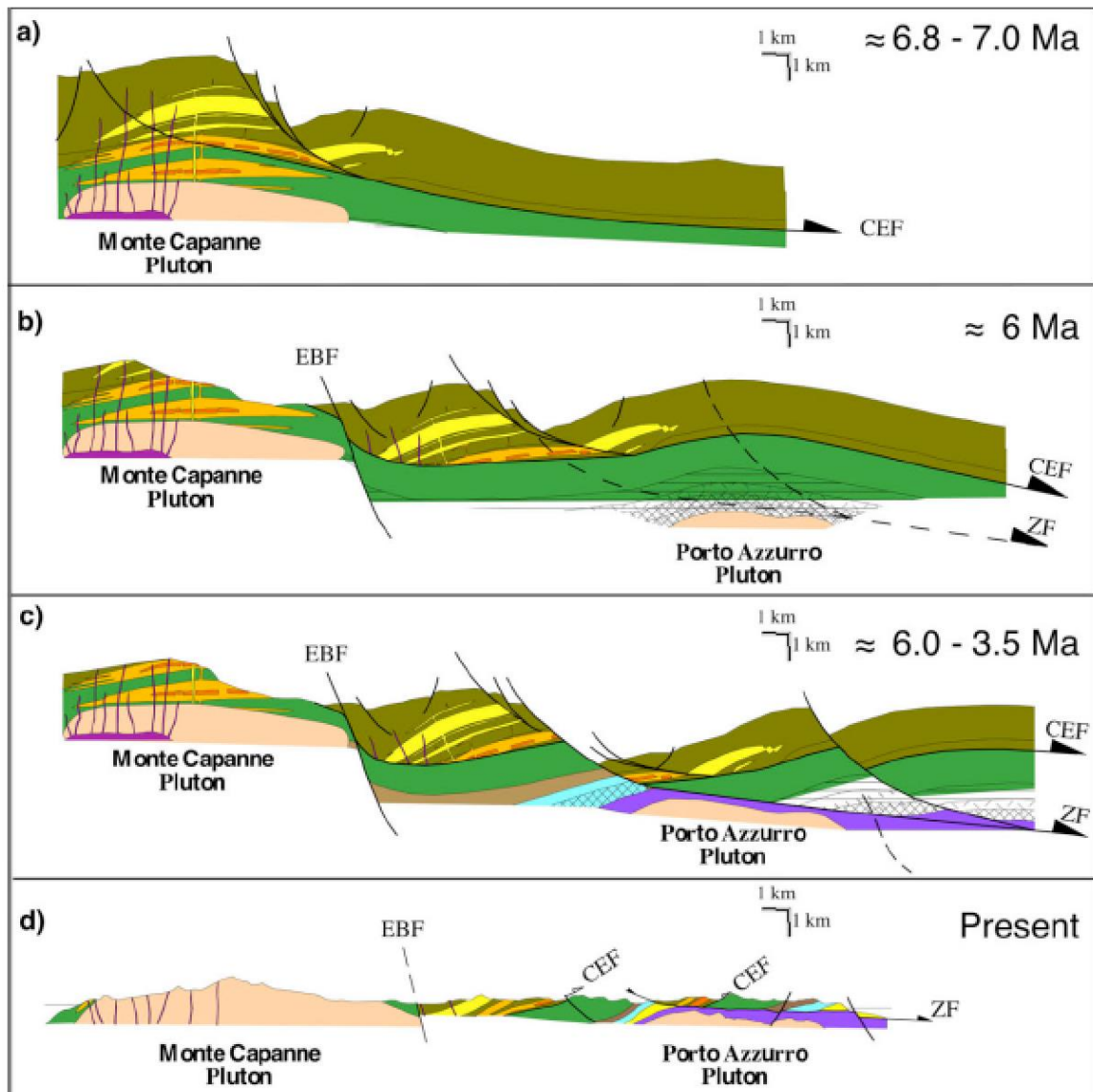


Figura 6: Effetto sulla pila di falde dell'Elba occidentale a seguito della risalita del plutone di monte capanne. [ZF: faglia dello Zuccale]. Fonte: Bortolotti et alii, 2001)

2.2: INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO

Di seguito verranno elencate, dal basso stratigrafico all'alto stratigrafico, le unità caratterizzanti la pila di falde dell'Elba orientale. Queste sono state divise in tre gruppi: le unità Ofiolitiche, il Complesso Superiore e il Complesso Inferiore, divise tra loro da superfici di sovrascorrimento. La divisione in questione è una categorizzazione alternativa da quella proposta da Trevisan (1951), la quale contemplava la presenza di 5 complessi differenti più i corpi magmatici di origine neogenica.

Le unità appartenenti alla successione Toscanide sono state divise in due complessi: il Complesso Superiore e il Complesso inferiore, separati dallo scorrimento di Capo Nors-

Monte Arco (*Figura 7*). La faglia di Capo Norsì-Monte Arco sfrutta una falda serpentinitica presente tra i due complessi come livello di debolezza. Questa falda si è posizionata tra le unità Toscanidi durante la collisione tra Adria e il blocco sardo-corso (*Bortolotti et alii, 2001*).

1. **Complesso Inferiore:** è la porzione di unità Toscanidi maggiormente interessata da metamorfismo. Comprende:

- a. *Unità Monte Calamita:* scisti quarzosi e para gneiss con cordierite e andalusite, tagliati da filoni aplitici contenenti quarzo, feldspato e miche nere. È tagliato anche da occasionali filoni di tormalina. (Messiniano)
- b. *Complesso di Ortano:* Rocce vulcanoclastiche con foliazione primaria conservata. La loro parte sommitale è ricca di scistosità da mica bianca. La porzione basale, di colore rossastro, giallo e grigio presenta fiamme e ocelli di origine primaria. È molto comune la presenza di vene di quarzo. (Ordoviciano)
- c. *Marmi di Ortano:* Marmo da meso a microcristallino biancastro. Occasionalmente bandato, con alterazione di livelli calcarei puri ed impuri. A letto vi è un basamento di bancate dolomitiche. (Giurassico)
- d. *Acquadolce:* è divisa nelle formazioni di:
 - I. *Calcescisti:* Calcescisti caratterizzati da bande di marmo e lenti pelitiche. Il passaggio da scisti maculati a calcescisti è graduale, con una componente carbonatica che diminuisce dal basso verso l'alto.
 - II. *Scisti Maculati:* metapeliti, metasiltiti e metarenarie con scistosità pervasiva, caratterizzata da neoblastesi di biotite e, quando predomina metamorfismo di contatto, cordierite. Il metamorfismo è oligocenico.

2. **Complesso Superiore:** caratterizzato dalla assenza di metamorfismo o di metamorfismo di contatto. È composto da varie unità presenti in carta:

- a. *Unità di Rio Marina:* metapeliti e metasiltiti, debolmente metamorfosate, con foliazione pervasiva. Presenta intercalazioni di livelli arenacei e microconglomeratici (Carbonifero)
- b. *Verrucano:* Meta arenarie con intercalazione di livelli conglomeratici, con vene di quarzo. (Triassico Medio)

- c. *Calcare Cavernoso*: calcari e calcari dolomitizzati con anidriti varicolore massivi, con livelli arenacei/siltosi. Spessore 100-150 m. (Triassico)
 - d. *Calcari e Marne a Poseidonia Alpina*: calcilutiti di color nocciola-grigio ben stratificate, con bande siltose siliciche (Giurassico Medio)
3. **Unità Ofiolitiche**: Parte della successione Liguride a tetto delle unità della pila tettonica dell'Elba orientale, comprendono le unità de:
- a. *Serpentiniti e gabbri diabase*: Rocce nero Verdi con struttura porfiroclastica, caratterizzate dalla presenza di olivina, pirosseni e plagioclasio. Le serpentiniti si presentano altamente fratturate con clivaggio poco pervasivo. L'olivina è presente come residuo dal processo di serpentizzazione. I Gabbri sono invece caratterizzati da fabric isotropico, strutture massive e tessitura fenocristallina
 - b. *Diaspri*: Rocce silicee ben stratificate di origine organica (Radiolariti), di colore dal rosso mattone al verde acqua
 - c. *Calcari a Calpionelle*: Calcare micritico finissimo caratterizzato dalla presenza di microfossili (Calpionelle) Ben stratificato con presenza di stiloliti e vene carbonatiche.
 - d. *Argille a Palombini*: Alternanza di strati pelitici e calcari di colore grigio/marrone, foliati. Età: Cretaceo Inferiore

A parte le serpentiniti, nessuna di queste unità fa parte dell'area di studio.

La pila di falde dell'Elba orientale è quindi una sequenza tettonica monoclinale, caratterizzata da sovrascorrimenti e faglie normali che fanno da limite a molte unità.

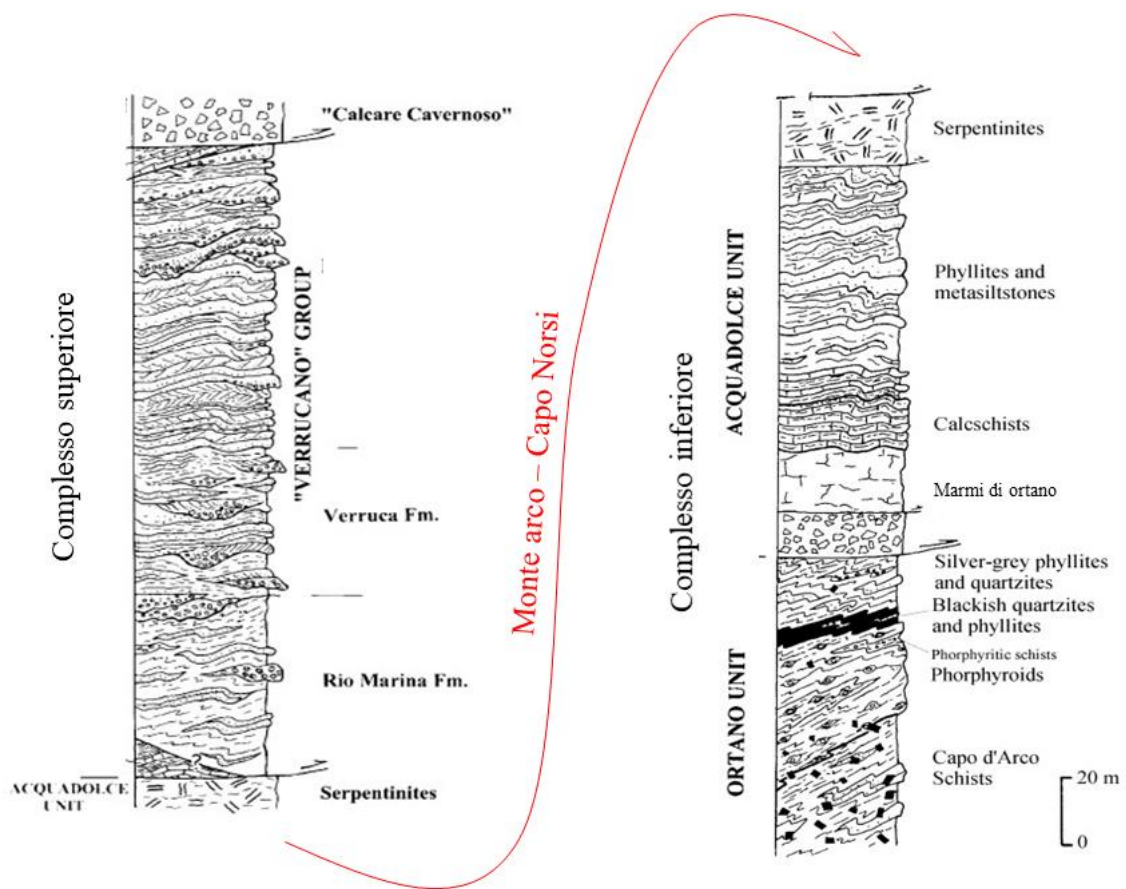


Figura 7: Log stratigrafico del complesso superiore (sinistra) e del complesso inferiore (destra). da Bortolotti et alii, 2001

3: MATERIALI E METODI

Il rilevamento si è svolto nella zona orientale dell'isola, nei dintorni del Monte Arco (278m) (figura 8). Il monte rappresenta anche il massimo dislivello della zona, considerando i 0 metri della costa a est. A nord l'area di studio è delimitata dalla località e villaggio turistico di Ortano. Questo si trova nella valle di Ortano, la quale divide monte Arco da monte Fico, subito a sud di Rio Marina. A sud l'area è delimitata da Capo d'Arco, località turistica, e dalla presenza di rilievi minori. Sia la zona a sud che a nord sono comprese nel lavoro di rilevamento totale dell'area svolto dai colleghi. A ovest è delimitata dalla strada provinciale 26, a est dalla linea di costa. Oltre alla carta geologica è stata prodotta una sezione geologica che taglia la mappa all'altezza di Monte Arco da W a E, poi da Monte Arco fino alla costa in direzione NW-SE (figura 9).

Il rilevamento è stato svolto da Riccardo Pedrelli, Vittoria Daval e Giovanni Bombardini nell'arco di 5 giorni di lavoro sul campo, dal 20 al 24 di giugno, dalle 9 alle 18 circa. La sera prima dell'inizio del rilevamento è stata assegnata l'area e consegnato il materiale di lavoro, ovvero una carta tecnica regionale a scala 1:5000 della zona. Le misure riguardanti le giaciture sono state prese grazie a una bussola. È stato utilizzato un metro da cantiere per prendere le misure riguardanti lo spessore dell'affioramento. Per eseguire il rilevamento si sono seguite principalmente i sentieri attorno al monte presenti in zona.

Una peculiarità dell'area assegnata è la presenza dell'isolotto d'Ortano, al largo dell'omonimo golfo. Questo scoglio disabitato è collegato all'isola da un lembo di mare non più profondo di 30cm, quindi facilmente raggiungibile a piedi e meta turistica.

La Carta Geologica è stata realizzata con Qgis, con come base i dati DTM forniti dalla regione toscana. La sezione e i layout di stampa sono stati realizzati tramite Adobe Illustrator

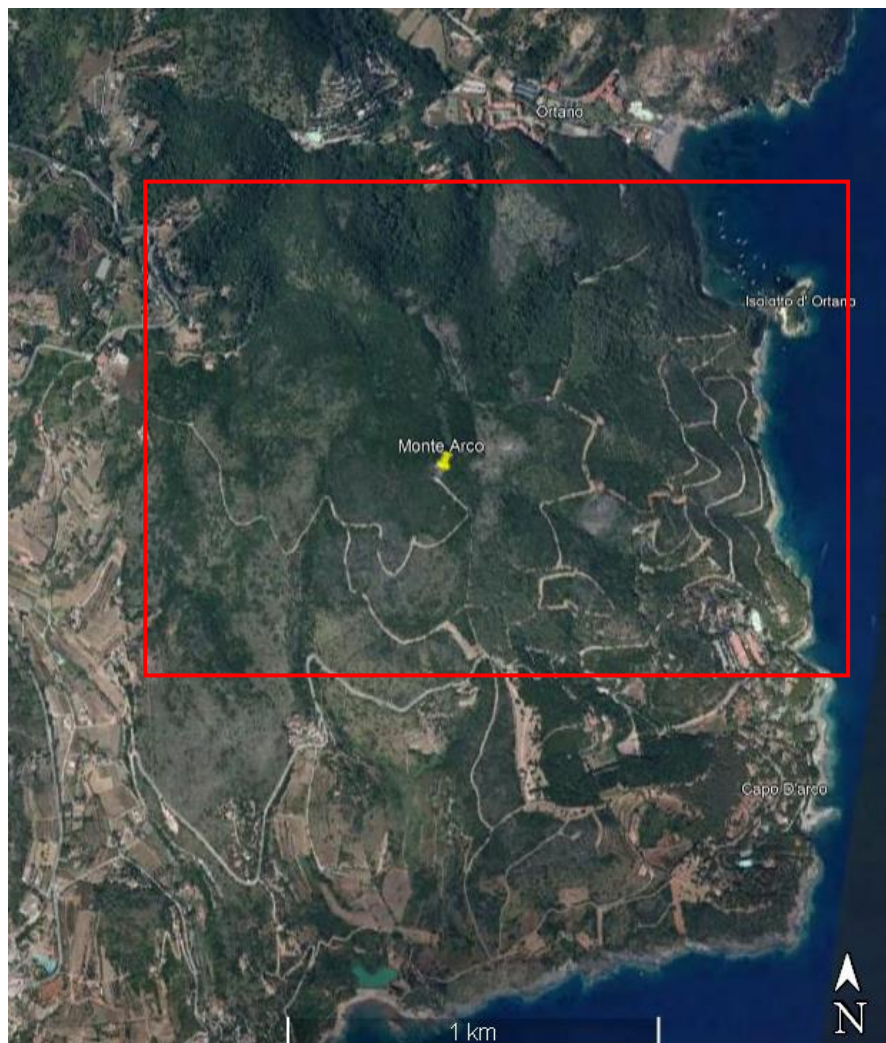


Figura 8: Ortofotografia dell'area da rilevare. Prodotto con Google Earth pro.

4: RISULTATI DEL RILEVAMENTO GEOLOGICO

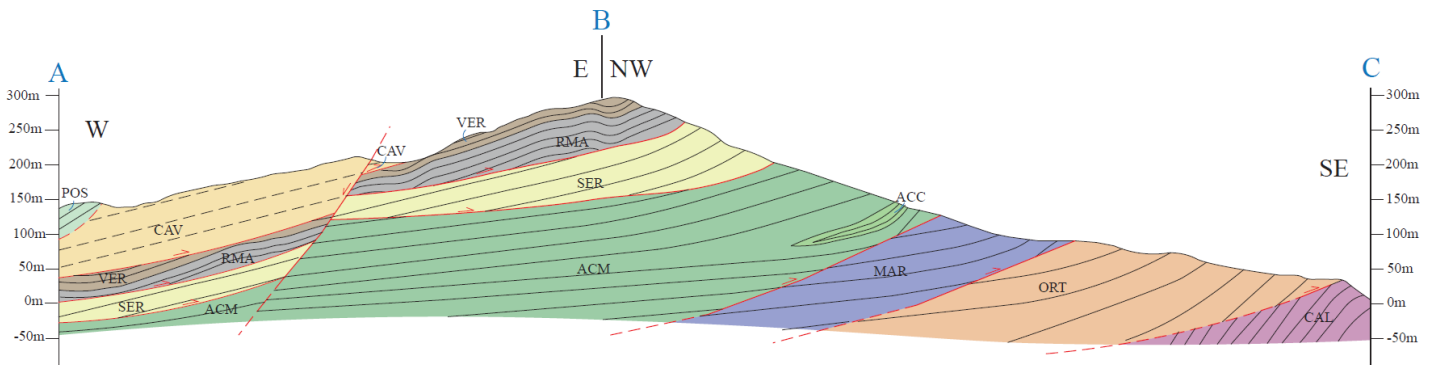
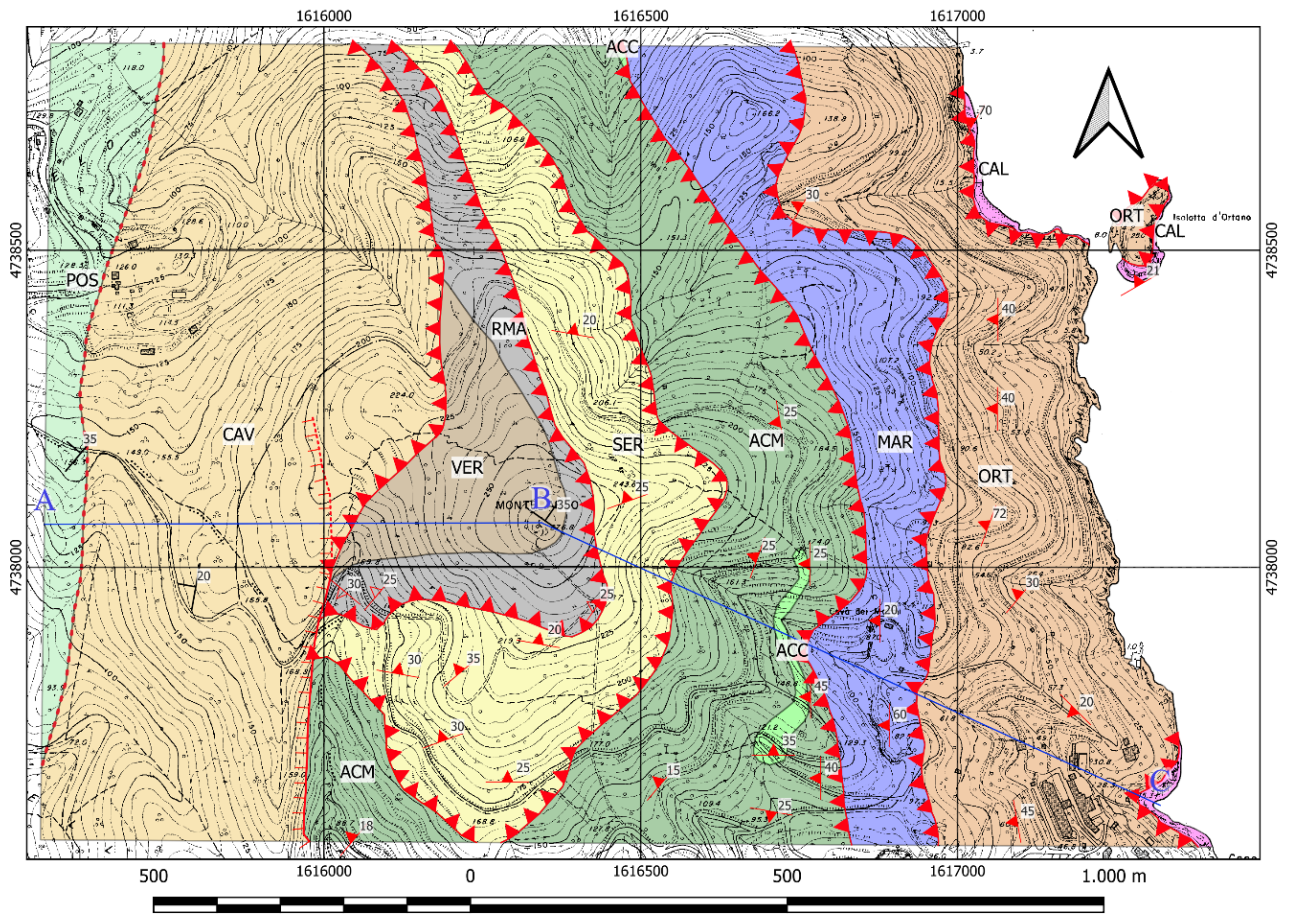


Figura 9: Carta Geologica e sezione Geologica di accompagnamento

LEGENDA: POS: Calcari e Marne a Poseidonia Alpina; CAV: Calcare Cavernoso; VER: Verrucano; RMA: Unità di Rio Marina; SER: Serpentinii; ACM: Scisti Maculati; ACC: Calcescisti; MAR: Marmi di Ortano; ORT: Complesso di Ortano, CAL: unità Monte Calamita

4.1: LITOSTRATIGRAFIA

È stato possibile riconoscere l'intero complesso superiore e l'intero complesso inferiore, con le successioni a tetto a W e quelle a letto a E, intercalati dalla presenza di serpentiniti. Da letto a tetto, sono:

- *Unità Monte Calamita (CAL)*: L'unità è stata osservata solo in 3 posizioni della mappa: a NE, a SE e sull'isolotto di Ortano. Anche per questa unità è stata osservata una immersione verso NW, con una inclinazione delle giaciture molto elevate vicino al contatto a tetto che diminuiscono di pendenza allontanandosi da questo
- *Complesso di Ortano (ORT)*: l'affioramento occupa la maggior parte della linea di costa. Gli affioramenti si presentano con una inclinazione variabile medio/alta, con immersione compresa tra i 30 e i 70 gradi. L'immersione, come le unità precedenti, è verso W-NW
- *Marmi di Ortano (MAR)*: affioranti da nord a sud dell'areale di studio, si presentano con affioramenti con immersione verso W ad inclinazione variabile
- *Acquadolce*, nelle sue formazioni di:
 - *Calcescisti (ACC)*: affioranti nella parte basale dell'unità Acquadolce, sono stati osservati come una lente all'interno degli scisti maculati
 - *Scisti Maculati (ACM)*: a letto delle serpentiniti, è quella a tetto del complesso inferiore. Si presenta con una inclinazione generale blanda, tra i 15° e i 25° con generale immersione verso W-NW, con un aumento della inclinazione in prossimità del contatto tettonico a letto
- *Serpentiniti (SER)*: L'unità occupa buon parte degli affioramenti attorno alla cima del Monte Arco. Numerosi stop e misure hanno permesso di determinare una vergenza generale dell'unità verso N-NW, con una inclinazione variabile tra i 20 e i 40°. Le misure fatte in campagna sono state plottate su uno stereonet, il quale ha permesso di individuare una giacitura media di 349°/25° (*figura 10*)
- *Unità di Rio Marina (RMA)*: L'unità è stata osservata, oltre che a letto del Verrucano, direttamente in contatto con il Calcare Cavernoso. È stata osservata una generale inclinazione verso NW, con variazioni locali in prossimità dei contatti tettonici con altre unità. Tra questa unità e il Verrucano è stata osservata una continuità stratigrafica.

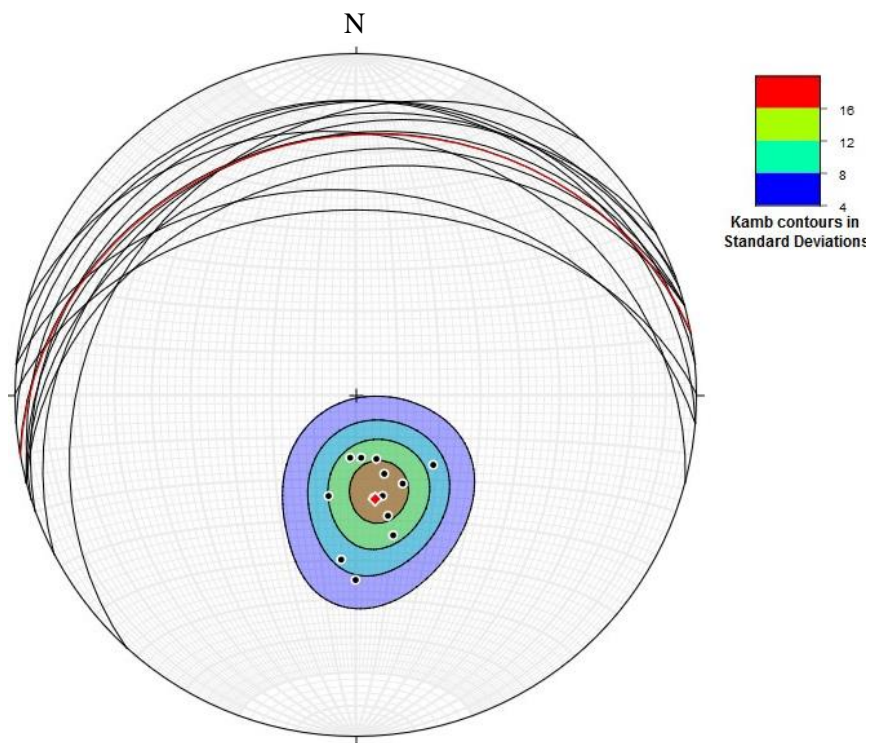


Figura 10: Stereonet degli affioramenti di Serpentiniti. in rosso: polo e piano medi

- *Verrucano (VER)*: L'unità è stata osservata in cima al monte Arco (Figura 11), la scarsa qualità degli affioramenti non ha permesso di osservarla in altre zone in maniera diretta. È stata presa una giacitura, con immersione verso N-NE e inclinazione di 35°.



Figura 11: Affioramento di Verrucano, con immersione verso N-NE.

- *Calccare Cavernoso (CAV)*: l'unità occupa circa un quarto della zona rilevata. Si presenta in forma tipicamente massiva, ma con una occasionale immersione blanda verso W, osservabile presso un solo affioramento (*Figura 12*). Si presenta con uno spessore stimato di circa 200m.



Figura 12: affioramento di calcare Cavernoso dove si evidenzia una debole stratificazione dovuta all'intercalazione all'interno della formazione di strati arenacei.

- *Calcari e Marne a Poseidonia Alpina (POS)*: affiorante solo nella zona più occidentale della carta, si presenta con immersione generale verso E-NE, con inclinazione attorno ai 30-40 gradi. Durante il rilevamento è stato possibile riconoscere solo un affioramento di questa unità.

4.2: STRUTTURE TETTONICHE

La successione litostratigrafica è complicata dall'interazione di vari sovrascorrimenti e faglie normali che interessano l'intero areale. Durante la fase di rilevamento non è stato possibile osservare direttamente alcuni contatti per via della scarsa quantità e qualità degli affioramenti. Di conseguenza si è deciso di lavorare e utilizzare i dati raccolti da colleghi di altri gruppi che sono riusciti ad osservare il contatto tra due unità in affioramento. Grazie quindi al lavoro congiunto di tutti i gruppi è stato possibile determinare la presenza varie faglie come contatti tra le diverse unità litostratigrafiche. I limiti rappresentati in carta sono frutto di queste osservazioni e del lavoro sulla sezione.

Alla luce delle osservazioni sul campo è stato possibile determinare la presenza nell'areale sia di faglie inverse che normali. I sovrascorrimenti, le strutture più numerose, fungono da contatto tettonico per la maggior parte delle unità presenti in carta. Sono tutte caratterizzate da bassa inclinazione, tipicamente circa $20^{\circ}/25^{\circ}$, con top to E (*Figura 13*).

È stata individuata una faglia normale ad alto angolo all'interno dell'areale. Questa taglia vari sovrascorrimenti, con un rigetto stimato di circa 50m.



Figura 12: Contatto tra il Complesso di ortano e l'unità del Monte Calamita osservato a NE. È un esempio di come i sovrascorrimenti presenti in carta possano fungere da contatto tra due unità.

5: DISCUSSIONE E CONCLUSIONE

Il rilevamento geologico a scala 1:5000 dell'area di monte arco ha contribuito ad evidenziare la complessa natura tettonico stratigrafica che contraddistingue l'isola d'Elba. Durante il rilevamento è stato possibile confermare ciò che stato introdotto nel capitolo di inquadramento geologico. In particolare, dal punto di vista tettono strutturale, le osservazioni hanno permesso di comprovare una fase di stress compressivi seguiti da una fase di spinte estensionali. La faglia normale, infatti, tagliando tutti i sovrascorrimenti, si dimostra essere successiva a questi. È quindi concorde con la teoria di un regime di stress compressivo, legato allo scontro tra il blocco sardo-corso e Adria, seguito dalla fase di apertura Tirrenica, caratterizzata da sforzi estensionali.

È stata inoltre osservata in tutto l'areale di studio la vergenza monoclinale delle strutture di sovrascorrimento: il rilevamento ha messo in luce come la maggioranza delle unità e giaciture prese abbia immersione verso W-NW, tutte nella stessa direzione. L'unica eccezione è quella delle strutture che interessano l'unità del Serpentino, di cui lo stereonet mostrato nella Fig.10 dimostra una immersione verso N. Questo potrebbe essere associato al fatto che la falda serpentinitica chiude nell'areale di studio e, nota la natura con cui si è messa in posto, essendo una unità che a livello di colonna stratigrafica dovrebbe trovarsi più in alto, potrebbe essersi messa in posto in un regime di sforzo massimo N-S, differente da quello W/NW-E/SE che sembra caratterizzare le altre unità osservate.

Il contatto tra i calcari e marne a posidonia alpina e il calcare cavernoso non è stato individuato durante la fase di rilevamento. La scarsa quantità di affioramenti presenti per la prima e la natura principalmente massiva del calcare cavernoso non hanno permesso la determinazione della natura del limite. Si è quindi deciso di attribuirgli un limite tettonico di cinematica sconosciuta, per via dell'importante hiatus sedimentario che ne risulterebbe.

La faglia di monte Arco- Capo Norsis non è stata osservata all'interno dell'areale. Questa dovrebbe trovarsi all'interno della unità serpentinitica. Questo fattore, e la sua eventuale geometria all'interno dell'area richiederebbe ulteriore approfondimento.

BIBLIOGRAFIA

Bortolotti V., Fazzuoli M., Pandeli E., Principi G., Babbini A. & Corti S., 2001 - *Geology of central and eastern Elba Island, Italy*, *Ofioliti*, 97-150

Bosellini A., 2005 - *Storia Geologica d'Italia*, Zanichelli, 64-66

Collettini C. & Holdsworth R.E., 2004 - *Fault zone weakening and character of slip along low-angle normal faults: insights from the Zuccale fault, Elba, Italy*, *Journal of the Geological Society* 161, 1039-1051

Dini A., Innocenti F., Rocchi, S., Tonarini S., & Westerman D., 2002- *The magmatic evolution of the late Miocene laccolith–pluton–dyke granitic complex of Elba Island, Italy*. *Geological Magazine* 139(3), 257-279.

Trevisan L., 1951. *La 55a Riunione Estiva della Società Geologica Italiana. Isola d'Elba, Settembre 1951*. *Boll. Soc. Geol. It.* 70 (1953), 435-472.