

Giuseppe Quaglino

BESSA: UN GIACIMENTO POLIMETALLICO.

**UNA ANTICA COLLABORAZIONE MINERARIA TRA
BIELLESE E CANAVESE PER LA PRODUZIONE DI
IMPORTANTI MATERIE PRIME.**

2023

**FIG. N.0: LUNGO
IL "CIAPEI
PARFUNDA"**

1 - PRAFAZIONE.

L'Autore sottopone a una attenta analisi la veridicit  delle conoscenze su quello che da molti   conosciuto come il grande giacimento aurifero della Bessa ampiamente sfruttato ancora prima dei Romani.

La lunga esperienza come geologo, unita alla ricerca su fonti bibliografiche e grazie a numerosi viaggi in diverse regioni del Mondo con specifici siti di interesse geominerario e glaciologico , consentono all'Autore di mettere in evidenza come molte conoscenze che paiono acquisite e localmente profondamente radicate siano in realt  solo ipotesi, che i vari studiosi della Bessa si sono limitati a ripetere riprendendole da scritti precedenti.

L'Autore, con una approfondita analisi della complessa fenomenologia fluvioglaciale che ha portato, assieme a notevoli interventi antropici, alla attuale morfologia della Bessa, dimostra in particolare la debole consistenza di due vecchie e ipotesi che si rafforzavano reciprocamente:

la prima, la realizzazione da parte dei Romani di imponenti opere di canalizzazione, lunghe molte decine di chilometri su percorsi molto difficili per portare in Bessa l'indispensabile acqua di lavaggio pur essendone molto ricca grazie a condizioni idrogeologiche nettamente diverse dalle attuali; la seconda, la massiccia movimentazione di milioni di ciottoli, anche con criteri poco razionali, per "Estrarre" la sabbia aurifera .

Anche questo   uno dei casi in cui gli scrittori hanno lasciato ampio spazio alla fantasia, senza approfondire ulteriormente le ricerche archeologiche e geologiche a suo tempo eseguite.

Non sussistono infatti nella Bessa situazioni geomorfologiche, sedimentologiche ed analisi chimico-statistiche che suggeriscano una presenza di oro in concentrazioni superiori a quelle dei torrenti Dora Baltea, Cervo, Elvo ed Olobbia. Inoltre nei loro alvei non vi era logicamente la necessit  di convogliare acqua da grandi distanze, n  di separare la sabbia aurifera dalla enorme quantit  di ciottoli di grandi dimensioni.

E allora perch    stato fatto questo immane lavoro? L'Autore avanza una nuova ipotesi, cio  che i Romani abbiano si cercato l'oro nei sedimenti sabbiosi presenti nel complesso fluvioglaciale della Bessa, utilizzando per il lavaggio l'acqua

allora localmente disponibile in grande quantità, ma anche sfruttato una seconda materia prima ampiamente presente in Bessa sino a pochi decenni fa e particolarmente apprezzata dai Romani.

E' una ipotesi suggestiva e plausibile sotto l'aspetto geologico-applicativo che potrebbe servire da spunto per future indagini storico – archeologiche sulla Bessa.

Antonio Della Giusta

Professore Ordinario di Mineralogia dell'Università di Padova

L'AUTORE

Giuseppe Quaglino: laureato in Scienze Geologiche nel 1971 presso l'Università di Genova discutendo la tesi in Idrogeologia Applicata *“Approvvigionamento idrico della Città di Biella e suoi problemi geologici”* (Relatore Ing. Geol. Floriano Calvino, Ingegnere minerario ed idraulico, ordinario di Geologia Applicata presso l'Università di Genova) e la sottotesi in Mineralogia Archeologica *“ Determinazione della miniera di provenienza del minerale utilizzato per un'armilla romana”* (Relatore Archeologo Prof. Tiziano Mannoni Docente di Giacimenti Minerari e Archeometria presso Università di Genova). Per tre anni consulente della Ditta Idromin s.r.l. (Ricerche idriche e minerarie) di Milano, libero professionista in Geologia Applicata, Geotecnica e Idrogeologia e ricerche idriche dall'anno 1975. Viaggi di studio e ricerca in morfologia glaciale, vulcanica e giacimenti minerari sulle Ande Cilene , Boliviane, Peruviane, Patagonia e Terra del Fuoco, Costa Rica, Perù, Ecuador, isole Galapagos, Hawaii (*Mauna Loa-Mauna Kea*), Islanda, Svezia, Norvegia, , Tanzania, Kenia, Madagascar, Isole Salomone, Indonesia, Irian Ja-Ja, Nuova Guinea, Nuova Zelanda, Polinesia Francese, Vanuatu, Maldive, Seichelles e aree desertiche della California (*Death Valley*), Senegal, Mali, Tunisia, Libia, Niger, Egitto, Namibia, Australia.

Il contenuto della ricerca è di proprietà dell'Autore che se ne riserva tutti i diritti. Chi volesse può divulgare liberamente il testo citando l'autore.



“Che una tesi sia contraria all'opinione di molti, non m'importa affatto, purché corrisponda alla esperienza e alla ragione”.

Galileo Galilei

“La conoscenza della realtà ha origine dall'esperienza”

Albert Einstein

2 - PREMESSA.

Sicuramente se nella Bessa non fossero presenti i grandiosi accatastamenti di ciottoli dimensionalmente alquanto omogenei e decimetrici nessuno se ne sarebbe interessato e nessuno, compreso il sottoscritto, avrebbe elaborato alcuna teoria che dimostrasse o meno la presenza di uno sfruttamento minerario con grande potenzialità occupazionale. In definitiva è solo e solamente la presenza dei ciottoli che ha indotto molte persone a studiare la Bessa e ad elaborare teorie sulla sua evoluzione storica e morfologica.

Ma la maggior parte di questi studi mi è sembrato che abbia solo e precipuamente una matrice storica e poco geomorfologica, geomineraria, idraulica, idrogeologica ed in generale geologico applicativa; in un convegno tenutosi a Vercelli il 3 Novembre 1979 per iniziativa della Regione Piemonte, della Provincia di Vercelli, dell'Assessorato alla Cultura del Comune di Vercelli e del Gruppo Archeologico Vercellese, in previsione dell'istituzione del Parco della Bessa il Prof. Franco Carraro, Docente dell'Istituto di Geologia dell'Università di Torino, diceva (*Riporto da "LA BESSA documentazione sulle aurifodine romane nel territorio biellese" – Giacomo Calleri . Città di Biella 1985*):

«Ci sono due aspetti geologici che riguardano il problema della Bessa. Uno è quello geologico applicativo: la coltivazione di un "placer" come quello della Bessa è un problema squisitamente geologico applicativo, quindi questo è l'aspetto più evidente, che colpisce tutti, quello che tutti gli archeologi preistorici che si sono occupati della Bessa hanno cercato di affrontare e di risolvere.

Ho la sensazione che nelle diverse interpretazioni che ho letto o che ho sentito esporre circa le varie maniere di coltivazione dell'oro nella Bessa siano state interpretate come prodotto dell'attività umana, delle forme di paesaggio che, a mio avviso sono, viceversa delle forme assolutamente naturali.

Credo che avere davanti agli occhi una carta a due colori in cui, ad esempio, in nero si rappresentino le forme ed i depositi di origine naturale e in rosso, per dire due colori, quelle di origine antropica significherebbe disporre degli strumenti per impostare il problema in maniera corretta.

Penso che qualsiasi tipo di analisi archeologica della Bessa, senza tener conto di quest'aspetto non sia corretta».

Ed il Calleri aggiunge: “ *E’ vero che il territorio della Bessa appare interamente rimaneggiato – come d’altronde si constata percorrendolo in ogni senso – ma di certo vi è ancora molto da chiarire specie dal punto di vista geologico e sarà indispensabile l’intervento specialistico del Geologo per poter capire le tecniche di escavazione qui applicate in base alla natura dell’ambiente che hanno portato all’attuale morfologia del territorio*”.

In definitiva anche nella pregevole opera del Calleri si nota un eccessivo e preminente interesse storico ed anche etimologico per spiegare, ad esempio, l’origine delle parole “*Bessa*” e “*Vittimul*” tralasciando, purtroppo, l’essenziale e più importante aspetto geologico che ha, come preminente scopo, quello di coltivare “*facilmente*” ed “*economicamente*” un “*placer*” minerario; la dotta pubblicazione del Calleri, di circa 200 pagine, dedica solamente 10 pagine all’aspetto tecnico-minerario ovvero il Cap. 5 “*L’estrazione dell’oro: cumuli e canali*” ed il Cap. 7 “*Strutture murarie e insediamenti, pozzi aerei e massi erratici*”. Nel libro vengono enumerati tutti gli Studiosi che hanno fornito le loro spiegazioni elaborando e rielaborando le semplici e poco esaustive indicazioni di Strabone e Plinio; il Geografo Greco e lo Scrittore Romano vivevano in un periodo della storia umana dove le conoscenze scientifiche erano pressoché nulle, la scoperta di un minerale e la sua utilità erano accadimenti casuali ed il suo sfruttamento e la sua concentrazione assumevano una connotazione alchemica e divinatoria pur arrivando a risultati eccellenti proprio in rapporto alle limitate conoscenze del periodo storico. Leggendo le ultime pubblicazioni relative alla Bessa noto che i vari Studiosi dicono e confermano quello che precedenti studiosi hanno già detto e confermato, cose che personalmente non hanno dato risposte esaustive a diverse domande e dubbi che la mia quarantennale professione di Geologo ha fatto sorgere in me, dubbi sorti anche dalla mia lunga frequentazione della Bessa quando da bambino seguivo gli Zii che si recavano in tale area per pascolare e tagliare il fieno su appezzamenti di terreno che qualcuno prima di loro, con immane fatica, aveva ricavato spostando migliaia di pietre. Prima di fare un’analisi critica sulla presenza di una coltivazione aurifera nel territorio delle Bessa esaminerò la genesi dei ciottoli che dal punto di vista geomorfologico la caratterizzano e suscitano curiosità ed interesse. Scrivendo ciò che segue ho cercato di dare una risposta

ai dubbi sorti in me; non so se ci sono riuscito ma comunque ci ho provato anche se qualcuno vedrà minacciate dalle nuove ipotesi vecchie certezze.

3 - GENESI DEI CIOTTOLI E MORFOLOGIA DELLA BESSA.

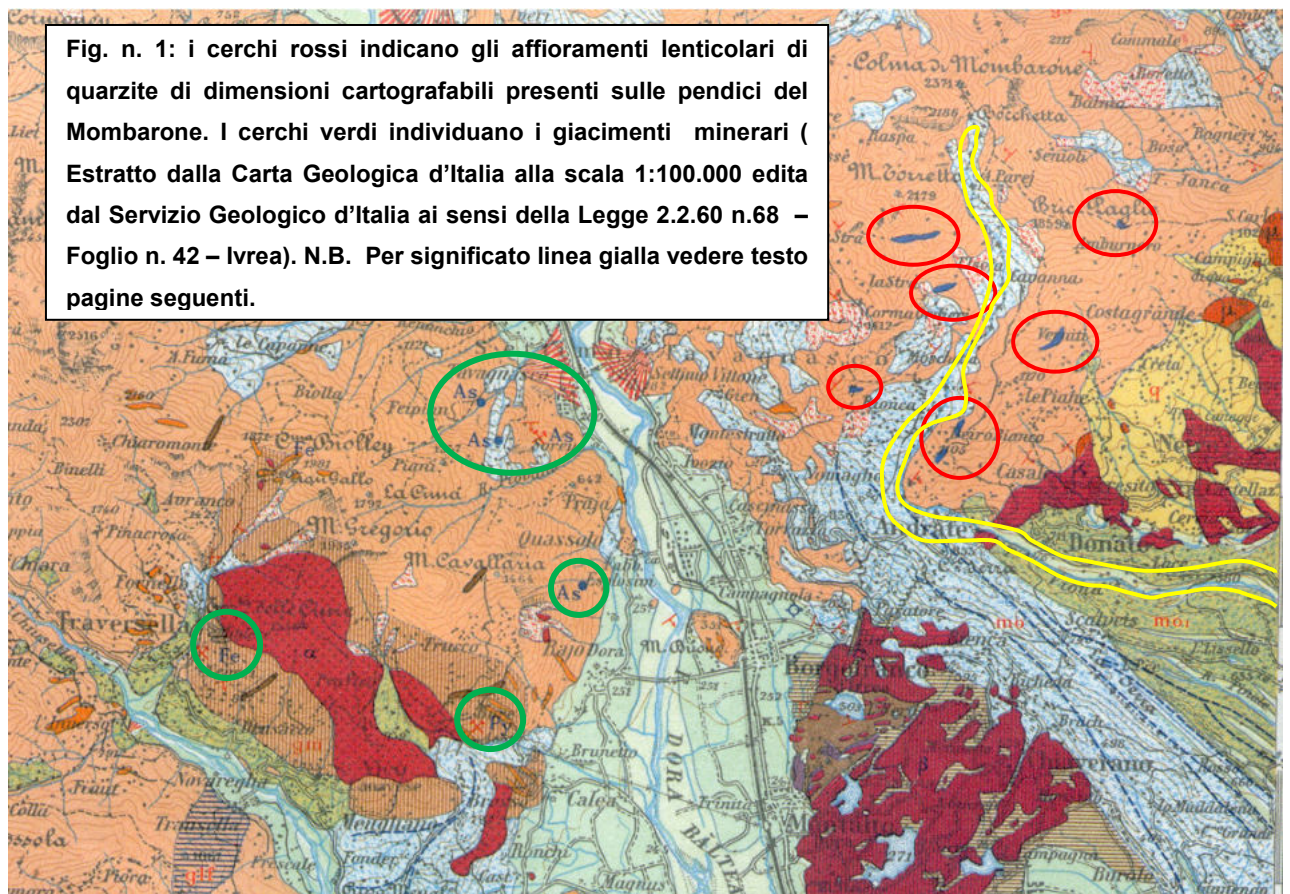
E' ben noto come i ciottoli abbiano un' origine fluviale o meglio torrentizia; il continuo rotolamento secondo un unico verso entro l'acqua e la natura litologica del clasto roccioso e anche la sua struttura formazionale ne determinano la forma che può essere sub sferica e/o elissoidica; questo naturale processo erosivo del clasto lapideo avviene abbastanza rapidamente dopo un percorso minimo di circa quattro o cinque chilometri entro il letto del torrente. Tale percorso minimo è stato verificato sperimentalmente, la velocità del flusso idrico è anch'essa determinante per la "*Buona riuscita*" di un ciottolo.

Percorrendo la valle del Torrente Viona possiamo notare che analoghi accatastamenti di ciottoli sono presenti sulla sponda sinistra a circa novecento metri a monte della Frazione Vignazze; purtroppo i notevoli riporti di materiale di scavo eseguiti negli anni sessanta a seguito della costruzione della S.S. 419 che unisce Mongrando a Borgofranco d'Ivrea hanno quasi sicuramente ricoperto altri accatastamenti ciottolosi.

Una fondamentale caratteristica dei ciottoli della Bessa, che ci può aiutare a capire la sua trasformazione antropica, era una loro tipologia mineralogica ora poco visibile; migliaia di ciottoli di bianca quarzite ricoprivano la Bessa prima che una fonderia di alluminio di Borgofranco d'Ivrea e una di Quincinetto in provincia di Torino ne causarono la quasi completa asportazione superficiale tra gli anni cinquanta e sessanta del secolo scorso, il minerale quarzoso veniva utilizzato come scorificante per l'allontanamento delle scorie di fusione, inoltre aziende lombarde lo utilizzarono per la produzione di mega cristalli di silicio per la nascente industria elettronica. Da bambino mi ricordo che molti turisti si facevano accompagnare dagli abitanti della zona a vedere le caratteristiche "*Pietre Bianche*". Nel giro di pochi anni tale curiosità geologica è quasi totalmente scomparsa privando la Bessa di una sua caratteristica naturale decisamente insolita, rimangono milioni di ciottoli che ad una rapida osservazione sembrano tutti uguali e monotoni ma se si è guidati da un occhio esperto possiamo notare come sotto ad un uniforme colore grigiastro si

celano diverse tipologie rocciose ognuna delle quali con un proprio significato geologico che ci racconta la genesi delle Alpi.

L'origine delle caratteristiche "*Pietre Bianche*" va ricercata non solamente nei giacimenti presenti nella Valle d'Aosta ma anche in siti molto più vicini alla Bessa ossia sul versante del Mombarone e del monte Torretta (V. Fig.1); lungo le pendici di tali monti sono presenti diversi affioramenti lenticolari di metamorfica quarzite alcuni dei quali sono stati sfruttati sino a pochi decenni fa. Lungo la strada che porta da Borgofranco d'Ivrea a Nomaglio è presente una vecchia cava in galleria che ha portato alla formazione di una caratteristica "caverna" sostenuta da un enorme pilastro di quarzite alto circa una decina di metri, a monte di tale caverna è presente un laghetto formatosi anch'esso per estrazione di un filone quarzítico, inoltre sul versante roccioso sovrastante l'abitato di Borgofranco d'Ivrea, ove sono presenti i famosi Balmetti, è ancora possibile vedere un residuo di un antico affioramento.



Esaminando la vecchia cartografia del I.G.M. in scala 1:25.000 (*levata del 1882 con correzioni dell'Agosto 1903*) della valle della Viona possiamo verificare che in alcuni punti la sua sezione, ove questa non è stata eccessivamente modificata da dissesti gravitativi e naturale evoluzione morfologica dei versanti da parte dell'acqua, si presenta con "relitti" di una caratteristica forma ad **U** (*Figg. 2-3*) ; tale forma, unitamente ad un suo andamento piuttosto rettilineo, fa ragionevolmente ipotizzare la formazione glaciale per il passaggio di un "lobo glaciale secondario" dell'enorme ghiacciaio balteo che ritirandosi ha dato origine ad uno impetuoso torrente glaciale (*scaricatore glaciale*). Un'altra possibilità è l'esistenza di un piccolo ghiacciaio locale più recente, indipendente dal grande ghiacciaio balteo, che discendendo dal Mombarone e Monte Torretta venne deviato verso Sud Est "incanalandosi" tra la morena del Borgo San Lorenzo e la morena Bornasco – Vermogno; la presenza di una vasta copertura morenica sulle pendici dei suddetti rilievi ne potrebbe dimostrare l'esistenza (*V. andamento approssimativo della curva gialla in Fig. n.1*).

La notevole dimensione dei ciottoli che caratterizzano sia gli affioramenti della Bessa sia quelli visibili lungo la sponda sinistra del torrente Viona dimostrano che la velocità del flusso del torrente glaciale doveva esser elevata e decisamente superiore a 4 m/s (*V. Figg. Nn.4-5-6*) . Quando un flusso idrico scorre a tale velocità su un deposito detritico eterogeneo come quello morenico tutte le granulometrie fini e quelle più grossolane sino alle ghiaie vengono trascinate via e nell'alveo rimangono rappresentate quasi esclusivamente le granulometrie ciottolose.

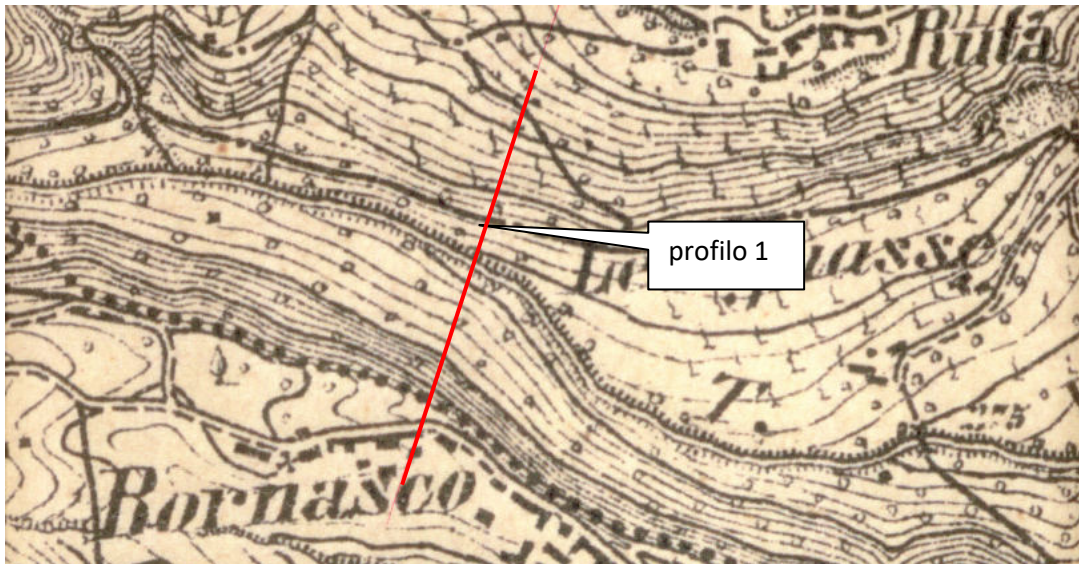


Fig. n.2

Dai tipi dell'ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE – autorizzazione n. 6805 del 10-11-2014.



Figure nn. 2-3 : profili rappresentativi della valle del Torrente Viona. Seguendo la linea rossa possiamo notare come in alcuni tratti l'acclività del versante aumenta con l'aumentare della quota : caratteristica morfologica della classica valle di origine glaciale. (Da I.G.M.I. Foglio n. 43 BIELLA – Levata del 1882 corretta nell'Agosto 1903-

Dai tipi dell'ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE – autorizzazione n. 6805 del 10-11-2014



Fig. n.4: imponente selezione gravitativa sul Torrente Viona a seguito di un catastrofico evento pluviometrico del mese di Aprile 2013 limitato solo al bacino del Viona. Massi con diametro di circa un metro sono stati trasportati e accatastati in poche ore.

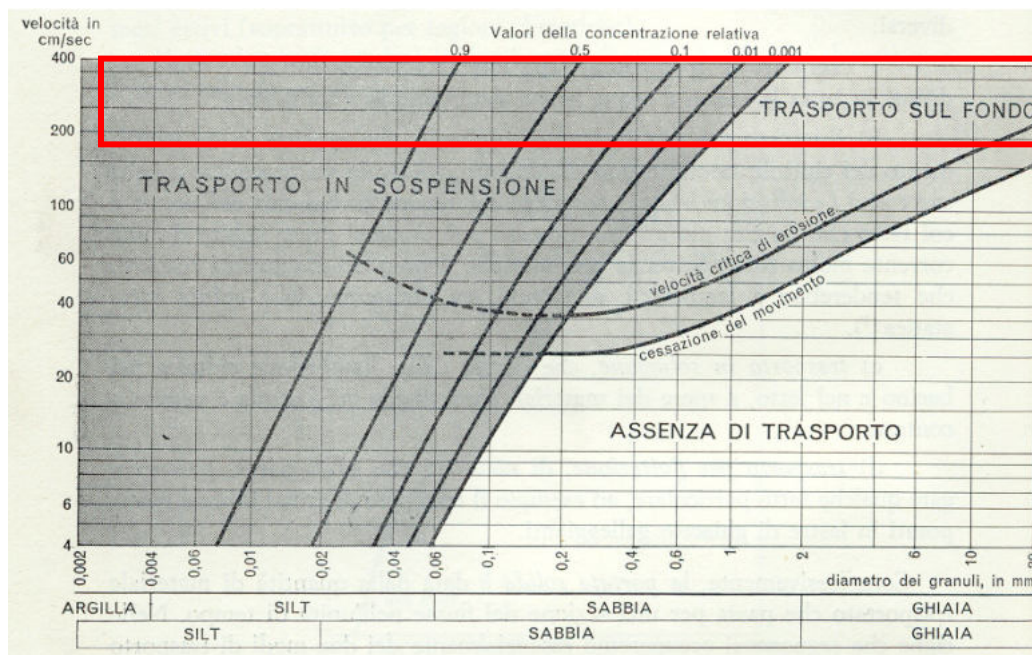


Fig. n. 5: Tale grafico (Da "Geomorfologia" – G.B. Castiglioni – UTET) evidenzia che con una velocità superiori a 4 m/s tutte le granulometrie fini vengono trasportate in sospensione mentre le ghiaie con dimensioni centimetriche iniziano a rotolare sul fondo, con velocità maggiori anche queste verranno portate in sospensione e quindi allontanate e sul fondo rotoleranno unicamente i ciottoli decimetrici (V. foto precedente e successiva).

Nella successiva Fig. n. 6 è riportata la “Curva di Hjulström” pressoché analoga alla precedente ma con un maggiore intervallo dimensionale, si può notare come massi con il diametro di circa 250 mm (*diametro frequente dei ciottoli della Bessa sul lato Nord Orientale*) possono venire trasportati con velocità superiore al metro al secondo; dopo la deposizione possono subire una erosione e quindi un successivo trasporto con una velocità superiore a 5 m/s.

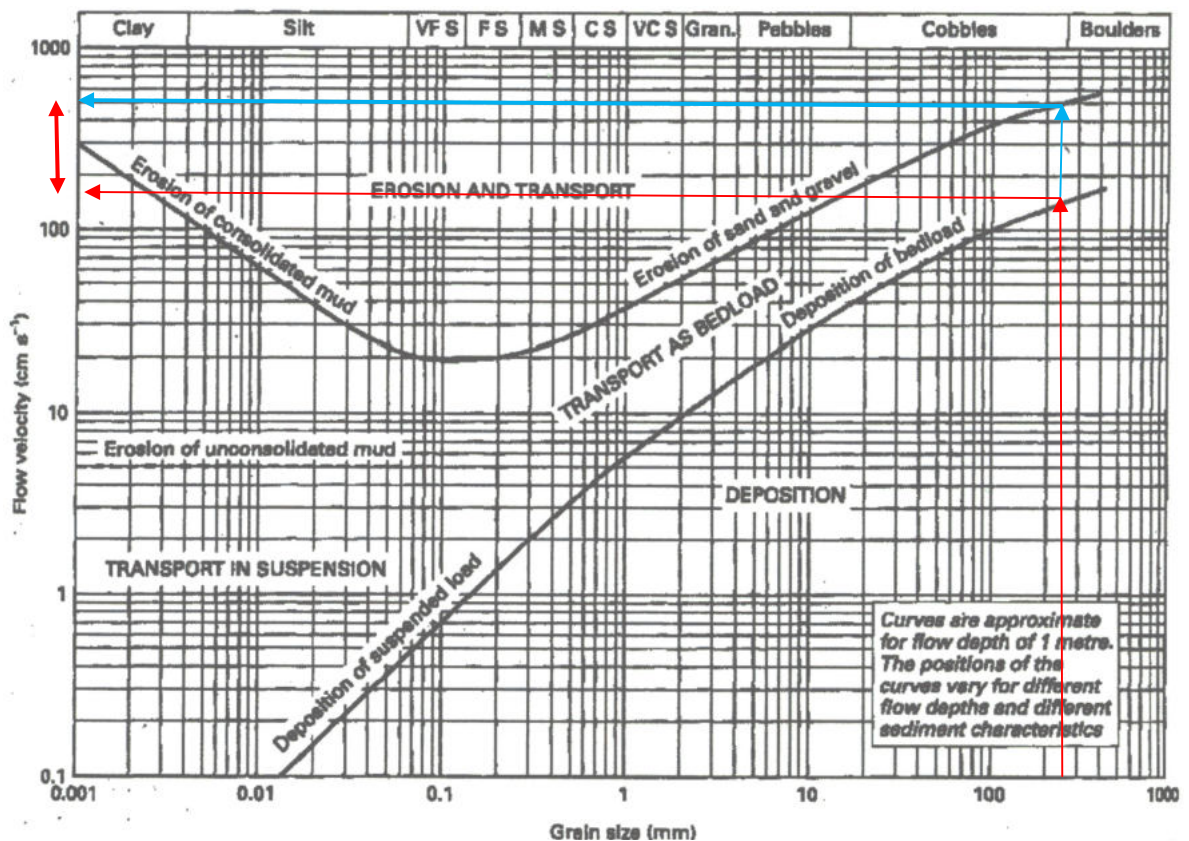


Fig. n. 6: Curva di Hjulström .

Da quanto precede è facilmente ipotizzabile come l'acqua, fluente dal fronte di un potente scaricatore glaciale (o da un ghiacciaio secondario) e avente una elevata velocità di flusso unitamente ad una notevole portata, impostato ove ora è presente il Torrente Viona, possa aver portato alla formazione di una immane quantità di sedimenti ciottolosi pressoché monometrici che ritroviamo in Bessa e lungo la Valle della Viona.

Per avere un'idea di quanto è potuto accadere basta guardare, oltre alla foto precedente, i sedimenti presenti nell'alveo del Torrente Cervo a valle del Ponte della Maddalena a Biella Chiavazza: la maggior parte delle granulometrie sono

ascrivibili a ciottoli con dimensioni quasi totalmente decimetriche, le granulometrie fini ascrivibili alla sabbia e ghiaia sono decisamente secondarie e superficialmente quasi assenti.

E' sicuramente evidente che il torrente glaciale che fluiva dalla base del lobo del ghiacciaio balteo doveva avere una portata decisamente superiore a quella di massima piena del Cervo se si pensa che a monte era presente una massa di ghiaccio spessa centinaia di metri.

Molti frequentatori della Bessa pensano che i ciottoli si siano formati a seguito del lavaggio della sabbia aurifera (*“ E' noto come la fisionomia della Bessa sia prevalentemente caratterizzata da ammassi di ciottoli prodotti dalla coltivazione del giacimento aurifero” – da “BESSA” di Alberto Vaudagna, testo parziale a cura di Adriano Soldano pag. 15*) , ma il semplice lavaggio antropico del deposito alluvionale non li ha potuti generare per i seguenti motivi:

- si è sperimentalmente determinato che conci lapidei di dimensioni decimetriche e litologicamente costituiti da rocce ignee, quindi molto tenaci, necessitano di un trasporto torrentizio di almeno 4 /5 chilometri per assumere la conformazione ciottolosa .
- La velocità del flusso idrico deve essere mediamente di 4 m/s per avere il trasporto di ciottoli decimetrici.

Per tali motivi poiché si sostiene che gli eventuali canali di lavaggio seguivano un percorso approssimativamente perpendicolare all'asse maggiore della Bessa e poiché questa presenta una larghezza massima di poco superiore a due chilometri è evidente che l'eventuale lunghezza dei canali di lavaggio (Arrugie) erano nettamente inferiori al percorso minimo di 4/5 km (V. Fig. n.7). Inoltre poiché la velocità di trasporto per ciottoli di tali dimensioni deve essere elevata questa avrebbe quasi sicuramente distrutto quei canali che si sostiene debbano essere stati costruiti per il lavaggio della sabbia aurifera.



Fig. n. 7 : CARTA RETE IDRICA (modificata da "BESSA" di Alberto Vaudagna -Ed. Leone Griffa Pag. 60). La linea azzurra indica il supposto percorso della canalizzazione principale derivante dal Torrente Viona mentre le linee verdi indicano le possibili "Arruggie" utilizzate per il lavaggio della sabbia aurifera, è evidente che la loro lunghezza risulta nettamente inferiore alla lunghezza minima necessaria per la formazione dei ciottoli.

Una curiosità.

Ma i ciottoli della Bessa, grazie alla loro forma, ci permettono di avere un'idea, anche se approssimata, del percorso che hanno fatto; un lungo percorso tormentato fatto di urti violenti ed erosioni da parte della componente sabbiosa prevalentemente quarzosa. Per capire questo travagliato percorso ci viene in aiuto quella che in geologia applicata viene definita la "*Morfometria*" ovvero la misura di alcune dimensioni del ciottolo che permettono di calcolare l' "*indice di smussamento*" (I) definito matematicamente dalla seguente equazione

$$I = (2r / L) \times 1000$$

Nella quale L rappresenta la lunghezza massima del ciottolo e r rappresenta il raggio del cerchio che si adatta al contorno del ciottolo nel punto di massima curvatura. Dal valore dell'indice di smussamento tramite il grafico della seguente figura si può avere un'idea della lunghezza del percorso dalla "Sorgente" del ciottolo ossia da quando il concio lapideo informe e spigoloso è stato "catturato" dalla corrente torrentizia. A titolo puramente indicativo si sono presi in considerazione otto ciottoli di quarzite della Bessa e per essi si è calcolato l'indice di smussamento.

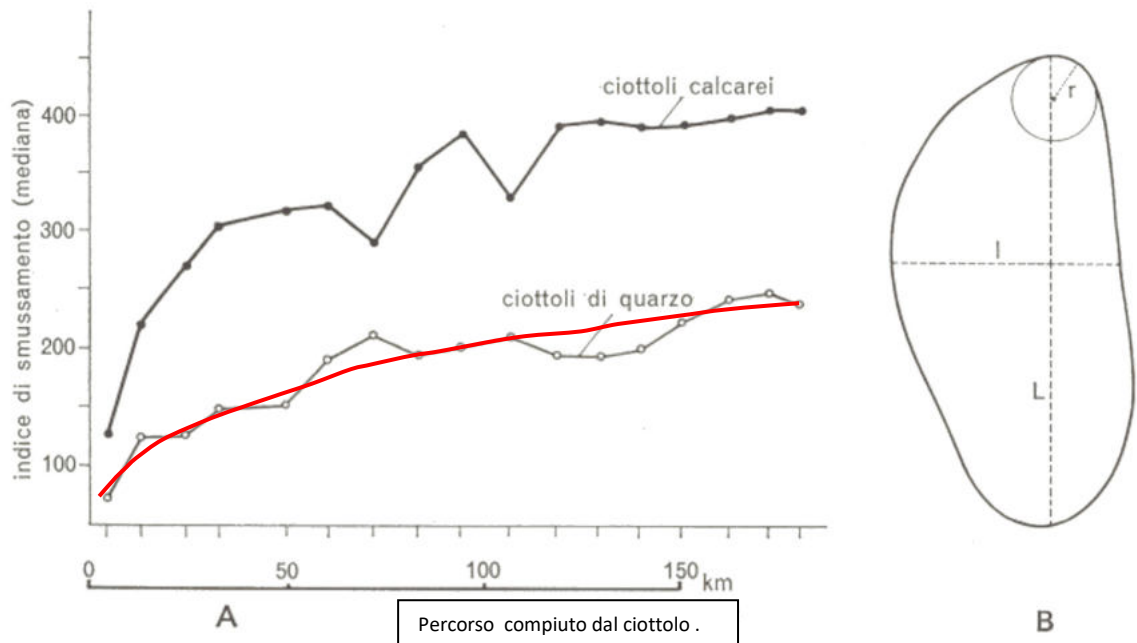


Fig. n.8: dimensioni rappresentative di un ciottolo e relazione tra Indice di smussamento e percorso dalla sorgente, la curva rossa è relativa a ciottoli di quarzite (da R. Dal Cin in “ Memorie Mus. Trident. Sc. Nat.-1967 citato in “Geomorfologia” di G.B. Castiglioni – UTET 1979)

Nella seguente Fig. n. 9 sono rappresentati gli otto ciottoli di quarzite presi a campione, i rispettivi indici di smussamento sono :

ciottolo A : I = 147 corrispondente ad un percorso di 30 ÷ 40 Km

ciottolo B : I = 150 corrispondente ad un percorso di 30 ÷ 40 Km

ciottolo C : I = 112 corrispondente ad un percorso di 20 ÷ 30 Km

ciottolo D : I = 192 corrispondente ad un percorso di 60 ÷ 70 Km

Si evidenzia che tali ciottoli di quarzite presentano ancora una chiara laminazione a seguito della loro genesi metamorfica infatti la sezione perpendicolare alla massima lunghezza L presenta una forma pseudo-rettangolare con nette superfici piane.

I seguenti ciottoli E-F-G-H presentano rispettivamente un indice di smussamento di 350-315- 363-359, valori pressoché simili e rappresentativi di un percorso superiore a 150 Km. Vi è inoltre da evidenziare che la sezione

perpendicolare alla massima lunghezza si presenta ellissoidica e non sono più evidenti le originarie tracce di laminazione da metamorfismo.



Fig. n. 9: ciottoli quarzitici significativi raccolti in Bessa.

I ciottoli A-B-C-D hanno con molta probabilità un'origine localizzabile sul Mombarone e Monte Torretta mentre gli altri ciottoli hanno un'origine molto più distante dalla Bessa. Si tenga conto che il percorso compiuto dai ciottoli è tortuoso e quindi può essere molto più lungo della lunghezza del torrente che lo ha trasportato. Un ipotetico percorso che parte dalle cave sul Mombarone (V. fig. n.1) sino al sito di raccolta dei presenti ciottoli è di circa 25 km (verificato su foto satellitare Google Earth)



Fig. 10: ipotetico percorso dei ciottoli di quarzite dagli affioramenti del Mombarone sino al sito di raccolta nei pressi di Vermogno; il percorso totale è compreso tra 25 e 30 km.

Ciottoli e matematica.

La curva che compare nella precedente Fig. 8 è rappresentata dalla seguente equazione:

$$Y = - 0,006 \cdot X^2 + 2 \cdot X + 60,15$$

Dalla quale conoscendo l'Indice di smussamento (Y) con semplici passaggi matematici si risale anche per via analitica alla lunghezza (X) dell'ipotetico percorso del ciottolo escludendo dal calcolo il valore maggiore in quanto rappresenta la parte discendente della curva assimilabile ad una parabola.

Ma la particolare morfologia "*ondeggiante*" della Bessa non può essere spiegata solamente con semplici impulsi stagionali della portata del torrente subglaciale, una forza ben più potente ha operato un successivo cambiamento. Un altro fenomeno naturale ha concorso a creare la morfologia della Bessa che molti appassionati Studiosi ritengono Unica; se pur in regressione il lobo glaciale che ha dato forma alla valle del Torrente Viona era soggetto a dei sensibili avanzamenti stagionali invernali che "*spingevano*" in avanti l'accatastamento di ciottoli precedentemente depositi frontalmente. Procedendo nella sua regressione il lobo glaciale, grazie all'azione del torrente glaciale, continuava nella sua deposizione della massa prevalentemente ciottolosa che, nel successivo avanzamento invernale veniva "*spinta e schiacciata*". Il "*prodotto morfologico finale*" di tale fenomeno viene chiamato in inglese "*Push Moraine*"; volendo tradurlo in Italiano lo potremmo chiamare "*Morena di spinta*". La spiegazione la lascio alle seguenti figure che meglio di un banale discorso illustrano e chiarificano questo importante e fondamentale processo morfologico che ha conformato il vasto territorio della Bessa.

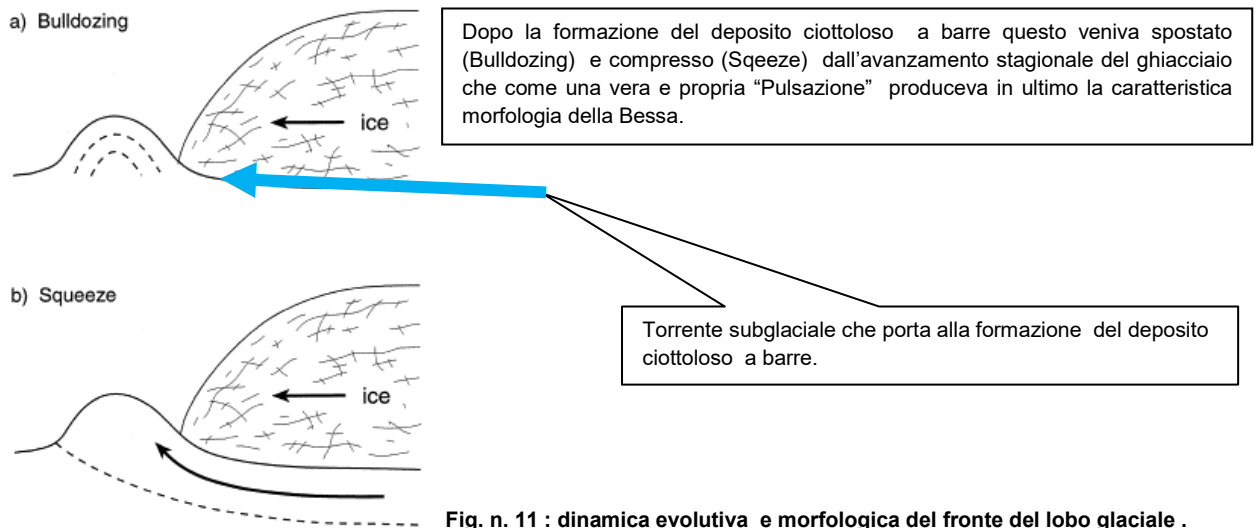


Fig. n. 11 : dinamica evolutiva e morfologica del fronte del lobo glaciale .
(Da Canadian Landform Inventory Project) .

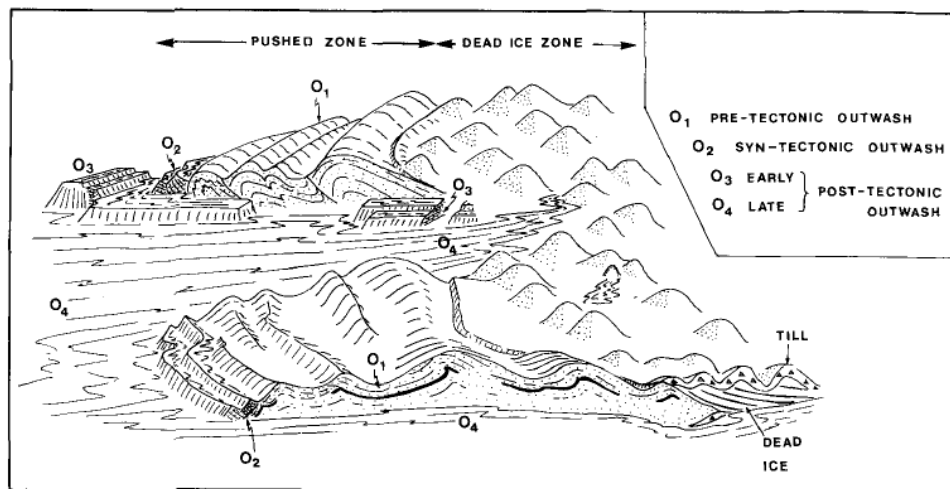


Fig. n. 12 : schema che illustra la complessa formazione morfologica "ondeggiante" della Bessa. (Da Canadian Landform Inventory Project)

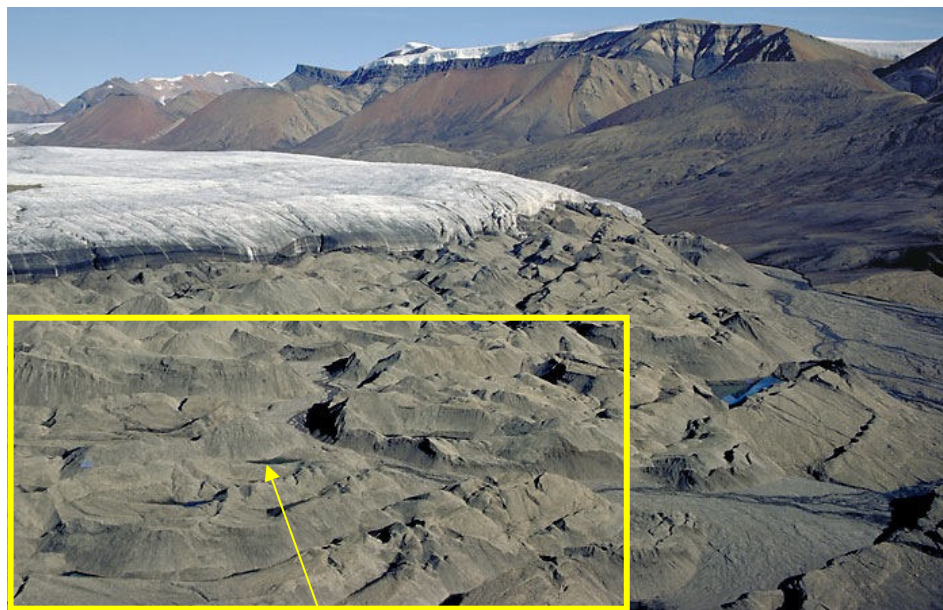


Fig. n. 13 : tale foto chiarisce ulteriormente la dinamica morfologica di formazione della “Push Moraine”
(Da Canadian Landform Inventory Project)



Fig. n. 14: Particolare della precedente foto; se immaginiamo le vallecole colonizzate dalla vegetazione vediamo comparire un territorio simile alla Bessa. (Da Canadian Landform Inventory Project)

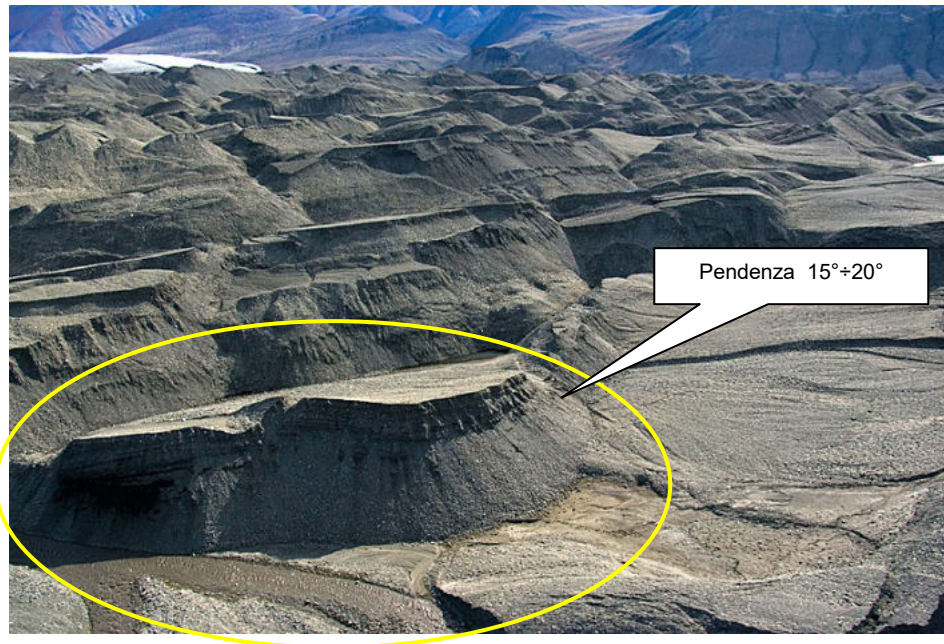
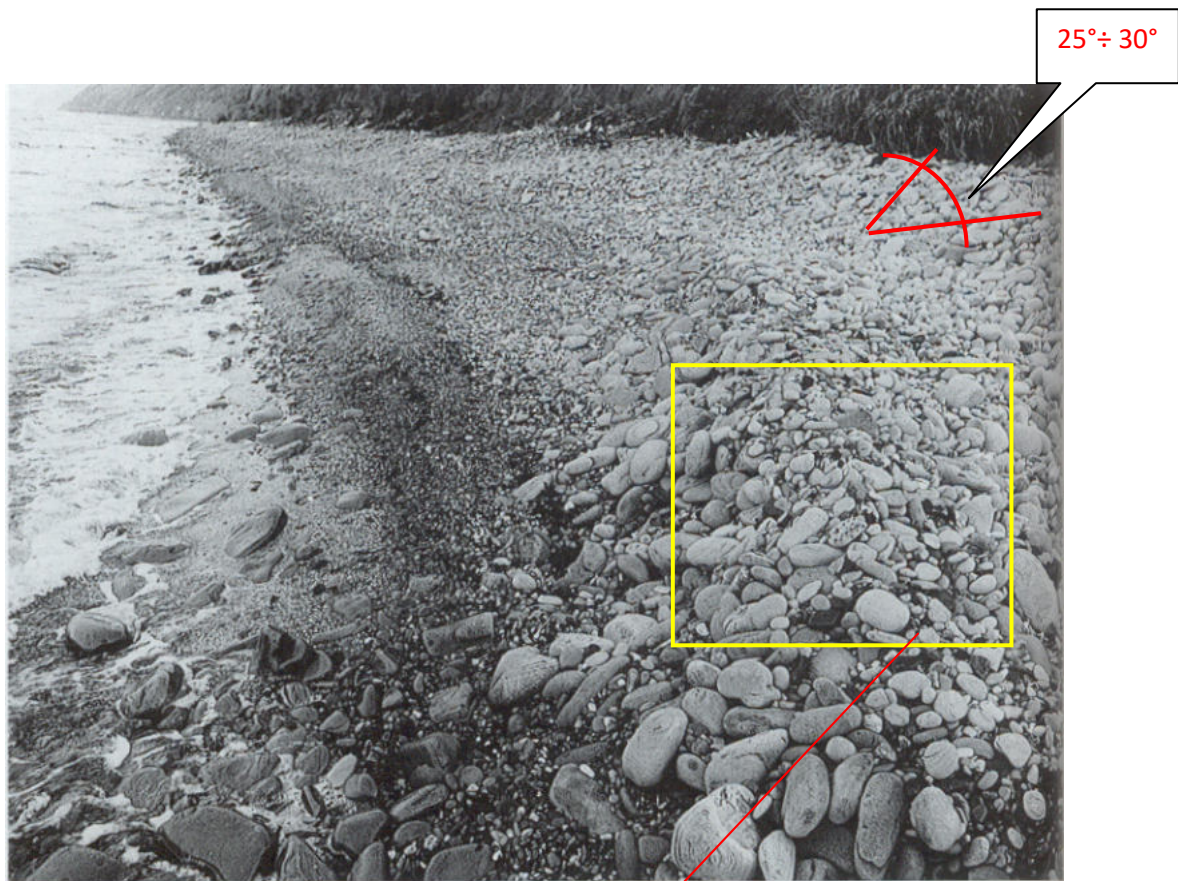


Fig. 15 : ulteriore immagine evolutiva della “Push Moraine”. Le collinette in primo piano sono state modificate dall’erosione al piede da torrenti effimeri. Come possiamo notare la risultante può essere una morfologia a piccole colline che presentano una acclività compresa tra 15° e 20° analoga a quella delle collinette della Bessa. Da Canadian Landform Inventory Project .

Una curiosità.

da un punto di vista morfologico le ondulazioni ciottolose che caratterizzano l'accatastamento di ciottoli della Bessa ricordano analoghi accatastamenti che si rinvencono lungo alcune spiagge a prevalenza di ciottoli ovvero le cosiddette “*Berne di tempesta*”; in tale caso la forza dinamica che seleziona i sedimenti di spiaggia e li arricchisce di ciottoli trasportandoli a quote superiori rispetto alla battigia, come se fossero trasportati in alto da una potente ruspa (*Bulldozing*) , è l'impetuoso moto ondoso di burrasca caratterizzata da velocità delle onde di alcuni metri al secondo. Queste “*Berne*” si sviluppano parallelamente alla spiaggia e quindi perpendicolarmente al movimento ondoso e l'accatastamento avviene per ondate e apporti successivi; la forza dell'onda e la conseguente sua notevole velocità esercitano una selezione gravitativa trascinando via durante il successivo riflusso le granulometrie fini mobilizzate durante il precedente flusso. Nella successiva foto è rappresentata una Berna costiera; l'unica cosa che la distingue da una “*Barra torrentizia*” è la sostanziale diversità morfologica dei ciottoli: mentre i ciottoli costieri presentano una caratteristica morfologia “*Piatta*” per l'alternato

movimento delle onde (*secondo due versi*) il ciottolo prodotto in un corso d'acqua impetuoso presenta un notevole arrotondamento in quanto il movimento di rotolamento avviene secondo un unico verso.



Figg. nn. 16-17 : Foto di una “Berna di tempesta” lungo un litorale che si forma a seguito di una potente burrasca; mentre la parte prossima alla battigia presenta ancora granulometrie sabbiose inoltrandoci verso l'interno le granulometrie fini sono state asportate dalla forza d'urto e velocità delle onde di burrasca che hanno formato una morfologia notevolmente acclive della scarpa verso il mare. Se non fosse per la caratteristica morfometria “marina” tale accumulo di ciottoli potrebbe confondersi con i ciottoli della Bessa (V. foto seguente –particolare della precedente – Da “ Sedimentografia” Atalante fotografico delle strutture dei sedimenti - di Franco Ricci Lucchi – Ed. Zanichelli).





Fig. n. 18: Alveo del Torrente Cervo a valle del

Ponte della Maddalena; è chiaramente visibile l'accatastamento di ciottoli decimetrici depositi da una forte corrente, l'alveo è caratterizzato dalla quasi totale mancanza di superficiali granulometrie ghiaioso sabbiose. Se l'alveo del Cervo non fosse regimato da argini le ondate di piena formerebbero delle barre analoghe a quelle visibili lungo le spiagge ciottolose perpendicolari alla direzione del flusso idrico.

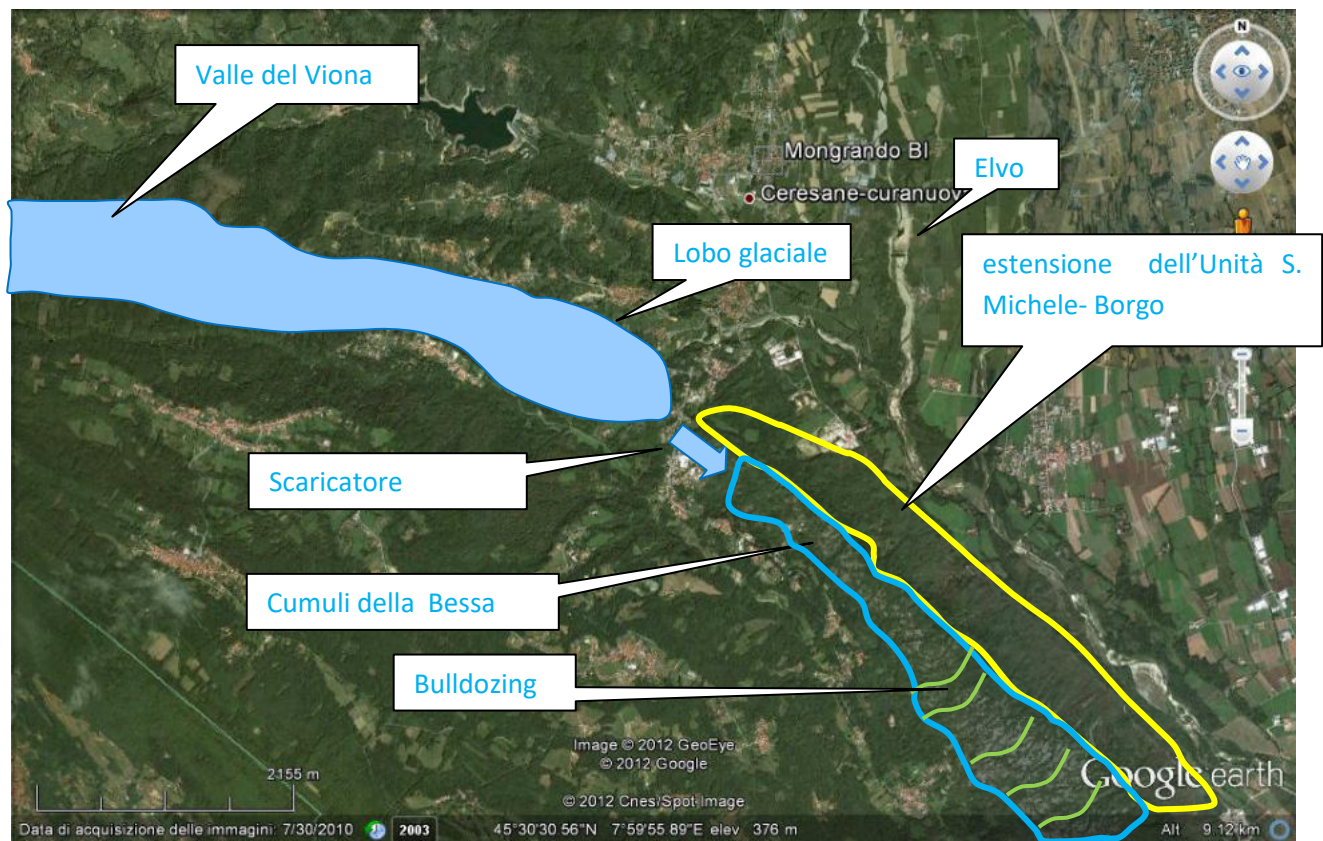


Fig. n. 19: Schema dinamico formazionale della Bessa; il contorno giallo è la porzione di sedimenti ciottolosi asportato dalle antiche piene del Torrente Elvo il quale alla fine delle glaciazioni aveva una portata ed una velocità di piena notevolmente maggiori alle attuali testimoniate dalle frequente presenza di massi arrotondati con diametro di circa 1,5 m (Fig.n.22) nella piatta conoide compresa tra Occhieppo Inferiore e Mongrando. I sedimenti ciottolosi grossolani si estendono a circa novecento metri verso monte rispetto la Frazione Vignazze. (Da Google Earth).

In realtà il processo di formazione morfologica della Bessa è più complesso dello schema visibile nella precedente Fig. n. 19 .

Il “*Lobo Glaciale*” si spingeva sino alle porte di Cerrione e con la sua pulsante regressione ha formato un paesaggio simile a quello visibile nelle Figg. Nn. 13-14-15 (*Push Moraine ma a prevalente composizione ciottolosa*) nelle quali possiamo notare come tra i cumuli detritici è presente una rete idrografica effimera ovvero soggetta a continui e rapidi movimenti sia per effetto di normali processi erosivi che per effetto del fenomeno di “ *Bulldozing*” in prossimità della fronte del lobo glaciale. Tale complessa rete idrografica, formata da diversi canali, doveva avere un regime perenne alimentato dal lobo glaciale in lenta regressione; a glaciazione terminata il complesso sistema idrografico passò ad un regime temporaneo alimentato ormai solamente sia dagli eventi meteorici che dalle filtrazioni freatiche lungo la sponda sinistra del Torrente Olobbia che scorreva ad una quota superiore a quella attuale (*V. oltre*). Attualmente a seguito di eventi meteorici eccezionali (*Piovosità > 100 mm/die*) alcuni di questi canali si riattivano temporaneamente, è molto difficile vederli perché durano poche ore, l’acqua viene rapidamente drenata in profondità dal terreno sabbioso ghiaioso e va ad alimentare le falde freatiche emergenti dalle sottostanti sorgenti. La riattivazione di tali canali è favorita anche dall’antropico approfondimento della vallecicole.

La ricostruzione dell’ambiente geomorfologico visibile nella pubblicazione del Geol. Franco Gianotti “ *BESSA paesaggio ed evoluzione geologica delle grandi aurifodine biellesi*” (*Pag. 62*) suggerisce che probabilmente la parte più esterna dell’anfiteatro morenico, rappresentata dall’Unità di S. Michele-Borgo, si estendesse verso Sud Est costituendo l’argine orientale entro il quale il lobo glaciale ha creato l’imponente deposito ciottoloso della Bessa; successivi eventi di piena ad elevatissima energia dell’Elvo hanno smantellato in parte tale morena più esterna formando l’inferiore terrazzo della Bessa. Una comprova di tale potente evento erosivo è la presenza di massi arrotondati del volume di circa un metro cubo che spesso si trovano in scavi nella zona di Mongrando Curanuova (*V. Fig. n.22*). Solamente se vi era una uniforme arginatura sino verso Cerrione la velocità del flusso idrico emergente alla base del lobo glaciale sarebbe stata elevata a tal punto da concentrare un così elevato volume di ciottoli decimetrici, se fosse mancata

l'arginatura la velocità della corrente sarebbe diminuita bruscamente ed i ciottoli si sarebbero dispersi lungo una piana conoide. Volendo schematizzare tale processo evolutivo esaminiamo la seguente figura estratta e modificata dalla pubblicazione "Bessa" del Geol. Franco Gianotti. (Eventi e Progetti Editore – 1996).

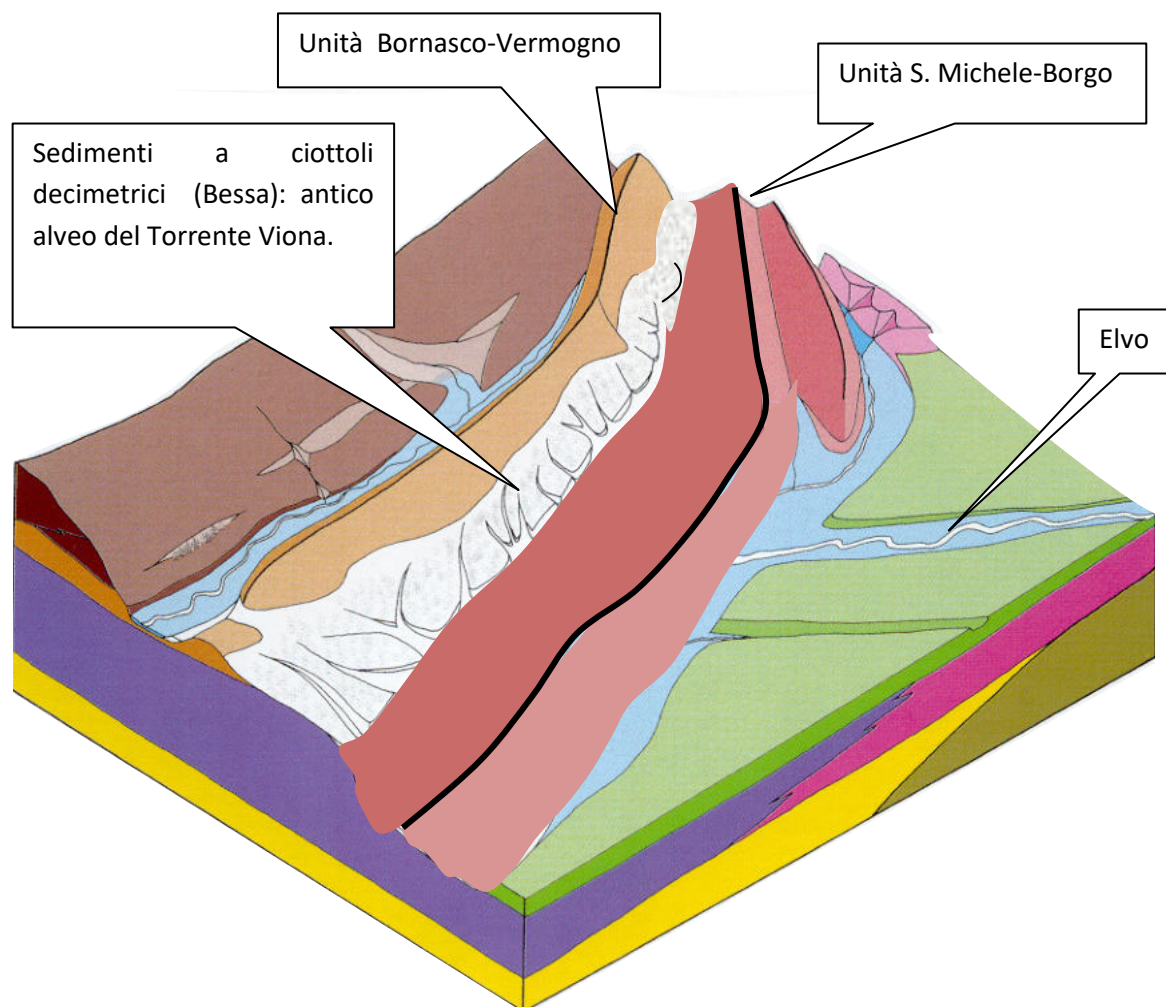


Fig. n. 20 (Da Franco Gianotti " Bessa, paesaggio ed evoluzione geologica delle grandi aurifodine biellesi" – Pag. 62 Modificato – Eventi & Progetti Editore) .

L'Unità morenica di S. Michele-Borgo si prolungava verso Cerrione formando, unitamente all'Unità di Bornasco, gli argini dello scaricatore glaciale che ha formato la valle del Torrente Viona caratterizzata precipuamente da alluvioni ciottolose a seguito di un flusso ad elevata energia. Successive piene dell'Elvo hanno smantellato in parte l'Unità di S. Michele-Borgo portando alla formazione visibile nella sottostante figura (Da Franco Gianotti - MODIFICATA- 1996)

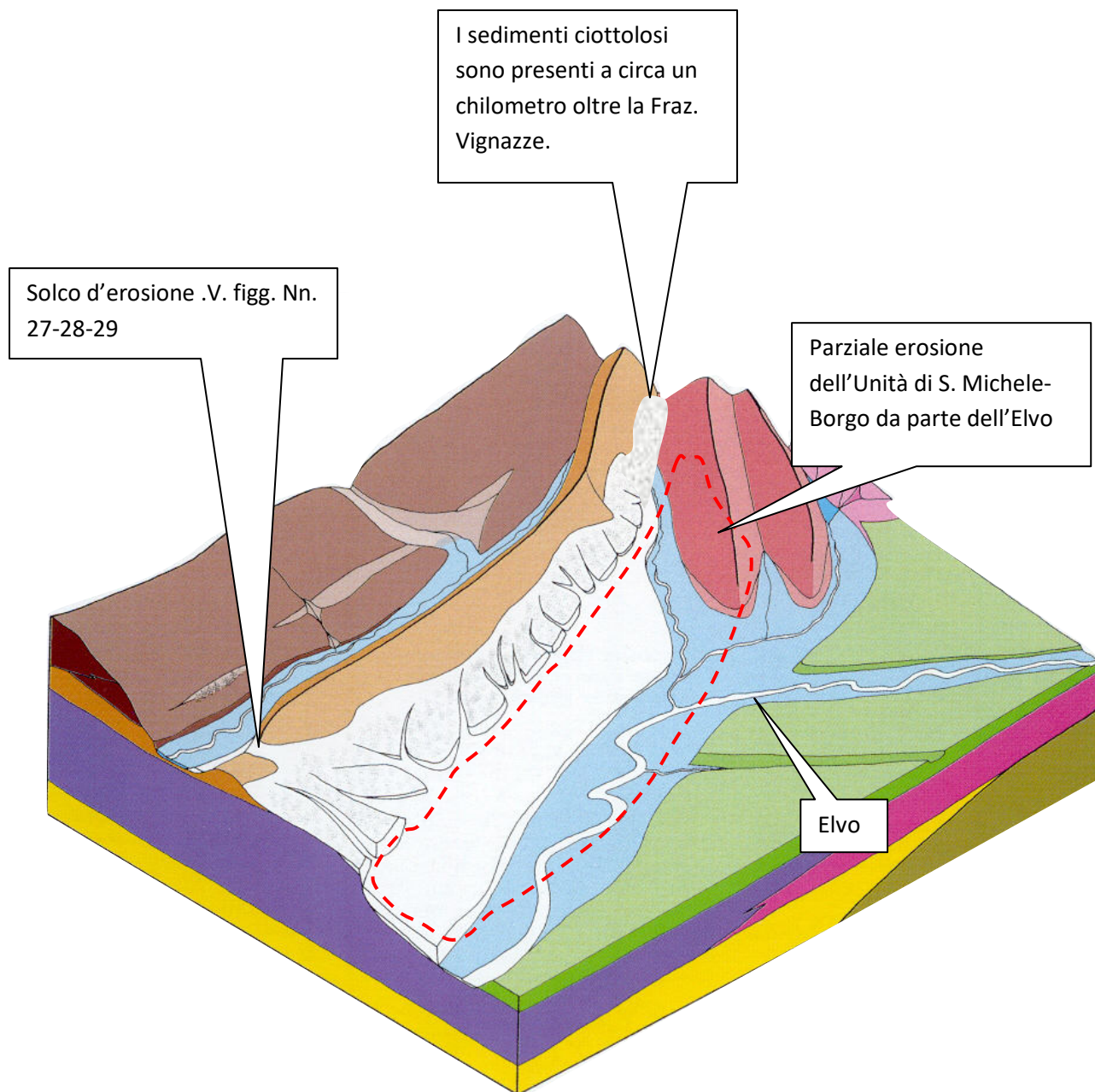


Fig. 21: (Da Franco Gianotti “ Bessa, paesaggio ed evoluzione geologica delle grandi aurifodine biellesi” – Pag. 62 Modificato – Eventi & Progetti Editore). Successive erosioni da parte dell’Elvo hanno smantellato parzialmente l’Unità morenica di S. Michele-Borgo creando infine il terrazzo alluvionale inferiore della Bessa.

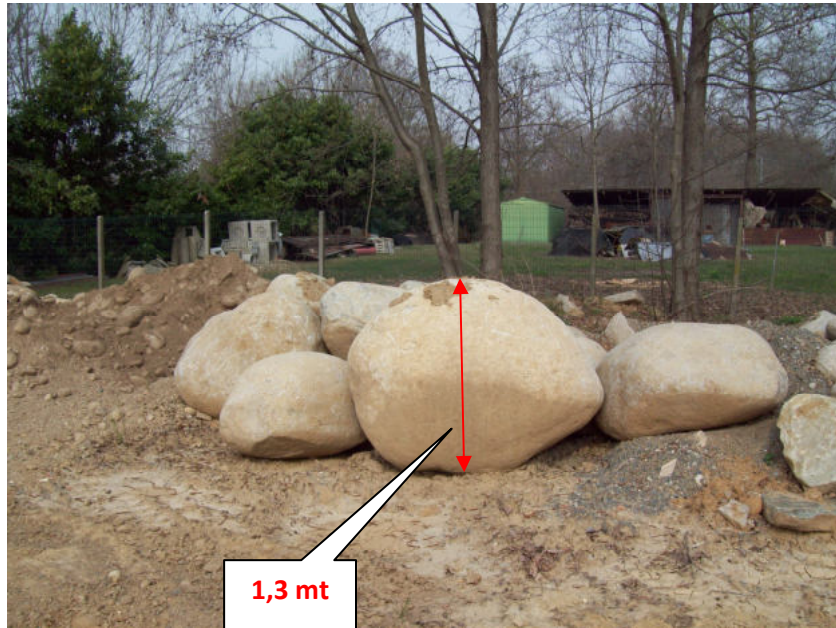


Fig. n.22: ciottoli ciclopici rinvenuti entro le antiche alluvioni dell’Elvo nella zona di Curanuova; le notevoli dimensioni e il significativo intenso arrotondamento testimoniano la notevole energia dell’Elvo che ha parzialmente smantellato la morena San Michele – Borgo San Lorenzo.

Volendo schematizzare più in dettaglio questa complessa dinamica geomorfologica glaciale limitiamoci a farne una rappresentazione limitata all’area della Bessa compresa entro il Foglio in scala 1: 25.000 “Azeglio 43 III NW” Ed. I.G.M.I.; è evidente che il processo geomorfologico rappresentato nelle seguenti figure proseguiva verso Nord Ovest lungo l’alveo del Torrente Viona.

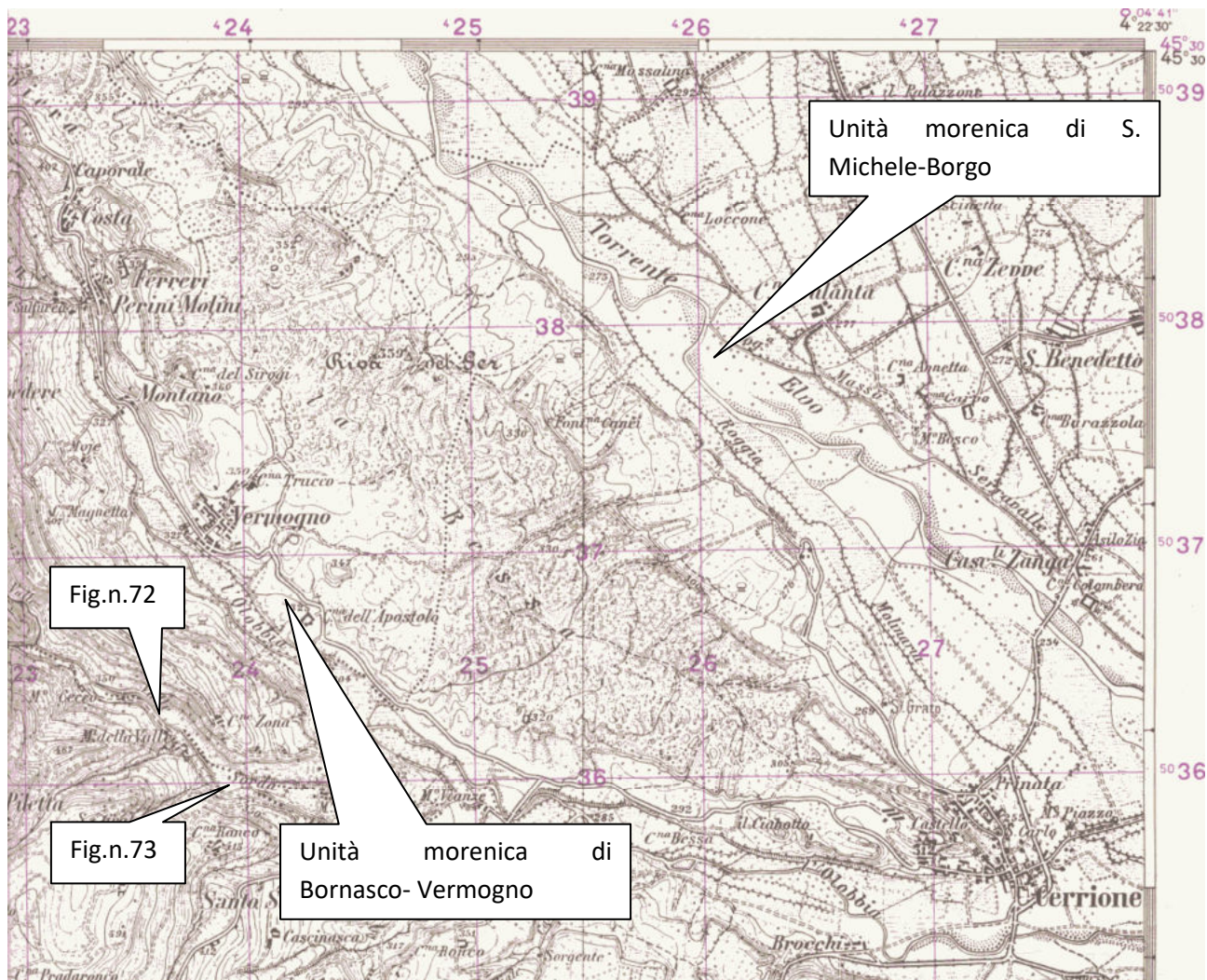


Fig. n.23 : estensione approssimata del torrente fluvio glaciale compreso tra le due colline moreniche con deposito prevalente di granulometrie ciottolose. Ubicazione delle foto relative alle Figg. Nn. 72-73

Estratto da Tavoleta in scala 1:25.000 Foglio Azeglio - Dai tipi dell' ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE - autorizzazione n. 6805 del 10-11-2014.

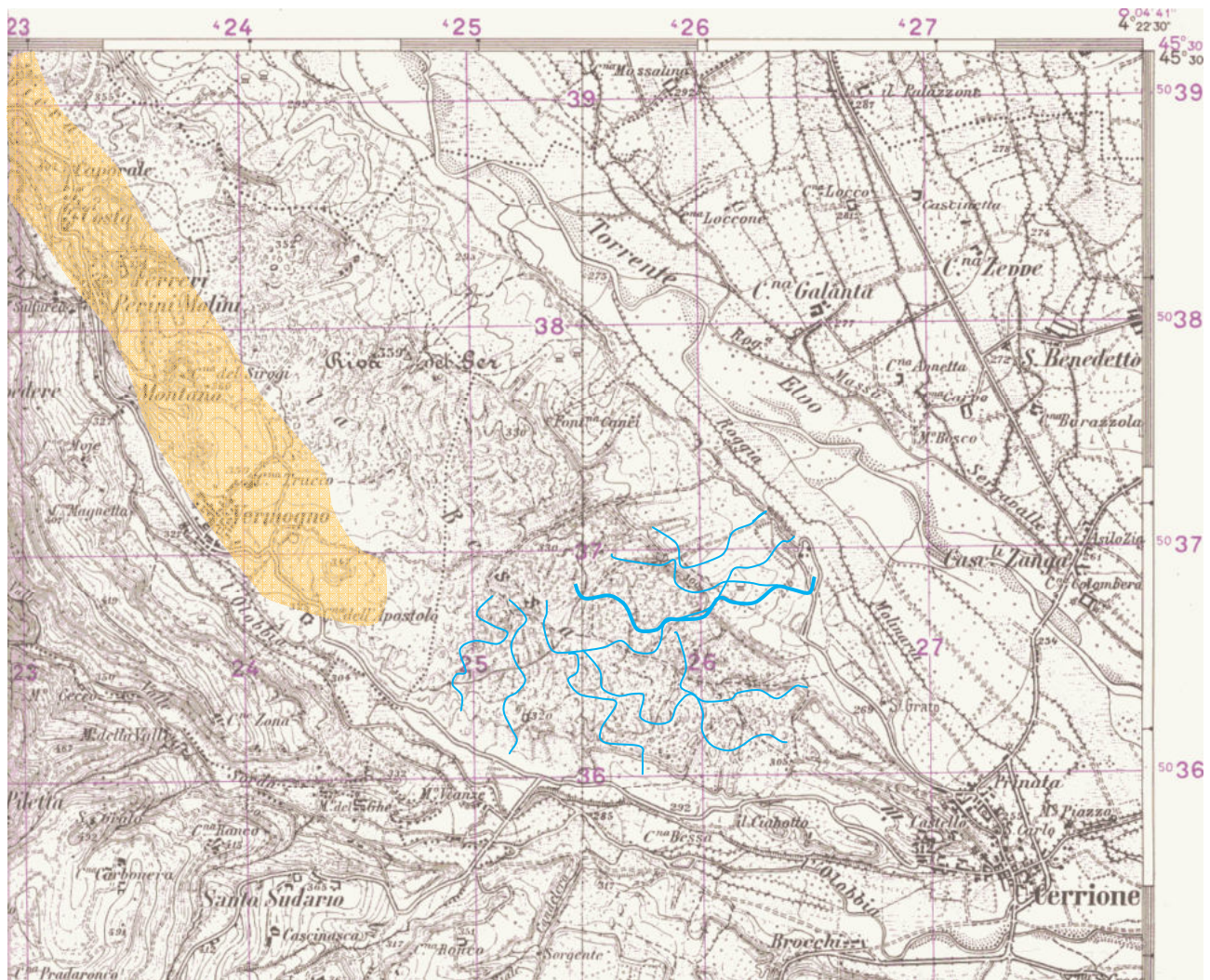


Fig. n. 24 : regressione e formazione delle collinette sia per fenomeno del “ Pushing” che per deposito dell'imponente torrente fluvio glaciale compreso tra le due colline moreniche. Tra le collinette di neoformazione si imposta una rete idrografica effimera e complessa tipo quella visibile nelle Figg. Nn. 13-14 che ha una precipua alimentazione dal fronte del lobo glaciale e che accentua la morfologia a collinette .

Estratto da Tavoleta in scala 1:25.000 Foglio Azeglio - Dai tipi dell' ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE – autorizzazione n. 6805 del 10-11-2014.

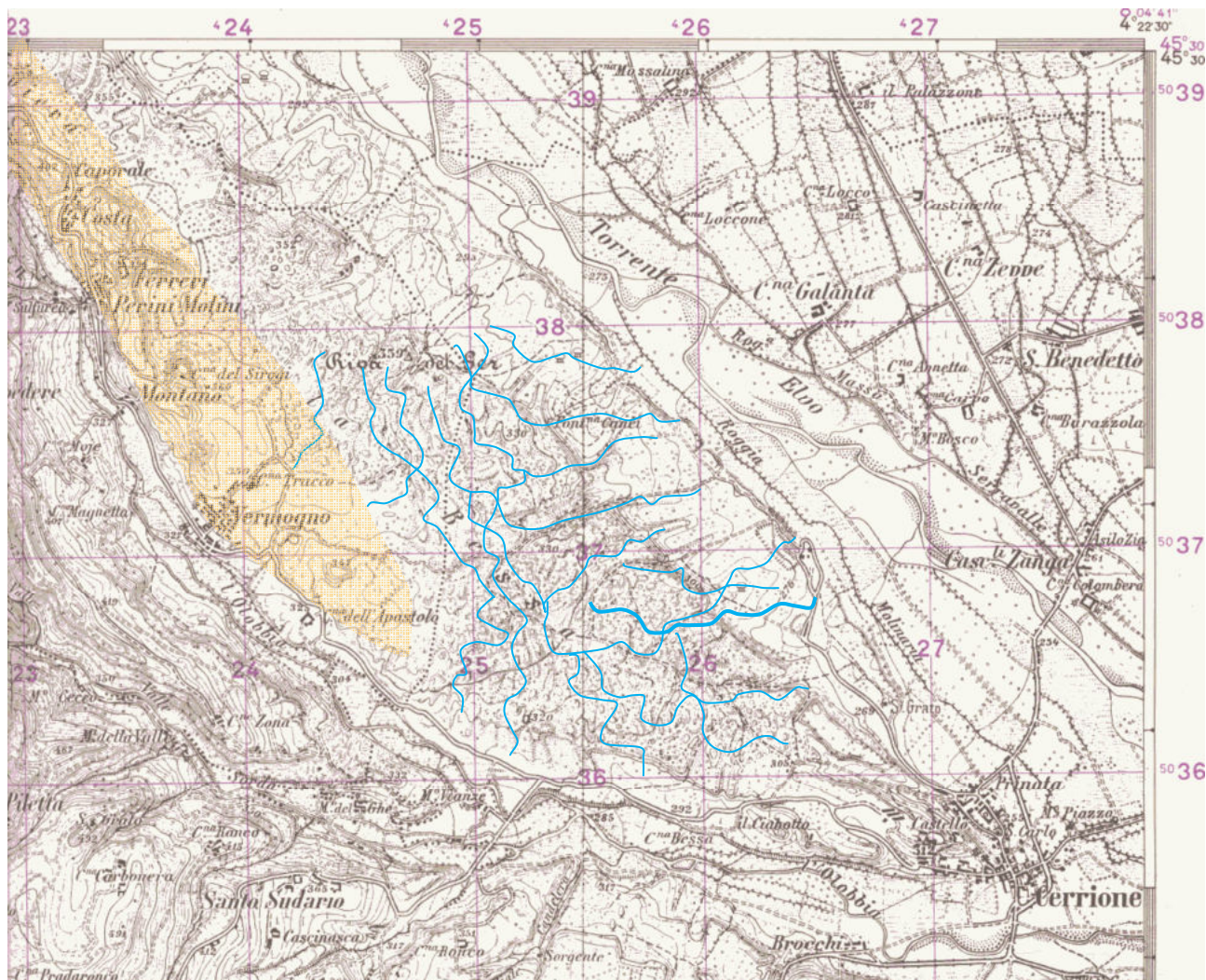


Fig. n.25 : La regressione “pulsante” prosegue verso Nord Ovest e l'idrografia effimera si estende.

Estratto da Tavoleta in scala 1:25.000 Foglio Azeglio - Dai tipi dell' ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE – autorizzazione n. 6805 del 10-11-2014.

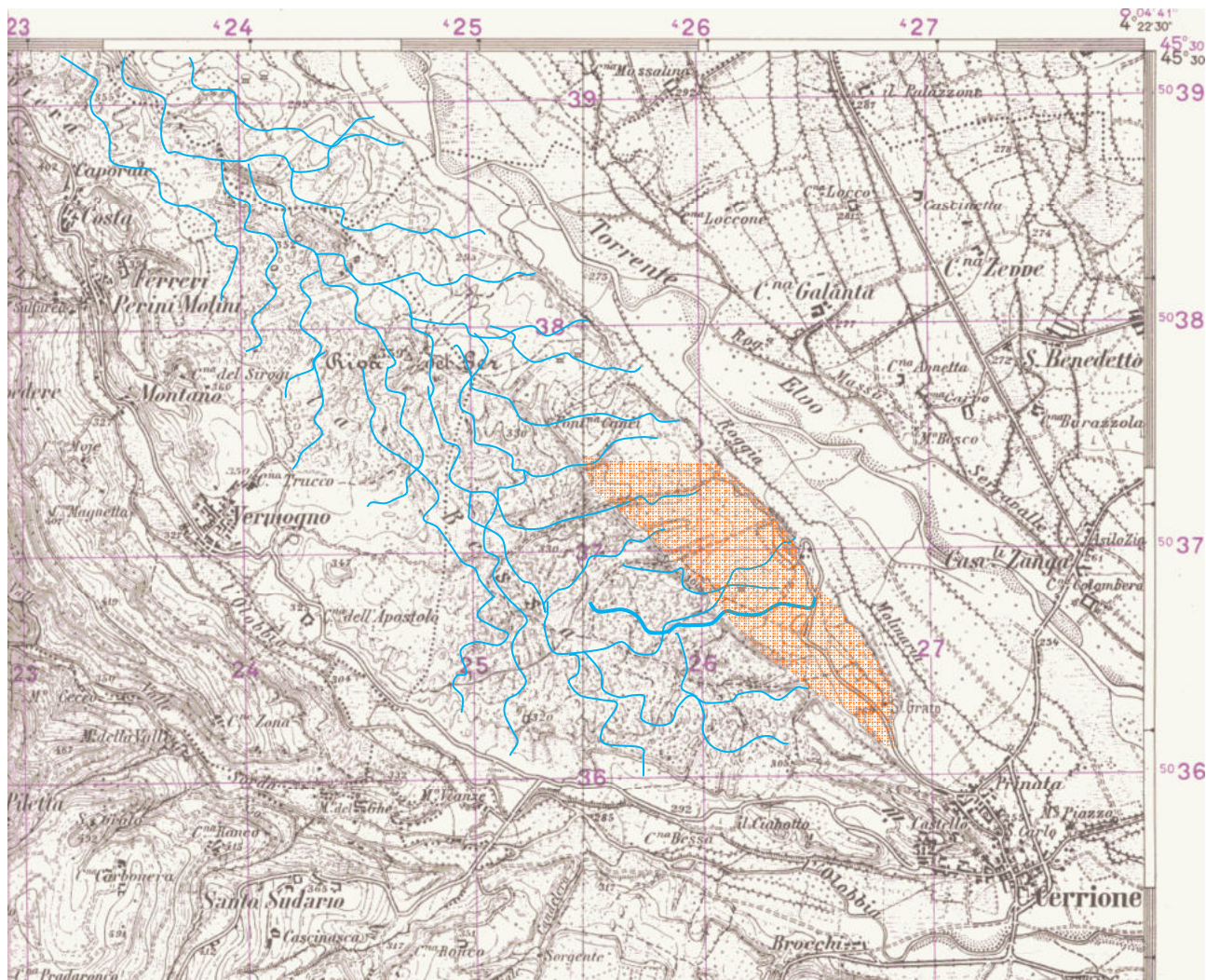


Fig. n. 26: successivi processi erosivi da parte del Torrente Elvo (*Area campita in rosso*) hanno eliminato la parte Nord Orientale del deposito morenico portando alla formazione di un terrazzo alluvionale a prevalente granulometria sabbioso ghiaiosa; l'idrografia effimera ha scaricato materiale sabbioso portando alla formazione di piatte conoidi naturali successivamente incrementate in volume dal lavaggio della sabbia aurifera .

N.B. la posizione dell'idrografia effimera (linee azzurre) è puramente indicativa.

Estratto da Tavoletta in scala 1:25.000 Foglio Azeglio - Dai tipi dell' ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE – autorizzazione n.6805 del 10-11-2014.

APPROFONDIMENTO MORFOLOGICO

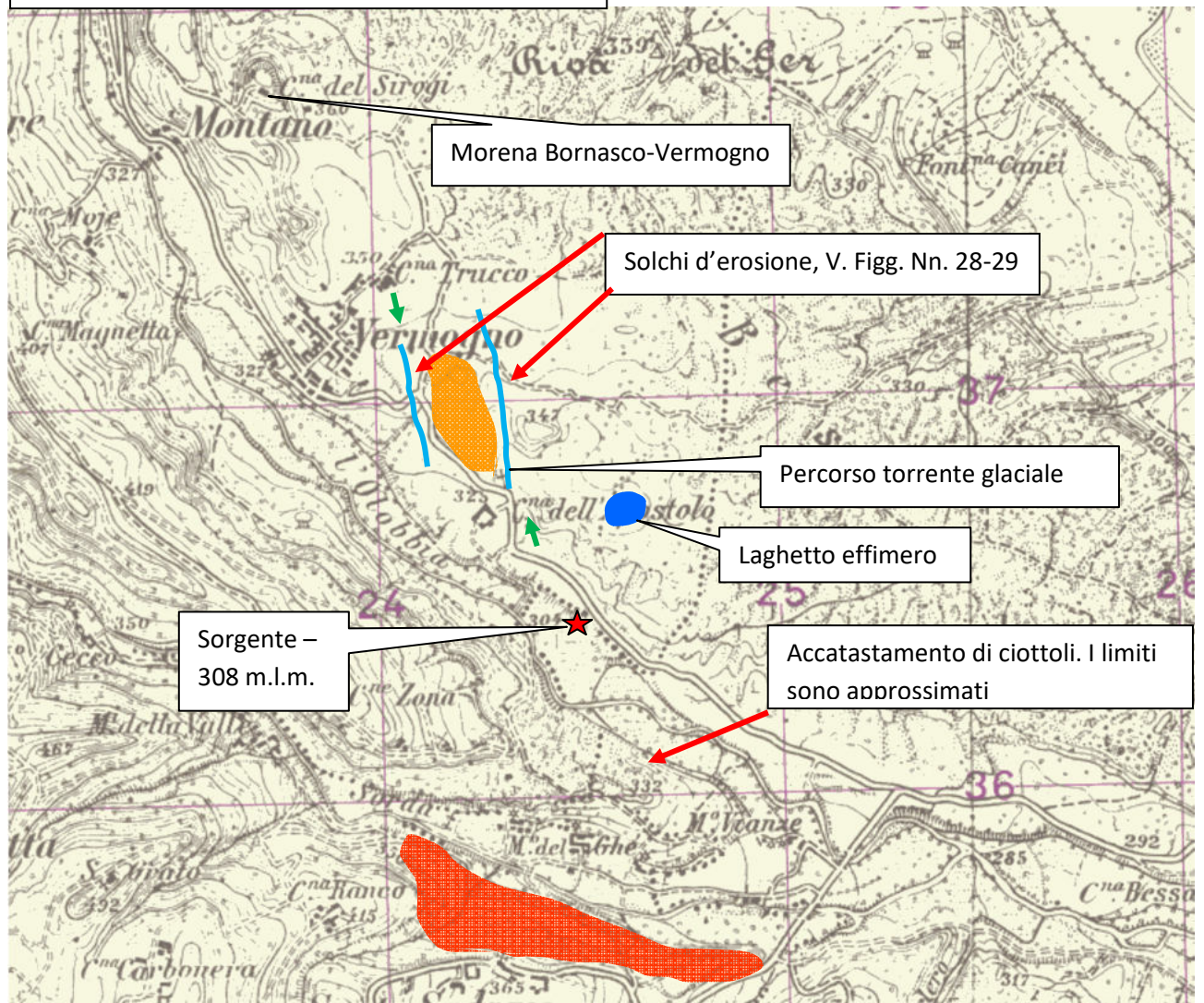


Fig. n. 27 : la regressione del lobo glaciale dette origine a impetuosi torrenti che localmente determinarono una notevole erosione delle colline moreniche (*in figura morena di Bornasco-Vermogno*) e conseguentemente un rimaneggiamento dei sedimenti con arricchimento di materiale ciottoloso nella zona compresa tra Mulino Vianzè e Mulino del Ghè ove la morfologia è analoga alla Bessa ed anche sul versante destro del Rio della Valle Sorda immediatamente a valle di S. Sudario (Fig. 73). Morfologicamente possiamo notare ampie incisioni e canali di deflusso entro la morena Bornasco-Vermogno successivamente colmati con sedimenti fluviali a Est di Vermogno e a Nord di Cascina dell'Apostolo (V. foto seguenti) le frecce verdi indicano la visuale delle seguenti Figg. Nn. 28-29 . Tracce idrogeologiche del solco d'erosione le possiamo verificare dalla presenza di una locale falda freatica misurabile tramite il pozzo presente di fronte a Cascina della'Apostolo alla quota di 325 m.l.m. , in data 11 febbraio 2014 il livello statico era a - 2.6 mt (tendenza al prosciugamento in periodo estivo - profondità pozzo -5 mt ca.); tale falda emerge alla quota di 308 m.l.m. .

Estratto da Tavoleta in scala 1:25.000 Foglio Azeglio - Dai tipi dell' ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE - autorizzazione n. 6805 del 10-11-2014.

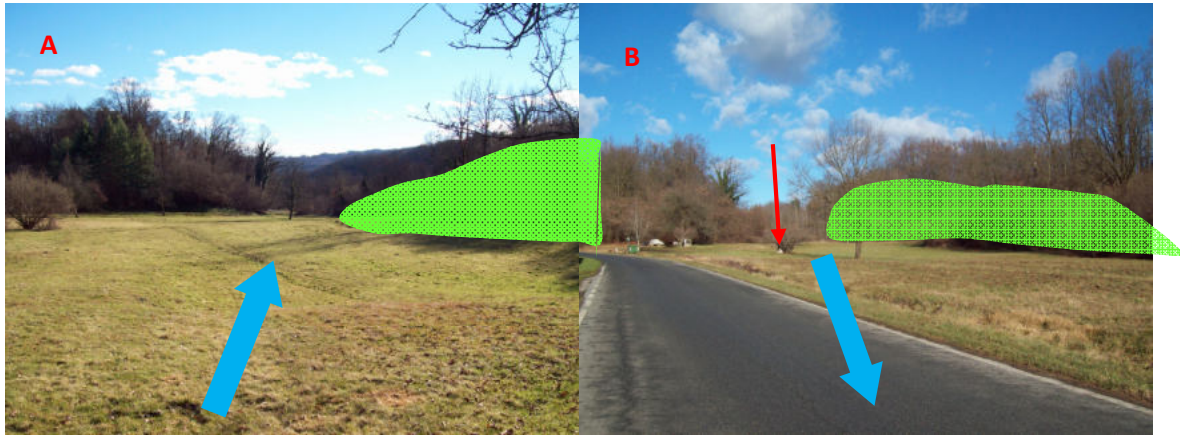


Fig. Nn.28-29 : canali di deflusso dei torrenti glaciali che hanno eroso ed inciso la morena Bornasco-Vermogno evidenziata con campitura verde. **A**: canale a Est dell'abitato di Vermogno, a valle è presente una sorgente temporanea. **B**. canale che si sviluppa a Nord di C.na dell'Apostolo, la freccia rossa individua un vecchio pozzo ormai colmato in parte con macerie testimonianza della presenza di una falda freatica a servizio della vicina cascina. In data 11-02-2014 il livello statico era a -2.60 mt.



Fig. n. 30 : Foto eseguita dall'Autore. Catena del Monte Cook (Nuova Zelanda).

La superficie compresa entro la linea rossa è una delle numerose “ Push Moraine” simili alla Bessa sia morfologicamente che granulometricamente per prevalente ammasso di ciottoli decimetrici formatesi dai ghiacciai che discendono dal Monte Cook ; le linee verdi evidenziano le morene laterali che “regimavano” la formazione della push moraine.

Una testimonianza della suddetta attività sedimentaria complessa è la diversa granulometria dei ciottoli: le dimensioni dei ciottoli presenti nella parte nord orientale della Bessa sono nettamente maggiori di quelle dei ciottoli della parte sud occidentale e visibili lungo la strada provinciale Vermogno – Cerrione. Tale diversità granulometrica dipende dal fatto che la velocità di flusso nella parte nord orientale doveva essere superiore a quella della parte sud occidentale.



Figg. Nn. 31-32 : differenza dimensionale tra ciottoli del versante Sud Ovest (in alto) e del versante Nord Est (in basso) della Bessa. Mediamente quelli del versante Sud Ovest sono di minore dimensione.

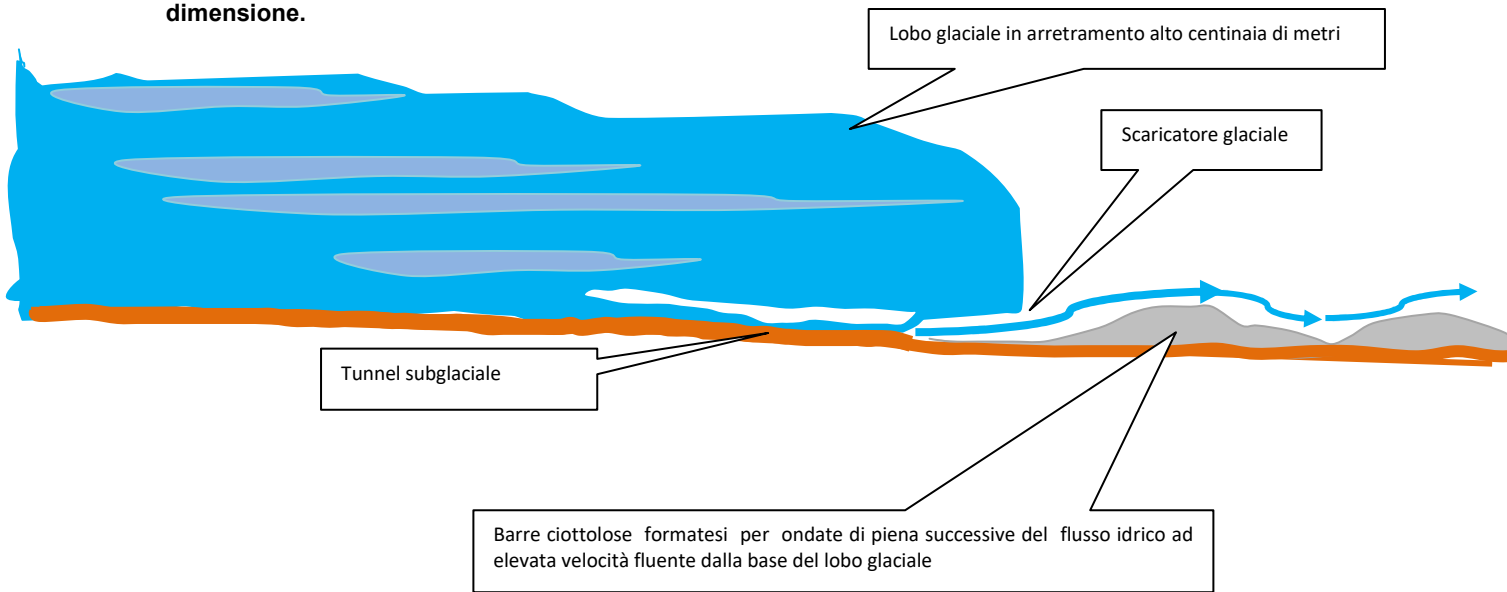


Fig. n. 33: Schema formazionale dei cumuli prevalentemente ciottolosi: *Il torrente emergente dalla base del ghiacciaio attraverso il tunnel glaciale esercita un trasporto fortemente legato al regime idrologico stagionale caratterizzato da forti e frequenti pulsazioni ed elevata velocità di flusso; tali pulsazioni portano alla formazione di "Barre" torrentizie e ad un conseguente notevole rimaneggiamento del clasto lapideo che viene rapidamente arrotondato. Nella figura è schematizzata la sezione esplicativa della formazione delle barre ciottolose della Bessa, l'elevata velocità del flusso idrico porta alla selezione gravitativa dei sedimenti, quelli fini vengono allontanati durante l'evento di piena o trascinati in profondità; l'accatastamento ciottoloso si comporta come un gigantesco setaccio lasciando passare le granulometrie fini che sedimentano in profondità. Dopo interviene l'effetto "Bulldozing" per conformare ulteriormente le collinette che caratterizzano la morfologia della Bessa.*

Da studi eseguiti sui ghiacciai norvegesi (*Embleton e King 1975*) la portata media di materiale trasportato dai torrenti glaciali varia da 82 a 1400 m³/km²/anno; l'entità di tale quantità di materiale detritico può facilmente adattarsi al volume dei ciottoli presente nella Bessa e più a monte lungo l'alveo del Viona. In merito alla notevole selezione morfometrica che si riscontra dall'osservazione dei ciottoli, si evidenzia che essendo la valle glaciale del Viona molto stretta la velocità del flusso idrico del relativo torrente glaciale doveva essere molto elevata e sicuramente superiore a 4 mt/s (*V. Figg. n.5-6*).

Dopo la formazione delle barre di piena ciottolose ad elevata permeabilità le granulometrie fini dall'argilla alla sabbia vengono dilavate e trascinate verso il basso anche dalla semplice azione battente della pioggia creando una strato meno

permeabile che sedimenta sul sottostante substrato morenico antico od alluvionale antico della Dora Baltea sul quale si instaura una falda freatica; quando questa si trova a limitata profondità, come negli avvallamenti naturali e/o antropici, si crea l'ambiente adatto all'attecchimento della vegetazione sia arborea che arbustiva (V. sezione schematica di Fig. n. 41).

Oltre a quanto sopra vi è da considerare che la velocità del flusso idrico determinava un reciproco rotolamento della imponente massa di ciottoli a prevalente composizione quarzatica e quindi con un elevato grado di durezza (7° nella scala di Mosh), i ciottoli agivano sui detriti più teneri (come è l'oro) come un vero e proprio "Mulino a sfere" ¹ letteralmente "Polverizzandoli". E' evidente quindi che è sufficiente un semplice dilavamento meteorico diretto per trascinare verso il basso le granulometrie fini prodotte dal rotolamento dei ciottoli. Per meglio comprendere tale dinamica deposizionale s'immagini di rovesciare su un cumolo di ciottoli di dimensioni decimetriche della sabbia frammista a limo e argilla, è sufficiente una semplice e debole pioggia per dilavare tale materiale fine e "ripulire" l'ammasso ciottoloso.

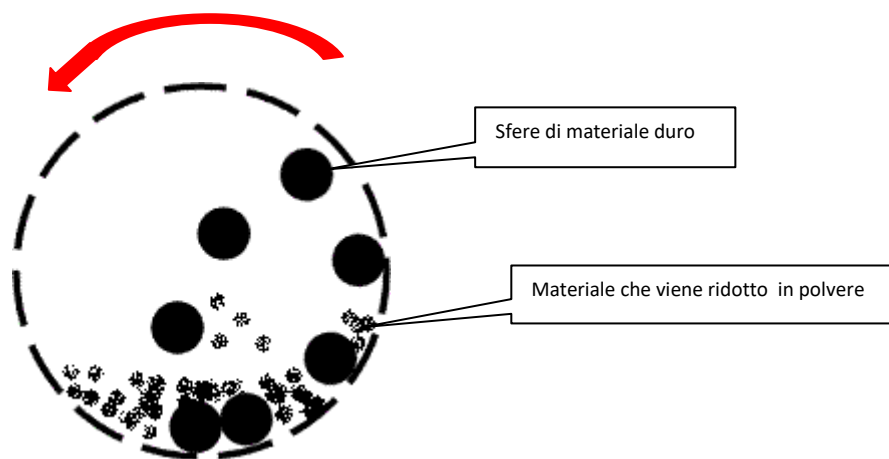
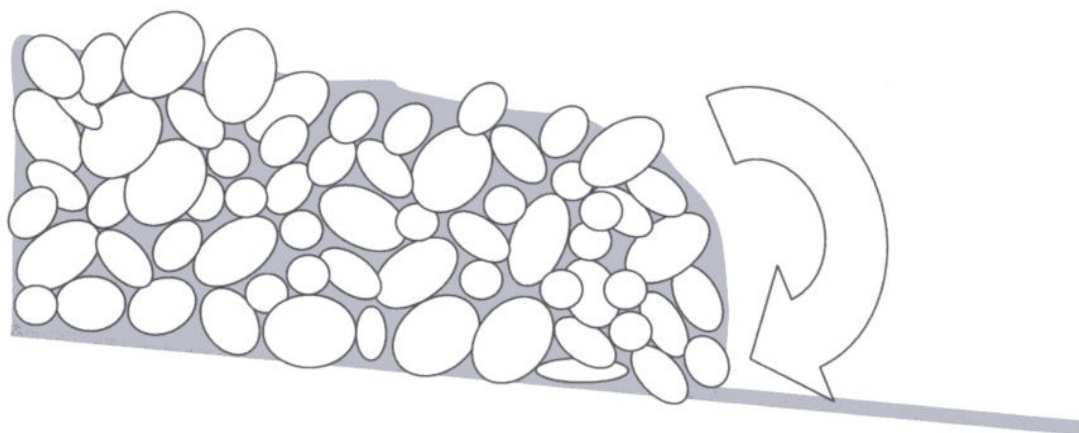


Fig. n. 34: Funzionamento di un mulino a sfere.

¹ Un **mulino a biglie** (o **mulino a sfere** o **mulino a palle**) è un tipo di mulino utilizzato per macinare materiali in polvere finissima da utilizzare in processi di preparazione di minerali, medicinali, vernici, nell'industria pirotecnica e della ceramica.

Nella seguente figura è rappresentato l'effetto "Mulino a sfere" che avviene quando una imponente massa ciottolosa si muove trascinata da una notevole corrente d'acqua che si muove ad elevata velocità.



Sedimento ciottoloso sabbioso in rotolamento sia per la corrente torrentizia che per effetto del "Pushing", le granulometrie minori vengono ulteriormente ridotte

Fig. n.35: Dinamica del processo di riduzione delle granulometrie dei sedimenti più teneri: Il reciproco rotolamento dei ciottoli funziona come un "Mulino a sfere" naturale polverizzando i clasti più teneri come le particelle aurifere.

Successivi eventi di piena a minore energia allontanano superficialmente le granulometrie fini e le più grossolane ascrivibili alle ghiaie ($\varnothing 2\text{cm} \div 6\text{cm}$).

Tale processo di "rotolamento" e di "selezione gravitativa" è visibile attualmente nell'alveo del Torrente Cervo; nelle seguenti figure nn. 36-37 è chiaramente visibile la dinamica evolutiva.



Figg. n.36-37: Alveo del torrente Cervo in prossimità dell'argine destro costituito da vecchi edifici industriali; sono visibili ciottoli decimetrici e massi, alcuni dei quali con un diametro di circa 0,5 mt, che avanzano, sospinti dalla corrente di piena a mò di "Cingolo", i sedimenti grossolani sono successivamente dilavati da normali portate come quella visibile nella foto. L'alveo in alcune zone presenta una granulometria eterogenea che favorisce l'attecchimento della vegetazione. L'inclinazione del fronte ciottoloso è compreso tra 20 e 30 gradi. La successiva piena farà avanzare il fronte ciottoloso. Praticamente è quello che si è verificato in Bessa ove il flusso idrico era considerevolmente maggiore e su una maggiore superficie. Il flusso idrico visibile nelle foto, praticamente privo di materiale solido, dilava i ciottoli eliminando le granulometrie fini (argilla, limo, sabbia e ghiaia).

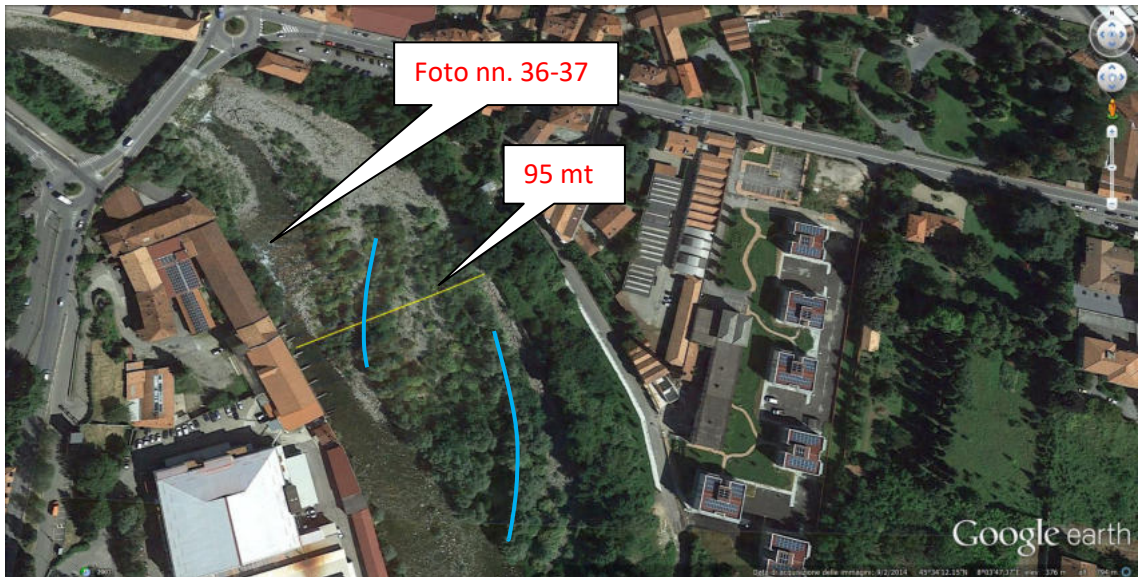


Fig. n.38: alveo del Torrente Cervo a valle del ponte della Maddalena. La locale larghezza dell'alveo compreso tra due argini artificiali è di circa 95 metri (linea gialla); la dinamica della corrente (V. Figg. Nn. 36-37) porta alla formazione di un pattern analogo a quello verificabile in Bessa (V. Fig. 39). In azzurro sono evidenziati solchi di erosione analoghi alle "Bunde" presenti in Bessa.



Fig. n.39: evidente analogia tra il pattern dell'alveo del Cervo e quello residuale della Bessa. La larghezza dell'antico alveo del torrente Viona, presente a Est di Casale Ferreri compreso tra l'Unità morenica Bornasco-Vermogno e quella di Borgo San Lorenzo, è di circa 575 metri ovvero sei volte l'attuale alveo del Cervo visibile nella precedente foto. Oltre alla analogia morfologica è riscontrabile anche una analogia dimensionale dei sedimenti ciottolosi e la scarsa presenza di matrice sabbiosa. Poiché la minima velocità necessaria per mobilizzare ciottoli di dimensioni decimetriche è di 4 m/s nella semplice ipotesi che l'altezza della piena sia stata di 1 mt la locale portata doveva essere di circa 2.500

mc/s indicativamente analoga alla portata di piena attuale della Dora. Con tale portata le modificazioni morfologiche del territorio morenico dovevano essere rapide e spesso catastrofiche.

Dal punto di vista idrogeologico lo strato superficiale di ciottoli decimetrici ha una elevatissima permeabilità che favorisce una rapida permeazione dell'acqua meteorica e di condensazione diretta in profondità. Per tale motivo molta acqua viene rapidamente sottratta all'evaporazione diretta. Procedendo in profondità tale risorsa idrica raggiunge lo strato impermeabile formato sia dal vecchio detrito morenico e alluvionale sia dai sedimenti fini dilavati e trasportati verso il basso, ciò determina un flusso idrico sotterraneo che ha una prevalente direzione perpendicolare all'asse maggiore della Bessa, tale flusso idrico emerge poi alla base del terrazzo alluvionale in sponda destra dell' Elvo da sorgenti e zone umide.

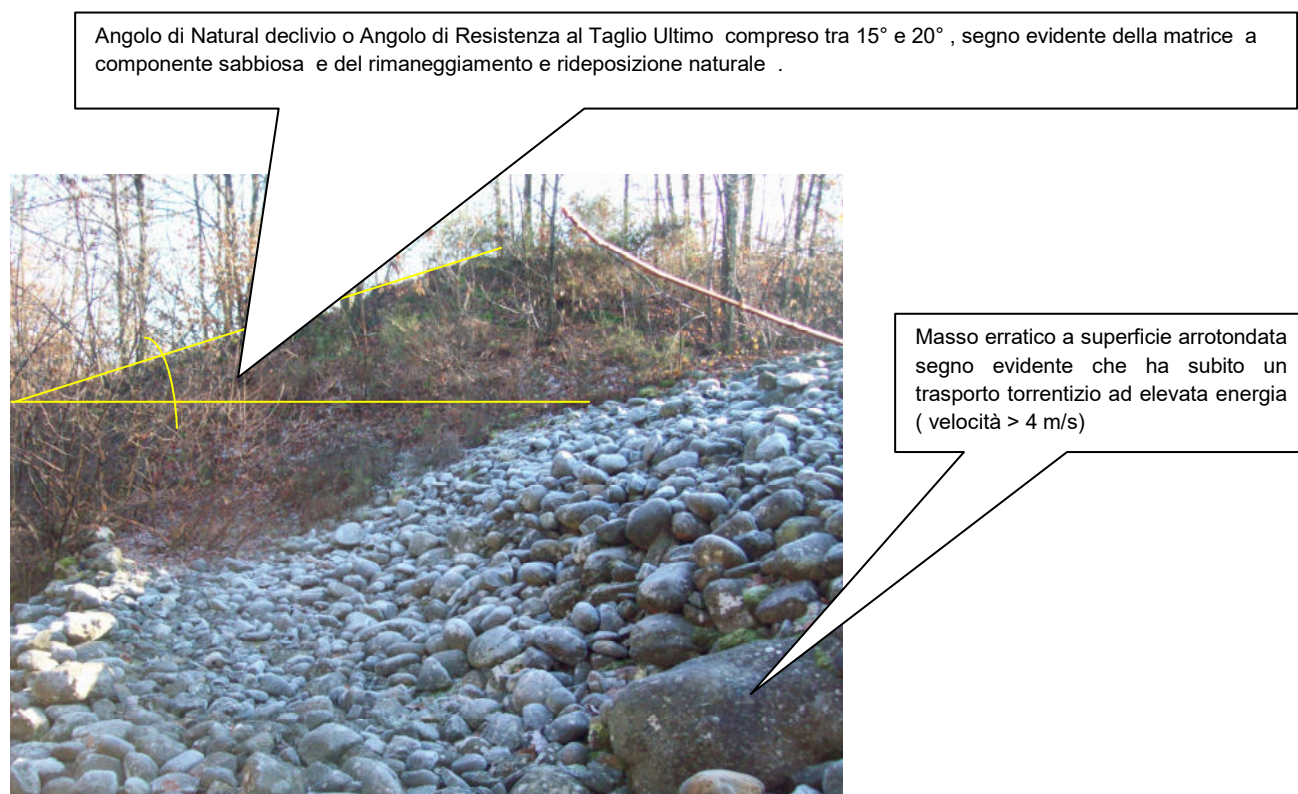


Fig. n. 40: (prossimità Sorgente del Büro) Sullo sfondo cumulo naturale non rimaneggiato; i ciottoli sono frammisti a terreno sabbioso ghiaioso entro il quale la vegetazione arborea ha attecchito, in primo piano ciottoli rimaneggiati antropicamente e dilavati privi di componente fine e terrosa.

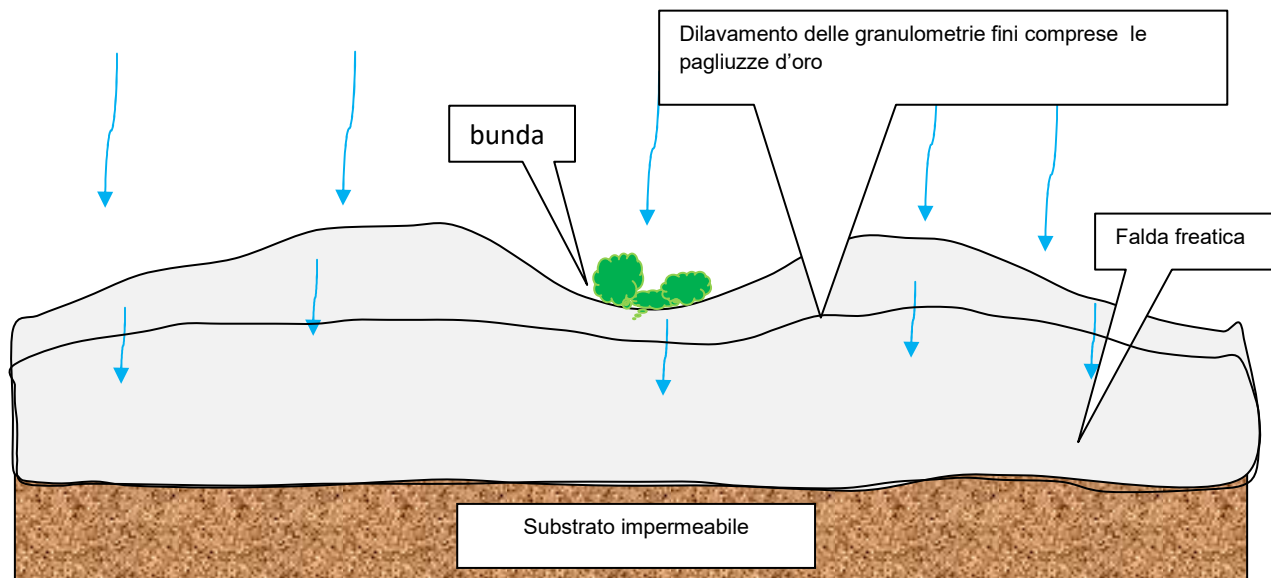


Fig. n. 41: schema idrogeologico del dilavamento superficiale dai ciottoli. Nelle “Bunde” ove l’acqua è poco profonda ed è presente una componente terrosa cresce la vegetazione.

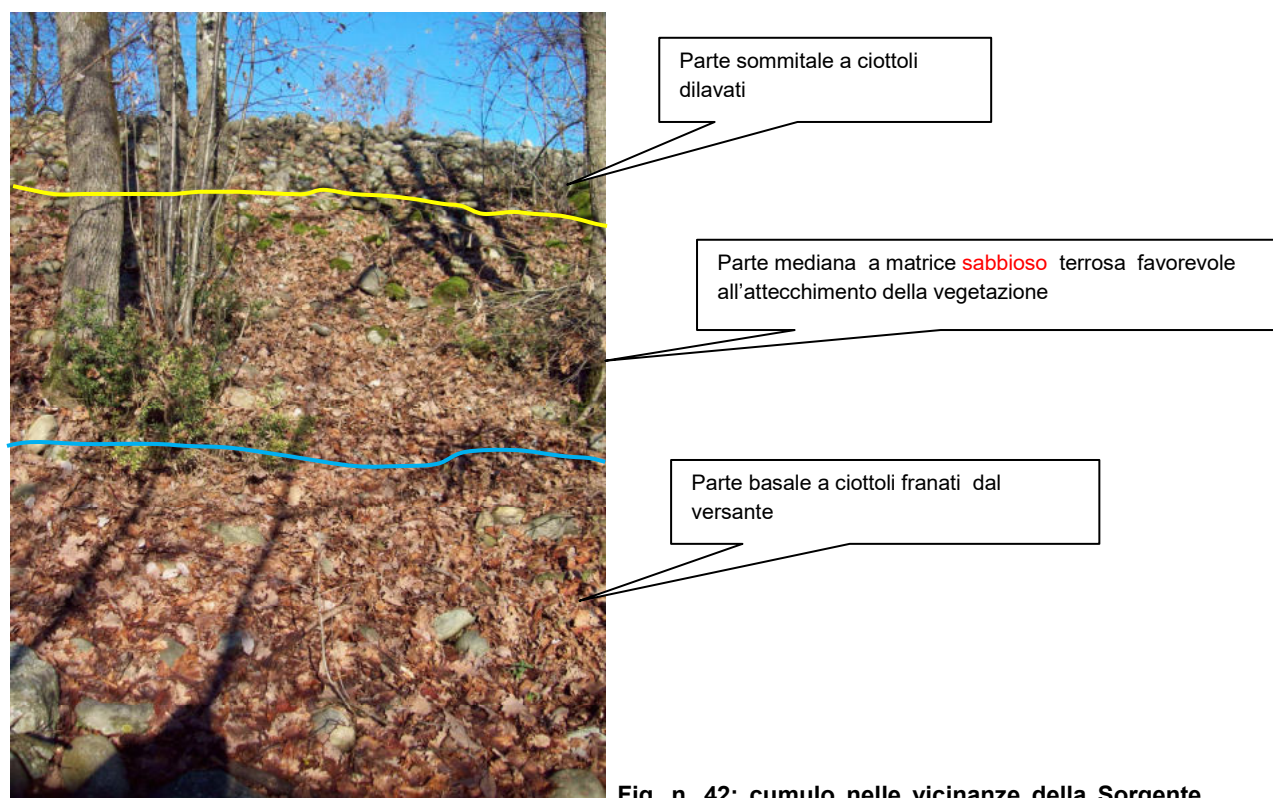


Fig. n. 42: cumulo nelle vicinanze della Sorgente Dal Büro poco o nulla rimaneggiato, la parte sommitale del cumulo è dilavata e priva delle granulometrie fini e terrose presenti nella parte inferiore e sulle quali attecchisce la vegetazione.

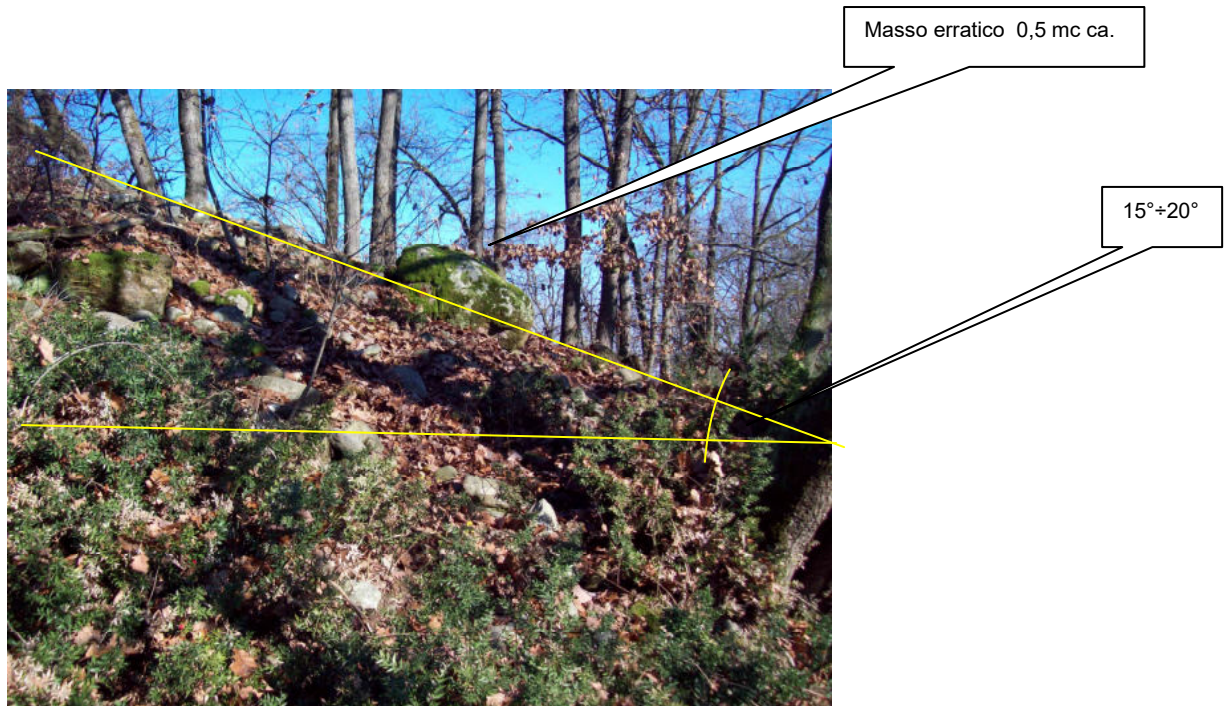


Fig. n. 43: cumulo naturale dilavato nella sua parte sommitale (percorso Ciapaj Parfundà in corrispondenza della palina n. 14) per presenza di ciottoli decimetrici, in esso sono presenti tutte le granulometrie dal masso erratico di circa mezzo metro cubo alla sabbia e ghiaia.



Fig. n. 44: granulometrie sabbioso ghiaiose ciottolose; particolare mediano del cumulo precedente.



Fig. n. 45: parte sommitale del cumulo precedente a prevalente concentrazione ciottolosa a seguito dell'intenso dilavamento superficiale.



Fig. n. 46: piccolo cumulo artificiale formato con detrito eterogeneo.



Fig. n. 47: dilavando il piccolo cumulo le granulometrie fini scorrono via lungo il versante e penetrano in profondità facendo affiorare i ciottoli.



Fig. n. 48: il dilavamento superficiale di un cumulo mette in evidenze le granulometrie grossolane. Qui è visibile un masso erratico circondato da ciottoli decimetrici. Inferiormente è presente una componente terrosa. Il masso erratico poggia su detrito morenico.

Durante gli eventi di piena avviene già una rapida selezione gravitativa, nella seguente figura n. 49 l'alveo del torrente Viona, a seguito di un evento ad elevata

energia (*terza decade di Aprile 2013*²), ha trasportato un detrito eterogeneo nel quale erano presenti tutte le granulometrie comprese tra il ciottolo decimetrico e l'argilla unitamente ad una abbondante componente terrosa poiché l'eccezionale evento meteorico ha causato diffusi e rapidi fenomeni erosivi e franosi lungo gli argini. La diminuzione di velocità ha portato alla formazione di un deposito nel quale i ciottoli sono immersi in una matrice terrosa a granulometria prevalente sabbioso ghiaiosa color nocciola, terminato l'evento erosivo la successiva piena, rappresentata da acqua relativamente pulita, ha dilavato la parte frontale del sedimento precedentemente depositato eliminando la componente fine e mettendo in evidenza la sola componente ciottolosa. Tale processo, ma in scala enormemente maggiore, è avvenuto lungo l'antica valle glaciale del Viona dove torbide ondate di piena fluvio-glaciali hanno inizialmente depositato sedimenti eterogenei successivamente "ripuliti" dalle granulometrie fini da successivi flussi di acqua relativamente pulita a minore energia.

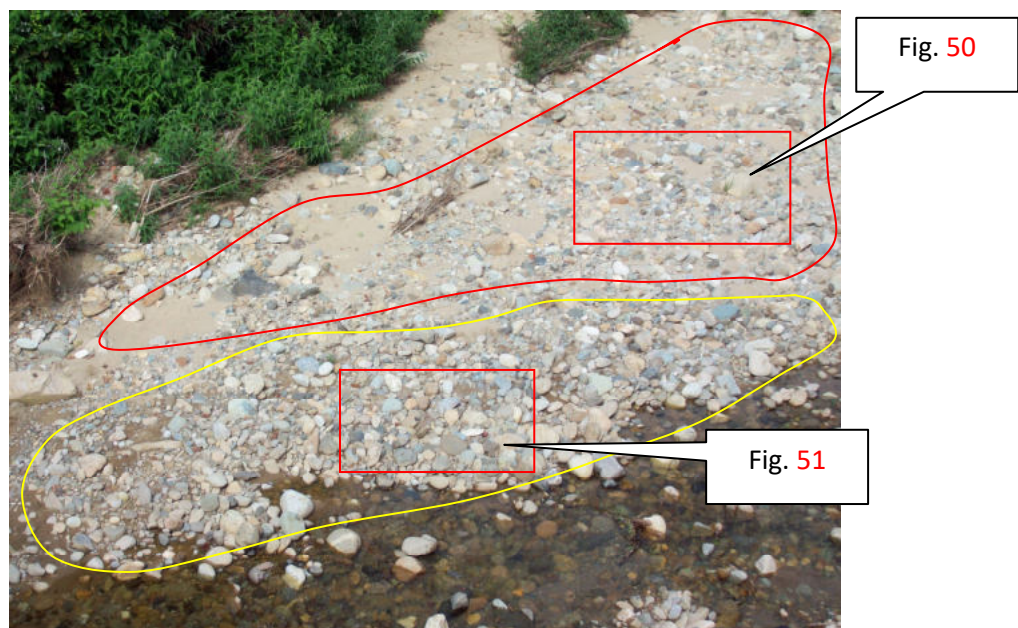


Fig. n. 49: sedimenti depositatisi a seguito dell'evento alluvionale della terza decade di Aprile 2013. La linea rossa individua sedimenti eterometrici ove sono presenti sia granulometrie ciottolose che sabbioso ghiaiose; la linea gialla individua la porzione di sedimento che è stato "dilavato" da una successiva onda di piena a minore energia che ha asportato le granulometrie fini lasciando solo i ciottoli. Vedere le foto successive per i particolari.

² Ad Andrate la stazione Pinalba dell'Arpa Piemonte registra un "fuori scala" di intensità oltre i 180 mm/h



Fig. n.50: i ciottoli sono immersi in una matrice sabbioso ciottolosa e terrosa.



Fig. n.51: una successiva piena a minore energia ha selezionato il sedimento allontanando le granulometrie fini lasciando i ciottoli.

Per il naturale processo di riduzione meccanica esercitato dal rotolamento dei ciottoli ritengo che in Bessa le particelle d'oro siano di dimensioni alquanto ridotte ed eccessivamente disperse per cui risulta molto difficile un loro arricchimento con i tradizionali metodi di lavaggio meccanico che si dice venissero impiegati al tempo dei Romani. Di contro la riduzione delle particelle d'oro ed il loro appiattimento possono favorire la formazione di piccole pepite le quali, contrariamente a cosa si crede, non sono la semplice riduzione di una grossa massa aurifera ma l'aggregazione di piccolissime e piatte particelle attratte fra di loro da forze fisiche elettrostatiche (*Forze di Van der Waals*) unitamente alla tensione litostatica.

4 - CENNI SULLE FORZE DI VAN DER WALLS E FORMAZIONE DELLE PEPITE.

Gli elettroni, anche se statisticamente distribuiti in modo uniforme, sono in continuo movimento. Quando, in un dato istante, gli elettroni si trovano casualmente più addensati sulla superficie di una pagliuzza d'oro, la distribuzione delle cariche negative degli elettroni non risulta più uniforme. La molecola si trova ad avere due poli elettrici istantanei (*dipolo indotto*): un polo negativo dalla parte in cui si sono addensati gli elettroni ed un altro positivo dove le cariche del nucleo non sono perfettamente neutralizzate dalle cariche degli elettroni. In tal modo la molecola risulta polarizzata e può essere rappresentata come un dipolo e quindi può esercitare una forza attrattiva su una molecola analoga.

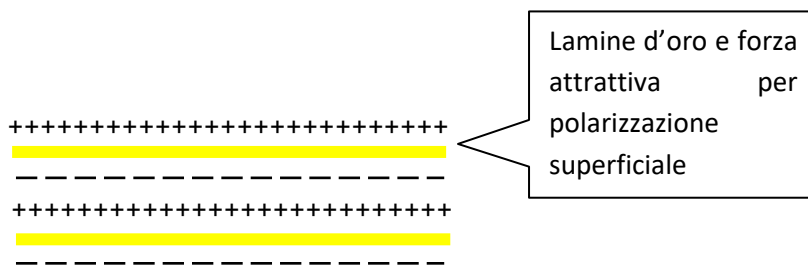


Fig. n. 52 : Dipolo

Ma la presenza della Forza di Van der Walls spiega solamente il principio fisico sulla formazione di una pepita, ma la completa dinamica che porta alla sua formazione entro un corso d'acqua la si può schematizzare nel seguente modo:

- La corrente del corso d'acqua forma dei mulinelli maggiormente attivi durante gli eventi di piena ove particolari condizioni morfologiche del fondo dell'alveo li favoriscono (presenza di grossi massi, affioramenti rocciosi trasversali al corso d'acqua, ecc.)
- Per effetto della forza centrifuga si forma una depressione a forma di cono rovesciato sul fondo del corso d'acqua.
- La forza centrifuga allontana i sedimenti più leggeri dalla depressione conica (analogamente a ciò che avviene entro una batea) concentrando sul fondo

le pagliuzze d'oro ad elevato peso specifico che per effetto della forze di Van Der Waals iniziano ad aggregarsi.

- Al termine dell'evento di piena entro la buca conica si depositano i normali sedimenti che per il loro peso (tensione litostatica) favoriscono ulteriormente l'aggregazione e la compattazione delle lamine aurifere.
- Durante successivi eventi di piena la forza centrifuga allontana i sedimenti più leggeri e favorisce un arricchimento di nuove lamine d'oro sul fondo del cono d'erosione.
- Successivi e continui eventi di piena seguiti da successivi e continui ricarichi di sedimenti portano alla formazione della "Pepita" ed al suo aumento di volume.
- Un evento alluvionale di grande energia e superiore ai precedenti modifica bruscamente il fondo dell'alveo asportando la pepita formatasi con in precedenti eventi di piena.
- Dopo tutto questo processo la Pepita è "Disponibile" per il Cercatore d'Oro che se fortunato la trova entro la sua Batea!

RAPPRESENTAZIONE DELLA DINAMICA FORMAZIONE DELLE PEPITE.

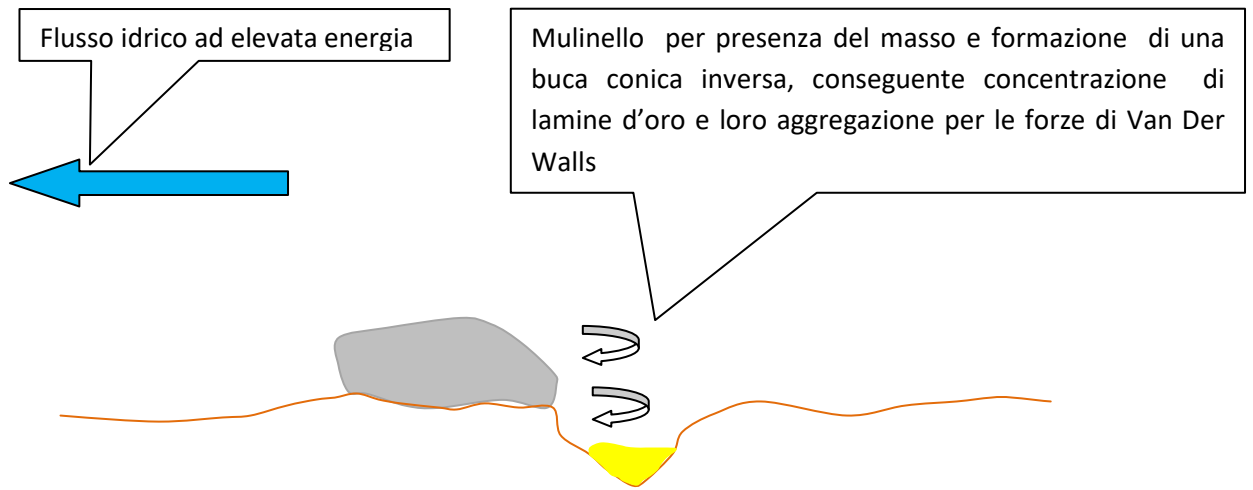


Fig. n. 53

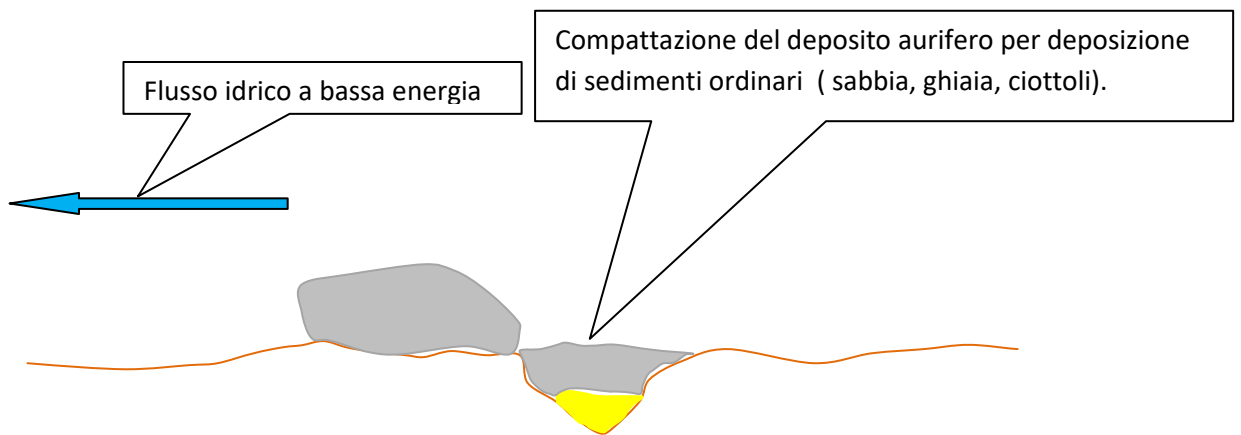


Fig. n. 54

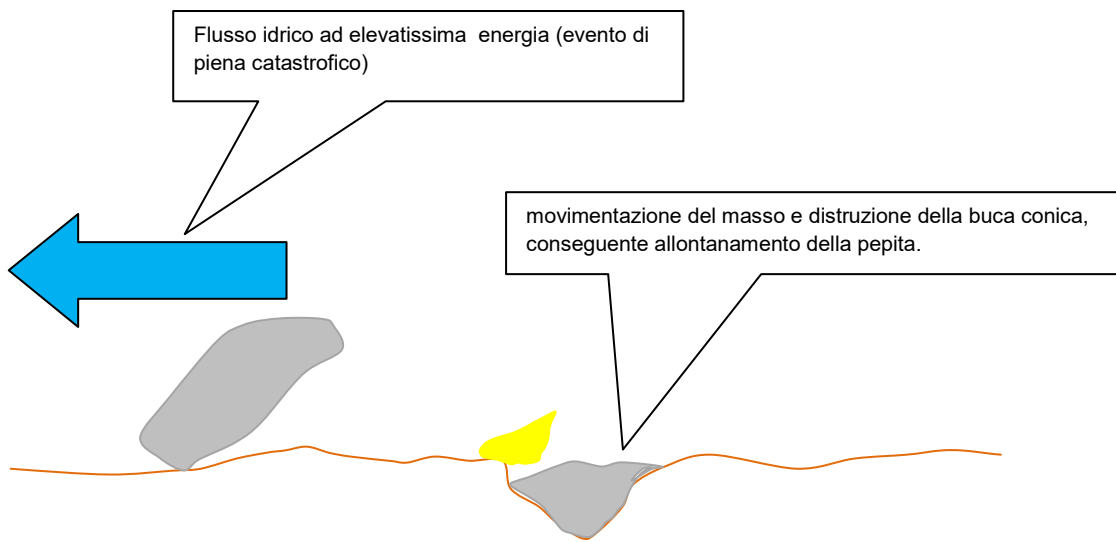


Fig. n. 55: la mobilizzazione della pepita comporta logicamente la sua riduzione volumetrica ed una rapida distruzione per la modesta durezza dell'oro ed il rotolamento entro sedimenti a prevalente composizione quarzosa notevolmente duri, per tale motivo il sito di ritrovamento non deve essere molto distante dal sito di formazione.

Quasi a comprova di quanto sopra è la recente notizia (11 Dicembre 2012) del ritrovamento di una pepita di circa 50 gr nell'alveo del Torrente Cervo in una zona con abbondante presenza di massi che creano l'ambiente sedimentario favorevole per la formazione delle pepite. Il quotidiano " Il Biellese" ha dato ampia notizia all'eccezionale evento.



Fig. n. 56: Prima pagina del Biellese del 11 Dicembre 2012.

5 - ATTUALE IDROGEOLOGIA DELLA BESSA.

E' chiaro che la caratteristica geologica e paesaggistica più evidente della Bessa è data dalla notevole copertura ciottolosa, tale immane concentrazione superficiale di ciottoli, che da sempre ha affascinato e stimolato la fantasia dei visitatori, determina una seconda e ben più importante caratteristica:

la sua idrogeologia che, a parere dello scrivente, ha condizionato la coltivazione del placer aurifero ma che nel corso di 2000 anni si è notevolmente modificata.

Lo strato superficiale ciottoloso presenta una elevatissima permeabilità³ come conseguenza della notevole porosità, l'immediata conseguenza è che a seguito di eventi meteorici tutta l'acqua penetra rapidamente in profondità venendo sottratta sia allo scorrimento superficiale ed anche, in elevata percentuale, alla evapotraspirazione tramite la vegetazione.

La più evidente caratteristica morfologica è la totale mancanza di una importante e sviluppata idrografia superficiale, solamente l'acqua emergente dalle numerose sorgenti percorre poche decine di metri in superficie per poi venire rapidamente drenata in profondità (V. Sorgente D'la Canal lungo il percorso "Ciapei Parfundà).

Poiché al di sotto della copertura ciottolosa sono presenti terreni poco o nulla permeabili, caratterizzati da una notevole percentuale di granulometrie fini consolidate ascrivibili al limo ed argilla glaciale, l'acqua che rapidamente è drenata in profondità determina la formazione di una vastissima e produttiva falda freatica; la caratteristica fondamentale del territorio della Bessa è che mentre è privo di idrografia superficiale è ricco di acqua in profondità.

La evidente presenza della ricca falda freatica è la formazione di numerose sorgenti, sia esse temporanee che permanenti, emergenti entro le depressioni o alla base di collinette a copertura ciottolosa; spesso, a seguito di importanti eventi meteorici, si formano locali zone umide a significare che la falda freatica si è alzata o che il terreno affiorante presenta una bassa permeabilità. Oltre alle sorgenti sono

³ Proprietà di una roccia di essere attraversata da un fluido senza che cambi la tessitura o la posizione reciproca dei granuli che la compongono; l'unità di misura è una velocità (cm/s – mt/s).

presenti numerosi pozzi poco profondi, solamente quelli profondi al massimo 5/6 metri vennero costruiti manualmente nelle vicinanze di vecchie cascine e zone prative.

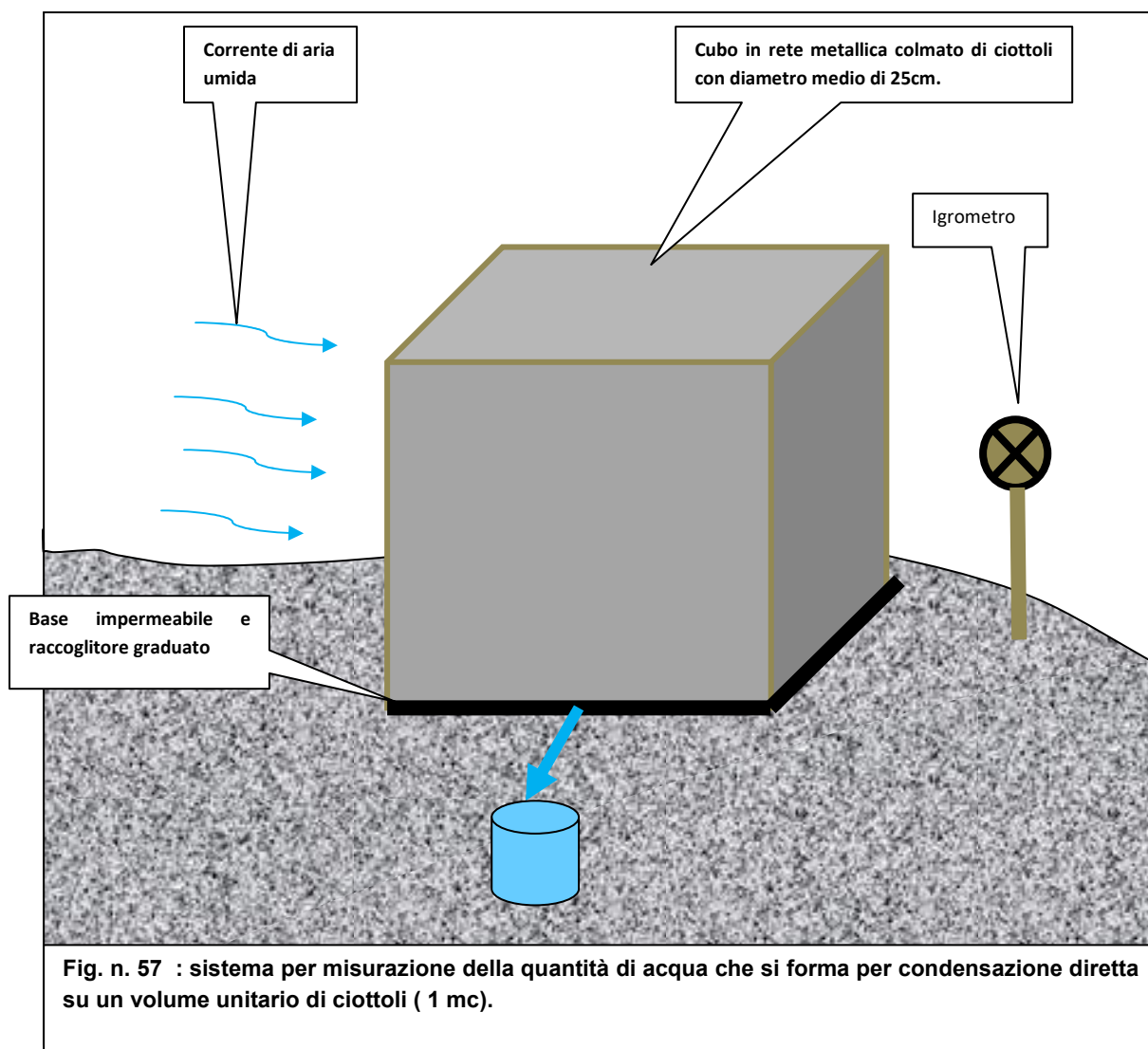
Lo scrivente percorrendo unicamente la vecchia rete di strade interpoderali tuttora agibili ha catalogato e localizzato, con sistema GPS, più di trenta tra pozzi, zone umide e sorgenti, alcune delle quali regimate da caratteristiche murature a secco a forma semicircolare o quadrata. Poiché per decenni non vi è stata alcuna manutenzione alcune sorgenti sono visibili con difficoltà e rintracciabili solamente a seguito di eventi meteorici importanti. E' evidente che il numero delle sorgenti o meglio dei "Punti d'acqua"⁴ è sicuramente superiore alla trentina ma la loro individuazione comporterebbe una lunga e difficile ricerca in siti difficilmente raggiungibili a causa della scomparsa della viabilità interpoderale per l'invasione della vegetazione arbustiva spesso rappresentata da una imponente massa di rovi.

Dal punto di vista idrogeologico volendo classificare le sorgenti della Bessa le potremmo semplicemente definire come "Sorgenti di Porosità" ossia che scorgano alla base di rocce porose (depositi ghiaioso ciottolosi a matrice sabbiosa e/o solamente ciottolosi) che inferiormente diventano meno permeabili. Anche per la falda freatica individuata tramite pozzi vale la stessa motivazione idrogeologica.

Indicativamente la falda freatica che alimenta tutti i punti d'acqua della Bessa ha una direzione Sud Ovest – Nord est e la sua attuale alimentazione è attualmente ascrivibile alla semplice alimentazione diretta da parte delle manifestazioni meteoriche, in minima parte vi può essere, solamente in casi particolari, una limitata alimentazione per condensazione diretta dell'umidità atmosferica sulla superficie dei ciottoli dove questi sono caratterizzati da imponenti cumuli della potenza di diversi metri. E' opinione dello scrivente che la quasi totalità delle sorgenti avesse una precipua alimentazione anche dal Torrente Olobbia quando le condizioni morfologiche e quindi idrogeologiche erano totalmente diverse dalla attuali (*alveo dell'Olobbia fluente ad una quota superiore di circa 15/20 metri rispetto alla attuale- V. oltre*).

⁴ Intendendo per "Punto d'acqua" qualsiasi evidenza idrica sia essa naturale che antropica.

Volendo valutare la possibilità e la conseguente quantità di acqua che potrebbe alimentare una sorgente per “*condensazione diretta*” sarebbe sufficiente creare un “*Cubo ciottoloso*” di un metro cubo, dotarlo di una base impermeabile, di un semplice raccogliitore graduato dell’acqua e misurare giornalmente la stessa in rapporto all’umidità e temperatura atmosferica; con tale sistema si potrebbe avere un’idea abbastanza corretta della quantità di acqua giornaliera che per condensazione diretta viene prodotta da un metro cubo di ciottoli.



Alcuni pozzi ubicati entro la massa ciottolosa, utilizzati per abbeveraggio persone o animali, irrigazione di superfici bonificate e lavaggio della sabbia aurifera, venivano eseguiti in corrispondenza di depressioni sul fondo delle quali vi era presenza di muschi ricoprenti i ciottoli; tale particolare caratteristica deriva dal fatto che la falda freatica si presenta a limitata profondità. Una costante umidità sale dalla superficie freatica a temperatura pressochè costante e condensandosi sulla ruvida superficie dei ciottoli determina la formazione di un microclima favorevole alla nascita dei muschi; individuati tali punti era sufficiente spostare i ciottoli per giungere in breve tempo e con minimo lavoro alla superficie freatica.

La risalita della umidità è particolarmente attiva in estate e in inverno:

in estate il riscaldamento dei ciottoli crea una colonna ascendente di aria calda che richiama verso l'alto l'aria idricamente satura a contatto con la falda freatica; nel periodo invernale poiché la temperatura della falda freatica è pressochè costante, generalmente compresa tra dieci e dodici gradi, si determina un minimo di evaporazione, a contatto con i ciottoli superficiali il vapore acqueo condensa formando una patina di ghiaccio sul fondo della depressione ciottolosa.

Tale sistema di scambio energetico e conseguente creazione di una corrente d'aria umida è analoga alla formazione della cosiddetta "Ora" nei Balmetti visibile nel vicino territorio di Borgofranco d'Ivrea in provincia di Torino.

Tali chiari indizi inducevano i frequentatori della Bessa a procedere alla esecuzione di un pozzo.



Fig. n.58: crescita di muschi entro una depressione di ciottoli, l'umidità deriva dalla limitata profondità della falda freatica.










UNA CURIOSITA'.





Nel deserto della Namibia esiste una graminacea (*Stipagrostis Sabulicola*) che sfrutta unicamente l'umidità atmosferica che arriva dall'Atlantico per sopravvivere alle condizioni estreme di scarsità di pioggia, tale pianta è talmente efficiente che riesce a condensare sulla sua superficie, valutabile in circa un metro quadrato per un cespuglio adulto, e convogliare verso l'apparato radicale circa 5 litri di acqua nelle sole ore mattutine durante le quali le correnti atlantiche sono ricche di umidità (circa 50% - consultare il sito www.windyty.com).







Qualora il cubo di ciottoli visibile nella precedente figura n. 57 sia costituito da ciottoli con un diametro di 20 cm la superficie totale dell'ammasso ciottoloso, formato da 125 ciottoli, è teoricamente di 16 metri quadrati, una semplice proporzione porta ad una valutazione di circa 78 litri per ogni metro cubo di ciottoli logicamente se la percentuale di umidità è anche nella Bessa del 50%.








Tenendo conto che spesso in Bessa l'umidità è decisamente maggiore del 50% e si prolunga per tutta la giornata (giornate nebbiose) la quantità di acqua di condensazione per metro cubo di ciottoli potrebbe essere superiore ai 78 litri per metro cubo/giorno; azzardando un facile conteggio su soli mille metri cubi di ciottoli, considerando 78 lt/mc, si arriva ad una quantità giornaliera di circa 78.000 lt/die corrispondente ad una sorgente con una portata temporanea di circa 0.9 lt/s. In definitiva la teoria sulla alimentazione per condensazione diretta è plausibile, logicamente per avere dati maggiormente attendibili si dovrebbe fare una prova sperimentale in loco.







**6 - SCHEDE TECNICHE DI ALCUNI PUNTI D'ACQUA FACILMENTE
ACCESSIBILI NEL TERRITORIO DELLA "BESSA".**






N. ORDINE	Nome	m.l.m. ca.	Coord. Geogr	Sorgente a caduta misurabile	Sorgente a sfioro No misurabile	Pozzo (Diametro /prof.)	Zona Umida	Note
01	D'la canal	321	N 45° 29,197' E 008° 02,273'					Pensile rispetto al fondo della "Bunda". Misurazione variazione di portata (V. serie di misure). Prossimo "Ciapej Parfundà". Emerge da morenico poco o nulla rimaneggiato
02	Dal Būru	326	N 45° 29,117' E 008° 02,185'			D= 0.6 mt P= 1.0 mt ca. 		Ubicata entro "Bunda Prossimo "Ciapej Parfundà"". "
03	Dl'acquarola	?	N 45° 29,330' E 008° 02,220'					N.2 emergenze idriche forse una terza ricoperta con ciottoli
04	Dal Catulin	333	N45° 29,046' E 008°02,201'					Ubicata entro "Bunda" Prossima a "Ciapej Parfundà"
05	s.n.	331	N 45° 29,079' E 008° 02,316'					
07	C.le Roletti	383 ?	N 45° 30,128i E 008° 00,288'					
08	Strada dei cumuli	334	N 45°28,865' E 008° 01.941'					Diminuisce drasticamente a seguito mancanza pioggia

N ORDINE	NOME	m.l.m. ca.	Coord. Geogr	Sorgente a caduta misurabile	Sorgente a sfioro Non misurabile	Pozzo (Diametro /prof.)	Zona Umida	Note
09	Lungo Riva del Ger	334	N 45° 29,252' E 008° 02,014'			D = 0.6 mt P = 0 mt 		Asciutto alla data 24 Ottobre 2009
10	Sorgente D'La Lama	320	N 45° 29,362' E 008° 02,049'					Asciutta in data 24 ottobre 2009; ma vista con acqua corrente
11	Al piede terrazzo di base a valle strada cerrione Mongrando							
12	Pozzo presso C.na Sirogi	363 l.s. -7.5 mt quota falda 357.5 in data 24.10.09	N 45° 29,227' E 008° 01,430'			D = 1.0 mt ca. P = 8 mt ca. 		Entro terreno morenico
13	S.N.	353	N 45° 29,361' E 008° 01,511'					Lungo strada incisioni rupestri costruzione a pianta quadrata aperta frontalmente; presenta di una seconda chiusa sui 4 lati dimensioni 2mt x 2 mt ca. probabili sorgenti

N. ORDINE	Nome	m.l.m. ca	Coord. Geogr	Sorgente a caduta misurabile	Sorgente a sfioro Non misurabile	Pozzo (Diametro /prof.) t	Zona Umida	Note
14	S.N.	349	N 45° 29,391' E 008° 01,533'			D= 0.8 mt P≈ 1.5 m 		Pozzetto costruito presso case diroccate
15	S.N.	347	N 45° 29,417' E 008° 01,584'			D= 1.5 mt ca. P= 0 interrato Aperto frontalmente 		Pozzo privo di acqua al momento del rilievo 24.10.09 . a valle è presenta una canalizzazione semicircolare della lunghezza di qualche metro
16	Zona umida sotto C.na Sirogi	353	N 45° 29,431' E 008° 01,411'					Ampia zona umida all'atto del rilievo priva di acqua. Probabilmente impostata in terreno morenico poco o nulla permeabile. Probabile presenza di sorgenti temporanee.
17	Sorgente del Taburn	348	N 45°30,234' E 8° 0,843'					Ampia zona umida a valle della sorgente. Opera di muratura in ciottoli.

N. ORDINE	Nome	m.l.m. ca	Coord. Geogr.	Sorgente a caduta misurabile	Sorgente a sfioro Non misurabile	Pozzo (Diametro /prof.)	Zona Umida	Note
18	Sorgente taburn 2	343	N 45° 30,311' E 8° 0.843'					Affiora in zona quasi pianeggiante a circa 100 metri dalla Cava Fiora
19	Traccia vecchia sorgente	356	N 45° 30,405' E 8° 0,540'					Vecchia muratura semicircolare con pietre a secco
20	S. Del Roc	362	N 45° 30,460' E 8° 0.342'					Visibile lungo la strada verso Villaggio Rubino.
21	S.. Roc -1	352 m.l.m.	N. 45°30,424' E 8° 0,482'					
22	S. Roc 2	351	N 45° 30,425' E 8° 0,508'			D=0.5 mt P = 0.5 mt 		Non misurabile. N.B. a valle delle sorgenti del Roc l'acqua viene raccolta da canaletta o forma zona umida
23	Sorg. Sopra cava Barbera Lago	301	N 45° 28,706' E 8° 03.154'					Non Misurabile soggetta a prosciugamento stagionale
24	Fontana della Rama bella	299	N 45° 28,449' E 8° 03,428'					Non misurabile

N. ORDINE	Nome	m.l.m. ca	Coord. Geogr.	Sorgente a caduta misurabile	Sorgente a sfioro Non misurabile	Pozzo (Diametro /prof.)	Zona Umida	Note
25	S.N.	339	N 45° 28,841' E 8° 02,086'			1,5x1,5 P = 0.5 		Pozzo quadrato di lato 1,5 x 1,5 mt colmato con ciottoli e privo di acqua . approfondendo si potrebbe raggiungere la falda .
26	Dlà Canal 2	317	N 45°29,247' 08° 02,339'			D=1 mt c.a. P= 1.mt c.a. 		Sito a valle della S. Dlà Canal in prossimità del cartello esplicativo n. 11 (Ciapèi Parfundà)
27	S. Roc di Pè	330	N 45°28,769' E 08° 02,405'					Pozzo con muratura semicircolare aperta soggetto a prosciugamento per probabile interrimento
28	Cà dal Gino	341	N 45°28'49,6" E08°02'10,6"					Laghetto artificiale di circa 10mtx 10 mt profondità presumibile 1.5 mt con acqua permanente con alimentazione freatica
29	Pozzo presso vigna	338	N 45°29'03" E 08°02'7,6"					Pozzo a sezione quadrata 1,5x1,5 profondità presumibile 2 mt. riempito di ciottoli e massi. Privo di acqua, si sente il rumore a seguito di forti precipitazioni .
30	laghetto	327	N 45° 28' 43,4" E 8° 01' 55,8"					Laghetto inframorenico o di erosione glaciale 50mtx50mt circa con sfioro verso C.na dell'apostolo. Sfiore a seguito prolungate piogge

31	Senza nome	308	N 45° 28' 32,5" E 8° 02' 0.7					A valle della strada per cerrione emergente tra uno strato di ciottoli.
32	Pozzo di fronte C.na dell'Apostolo	325	N 45° 28' 43,15" E 8° 01' 51,12			P= 5 mtca. I.s. = -2.6 		Livello statico misurato dopo intense piogge (febbraio 2014); ampie escursioni in negativo in periodo estivo
33 S1	Zona umida sotto C.na Sirogi	355	N 45°29'15.9" E 08° 01' 31,0"					Zona umida priva di opere murarie o regimazione.
34 S2	Zona umida sotto C.na Sirogi	357	N 45° 29' 15,4" E 08° 01' 32,2"					Zona umida priva di opere murarie o regimazione
35 S3	Zona umida sotto C.na Sirogi	345	N 45° 29' 20,1" E 08° 01' 42,5"					Pozzo asciutto a sezione quadrata interrato.

7 - MA QUANTA ACQUA E' PRESENTE IN BESSA?



In Bessa il ruscellamento è nullo.

Fig. n. 59: Schema del ciclo dell'acqua (Da USGS – United States Geological Service)

Questa domanda ad una superficiale visione appare strana poiché percorrendo la Bessa una delle sue caratteristiche maggiormente evidente è la totale mancanza di una idrografia superficiale:

tutta l'acqua piovana penetra rapidamente in profondità a seguito della elevatissima porosità superficiale, l'unica acqua visibile in Bessa è in corrispondenza delle numerose sorgenti, ma anche questa, dopo poco metri, sparisce nel sottosuolo senza originare alcuna idrografia. Volendo avere un'idea della quantità di acqua che permea il bacino morfologico della Bessa che va ad alimentare le diverse sorgenti possiamo eseguire quello che in Geologia applicata si definisce "*Bilancio d'acqua globale*" da alcuni Autori chiamato "*Bilancio Idrogeologico*". Tale calcolo viene eseguito risolvendo la semplice espressione

$$I_w = P - (E + R)$$

La suddetta formula è la schematizzazione matematica del cosiddetto "*Ciclo dell'acqua*" che rappresenta in sintesi il percorso che compie l'acqua da quando precipita al suolo sino al suo ritorno nell'atmosfera.

Nella suddetta espressione si ha:

I_w = infiltrazione efficace (*acqua che va ad alimentare la falda freatica*)

P = precipitazione media annua

E = evapotraspirazione

R = ruscellamento.

Nel caso della Bessa, poiché non è presente alcuna idrografia superficiale, il termine R è uguale a zero per cui la precedente espressione si riduce semplicemente alla seguente

$$I_w = P - E$$

Nella zona della Bessa possiamo assumere la piovosità media annua pari a quella di Biella ossia $P = 1432 \text{ mm}$ (*corrispondente a 1432 lt / mq*); l'evapotrasporazione⁵ E è calcolabile con la formula di Turc ovvero

$$E = P / (0,9 + P^2/L^2)^{1/2}$$

Dove $L = 300 + 25 T + 0.05 T^3$

T è la temperatura media annua a Biella pari a **12,2 °C**.

Sostituendo i termini ed eseguendo i relativi calcoli possiamo verificare che la quantità di acqua che permea il terreno della Bessa è pari a

$$I_w \approx 800 \text{ mm/ anno}$$

Ciò significa che il terreno della Bessa ogni anno assorbe 800 lt per ogni metro quadrato, sapendo che l'area globale è pari a circa 7 km² ovvero 7.000.000 mq la quantità di acqua freatica totale ammonta a

$$7.000.000 \text{ mq} \times 800 \text{ lt} = 5.600.000.000 \text{ lt}$$

ovvero 5,6 milioni di metri cubi (*per avere un'idea della quantità di acqua che soggiace la Bessa si pensi che la vicina diga sul Torrente Ingagna contiene circa 8 milioni di metri cubi di acqua*). Tale considerevole quantità di acqua è solamente

⁵ Per evapotraspirazione si intende la quantità di acqua che ritorna nell'atmosfera sia per evaporazione diretta che per traspirazione attraverso la vegetazione.

quella di origine meteorica che attualmente interessa il bacino morfologico della Bessa, quasi sicuramente quando l'alveo del Torrente Olobbia scorreva ad una quota superiore alla attuale di circa 15/20 metri il bacino recepiva anche abbondanti filtrazioni da tale torrente lungo la sua sponda sinistra.

La quantità calcolata si può ritenere molto attendibile in quanto in Bessa non ci sono apporti esterni né prelievi. Con tale considerevole quantità di acqua ritengo che cercare di portarla da zone limitrofe fosse illogico poiché l'acqua emergeva alla base dei terrazzi della Bessa con numerose e produttive sorgenti e poteva essere facilmente utilizzata per il lavaggio della sabbia aurifera (V. *paragrafi seguenti*).

8 - INDAGINE GEOFISICA SULLA POTENZA MASSIMA DEI DEPOSITI CUMULIFORMI A CIOTTOLI.

Le dimensioni dei cumuli a ciottoli non sono mai state indagate né direttamente né indirettamente in profondità, sono state fatte ragionevoli ipotesi misurando semplicemente la loro altezza; le domande più ricorrenti sono : *“Ma alla base dei cumuli cosa si trova? Quale può essere l'altezza massima dei cumuli? Quale relazione sussiste con l'idrografia dell'area?”*

Lo scrivente nell'agosto 2009 al fine di dare una risposta a tali domande eseguì una serie di otto sondaggi geo-elettrici a distanza elettrodica variabile (*Metodo Schlumberger*) ai quali avrebbero dovuto fare seguito approfondimenti sul territorio con misurazioni dirette della portata di alcune tra le sorgenti maggiormente significative per la loro variazione stagionale ed annuale di portata relazionata quest'ultima anche alla morfologia non solamente della Bessa ma specialmente dell'idrografia che *“Contorna “* la Bessa sia da occidente (Olobbia) che da oriente (Elvo),

La scelta dei siti di indagine è stata fatta seguendo alcuni semplici criteri:

- *facile accessibilità con mezzi meccanici o relativamente vicini alla viabilità del parco.*

- *Lunghezza degli accumuli ciottolosi e morfologia il più possibilmente uniforme ossia priva di curve, dossi e vegetazione.*
- *Aree pianeggianti prative.*
- *Vicinanza con zone interessate da emergenze idriche o entro zone umide con acqua corrente.*

Degli otto sondaggi eseguiti solamente tre sono stati eseguiti sui cumuli di ciottoli ampiamente rimaneggiati da interventi antropici; purtroppo essi hanno fornito una indicazione di massima sulla loro potenza. I rimanenti sondaggi sono stati eseguiti in siti ove la componente ciottolosa è scarsamente rappresentata e prevalgono granulometrie sabbioso ghiaiose limose .

Dall'analisi delle risultanze degli otto sondaggi geoelettrici si sono potute trarre le seguenti conclusioni:

- L'altezza massima misurata dei cumuli ciottolosi è di circa 10 metri, altezza verificata dell'ammasso più significativo per la sua regolare morfologia sicuramente di origine antropica .
- Si è avuto la conferma che i cumuli poggiano su un terreno caratterizzato da granulometrie nettamente più fini con resistività specifica corrispondente ad una sabbia ghiaiosa con matrice ascrivibile al limo glaciale, tale terreno corrisponde al substrato morenico originario non rimaneggiato poco permeabile.
- Alla base dei cumuli, sopra il detrito morenico, è generalmente presente una concentrazione di granulometria sabbiosa discretamente permeabile che determina la formazione di una locale falda freatica potente mediamente due metri; tale falda freatica emerge o tramite sorgenti attualmente poco produttive o è stata raggiunta tramite l'esecuzione di pozzi poco profondi spostando semplicemente dei ciottoli sino al suo raggiungimento.

- I sondaggi a maggiore stendimento elettrodico hanno evidenziato nette relazioni tra morfologia locale e quota dell'alveo del Torrente Elvo che si sviluppa verso Est.

Come già in precedenza evidenziato i suddetti sondaggi erano preliminari ed eseguiti con finalità idrogeologiche in quanto mirati ad una futura correlazione litostratigrafica con sorgenti, zone umide e falda freatica entro pozzi presenti nella Bessa. Comunque alcuni sondaggi hanno fornito una valutazione attendibile della potenza massima di alcuni cumuli ciottolosi grazie alla netta variazione della resistività specifica tra ciottoli e substrato morenico. Tali potenze (*6 m per il sondaggio n.3, 4 m per il sondaggio n.4 e 10 per il sondaggio n.7*) sono indicative ma non generalizzabili per tutta la Bessa anche perché tali cumuli sono stati scelti proprio per la loro rimarchevole potenza e facilità d'accesso. Personalmente ritengo che una potenza media possa essere compresa tra 3 ÷ 4 m .

A fondo relazione viene allegata la documentazione interpretativa completa dei sondaggi elettrici verticali (S.E.V.)

9 - UTILIZZO DEI CIOTTOLI.

Da tempi remoti i ciottoli della Bessa hanno avuto diverse utilizzazioni:

- spietramento per bonifiche e formazione di campi utilizzabili per varie coltivazioni e pascolo del bestiame.

In merito a ciò si rileva la disinformazione e la mancanza di notizie assunte in loco da coloro che hanno studiato la Bessa cercando a tutti i costi di dimostrare una loro verità ignorando la realtà passata e trasformando la loro verità in una specie di dogma assoluto; in una pubblicazione si legge “ *... che non vi sono stati nella Bessa tentativi di bonifiche ad uso agricolo e pastorizio perché altre aree, meno periferiche e più facilmente bonificabili sono tuttora disponibili ed utilizzate ai piedi della morena*”. Nulla di più falso! Padre e Zii dello scrivente hanno personalmente bonificato per spietramento loro proprietà che successivamente adibivano sia a pascolo che a frutteto. Mentre si pascolavano ovini e bovini si raccoglievano ciottoli per delimitare le proprietà. Molto spesso il Padre dello scrivente soleva dire che tra la prima e la seconda guerra mondiale “*La Bessa era un giardino*” e che se non fosse stato per questo giardino molta gente avrebbe avuto notevoli difficoltà di sopravvivenza. Inoltre le porzioni della Bessa non bonificate dai ciottoli ma boscate erano intensamente utilizzate per lo sfruttamento della legna sia da opera che da ardere. Piccoli appezzamenti compresi tra cumuli di ciottoli erano utilizzati per la coltivazione della vite qualora scavando si trovava la falda freatica a limitata profondità. Grazie ad un particolare microclima in alcune vigne, specialmente verso Cerrione, si vendemmiava in anticipo di un mese rispetto ad altre vigne delle vicinanze, inoltre per la presenza della falda freatica a limitata profondità il fieno era tagliato tre o quattro volte (*per esempio nella zona delle Vieri Lunghe*). In generale tutte le zone pianeggianti che si trovano in Bessa ed attualmente boscate erano, sino nell'immediato dopoguerra, delle zone prative adibite a pascolo, frutteto o condotte a vigna, questo utilizzo faceva sì che la Bessa sembrasse un giardino anche se qualcuno sostiene che non vi furono “*Tentativi di bonifica*” !

Ma l'immane fatica che comportava la bonifica mediante spietramento di alcune porzioni marginali della Bessa veniva ampiamente ricompensata dalla buona qualità del terreno agrario che si veniva a formare, questo era povero di argilla e

limo e quindi presentava un ottimo drenaggio, inoltre la presenza della falda freatica a limitata profondità determinava una costante umidità per risalita capillare a tutto vantaggio della produttività agricola. Tali qualità non erano presenti sui terreni morenici caratterizzati generalmente da compattezza, notevole percentuale di fine, scarso drenaggio e notevole profondità della falda freatica che comportava devastanti periodi di siccità con conseguente perdita del raccolto. A seguito delle bonifiche spesso si metteva in evidenza la falda freatica che veniva regimata mediante l'esecuzione di opere di presa in pietra con forma semicircolare o quadrata che servivano sia per dissetare le persone che per abbeverare il bestiame. La suddetta frase " ... *che non vi sono stati nella Bessa tentativi di bonifiche ad uso agricolo e pastorizio perché altre aree, meno periferiche e più facilmente bonificabili sono tuttora disponibili ed utilizzate ai piedi della morena*" potrebbe adattarsi alla seguente considerazione:

" *Non vi sono stati nella Bessa tentativi di coltivazioni aurifere mediante lavaggio della sabbia perché altre aree più facilmente coltivabili (leggi alvei del Cervo, Elvo, Olobbia e Dora) erano disponibili ai piedi della morena*".

- Formazione di una rete di carrarecce interpoderali per facilitare il raggiungimento delle aree coltivate o utilizzate per il pascolo ed anche per raccogliere pietre per utilizzare in edilizia.
- Costruzione di case: molti edifici delle Frazioni di Zubiena e Cerrione sono state costruite con i ciottoli della Bessa.
- Esecuzione di acciottolati stradali dei paesi prossimi alla Bessa e loro Frazioni; come è possibile vedere dalla seguente antica cartolina di Zubiena il sedime della attuale Strada Statale n. 338 era interamente lastricata con ciottoli prelevati nella Bessa (fig. n. 62).

Poiché indicativamente il diametro dei ciottoli era di 10/15 cm occorre almeno 100 ciottoli per lastricare un metro quadrato di strada, solamente per pavimentare con ciottoli la strada principale di Zubiena Villa furono necessari circa 500.000

ciottoli; altrettanti ciottoli erano necessari per pavimentare le Frazioni. Tale operazione comportava la cernita dei ciottoli con una prevalente forma ellissoidica e con dimensioni pressoché uniformi ossia con un diametro minimo di circa 10 cm; la forma, le dimensioni e la modalità esecutiva conferivano al selciato una notevole compattezza e stabilità al passaggio dei carri che con le ruote esercitavano forti torsioni che possibilmente non dovevano “sradicare” i ciottoli. E’ evidente che l’operazione di cernita dei ciottoli con dimensioni corrette comportava lo spostamento di una considerevole quantità di ciottoli specialmente in quelle zone ove le dimensioni erano superiori a quelle necessarie (V. Foto n.61), in alcune aree della Bessa, specialmente vicino alla antica viabilità, sono presenti evidenti zone di cernita.

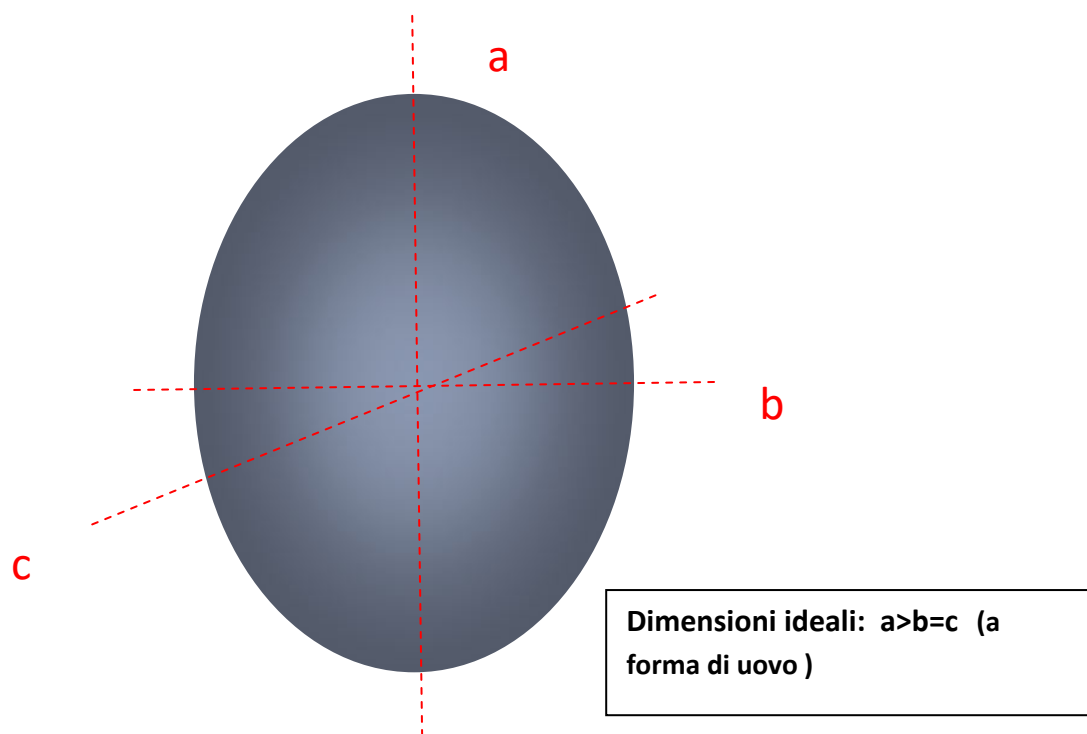


Fig. n. 60: la forma, le dimensioni e il corretto posizionamento del ciottoli, con l’asse maggiore verticale, erano fondamentali per conferire solidità al sedime stradale. Quando i carri eseguivano strette curve i ciottoli erano sottoposti ad una notevole torsione. La ricerca di ciottoli con tali caratteristiche comportava lo spostamento di milioni di ciottoli di grandi dimensioni. Solamente per acciottolare le strade di Zubiena, compreso le frazioni, si può facilmente calcolare che necessitarono circa 1.500.000 ciottoli.

PER APPROFONDIMENTI CONSULTARE CAPITOLO 35 – UNA ANTICA “CAVA” DI CIOTTOLI PER “STERNI”. Pag. 321.



Fig. n. 61: evidente traccia di prelievo selettivo dei ciottoli lungo il percorso “Ciapej Parfundà” (linea gialla); i ciottoli di maggiori dimensioni venivano spostati per facilitare il prelievo di quelli con dimensioni ideali per l’esecuzione del selciato (linea rossa).



Fig. n. 62: pavimentazione in ciottoli della Bessa della strada statale che attraversa Zubiena Villa (Corso Domenico Tealdi); Le vie principali di Zubiena così come le strade principali di tutte le Frazioni avevano la pavimentazione in ciottoli della Bessa che venivano trasportati con carri trainati da cavalli.

In merito al rimaneggiamento e al conseguente utilizzo dei ciottoli della Bessa si riporta il testo di un pannello illustrativo che si può leggere lungo un percorso segnalato e documentato; è evidente che il volume considerato nel pannello debba essere assolutamente ridimensionato, la “Bessa Classica” , ovvero quella che si estende da Mongrando a Cerrione, è di circa 7 kmq pari a 7 milioni di metri quadrati, il “*materiale lapideo rimaneggiato*” ritenendo validi i 200 milioni di metri cubi corrisponderebbero ad uno spessore di 28.5 metri cosa assolutamente impossibile.

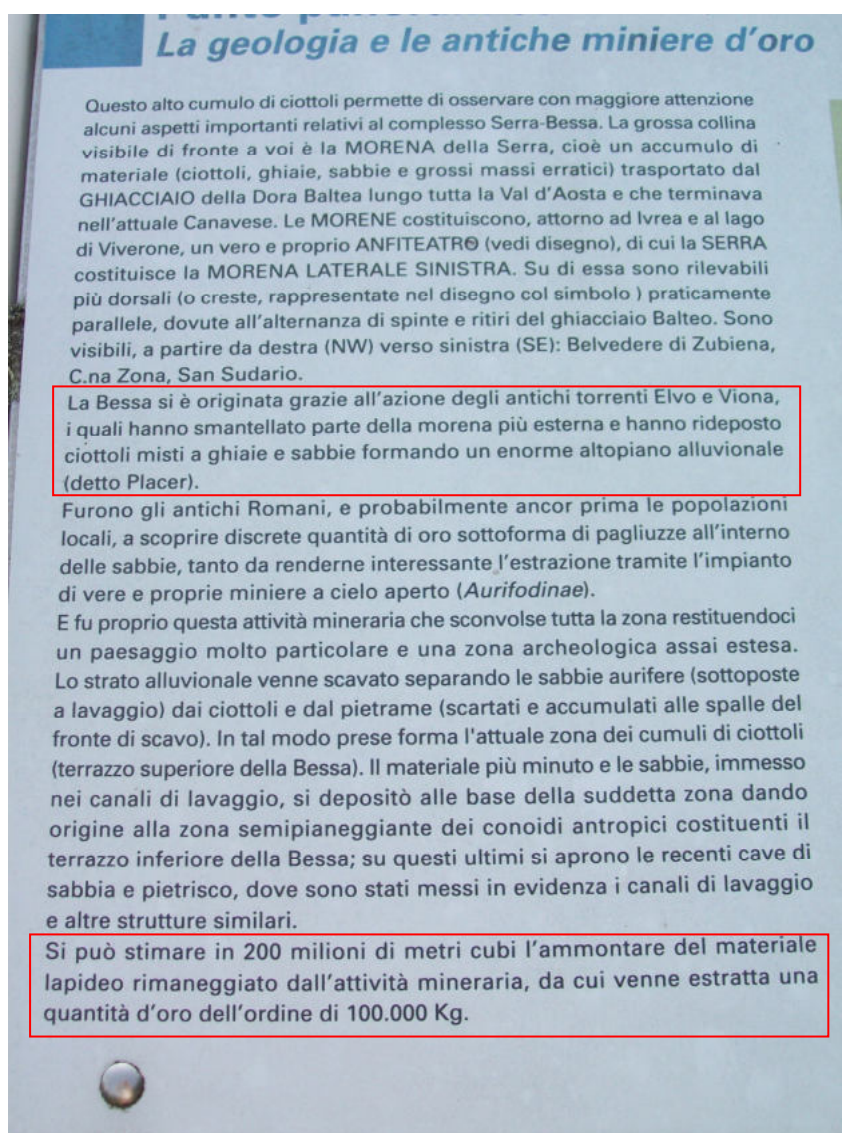


Fig. n. 63: pannello esplicativo lungo il percorso “ Fontana del Buchin”.

10 - CENNI SULLA MODALITA' DI RICERCA DEI GIACIMENTI MINERARI.

Un secondo aspetto da esaminare, per meglio comprendere il processo di evoluzione mineraria di un sito, è come avviene “ *La scoperta di un minerale*”; la metodologia non è sostanzialmente immutata da secoli anche se l’attuale sistema di ricerca è notevolmente aiutato dalle scoperte chimiche, fisiche e dalla moderna tecnologia mineraria.

Attualmente la ricerca inizia da rilievi aerei e/o satellitari, da sofisticate indagini geofisiche e chimiche ma in ultimo è l’uomo che interviene sul territorio, si reca ove le preliminari indagini hanno dato risultanze positive, preleva campioni li analizza e “*segue le tracce chimiche e fisiche*” del minerale che cerca o spera di trovare in quantità tali da essere sfruttabile. Se si trova su un giacimento secondario ne valuta l’estensione se invece questo suo “*pedinamento*” porta ad un giacimento primario valuta la possibilità del suo sfruttamento o mediante scavi a cielo aperto o in sotterraneo dando logicamente la preferenza al primo metodo.

Prima dell’avvento delle nuove tecnologie di ricerca e sfruttamento i “*cercatori d’oro*” prelevavano campioni di sabbia lungo un “*torrente principale*” esaminavano la presenza del prezioso metallo con i metodi degli attuali cercatori (*Batea*) e, se questa risultava positiva, proseguivano verso monte sino al primo affluente; se la ricerca a monte del primo affluente, lungo il torrente principale, era negativa significava che l’oro derivava dall’alveo del primo affluente; proseguendo con tale metodologia si escludevano o meno affluenti minori successivi sino ad arrivare al giacimento primario e se questo era già stato individuato e “*coltivato*” iniziava lo sfruttamento anche del giacimento secondario, individuato con la ricerca lungo l’idrografia, naturalmente se la concentrazione era valutata conveniente. Tale metodologia di ricerca è ancora praticata in aree ove la copertura forestale maschera l’affioramento primario non permettendone una valutazione con sistemi indiretti; metodo tutt’ora presente, per esempio, nel bacino amazzonico ed altre zone con prevalente copertura forestale da parte dei cercatori sia legali che di frodo.

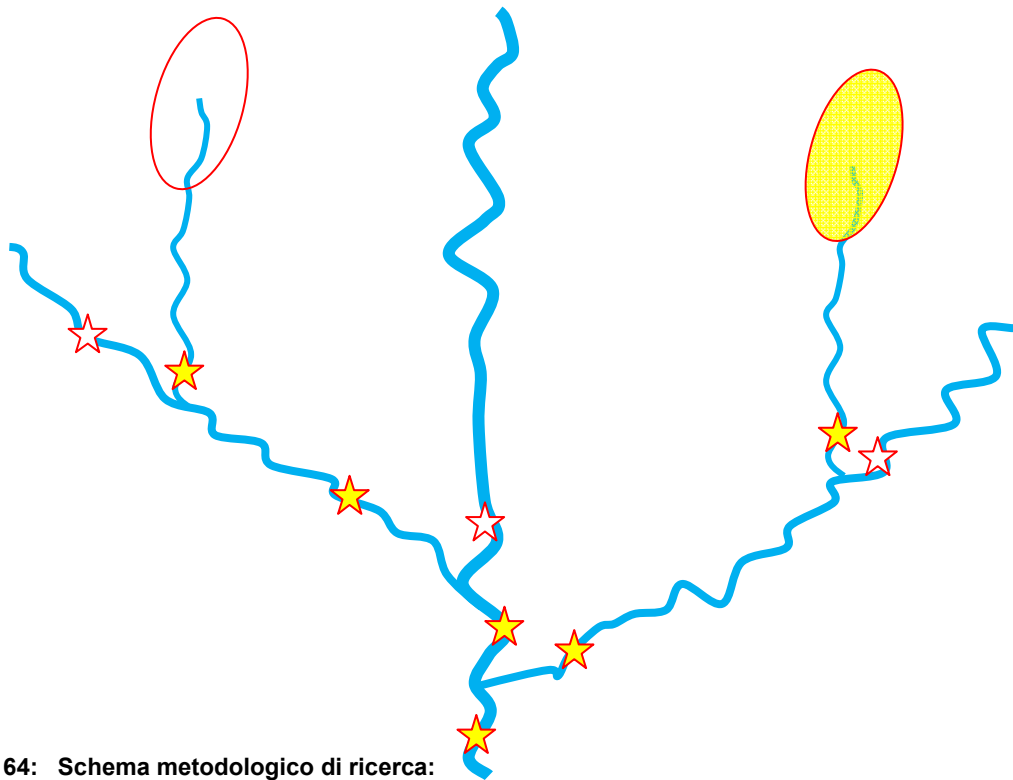
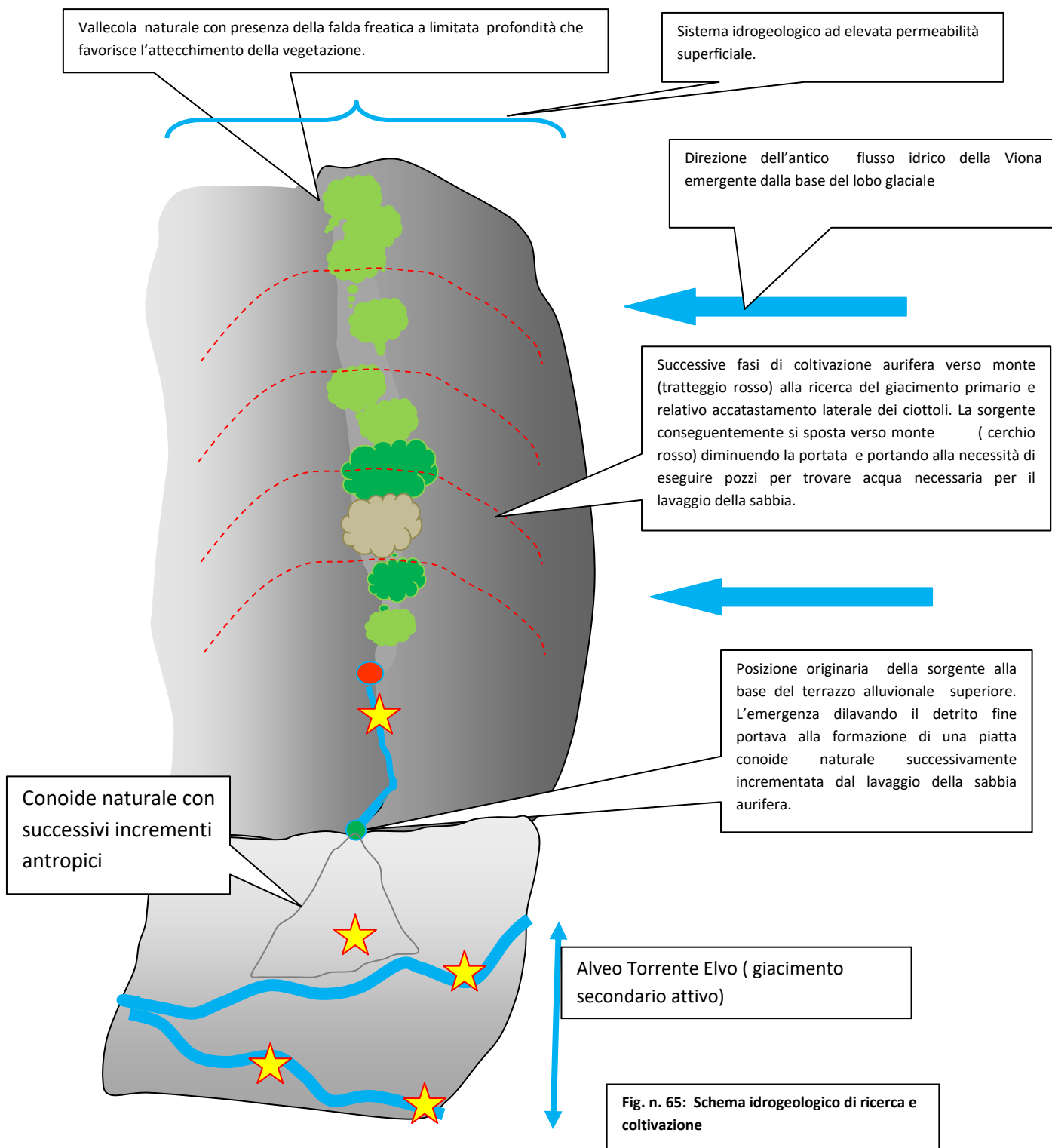



Fig. n. 64: Schema metodologico di ricerca:

- ★ Ricerca positiva, lungo questo torrente la ricerca prosegue (Giacimenti secondari).
- ☆ Ricerca negativa, lungo questo torrente la ricerca viene interrotta.
- Territorio con giacimento primario; proseguendo più in dettaglio la ricerca in questo territorio si individuerà con precisione il giacimento primario.

Nella seguente figura è rappresentata una planimetria, derivante dal precedente schema, che illustra la dinamica idrogeologica e morfologica che ha condizionato il metodo di ricerca dell'oro .



SPIEGAZIONE DEL PRECEDENTE SCHEMA DI RICERCA E COLTIVAZIONE.

Nel prosieguo delle ricerche aurifere  i ricercatori si spingevano anche verso il rio formato dalla sorgente nella speranza di individuare il giacimento primario più ricco che è sempre a quota maggiore rispetto al giacimento secondario principale rappresentato dall'alveo dell'Elvo. Operando in tal modo dovevano necessariamente spostare migliaia di ciottoli per raccogliere la sabbia ed anche l'acqua per il lavaggio della stessa mediante la "Batea" o altro sistema semplice; tale spostamento dei ciottoli accentuava la profondità e la pendenza della vallecola naturale portando alla formazione della "Bunda" antropica e profonda. I ciottoli, che rappresentavano la "Ganga" del Giacimento non venivano allontanati verso valle ma depositati su porzioni di terreno adiacenti ancora potenzialmente sfruttabili; scaricandoli a valle non avrebbero ostacolato il successivo lavaggio della sabbia aurifera ancora presente lateralmente alla Bunda. Forse tale improprio metodo di coltivazione era dettato dal fatto di non ostacolare il lavaggio sulla sponda destra del Torrente Elvo ma molto probabilmente i Romani o chi per essi videro che moltissimi ciottoli della Bessa presentavano una caratteristica mineralogica che li rendeva estremamente interessanti (V. Oltre) e forse più appetiti che non le finissime pagliuzze aurifere eccessivamente triturate e disperse dal violento rotolamento reciproco dei ciottoli e quindi di difficile estrazione rispetto a quelle presenti lungo le sponde dei Torrenti Cervo, Elvo, Olobbia e del Fiume Dora (giacimenti secondari attivi V. oltre).

Di tale metodo di ricerca e coltivazione fa cenno anche il Calleri il quale testualmente alle pagine nn. 114 e 115 del volume "Bessa" dice:

"Un'altra domanda più impegnativa e rimasta sinora senza risposta è quella relativa da dove e quando ebbe inizio la ricerca dell'oro. In merito alla localizzazione del punto dove furono incominciati i lavori non è detto che necessariamente si debba optare per una delle estremità dell'asse maggiore della Bessa; non è da escludersi a priori che l'oro sia stato dapprima scavato in un sito della scarpata lungo la linea del margine laterale che guarda verso il corso dell'Elvo.

Al momento non sembra vicina la probabilità di raggiungere una qualsiasi certezza; può darsi che la scoperta del giacimento sia avvenuta per caso. Forse prima dell'inizio dell'attività mineraria, esistevano nella Bessa (ed esistono tuttora n.d.r.) dei ruscelli che scaricavano verso l'Elvo l'acqua delle sorgenti e delle piogge: i piccoli corsi d'acqua incidevano il giacimento e trascinarono a valle l'oro depositandolo allo sfocio in quantità percepibili dall'occhio; il fatto non sarebbe sfuggito ad eventuali frequentatori del torrente abitanti in luoghi vicini, che ne avessero percorso le sponde traendo profitto dalla pesca e dalla caccia. Ricerandone l'origine e risalendo i ruscelli essi poterono constatare l'abbondanza nelle sedimentazioni a monte.

In questi punti dovette svolgersi una prima fase di attività limitata, e sopraggiunti i Romani, accortisi che l'oro compariva con una certa frequenza negli scambi commerciali nel territorio, questi ne avrebbero appreso la provenienza ed iniziando la coltivazione intensiva del giacimento caduto sotto il loro controllo. Naturalmente si tratta di semplici ipotesi."

Tale metodo di coltivazione, a partire dalla base Orientale della Bessa sfruttando le produttive sorgenti alimentate dal superiore Torrente Olobbia, può aver lasciato una significativa traccia geomorfologica in corrispondenza della zona sorgentizia denominata "Fontana Canej"; mentre un normale processo erosivo da

parte di una corrente idrica, sia essa di origine torrentizia che freatica, crea una vallecola stretta e lunga con una sezione a “V”, una cava assume generalmente una forma a “*parallelepipedo*” quando l’asportazione di materiale avviene sia lateralmente che frontalmente. Tale morfologia la possiamo verificare non solamente in corrispondenza della Fontana Canej ma anche lateralmente ad essa; nella seguente Fig. n. 65 sono evidenziate le suddette evidenze geomorfologiche.

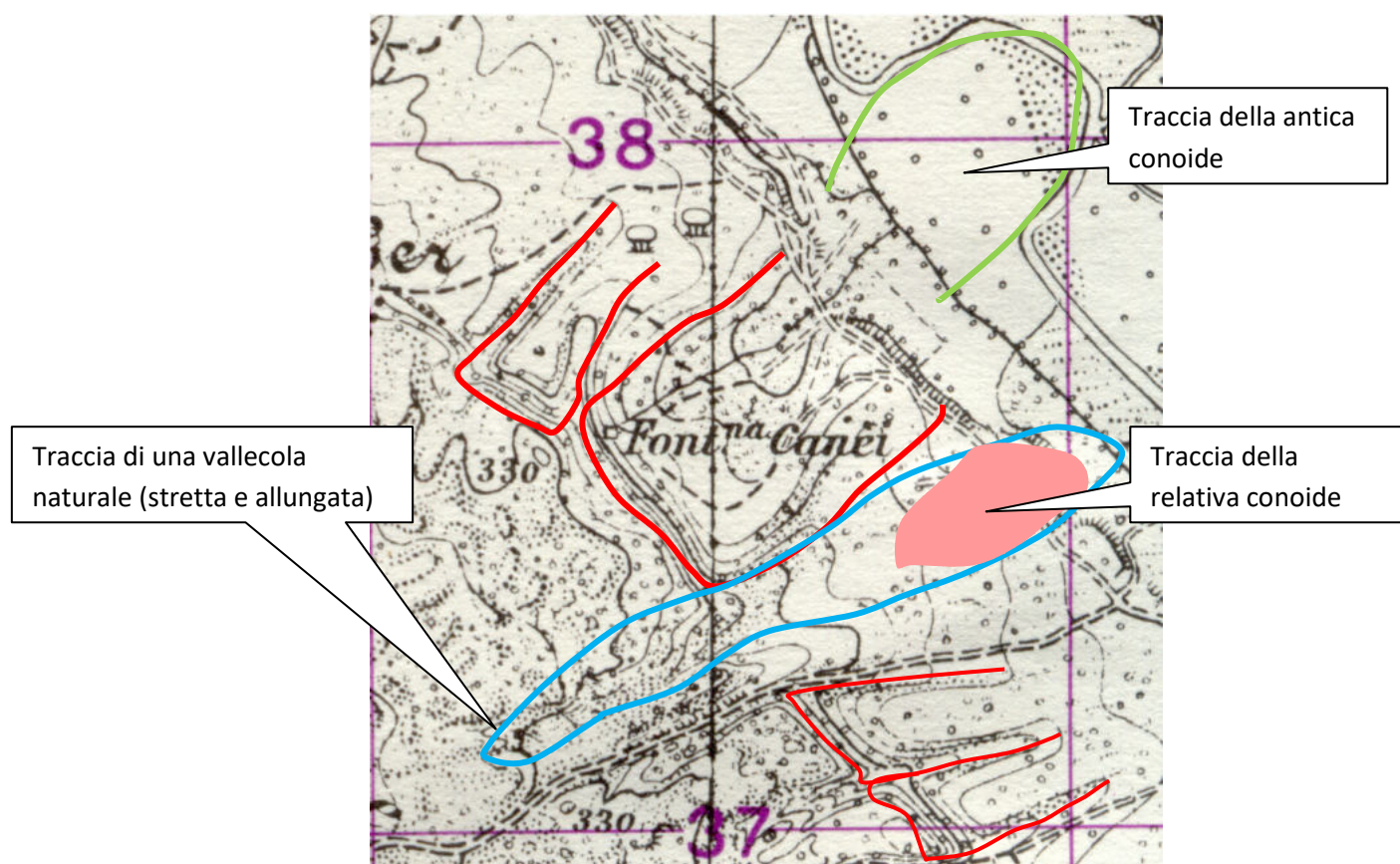


Fig. n. 66: (Estratto da cartografia IGM foglio AZEGLIO – Rilievo grafico del 1882 –aggiornamento del 1968) - Le aree intorno alla fontana Canej, per la loro particolare forma quadrangolare, evidenziano che localmente potrebbero esserci stati degli scavi, tale morfologia è simile alle cave per la coltivazione di sabbia e ghiaia; una naturale regressione del versante avrebbe una morfologia nettamente diversa con uno sviluppo planoaltrimetrico allungato in direzione Nord Est – Sud Ovest ed una sezione a “V” (**linea azzurra**) . Probabilmente la coltivazione della sabbia aurifera avveniva in prossimità della fontana che presentava una notevole portata tale da consentirne un facile lavaggio; la sabbia esausta veniva scaricata a valle con formazione di una piatta conoide verso l’Elvo che ne ha determinato lo spostamento verso Nord Est . Le tracce verso Sud Ovest che verso Sud Est rispetto alla Fontana Canej sono (**linee rosse**) dimensionalmente più ridotte poiché la portata delle locali sorgenti era minore. E’ mia opinione che lo sfruttamento aurifero della Bessa avvenisse principalmente ove cospicue emergenze idriche favorivano un facile lavaggio della sabbia unitamente alla ricerca sulle sponda destra dell’Elvo. Il dubbio è se questi scavi sono stati eseguiti in epoca romana o in epoca più recente; forse mirati scavi archeologici nella zona potrebbero risolvere il dubbio. Estratto da Tavoleta in scala 1:25.000 Foglio Azeglio - Dai tipi dell’ ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE – autorizzazione n.6805 del 10-11-2014.

11 - DOVE PRENDERE L'ACQUA PER IL LAVAGGIO DELLA SABBIA AURIFERA?

Il suddetto metodo di coltivazione che si sviluppava lungo le vallecole formate sia dalle rovinose piene dell'antico torrente glaciale che dal fenomeno del Bulldozing, comportava un aumento della quota di emergenza della falda freatica ed una sua conseguente diminuzione di portata man mano che i coltivatori procedevano verso monte poiché diminuiva il volume del bacino di alimentazione diretta della sorgente ed il gradiente idraulico della stessa⁶. La netta diminuzione di portata ha successivamente indotto i cercatori a recuperare acqua in profondità mediante l'esecuzione di sistemi di pozzi eseguiti spostando i ciottoli sino al raggiungimento del substrato impermeabile; significativi sono i pozzi visibili lungo la "Bunda" che si sviluppa parallelamente al percorso denominato "Ciapei Par Fundà" sia a monte che a valle della sorgente "D'La Canal"; in alcuni di questi pozzi circolari o quadrati l'acqua non si vede poiché le pareti dei pozzi sono crollate ma a seguito di eventi meteorici importanti (*Piovosità* ≥ 50 mm/die) l'acqua si sente fluire tra i ciottoli segno che è a limitata profondità rispetto all'attuale fondo del pozzo.



Fig. n.67: Bunda parallela al percorso "Ciapej Parfundà" sul fondo della quale sono presenti pozzi entro i quali si sente scorrere l'acqua (Frecce rosse, in corrispondenza palina n. 11). Il rilievo sulla destra non ha subito rimaneggiamenti antropici significativi poiché è ancora presente una notevole componente terrosa e sabbiosa al contrario del rilievo a sinistra.

⁶ Gradiente idraulico $i = (H_2 - H_1) / L$ dove H_2 quota alimentazione, H_1 quota emergenza, L distanza planimetrica tra H_2 e H_1 . Poiché la portata $Q = K \cdot i$ diminuendo i diminuisce Q a parità di permeabilità K .

Si evidenzia che l'alimentazione delle sorgenti ubicate alla base del terrazzamento a ciottoli poteva avvenire indicativamente secondo tre modalità, ossia:

- Alimentazione diretta per normali eventi meteorici (pioggia, neve, grandine).
- Alimentazione per condensazione diretta della umidità dell'aria sulla superficie dei milioni di ciottoli.
- alimentazione profonda da parte dell'Olobbia lungo la sua sponda sinistra .

Lo scrivente, al fine di dare una preliminare risposta a queste tre ipotesi, ha misurato la variazione di portata della sorgente "D'là Canal" per un tempo di tre mesi partendo da un periodo estremamente piovoso, a seguito del quale la portata era massima e pari a 0.88 l/s, sino alla portata minima misurabile e pari a soli 0.006 l/s. Le misure sono state eseguite dal mese di Settembre al mese di Dicembre del 2009. Si è scelta tale sorgente poiché su circa trenta "Punti d'acqua" analizzati (*compreso i pozzi*) questa presentava l'importante vantaggio di essere ad una quota tale da permettere una facile misurazione con recipiente graduato, nelle altre sorgenti l'acqua sfiorava a livello del suolo per cui era praticamente impossibile eseguire una corretta misurazione.

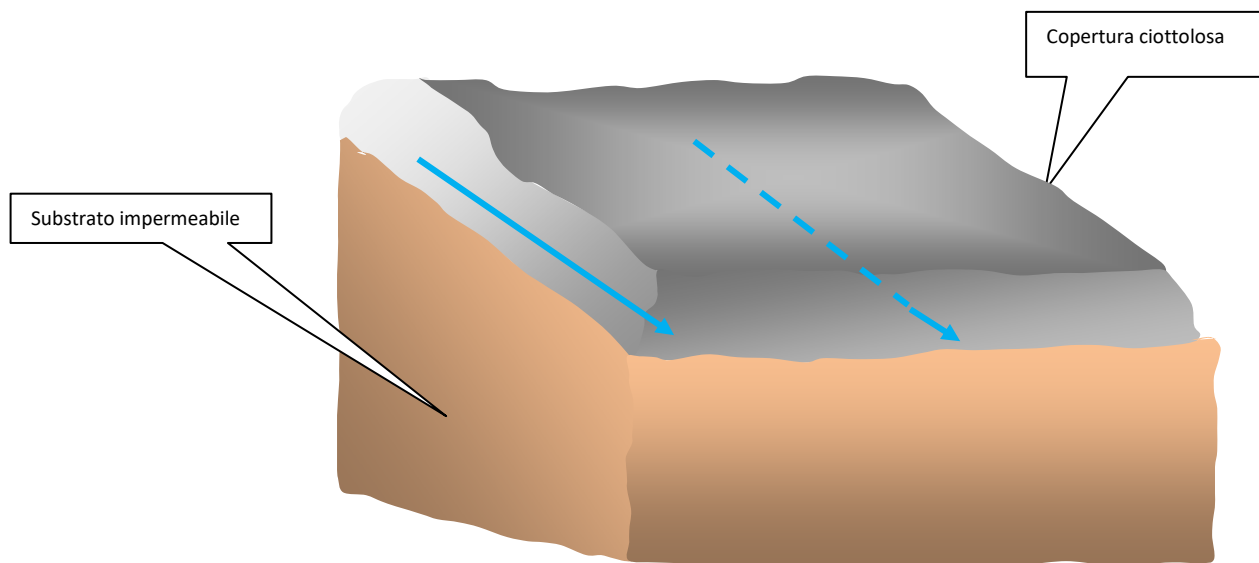
Dalle misurazioni eseguite si è potuto ricavare graficamente ed analiticamente la cosiddetta curva di esaurimento della sorgente ovvero "*il tempo che intercorre tra la portata massima e quella nulla o per lo meno di entità tale da non essere più misurabile*", tale tempo è stato valutato in circa 60 giorni. Inoltre si è potuto verificare quanto segue:

- Il rapido aumento della portata a seguito di un intenso periodo piovoso dimostra la notevole influenza della alimentazione diretta ovvero pioggia, neve e grandine.
- L'altrettanto rapido calo di portata dimostra la limitatezza del bacino idrogeologico di alimentazione, se questo fosse ampio la portata diminuirebbe molto lentamente.

- La portata non si annulla ma tende a stabilizzarsi a pochi centesimi di litro al secondo; la minima portata misurata è compatibile con un' alimentazione a seguito di condensazione diretta dell'umidità atmosferica sulla massa ciottolosa.
- Attualmente alla condensazione diretta può anche sommarsi una minima alimentazione da parte del Torrente Olobbia.

Per verificare queste due ultime possibilità sarebbero necessari ulteriori rilievi e misurazioni.

Mediante utilizzo di GPS si è eseguito un profilo della Bessa a partire dall'alveo dell'Olobbia sino all'alveo del Torrente Elvo; tale profilo è visibile nelle pagine seguenti; da esso si può notare come la quota attuale dell'alveo dell'Olobbia sia praticamente analoga a quella della sorgente D'la Canal; qualora sussistesse tale alimentazione è evidente che questa deriverebbe da quote superiori a quella della sezione eseguita, purtuttavia si ritiene che a seguito della attuale morfologia delle sponde tale alimentazione sia molto ridotta o addirittura inesistente. Vi è purtuttavia da evidenziare che la presenza di terrazzi alluvionali sulla sponda sinistra dell'Olobbia (*C.na Dell'Apostolo quota 326 m.l.m.*) evidenzia il fatto che l'antica quota del torrente era superiore di almeno 15 metri rispetto alla attuale per cui le filtrazioni in sponda sinistra erano sicuramente maggiori e tali da alimentare una serie di emergenze alla base del terrazzo ciottoloso verso l'Elvo per un maggiore gradiente idraulico rispetto a quello attuale. Vi è da evidenziare che la sorgente D'la Canal è pensile rispetto alla falda che scorre entro la Bunda corrispondente e visibile entro la stessa, ciò può far presupporre che siano due falde separate in realtà può essere la stessa falda che a seguito dell'approfondimento antropico della Bunda segue due percorsi diversi uno dei quali emerge sul fianco sinistro dando origine alla sorgente (*V. schema esplicativo seguente*).



La base dell'acquifero superficiale porta alla formazione di un'unica falda freatica "Piatta" (frecce azzurre)

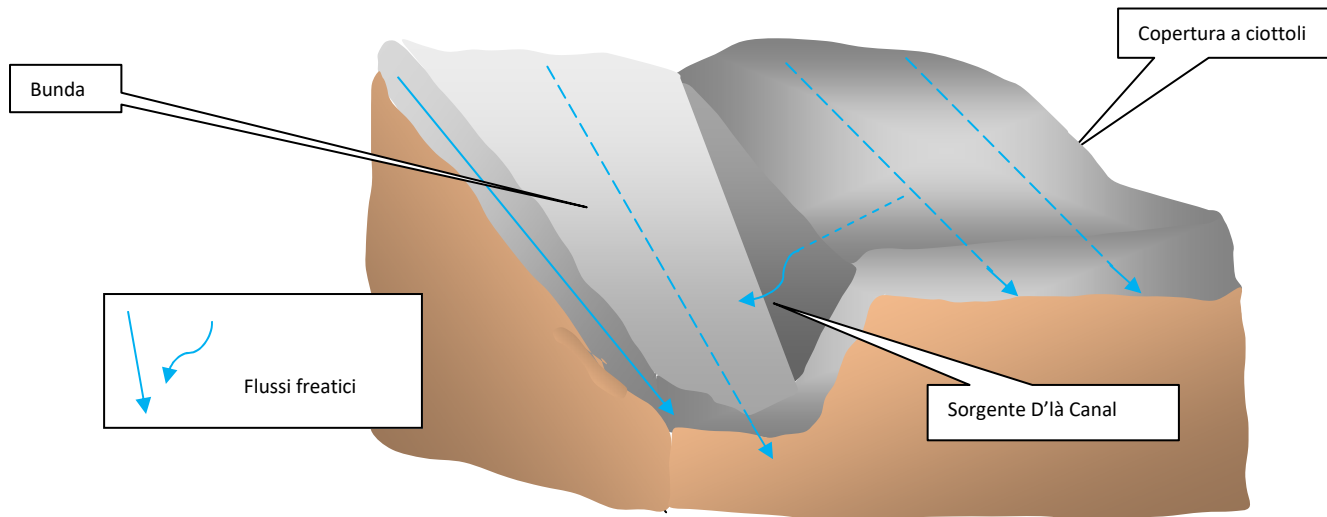


Fig. N. 68: L'approfondimento antropico delle vallecole tra le barre e la conseguente formazione di una profonda Bunda drena una parte della falda freatica verso di essa con formazione di una sorgente pensile sul versante sinistro .

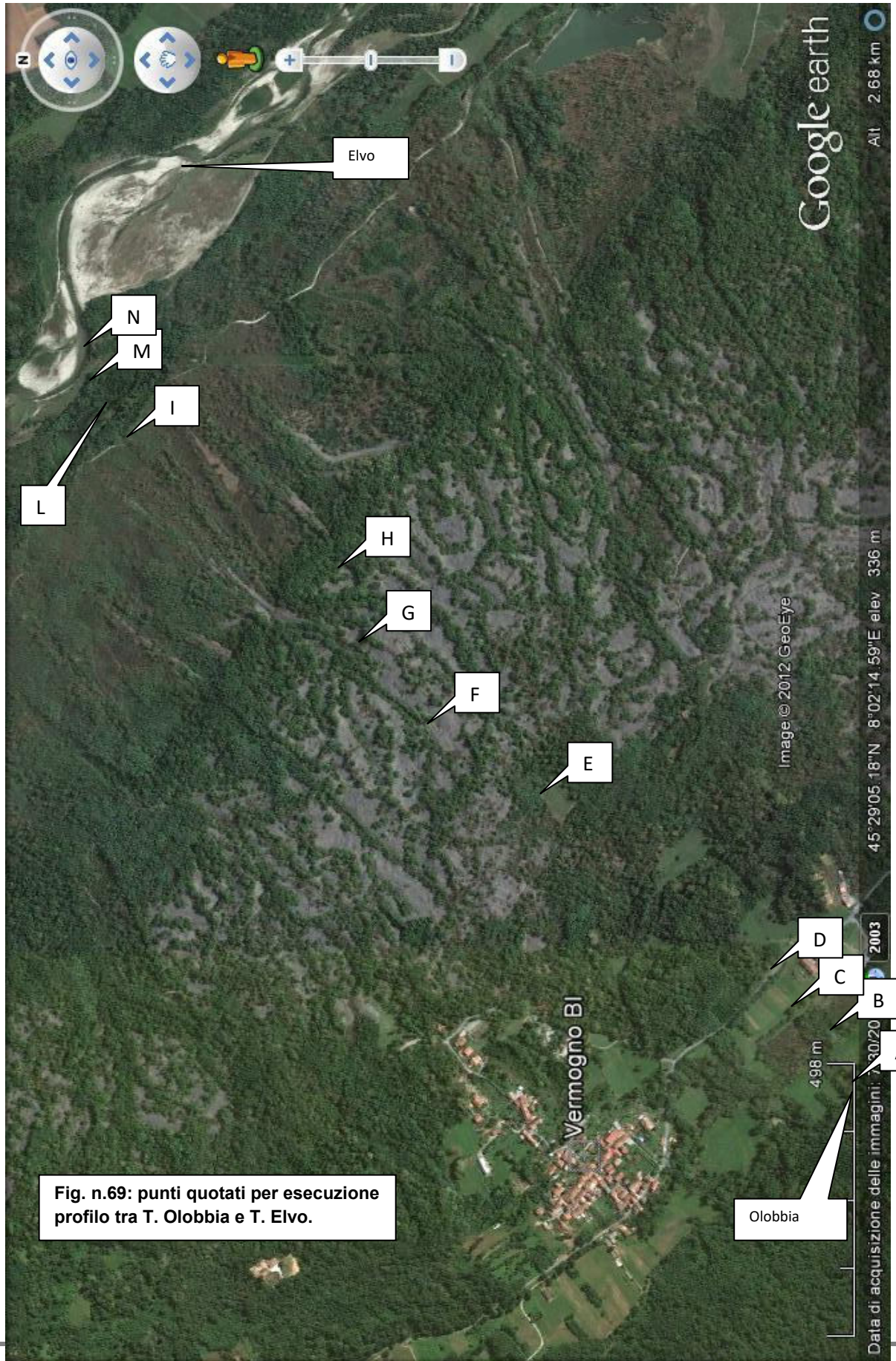


Fig. n.69: punti quotati per esecuzione profilo tra T. Olobbia e T. Elvo.

A	N45 28.632 E8 01.625	313 m	T. Olobbia
B	N45 28.653 E8 01.709	313 m	
C	N45 28.702 E8 01.738	325 m	terrazzo alluvionale
D	N45 28.735 E8 01.788	326 m	C.na Dell'Apostolo
E	N45 28.989 E8 02.069	343 m	
F	N45 29.116 E8 02.182	325 m	sorgente dal Buro (Pozzo)
G	N45 29.197 E8 02.284	320 m	sorgente Dià Canal
H	N45 29.268 E8 02.343	311 m	
I	N45 29.487 E8 02.578	287 m	
L	N45 29.532 E8 02.575	274 m	
M	N45 29.520 E8 02.656	272 m	
N	N45 29.523 E8 02.690	270 m	T. Elvo

TABELLA COORDINATE E QUOTA DEI PUNTI DI RILIEVO PLANO-ALTIMETRICO

Distanze reciproche punti rilevati

A-B 100 mt,

B-C 100 mt

C-D 90 mt

D - E 590 mt

E - F 280 mt

F - G 200 mt

G - H 160 mt

H - I 510 mt

I - L 70 mt

L-M 50 mt

M-N 40 mt

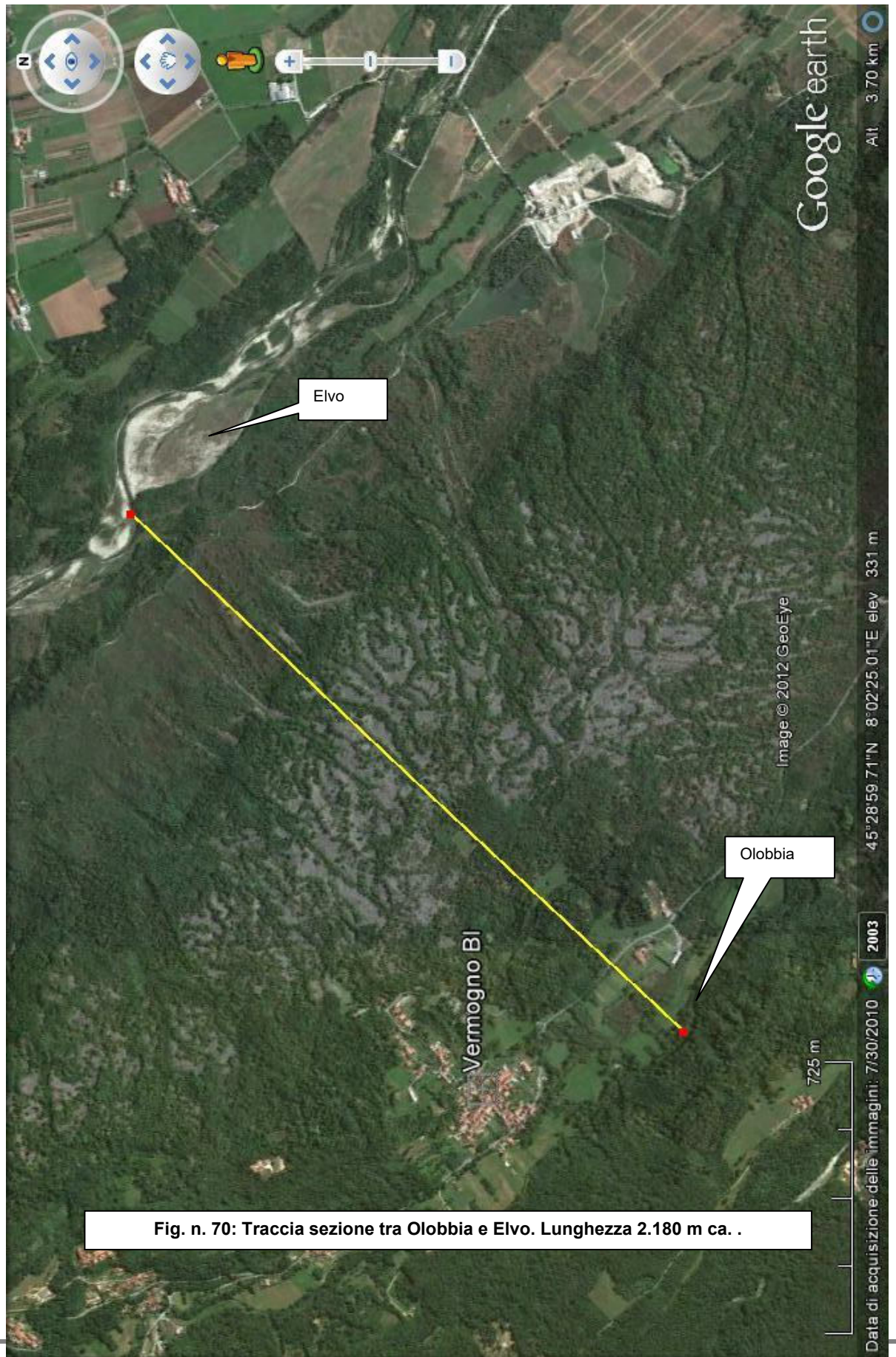


Fig. n. 70: Traccia sezione tra Olobbia e Elvo. Lunghezza 2.180 m ca. .

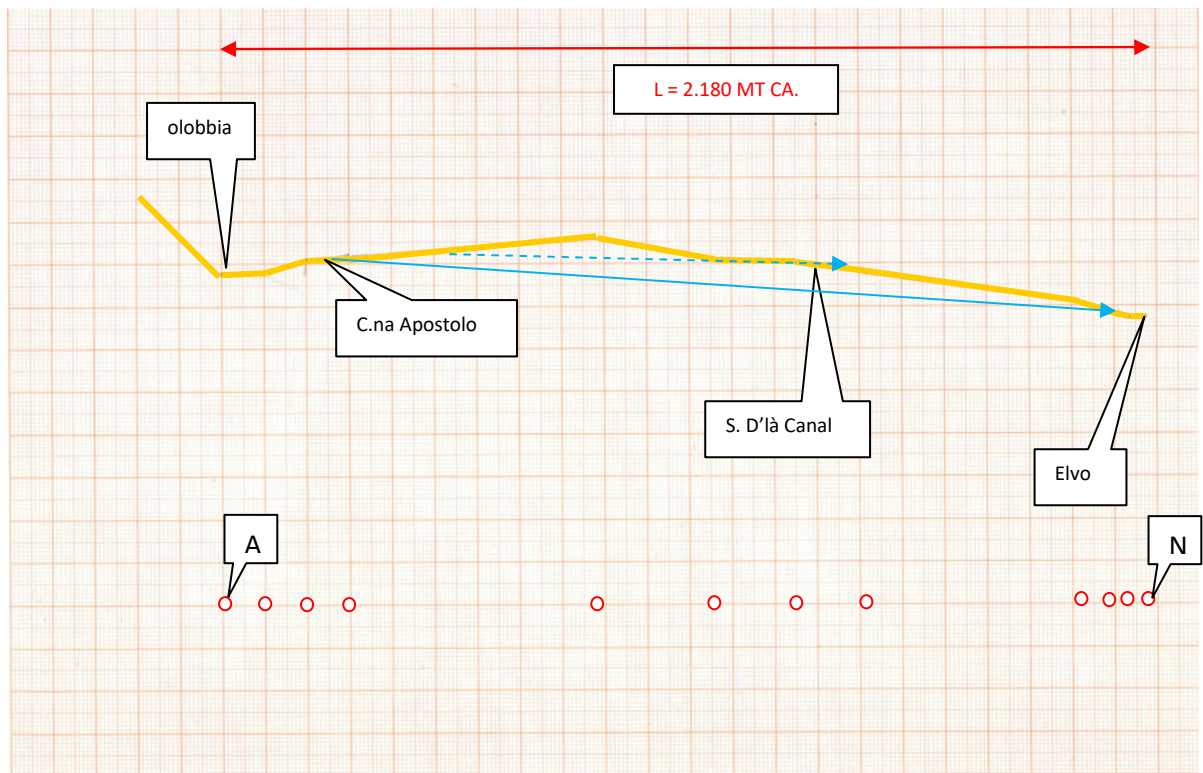


Fig. n.71:PROFILO COMPRESO TRA IL TORRENTE OLOBBIA E IL TORRENTE ELVO. La freccia azzurra continua indica il flusso idrico tra L'Olobbia e l'Elvo quando la quota di scorrimento dell'Olobbia era maggiore della attuale. La freccia azzurra a tratteggio indica l'attuale falda freatica con prevalente alimentazione diretta meteorica o per condensazione della umidità atmosferica sui ciottoli.

Volendo valutare quale potrebbe essere stata la portata unitaria di una sorgente lungo la sponda destra dell' Elvo si hanno sufficienti dati a disposizione nella ragionevole ipotesi che la permeabilità della alluvioni ghiaioso-sabbiose sia pari a $K = 0.001\text{m/s}$ (valore minimo indicativo per terreno ghiaioso-sabbioso).

Sapendo che la distanza tra Olobbia ed Elvo è pari a 2180 m, che l' antica quota dell' Olobbia era pari a 326 m.l.m. (in corrispondenza di C.na Dell'Apostolo), che la quota dell'Elvo è di circa 270 m.l.m. la portata unitaria, ovvero la portata per ogni metro quadrato di superficie perpendicolare al flusso idrico, risulta pari a

$$Q_{\text{unit}} = K/2 \times (H_1^2 - H_2^2)/L = 7,6 \text{ l/s}$$

Tale quantità è importante se si considera che la superficie di scavo, in corrispondenza della Bunda, perpendicolare al flusso idrico di falda è di diversi

metri quadrati, per esempio su una superficie di scavo pari a 10 mq la quantità di acqua era teoricamente pari a 76 l/s. Ritengo che tale notevole quantità di acqua, per diverse zone sorgentizie, era sufficiente per il lavaggio delle sabbie aurifere e quindi fosse inutile andare a recuperare acqua a chilometri di distanza con opere di difficile esecuzione e manutenzione passando in siti problematici se non addirittura impossibili. A seguito di un eccessivo drenaggio e per un abbassamento della quota di scorrimento dell'Olobbia, come conseguenza di eventi alluvionali eccezionali che ne hanno profondamente inciso l'alveo, tale quantità di acqua può essersi bruscamente ridotta per cui gli antichi lavatori furono costretti ad approfondire la Bunda sino ad eseguire i pozzi per avere a disposizione una sufficiente quantità di acqua necessaria per il lavaggio della sabbia aurifera; infine vista l'impossibilità di proseguire il lavaggio per ricorrente scarsità di acqua la coltivazione aurifera è stata sospesa. Si evidenzia che a causa di eventi alluvionali catastrofici con piovosità prossimi o superiori a 100 mm/ora la morfologia degli alvei torrentizi può venire rapidamente modificata nell'arco di poche ore; un chiaro esempio si è verificato durante l'alluvione dell'anno 1994 nei bacini idrografici dell'Olobbia e del Rio della Valle Sorda. In prossimità della Frazione Mulino Vianzè (*confine tra Comuni di Magnano e Cerrione*) i due Torrenti hanno creato, nell'arco di una sola notte, un incredibile solco di erosione profondo circa 2 metri e largo un centinaio di metri. Ciò dimostra chiaramente come l'antico terrazzo alluvionale possa essere stato rapidamente e profondamente inciso dal torrente che precedentemente lo aveva creato.



fig. n. 72: Strada Cerrione – San Sudario, la linea rossa contorna il margine superiore del solco d'erosione formatosi con la piena catastrofica del 1994. La profondità della rapida erosione è stata di circa 2 metri. Il Torrente Olobbia ed il Rio Della Valle Sorda hanno unito i loro alvei formando un unico torrente largo un centinaio di metri che ha distrutto la strada.

Lungo la sponda destra del Rio Della Valle Sorda, pressoché parallelo al Torrente Olobbia, a circa 150 metri prima della Frazione Mulino Valle è possibile vedere come la dinamica deposizionale ed erosiva della locale idrografia ha modificato nel tempo la morfologia; ad una quota superiore di 10 ÷ 15 metri all'alveo del torrente è presente uno strato di alluvioni prevalentemente ciottolose sovrapposto a strati sabbioso ghiaiosi che dimostrano chiaramente l'evoluzione morfologica della valle (V. Fig. n. 73). Procedendo verso valle, sempre in sponda destra, si scorgono notevoli cumuli ciottolosi analoghi a quelli della Bessa intensamente colonizzati da muschi, ciò sta a dimostrare che i cumuli ciottolosi della Bessa non sono un evento unico (V. Fig. n. 74).

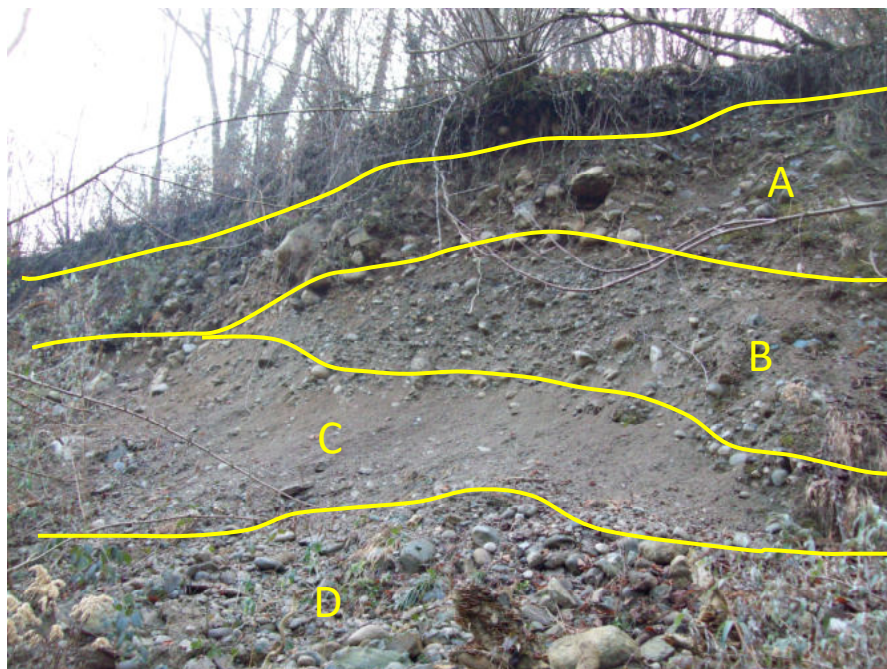


Fig. n. 73: sedimenti in sponda destra del Rio della Valle Sorda. A: alluvioni a prevalenza di ciottoli decimetrici; B: alluvioni ciottoloso sabbiose; C: alluvioni a prevalenza di sabbia; D: alluvioni ciottolose franate dal superiore strato A. (Ubicazione piano altimetrica V. Fig. n. 27)



Fig. n. 74: alluvioni cumuliformi a prevalenza di ciottoli decimetrici visibili in sponda destra del Rio Della Valle Sorda a circa 15÷20 metri rispetto all'alveo del Torrente. (Ubicazione piano altimetrica V. Fig. n. 23)

Forse a questo punto della storia, pur considerando valida la coltivazione aurifera su grande scala, i minatori romani o chi per essi avrebbero dovuto portare l'acqua in Bessa per continuare la coltivazione qualora questa fosse eseguita a livello "Industriale" ; ma perché portarla da ben 100 Km di distanza addirittura dalla Valle d'Aosta, come sostiene l'ing. Teresio Micheletti o portarla dal Torrente Viona facendo una canalizzazione lungo l'instabile sponda destra dello stesso quando i minatori avevano a disposizione una soluzione semplicissima se non addirittura banale?

Occupandomi di acquedotti da circa 45 anni posso affermare che la maggior parte degli acquedotti attuali a servizio di diverse comunità seguono vecchi se non addirittura antichi tracciati di acquedotti entro i quali l'acqua fluisce semplicemente per caduta. Negli anni cinquanta del secolo scorso venne costruito "L'acquedotto della Serra" che partendo dal Torrente Viona alla quota di circa 800 metri alimenta gli acquedotti dei Comuni di Torrazzo, Magnano per terminare a Zimone con un percorso di circa 16 km (V. Fig. n.75) . In origine vi era anche il Comune di Piverone che per statuto doveva esclusivamente prendere il troppo pieno di Zimone.



Fig. n. 75: tracciato dell'acquedotto della Serra tra Croceserra e Zimone.

Le positive particolarità di tale acquedotto sono:

- alimentazione per caduta sino a Zimone.
- passaggio in posizione elevata in siti privi di alcun dissesto idrogeologico
- condizioni climatiche favorevoli per cui anche nel periodo invernale la tubazione non corre alcun pericolo di gelare.
- Facilità di manutenzione.

Attualmente tale acquedotto preleva acqua per pochi litri al secondo per alimentare esclusivamente l'acquedotto di Magnano ma dal punto di vista idraulico se si fosse voluto prelevare l'intero patrimonio idrico del Viona sarebbe stato tecnicamente alquanto semplice anche per gli antichi Romani per il fatto che le condizioni geologiche e climatiche del percorso scelto sono estremamente favorevoli e sicuramente le meno problematiche in tutto il complesso morenico della Serra d'Ivrea.

Inoltre, seguendo tale percorso una eventuale presa romana in tale sito poteva avere alcune favorevolissime opzioni per ulteriori incrementi di portata:

l'acqua drenata da tale acquedotto una volta arrivata a Sala Biellese poteva giungere, sempre per caduta, a Zubiena in corrispondenza della attuale piazza comunale, seguendo l'attuale percorso della provinciale, dove poteva ricevere acqua dal Rio Della Valle che attualmente fornisce acqua alla fontana presente nella stessa piazza attraverso una roggia . Dalla piazza comunale di Zubiena potevano presentarsi due possibilità, proseguire verso la Frazione Belvedere e prima di raggiungerla, deviare a sinistra verso la Fontana Solforosa, unirsi al percorso dell'Olobbia e quindi in Bessa. Sempre dalla piazza di Zubiena seguendo il percorso della vecchia strada comunale si arriva, sempre per caduta, a Casale Filippi e di lì facilmente in Bessa.

Quindi perché arrivare da cento chilometri di distanza?

In merito a questa condotta di cento chilometri ipotizzata ma non dimostrata dall'Ing. Teresio Micheletti (V. *"L'immensa miniera d'oro dei Salassi"*) pur ammettendo la maestria degli antichi romani nella costruzione di lunghi acquedotti ritengo che non fossero assolutamente irrazionali nelle loro progettazioni, tale condotta avrebbe dovuto superare delle difficoltà idrogeologiche difficilmente superabili anche con le moderne tecnologie; avrebbero dovuto passare nella zona di Settimo Vittone ove, se pur presente un affioramento lapideo, questo è caratterizzato dalla presenza di *"Caverne tettoniche"* lunghe decine di metri con aperture di qualche metro, la qual cosa avrebbe comportato immani lavori di *"sigillatura"* delle ampie fessurazioni. L'eventuale passaggio entro la roccia lapidea avrebbe sicuramente lasciato tracce della canalizzazione ma nulla di tutto ciò è presente. La prosecuzione, secondo il percorso ipotizzato dal Micheletti, avrebbe interessato tutta una serie di enormi zone franose causate dalla presenza di diffuse zone sorgentizie nei Comuni di Andrate, Borgofranco, Chiaverano , Magnano, Bollengo, Palazzo Canavese; nella mia attività professionale, attuata proprio in tali zone per il consolidamento di tali zone franose, non ho mai rintracciato segni di vecchie canalizzazioni. Tali profonde incisioni dissestive non sono causate dalla rottura di un fantomatico canale, come asserito dall'Ing. Micheletti, ma dalla

mobilizzazione di detrito morenico per semplice saturazione idrica dei versanti per la presenza appunto di numerose sorgenti attualmente captate dai sottostanti Comuni Canavesani.

Oltre a tali difficoltà i “*poveri Romani*” avrebbero anche dovuto costruire gallerie e ciclopici ponti l'ultimo dei quali per superare la valle del Rio Valle Sorda; ma perchè fare tutto questo immane lavoro quando tutta l'acqua del Viona poteva essere unita a quella del Rio della Valle Sorda e successivamente a quella del Rio Olobbia con semplicissime opere e su facilissimi percorsi privi di problemi idrogeologici e di facile manutenzione? La teoria dell'Ing. Micheletti la ritengo personalmente surreale , assurda e improponibile.



Fig. n. 76: In tale foto, scattata dal centro di Chiaverano, la linea continua rossa indica la quota approssimativa alla quale, secondo l'Ing. Micheletti, doveva passare il canale che portava l'acqua in Bessa. Le frecce rosse indicano gli imponenti dissesti gravitativi che si sarebbero dovuto superare o che incombevano sul canale. Tali dissesti sono generati non dalla rottura del mitico canale ma da saturazione idrica del versante.



Fig. nn. 77-78 : imponenti dissesti franosi a monte di Bollengo e Palazzo Canavese generati da emergenze idriche sia localizzate che diffuse che saturano il versante rendendolo instabile. La causa non è certamente la rottura di un antico canale come sostenuto dall'Ing. Micheletti.

L'altra ipotesi, più volte sostenuta, ipotizza l'alimentazione dal Torrente Viona con un prelievo lungo la sponda destra ad una quota tale da permettere l'approvvigionamento per caduta verso la Bessa; ragionevole ipotesi ma anche questa di difficilissima realizzazione.

Faccio una premessa spostandomi temporalmente negli anni '60 del secolo scorso durante la costruzione della S.S. n. 419 chiamata “ *Mongrando – Settimo Vittone*” non arrivata mai in quest’ultimo paese per motivazioni geologiche (*rischio di danneggiamento dei “Balmetti” presenti nel Territorio Comunale di Borgofranco D’Ivrea*) .

Una curiosità

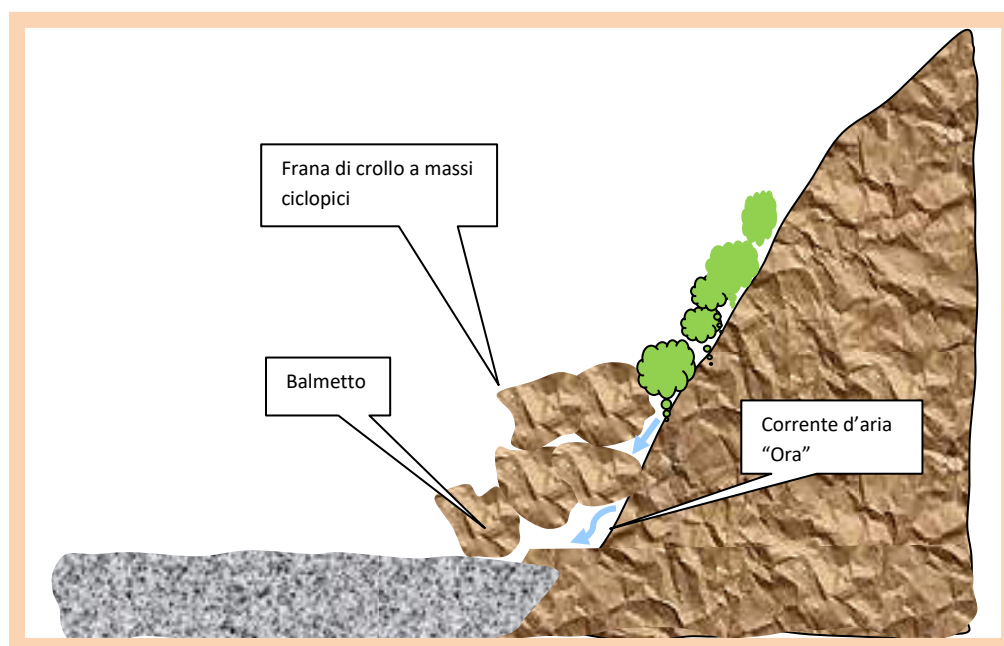


Fig. n. 79 : schema strutturale di un “Balmetto”.

I “*Balmetti*” sono grotte formatesi per crollo e accatastamento di enormi massi lapidei; proprio per le loro ciclopiche dimensioni sono presenti spazi vuoti che permettono un comodo passaggio e lo sfruttamento tramite costruzione di singolari cantine private, la differenza di temperatura tra interno dei Balmetti ed esterno determina la formazione di una corrente d’aria chiamato localmente “*Ora*”; maggiore è la “*Ora*” maggiore è il valore del Balmetto.



Fig. n. 80: Balmetto impostato sotto masso ciclopico franato

dal superiore versante.

Forse pochi sanno che tale strada era stata inizialmente progettata sul versante destro della Viona perché cartograficamente si presentava meno acclive e quindi in teoria di più facile costruzione, ma da dettagliati rilievi geologici eseguiti dall'Ing. Luigi Peretti, Docente di Geologia Applicata del Politecnico di Torino, si scoprì che il versante era meno acclive a seguito della saturazione idrica che aveva determinato una serie di colamenti sia vecchi che in atto, il versante è infatti caratterizzato dalla presenza di sorgenti e zone umide, la morfologia era conseguentemente alquanto tormentata ed instabile e meno acclive.

Inoltre tale versante è esposto totalmente a Nord per cui nel periodo invernale il sedime stradale sarebbe stato sempre gelato con grave pericolo per la viabilità.

E' evidente quindi che la costruzione di una canalizzazione lungo tale versante sarebbe stata alquanto difficile, di costosissima manutenzione e quasi sicuramente inservibile nel periodo invernale per gelo prolungato.

Da quanto precede la mia opinione è che lungo il versante destro della Viona non venne mai eseguita alcuna canalizzazione per portare acqua in Bessa, purtuttavia non escludo la possibilità della esecuzione di tratti di canali drenanti utilizzati localmente per risanare il versante o captare sorgenti od eseguiti anche per salvaguardare la viabilità allora funzionale o per alimentare mulini; sicura era la presenza di una officina meccanica e di un mulino (*ancora visibili*) che, nel secolo

scorso, utilizzavano l'acqua come forza motrice. Si tenga conto che su tale versante è presente la località Moia, la Cascina Moiette e Località Fontanile idronimi che certificano la sicura presenza di abbondante acqua.

Resta quindi valida la possibilità dei percorsi che ho precedentemente evidenziato aggiungendone un'altra; una volta arrivata a Sala l'antica ipotetica e facile canalizzazione poteva arrivare facilmente e sempre per caduta al Chalet della Bessa passando per Bornasco; si rammenta che proprio in Località Chalet della Bessa negli anni sessanta durante la costruzione di una abitazione venne scoperta alla profondità di pochi metri una camera sotterranea con delle diramazioni in galleria che potevano essere dei canali che portavano l'acqua in Bessa proveniente dalla Viona.

Durante periodi intensamente piovosi ($> 50 \text{ mm/die}$) a valle della Frazione di Vermogno (*V. Figg. nn. 82-83-84-85*) si attiva una cospicua emergenza temporanea che in data 29 Novembre 2012, a seguito di abbondanti precipitazioni nei precedenti giorni (*71 mm il giorno 27 e 99 mm il giorno 28*), presentava una portata di circa 30 lt/s. Tale notevole quantità di acqua emerge da due punti chiaramente individuabili:

alla base di una vecchia muratura attraverso una traccia di una canalizzazione della quale sono ancora evidenti i piedritti e, tramite emergenze diffuse, nel prato a monte del canale. Tale acqua si raccoglie entro una tubazione che attraversando la strada si dirige verso l'Olobbia scorrendo lungo una strada interpoderale parzialmente selciata.

Poiché tale portata si protrae, diminuendo costantemente, per qualche giorno è evidente che drena l'acqua di un bacino di alimentazione decisamente più vasto di quello che apparentemente sembra essere limitato alla zona prativa che si sviluppa a monte.

Un'ipotesi potrebbe essere che tale quantità di acqua derivi dall'azione drenante esercitata da qualche struttura sotterranea parzialmente distrutta come potrebbe essere, per esempio, un canale derivante dallo Chalet della Bessa ove anni addietro venne scoperta la camera con le diramazioni in galleria. Come dissi

tali gallerie potevano essere diramazioni di una canalizzazione proveniente dalla Viona a quota 785 m.l.m. .

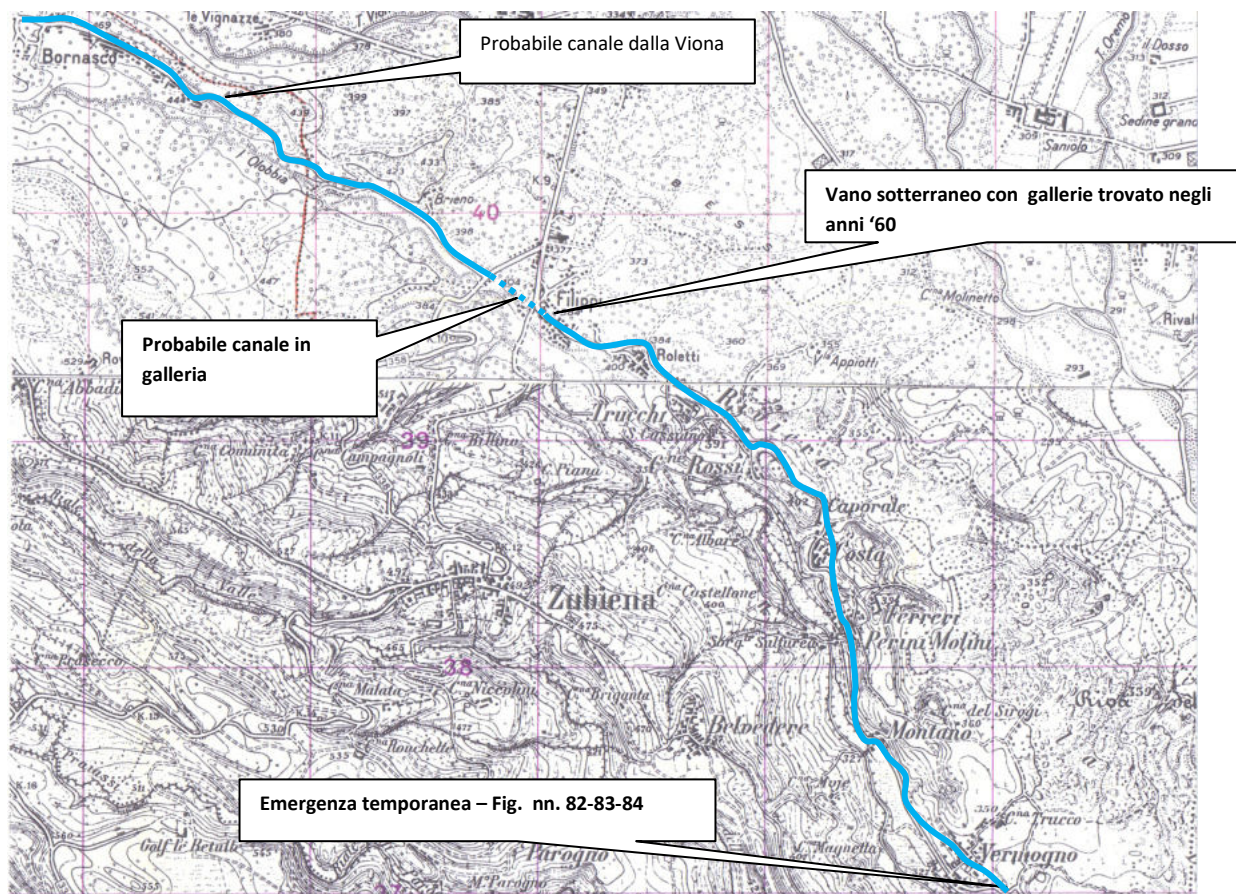


Fig. n. 81: probabile percorso indicativo di una canalizzazione che partendo dal Torrente Viona arriva sino a Vermogno per caduta.

Estratti da Tavoleta in scala 1:25.000 Foglio Azeglio e Foglio Biella- Dai tipi dell' ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE – autorizzazione n. 6805 del 10-11-2014.

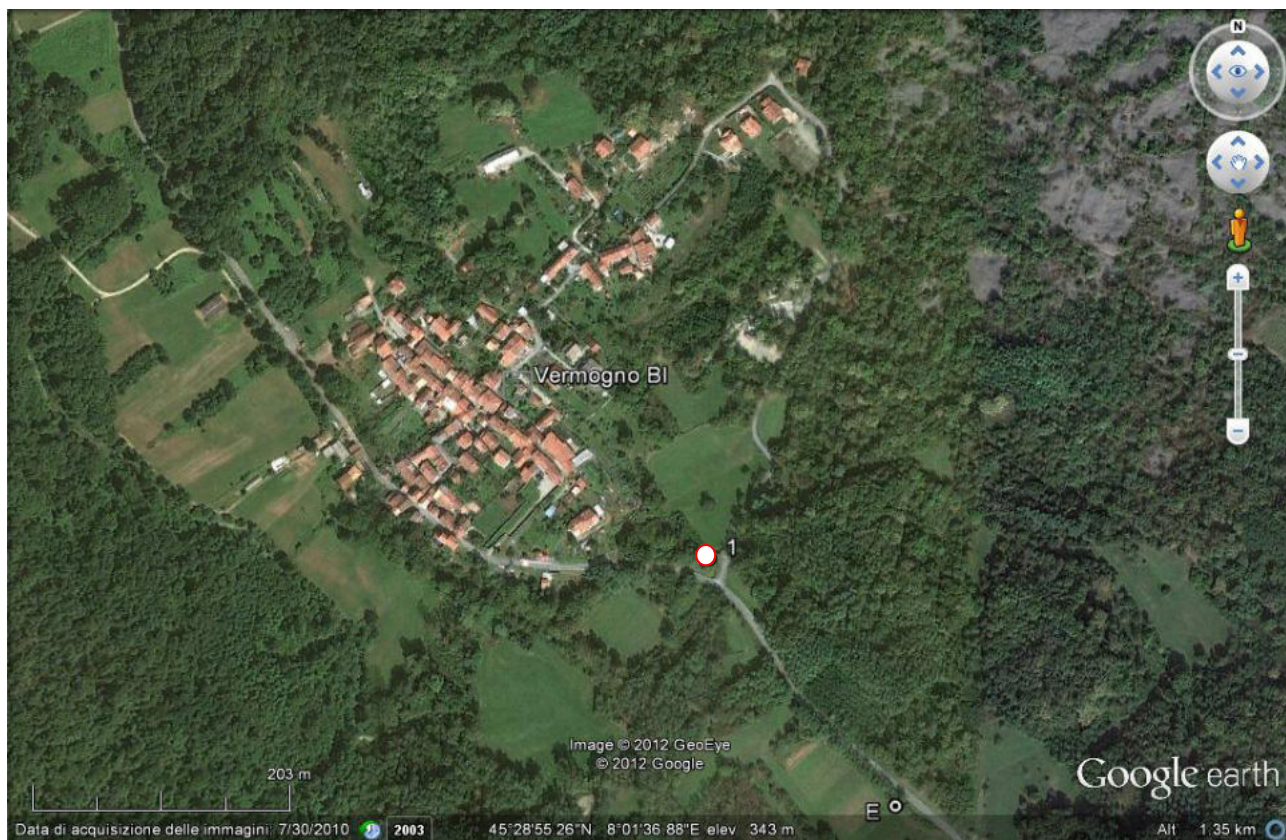


Fig. n. 82: immagine satellitare con ubicazione della zona di emergenza.



Fig. n. 83: Emergenza localizzata da una traccia di canalizzazione alla base di una vecchia muratura a secco.



Fig. n. 84: emergenze diffuse alla quota di 327 m.l.m. laterali alla precedente emergenza.



Fig. n. 85: acqua emergente dai due punti d'acqua visti nelle precedenti foto, la portata è di circa 30 lt/s.

E' logico che per avvalorare tale ipotesi si dovrebbero eseguire scavi di ricerca in siti adeguati localizzati lungo il probabile percorso.

In definitiva, considerando valida l'ipotesi di alimentazione idrica da zone periferiche alla Bessa, un approvvigionamento in corrispondenza dell'attuale "Acquedotto della Serra" mi sembra più realistico perché di semplicissima

esecuzione e manutenzione senza arrivare da cento chilometri di distanza o passare in zone franose e gelive.

Di seguito vengono indicati sommariamente sulle foto satellitari i percorsi delle facili canalizzazioni possibili .

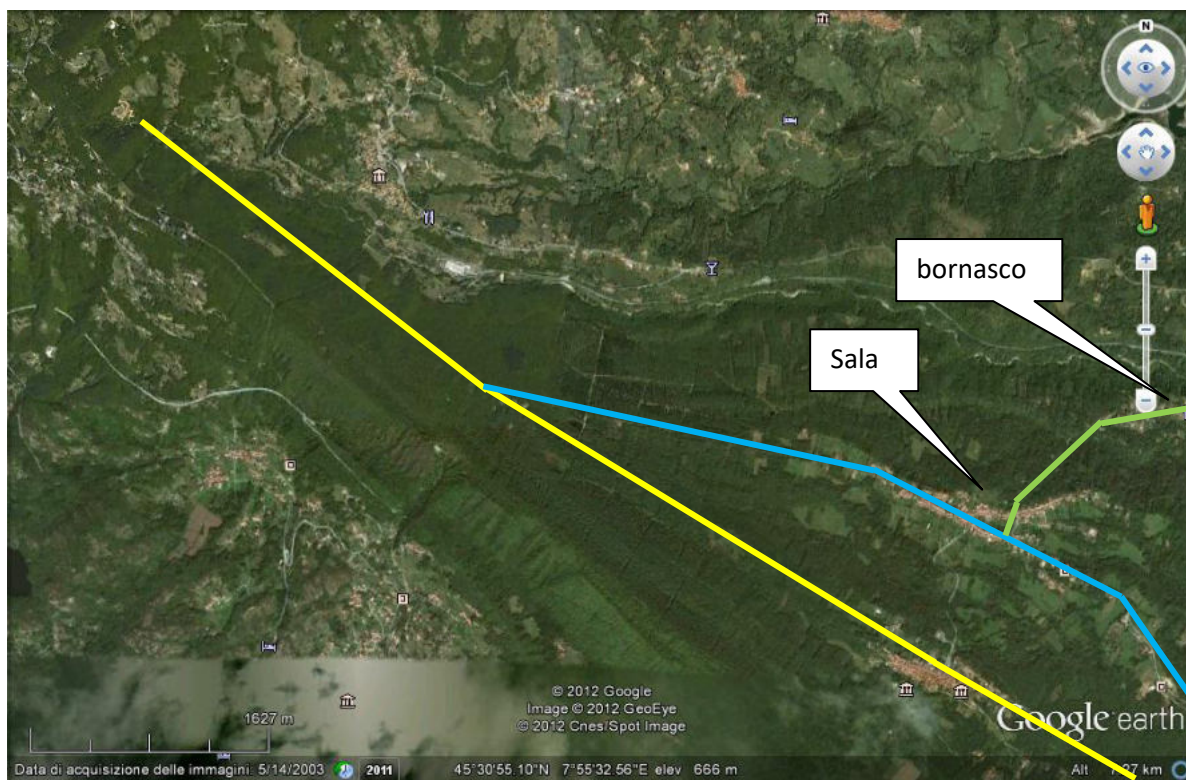


Fig. n. 86: percorsi possibili di alimentazione idrica alternative verso la Bessa. Vedere Legenda.

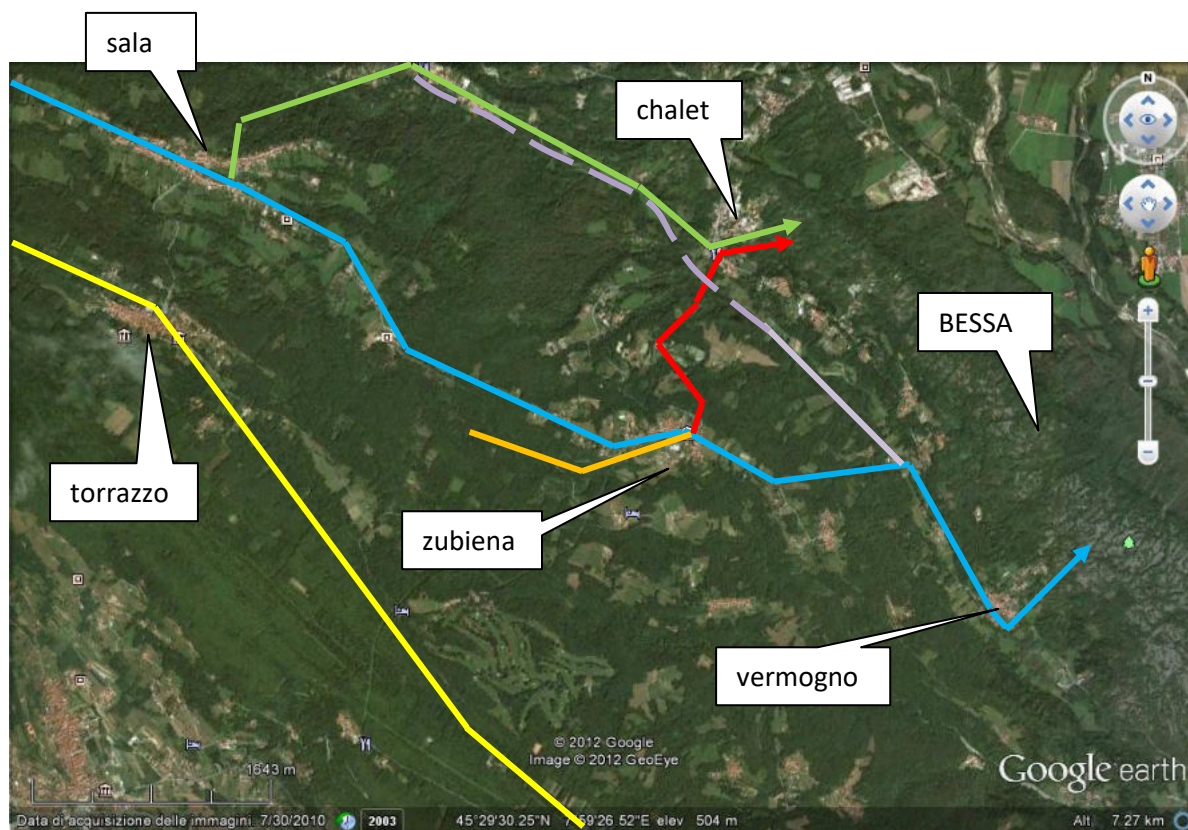


Fig. n. 87: percorsi possibili di alimentazione idrica alternative verso la Bessa. Vedere Legenda.

LEGENDA FOTO SATELLITARI SU PROBABILI PERCORSI ALTERNATIVI:

Acquedotto della Serra sino a Zimone

Probabile e fattibile deviazione verso Sala Biellese, Zubiena, Vermogno

Probabile e fattibile deviazione Sala Biellese, Bornasco, Chalet della Bessa

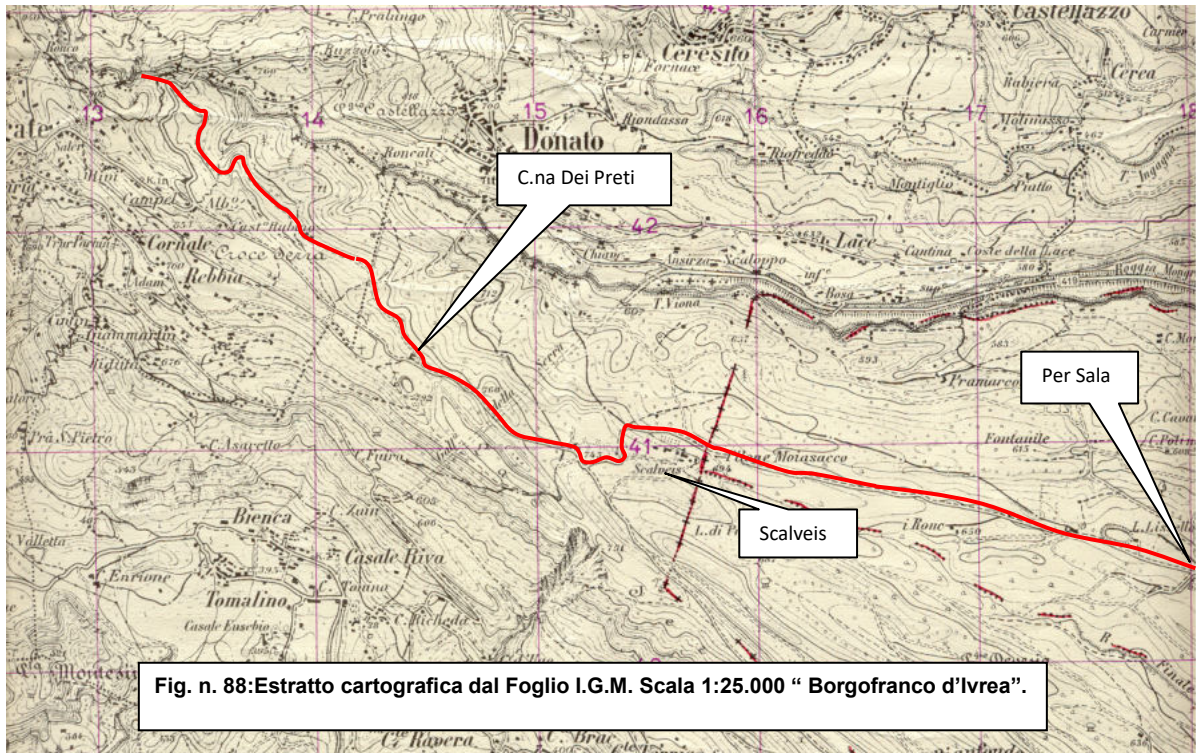
Derivazione da Rio Della Valle, Zubiena (Piazza comunale) , Vermogno

Probabile e fattibile deviazione da Zubiena (Piazza comunale) Chalet della Bessa.

Confluenza Torrente Olobbia.

Oltre ai percorsi alternativi precedentemente evidenziati esiste tuttora una roggia utilizzata per uso irriguo che partendo sempre dal Torrente Viona ad una quota di poco superiore a quelle dell'acquedotto della Serra conduce, percorrendo una facile strada interpodereale, alla Cascina Dei Preti (*ormai diroccata*), presente lungo la strada provinciale Sala Biellese - Andrate; quasi sicuramente dopo tale località la roggia proseguiva e giungeva sino al vecchio Villaggio di Scalveis che era idricamente

alimentato con una derivazione dal Viona poiché nelle immediate vicinanze del Villaggio non sono presenti sorgenti perenni. Da tale quota una eventuale roggia poteva arrivare, sempre per caduta, a Sala, Zubiena ed infine a Vermogno o alla Frazione Chalet e quindi nella Bessa stessa (V. *planimetria seguente*).



Estratto da Tavoletta in scala 1:25.000 Foglio Borgofranco d’Ivrea - Dai tipi dell’ ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE – autorizzazione n. 6805 del 10-11-2014.

Dalla lettura “ *La botega dël Frér*” di Battista Vincenzo Bergò (XV – Collana “il Canavese ieri e oggi”- Ed. Tipografia Ferraro – Ivrea. 1991) a pag. 51 si legge di una disputa per lo sfruttamento dell’acqua della Viona:

“ *I particolari di Chiaverano usufruirono dell’acqua (della Viona n.d.r.) senza alcuna opposizione o contrasto sino al 1728 anno in cui, a causa di una derivazione del Barone Furno di Piverone che aveva acquistato 30 giornate di terreno dai proprietari di Chiaverano, Mongrando e Donato insorsero facendo pronunciare inibizione contro il Furno stesso di continuare nella derivazione. In base però allo strumento del 6 Agosto 1734 l’inibizione veniva revocata un quanto, all’atto dell’acquisto, gli stipulanti avevano ribadito il diritto di usufruire dell’acqua che da 400 anni era riservato alla regione detta “*

Serra Fredda o Scalveis". A metà del '700 una piena catastrofica distrusse la presa che venne ricostruita nel 1785.

Il Reverendo Giovanni Zacchero, attuale Parroco di Sala Biellese, nel suo libro "*SALA chiesa, comune, lavoro emigrazione*" (Biella 1986) nel capitolo VI (*Istituzioni civili e opere pubbliche – pagg. da 272 a 277*) descrive tutte le operazioni progettuali e le controversie sorte con i Comuni di Andrate e Chiaverano per lo sfruttamento di sorgenti presso il Villaggio di Scalveis e delle sorgenti esistenti nelle immediate vicinanze del Torrente Viona; tali indicazioni dimostrano chiaramente la possibilità di condurre, semplicemente per caduta, acqua dal Torrente Viona sino a Sala e quindi, sempre per caduta, arrivare a Zubiena e quindi in Bessa grazie ai percorsi precedentemente esaminati.

12 - LOGICA DELLO SFRUTTAMENTO MINERARIO IN BESSA.

Da quando l'uomo ha iniziato a cercare metalli, pietre preziose e materie prime utili sia per la costruzione di edifici, di armi, di gioielli ha sempre e solo iniziato la "Coltivazione" in siti facili per poi passare successivamente a giacimenti più difficili, sia primari che secondari, per i quali era necessario l'impiego di tecnologie sempre più complicate, sofisticate e spesso da inventare; questo era e questo è tuttora. Spesso si inizia la coltivazione in siti meno produttivi rispetto ad altri per il semplice fatto che presentano meno difficoltà estrattive e logistiche, solamente se il giacimento "Difficile" presenta una considerevole produttività lo si destina primariamente alla coltivazione; come esempio consideriamo i giacimenti petroliferi, prima si sono sfruttati quelli facilmente raggiungibili, diciamo "vicino casa", per poi passare a quelli estremamente difficili Off-Shore; oppure si considerino i giacimenti diamantiferi del Sud Africa concentrati entro rocce e strutture vulcaniche esplosive per poi passare ai difficili giacimenti canadesi immersi per la maggior parte dell'anno nel gelo a $-30^{\circ} \div -40^{\circ}$ C.

La coltivazione ideale è sempre stata quella "A cielo aperto" che avviene con un semplice scavo alla luce del sole senza entrare nel pericoloso e affascinante mondo del sotterraneo entro il quale insidie fatali sono sempre ed ovunque presenti nonostante si prendessero e si prendano tutte le misure di sicurezza necessarie in rapporto alla tecnologia del periodo di coltivazione. Questa è la sola e l'unica logica filosofia che ha caratterizzato e caratterizza lo sfruttamento delle risorse naturali minerarie e lapidee valida sia ai tempi dei Romani che ai tempi attuali, in definitiva si cerca di ottenere la maggiore produttività con il minimo sforzo. La coltivazione del giacimento aurifero della Bessa, così come ci è stata raccontata, va contro tale elementare principio, sembra che i Romani o chi per essi abbiamo ottenuto una non definibile produttività sicuramente con il massimo sforzo (*spostamento di milioni di tonnellate di ciottoli, canalizzazioni chilometriche in siti difficilissimi, costruzioni di imponenti ponti lignei, gallerie in terreni incoerenti, idricamente saturi e quindi franosi*).

La tecnologia mineraria si è rapidamente evoluta anche perché ha avuto ed ha tuttora anche una notevole importanza strategico – militare e politica:

la scoperta dei metalli ha avuto una primaria importanza per la costruzione di armi così come la scoperta dello zolfo, del salnitro e della polvere di carbone ha portato alla

formulazione della “*polvere nera*” utilizzata sia come arma che come forza demolitrice per la coltivazione mineraria.

Le miniere così come le cave di materiale da costruzione , siano esse a cielo aperto che in gallerie, hanno fornito all’uomo materiale per costruire i propri monumenti, palazzi e fortificazioni , pietre preziose per abbellire la propria persona, la propria abitazione, tutto per dimostrare la propria ricchezza e potenza.

In definitiva lo sfruttamento delle cosiddette “*Materie prime*” ha da migliaia di anni portato l’uomo ad aprire grandissimi cantieri come le miniere e le cave, immense opere idrauliche come gli acquedotti anche questi atti a sfruttare una “materia prima” di grandissima importanza come l’acqua.

E’ evidente che l’oro che si trova nel bacino eporediese e biellese ha la provenienza dai giacimenti primari della Valle D’Aosta. Questo oro, sotto forma di pagliuzze più o meno grandi, è presente in tutto l’anfiteatro morenico in quantità variabile di 0,1 ÷ 0.5 grammi per tonnellata di sedimento ovvero circa un grammo per metro cubo di detrito.

Sappiamo che per l’estrazione dell’oro sia esso di origine primaria che secondaria è necessaria una notevole quantità di acqua per separare, mediante lavaggio, l’oro con massa specifica 19 circa da altri minerali con massa specifica nettamente inferiore. E’ ben noto che le pagliuzze d’oro dei giacimenti secondari si trovano in sedimenti sabbioso ghiaiosi e tutto ciò che ha dimensioni maggiori e minori è da considerare “*Ganga*” ovvero scarto; è evidente quindi che un giacimento è economicamente sfruttabile nel momento in cui la quantità di Ganga è limitata in rapporto alla quantità di minerale estraibile e logicamente al suo valore venale vincolato questo ai complicati valori di mercato.

Da quanto precede sorgono spontanee le seguenti riflessioni:

“Perché i Romani o chi per essi avrebbero dovuto estrarre oro da un giacimento di così difficile sfruttamento come la Bessa spostando milioni di tonnellate di ciottoli (Circa 30 milioni o forse più!) per separare questi dalla sabbia aurifera quando questa, con analoga percentuale d’oro o forse maggiore, era disponibile sia lungo gli alvei del Cervo, dell’Elvo, dell’Olobbia e della Dora?”

“Perché i Romani, grandi e certamente non sprovveduti costruttori di eccezionali opere di ingegneria civile ed idraulica dall’Inghilterra alla Mesopotamia, avrebbero dovuto portare considerevoli quantità di acqua da chilometri di distanza quando l’acqua per il lavaggio della sabbia era ad immediata e facile disposizione nell’Elvo, nel Cervo, nell’Olobbia e nella Dora?”

Una semplice ed universale norma mineraria, sia antica che attuale, consiste nello scaricare lontano dal giacimento di estrazione il materiale sterile e non più utilizzabile, la qual cosa non è stata attuata nella Bessa dove l’enorme quantità di ciottoli sembra sia stata spostata diverse volte deponendo i ciottoli sopra porzioni di territorio ancora sfruttabili :

“Perché i Romani o chi per essi non hanno scaricato l’enorme quantità di ciottoli a valle del terrazzo alluvionale della Bessa ossia sulla sponda destra dell’Elvo in modo tale da avere la possibilità di coltivare facilmente ulteriori volumi di sabbia aurifera? Dalla attuale giacitura dei ciottoli sembra che i Romani si fossero preclusa ogni possibilità di una corretta e remunerativa prosecuzione della coltivazione. “

Dai seguenti grafici possiamo verificare come indicativamente sia avvenuta la coltivazione del placer della Bessa (Figg. Nn. 89-90-91) e come era logico dovesse avvenire qualora il materiale sterile, costituito dalla enorme quantità di ciottoli, fosse stato allontanato dal materiale alluvionale ancora sfruttabile (Figg. Nn. 92-93) .

Grafico della modalità della coltivazione aurifera attuata nella Bessa.

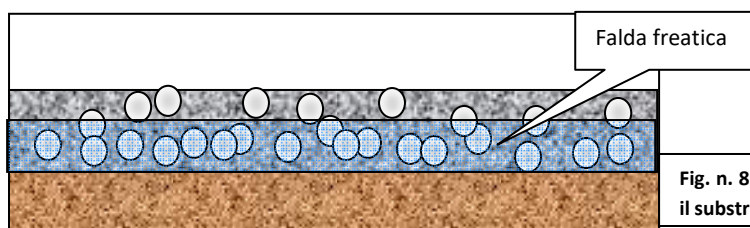


Fig. n. 89: la sabbia aurifera con abbondante presenza di ciottoli ricopre il substrato morenico

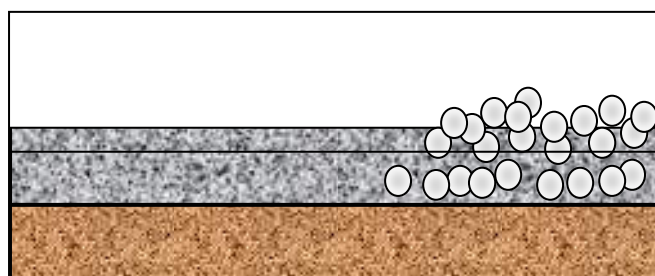


Fig. n. 90: i ciottoli vengono allontanati dalla sabbia aurifera ma posti su una porzione contigua del placer aurifero sfruttabile

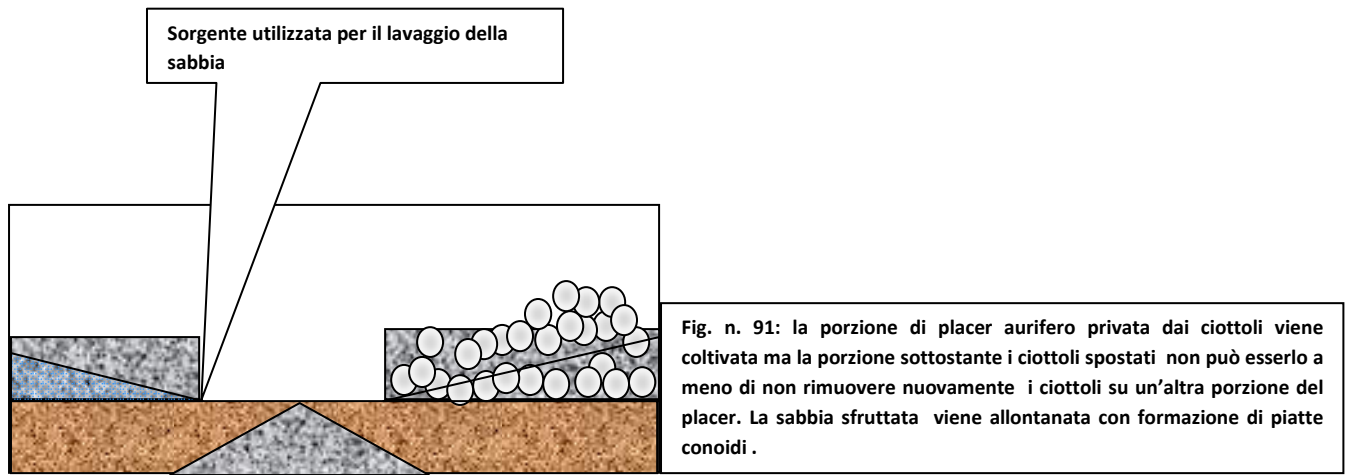
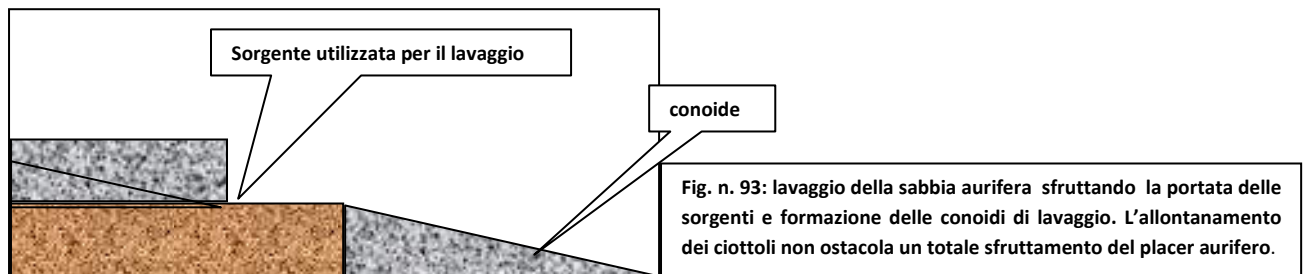
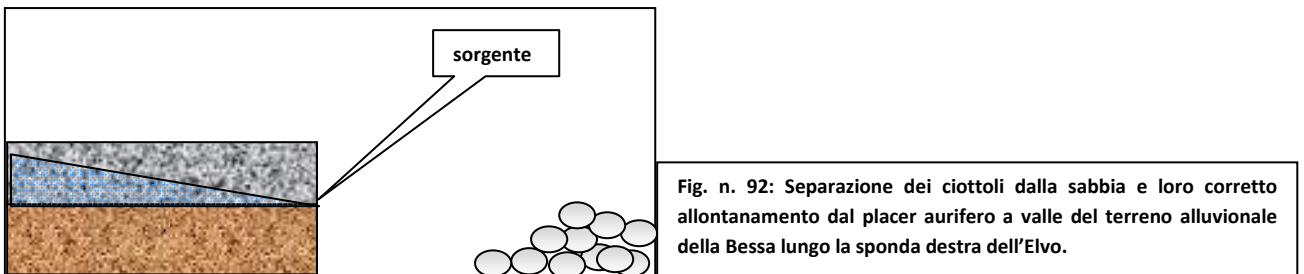


Grafico della corretta modalità di coltivazione della sabbia aurifera .



La logica spiegazione geomineraria dell'insolito sfruttamento attuato dai Romani è che non abbiano scaricato l'enorme quantità di ciottoli verso la sponda destra dell'Elvo (*secondo lo schema della Fig. n. 92*) poiché la principale coltivazione avveniva proprio lungo tale sponda, è evidente che l'ammasso dei ciottoli avrebbe ostacolato la ricerca lungo l'idrografia principale. Inoltre è mia opinione che l'insolito procedere nella coltivazione del giacimento, che si ritiene sia stato molto importante, è che probabilmente la coltivazione dell'oro non era l'unica ma era concomitante allo sfruttamento di un altro prodotto alquanto appetito dai Romani e notevolmente presente in Bessa (*V. Oltre*).

Inoltre vi è da fare un'altra considerazione dal punto di vista geominerario; i giacimenti auriferi secondari sono essenzialmente di due tipologie:

Giacimenti secondari attivi, nei quali il materiale estratto viene rigenerato mediante trasporto fluviale e torrentizio come per esempio entro l'alveo dell'Elvo, dell'Olobbia e della Dora. Si estrae l'oro e questo a seguito di piene successive viene reintegrato ed il processo di estrazione può continuare.

Giacimenti secondari non più attivi, nei quali dopo aver estratto una certa quantità di oro questo non ha più la possibilità di essere reintegrato in quanto manca l'idrografia atta a sedimentarne altro. Questo è il caso del giacimento della Bessa.

Questa importante distinzione induce a pensare che per i Romani fosse più importante la ricerca dell'oro lungo la sponda destra dell'Elvo che non il complicato e quindi costoso lavaggio della sabbia aurifera della Bessa.

Da quanto precede ci si deve porre una ulteriore domanda:

“ Perché i Romani o chi per essi estraevano oro da un giacimento privo di una continuità di alimentazione e di difficile coltivazione quando avevano a disposizione quattro facili giacimenti secondari attivi come l'alveo del Cervo, dell'Elvo, dell'Olobbia e della Dora?”

E' opinione dello scrivente che tutte le precedenti teorie espresse sul giacimento della Bessa non abbiano mai preso in considerazione l'aspetto geominerario ovvero del perché e del come un giacimento può essere sfruttato convenientemente; sembra che

gli studi eseguiti siano partiti dalla volontà di dimostrare assolutamente un *dogma* che non necessitasse di alcun approfondimento geominerario:

presenza di tracce d'oro, presenza di ciottoli rimaneggiati e quindi assoluta presenza di un cantiere estrattivo aurifero gestito dai Romani.

Che i Romani abbiano girato per l'area della Bessa non ci sono dubbi ma che abbiano in Bessa estratto oro a livello "*industriale*" impiegando migliaia di operai non è assolutamente dimostrato e dal punto di vista geominerario ritengo che tale possibilità sia da escludere.

Da quanto precede l'unica risposta che lo scrivente si dà è semplicemente una ed unica:

"I Romani o chi per essi non hanno creato in Bessa un impianto di estrazione così grande da impiegare per la sua gestione migliaia di operai e così vasto da trasportare acqua da così grandi distanze ed in quantità tale da prosciugare l'alveo della Dora!"

Da quanto sopra esposto nascono altri dubbi:

"Ma allora dove erano invece le miniere che necessitavano per il loro funzionamento di una notevole quantità di maestranze ed una considerevole quantità di acqua tale da ridurre drasticamente la portata della stessa Dora?"

"Per quale motivo sono state spostate in modo improprio e sicuramente non minerario enormi quantità di ciottoli sicuramente non rispondenti semplicemente a bonifiche agricole, a costruzioni di muri di recinzione e di confine, a costruzione di selciati viari ed alla costruzione di edifici rurali?"

Per rispondere a tali domande cerco di spiegare la mia opinione rifacendomi agli scritti di coloro che mi hanno preceduto senza andare troppo indietro nel tempo in quanto le ultime relazioni riprendono, in definitiva, quelle precedenti integrandole poco o nulla; tengo comunque a precisare nuovamente che tutte non hanno mai affrontato una sostanziale analisi dal punto di vista geominerario ed idraulico ma esclusivamente storico, mentre dal punto di vista archeologico non è mai stata rintracciata, che io sappia, alcuna sicura evidenza archeologico-mineraria che certifichi la presenza di un cantiere minerario in Bessa.

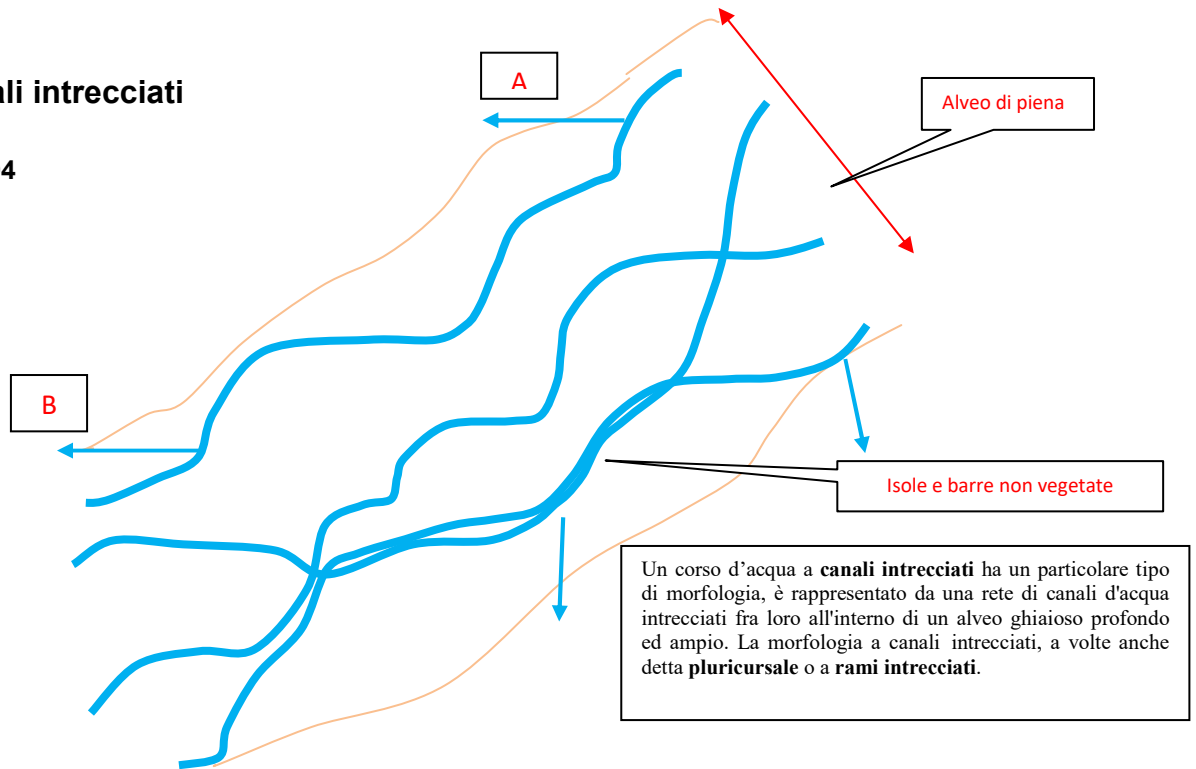
Riporto da “ *C’era una volta Eporedia e pure i Salassi*” articolo apparso su “*Eco della Dora Baltea*” di Lunedì 16 gennaio 2012 a firma di Fabrizio Bacolla il quale riporta uno scritto di Strabone (*geografia, Libro IV*) :

“ Nel territorio dei Salassi vi sono miniere d’oro, che un tempo erano possedute dai Salassi così come questi possedevano i passi, il fiume Duria è di loro grande giovamento per la lavorazione del metallo, per il lavaggio dell’oro; per cui in molti luoghi suddividendolo in molti canali ne prosciugano l’alveo. Il cui fatto come fu di giovamento per i ricercatori d’oro così fu di danno a coloro che coltivano i campi sottostanti, impossibilitati ad irrigare come tal fiume, in forte pendenza, offriva la possibilità. E tal fatto fu causa di continue guerre fra quelle popolazioni. Quando i Romani ne acquistarono la sovranità i Salassi perdettero l’indipendenza e le miniere. Tuttavia controllando anche le montagne, controllavano il diritto delle acque agli appaltatori delle miniere d’oro; per cui sorgevano continue controversie a causa dell’avarizia degli appaltatori. E così succedeva che coloro che venivano inviati dai Romani in quei luoghi, se desideravano far guerra ne trovavano facilmente l’occasione”.

Da tale scritto si evince che esistevano miniere d’oro di proprietà dei Salassi e che queste erano prossime al Fiume Duria (Dora); chi coltivava le miniere (*Giacimenti secondari attivi*) prelevava l’acqua della Dora in molti canali riducendone drasticamente la portata e danneggiando gli interessi degli agricoltori a valle. Sicuramente all’epoca dei Romani la Dora, entro l’anfiteatro morenico di Ivrea o meglio di Eporedia, aveva un percorso pluricursale e non monocursale com’è attualmente a causa di regimazioni spondali ed estrazione di sabbia e ghiaia dall’alveo . Anche in periodi di magra la portata della Dora è di qualche centinaio di metro cubo al secondo mentre durante le piene si hanno dei picchi massimi di 2.000 – 3.000 metri cubi al secondo. Anticamente la morfologia dell’alveo era indicativamente ascrivibile a queste tre tipologie morfologiche:

A canali intrecciati

Fig. n. 94



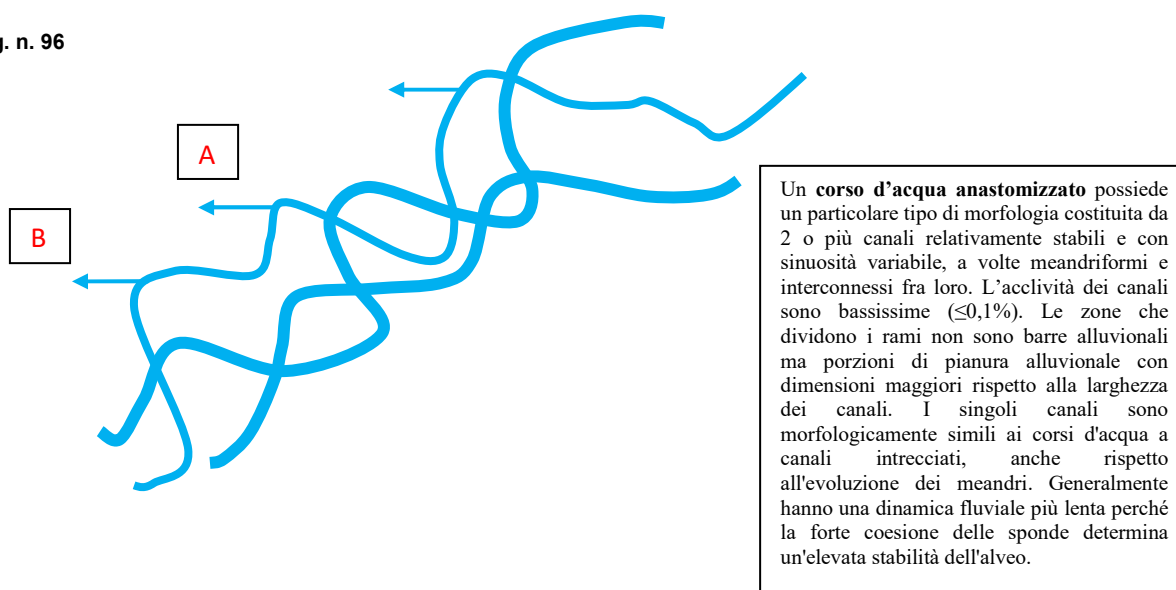
Tra i vari canali presenti uno può essere principale rispetto agli altri; è evidente che la portata veniva distribuita tra i vari canali ed i prelievi (←) idrici sia per uso irriguo che per uso minerario (*Lavaggio sabbie*) potevano solamente attuarsi sui canali periferici, se per esempio i cercatori di oro prelevavano acqua dal canale esterno nel punto **A** nel punto **B** non arrivava acqua. Le isole e le barre tra i vari canali non sono vegetate perché soggette a frequenti ed impetuose piene e quindi i canali centrali non sono derivabili.



Fig. n. 95: Fiume Tagliamento nel suo sbocco in pianura. Classico esempio attuale di "Alveo a Canali Intrecciati". L'alveo antico della Dora era analogo a quello attuale del Tagliamento.

Anastomizzato

Fig. n. 96



In tale tipologia morfologica i canali sono più sinuosi rispetto ai precedenti e le isole e le barre risultano più stabili e vegetate; anche in tale situazione morfologica la portata del fiume è distribuita tra i diversi canali ed i prelievi possono solamente essere eseguiti sui canali periferici. Anche in questo caso i prelievi a monte dai canali esterni prosciugano totalmente o depauperano sensibilmente quelli a valle.

Proseguendo la sedimentazione entro l'anfiteatro morenico la Dora diminuiva la pendenza del suo corso per cui dalle due morfologie fluviali precedenti si passava ad una morfologia meandriciforme pluricursale specialmente per i canali laterali. Traccia di tali canali meandriciformi sono ancora visibili, ma difficilmente, sul territorio nei Comuni di Bollengo, Palazzo Canavese e Burolo. E' evidente che anche con tale morfologia fluviale i prelievi idrici potevano solamente avvenire dai canali laterali, in definitiva erano questi a fornire acqua ai contadini e ai lavatori della sabbia aurifera, se questi ultimi drenavano a monte totalmente un canale a valle non restava più acqua per gli agricoltori.

Meandriforme

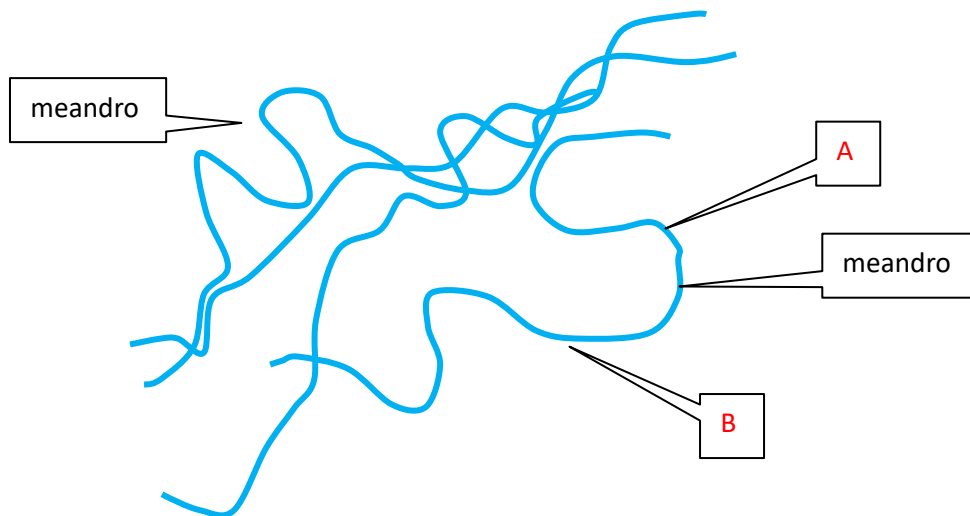


Fig. n. 97: prelevando acqua nel punto **A** il punto **B** ne rimarrà privo.

Da quanto precede con la frase “*ne prosciugano l’alveo*” si deve intendere “*ne prosciugano l’alveo dei canali laterali*” e non già di tutta la Dora.

Un prelievo tale da prosciugare quasi totalmente l’alveo della Dora per alimentare le aurifodine della Bessa ed irritare i contadini a valle era tecnicamente impossibile poiché per portare una tale quantità di acqua si sarebbe dovuto edificare un canale dimensionalmente più grande della Dora stessa in quanto la quota assoluta della Bessa (350 m.l.m. ca.) è superiore di circa 115 metri rispetto alla quota della pianura alluvionale compresa entro l’anfiteatro morenico (235 m.l.m. ca.); a parità di portata ad una minore pendenza del canale di derivazione deve corrispondere una maggiore sezione di deflusso in quanto la velocità di flusso è inferiore.

Inoltre ritengo che dopo che i Salassi furono sconfitti dai Romani e si ritirarono più a monte in Valle d’ Aosta non avrebbero mai acconsentito di derivare acqua nei pressi di Morgex come sostenuto dall’Ing. Teresio Micheletti.

Erano loro nemici quindi Niente Acqua!

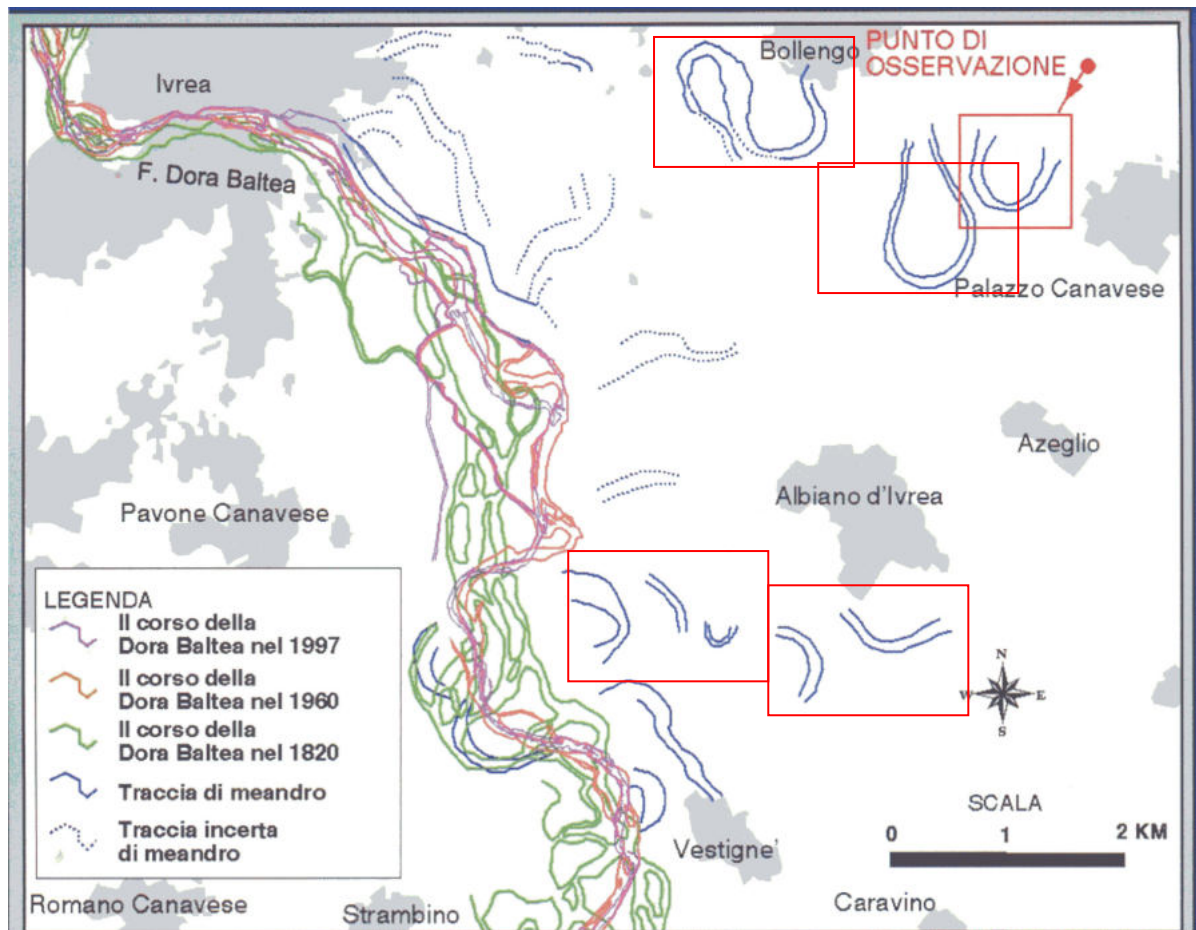


Fig. n. 98: modificazioni dell'alveo della Dora. Possiamo notare come la morfologia fluviale si sia notevolmente modificata anche in tempi recenti. Il quadri rossi evidenziano gli antichi meandri. La morfologia pluricursale è evidente (Da " I Geositi nel paesaggio della Provincia di Torino" – AA.VV. Edito da Provincia di Torino, CNR, Università Degli Studi di Torino)

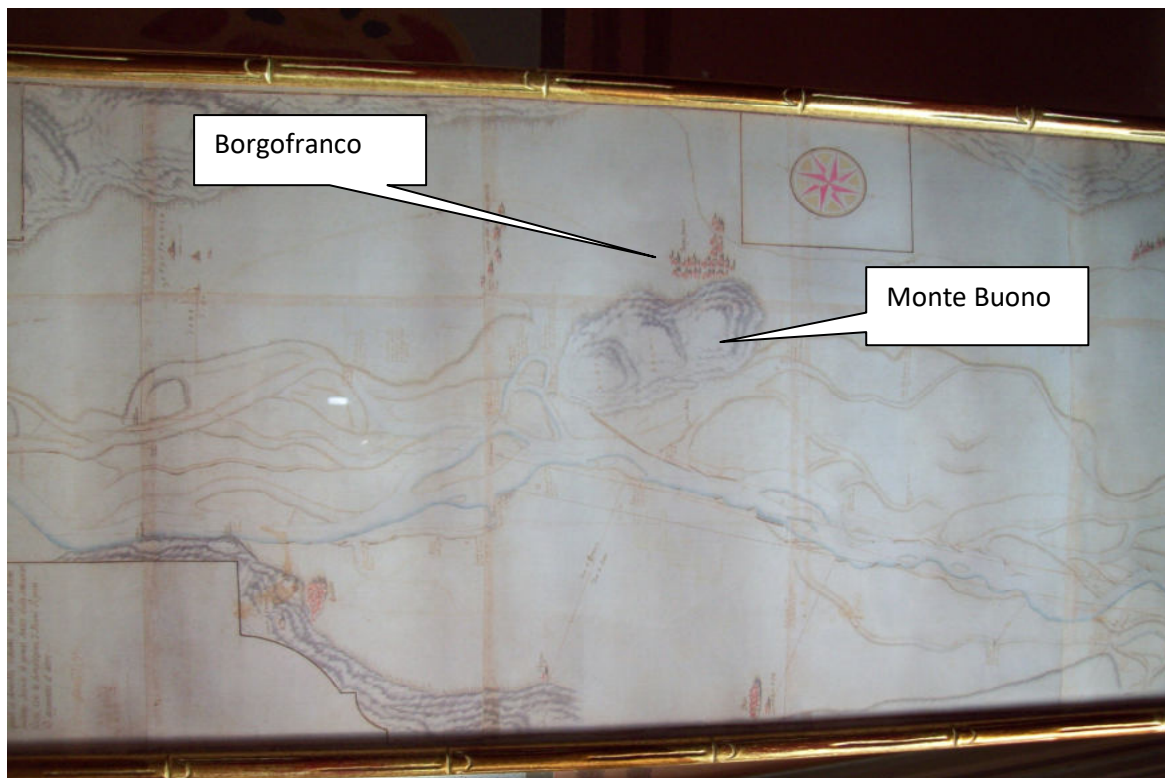


Fig. n. 99: Tavola planimetrica del territorio di Borgofranco d'Ivrea, nonostante la difficile lettura a causa dello scolorimento del disegno si notano i diversi canali della Dora Baltea.

In definitiva ritengo che il prelievo di acqua per il lavaggio della sabbia aurifera avvenisse dai canali laterali della Dora sino a prosciugarli e questi, essendo ad una quota assoluta inferiore di circa 115 metri rispetto alla Bessa, è evidente che non potevano in alcun modo alimentarla (V. Fig. seguente).



Fig. 100: da “ L'impronta del ghiacciaio “ di Franco Gianotti – Ivrea 2012- Bolognino Editore Ivrea. A cura del “ Ecomuseo Anfiteatro Morenico di Ivrea”.

Ritengo quindi che una ubicazione delle grandi aurifodine dei Romani (o una parte di esse), tali da impiegare migliaia di operai e utilizzare notevoli quantità di

acqua da creare seri e combattivi problemi di approvvigionamento idrico per l'agricoltura, fosse concentrata entro l'anfiteatro morenico di Eporedia la quale sicuramente cercava di controllare da vicino la coltivazione del giacimento costituito dai vari canali della Dora, canali esterni dai quali veniva facilmente derivata acqua per il lavaggio anche per porsì distanti dalle frequenti e distruttive piene della Dora.

Alcuni Autori inoltre cercano anche di definire, in modo insolito e non certamente minerario, le dimensioni del giacimento in rapporto al numero degli addetti.

Da “*I tesori sotterranei dell'Italia* “ di Guglielmo Jervis⁷ - Ed. Ermanno Loscher. 1873 si legge:

“ Sembrerebbe da un passo di Plinio che molte migliaia di uomini solevano occuparsi della estrazione dell'oro dalle miniere situate al Nord di Vercelli ; e si fece persino una legge limitandone il numero a soli 5000. Ecco le sue parole: “ Lex censoria Ictimulorum aurifodine vercellensi agro, qua cavebatur, ne plus quam quinque millibus hominum in opere publicani haberent “. — Plin., Lib. III.

Il commento dello Jervis è il seguente:

*“É generalmente **supposto dagli scrittori biellesi** che Plinio volesse parlare di miniere poste vicino alla loro città a pochi chilometri sotto Biella, nella regione della Bessa, situata presso la sponda destra del torrente Cervo, ritengono che vi fossero logicamente estese miniere d'oro. — Non è impossibile, visto la presenza dell'oro in pagliuole in tanti punti nel Cervo ; ma siamo disposti a credere, invece, che le miniere in discorso, che occuparono tanta gente, non potevano esser altre che*

⁷ Guglielmo Jervis (1831- 1906) Geologo inglese, vissuto a Torino dal 1862 dove copri la carica di conservatore del museo industriale e fu il maggiore esperto di giacimenti minerari presenti in Italia, pubblicò la suddetta opera in 4 volumi dove vengono citate tutte le evidenze minerarie per ogni singolo comune italiano compresi quasi tutti i paesi Eporediesi, Biellesi e Vercellesi compresi Zubiena, Mongrando, Cerrione. (V. Allegato Biografico). Lo Jervis era contemporaneo di Quintino Sella (Mosso, 1827- 1884) ed entrambi erano membri della Società Geologica Italiana fondata nel 1881 dal Sella, sicuramente si conoscevano e certamente fecero “ *Una chiacchierata sulla Bessa*” per cui ritengo attendibili le considerazioni del Geologo inglese che probabilmente ebbe l'incarico dallo stesso Sella per redigere la monumentale opera sui giacimenti italiani edita nel 1873.

quelle nel Monte Rosa ad Alagna Valsesia, ecc., a cui si acceda appunto da Vercelli.”

Lo Jervis nella sua opera capillare cita diversi paesi posti lungo l'alveo del Cervo e dell'Elvo dai quali si estraeva oro come Salussola, Cerrione, Mongrando, Occhieppo e Zubiena (*solamente per la presenza della fontana solforosa*) dicendo chiaramente che gli scrittori Biellesi **suppongono** che Plinio con le parole "*aurifodine vercellesi agro*" intendesse sicuramente la Bessa, ma Plinio non cita la Bessa che rimane chiaramente una interpretazione solamente Biellese del testo antico e in definitiva lo Jervis conclude che le "*aurifodine dell'agro vercellese*" fossero le importanti miniere della Valle Sesia. Parlando della zona più vicina alla Bessa Jervis cita Mongrando e riferisce che i Torrenti Elvo ed Olobbia fornivano oro che era "*Comperato dai negozianti Biellesi per un valore di Lire 1.200 – 1.300 per ann*"; inoltre lo stesso Autore segnala evidenze aurifere lungo il Cervo a S. Paolo Cervo, Sagliano, Andorno, Miagliano, Tollegno, Biella, Candelo, Castelletto Cervo, Mottalciata, Formigliana, Villarboit; mentre lungo la Dora citando paesi prossimi ad Ivrea, troviamo Borgofranco, Andrate (*Località Fey Piano*), Tavagnasco, Brosso oltre ad altri lungo la valle D'Aosta ove erano e sono concentrati i maggiori giacimenti primari sia del bacino del Monte Bianco che del bacino del Monte Rosa.

Da quanto precede ritengo che una seconda area altrettanto importante ove collocare le grandi aurifodine romane fossero gli alvei dei Torrenti Cervo, Elvo ed Olobbia anch'essi di facile sfruttamento ove l'acqua era a "*portata di mano*" ed in più erano e sono giacimenti secondari attivi e quindi la produttività era continuamente garantita.

Nel successivo allegato biografico (Cap. 42) vengono riportati estratti del testo dello Jervis dai quali è possibile visionare tutte le località prossime a Biella dove era ed è possibile trovare facilmente oro nella locale idrografia senza spostare irrazionalmente milioni di tonnellate di ciottoli alcuni dei quali del peso di diverse decine di chilogrammi.

Tuttavia, come già dissi in precedenza ed anche ipotizzato dal Calleri, uno sfruttamento minerario aurifero in Bessa fu possibile e sicuramente attuato a partire dalla base del terrazzo alluvionale ove le barre fluviali ciottolose creavano favorevoli e cospicue emergenze idriche che potevano benissimo essere utilizzate per il lavaggio delle sabbie aurifere; approfondendo le vallecole, comprese entro le barre fluviali, venivano trasformate nelle profonde “*Bunde*” attualmente visibili e le sabbie e le ghiaie sfruttate formavano, sia naturalmente che antropicamente, le piatte conoidi.

Ma ritengo che tale sfruttamento sia stato ad un livello non grandioso come lo si vuol far credere ma concomitante allo sfruttamento di un'altra risorsa mineraria importante per i Romani presente in Bessa in considerevole quantità e con un grado di purezza quasi assoluta (*V. oltre*); le motivazioni geominerarie per le quali ritengo improprio lo sfruttamento aurifero a grande scala in Bessa possono essere così riassunte:

- manca di una idrografia superficiale continua;
- notevole difficoltà di approvvigionamento idrico da zone esterne alla Bessa;
- necessità di spostare milioni di tonnellate di ciottoli;
- notevole dispersione e frantumazione del minerale per azione del rotolamento dei ciottoli;
- giacimento secondario non attivo;
- non corretto allontanamento dei ciottoli spostati .

Purtuttavia, come già spiegai, non “Boccio” a priori uno sfruttamento aurifero della Bessa che utilizzasse acqua da siti remoti anche se lo ritengo assurdo ma non impossibile qualora si dimostrasse che l'approvvigionamento idrico avvenisse tramite una importante e facile derivazione dal Torrente Viona alla quota di 785 m.l.m. in prossimità dell'attuale Acquedotto della Serra. Si ripete che a tale quota sarebbe tecnicamente e facilmente possibile captare interamente l'acqua del Viona passando in zone facili, idrogeologicamente stabili e con minima manutenzione!

L'attuale presa dell'Acquedotto della Serra è impostato in una sezione d'alveo molto stretta ed interamente rocciosa per cui una eventuale e totale captazione sarebbe risultata tecnicamente facile anche per i Romani che hanno costruito pregevoli opere idrauliche in tutto l'impero.

La concentrazione di 5.000 individui solamente addetti allo spostamento dei ciottoli ed al lavaggio, oltre alle persone addette alla logistica, alla vigilanza ed all'approvvigionamento delle derrate alimentari in una zona così ristretta come la Bessa avrebbe comportato la risoluzione di notevoli problemi oltre a quelli abitativi; poiché indicativamente l'area di teorico sfruttamento era di circa 5 kmq la densità umana era nettamente superiore alle mille unità per chilometro quadrato (*si pensi che attualmente Biella ha una densità demografica di 1.030 abitanti per chilometro quadrato!*) I pochi e limitati villaggi accertati in Bessa non sarebbero stati sicuramente sufficienti ad ospitare tutta questa vasta Umanità. Di contro la distribuzione di oltre 5.000 persone tra le zone di coltivazione dell'Eporediese lungo la Dora e del Vercellese lungo il Cervo, L'Elvo e l'Olobbia mi sembra ragionevolmente più attendibile.

13 – CANALI E ARRUGIE.

Nella lettura del testo dell'Ing. Teresio Micheletti una delle tante cose che mi ha fatto sorgere dubbi sulla reale esistenza di importanti operazioni di coltivazione mineraria mediante trasporto e utilizzo di notevoli quantità di acqua è stata la Fig. n. 6 della quale riporto copia integrale.

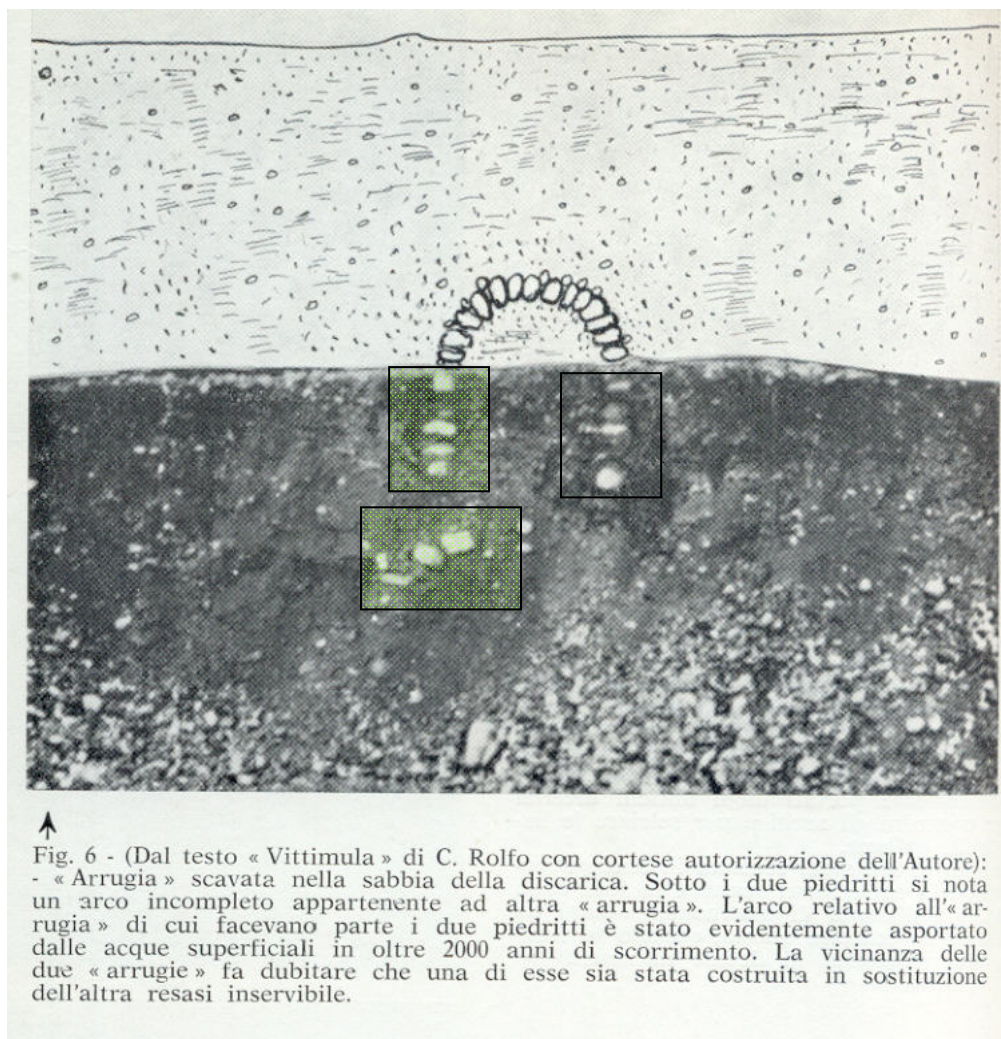


Fig. n. 101: (Da Teresio Micheletti: “ L’immensa miniera d’oro dei Vittimuli”)

Ritengo che la giustapposizione dei ciottoli definiti “ *Piedritti* ” ed “ *Arco incompleto* ” di due “arrugie” sovrapposte sia una semplice quanto diffusa casualità deposizionale; qualora l'arrugia avesse la semplice struttura rappresentata con ciottoli sovrapposti così verticali e dello spessore corrispondente ad un semplice ciottolo non avrebbe sopportato il passaggio anche di una minima quantità di acqua, le pareti sarebbero crollate perché inadatte a sopportare

contemporaneamente la retrostante spinta del terreno e l'azione erosiva dell'acqua. Al fine di resistere a tale spinta le pareti dovevano esser decisamente più spesse e più inclinate sull'orizzontale oppure cementate. Pur ammettendo che l'erosione abbia portato via il relativo arco lasciando una parvenza di improbabili piedritti come ha fatto a portare via la base della arrugia che sicuramente era la parte più resistente? Una robusta base in ciottoli era indispensabile in un terreno sabbioso ghiaioso altrimenti la forza erosiva dell'acqua avrebbe sicuramente inciso il fondo distruggendo l'arrugia. In definitiva una canalizzazione efficiente, solida e duratura nel tempo avrebbe dovuto avere i fianchi inclinati o cementati ed il fondo in ciottoli di dimensioni tali da non essere trascinati via dalla corrente necessaria per il lavaggio delle sabbie aurifere e possibilmente embriciati per impedire l'erosione di fondo; in tutta la Bessa mi sembra non esistano strutture del genere ma semplici murature a secco atte a non sopportare flussi cospicui e veloci di acqua. Inoltre vi è da evidenziare che la base della canalizzazione non solo doveva essere molto robusta ma estremamente impermeabile in quanto posizionate entro il deposito alluvionale della Bessa a matrice sabbioso ghiaiosa che presenta una notevole permeabilità; è sufficiente eseguire un semplice calcolo (*Legge del Darcy*) per verificare che qualora la permeabilità (K) del terreno sia di 10^{-2} cm/s (*valore ascrivibile ad una miscela di "sabbia pulita e miscela di sabbia e ghiaia pulita"* – V. Pietro Colombo – *Elementi di Geotecnica* – Zanichelli Editore – 1974) e l'altezza dell'acqua nella canalizzazione di adduzione e/o lavaggio sia di 10 cm le perdite di filtrazione sono pari o prossime a un lt/s ogni metro quadrato di superficie ! Di contro è evidente che lo sfruttamento delle portate delle sorgenti emergenti alla base del terrazzo della Bessa (*quando le condizioni idrogeologiche erano totalmente diverse dalle attuali*) non comportava perdite per filtrazione poiché per definizione stessa di sorgente queste fluiscono su un "*letto*" sedimentario impermeabile privo di filtrazioni verticali. La diminuzione di portata delle sorgenti a seguito del loro sfruttamento per il lavaggio della sabbia aurifera è causata semplicemente dalle conseguenze dello scavo di approfondimento delle "*Bunde*" esaminato in precedenza. Da quanto precede è evidente che il consolidamento della base della canalizzazione unitamente alla sua indispensabile impermeabilizzazione avrebbe formato una struttura estremamente robusta che si sarebbe conservata nel tempo e non già

degli esili piedritti e delle evanescenti volte come visibili nella precedente Fig. n. 101.

In definitiva ritengo che le murature a secco, spesso visibili in Bessa, siano normali murature eseguite per delimitare strade, sentieri interpoderali o confini di proprietà. Non è comunque da escludere la possibilità di locali canalizzazioni per regimare limitati flussi idrici derivanti da sorgenti ancora visibili in zona nella parte inferiore del terrazzo alluvionale (*zona cave*).

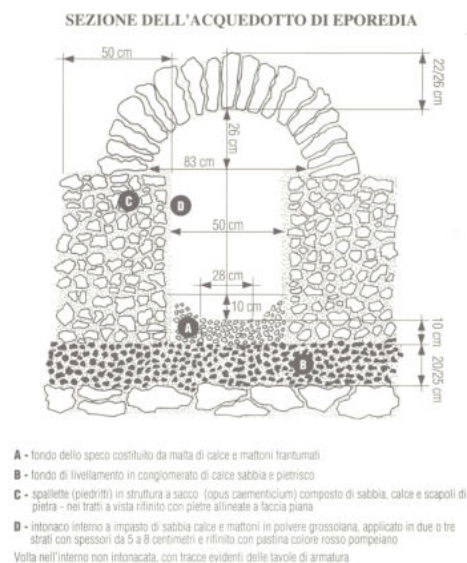


Fig. n. 102: Sezione dell'acquedotto di Eporèdia. E' evidente la differenza di struttura con la presunta Arrugia visibile nella precedente Fig. n. 101. Come si può notare questa struttura è in grado di sopportare un notevole flusso idrico anche decisamente veloce cosa impossibile per la Arrugia ipotizzata da C.Rolfo e accettata da altri Autori. (Da "I CINQUE LA GHI DELLA SERRA D'IVREA - AA.VV. - Ass. dei 5 Laghi d'Ivrea).

E' stato scritto, senza fornire alcuna indicazioni sui metodi costruttivi, che i canali di scorrimento e lavaggio fossero dotati di rivestimento ligneo, non so e non credo che tracce di tale rivestimento siano state trovate in Bessa, ma sicuramente lo ritengo alquanto improbabile poiché poco funzionale e di elaborata costruzione.

Questi "poveri Romani" oltre a portare l'acqua da chilometri di distanza, spostare milioni di tonnellate di ciottoli, eseguire instabili gallerie e ponti secondo alcuni Autori avrebbero dovuto anche cercare piante di una certa dimensione, tagliarle per ricavarne delle travi con un certo spessore, unire le travi in modo quasi perfetto, eseguire quello che in termini marinareschi si chiama "Calafatura" ossia impermeabilizzare le connesure tra le travi con canapa e pece per impedire perdite, fissare in qualche imprecisato modo le travi alle pareti dei canali garantendone la stabilità, rendere impermeabile e stabile alla corrente anche il fondo del canale poiché molto permeabile ed infine aprire le acque e sperare che

tutto resistesse e funzionasse a dovere. Un rivestimento ligneo mi sembra molto improbabile anche perché essendo parzialmente sommerso in acqua avrebbe comportato continui assestamenti delle travi e conseguenti notevoli perdite idriche e quindi notevoli problemi di manutenzione ; sappiamo che i Romani eseguirono lunghe canalizzazioni per il trasporto dell'acqua inventando ed utilizzando il calcestruzzo costituito da malta e frammenti di roccia o laterizi, per murature poste a contatto con l'acqua si utilizzava la "calce idraulica", caratterizzata dalla capacità di far presa in acqua, mescolandola con circa il 20% di argilla ricavata dalla calce con un maggior grado di impurità o correggendola con argilla reperita in loco. Non si spiega come per un'opera così importante come la coltivazione di un placer aurifero i Romani non abbiano eseguito i canali di adduzione idrica con tale sistema anche in considerazione del fatto che lo hanno adottato in tutto il loro vasto impero dall'Inghilterra alla Mesopotamia ed anche nella vicina Eporodia; inoltre vi è da evidenziare che il calcare per la esecuzione della malta cementizia era disponibile in grande quantità nel vicino territorio ove ora sorge l'abitato di Montalto Dora.

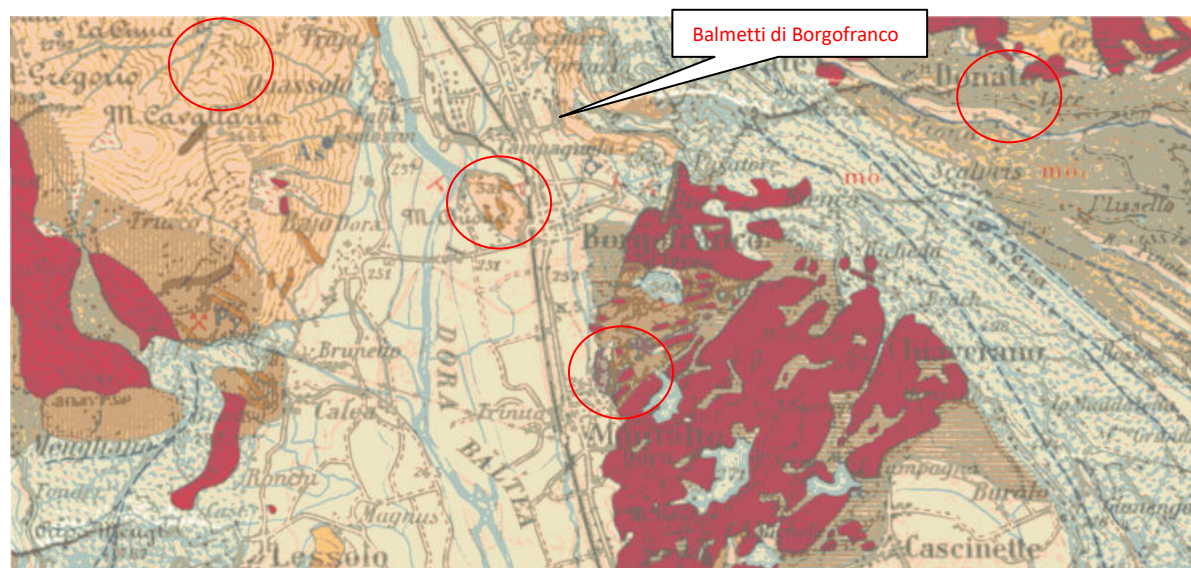


Fig. n. 103: in tale figura sono evidenziate le zone (**circonferenze rosse**) ove sono presenti affioramenti di calcare dolomitico; nella zona di Montalto Dora l'affioramento è cartografabile mentre su Monte Buono e sul Monte Cavallaria (Borgofranco d'Ivrea) non sono stati cartografati. Nella stessa carta geologica si fa cenno anche a Donato in Provincia di Biella. (Estratto dalla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 edita dal Servizio Geologico d'Italia ai sensi della Legge 2.2.60 n.68 – Foglio n. 42 – Ivrea).

Si evidenzia che tale enorme quantità di lavoro di preparazione dei canali di lavaggio era anche indispensabile qualora l'acqua fosse stata derivata dal Torrente Viona alla quota di 785 metri circa come ho precedentemente ipotizzato.

Decisamente mi sembra un lavoro eccessivo, ma più che altro inutile quando nei vicini Cervo, Elvo ed Olobbia e nella altrettanto vicina Dora Baltea tutto era semplice e perfetto era sufficiente riempire la Batea di sabbia e ghiaia ruotarla ad arte ed estrarre l'oro.

In definitiva era molto più semplice, veloce, economico, funzionale e duraturo eseguire un rivestimento del fondo e delle pareti del canale in malta cementizia che non rivestire lo stesso con improbabili travi di legno.

A questo punto della storia la *mia opinione* è che la collocazione delle aurifodine romane, così come ci è stata raccontata ovvero nel solo ed esclusivo territorio della Bessa, sia un fantasioso assurdo geo-minerario . In definitiva ritengo che una logica collocazione geomineraria sia da ricercare lungo gli alvei della suddetta idrografia (*Elvo, Olobbia, Cervo e Dora*) non escludendo comunque, come già evidenziato, una secondaria ricerca che, partendo dalla base del terrazzo alluvionale della Bessa, risalisse lungo le depressioni presenti tra le barre torrentizie create dal torrente glaciale e sfruttando per il lavaggio le numerose e produttive sorgenti che emergevano alla base del terrazzo stesso logicamente quando l'alveo del Torrente Olobbia, fonte principale di alimentazione delle sorgenti, scorreva ad una quota decisamente superiore all'attuale (+ 15/20 mt ca.).

Come dianzi evidenziato percorrendo la strada che unisce Vermogno a Cerrione è possibile notare un residuo di un ampio terrazzo alluvionale compreso tra la strada e il Torrente Olobbia, la quota di tale terrazzo è attualmente superiore di 10÷15 metri rispetto all'alveo del torrente; questo sta sicuramente a dimostrare che l'assetto idrogeologico, compreso tra l'alveo dell'Olobbia e l'alveo dell'Elvo, era totalmente diverso dall'attuale (*V. Fig. n. 108*).

Un' altra piccola ma significativa traccia di terrazzo alluvionale lo possiamo notare sul versante che fronteggia la Fontana Solforosa, tale terrazzo sovrasta l'attuale idrografia di circa una quindicina di metri, quasi sicuramente la fontana

solforosa non esisteva in quanto “Coperta” dalle alluvioni dell’Olobbia .

Sicuramente una notevole quantità di acqua filtrava lungo la sponda sinistra dell’Olobbia come conseguenza della notevole permeabilità del sedimento sabbioso-ghiaioso-ciottoloso rimaneggiato naturalmente (*V. risultanze sondaggi geoelettrici riportati in allegato*) e si dirigeva verso la sponda destra dell’Elvo formando tutta una serie di sorgenti notevolmente produttive che potevano essere sfruttate per il lavaggio e che, proprio come conseguenza della loro notevole portata, dovevano essere minimamente regimate con murature a secco anche se non correttamente impermeabilizzate. Tracce di tali murature sono state ritrovate a seguito della apertura delle cave; a pag. 111 dell’opera del Calleri si legge che: “ *Si è sinora riconosciuta la presenza di due canali in cave di Mongrando, quattro in cave di Cerrione, tutti degradanti verso l’Elvo ed una in altre cave ancora in Cerrione, verso l’Olobbia.*”

Aggiornamento.

Dopo la preliminare stesura della presente relazione il Sig. Paolo Crepaldi di Zubiena mi ha inviato la seguente foto scattata oltre trent’anni fa lungo la strada provinciale Vermogno-Cerrione allora in fase di allargamento e asfaltatura nei pressi del bivio per San Sudario; come si vede la giustapposizione dei ciottoli è analoga a quelle visibile nella precedente Fig. 100 ma si nota, anche se con una certa difficoltà, uno sviluppo planimetrico verso l’interno della Bessa(A) .



Fig. 104 : serie impilata di ciottoli, fotografata nei pressi del bivio per San Sudario, a sinistra si nota la traccia di un campo presumibilmente ove ora è presente il posteggio del Parco.

Sicuramente ritengo e ammetto che in questo caso “la casualità” da me ipotizzata per la foto di Fig. 101 è debolmente sostenibile ma sicuramente è sostenibile il fatto che tale struttura antropica non può essere una canalizzazione poiché il suo limitato spessore, formato inoltre da un’unica fila verticale di ciottoli, non sosterebbe né la spinta del retrostante terreno né un flusso idrico al suo interno.

(Si precisa che tale struttura non è più visibile poiché è stata distrutta a seguito della costruzione della strada Vermogno –Cerrione.)

Per capire la formazione di tale debole struttura e la sua funzione sono significative sia la sua collocazione che le granulometrie del sedimento nel quale la struttura è immersa:

- *La struttura era collocata su quell’antico terrazzo alluvionale dell’Olobbia, soggetto a frequenti alluvionamenti a bassa energia;*
- *Le granulometrie che caratterizzano il locale sedimento corrispondono a ghiaia sabbiosa con rari ciottoli di piccole dimensioni segno evidente che la*

zona è stata interessata da alluvionamenti dell'Olobbia a moderata energia. Lenti superficiali di ciottoli evidenziano alluvionamenti successivi a maggiore energia.

Da quanto precede, non essendo la traccia di una canalizzazione per le suddette motivazioni, la mia opinione è che la fila di ciottoli individui la posizione di una carrareccia la quale, per successivi eventi alluvionali a bassa energia del vicino Olobbia, veniva periodicamente coperta da alluvioni sabbiose e ghiaiose. Al fine di impedire la totale scomparsa della sede della carrareccia questa veniva "nuovamente evidenziata" dagli Utenti sovrapponendo una successiva fila di ciottoli ai precedenti; a seguito di ogni alluvionamento veniva giustapposta una teoria di ciottoli in modo tale che la traccia della carrareccia non si disperdesse (V. Figg. 105-106).

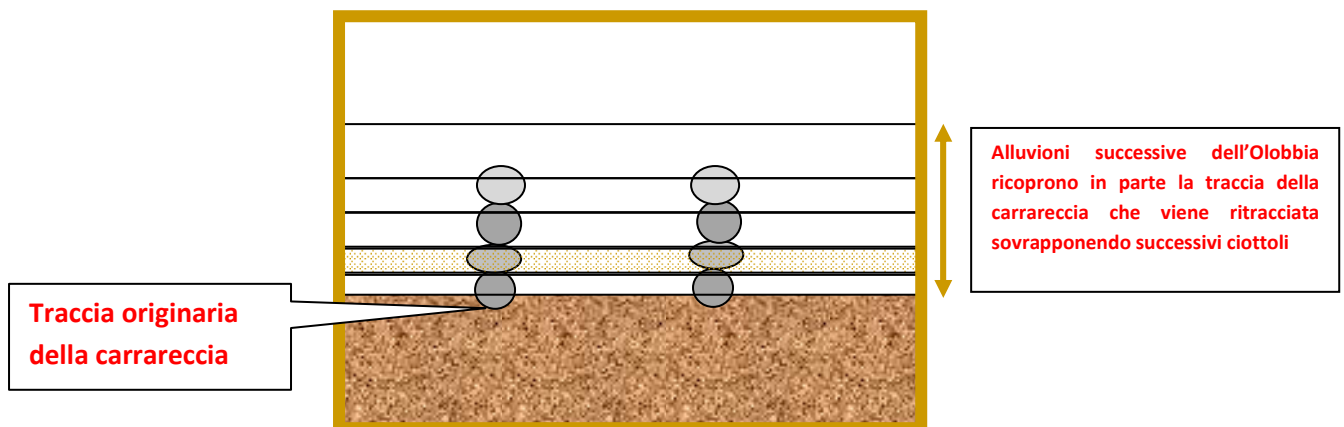


Fig. 105 : formazione della struttura a ciottoli sovrapposti visibile nella Fig. 104. Le successive alluvioni a bassa energia non hanno una sufficiente forza erosiva per allontanare i grossi ciottoli posti a traccia della carrareccia, il successivo calo di velocità della corrente causa un deposito di sabbia e ghiaia che copre in tutto o in parte i ciottoli. Ulteriori piene successive coprono totalmente la carrareccia che viene abbandonata e poi evidenziata dai recenti scavi.



Fig. 106: particolare della Fig. 104 - da come si può notare ciottoli appartenenti a file opposte sono alla stessa quota, segno che sono stati depositi sullo stesso piano. Ad ogni copia orizzontale di ciottoli corrisponde un evento alluvionale a bassa energia con sedimentazione sabbioso ghiaiosa. Se l'evento fosse stato ad elevata energia i ciottoli sarebbero stati trasportati via dalla corrente. Analoga situazione schematizzata nella precedente fig. 105.



Fig. 107: foto eseguita lungo la strada Ponderano – Cerrione, anche attualmente il bordo delle carrarecche viene evidenziato con cordoli di ciottoli probabilmente a seguito di qualche spietramento dei confinanti prati. Se tale cordolo fosse in prossimità di un corso d'acqua potrebbe venire ricoperto da sedimenti depositi a seguito di ricorrenti alluvionamenti a bassa energia.

14 - ESAURIMENTO DELLE SORGENTI.

La notevole portata delle sorgenti, unitamente alla coltivazione aurifera, portava alla formazione di quelle lunghe e piatte conoidi definite impropriamente “*Antropiche*”. Attualmente esistono ancora sorgenti (*la più nota è la Sorgente del Canej*) che alimentano i laghi formatisi per la coltivazione di sabbia e ghiaia. Tali coltivazioni hanno causato un considerevole danno alle sorgenti poiché aumentando notevolmente il gradiente idraulico con l’esecuzione dei profondi scavi la loro portata è rapidamente diventata superiore alla loro alimentazione per cui da sorgenti perenni alcune sono diventate temporanee o con notevoli escursioni stagionali; per esempio la sorgente del Canej passa da circa 15 lt/s in periodi molto piovosi a pochi decimi di lt/s in periodi siccitosi mentre prima della apertura delle cave la portata era pressoché costante e di qualche decina di lt/s. Attualmente l’alimentazione delle sorgenti ancora visibili avviene per “*Alimentazione diretta*” tramite precipitazioni meteoriche.

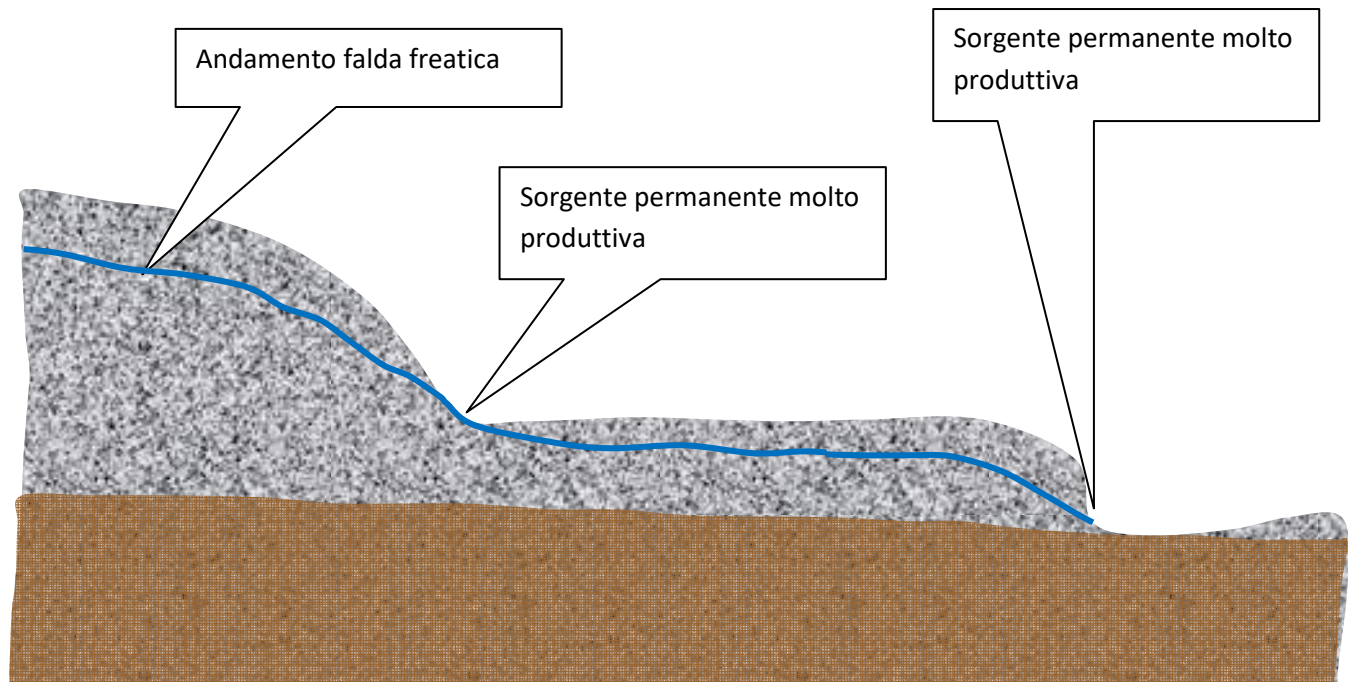


Fig. n. 109 : schema idrogeologico prima della apertura della cava; al piede dei terrazzi alluvionali sono presenti numerose sorgenti permanenti molto produttive che potevano essere facilmente sfruttate per il lavaggio della sabbia aurifera.

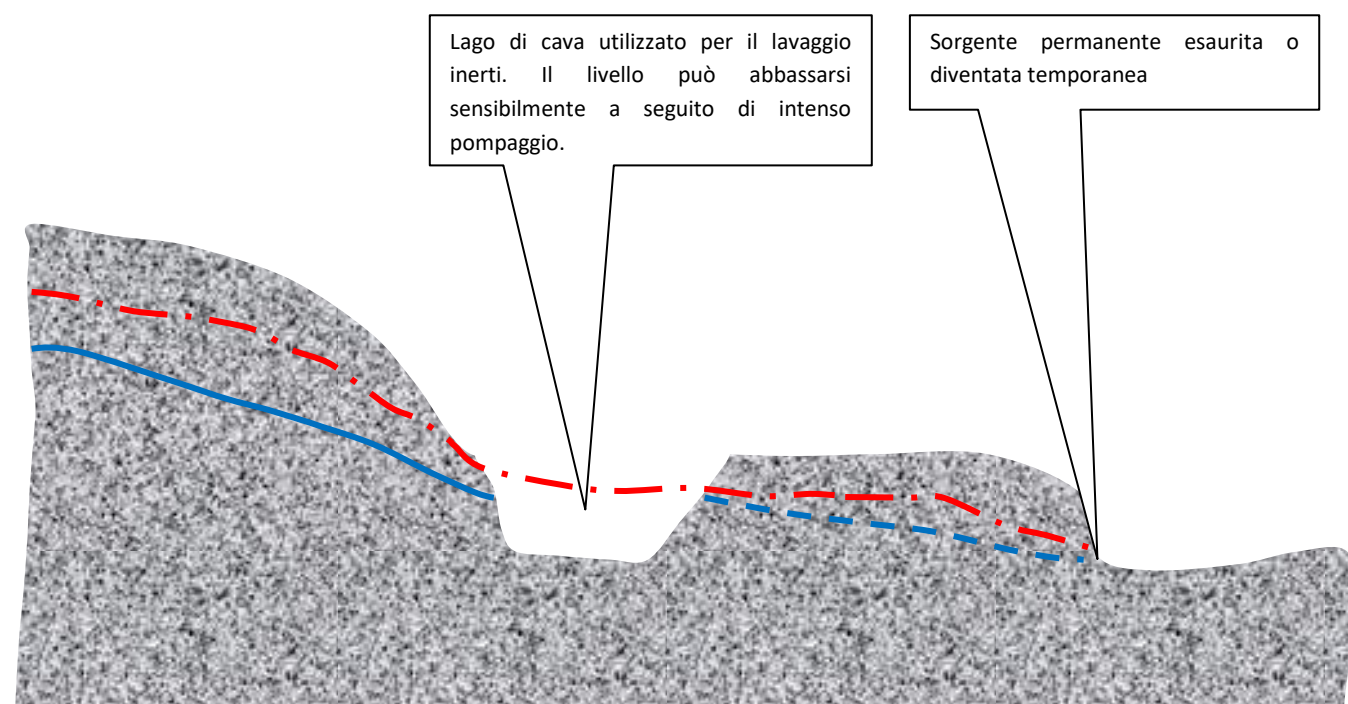


Fig. n.110 : la linea a tratteggio rossa indica il precedente andamento della falda freatica; la presenza della cava ha depresso la quota della falda diminuendone il gradiente idraulico che viene ulteriormente abbassato dal pompaggio di acqua dal lago per il lavaggio degli inerti. L'influenza della cava sulla morfologia della falda freatica si manifesta anche lateralmente alla cava stessa richiamando acqua verso di essa e depauperando le sorgenti presenti in una vasta area; in definitiva si forma una sorta di "cono di depressione" come avviene per i pozzi in emungimento. Tutto il sistema idrogeologico viene intensamente modificato specialmente se vengono pompati migliaia di metri cubi per il lavaggio dei sedimenti.



Fig. n. 111: traccia di antico terrazzo alluvionale in sponda destra dell'Olobbia che sovrasta la fontana solforosa (Linea verde). Tale terrazzo è in fase di rapido smantellamento a seguito di intensi eventi alluvionali, la maggiore permeabilità del sedimento determina una rapida saturazione idrica ed un conseguente franamento del versante (linee gialle). Analogo terrazzo alluvionale, ma in sponda sinistra, è possibile vederlo a monte di Casale Montano ad una quota di circa +20 metri rispetto all'alveo del sottostante torrente.

15 - NON SOLO ORO!

Ma rimane ancora un considerevole e forse maggiore interrogativo: *“Ma allora per quale motivo sono stati rimaneggiati milioni di tonnellate di ciottoli anche in zone della Bessa ove sicuramente l'acqua non era più disponibile nemmeno con i pozzi ed il lavaggio della sabbia aurifera era estremamente difficoltoso? Perché milioni di ciottoli sono stati spostati se la fonte principale di oro era nei quattro sistemi idrografici sopra citati ?*

Alcuni Studiosi o Appassionati della Bessa molto semplicemente rispondono a tale interrogativo affermando: *“perché in Bessa vi era più oro! ”* , tale

affermazione da un punto di vista geominerario è insostenibile. Anche attualmente per verificare se in Bessa vi sia percentualmente più oro che negli alvei del Cervo, dell'Elvo, dell'Olobbia, della Dora Baltea o più in generale entro il bacino dell'anfiteatro morenico di Ivrea sarebbero necessarie centinaia se non addirittura migliaia di campionature ed analisi per il semplice fatto che i depositi morenici e/o i sedimenti da essi derivanti per naturali processi erosivi sono la massima espressione di eterogeneità sedimentologica per cui penso che determinare statisticamente la maggiore o minore percentuale aurifera nel territorio della Bessa non sia stato possibile al tempo dei Romani. L'oro o in generale un minerale veniva e viene estratto ove è più facile estrarlo e non già dove si frappongono notevoli difficoltà sia estrattive che logistiche. A mio avviso una logica risposta "*mineraria*" alla precedente domanda inizia a delinearsi nell'autunno del 1985 quando durante dei normali lavori di aratura vengono ritrovate a Cerrione sei lapidi con iscrizioni latine. I lavori di ricerca procedono e vengono messi alla luce 196 sepolture dotate di corredo.

Presso il Museo del Territorio di Biella in una stanza apposita sono stati collocati tutti o in parte i corredi ritrovati a Cerrione, la foto degli stessi sono visibili nella pubblicazione della Dr.ssa Luisa Brecciaroli Taborelli "*ORO, PANE E SCRITTURA*" Edizioni Quasar (*febbraio 2011*). Di questi corredi ben 109 erano costituiti da recipienti di vetro di mirabile esecuzione e di sorprendente e leggera bellezza.

E' ben noto come la silice sia la più importante materia prima nella produzione del vetro ed è ben noto come il vetro fosse uno dei materiali più in uso presso i Romani; leggo da una pubblicazione ("*Materie prime del vetro*" – testo a cura di Mario Moretti) che il già citato Strabone narra che l'industria vetraria romana aveva una grande inventiva e sperimentava nuove tecniche di lavorazione, per esempio l'oro serviva a colorare di rosso il vetro, in concentrazioni minime (0,001%) produce un vivace colore rosso rubino, mentre una quantità ancora minore dà sfumature meno intense di rosso.

In Satyricon Trimalcione enunciava "*Lasciatemelo dire: io per me preferisco il vetro, almeno non puzza, che se non fosse fragile io per me lo preferirei all'oro...*"

ma anche perché col vetro potevano imitare le pietre preziose semplicemente colorandolo, molte “Pietre preziose” che ornano antiche corone, gioielli e immagini sacre sono in realtà costituite da vetro sapientemente colorato.

Sicuramente i Romani videro quale notevole quantità di Silice era presente in Bessa (*le famose Pietre Bianche*) e sicuramente non si lasciarono sfuggire la facile possibilità di sfruttare questa “*cava di quarzite*” a cielo aperto oltretutto costituita da un minerale estremamente puro caratteristica questa non riscontrabile nelle sabbie quarzose naturali. Non escluderei nemmeno la possibilità che spostando i ciottoli creassero zone prative sulle quali pascolare e coltivare sfruttando anche le locali falde freatiche emergenti tramite sorgenti o raggiungibili mediante pozzi relativamente poco profondi e quindi provvedere al sostentamento della popolazione che ivi lavorava.



Fig. n. 112: Spaccato di un ciottolo di quarzite della Bessa; la caratteristica dei ciottoli è la loro estrema purezza.

Lo sfruttamento, dopo la facile raccolta dei ciottoli quarziticici presenti in superficie, comportava logicamente il rimaneggiamento dei ciottoli per raccogliere quelli dispersi in profondità entro l’ enorme massa sedimentaria. Si evidenzia che lo sfruttamento della quarzite non necessitava di acqua l’unico problema, facilmente

risolvibile, era quello di spostare i ciottoli non quarzosi e la sabbia aurifera che logicamente veniva lavata asportandone l'oro.

Il mio convincimento è che gli antichi minatori, mentre lavavano la sabbia aurifera asportavano i ciottoli di quarzite andando a raccoglierla anche in profondità procedendo verso Sud Ovest entro il territorio della Bessa; poiché il lavaggio della sabbia aurifera comportava l'utilizzo di acqua questo doppio sfruttamento minerario veniva iniziato e proseguito ove erano presenti quelle abbondanti emergenze idriche alla base del terrazzo alluvionale. Procedendo verso l'interno della Bessa approfondivano le antiche barre fluviali, sedi preferenziali delle falde freatiche, trasformandole nelle profonde " *Bunde*" attualmente visibili sul fondo della quali, in un estremo sforzo di reperire ancora acqua per il lavaggio della sabbia, vennero eseguiti dei pozzi (*V. Bunda a lato del percorso del Ciapei Parfundà*).

Poiché la presenza dei ciottoli di quarzite era casuale, e quindi il loro sfruttamento non era programmabile, la doppia coltivazione (*sabbia aurifera – quarzite*) procedeva avendo come " *Linea Guida*" la semplice presenza dell'acqua che serviva per il lavaggio della sabbia aurifera.

Questo metodo di coltivazione, apparentemente " *Casuale*", spiegherebbe perché i ciottoli non sono stati scaricati a valle del terrazzo alluvionale verso l'Elvo ma collocati lateralmente ai percorsi delle falde freatiche alcune delle quali tuttora visibili; lo scarico dei ciottoli alla base del terrazzo alluvionale e quindi lungo la sponda destra dell'Elvo avrebbe ostacolato la ricerca dell'oro lungo la sponda stessa sede principale, a mio parere, di una delle aurifodine dell'Agro Vercellese oltre a quelle dell'Olobbia e del Cervo forse in concorrenza con quella lungo le sponde della Dora.

Da quanto precede non escluderei la possibilità che i Romani o chi per essi fossero organizzati, entro il bacino dell'anfiteatro morenico d'Ivrea o addirittura nelle vicinanze della Bessa, per la produzione del vetro, materiale per loro di notevole importanza non solamente per il piacere di abbellire la propria persona e la propria abitazione con oggetti di rara bellezza ma anche per manifestare la loro ricchezza e quindi la loro potenza economica e militare nei territori conquistati. Inizialmente il vetro era considerato di grande valore perché con esso potevano essere imitate

facilmente le pietre preziose e sicuramente ai tempi dei Romani non si era in grado di verificare se una pietra, venduta per preziosa, era un falso (V. Figg. 115-116); successivamente quando la produzione divenne facile il valore del vetro diminuì pur rimanendo sempre un oggetto prestigioso di esclusivo consumo delle classi sociali più agiate.

Recentemente visitando il notissimo laboratorio di restauri “Nicola restauri s.r.l.” sito nel piccolo paese di Aramengo in provincia di Asti, ho potuto verificare come un’antica mummia di età romana, facente parte del “Jamahiriya Museum” di Tripoli, fosse adorna con una bellissima collana di perle di vetro colorato e foglia d’oro. Moltissimi gioielli che adornano prestigiose antiche corone regali, specialmente di età medioevale, si sono rivelati “*Falsi d’epoca*” perché eseguiti con semplice vetro colorato. Entro il bacino morenico o nelle immediate vicinanze vi erano tutti “*Gli ingredienti*” per la produzione vetraria:

nell’area della Bessa la materia prima più importante, la silice, dalla cenere di piante come la quercia, il faggio e la felce, estremamente abbondanti nelle antiche foreste perimetrali o nella stessa Bessa, si ricavava la potassa che funge da fondente mentre nella zona eporediese (*attuale territorio di Montalto Dora*) per cottura del calcare dolomitico si potevano ricavare gli ossidi di calcio e magnesio che servono per stabilizzare la pasta vetrosa e renderla resistente all’umidità, e sempre nella zona di Ivrea dalle antiche miniere di Brosso e Traversella si potevano ricavare Arsenico Nativo e ossidi di Arsenico dalla Arsenopirite che servivano da “*Affinanti*” per eliminare le sostanze gassose dall’impasto vetroso; è ben noto inoltre come nelle miniere presenti nei territori di Tavagnasco, Quincinetto, Baio Dora (*pendici del Monte Cavallaria*) siano presenti moltissimi minerali dai quali ricavare gli ossidi per colorare il vetro (V. *Pubblicazione dello Jervis e Fig. n. 1*). Non è da escludere la possibilità che i romani producessero il cristallo utilizzando l’ossido di piombo calcinando la galena proveniente dalla miniera di Traversella, la calcinazione di tale minerale porta alla formazione dell’ossido di piombo grazie alla seguente reazione (naturalmente non conosciuta dai Romani ma forse prodotta empiricamente):



(Da Wikipedia) La Boemia era una parte dell'Impero austro-ungarico ora parte della Repubblica Ceca, ed era famosa per la produzione di oggetti in vetro colorato. La storia del cristallo di Boemia iniziò con le abbondanti risorse naturali presenti nel territorio. I vetrai della Boemia scoprirono che miscelando cloruro di potassio e gesso si otteneva un vetro incolore chiaro che era più stabile di quello prodotto in Italia. Fu in quel periodo che il cristallo ceco divenne termine di paragone, per la prima volta nella storia, per farlo distinguere dalle altre qualità di vetro provenienti da altri luoghi. Al contrario degli altri, era senza piombo. Questo vetro poteva essere manipolato con un tornio da vasaio, **inoltre, la cenere prodotta dal legname utilizzato per i forni di fusione serviva per creare potassio. In più nel sottosuolo era presente una copiosa quantità di calcare e silice.**

Non penso che i Romani si fossero lasciati sfuggire la possibilità di un facile sfruttamento di tale materia prima poiché generalmente il vetro era prodotto assai distante da Roma come in Siria, in Egitto e in Libano ove erano presenti sabbie silicee sicuramente non pure come i ciottoli della Bessa; da questi lontani paesi il vetro grezzo veniva trasportato tramite navi, quindi con pericolo di naufragio, per poi essere rifuso e lavorato in vari centri dell'impero.

Ritengo inoltre che nonostante la presenza di numerosi affioramenti di lenti quarzitiche (*giacimenti primari*) sul versante del Mombarone e del Monte Torretta (*V. Fig. n. 1*) i Romani dettero priorità alla coltivazione del giacimento secondario della Bessa per il semplice motivo che era più comodo, la quarzite si trovava già dimensionalmente ridotta in ciottoli facilmente trasportabili e lavorabili senza dover cavarla dai numerosi giacimenti primari in quanto il loro sfruttamento avrebbe comportato un difficile e pericoloso lavoro in galleria (*V. giacimento sfruttato in tempi recenti a monte di Borgofranco d'Ivrea*)..

L'unico problema che si presentava agli eventuali vetrai locali era quello di ridurre in piccole schegge le "*Pietre Bianche*" della Bessa, ma penso che per i Romani questo fosse sicuramente il problema minore; è ben noto come i Romani sfruttassero la forza idraulica costruendo mulini e magli (*v. Fig. n. 113*) con diversi utilizzi tra i quali quello per macinare mineralizzazioni prima di procedere alla vera e propria estrazione del minerale per fusione; si pensi che anche attualmente nell' India del Nord delle donne con martelli o con sassi quarzosi spaccano le pietre per ricavarne della semplice ghiaia per utilizzare nell'edilizia! Ma la frammentazione

dei ciottoli di quarzite poteva essere più facilmente e rapidamente eseguita anche per surriscaldamento sino ad incandescenza degli stessi entro normali bracieri. Ritengo che tale metodo fosse quello maggiormente eseguito in Bessa.



Fig. n. 113 : Comune di Andrate. Ricostruzione di un vecchio maglio idraulico funzionante sino a metà novecento in una officina meccanica a valle dell'abitato di Andrate (Regione Piste). Il maglio utilizzato dai romani era pressoché analogo.

Da notizie storiche si apprende che nella produzione vetraria del 1500 i Veneziani utilizzavano i ciottoli (*quocoli*) del Ticino in quanto più puri della sabbia quarzosa.

Nel 1868, un certo Luigi Bedolo, proprietario di una vetreria in Trentino, aprì una vetreria a San Giovanni Lupatoto utilizzando i ciottoli di quarzite del fiume Adige. La vetreria impiegava circa 800 operai oltre all'indotto logistico per la produzione di bottiglie e vetro in lastre. I carrettieri andavano a raccogliere i ciottoli quarzosi nell'alveo dell'Adige e li trasportavano al "*Molino Dei Sassì*" (*Struttura ancora esistente*) per frantumarli e polverizzarli.

Questi esempi, anche se in periodi molto distanti dall'epoca romana, dimostrano l'interesse dell'industria vetraria per i ciottoli di quarzo; tale interesse nasce da una semplice caratteristica logistica e merceologica:

il ciottolo di quarzite è già di per sé dimensionalmente ridotto e di facile raccolta e trasporto e, cosa più importante, si presenta chimicamente molto puro.

Da questi esempi è legittimo pensare che anche i Romani non si lasciassero sfuggire la possibilità di un facile sfruttamento delle "*Pietre Bianche*" specialmente

in un periodo durante il quale la logistica dei trasporti era decisamente più problematica rispetto a quella del 1500 e del 1800; in parole povere era molto più facile ed economico sfruttare i ciottoli della Bessa che fare arrivare il vetro dall'Oriente.



Fig. n. 114: suppellettili in vetro di età romana analoghi a quelli trovati nella necropoli di Cerrione.



Fig. n. 115: Piccola collezione di pietre semipreziose naturali e alcune di “prezioso” vetro colorato; logicamente al tempo dei romani non si conoscevano le leggi fisiche che permettessero di capire se una pietra preziosa era naturale o vetro colorato; oggi la semplice determinazione dell’indice di rifrazione permette di distinguere rapidamente una pietra naturale da una “pietra di vetro colorato”. Alcune delle pietre nella foto sono naturali (tipo quarzo ametista) altre sono semplici vetri colorati o sintetiche.



Fig. n.116: cristalli con forme geometriche naturali; anche il taglio delle pietre per renderle sfaccettate ed aumentarne la luminosità era probabilmente limitato alle sole pietre che avevano un evidente abito cristallino (geometrico), in tal caso era sufficiente una leggera abrasione delle facce piane con cenere, pomice o argilla per conferire brillantezza alla pietra. Generalmente venivano sagomate a cabochon.



Fig. n.117: La presenza di vegetazione arborea evidenzia l'andamento delle "Bunde"(linee azzurre) che, formatesi per approfondimento delle depressioni tra le barre torrentizie, seguivano il percorso della falda freatica man mano che questa veniva scoperta ed utilizzata per il lavaggio della sabbia aurifera, nel contempo venivano asportate le "*Pietre Bianche*" portandole prima in superficie per poi essere allontanate dal deposito alluvionale. Quando la falda freatica non era più raggiungibile tramite pozzi poco profondi o la sua portata era estremamente ridotta la coltivazione aurifera terminava poiché risalendo verso Sud Ovest la portata della falda decresceva per aumento della quota a fondo scavo e contemporanea diminuzione del gradiente idraulico ma il recupero dei ciottoli quarzosi poteva proseguire facendo aumentare considerevolmente il volume dei ciottoli mobilizzati. .



Fig. n. 118: "Sorgente Dal Büro" raggiunta tramite l'esecuzione di un pozzo sul fondo della "Bunda" parallela al percorso denominato " Ciapej Parfundà" . A monte di tale pozzo la Bunda si riduce in profondità sino ad annullarsi poiché la quantità di acqua diminuiva ed il lavaggio della sabbia aurifera risultava difficile. La coltivazione aurifera si interrompeva. Indicativamente la profondità dei pozzi non poteva essere superiore al loro diametro, per profondità maggiori le pareti diventano instabili .

L'importanza del giacimento quarzítico venne riconfermata negli anni '50 del secolo scorso quando per diverso tempo una industria metallurgica di Quincinetto venne a fare incetta delle "*Pietre Bianche*" ancora rimaste in superficie

pagandole addirittura 10.000 lire a tonnellata. Lo scrivente, circa una trentina di anni fa, conobbe un titolare di una azienda del Bergamasco che ricordò che una parte di questa quarzite veniva utilizzata negli anni '60 del secolo scorso per la produzione di grossi cristalli di silicio puro per il suo utilizzo nella nascente era della tecnologia elettronica. I proprietari dei vari terreni raccoglievano con l'aiuto di parenti ed amici i ciottoli ponendoli in siti di facile raggiungimento dai mezzi di trasporto (*Imprese Astrua e Galleran di Mongrando*) che li portavano nei siti di lavorazione. Ancora oggi alcuni di questi provvisori cumuli di quarzite sono visibili nei pressi di una vecchia costruzione in muratura lungo il percorso detto " Dei cumuli".



Fig. 119-120: cumuli provvisori di ciottoli di quarzite accatastati presso la viabilità principale.

Se in questo recente periodo la quantità e la qualità di quarzite era così redditizia immaginiamoci quanto dovesse essere abbondante e conveniente il suo sfruttamento nel periodo romano durante il quale la manodopera poteva essere pressoché gratuita qualora venissero impiegati schiavi o prigionieri catturati con l'invasione delle aree prossime alla Bessa.

Per qualche strano motivo molti appassionati e cultori della Bessa sono dubbiosi o si rifiutano categoricamente di credere che in Bessa vi fossero migliaia di "Pietre Bianche" di quarzite quasi totalmente asportate negli anni '60, riporto un estratto del libro di Giacomo Calleri ("La Bessa – 1985) nel quale a pag. 184 il Prof. Roberto Mondello evidenzia testualmente:

In questi ultimi anni l'attività di scavo e di asportazione di sabbia e ghiaia è proseguita senza interruzione e alle poche ditte autorizzate (vedi allegato C) si sono affiancati cavaatori abusivi. Inoltre occorre segnalare la continua asportazione di ciottoli e massi di quarzite, dai cumuli della Bessa, che vengono poi venduti per poche decine di lire al quintale a fabbriche di prodotti industriali (centinaia di tonnellate sono state avviate in questi ultimi vent'anni agli stabilimenti siderurgici di Borgofranco d'Ivrea). Buche più o meno profonde segnano il punto dove si trovavano i blocchi di quarzite che biancheggianti risaltavano nel grigiore uniforme delle rimanenti pietraie patinate dal tempo e dalla microflora. Una ulteriore deturpazione dell'ambiente è provocata dall'abbandono di rifiuti solidi urbani tra gli avvallamenti dei cumuli in prossimità degli abitati.

Estratto da "LA BESSA documentazioni sulle aurifodine romane nel territorio biellese " – Capitolo integrativo "La tutela dell'ambiente" a cura del Prof. Roberto Mondello. Ed. Città di Biella - 1985

Tra gli anni '55 e '60 del secolo scorso alcune imprese, utilizzando carri trainati da cavalli, passavano tra i cumuli per raccogliere i ciottoli di quarzite che i diversi Proprietari raccoglievano entro i loro poderi logicamente spostando migliaia di ciottoli; ove il passaggio era ostacolato da ciclopici erratici questi venivano fatti esplodere con la dinamite, la seguente foto evidenzia la traccia della barramina per la formazione del foro di caricamento.



Fig. n. 121: traccia di barramina del foro di caricamento per demolizione esplosiva al fine di consentire il passaggio dei carri trainati da cavalli.

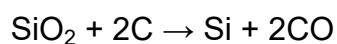


Fig. n.122: il segnaposto in giallo indica le coordinate della precedente foto; la traccia rossa individua la strada attraverso la quale venivano portati via i ciottoli di quarzite tra gli anni '55 e '60 del secolo scorso.

Una comprova della importanza che aveva per i Romani la presenza dei ciottoli bianchi è che in tutte le murature a secco, qualora alcune di queste siano di epoca romana, non sono pressoché presenti ciottoli di quarzite poiché essi rappresentavano una pregiata e ricercata risorsa mineraria che non andava sprecata nella costruzione di una semplice muratura. I rari ciottoli quarzosi presenti in pochissime murature a secco presentano evidenti tracce di impurità ferrose.

Una curiosità.

Il cristallo silicio viene creato riscaldando la silice che deve presentare un elevato grado di purezza, in una crogiolo elettrico con elettrodi di carbonio. Ad una temperatura superiori a 1900 °C, il carbonio riduce la silice in silicio secondo la seguente 'equazione chimica



Il silicio liquido viene raccolto sul fondo del crogiolo e viene prelevato e raffreddato. Il silicio prodotto tramite questo processo viene chiamato *silicio di grado*

metallurgico (MGS) ed è puro al 98,8%. Ma per l'industria elettronica era necessario silicio estremamente puro definito "*Monocristallino*" ovvero un cristallo singolo di silicio con un reticolo cristallino uniforme.

La maggior parte del silicio monocristallino viene prodotto con il "*processo Czochralski*", con tale sistema si ottengono cristalli cilindrici con un diametro di 450mm e una lunghezza di 2 m che, tagliati in fette sottili, danno i wafer su cui verranno costruiti i microcircuiti. Il processo consiste nel lento sollevamento verticale e contemporaneamente si esercita una rotazione antioraria di un *seme monocristallino di silicio* adeguatamente posizionato e introdotto nel silicio fuso mediante un'asta metallica, il crogiolo gira in senso opposto. Durante il sollevamento e la rotazione avviene una progressiva e si genera un monocristallo di grandi dimensioni (V. Fig. 121). Si evidenzia che una certa quantità di quarzite della Bessa venne impiegata per la produzione del silicio puro con tale metodo per la esecuzione dei circuiti stampati. Il circuito stampato (detto anche **PCB**, acronimo di **printed circuit board**) ha oramai oltre mezzo secolo di storia in Italia, dato che la sua produzione ha avuto inizio verso la fine degli anni '50: a questo periodo risalgono infatti le prime realizzazioni di circuiti stampati per applicazioni in campo elettromeccanico. Se la quarzite della Bessa non fosse stato puro tale particolare produzione non sarebbe stata possibile.

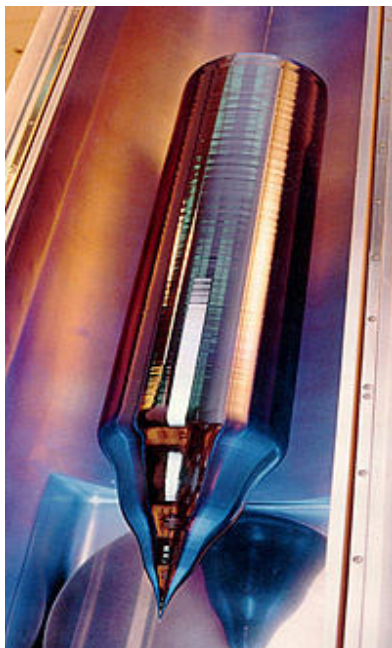


Fig. 121: *cilindro* di silicio puro prodotto con il processo Czochralski. Da Wikipedia, l'enciclopedia libera ("di uk:User:vigor at uk.wikipedia [CC-BY-2.5 (<http://creativecommons.org/licenses/by/2.5>)], da Wikimedia Commons").

Ma a questo punto si potrebbe obiettare perché i Romani non avessero asportato totalmente le “*Pietre Bianche*” dalla superficie della Bessa lasciandole a disposizione, circa duemila anni dopo, per la fonderia di Quincinetto.

Le cause potrebbero essere diverse ma ritengo che la ragione tecnica fondamentale sia stata la mancanza di un costante ed abbondante approvvigionamento idrico derivante sia dalle sorgenti che dalle falde freatiche tramite la costruzione di pozzi tale da permettere la prosecuzione di un facile lavaggio della sabbia per l'estrazione dell'oro; la coltivazione aurifera venne interrotta perché non era più conveniente e successivamente terminò anche la raccolta della quarzite abbandonando in superficie molti di quei preziosi ciottoli quarziticci che, negli anni '50 e '60 del secolo scorso, hanno attirato l'attenzione dei pochi turisti interessati a vedere l'insolita ed abbondante presenza delle famose “*Pietre Bianche*” e non già le antiche miniere d'oro dei Vittimuli. Ma altre motivazioni potrebbero avere indotto ad abbandonare lo sfruttamento della Bessa da parte dei Romani; dal punto di vista tecnico-minerario il non corretto metodo di coltivazione avrebbe comportato un secondo e ben più oneroso spostamento dei ciottoli posizionati sopra porzioni di sabbie aurifere potenzialmente ancora sfruttabili, inoltre l'approfondimento eccessivo delle “*Bunde*” avrebbe ostacolato non poco la logistica della coltivazione in quanto la morfologia del territorio era stata resa ulteriormente accidentata dallo spostamento piuttosto disordinato dei ciottoli; percorrendo la Bessa spesso si incontrano dei terrapieni ciottolosi che attraversano le “*Bunde*” sui quali è ben visibile un tracciato stradale compreso tra i dossi ciottolosi; tali strade vennero eseguite probabilmente per facilitare gli spostamenti tra le “*Bunde*” necessari per la movimentazione dei ciottoli (V. *Seguente Fig.*)



Fig. n. 122: le frecce rosse indicano la presenza di terrapiani ciottolosi nei pressi del percorso denominati “Ciapej Parfundà” sui quali è stata eseguita una strada. La vegetazione è localizzata in corrispondenza delle “Bunde”, per facilitare gli spostamenti queste dovevano essere colmate con terrapiani ciottolosi.

Oltre a tali motivazioni tecniche non è da escludere la possibilità che fossero sopraggiunte anche cause politiche, militari e sociali che avrebbero reso ulteriormente non economico lo sfruttamento sia della sabbia aurifera che dei ciottoli quarzitici. Nella storia dell'uomo tali cause si sono verificate frequentemente; cambio del regime politico, occupazioni militari, insurrezioni popolari scoperta e sfruttamento di giacimenti più produttivi o di più facile coltivazione hanno spesso portato alla cessazione della coltivazione di giacimenti potenzialmente ancora produttivi. L'ultimo significativo esempio si è verificato pochi decenni fa nella lontana e splendida isola di Bouganville nell'arcipelago delle Isole Salomone situate ad Est della Nuova Guinea in pieno Oceano Pacifico.

In tale isola è presente uno dei maggiori giacimenti di rame al mondo, i problemi ambientali sorti a seguito dell'intenso sfruttamento da parte di società australiane fecero sorgere nella popolazione sentimenti separatisti, scoppiò un'insurrezione guidata dall'Esercito Rivoluzionario di Bouganville che portò alla

rapida chiusura della miniera nel Maggio del 1989. Dopo alterne vicende politiche e militari, anche con l'intervento delle Nazioni Unite, la situazione non è a tutt'oggi risolta e la miniera rimane chiusa poiché nessuna impresa estrattiva non vuole correre il rischio di trovarsi coinvolta in insurrezioni della popolazione locale che non è logicamente in grado di gestire tecnicamente e finanziariamente in proprio l'enorme e produttivo giacimento minerario.

Ma verificare queste ulteriori cause che hanno portato alla cessazione dello sfruttamento della Bessa non è competenza del Geologo ma dello Storico e dell'Archeologo.

In definitiva ritengo ammissibile che in Bessa siano state sfruttate le due materie prime che lo caratterizzano ossia l'oro e la quarzite, la prima sfruttando le notevoli risorse idriche presenti alla base del terrazzo alluvionale quando le condizioni idrogeologiche del contorno al placer aurifero erano diverse dalle attuali, la seconda per il semplice fatto che era a portata di mano, in notevole quantità ed estremamente pura. Tutte due avevano una notevole importanza per i Romani e sfruttare solamente la sabbia aurifera tralasciando il quarzo ritengo fosse semplicemente assurdo ed antieconomico; qualsiasi giacimento primario o secondario non fornisce quasi mai un unico minerale, altri minerali sono sempre presenti ed in quantità tali da non essere trascurati a meno che non siano notevolmente dispersi nel giacimento; per esempio in molti giacimenti auriferi primari si estraggono anche argento e platino. La Bessa pur essendo un giacimento secondario "*non attivo*" presentava il vantaggio di avere due materie prime sfruttabili. A puro titolo informativo si evidenzia che un considerevole giacimento alluvionale con prevalenza di ciottoli quarzatici, dello spessore di ben 10 metri, venne rinvenuto pochi anni fa nei pressi della Frazione Salomone nel territorio comunale di Roppolo a Sud est della Bessa durante la trivellazione di un pozzo privato; tale potente strato venne individuato nel complesso morenico della Serra alla profondità di circa 30 metri, ciò sta a dimostrare come tali insolite manifestazioni sedimentarie possono essere una caratteristica di quei depositi morenici derivanti dalla dinamica erosiva glaciale su versanti con abbondanti affioramenti quarzatici e che il considerevole giacimento quarzatico della Bessa, ora purtroppo non più visibile, non è l'unico.

Ma era possibile o per lo meno ipotizzabile che in Bessa o nelle sue immediate vicinanze fossero presenti i forni con crogiuoli per la produzione del vetro? Per rispondere a questa ennesima domanda è Plinio che ci viene in soccorso. Lo scrittore Romano descrive come avveniva la produzione del vetro ma nulla dice in merito alla “Struttura” delle fornaci di fusione, Plinio ci racconta che:

“ Il vetro si fa liquefare come il rame in una serie di fornaci contigue e si formano lingotti nereggianti (per abbondante presenza di residui carboniosi) di colore lucente. Il vetro fuso è così penetrante (tagliente) . In qualsiasi punto, che incide fino alle ossa qualunque parte ne sia colpita, senza che lo si avverta. Dopo essere stato ridotto in lingotti si fonde di nuovo nelle officine e si tinge: alcuni pezzi sono plasmati a fiato, altri sagomati al tornio, altri cesellati come l’argento: un tempo per queste officine era famosa Sidone se è vero che là sarebbero stati inventati gli specchi.”

Ma da quanto si legge Plinio non specifica come le fornaci venissero strutturate però accenna al fatto che la fusione era analoga a quella del rame.

Una significativa e forse esaustiva indicazione ci viene data leggendo “ *The ancient metallurgy of copper*” di B. Rothenberg (IAMS _ University College, London -1990). In tale pubblicazione si legge che dal punto di vista archeologico è molto difficile ritrovare dei forni fusori in condizioni tali da essere archeologicamente di facile lettura poiché dopo l’estrazione del metallo (o forse del vetro) il forno veniva smantellato del tutto od in parte ed abbandonato al degrado non appena cessava la sua funzione. L’elevata temperatura del forno causava deformazione delle pareti, l’accumulo di materiale di scarto ed infine la necessità di recuperare anche piccole tracce di metallo (o vetro) portavano alla distruzione dell’impianto e conseguentemente anche delle deboli tracce archeologiche che in un breve lasso di tempo potevano anche sparire del tutto. Se vi era necessità di fondere altro metallo (o produrre vetro) il forno veniva rapidamente ricostruito come conseguenza della sua semplice struttura .

Si legge ancora che le tracce dei forni di fusione sono spesso labili anche perché molto probabilmente la fusione avveniva in crogiuoli di argilla cotta che non necessitavano di veri e propri forni; le antiche semplici fornaci erano costituite da

buche nel suolo del diametro di una cinquantina di centimetri e profonde un metro per il contenimento del minerale (o *prodotti primari per il vetro*) ed il combustibile.

I forni di fusione così come i forni per cuocere la terracotta a causa dell'alta temperatura alla quale venivano sottoposti erano strutture piuttosto deboli facilmente aggredibili dagli agenti esogeni e di conseguenza di difficile reperibilità dopo secoli; si pensi che in Cina non sono stati trovati i forni utilizzati per la cottura delle migliaia di statue (*più di 8.000*) a grandezza naturale del famoso “*Esercito di Terracotta*” fatto costruire dall'Imperatore Qin Shi Huang *dal 246 al 221 a.C.*.

In Giordania venne rintracciato un focolare circolare utilizzato per la fusione del minerale delimitato da pietrame delle dimensioni di circa 50 centimetri e da un muretto anulare di argilla di circa un metro di diametro. Una attendibile rappresentazione di tali semplici forni fusori per il minerale di rame e quindi, come dice Plinio, utilizzabili anche per la produzione di vetro è riprodotta di seguito:

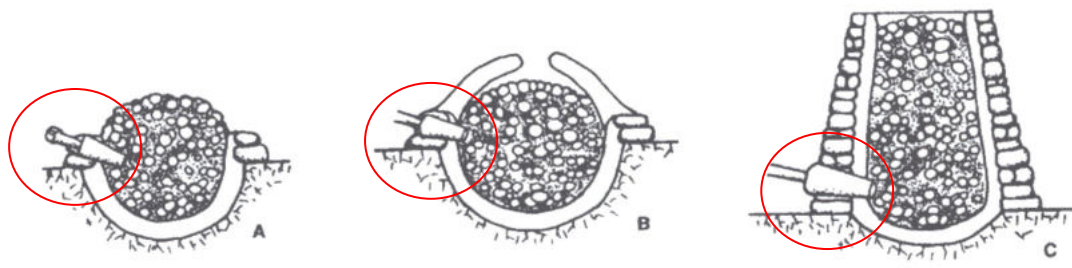


Fig. n. 123: A – Fornace a pozzetto; B – Fornace a cupola; C – Fornace a tino (Da B. Rothenburg (1990) “*The ancient metallurgy of copper*” IAMS University College, London).

In queste tre significative rappresentazioni entro le fornaci veniva insufflata aria per incrementare la temperatura e raggiungere il punto di fusione tramite “*Cannelli ferruminatori*” ; dalle figure possiamo notare che i tre forni erano leggermente infossati entro il terreno, qualora forni analoghi fossero stati eseguiti sui cumuli della Bessa non sarebbe stato necessario l'utilizzo di tali sistemi di ventilazione poiché a causa delle notevoli dimensioni dei ciottoli e conseguentemente delle notevoli dimensioni dei vuoti tra gli stessi si sarebbe creata naturalmente una elevata corrente d'aria ascensionale entro la massa in fusione costituita da minerale e combustibile, la qual cosa avrebbe portato rapidamente e senza sforzo al raggiungimento del punto di fusione.

Se esaminiamo come è fatto un attuale crogiolo per la fusione artigianale dei metalli possiamo comprendere come poteva essere strutturata una fornace per la fusione dell'oro e anche del vetro entro il territorio della Bessa.

Si evidenzia che la temperatura di fusione del rame è di 1.083 °C, quella dell'oro di 1.063 °C, quella del Silicio di 1430 °C ma grazie a particolari fondenti la temperatura di fusione del vetro può essere anche inferiore a 1.000 °C; quindi è ipotizzabile che in Bessa fosse possibile sia la fusione dell'oro che la produzione del vetro.

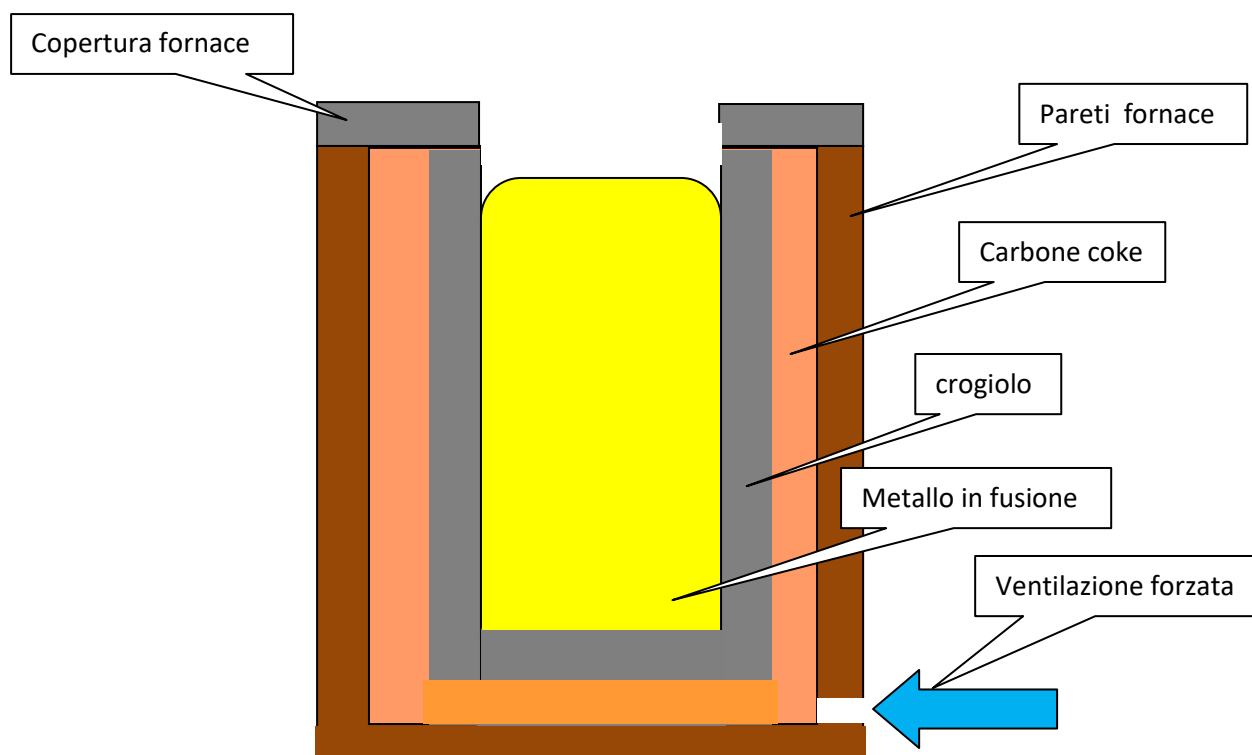


Fig. n. 124: struttura di una attuale fornace utilizzata per piccole quantità di metallo. Durante il processo di fusione viene spostata la copertura per immettere ulteriore carbone per alimentare la combustione.

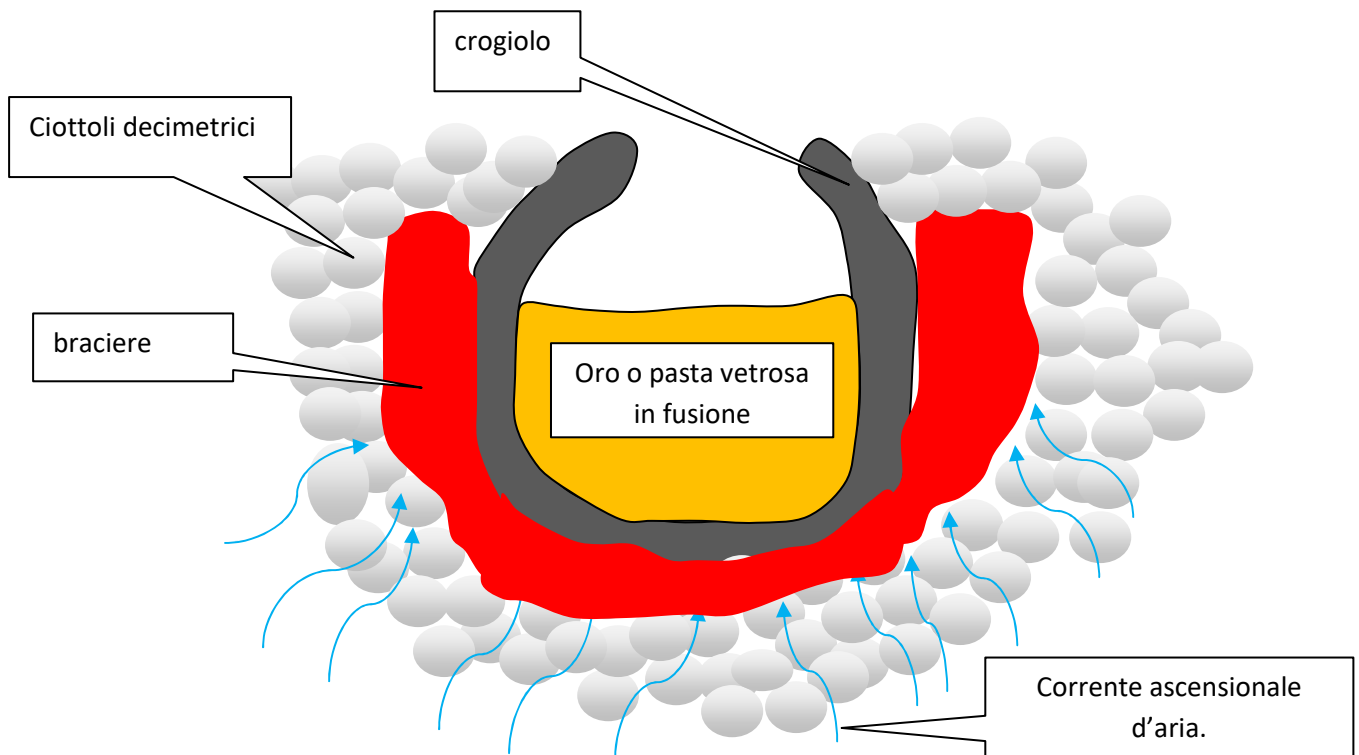


Fig. 125: probabile struttura di una fornace per la locale fusione dell'oro e/o la produzione del vetro. La notevole porosità presente tra i ciottoli permette l'instaurarsi di una corrente d'aria ascendente che alimenta il fuoco di fusione. Maggiore è la quota della fornace maggiore è il flusso d'aria.

Ancora Plinio viene in aiuto a supportare l'ipotesi che in Bessa ci potesse essere lo sfruttamento della quarzite per la produzione di un vetro di eccellente qualità affermando che:

“C'è chi dice che in India il vetro si faccia anche con frammenti di cristallo (Quarzo ialino⁸) e che perciò nessun vetro è comparabile con quello indiano”.

Se si considera che la Quarzite non è altro che un insieme di quarzo puro microcristallino ritengo assai probabile che il suo sfruttamento potesse portare alla produzione di un vetro di eccellente qualità pari a quello indiano come conseguenza della notevole purezza delle Pietre Bianche!

Si rammenta che più un minerale si presenta in cristalli piccoli più lo stesso risulta chimicamente puro.

⁸ Quarzo ialino: quarzo cristallino estremamente puro e trasparente simile al vetro.

E' ben noto come in Bessa siano presenti, in posizione relativamente elevata sui cumuli e quindi non ascrivibili a pozzi, delle fosse circolari del diametro di circa un metro o poco meno e profonde altrettanto, *alcune di tali depressioni potrebbero essere antiche tracce di antichi forni di fusione sia per l'oro che per il vetro?* Proprio lungo il percorso " *Ciapej Parfundà*" è presente una serie di 6/7 depressioni circolari con un diametro variabile da 50 cm a 100 cm distanziate di pochi metri una dall'altra (*V. Figg. Nn. 126-127*), potrebbero fare parte di una " *Serie di fornaci contigue*" tipologicamente analoghe a quelle alle quali fa cenno Plinio? In via puramente teorica e mineraria la risposta a questi quesiti potrebbe essere positiva ma è evidente che per avere un minimo di certezza si dovrebbero avviare specifiche ricerche e scavi al fine di avere chiare evidenze archeologiche con il reperimento di scorie di fusione le quali potrebbero essere state sepolte dal crollo delle pareti dei forni o peggio asportate da cercatori abusivi che hanno frequentato la Bessa negli anni '60 e '70 del secolo passato.

Non è da escludere che l'industria vetraria, originaria dell'oriente, possa essersi sviluppata nella pianura Padana a seguito della costruzione, nel 148 a.C. da parte del Console Romano Postumio Albino, della Via Postumia che univa la Liguria con la Gallia Cisalpina. Scavi archeologici recenti hanno evidenziato la presenza di una fornace da vetro di età medioevale nei pressi del Monte Lecco poco distante dalla suddetta Via Consolare e a circa 30 km da Genova, tale fornace sfruttava una vena di quarzo affiorante in superficie entro rocce ofiolitiche. Può essere questa attività una naturale " *eredità*" di antiche fornaci per la produzione del vetro che partendo dalla Liguria, dopo essere approdate dall'Oriente Sidone ricordata da Plinio, si sono successivamente introdotte nella Pianura Padana? Sta logicamente allo Storico e all'Archeologo dare una risposta a questo quesito.

Dalla lettura del testo " *ORO, PANE E SCRITTURA*" della Dr.ssa Luisa Brecciaroli Taborelli nel capitolo " *Il vetro nelle necropoli di Cerrione e Biella: quantità e qualità, affinità e discordanze*" (*V. Pag. 200*) si riporta testualmente:

" *Gli unguentari "ibridi" attestati a Biella sono tutti anonimi (privi di bollo n.d.r.); è pensabile che siano stati prodotti regionalmente per la distribuzione di sostanze aromatiche.....*" E ancora " *Al di là dell'accattivante aspetto esteriore, la loro*

inconfondibile morfologia riflette verosimilmente l'esigenza di segnalare ai potenziali acquirenti la particolare natura delle sostanze aromatiche in esse conservate, forse derivate da essenze naturali reperibili nell'area alpina, e raffinate in laboratori non distanti dalle fornaci di produzione dei caratteristici contenitori (unguentari) “ .



Fig. n. 126: fossa circolare del diametro di circa un metro. Il fondo risulta in parte colmato da ciottoli franati dal bordo della fossa. Nelle immediate vicinanze se ne contano altre 6 con dimensioni pressoché analoghe o di poco inferiori. Oltre alla possibilità di essere il focolare di una capanna può essere la base contenitiva di un antico crogiolo.



Fig. n. 127: il cerchio giallo indica l'ubicazione dell'area ove sono presenti le depressioni circolari sopra descritte raggiungibili lungo il percorso “Ciapej Parfundà” (linea rossa) . Le relative coordinate geografiche e l'altezza sono : N45 29.050 E8 01.976 - 347 s.l.m.

16 – PERCHE' CONOIDI ANTROPICHE?

In molte pubblicazioni si è spesso parlato di “*Conoidi Antropiche*”; nelle precedenti pagine ho già fatto cenno alla “*Naturalità*” di queste caratteristiche morfologiche della Bessa che, a seguito di una ricerca aurifera, possono aver subito un successivo incremento volumetrico antropico assolutamente non valutabile. A seguito di ciò ritengo opportuno specificare meglio la genesi naturale delle conoidi della Bessa.

La presenza di numerose sorgenti alla base del superiore terrazzo alluvionale, in corrispondenza di naturali depressioni morfologiche generate dall'alternante processo di arretramento e avanzamento del fronte glaciale (*Pushing Moraine*) con portate valutabili in decine di litri al secondo, giustificano un notevole processo di dilavamento superficiale, conseguente erosione, trasporto e successiva deposizione di materiale limoso, sabbioso e ghiaioso con formazione di piatte conoidi lunghe centinaia di metri chiaramente visibili nella foto area del volo del 1954 esposta presso il Centro Visita del Parco della Bessa. Attualmente dalle foto satellitari tali conoidi sono difficilmente visibili a causa della notevole copertura vegetale sia arborea che arbustiva. Esaminata l'attuale morfologia e idrogeologia della Bessa non è possibile stabilire se tali conoidi siano di prevalente origine “*antropica*” e quindi non è corretto definirle tali. La conoide è generata da un flusso idrico torrentizio che sfocia in una pianura, le uniche “*Conoidi Antropiche*” sono attualmente visibili in zone minerarie nelle quali il materiale sterile o di risulta dell'arricchimento del minerale viene scaricato lontano dalla miniera e in zone assolutamente prive di idrografia per evitare che la conoide venga dilavata, distrutta e causi danni e/o inquinamenti. Anche se gli scavi in conoidi non più attive, come quelle della Bessa, evidenziano la presenza di manufatti metallici e/o ceramici non significa che siano di origine antropica ma più semplicemente dimostrano che oggetti vari possono essere stati trasportati dal flusso torrentizio e successivamente depositati. L'origine antropica di una conoide in una zona priva di idrografia superficiale come la Bessa presuppone anche l'origine antropica di un eventuale canale torrentizio che l'ha generata; tale canale in Bessa non è stato trovato ed è opinione dello scrivente che non sia mai esistito. Se tale canale fosse stato costruito avrebbe dovuto avere una notevole tenacità strutturale per sopportare un

considerevole flusso idrico e un andamento pressoché rettilineo dal quale si dipartivano, a diverse quote, i canali che scaricavano a valle il deposito sabbioso ghiaioso dilavato. Tutto ciò in Bessa non è presente e l'origine delle diverse Bunde si presenta a quote molto diverse non riconducibili e non collegabili ad una canalizzazione unica ed omogenea per cui l'unica spiegazione è la loro genesi naturale unitamente alle sottostanti conoidi.

Ma è evidente che la certezza del singolo non sempre è condivisibile da coloro che per anni hanno creduto fermamente in una teoria ormai consolidata ed è logico che per contestarla sono necessarie delle prove.

Grazie al periodo invernale, alla conseguente mancanza dell'apparato fogliare della vegetazione e alla pulizia di una strada interpodereale da parte di alcuni boscaioli ho percorso un sentiero che partendo da Casale Ferreri si dirige verso Nord Est sino a raggiungere la strada Cerrione-Mongrando.

Nella seguente foto satellitare la linea gialla a tratteggio indica il percorso seguito; inoltre sulla stessa foto sono state indicate alcune evidenze geomorfologiche molto significative che hanno permesso di avere una chiara visione della genesi della conoide che si evidenzia nella parte terminale del percorso (*circonferenza rossa*).

Nelle successive immagini viene dettagliata la progressione di eventi geomorfologici che hanno portato alla formazione della conoide presente a Est di Casale Ferreri. Ritengo che tali eventi geomorfologici siano estensibili a tutte le conoidi presenti sul terrazzo inferiore della Bessa.

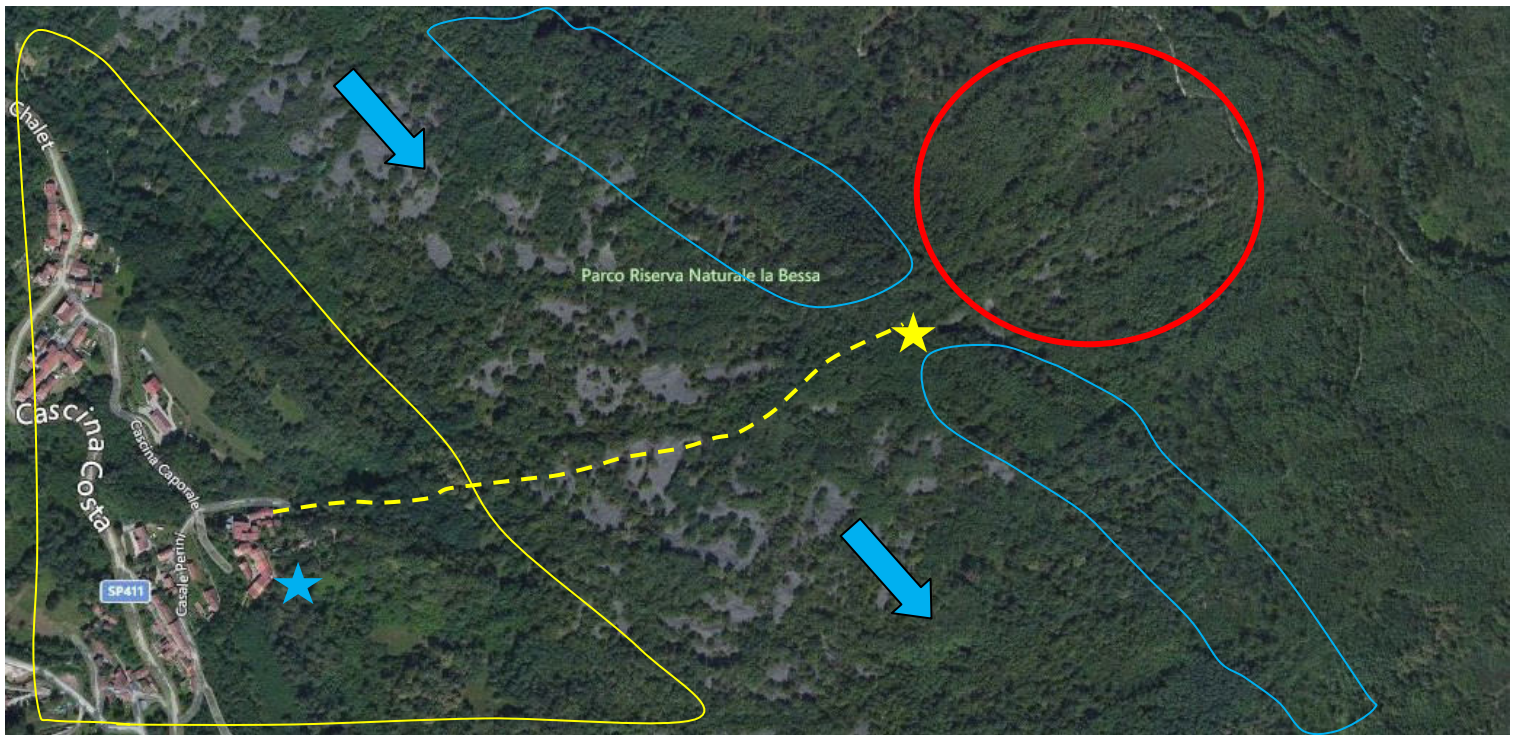


Fig. n. 128 : visione aerea delle caratteristiche geomorfologiche della Bessa a Est di Casale Ferreri

LEGENDA:

Linea gialla – Collina morenica, unità Bornasco – Vermogno (argine destro)

Linea azzurra - Collina morenica residuale, Unità di Borgo San Lorenzo (argine sinistro)

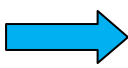
Circonferenza rossa - Conoide

Rottura d'argine

Casale Ferreri

Percorso

Torrente fluvio glaciale



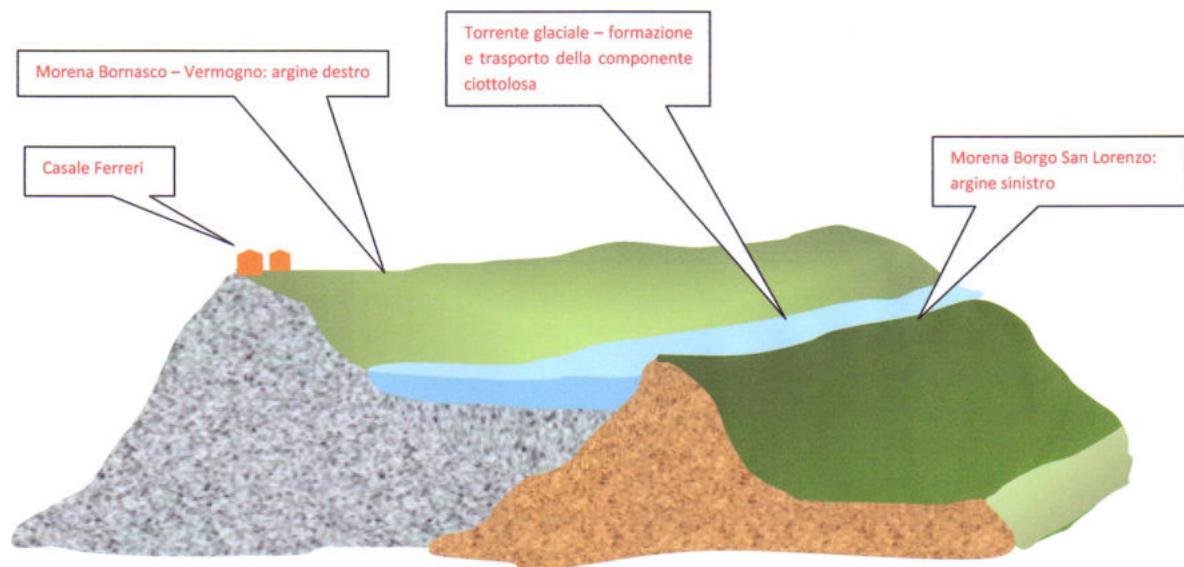


Fig. n. 129 : tra le due colline moreniche scorreva un impetuoso torrente glaciale (Viona) che a seguito della sua notevole velocità di flusso allontanava le granulometrie fini arricchendosi nella componente ciottolosa.

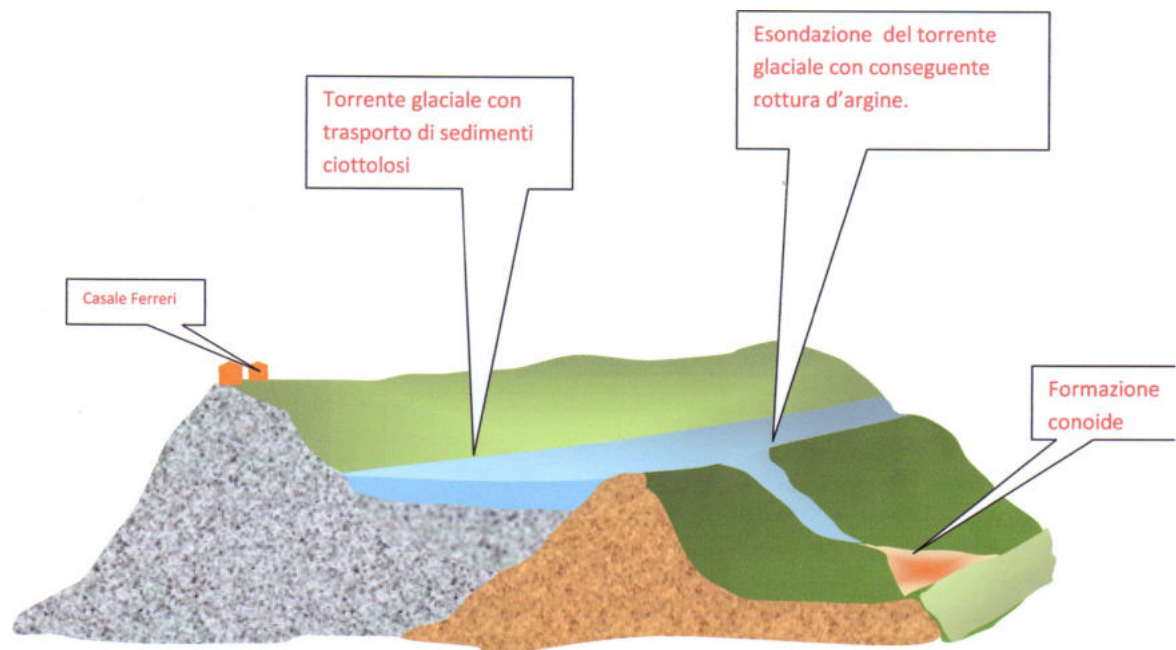


Fig. n. 130: L'impetuosa corrente del torrente glaciale erode una porzione dell'argine morenico sinistro (rottura d'argine) conseguentemente l'acqua fluisce rapidamente verso Est e i suoi sedimenti, arrivando nella sottostante area pianeggiante, si depositano espandendosi e formando naturalmente una conoide.

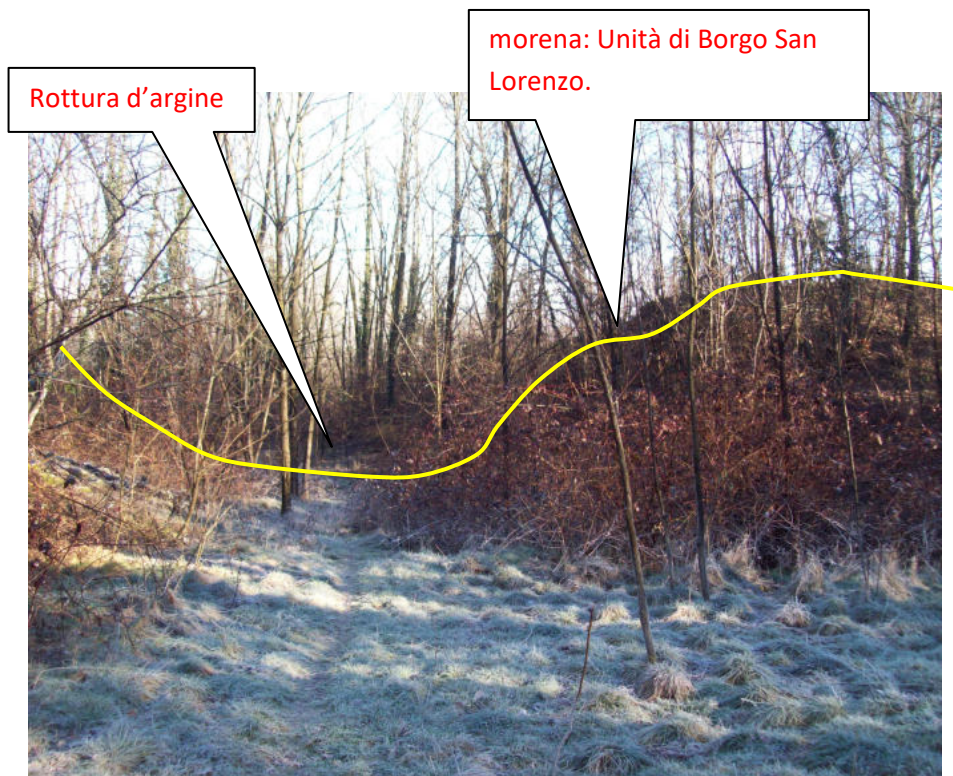


Fig. n. 131: rottura dell'argine sinistro.



Fig. n. 132: masso erratico di circa 10 mc presente sull'unità morenica del Borgo San Lorenzo in corrispondenza della rottura d'argine.

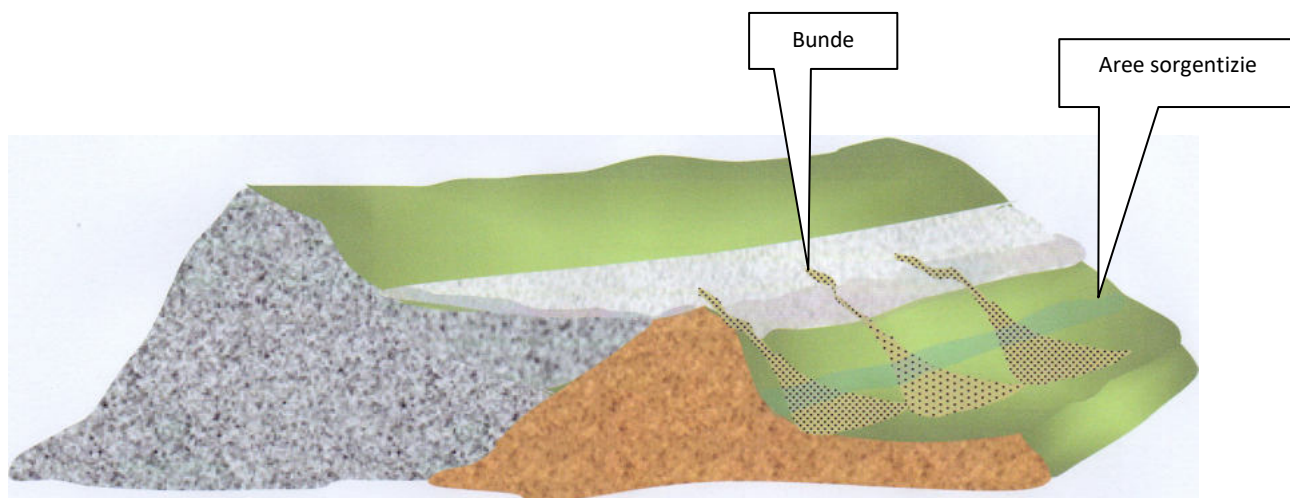


Fig. n. 133: successive locali rotture dell'argine morenico sinistro e tracimazioni diffuse sullo stesso portarono alla naturale demolizione della morena e alla formazione di ulteriori conoidi a monte delle quali si crearono vallecole per erosione alcune delle quali (Bunde) furono antropicamente approfondite sia per il lavaggio della sabbia aurifera che per asportazione dei ciottoli di quarzite; in prossimità della base delle conoidi si formarono numerose aree sorgentizie che avevano come bacino di alimentazione la superiore area ciottolosa notevolmente permeabile. Ove l'unità morenica Bornasco-Vermogno è stata completamente demolita l'alimentazione delle sorgenti avveniva tramite filtrazioni dall'argine sinistro dell'Olobbia.

Dopo la naturale formazione delle conoidi e delle superiori "Bunde" è evidente che successivamente alla morfologia naturale si è sovrapposta una morfologia antropica in quanto le conoidi sono state ampiamente utilizzate per la coltivazione agraria e il pascolo del bestiame, la granulometria sabbiosa e la presenza di sorgenti perenni le rendevano particolarmente appetite dall'uomo che sino agli anni '60 del secolo scorso le ha sfruttate intensamente sino a quando i proprietari/coltivatori trovarono più remunerativo vendere i terreni ai "coltivatori" di sabbia e ghiaia. I principali interventi antropici che vennero eseguiti sulla superficie delle conoidi furono essenzialmente di due tipi: scavo in corrispondenza delle sorgenti per favorire una puntuale emergenza idrica (*generalmente l'emergenza era diffusa su una vasta superficie*), regimazione della emergenza mediante la costruzione di murature in ciottoli ed esecuzioni di strade leggermente sopraelevate mediante riporto di ciottoli al fine di facilitare il passaggio nell'area sorgentizia generalmente costituita da un superiore strato di sabbia limosa cedevole. Inoltre la naturale e debole acclività delle conoidi favoriva una proficua e razionale

irrigazione per caduta. In corrispondenza della conoide evidenziata nella superiore foto satellitare sono evidenti tali interventi antropici (*V. successive foto*). La foto aerea del 1954 esposta sulla parete esterna del Centro Visite del Parco della Bessa a Vermogno evidenzia chiaramente l'immagine morfologica delle conoidi in quanto non ancora colonizzate abbondantemente dalla vegetazione essendo sfruttate dai locali coltivatori; attualmente a seguito della notevole copertura vegetazionale le conoidi sono difficilmente distinguibili.

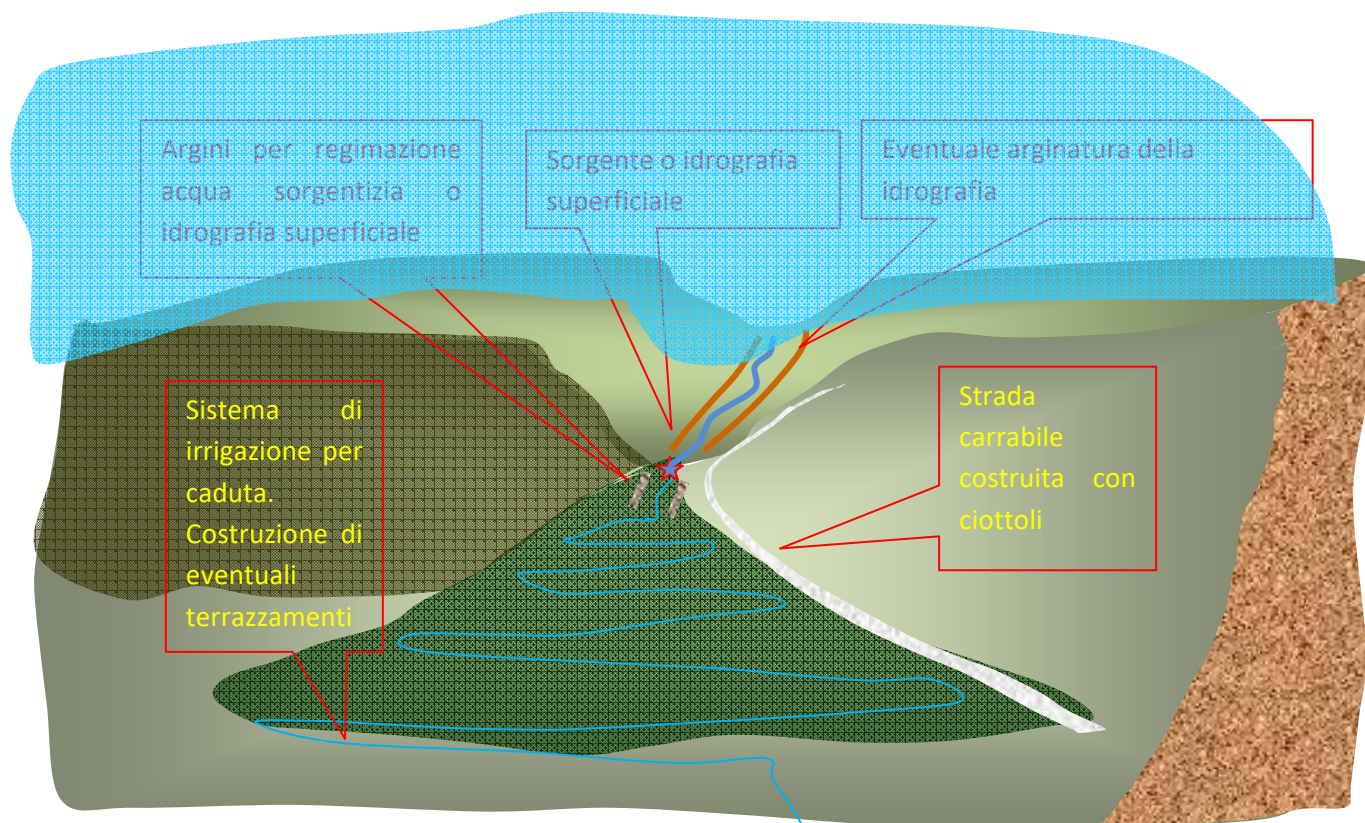


Fig. n.134 : lo schema rappresenta la tipologia generale di interventi antropici che vengono eseguiti sulle superfici delle conoidi; si evidenzia che in tutto il mondo tali interventi sono la norma poiché l'acclività della conoide favorisce una semplice irrigazione per caduta ed inoltre il terreno è generalmente costituito da sabbia e ghiaia con bassa percentuale di granulometrie fini ovvero un terreno particolarmente favorevole alla coltivazione agraria. L'alimentazione della rete irrigua può essere fornita sia da una idrografia permanente, temporanea o da sorgenti permanenti, la differente alimentazione idrica dipende dalla diversa storia geomorfologica di ogni singola conoide. Ove la conoide presentava una notevole acclività venivano eseguiti terrazzamenti. E' evidente che tutto il sistema antropico di "colonizzazione" delle conoidi della Bessa può indurre a ritenere che queste abbiano avuto una origine antropica ma molto semplicemente ritengo che alla genesi naturale della conoide si è successivamente sovrapposto un evidente intervento antropico. Nella conoide presente a valle di Casale Ferreri gli interventi antropici sono leggermente diversi, la conoide è stata ribassata per avere una puntuale e costante emergenza idrica e la sabbia asportata può essere stata dilavata con l'acqua presente in loco per l'estrazione dell'oro.



Fig. n.135 : la tracimazione (*frecce gialle*) dal superiore argine morenico (*Unità di Borgo San Lorenzo*), precedente alla rottura d'argine, ha trascinato a valle una notevole quantità di ciottoli che si sono accatastati al piede della collinetta morenica.

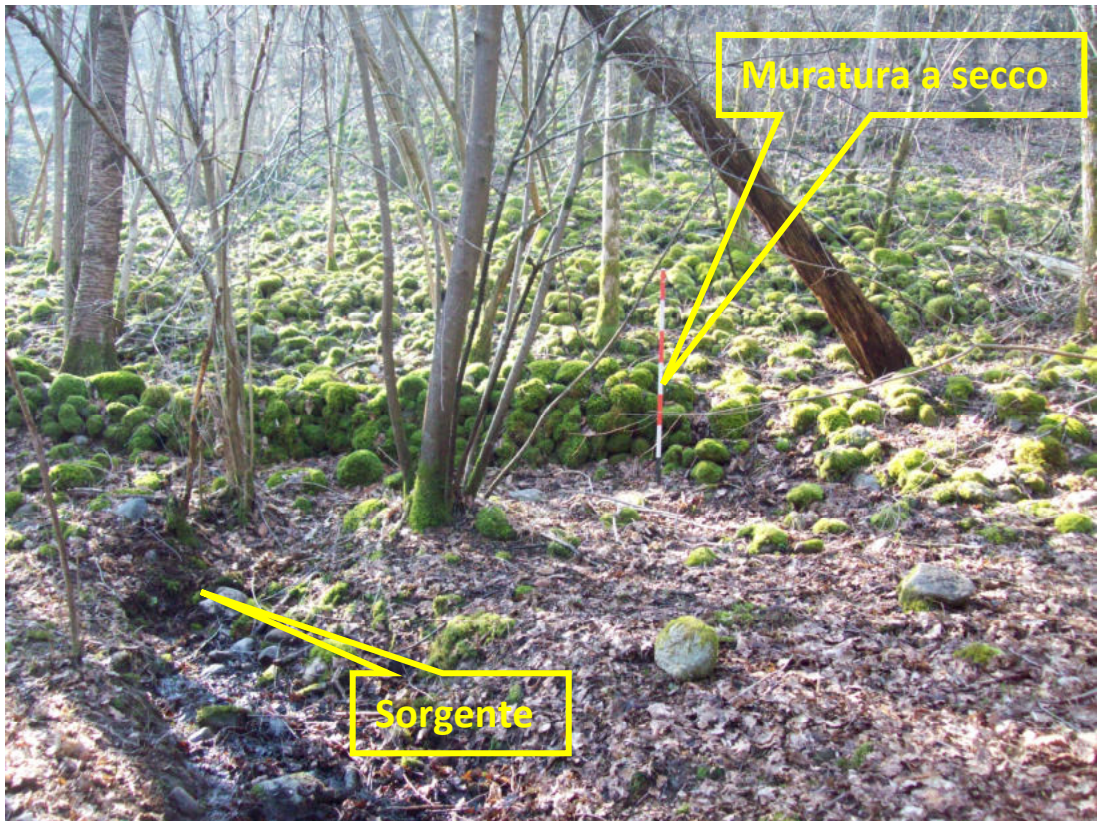


Fig. n. 136 : per meglio sfruttare la zona sorgentizia presente al piede della collina morenica e concentrare l'acqua in un unico punto di emergenza è stato asportato del sedimento ciottoloso e successivamente sono state eseguiti opere murarie di regimazione e contenimento del superiore versante.

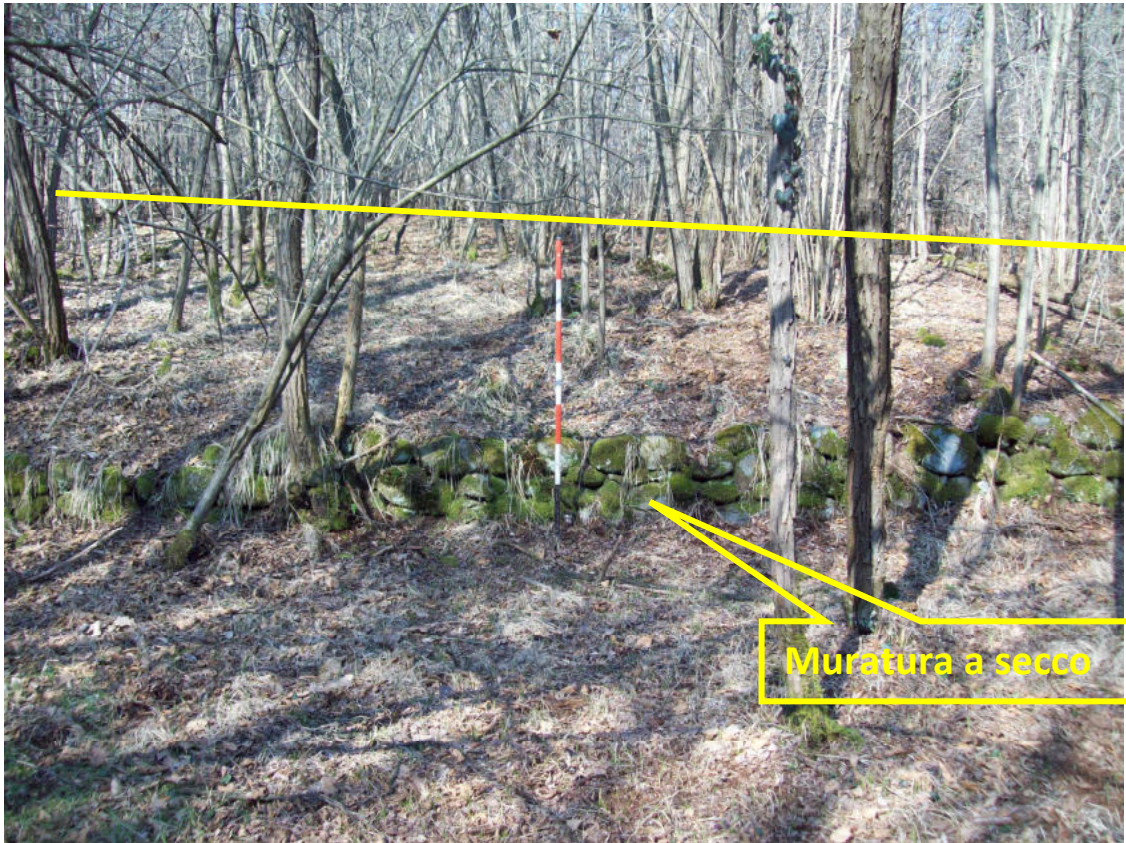


Fig. n. 137: la linea gialla rappresenta indicativamente la morfologia originaria della conoide che si è formata a valle della superiore rottura d'argine. In primo piano muro di contenimento edificato a seguito di interventi antropici sulla conoide sia per una bonifica agraria che per avere la falda a limitata profondità, la sabbia poteva essere facilmente lavata per estrarre l'oro.



Fig. n.138 : zona sorgentizia che si sviluppa a valle della muratura eseguita al piede della collinetta morenica , attualmente l'acqua non più regimata divaga su una vasta superficie.

Nello schema grafico seguente è indicata la successione di eventi sia naturali che antropici che hanno portato alla situazione geomorfologica attualmente visibile:

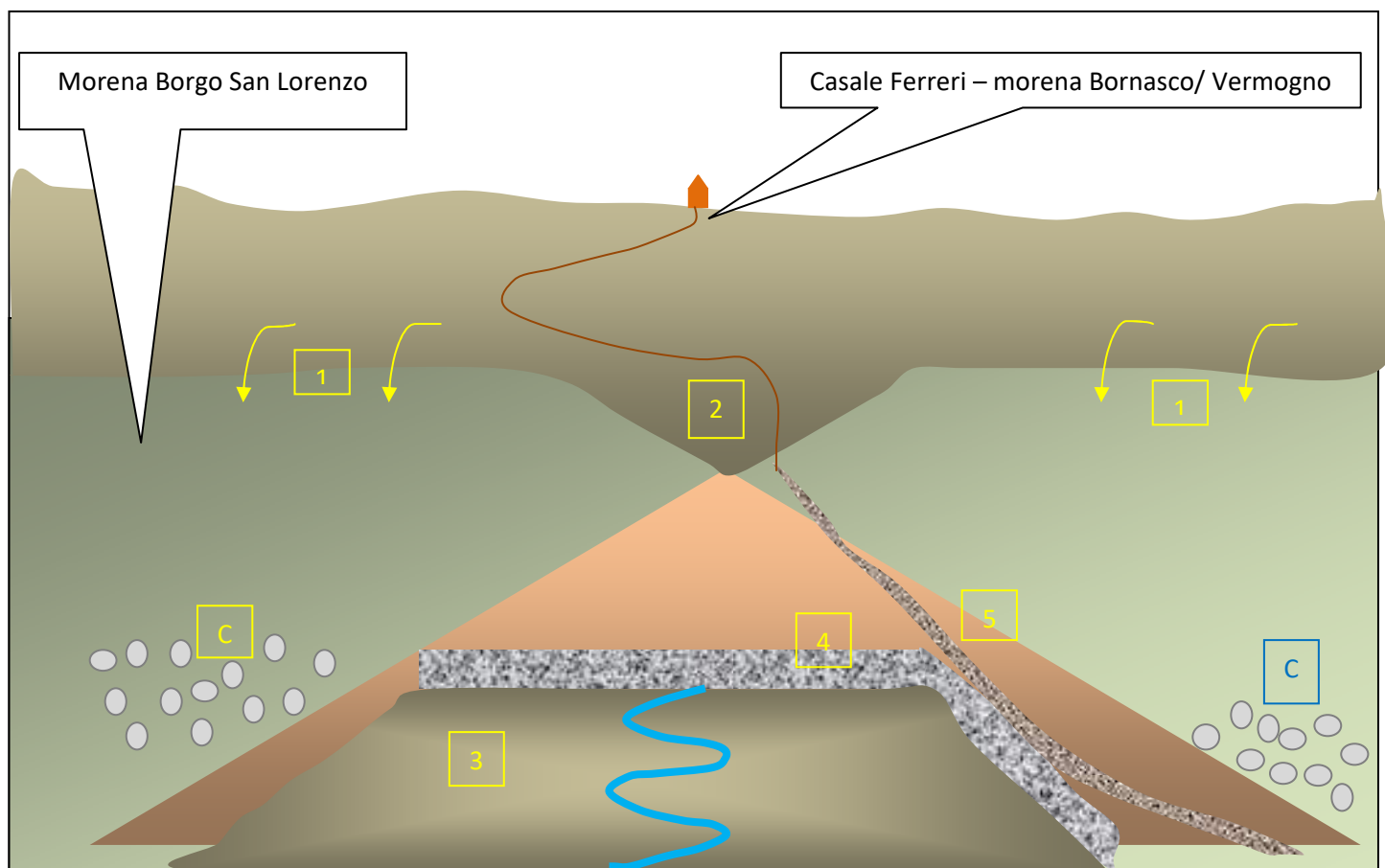


Fig. 139: successione degli eventi geomorfologici sia naturali che antropici.

- 1. tracimazione dalla collina morenica e accatastamento di ciottoli (C) alla base (Fig. n. 135);**
- 2. rottura d'argine e formazione della conoide (Fig.n. 131-137);**
- 3. modifica morfologica della conoide per bonifica agraria e regimazione della falda freatica, contemporaneo lavaggio della sabbia per estrazione dell'oro e raccolta ciottoli di quarzite .**
- 4. esecuzione di murature di contenimento per regimazione acqua e bonifica agraria (Figg. nn. 134-135);**
- 5. esecuzione della viabilità verso Casale Ferreri .**

In definitiva il mio parere è che si tratti di “Conoidi Antropizzate” e non di “Conoidi Antropiche”.

Una chiara visione della rottura dell'argine sinistro del torrente glaciale la si può notare dall'area delle Cave Barbera in Comune di Cerrione; le evidenze geomorfologiche sono sostanzialmente le seguenti:

1. Profonde incisioni della parte superiore della collina; in corrispondenza delle incisioni sono presenti massi erratici di diversi metri cubi (anche oltre 10 mc) che testimoniano che la collina morenica, che rappresentava l'argine sinistro del Torrente Viona, arrivava sino a Cerrione;
2. presenza di piatte conoidi al piede della collina, tali conoidi sono in parte state sfruttate dalle numerose cave per l'estrazione della sabbia e ghiaia;
3. presenza di sorgenti (permanenti o temporanee) all'apice delle conoidi;

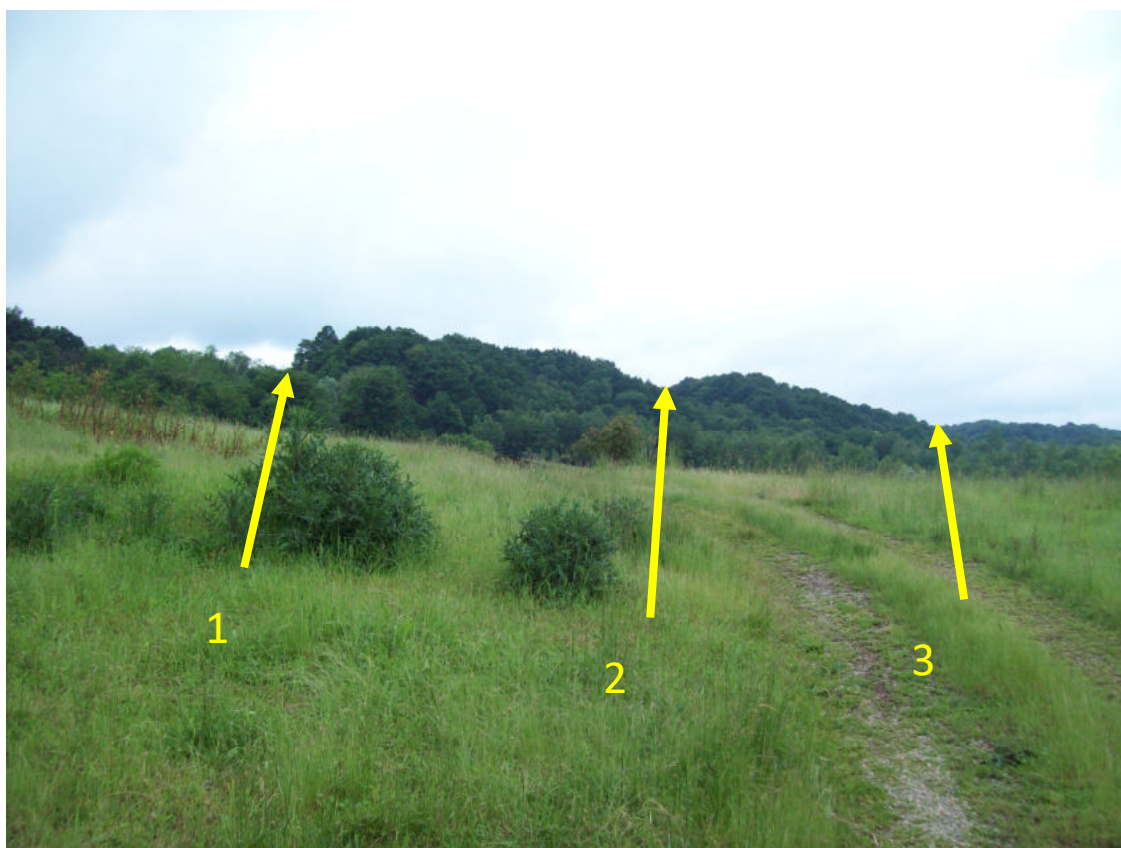


Fig. n.140 : Rotture dell'antico argine sinistro del Torrente Viona; la presenza di massi erratici certifica che la collina morenica, periodicamente demolita dalla forte corrente torrentizia che trasportava l'enorme quantità di ciottoli, arrivava sino a Cerrione. Tale situazione geomorfologica è analoga a quella riscontrabile a Est di Casale Ferreri nel Comune di Zubiena (Fig. n. 128.

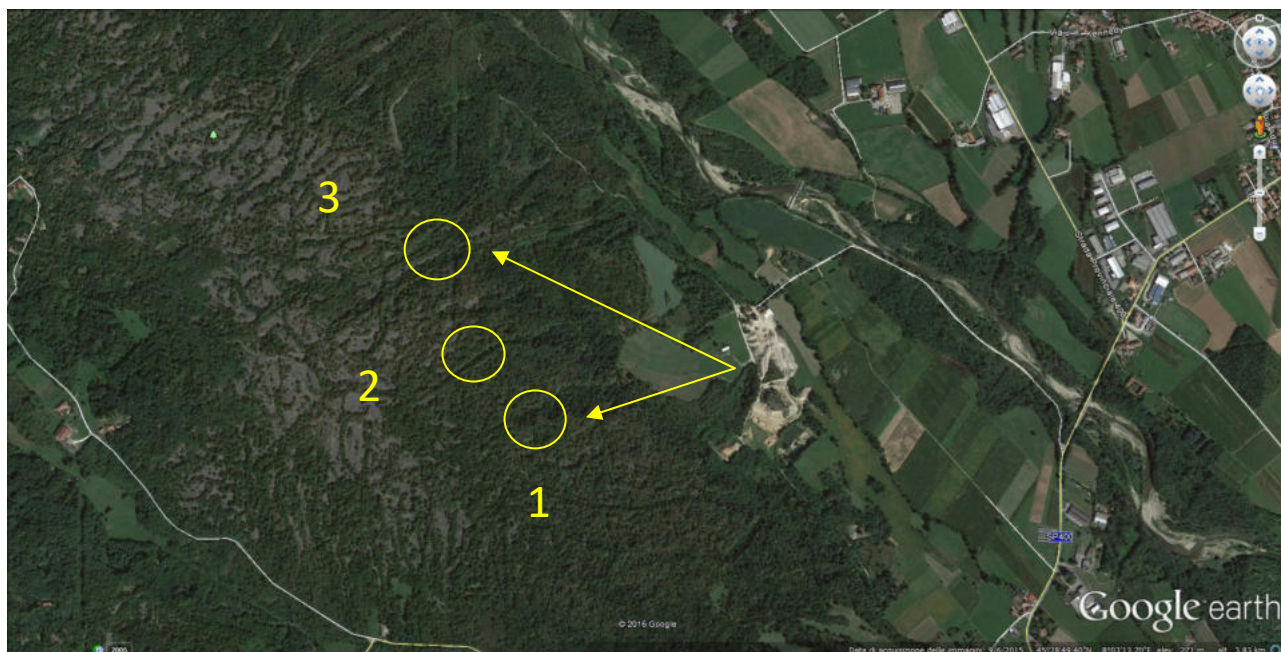


Fig. n.141: Immagine satellitare (Da Google Earth) delle rotture d'argine visibili nella precedente foto, le frecce gialle indicano la visuale fotografica della stessa foto.



Fig. n.142: Vallecola profondamente incisa corrispondente alla rottura d'argine n.1 (Foto precedente); sul fondo a seguito di periodi intensamente piovosi emerge la locale falda freatica per poi sparire dopo pochi metri per riemergere più a valle tramite una sorgente captata con muratura a secco. La presenza della falda freatica sul fondo della vallecola evidenzia la presenza del substrato morenico poco o nulla permeabile. il profilo a V certifica che l'erosione è avvenuta a seguito di incisione torrentizia



Fig. n. 143 Alcuni dei massi erratici di diversi metri cubi presenti nelle vicinanze delle rotture d'argine; la loro presenza testimonia che la collina morenica (unità del Borgo ?) si prolungava sino a Cerrione. Sono presenti massi superiori a 10 mc.



Fig. N. 144: Poiché si racconta che il muro a secco sia di epoca romana e risulta sopra la conoide è evidente che la conoide è precedente alla costruzione della muratura. La muratura serviva per regimare la notevole quantità di acqua che emergeva dalle superiori zone sorgentizie che al tempo dei Romani erano molto produttive poiché alimentate anche dalle filtrazione lungo la sponda sinistra del Torrente Olobbia. La presenza di sedimenti fini entro la conoide o la presenza a limitata profondità del substrato morenico poco permeabile ostacolava la rapida permeazione in profondità permettendo un facile lavaggio della sabbia aurifera avendo sempre a disposizione una notevole quantità di acqua.

E' opinione dello scrivente che questa dinamica derivi dalla notevole complessità evolutiva dell'imponente bacino glaciale della Dora Baltea rappresentato dalla seguente immagine tratta da " *L'impronta del ghiacciaio – Anfiteatro Morenico di Ivrea - Un Unicum Geologico*" edito dal Ecomuseo Anfiteatro Morenico di Ivrea.



Fig.145: copertura glaciale durante le glaciazioni.

Attualmente situazioni analoghe si possono osservare nelle Ande meridionali come per esempio nel bacino di alimentazione del ben noto ghiacciaio cileno del Perito Moreno che ha portato alla formazione di una complessa morfologia glaciale con formazione del Lago Argentino costituito da numerose diramazioni in rapporto alla presenza di altrettanti ghiacciai secondari (V. Fig. n. 146)



Fig. 146: complesso glaciale del Perito Moreno e corrispondente morfologia di imponente morfologia glaciale (Lago Argentino).

Molti Autori sostengono che la potenza del ghiacciaio balteo fosse tra i 400 e i 500 metri è opinione dello scrivente che fosse ben più elevata in quanto evidenti tracce di esarazione glaciale sugli affioramenti rocciosi sono presenti nei territori comunali di Andrate e Nomaglio a quote compresi tra i 900 e 1.000 m.l.m. recentemente a monte dell'abitato di Nomaglio è stata eseguita una lunga pista agro-silvo-forestale, lungo tale percorso, che arriva ben oltre i mille metri di quota, l'asportazione superficiale di un sottile deposito morenico e di frana ha scoperto la diffusa presenza delle classiche tracce di erosione glaciale.

E' evidente come tale imponente massa di ghiaccio durante i periodi di disgelo potesse generare torrenti glaciali di enorme portata e velocità di flusso tali da giustificare non solamente rotture d'argine analoghe a quelle sopra descritte ma anche lo spostamento di enormi quantità di ciottoli con formazione delle caratteristiche collinette e "Bunde" che attualmente sono visibili in Bessa. Collinette e Bunde che logicamente sono state in parte modificate successivamente da interventi antropici più o meno intensi (*V. paragrafo 8-UTILIZZO DEI CIOTTOLI*).

Tali rotture d'argine sono state favorite dalla presenza, entro l'imponente e veloce flusso torrentizio, di detriti con granulometrie grossolane rappresentate attualmente dai ciottoli che caratterizzano il principale sedimento della Bessa; la maggiore rottura d'argine è avvenuta in corrispondenza dell'inizio della S.S. 419

che ha portato alla definitiva formazione dell'attuale alveo della Viona la quale ha bruscamente abbandonato il suo originario percorso tra le morene del Borgo San Lorenzo e Bornasco.

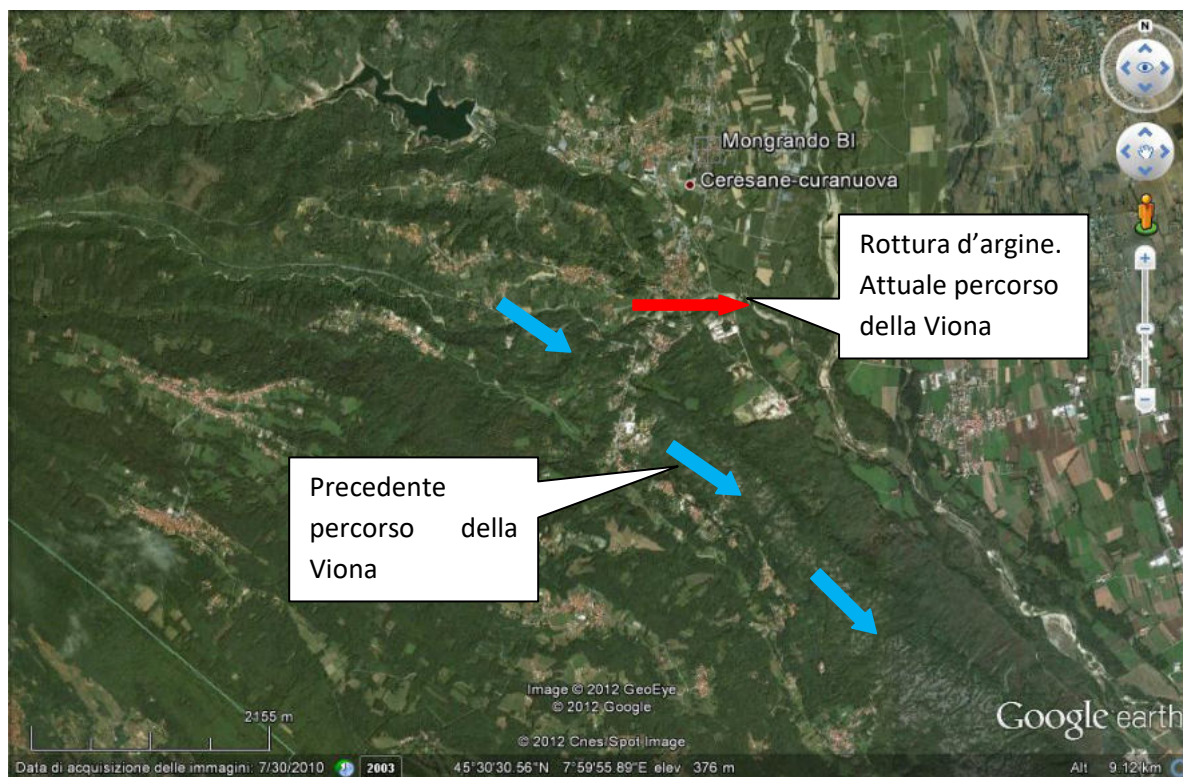


Fig. 147: dinamica evolutiva del percorso del Torrente Viona. La rottura d'argine in corrispondenza dell'inizio della S.S. 419 ha portato alla formazione dell'attuale alveo della Viona prima della sua confluenza con il Torrente Elvo.

17 – ESEMPI DI EROSIONI LINEARI.

Molti studiosi della Bessa, al fine di avvalorare la tesi secondo la quale sono state spostate centinaia di milioni di tonnellate di ciottoli (circa 400 milioni!?) allo scopo di estrarre l'oro, sostengono che le cosiddette "Bunde" sono di origine antropica poiché alcune presentano uno sviluppo molto lineare; avendole percorse quasi tutte lungo l'intero sviluppo la mia opinione è notevolmente diversa, l'origine di tali morfologie è naturale successivamente modificate e incrementate nella loro profondità da sostanziali ma non completi interventi antropici, intendendo per "*non completi*" il fatto che entro alcune Bunde l'uomo è intervenuto non completamente lungo il loro intero sviluppo .

Morfologicamente tali incisioni si definiscono "*Erosioni lineari*"⁹ e si formano quando forti concentrazioni di flusso superficiale, caratterizzati da portata e velocità elevate, determinano solchi d'erosione che tendono ad estendersi verso monte e a volte ramificarsi qualora i versanti presentano localmente delle granulometrie fini.

Specialmente in terreni sedimentari ove le granulometrie sono grossolane, come in Bessa, le ramificazioni sono rare poiché il flusso superficiale tende rapidamente a fluire in profondità grazie all'elevata permeabilità non causando quindi alcun ruscellamento e conseguente erosione.

Tale particolare fenomeno lo si riscontra frequentemente in Bessa dove questa morfologia si è sviluppata a monte delle "*Rotture d'argine*" lungo la morena più esterna che rappresentava l'argine sinistro del Torrente Viona .

Begli esempi di "*Erosioni Lineari*" sono osservabili a monte della sorgente Dià'Acquarola e della sorgente Dià Canal ; tali Bunde sono caratterizzate dalla frequente presenza di emergenze idriche localizzate, zone umide ma anche da pozzi nella parte antropizzata in particolare a monte e a valle della nota sorgente Dià Canal. Entro tali aree si sono sviluppate numerose bonifiche agrarie di difficile se non impossibile datazione nettamente visibili dopo oltre 60 anni di inattività ed il

⁹ consultare capitolo 5.5 "processi di dilavamento e forme che ne derivano" del testo GEOMORFOLOGIA - Autore G.B. Castiglioni – UTET

costante lavoro dei cinghiali che hanno riportato in superficie i sottostanti ciottoli, alcuni pozzi o sorgenti sono visibili nella porzione a maggiore quota mentre verso la parte terminale non è escluso che i Romani o chi per essi possano aver proficuamente sviluppato la raccolta dei ciottoli di quarzite per produrre il vetro e/o le ricerche aurifere poiché le pagliuzze di oro vennero trascinate verso il basso a seguito della forte corrente. Tra gli anni '50 e '60 del secolo scorso molte di queste Bunde vennero trasformate in strade interpoderali per facilitare la raccolta e il trasporto dei ciottoli di quarzite verso il Canavese dove erano utilizzati come fondente e scorificante per la fusione dell'alluminio ed anche per la produzione di Silicio puro per la nascente industria elettronica.



Fig. n.148: a monte delle due sorgenti Dià Canal e Dià Acquarola vi sono i due solchi d'erosione più rettilinei e più significativi.

Nella precedente Fig. n. 117 e nella seguente Fig. 165, foto aerea eseguita nel 1954, sono chiaramente visibili nella loro quasi totalità le erosioni lineari che costituiscono il *“pattern”* caratteristico della Bessa.

Nelle seguenti pagine vengono rappresentati i grafici che dettagliano la formazione morfologica delle “Erosioni lineari” (“Bunde”) che caratterizzano l'intera superficie della Bessa. Nella precedente fig. n. 117 sono evidenziate in azzurro ulteriori “Bunde”.

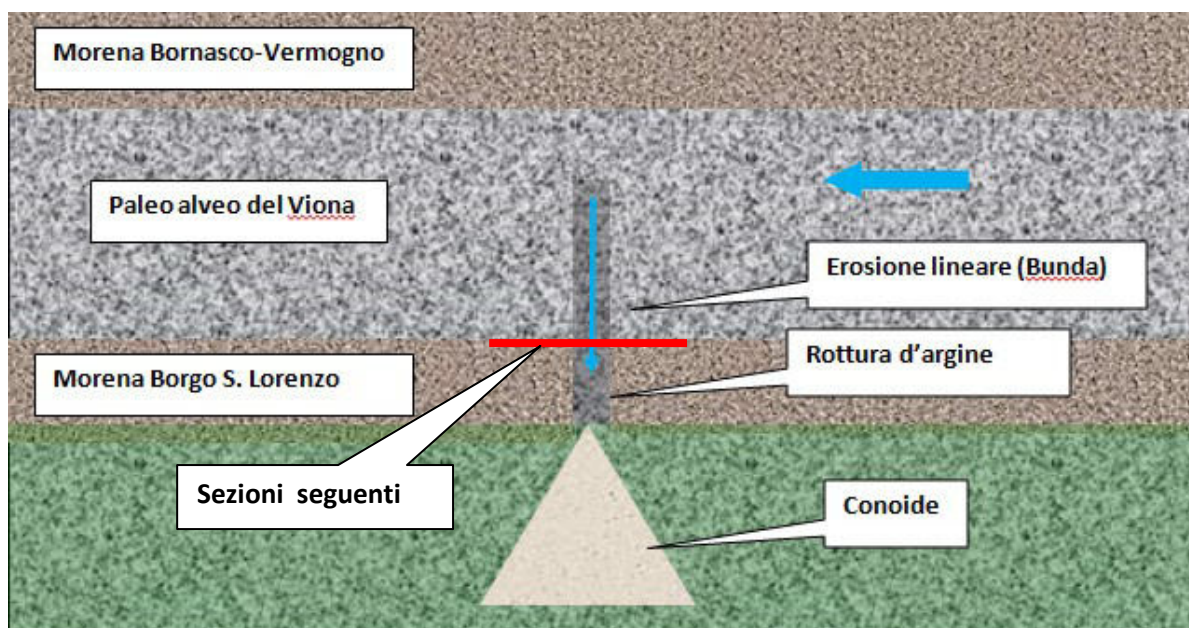


Fig. n. 149: schema planimetrico della formazione dell'erosione lineare: rottura d'argine, deviazione flusso idrico (frecce azzurre), erosione alveo del Viona, formazione conoide.

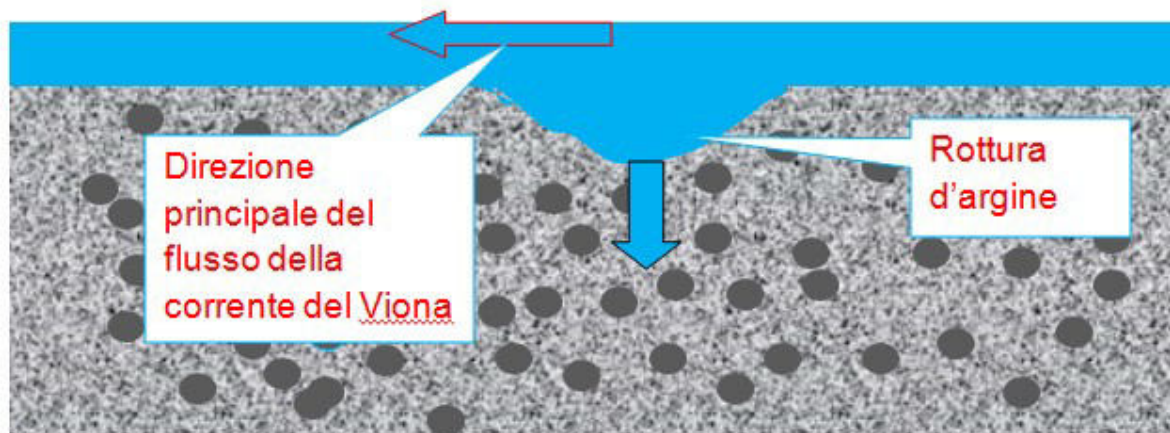


Fig. n. 150 : una improvvisa rottura d'argine determina la rapida fuoriuscita di una corrente torrentizia con direzione pressoché perpendicolare alla direzione del flusso della Viona il cui argine sinistro viene profondamente trasformato anche per una notevole azione demolitrice da parte del sottostante Torrente Elvo.

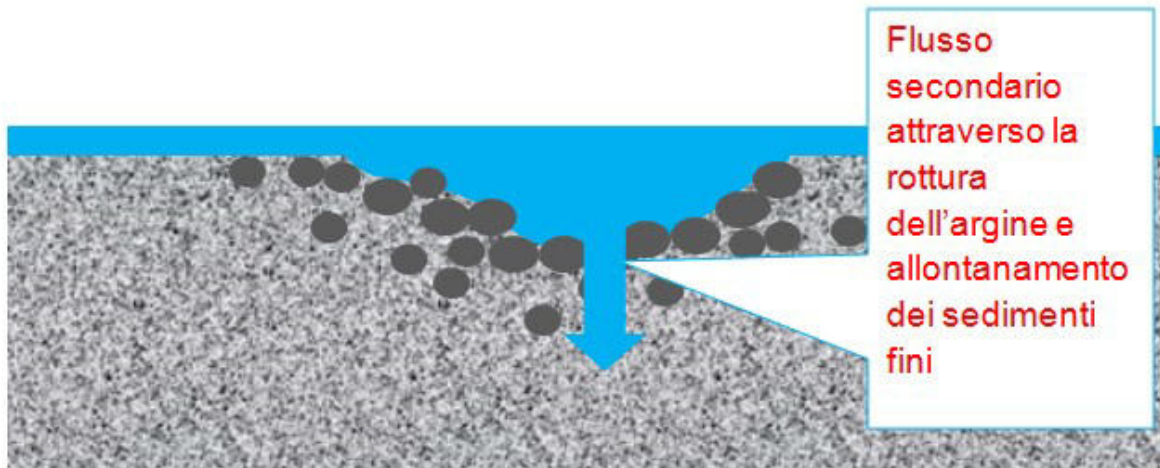


Fig. n. 151 : il rapido e cospicuo flusso idrico dilava il terreno trascinando a valle le granulometrie fini (dalle ghiaie all'argilla) con formazione delle piatte conoidi, concentrando superficialmente i ciottoli si ha un conseguente abbassamento della superficie per effetto della violenta erosione selettiva.

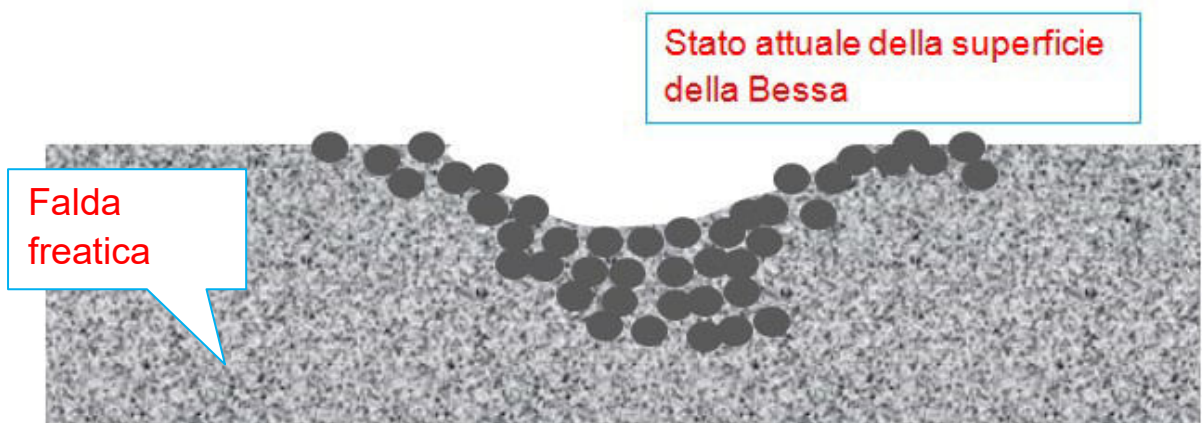


Fig. n. 152: attuale stato morfologico della superficie interessata dalle "Bunde"; la susseguente asportazione antropica dei ciottoli dal fondo della Bunda ha portato alla formazione di superfici pianeggianti (bonifiche agrarie V. successivo capitolo) la sabbia può essere stata lavata per la ricerca dell'oro e i ciottoli di quarzite possono essere stati utilizzati per la locale produzione del vetro.

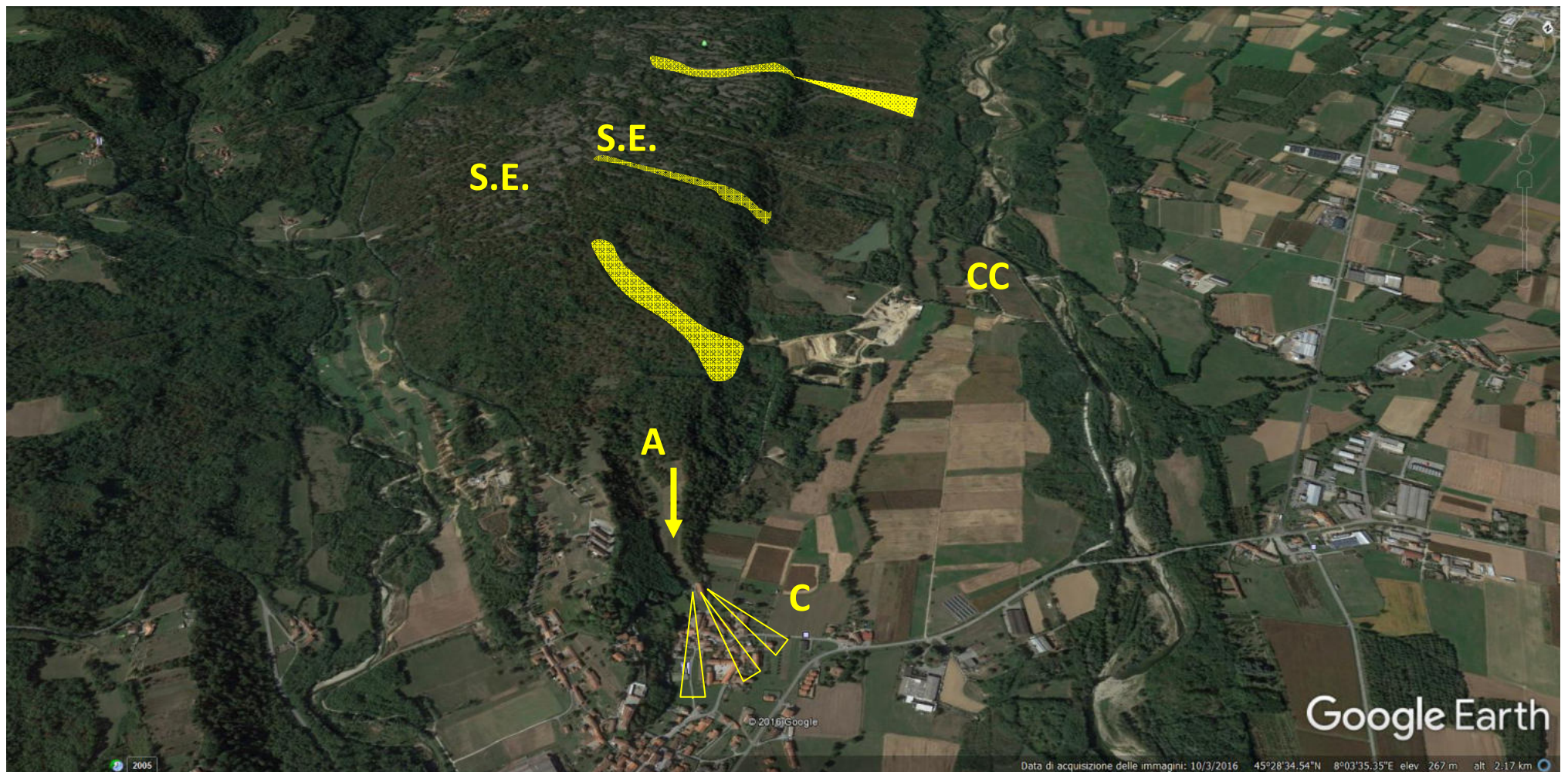


Fig. n. 153 : visione a “Volo d’uccello” della porzione centrale e terminale della Bessa. (V. pagina seguente significato dei riferimenti).

A: CANALE DI DEFLUSSO TERMINALE DEL TORRENTE VIONA COMPRESO TRA DUE COLLINE MORENICHE (v. Fig. n. 154) . la freccia indica la direzione della visuale della seguente foto.

C : CONOIDE SULLA QUALE SI SVILUPPA L'ABITATO DI CERRIONE

CC: SERIE DI CONOIDI A VALLE DELLE ROTTURE D'ARGINE SUL LATO ORIENTALE DELLA BESSA.

S.E. : TRACCE DIFFUSE DI SOLCHI D'EROSIONE LINEARI.



Fig. n. 154: antico canale di deflusso del Torrente Viona fluente entro le colline moreniche esterne; apice della conoide sulla quale si estende il sottostante abitato di Cerrione.

18 – CANALI DI LAVAGGIO O BONIFICHE AGRARIE?

A Est della collina sulla quale sorge Cascina Sirogi si può notare un'area particolarmente significativa a morfologia pianeggiante con debolissima acclività verso Nord-Est delimitata da tracce di strutture murarie in ciottoli decimetrici alte circa un metro; la lunghezza è di circa trecento metri e la larghezza è compresa tra 8 e 10 metri. Nella parte più elevata di tale struttura sono presenti due aree sorgentizie (*punti d'acqua nn. 33-34 – V. Schede – Punti S1-S2 figura seguente*) che presentano la stessa quota del livello statico misurabile entro il pozzo presso C.na Sirogi (*Punto d'acqua n.12*). A valle delle sorgenti sono visibili tracce di scorrimento idrico che sicuramente si verifica periodicamente a seguito di eventi meteorici di una certa entità (*piovosità ≥ 50 mm/die*).

E' ben noto come il terreno della Bessa sia, dal punto di vista granulometrico, ciottoloso a matrice sabbioso ghiaiosa debolmente limoso quindi nettamente diverso dal terreno delle colline moreniche che si sviluppano verso Ovest che sono caratterizzate da un terreno nettamente limoso argilloso a seguito della ferrettizzazione ¹⁰ e dello scarso dilavamento che il terreno morenico ha subito dopo il suo deposito da parte del ghiacciaio balteo. Il terreno della Bessa essendo di origine fluvio glaciale ha subito un intenso dilavamento; le granulometrie fini ascrivibili al limo e all'argilla sono state asportate e la matrice è nettamente sabbiosa.

La movimentazione della componente ciottolosa per l'esecuzione delle murature perimetrali ha permesso, in definitiva, di creare delle aree che dal punto di vista agronomico erano e sono tuttora ottimali poiché caratterizzate da un terreno sabbioso con buon drenaggio e dalla falda freatica a limitata profondità tale da essere facilmente raggiunta e utilizzata dall'apparato radicale della vegetazione sia essa arborea che arbustiva.

Ascrivere tali strutture a canali di lavaggio è, dal punto di vista geologico applicativo, una interpretazione azzardata per i seguenti motivi:

¹⁰ Processo chimico fisico di alterazione delle rocce per azione degli agenti atmosferici (specialmente ossigeno e anidride carbonica in ambiente umido) che provocando idrolisi dei silicati e determinano un arricchimento di Al e Fe; a seguito di tale alterazione si forma il tipico Ferretto (terreno color "Ruggine") e dimensionalmente si formano argille e limi poco o nulla permeabili.

1. L'estrema larghezza del canale avrebbe comportato una debole velocità del flusso idrico e quindi scarsa capacità di lavaggio per selezione gravitativa.
2. Mancanza di un canale di alimentazione a monte. Tale eventuale canale avrebbe dovuto avere delle notevoli dimensioni ed una elevata portata per disporre di una quantità d'acqua tale da permettere un proficuo e facile lavaggio della sabbia aurifera lungo le numerose "Bunde".
3. Estrema difficoltà di impermeabilizzazione delle pareti e del fondo del canale sia per le dimensioni che per la elevata permeabilità del terreno.

Da quanto sopra descritto ritengo che tali strutture, strette e lunghe definibili impropriamente "*Canali*", siano da considerarsi delle "*Opere di bonifica agraria*" non escludendo, comunque, che a seguito della presenza della falda freatica a limitata profondità gli antichi agricoltori abbiano cercato pagliuzze d'oro lavando la sabbia con semplici Batee.

Il canale lungo il quale sono visibili le suddette strutture murarie è diviso in due parti:

- la parte superiore (*Sez.2 – Fig. 157*), modificata antropicamente, della lunghezza di circa 300 metri (*linea gialla seguente figura*) è caratterizzata dalla presenza di murature perimetrali in ciottoli decimetrici in parte ancora chiaramente visibili, la sezione trasversale è grossomodo rettangolare; il fondo è rappresentato da terreno a matrice sabbioso ghiaiosa con ciottoli affioranti. Ritengo che tali ciottoli di fondo siano stati evidenziati dal rumore dei cinghiali alla ricerca di cibo e dalle frequenti erosioni causate da flussi idrici emergenti dalle superiori sorgenti a seguito di intensi eventi meteorici (*Piovosità ≥ 50 mm/die*). In alcuni punti il canale è attraversato da basse murature in ciottoli eseguite probabilmente proprio per trattenere in loco le granulometrie sabbiose durante gli eventi di piena; tali strutture erano in definitiva delle "*soglie*" posizionate per impedire l'erosione di fondo ed il conseguente trasporto verso valle della componente sabbiosa.
- La parte inferiore, della lunghezza di circa 200 metri (*linea rossa seguente figura*), è caratterizzata da una morfologia naturale a sezione semi-elissoidica (*Sez, 1- Fig.*

156) , non sono presenti opere murarie laterali ed il fondo è costituito dai soliti ciottoli decimetrici che si raccordano gradualmente alle sponde laterali del canale. Localmente sono visibili due piccole strutture murarie a sezione quadra ascrivibili a opere di captazione della sottostante falda freatica presente a limitata profondità.

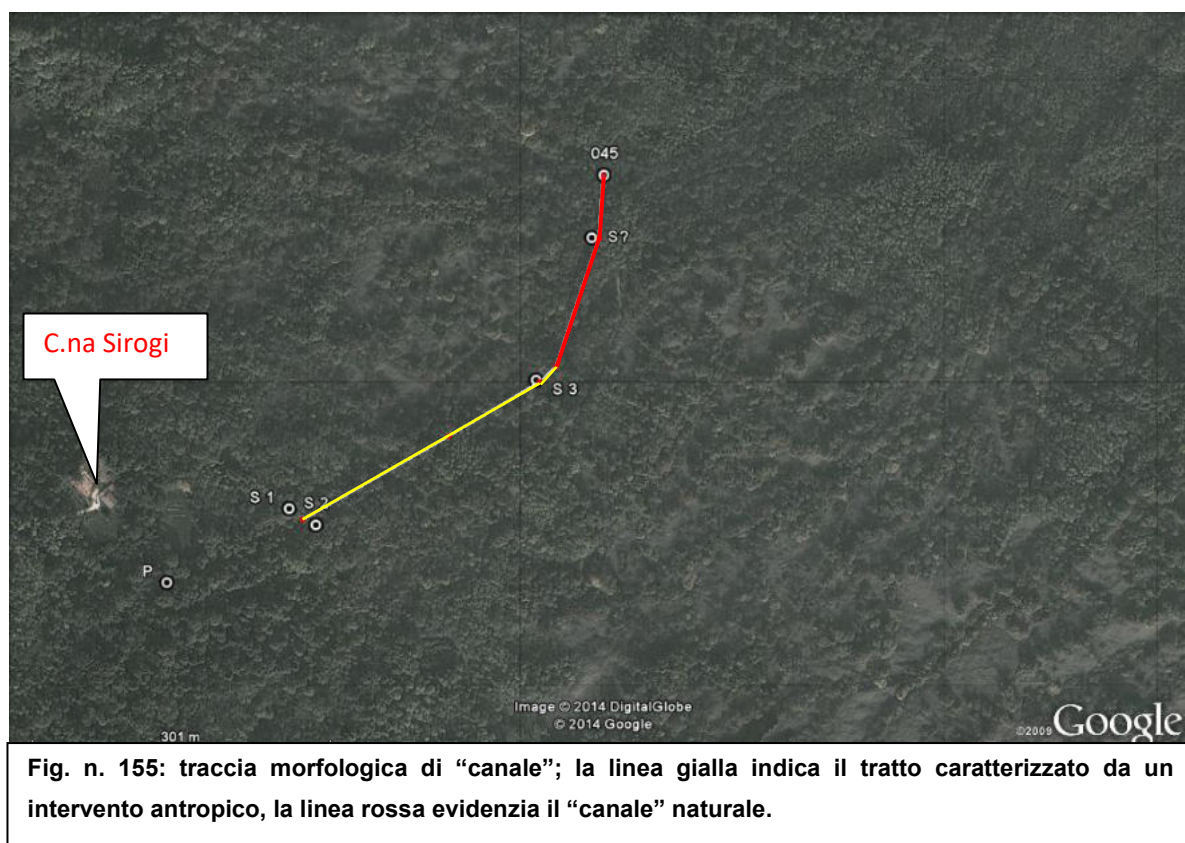


Fig. n. 155: traccia morfologica di “canale”; la linea gialla indica il tratto caratterizzato da un intervento antropico, la linea rossa evidenzia il “canale” naturale.

P	N 45° 29' 13,5" E 08° 01' 25,3"	363 m (quota assoluta falda 356 m.l.m.)	pozzo presso C.na Sirogi
S 1	N 45° 29' 15,9" E 08° 01' 31,0"	355 m	sorgente
S 2	N 45° 29' 15,4" E 08° 01' 32,2"	357 m	sorgente
S 3	N45° 29' 20,1" E 08° 01' 42,5"	345 m	traccia di sorgente (opere murarie)

L'esecuzione di tali opere di bonifica poteva avvenire secondo la seguente modalità: l'affioramento della locale falda freatica, a seguito di eventi meteorici importanti, certificava la sua limitata profondità; lo spostamento laterale dei ciottoli decimetrici per la costruzione della doppia muratura laterale portava alla formazione di un piano a debole acclività a matrice sabbioso ghiaiosa ideale come terreno coltivo, nel corso dello sfruttamento agrario, a causa di eventi meteorici importanti, si notava un trasporto verso

valle della componente sabbiosa e per tale motivo vennero eseguite delle soglie trasversali con la finalità di rallentare il flusso idrico e quindi la conseguente erosione. Procedendo verso valle gli antichi coltivatori verificavano, mediante esecuzione di pozzi, la presenza della falda freatica, se questa era a limitata profondità si procedeva alla bonifica agraria mediante spietramento del fondo del canale naturale che assumeva una sezione rettangolare delimitata lateralmente dalla doppia muratura in ciottoli decimetrici.

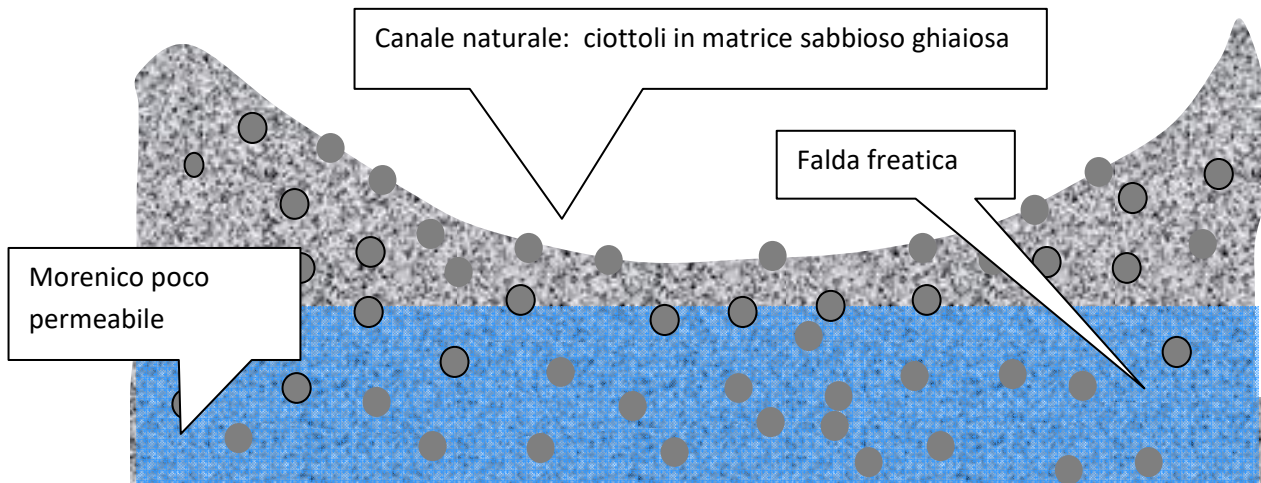


Fig. n. 156: Sez. 1 - sezione morfologica del “canale” naturale a forma semi-elissoidica; il terreno è caratterizzato da deposito ciottoloso a matrice sabbioso ghiaiosa. La falda freatica è a limitata profondità e affiorante nella parte elevata del “canale”.

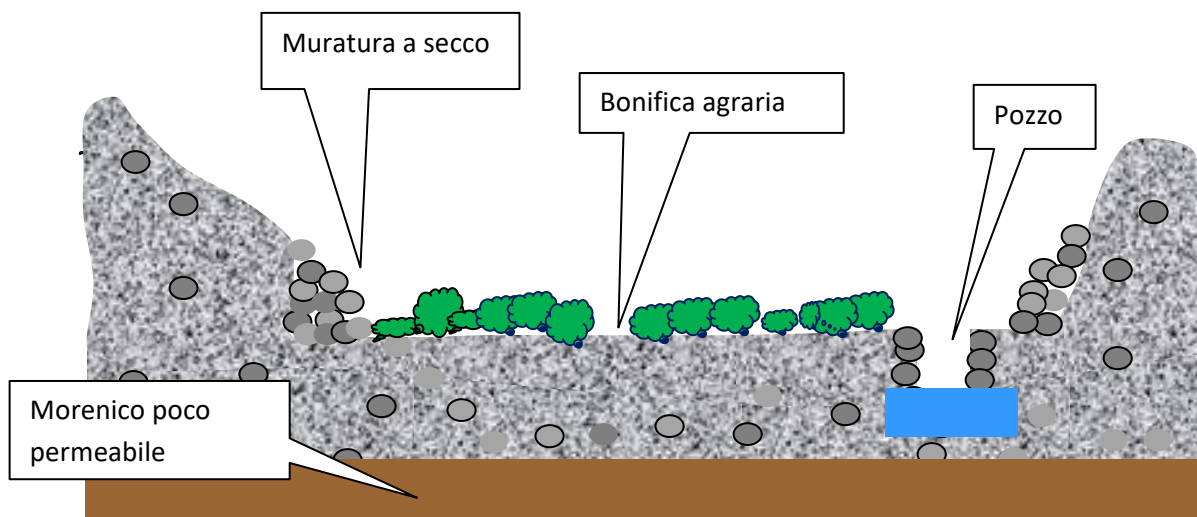


Fig. n. 157: Sez. 2 - Sezione morfologica modificata; accertata la limitata profondità della falda freatica tramite la preliminare esecuzione di pozzi si procedeva alla bonifica agraria spostando lateralmente i ciottoli e formando le murature ancora visibili, nel contempo la sabbia poteva essere facilmente lavata mediante una “batea” per estrarre l’oro contenuto in essa. La sabbia privata dell’oro veniva rimessa in posto per creare terreno coltivato.

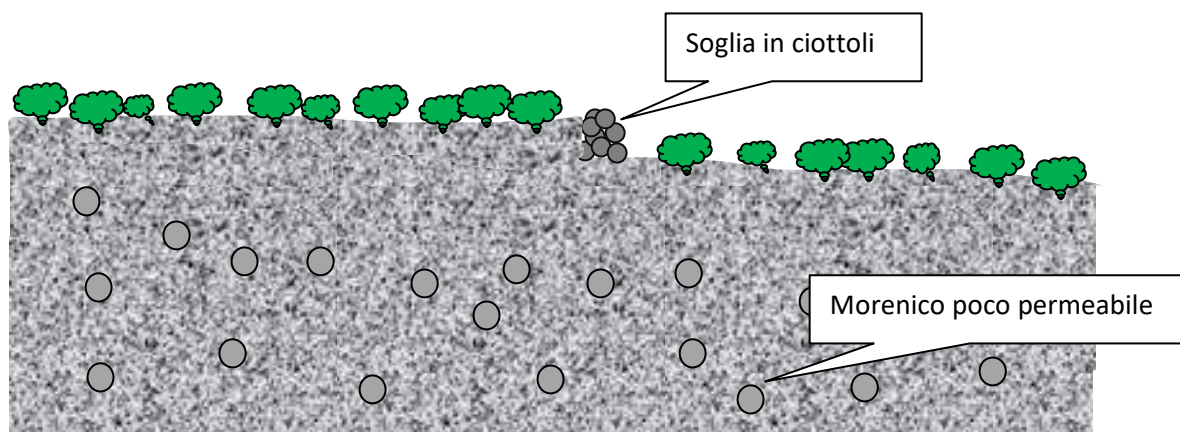


Fig. n. 158: Sez. 3 -sezione longitudinale modificata del “canale”; la soglia veniva costruita per impedire l’erosione e il trasporto a valle della componente sabbiosa, la qual cosa avrebbe ostacolato un corretto utilizzo agricolo.

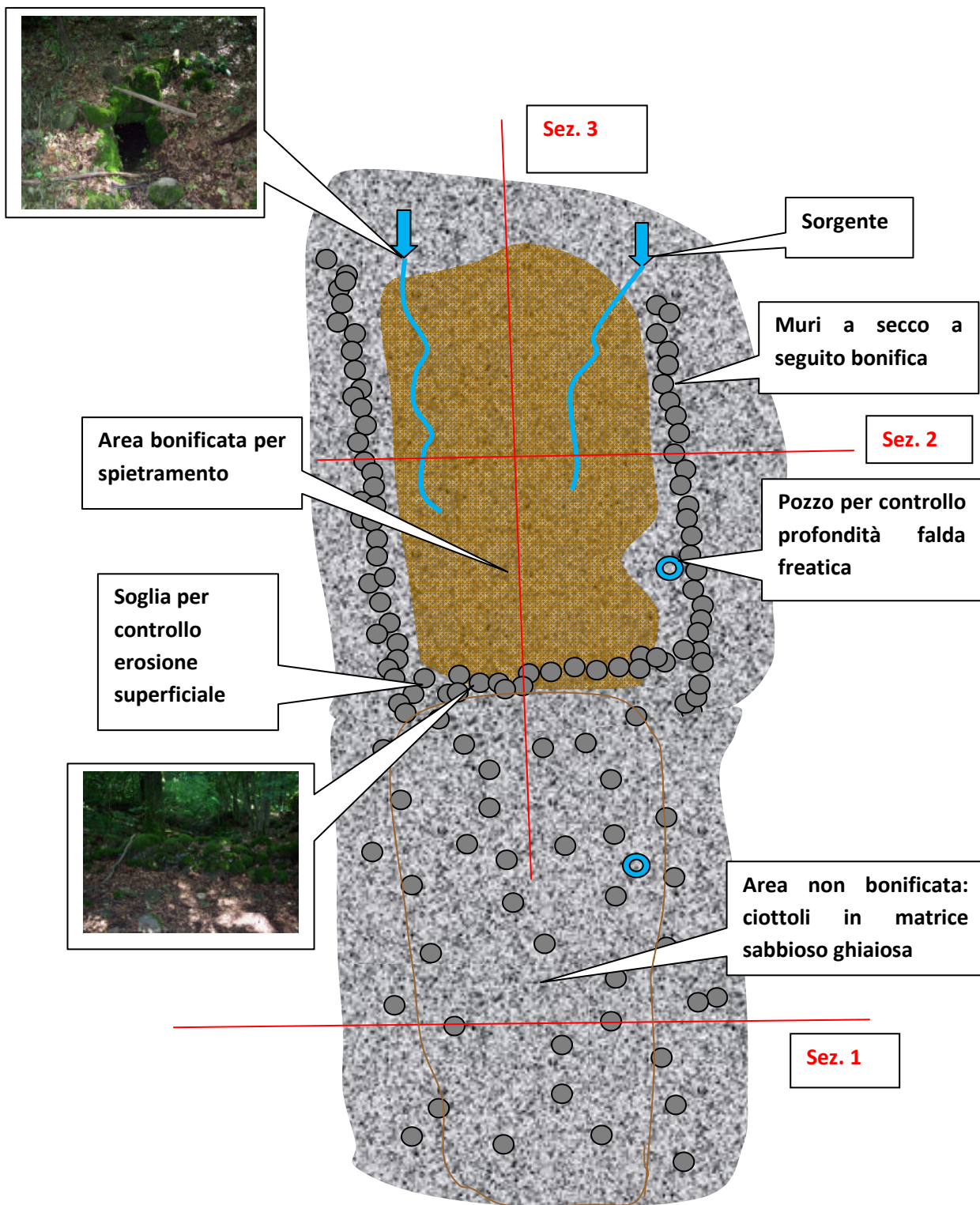


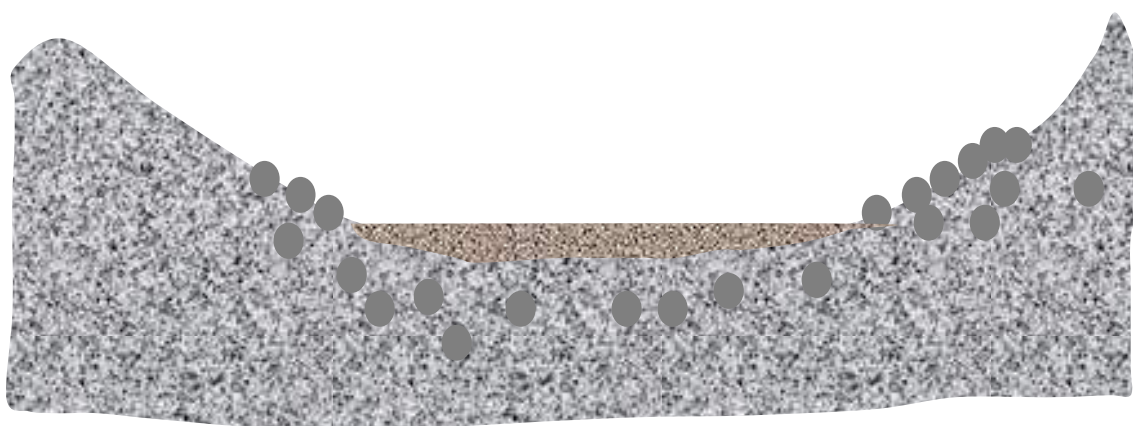
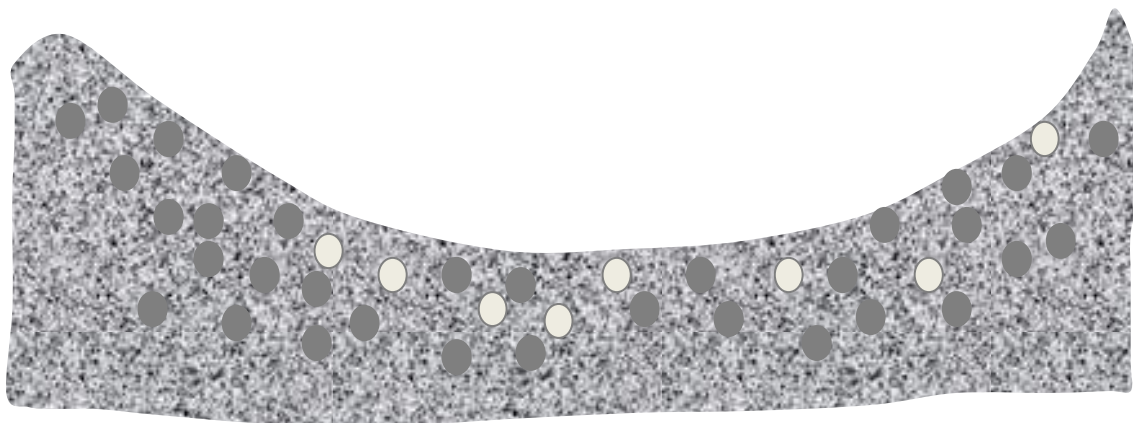
Fig. 159: visione planimetrica di un "canale" naturale bonificato in prossimità delle emergenze idriche.



Fig. n. 160: in altre aree a seguito della bonifica agraria non venivano eseguite delle murature a secco laterali ma i ciottoli prelevati dal fondo della vallecchia venivano addossati al versante, il fondo risultante a granulometria sabbiosa e ghiaiosa poteva essere facilmente lavato per l'estrazione delle pagliuzze d'oro e nel contempo si asportavano i ciottoli quarzifici per la produzione del vetro; lo schema esecutivo è dettagliato nelle seguenti figure.

E' possibile vedere tale caratteristica morfologica alle seguenti coordinate:

45° 29' 15,09" N - 8° 02' 31,34" E



Figg. n. 161-162: la vallecola era caratterizzata dalla presenza di terreno fluvioglaciale con elevata percentuale di ciottoli, quelli bianchi quarzitici venivano asportati mentre le altre tipologie lapidee venivano addossati al versante. Il fondo della vallecola che si veniva a formare a granulometria sabbioso ghiaioso, dopo un adeguato livellamento ed eventuale asportazione dell'oro, era favorevole alle coltivazioni. Generalmente a monte della vallecola era presente una sorgente indispensabile per l'adacquamento delle coltivazioni e per il lavaggio della sabbia.

Seguendo il percorso denominato “ *Strada dei cumuli*” possiamo notare, seguendo una deviazione dallo stesso, diverse bonifiche agrarie che si sviluppano su una lunghezza di circa un chilometro. La caratteristica comune è la presenza di aree pianeggianti ribassate rispetto alla viabilità interpoderale e delimitate da muraure perimetrali a secco eseguite utilizzando i ciottoli. Nella seguente cartografia viene indicato il percorso unitamente alle coordinate geografiche che facilitano la ricerca dello stesso.

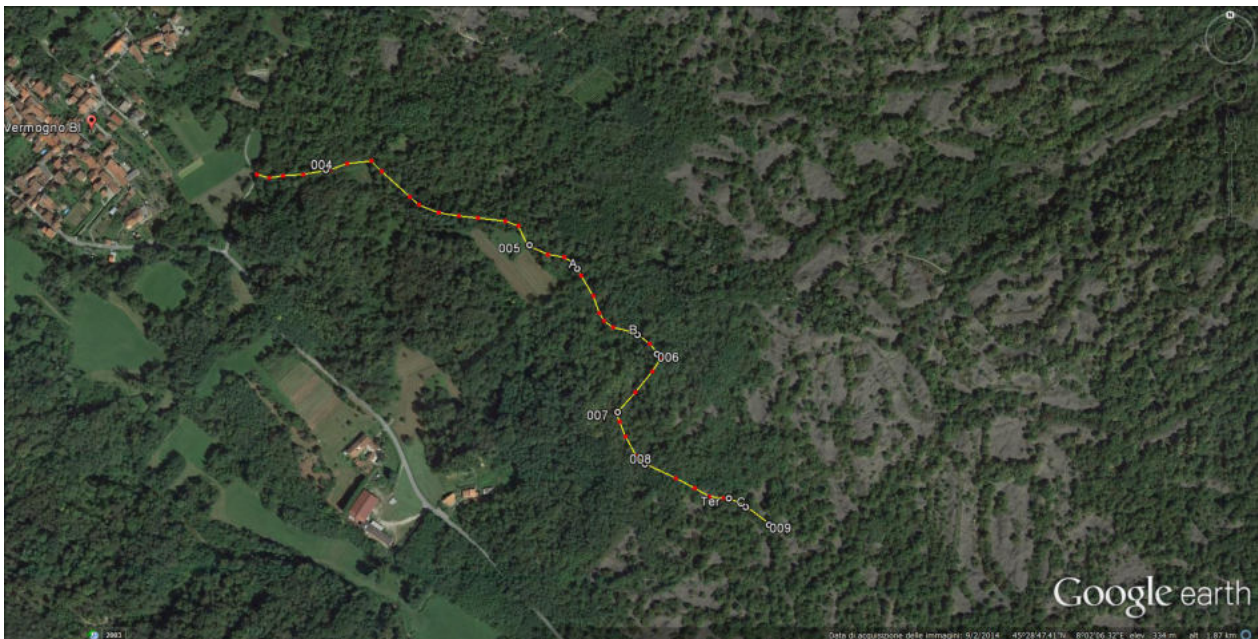


Fig. n. 163: traccia del percorso lungo il quale è possibile vedere diverse aree oggetto di bonifiche agrarie; la lunghezza è di circa 1 km e logicamente l'età di esecuzione delle bonifiche non è attualmente determinabile.

004	N45° 28' 54,4" 08° 01' 46,6"	ingresso "Strada dei cumuli".
005	N45 28.851 E8 01.996	
006	N45 28.768 E8 02.134	
007	N45 28.724 E8 02.091	
008	N45 28.684 E8 02.121	
009	N45 28.638 E8 02.256	
A	N45 28.833 E8 02.047	prima deviazione dalla "Strada dei cumuli".
B	N45 28.783 E8 02.113	seconda deviazione
C	N45 28.651 E8 02.231	
Ter	N45 28.658 E8 02.212	termine percorso.



Fig. n.164 : caratteristica bonifica agraria conosciuta localmente come “La risera” ; lo spostamento laterale dei ciottoli ha permesso di creare un prato entro il quale la falda freatica affiora costantemente durante tutto l’anno. Non è da escludere che gli antichi proprietari coltivassero localmente il riso; le alte sponde creano un particolare microclima proteggendo il sito dai venti freddi provenienti dalla Valle D’Aosta. La notevole presenza di acqua logicamente non escludeva la possibilità che la sabbia venisse lavata per estrarre le pagliuzze d’oro.

Per rintracciare il sito seguire le seguenti coordinate geografiche:

45° 29’ 0,1” N - 8° 02’ 13,3” E

A seguito dell’analisi delle strutture precedentemente esaminate si possono fornire ulteriori spiegazioni in merito alla genesi e natura delle piatte e lunghe conoidi trattate nel precedente capitolo.

L’origine fluvioglaciale della Bessa ha dato origine ad un terreno ciottoloso a precipua matrice sabbiosa per nulla addensata, molto porosa e conseguentemente facilmente erodibile. Attualmente in alcune vallecole comprese tra i ciottoli si nota, a seguito di eventi meteorici importanti, la evidente traccia di trasporto detritico sabbioso generatosi dal continuo dilavamento della massa ciottolosa, dilavamento che avviene anche in profondità in quanto l’acqua meteorica penetra rapidamente e totalmente entro la massa del deposito grossolano mobilizzando la sua componente sabbiosa sul fondo della vallecola. Praticamente in loco sono evidenti unicamente depositi sabbiosi con tracce di fluitazione privi di vegetazione pioniera; tale fenomeno si verifica

immediatamente a seguito di intense piogge e la sua durata è alquanto effimera. E' evidente che tale dilavamento e conseguente trasporto verso valle è iniziato immediatamente dopo la deposizione della massa fluvioglaciale; l'asportazione della componente sabbiosa ha di fatto aumentato la permeabilità superficiale facendo affiorare unicamente i ciottoli, è evidente che la pioggia venendo drenata rapidamente e totalmente in profondità non da origine ad una idrografia superficiale ma unicamente ad una idrografia sotterranea che determina uno spostamento verso valle della componente sabbiosa la quale verrà depositata dal conseguente flusso idrico emergente tramite quelle sorgenti che, prima della apertura delle cave, caratterizzavano idrogeologicamente la base del terrazzo alluvionale dei ciottoli.



Fig. 165: foto aerea datata 1954 esposta al centro visita di Vermogno; la ridotta copertura vegetazionale evidenzia la particolare morfologia determinata dal fenomeno fluvioglaciale denominato "Pushing Moraine. Entro le vallecole denominate "Bunde", alcune delle quali modificate anche antropicamente, è avvenuto un intenso dilavamento superficiale della componente sabbiosa che si è successivamente depositata a valle in lunghe e piatte conoidi. Inizialmente prima che la componente sabbiosa superficiale fosse totalmente dilavata l'acqua meteorica scorreva in superficie entro le vallecole.

19- LA BUNDA QUESTA SCONOSCIUTA.

La “Bunda” dal punto di vista morfologico è un’incisione poco profonda e della lunghezza di qualche centinaia di metri che si sviluppa generalmente in direzione Sud-Ovest Nord-Est entro le alluvioni ciottolose della Bessa. Al fine di verificare ulteriormente se la sua genesi sia di origine antropica o naturale si è eseguito un rilievo morfologico lungo una Bunda molto rappresentativa e di facile accesso in quanto trae origine in prossimità dell’area pic-nic del parco per spingersi sino alla strada che partendo da Cerrione arriva sino in territorio comunale di Mongrando passando per la zona sorgentizia denominata Di’Aquarola che rappresenta il punto d’origine di una vasta conoide.

Pur sostenendo lo scrivente l’origine naturale delle Bunde e il loro parziale sfruttamento antropico (ricerca aurifera, asportazione ciottoli di quarzite, utilizzo agrario) si è eseguita un’analisi morfologica completa ed esaustiva con lo scopo di fugare ogni dubbio sulla loro origine.

Il percorso di avvicinamento è partito dal campo che rappresenta l’area pic-nic del parco in prossimità del centro di accoglienza, nella seguente figura n.171 il percorso è evidenziato in rosso; una prima area, compresa tra i punti GPS dal n. 043 al n. 049, è ammissibile che trattasi di una antica bonifica agraria dell’estensione di circa 2500 metri quadrati forse sfruttata sino alla metà del secolo scorso in quanto al suo interno è presente una cisterna cilindrica in calcestruzzo. Proseguendo in direzione Sud Est si arriva in corrispondenza dell’origine della Bunda studiata; anche in questa zona, tra i punti GPS compresi tra 050 e 055 è presente una vasta superficie agraria a pianta poligonale delimitata da una serie di mura a secco ancora in discreto stato di conservazione. L’area è completamente circondata da cumuli di ciottoli dell’altezza di circa 6 metri e non è presente alcuna traccia di canalizzazioni antropiche di alimentazione idrica; oltre il punto 054 e sino al punto 055 è presente un’area pianeggiante a debole acclività (3 % ca.) della lunghezza di 172 metri circa e una larghezza mediamente di 10 metri. Tale superficie è lateralmente delimitata da una bassa muratura a secco alta circa 1 metro edificata utilizzando ciottoli decimetrici. La sezione schematica di tale area è visibile nella Fig. n. 157. Tale superficie rettilinea unitamente alla vasta area precedentemente vista presentano una superficie totale di

circa 2400 metri quadrati il fondo è rappresentato da un terreno tendenzialmente sabbioso ghiaioso con debole percentuale di fine. La mancanza di una sia pur minima traccia di una idrografia di alimentazione mi induce a ritenere che tale vasta superficie antropica venne eseguita a scopi agricoli spostando lateralmente una considerevole quantità di ciottoli non escludendo comunque che grazie al lavaggio della sabbia le antiche popolazioni estraessero piccolo pagliuzze d'oro utilizzando per il lavaggio l'acqua di qualche sorgente locale o acqua estratta da pozzi.



Fig. n. 166 : traccia di probabile pozzo presente nell'area a superficie poligonale all'inizio della Bunda.

Proseguendo oltre il punto 055 (linea azzurra) ci si inoltra nella parte mediana della Bunda che risulta priva di qualsiasi muratura a secco sino al punto 057, punto di unione con una contigua Bunda che sale verso l'area pic-nic. La sezione di tale porzione di Bunda è schematizzabile con la precedente Fig. n.156; non vi è presenza di murature antropiche e i ciottoli che costituiscono il fondo sono spesso mescolati a sabbia e ghiaia, ma la caratteristica morfologica principale è data dal fatto che spesso il fondo della stessa sale in contropendenza certificando il fatto che la Bunda non poteva

essere una canalizzazione di natura antropica in quanto se lo fosse la pendenza sarebbe uniformemente costante (3 % ca.) come nella prima parte caratterizzata dalla presenza della muratura ciottolosa. Arrivati al punto 057 si nota la presenza di un masso erratico di circa 10 mc segno evidente della antica presenza della morena; oltre tale punto inizia una lunga e piatta conoide testimoniando, a mio parere, che in tale punto avvenne la rottura d'argine e la conseguente formazione dell'erosione lineare e della stessa conoide.



Fig. n.167 : tratto rettilineo della bonifica agraria morfologicamente simile a un canale. A monte non vi è traccia di canali di alimentazione principale.



Fig. n. 168 : tratto rettilineo non modificato antropicamente, il fondo presenta una sensibile contropendenza non compatibile con la presenza di una canalizzazione antropica.



Fig. n. 169 : granulometria del fondo della Bunda rappresentata da sabbia e ghiaia.



Fig. n. 170: masso erratico di circa 10 mc presente al punto n. 058; dopo circa una cinquantina di metri inizia la conoide.

N.B. tutte le Bunde esaminate presentano la suddetta morfologia: parte iniziale modificata antropicamente parte mediana naturale seguita dalla successiva conoide.



Fig. n. 171 : in rosso è indicato il percorso di avvicinamento alla Bunda analizzata morfologicamente compresa tra i punti 050 e 058 (Sorgente d'Aquarola). I punti compresi tra 043 e 049 corrispondono a una bonifica agraria. La lunghezza della Bunda è di circa 600 ml tra il punto 050 e 058 (Sorg. DI'Aquarola).

20 - GALLERIE ANTROPICHE O SINK-HOLES ?

Il fenomeno sopra descritto, ovvero la mobilitazione e trasporto delle granulometrie fini in profondità, avviene anche entro il deposito morenico consolidato ma in maniera molto più lenta e arealmente molto circoscritta e limitata; la causa predisponente è la presenza di un terreno debolmente permeabile sovrastante un terreno a maggiore granulometria più permeabile affiorante lungo un versante. Tale fenomeno, che porta alla formazione di piccole "doline", è visibile lungo la strada che da Zubiena conduce a Sala Biellese e verso la Frazione di Belvedere (Comune di Zubiena); la dinamica erosiva è schematizzabile con le seguenti figure.

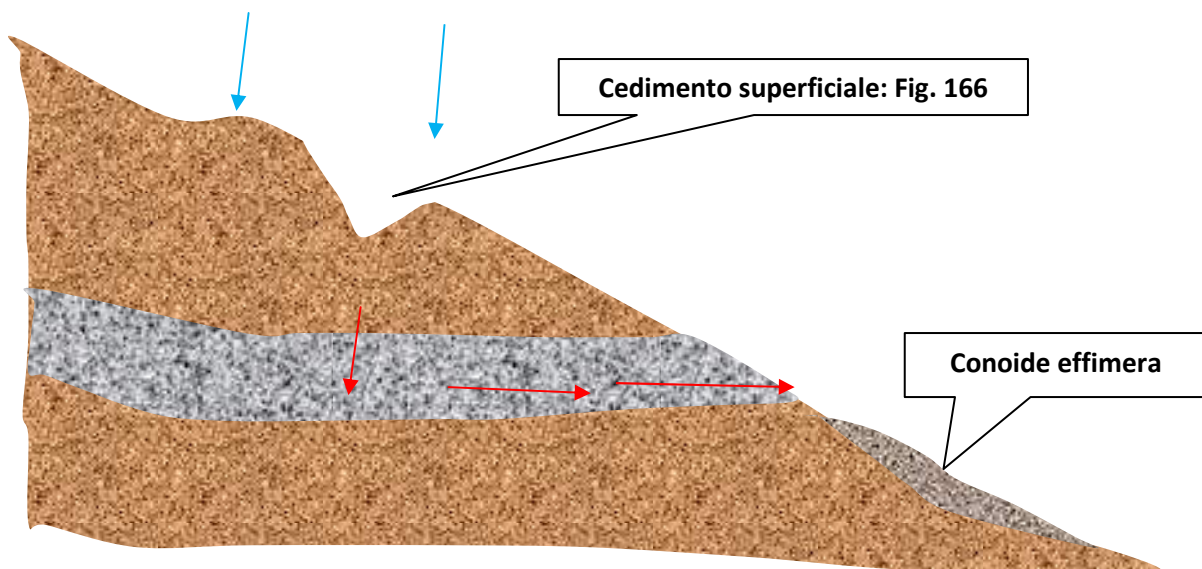


Fig. 166: l'acqua meteorica (frecce blu) filtrando in profondità viene drenata dallo strato più permeabile (grigio) e trascina particelle fini (frecce rosse), l'acqua emergendo a valle porta alla formazione di una sorgente temporanea che crea una piccola conoide; la continua asportazione di particelle fini rende il terreno sempre più permeabile e il processo aumenta di intensità. Il terreno superficiale continuerà lentamente a cedere.

N.B. in Bessa questo caratteristico fenomeno erosivo è stato molto più rapido ed esteso su un'area enormemente maggiore in quanto il terreno superficiale era ed è notevolmente permeabile.

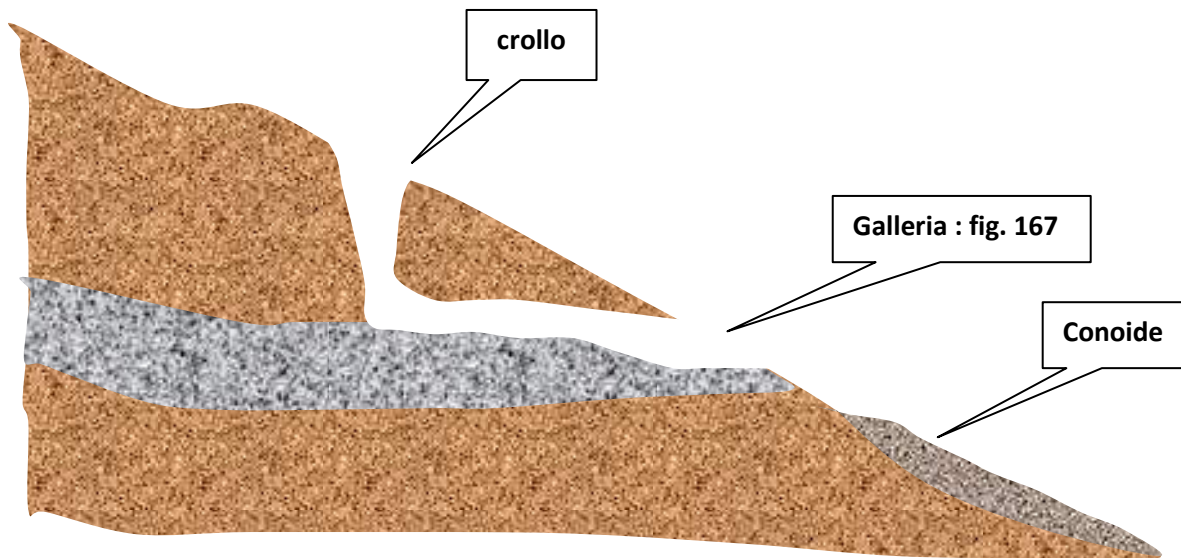


Fig. 167: il continuo cedimento del terreno superficiale porta al definitivo crollo con formazione di una piccola “Dolina” e di una piccola galleria a valle lungo il versante. L’acqua meteorica verrà conseguentemente drenata velocemente entro la cavità ed il processo erosivo aumenterà notevolmente; la cavità formatasi incrementerà le proprie dimensioni e la sottostante conoide aumenterà di volume. Successivi crolli porteranno alla formazione di una depressione la quale convogliando rapidamente le acque meteoriche determineranno l’instaurarsi di una idrografia superficiale in continua evoluzione con formazione di una vallecola.

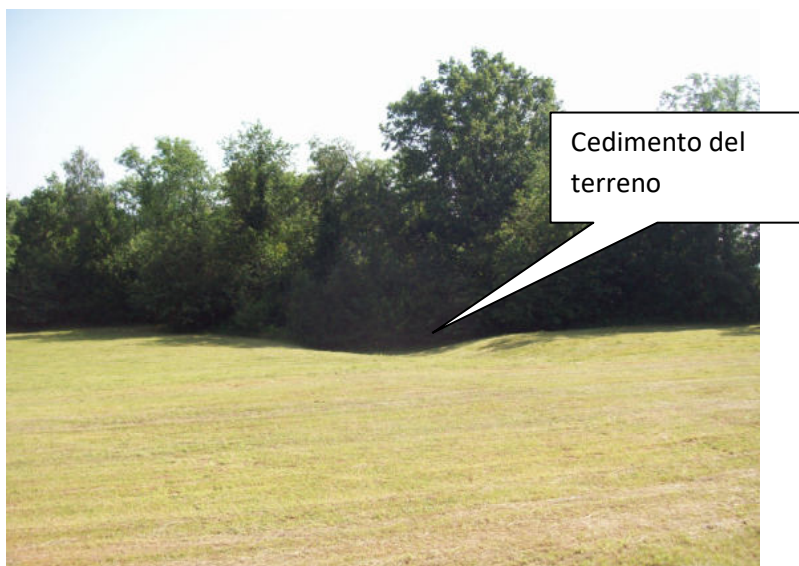


Fig. 168: Strada provinciale Zubiena – Sala Biellese. Cedimento progressivo del terreno per mobilizzazione delle granulometrie fini (argilla – lino); l’erosione causerà il successivo crollo della zona prativa. Lateralmente sono visibili “doline” colmate con materiale detritico da parte dei contadini per evitare che gli animali al pascolo cadessero entro il pozzo creatosi.



Fig. 169: piccola galleria a valle della zona crollata. Successivi crolli colmeranno la galleria e superficialmente si formerà una vallecola come primo passo per la formazione di una limitata idrografia superficiale.

In data 26 Luglio 2014 durante un rilievo lo scrivente ha verificato la presenza di un significativo cedimento con crollo di terreno con forma circolare del diametro di circa 2 metri con una profondità di circa 5 metri in prossimità dell'area picnic adiacente al Centro Visita di Vermogno; perimetralmente a tale cedimento il terreno si presenta morfologicamente pianeggiante verso monte mentre immediatamente a valle è presente una vallecola naturale profonda circa 7 metri sul fondo della quale è presente una copertura di ciottoli decimetrici. I margini dello sprofondamento sono netti segno evidente che l'evento si è verificato in tempi recenti e molto probabilmente a seguito dell'intenso periodo piovoso che ha caratterizzato i mesi di Giugno e Luglio del 2014. Il netto crollo ha evidenziato la litologia del terreno superficiale caratterizzato da sedimenti a granulometria sabbioso limosa argillosa discretamente coesivo; nonostante la scarsa luminosità entro il "pozzo" si è potuto verificare che verso monte vi è stato un maggiore crollo di materiale con formazione di una "stanza" con diametro maggiore del "pozzo".

Nella seguente figura n. 174 viene schematizzata una sezione geologica esplicativa dell'evento che ha portato alla formazione del pozzo naturale:

al di sotto di uno strato di sedimento fine discretamente coesivo è presente uno strato a maggiore permeabilità sede della falda freatica, questa, a seguito delle sue rapide e ampie escursioni (*doppia freccia rossa*) causate da prolungati e abbondanti eventi meteorici, determina una erosione del superiore strato fine, contemporaneamente la superficiale

saturazione idrica incrementa la pressione litostatica sino a causare il definitivo collasso dello strato sedimentario fine con formazione della struttura definita dalla letteratura morfologica internazionale “*Sink-hole*”. La minore profondità della falda freatica a monte e la sua maggiore escursione causano un maggiore processo erosivo proprio verso monte con formazione di una “*camera di crollo*”. E’ evidente che guardando a monte entro il pozzo sembra che questo prosegua con una galleria. Tali fenomeni erosivi profondi ed il successivo crollo superficiale sono sempre esistiti ma sono stati studiati solo recentemente quando tali eventi hanno iniziato a manifestarsi in zone urbanizzate a seguito di notevoli perdite idriche di acquedotti o fognarie.



Fig. n. 170: gigantesco Sink-hole in Guatemala.



Fig. 171: ubicazione “Sink-Hole” e percorso di avvicinamento.

Coordinate geografiche del Sink-hole: 45° 29' 9,4” N – 8° 01' 37” E



Fig. 172: Sink Hole visibile in Bessa in prossimità del Centro Visite. Diametro 2 metri circa, profondità 5 metri circa.

N.B. purtroppo dopo pochi mesi il sink-hole è stato oggetto di parziale riempimento di ramaglie e macerie compreso lastre di amianto.



Fig. 173: il crollo di materiale si è allargato verso monte creando una “camera” con diametro maggiore del “pozzo”.

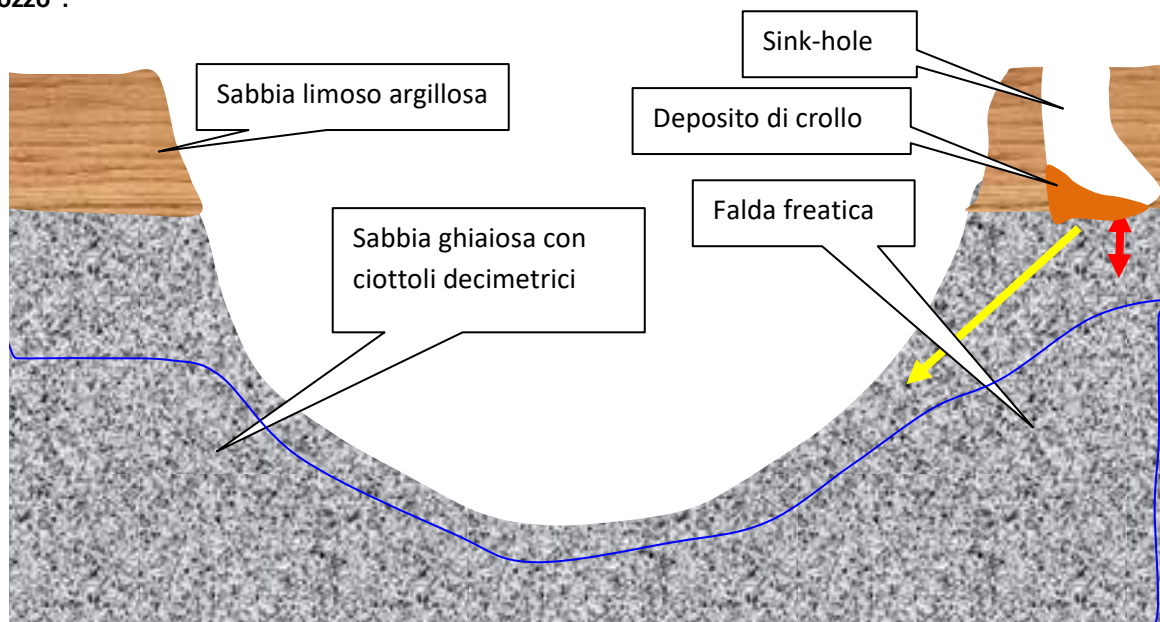


Fig. 174: schema idrogeologico e morfologico del sink-hole; la doppia freccia rossa indica l'escursione della falda freatica, la freccia gialla il trasporto a valle delle granulometrie fini erose dallo strato superiore.

Varie pubblicazioni sulla Bessa hanno sempre ipotizzato la presenza di gallerie eseguite dalle persone che hanno cercato l'oro; tali ipotesi non hanno mai avuto una conferma strutturale ovvero presenza di solidi piedritti e volte che permettessero un sicuro lavoro entro un terreno decisamente instabile; è parere dello scrivente che coloro che hanno visto in varie epoche strutture erosive analoghe a quella qui documentata siano modesti e semplici sink-holes. Nel territorio della Bessa lo scrivente ha visto altri due sink-holes verificatesi nella zona agricola definita "Vieri Lunghe" (a valle dell'ex Mobilificio Toso) una delle quali ha "inghiottito" una mucca! Anche in questi casi era presente una stratigrafica analoga a quella vista.

Attualmente è possibile vedere "in diretta" la formazione di piccole Sink-holes in prossimità della strada che conduce da Zubiena alla Frazione Belvedere lungo la vallecola che conduce verso la famosa sorgente solforosa; nella seguente figura è indicato il sito (Da Google Earth) . In tale sito è possibile notare come a seguito di intensi periodi piovosi vi sia acqua che scorre in superficie, saturando ed appesantendo lo strato superficiale sabbioso limoso, e acqua che scorre in profondità entro uno strato permeabile e asporta particelle dello strato superiore; dalle combinazione di queste due forze erosive si sono prodotti piccoli ma rappresentativi sink-holes.

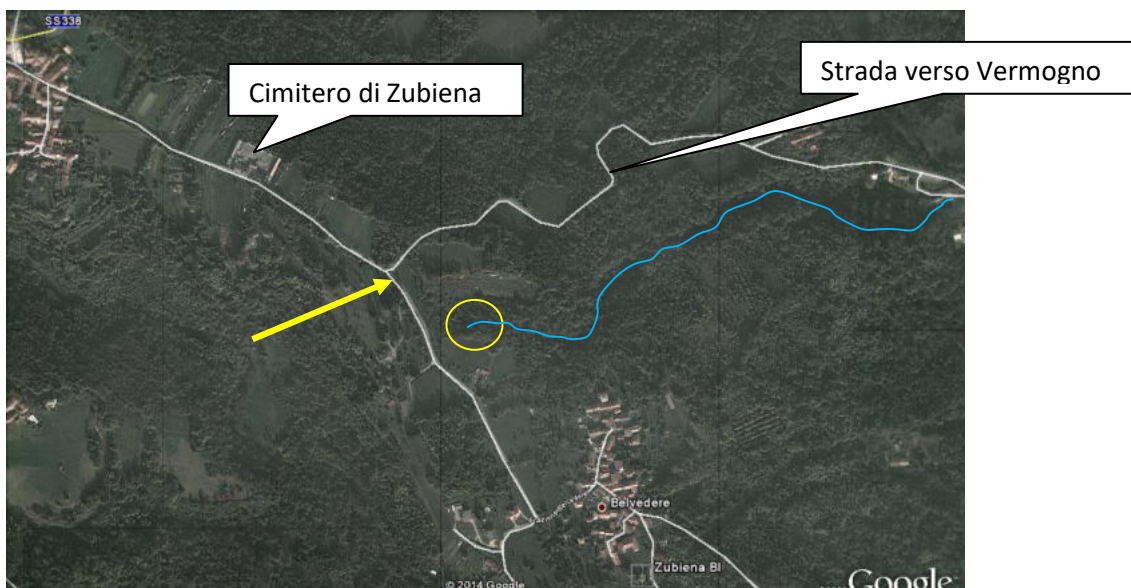


Fig. 175: il cerchio giallo indica il sito ove sono in formazione piccoli sink-holes; la linea azzurra è il ruscello che porta verso la fontana solforosa. Nonostante le dimensioni ridotte è chiaramente visibile la successione di eventi che porta alla loro formazione.

L'ultimo Sink-Hole chiaramente visibile si è formato nel mese di Agosto del 2016 lungo la strada che porta alla Frazione Belvedere nel Comune di Zubiena.



Fig. n. 176 : ultimo Sink-Hole formatosi all'incrocio lungo la strada Zubiena – Belvedere presso il bivio per Vermogno (freccia gialla nella precedente figura.

21 – RACCONTIAMO LA VERITA'!

Quando si racconta una storia, qualsiasi tipo di storia, specialmente quando si vuole ricostruire quella di un territorio e la sua evoluzione in rapporto alla presenza umana bisogna raccontarla, se possibile, nella sua interezza o per lo meno tentare di raccontarla avendo la convinzione che alcune parti di essa possono sfuggirci e allontanarci dalla verità; conseguentemente bisogna essere “*permeabili*” ad accettare nuove notizie che possono anche “*disturbare*” teorie consolidate e generalmente accettate.

Con questa premessa tengo ad evidenziare che con le parole che seguono non intendo fare alcuna critica ma evidenziare come non conoscendo tutte le variabili di una teoria le nostre conclusioni su un determinato argomento possono divergere dalla effettiva realtà.

Racconto due semplici aneddoti personali, non li commento ma sicuramente mi hanno fatto pensare e dubitare.

Negli anni ottanta un amico mi prestò una pubblicazione che dava la sua interpretazione sulla genesi della Bessa e trattava con particolare attenzione l'esecuzione ed il probabile significato delle coppelle.

Un giorno mio padre iniziò a consultare la pubblicazione, dopo circa mezz'ora, con voce piuttosto irritata mi chiamò, di seguito riporto la nostra breve discussione:

“ma chi ha scritto questo libro?”

“Un Appassionato Studioso della Bessa”

“Ma perché non si informa bene prima di scrivere queste cose?!”

“Perché?”

Mostrandomi una foto di un masso erratico cosparso di coppelle disse:

“perché i buchi su questa pietra li ho fatti io e lo zio Giovanni mentre pascolavamo le bestie!”.

Nei primi anni del '900 i ragazzini che dopo la scuola venivano mandati in Bessa a pascolare gli animali, in zone prative bonificate dopo un faticoso spietramento, non

avevano a disposizione cellulari, ipods, tablets, radioline, libri o giornali; la Bessa era poco boscata e per controllare meglio gli animali i pastorelli si sedevano sopra i massi erratici e per vincere la noia prendevano una pietra, possibilmente un duro ciottolo di quarzite, e colpivano la superficie del masso facendo dei buchi che sovente collegavano con canalette.

Non commento ma comunque rifletto; l'unica conclusione che mi permetto di fare è che alcune coppelle “ *Non sono di fattura protostorica e non hanno alcun significato mistico, religioso o astronomico*”, l'unica motivazione “*storica*” è quella che tali buchi o se preferite coppelle venivano eseguite per vincere la noia e lo stress nel fare una attività non certamente divertente o gratificante specialmente per dei ragazzini in età scolare. A seguito di quanto sopra scritto non è da escludere la possibilità che la maggior parte dei massi erratici con coppelle siano presenti in prossimità di aree pianeggianti bonificate sia per motivazioni agricole e pastorali specialmente quelli a Est della frazione Roletti.

Negli anni '60 del secolo scorso un abitante di una Frazione di Zubiena, confinante con la Bessa, appena rientrato dall'Africa ove lavorò per molti anni, preso dalla nostalgia africana costruì un “*Villaggio africano*” (ancora in parte visibile); un giorno recatosi al suo “*Villaggio*” trovò un distinto Signore che fotografava un “*Crutin*” (piccolo locale interrato) eseguito al di sotto di un voluminoso masso erratico, lungo e piatto, asportando i ciottoli nella parte centrale; iniziò un dialogo tra i due:

“*Buongiorno.....bello...vero?*”

“*Buongiorno, lei è il proprietario del terreno?.....Sì... interessante*”

“*si ...sono il proprietario*”

Il distinto Signore senza chiedere alcun permesso di fotografare continuò la sua opera di documentazione.

“*ma perché fotografa il Crutin?*”

“*ah!faccio degli studi sulle evidenze romane presenti in Bessa*”

“*....romane? ma questo l'ho fatto io!*”

“*Lo ha fatto lei?.....ma non dica assurdità! Questa è una evidente costruzione romana!*”

“ ma no mi scusi! L’ho fatto io come tutto quello che vede qui dopo che sono rientrato dall’Africa!”

“ senta per favore mi lasci lavorare!!”

“ ma siiii siiii faccia faccia pure.....”

Anche per questo secondo aneddoto non faccio alcun commento ma mi viene in mente quando alcuni mesi fa ero a casa di amici, la piccola figlia cercava di completare un puzzle, alcune tessere non corrispondevano ad alcuni vuoti rimasti liberi, dopo qualche sforzo e conseguente deformazione delle tessere queste entrarono ma logicamente l'errore era evidente!



Fig. n.177: il “Crutin” costruito negli anni ’60 dal Sig. Giovanni Caporale nei pressi del “ Villaggio Africano”.

22 - UN DUBBIOSO CHIARIMENTO DALLA SPAGNA.

Recentemente sulla “*Rivista Biellese*” del mese di Aprile (2014) ho letto un articolo dal titolo “ *Una miniera di poche certezze*” a firma del Geom. Alberto Vaudagna; commettendo un primo grande peccato di presunzione, a seguito di quanto scritto nelle precedenti pagine, io personalmente certezze ne ho molte; ho cercato su internet e letto con interesse la relazione del Prof. Javier Sanchez-Palencia (*La Bessa como precedente republicano de la mineria aurifera en Hispania*) che ha condotto degli studi dettagliati specialmente in un’area della Bessa prossima alla Sorgente denominata “*Roc di pè*” latitante ad una struttura antropica ribassata considerata da alcuni Autori un bacino di riserva d’acqua da utilizzare per il lavaggio della sabbia aurifera.

Pur con qualche lieve difficoltà di comprensione, poiché la relazione è scritta in spagnolo, ho capito che la base interpretativa è stata la visione stereoscopica di una serie di foto aeree e quindi la conseguente interpretazione archeologica.

Senza vergognarmi commetto il secondo peccato di presunzione annunciando che mi ritengo discretamente preparato sulla lettura ed interpretazione delle foto aeree:

finita la laurea (1971) mi sono trovato, mio malgrado, a militare dove un Colonnello sapendo che ero Geologo e che arrivavo dal Biellese mi ha chiesto gentilmente di visionare alcune foto aeree della zona del Lago di Viverone perché voleva sapere se era possibile individuare la posizione di una grossa polveriera sita nel Comune di Alice Castello; finita la parentesi militare il primo corso di aggiornamento professionale che ho fatto era “*lettura delle foto aeree ed interpretazione geomorfologica*”. La professione del Geologo comporta spesso la lettura interpretativa delle foto aeree visionate con adeguato strumento ottico stereoscopico specialmente per la redazione di piani regolatori o l’individuazione di dissesti gravitativi in zone difficilmente raggiungibili. Dopo questa noiosa premessa penso di ritenermi adeguato a dare una critica valutazione sulla interpretazione morfologica eseguita dal Professore Spagnolo.

Faccio una premessa affermando che per dare una corretta interpretazione archeologica di una visione stereoscopica di foto aeree si deve dare prima una corretta interpretazione geomorfologica, solamente se intervengono alcune semplici caratteristiche morfologiche si passa ad una più specifica interpretazione archeologica che deve avvenire

a seguito di puntuali scavi, se questi non forniscono reperti antropici nulla si può affermare dal punto di vista archeologico specialmente in un territorio morfologicamente così complesso come la Bessa.

La visione stereoscopica delle foto aeree è di grande aiuto sia in Geologia che in Archeologia in quanto l'immagine che noi vediamo subisce una “*Esagerazione stereoscopica*” ossia si ha una accentuazione più o meno sensibile delle altezze; grazie a tale particolare effetto ottico un piccolo dislivello sul terreno viene esagerato e quindi anche una eventuale struttura antropica che sul terreno è poco o per nulla visibile con l'esagerazione stereoscopica la possiamo vedere e forse interpretare.

Tutto ciò è valido ed utile quando si è in presenza di una morfologia relativamente semplice ma l'interpretazione diventa difficile se non addirittura impossibile quando si è in presenza di una morfologia alquanto complicata dove eventi antropici si sommano o sovrappongono ad eventi naturali.

La morfologia della Bessa è notevolmente complicata e definibile come “*Pattern disordinato*” (*deranged pattern*) caratteristico di territori di origine glaciale con un notevole drenaggio superficiale per elevata permeabilità e la quasi totale mancanza di una vera propria idrografia superficiale, le seguenti figure evidenziano tale caratteristica.

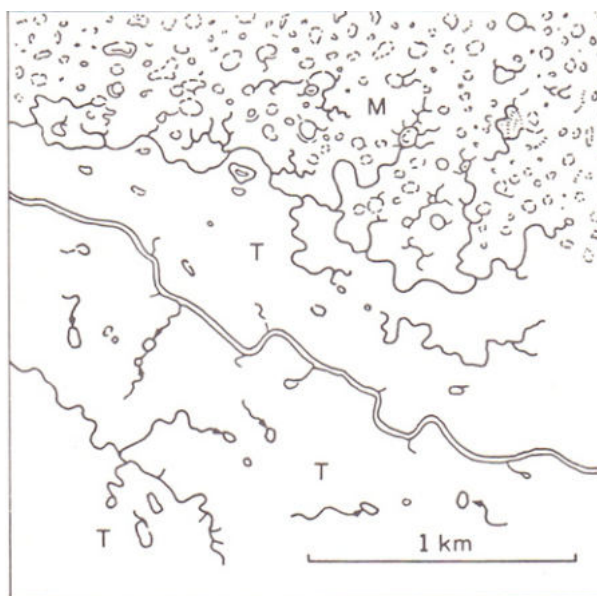


Fig. n. 178: Immagine di Pattern Disordinato (da “*Fotointerpretazione e aerofotogrammetria*” Pitagora editrice – Autore: Eraldo Amadesi).



Fig. n.179 : immagine del Pattern Disordinato riscontrabile in Bessa (tratto dalla Tavoleta I. G.M. Foglio Azeglio - Dai tipi dell' ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE – autorizzazione n. 6805 del 10-11-2014.)

A seguito di tale premessa, dalla lettura dell'articolo del Geom. Alberto Vaudagna e della relazione del Prof. Sanchez-Palencia è mia opinione che gli auspicati chiarimenti siano obiettivamente vacui per i seguenti motivi:

1. l'interpretazione delle foto aeree "con risoluzione di 10 cm" è assolutamente inutile su un terreno caratterizzato dalla presenza di ciottoli con diametri nettamente maggiori a dieci centimetri.
2. E' impossibile dalla lettura di un "Pattern Disordinato" stabilire se la morfologia, alquanto complessa della Bessa, è solo ed esclusivamente di natura antropica anche su limitate porzioni di territorio come molti Autori sostengono.
3. Una morfologia di probabile natura antropica deve necessariamente apparire dalla foto aerea con una forma geometrica; nelle vicinanze della sorgente denominata "Roc di pè" l'unica morfologia antropica è il cosiddetto "deposito di acqua" che presenta una chiara forma triangolare depressa rispetto al territorio limitrofo. La presenza di murature a secco perimetrali interne o tracce di esse ne definiscono chiaramente la genesi antropica.
4. Pur non escludendo che in natura si formino strutture con forme geometriche (specialmente in rocce sedimentarie di origine marina non glaciale) è indispensabile il successivo rilievo archeologico in loco per definire l'antropicità di una morfologia naturale

a pattern disordinato con ritrovamento di manufatti, sepolture, ecc. sia superficiali ma specialmente in profondità nella struttura stessa.

5. L'interpretazione morfologica leggibile nella relazione del Prof. Sanchez-Palencia, definite come successivi cantieri di lavoro è una interpretazione assolutamente soggettiva di una morfologia naturale a meno che, come detto, successive indagini e scavi evidenzino la presenza, a varie profondità, di reperti archeologici chiaramente databili.

6. Al paragrafo 2.3 della relazione del Prof. Sanchez-Palencia si legge che “ *Non c'è alcuna prova diretta della fornitura idraulica nelle diverse aree sfruttate, ma il nostro lavoro di indagine archeologica suggerisce, per l'elevazione del terreno, che una alimentazione poteva esistere, anche se successivamente è stata smantellata*”. Affermazione piuttosto insolita, quando mai una rete di alimentazione idrica eseguita per qualsiasi utilizzo viene smantellata!

7. A tutt'oggi è da dimostrare che la struttura triangolare depressa sia un deposito di acqua utilizzato per il lavaggio della sabbia aurifera; tale sito è ubicato tra una serie di sorgenti e un piccolo laghetto presso la cosiddetta Cà Dal Gino (*V. punti d'acqua nn. 27-28*); nelle ipotesi che tale area sia una semplice bonifica agraria i canali di scarico visibili sul posto vennero eseguiti semplicemente per evitare dannosi allagamenti. In rapporto alle quote delle sorgenti la falda, allo stato attuale, è ad una profondità di circa tre metri, non è da escludere la possibilità che a seguito di eventi meteorici molto intensi vi sia un netto innalzamento del livello freatico. Tale caratteristica idrogeologica è di fatto più assimilabile ad una bonifica agraria che ad una vasca di carico. Vi è inoltre da considerare che quando l'alveo dell'Olobbia era ad una quota più elevata la profondità locale della falda freatica era decisamente minore.

8. I modelli digitali del terreno visibili nelle figure nn. 15e 16 della relazione del Prof. Sanchez –Palencia sono stati volutamente esagerati nella scala delle altezze; anche in questo caso è praticamente impossibile affermare che sia una morfologia antropica anziché una morfologia glaciale prodottasi a seguito di quella particolare dinamica definita come “ *Pushing Moraine*” e successivamente dilavata da piene torrentizie glaciali che hanno asportato le granulometrie fini ed anche ghiaiose (*V. Figg. Nn. 12-13-14*).

La genesi dell'area compresa entro la circonferenza rossa visibile nella successiva figura, che nella relazione del Prof. Sanchez-Palencia viene interpretata come una morfologia antropica formatasi per successivi riporti ciottolosi di scarto a seguito del lavaggio della sabbia aurifera, è mio parere che si sia formata per quel naturale processo di sedimentazione causata da brusche variazioni della velocità del flusso idrico; tale tipologia di sedimentazione è attualmente visibile, ma con minore energia dinamica e su una minore superficie, nell'alveo del Torrente Cervo e descritto al capitolo 3 (**GENESI DEI CIOTTOLI E MORFOLOGIA DELLA BESSA**) le ampie divagazioni dell'enorme torrente fluvioglaciale ha formato tale morfologia naturale in diverse aree della Bessa.



Fig. 180: copertura ciottolosa a morfologia “ondeggiante”. Le linee verdi individuano vecchi percorsi interpoderali nascosti in parte dalla vegetazione.

23 - “RUINA MONTIUM” IN BESSA?IMPOSSIBILE.

Molto spesso ho sentito paragonare la Bessa con il sito spagnolo di La Medulas facendo un vero e proprio parallelismo sulle modalità di coltivazione e asserendo che in Bessa venne adottato lo stesso sistema di coltivazione idraulica del giacimento aurifero spagnolo. Tale sistema consisteva nella esecuzione di pozzi verticali in prossimità del versante molto acclive e di gallerie che successivamente venivano colmate di acqua; la notevole pressione idraulica, esercitata specialmente entro i pozzi verticali, faceva crollare rovinosamente il versante e logicamente, come descrive Plinio, causando spesso numerose vittime intrappolate entro le gallerie.

Premetto che non conosco direttamente il sito spagnolo ma grazie alla numerosa serie di fotografie e documentari (FOCUS canale 35) è evidente che la litologia di Las Medulas è totalmente diversa dalla litologia della Bessa, l'unica cosa che hanno in comune è che entrambi sono rocce sedimentarie ma geneticamente e strutturalmente nettamente diverse.

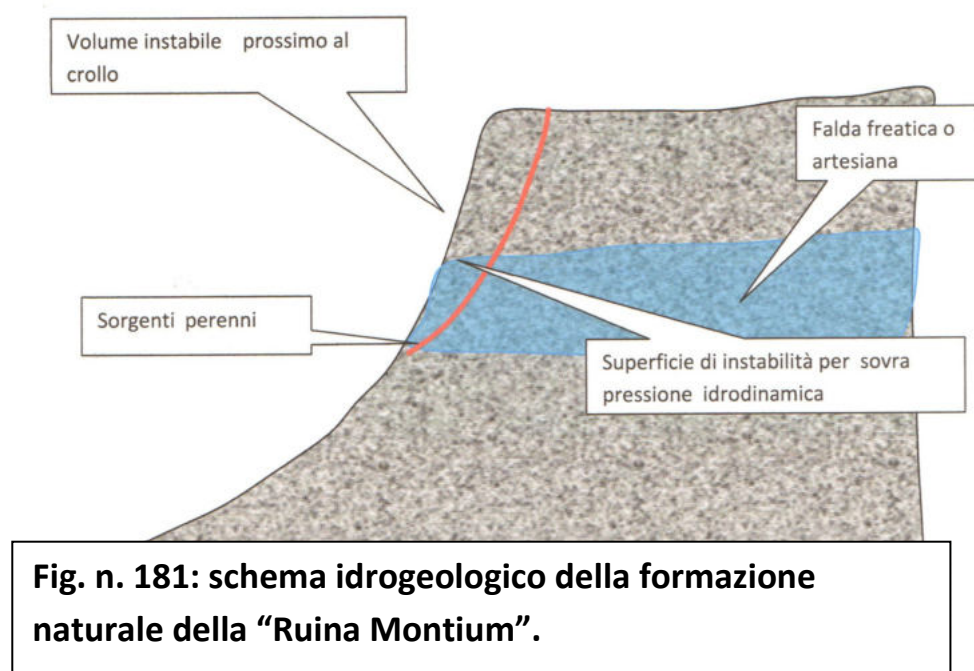
La parte superficiale della Bessa è notoriamente costituita da sedimenti grossolani privi di elementi fini come argilla o limo e di qualsiasi tipo di cemento (calcareo, siliceo, ferrico) che sono quelle caratteristiche strutturali che danno o possono dare coesione o cementazione ad un sedimento; in tale tipologia di terreno è praticamente impossibile l'esecuzione di gallerie e profondi pozzi verticali poiché le pareti, prive appunto di coesione e/o cementazione, crollerebbero rapidamente; le rare gallerie che si trovano nei pressi della Bessa o nella stessa vennero eseguite, in tempi difficilmente databili, entro gli affioramenti morenici notevolmente coesivi e sovra-consolidati. Per la costruzione di pozzi poco profondi entro il terreno ghiaioso sabbioso della Bessa si legga il precedente capitolo “ *La costruzione dei pozzi in Bessa*” . Si evidenzia inoltre che molti cosiddetti “ Sink Hole” sono stati spesso interpretati come pozzi e gallerie di antica esecuzione ma in realtà queste particolari strutture morfologiche sono naturali ed effimere perché si formano e distruggono nell'arco di pochi anni o addirittura pochi mesi.

Il sito di Las Medulas di contro è rappresentato litologicamente da potenti strati di arenaria ciottolosa molto cementata (probabile cemento ferrico a giudicare dal colore rugginoso), molto compatte e quindi caratterizzate da una notevole resistenza sia verso l'azione demolitrice degli agenti atmosferici che anche verso

l'opera demolitrice dell'Uomo. Grazie al loro elevato grado di cementazione sono state interessate da scavi sia verticali che orizzontali purtuttavia con un certo grado di instabilità ove minore o assente era la naturale cementazione. Il successivo allagamento dei pozzi verticali e la lenta filtrazione verso valle determinava un notevole aumento della pressione interstiziale sulle pareti verticali causando quella che venne chiamata "RUINA MONTIUM" ossia una serie di imponenti franamenti indotti dall'uomo.

Questo tipo di demolizione avviene anche naturalmente su alcuni versanti della Serra d'Ivrea specialmente sul versante canavesano nei pressi della Località Broglina nel Comune di Magnano, a monte dell'abitato di Palazzo Canavese ed anche a monte di Chiaverano:

la presenza di falde idriche perenni entro la struttura morenica ha determinato e determina tuttora notevoli tensioni idrauliche verso valle destabilizzando periodicamente consistenti volumi di terreno morenico che si evidenziano maggiormente a seguito di eventi meteorici importanti e generalmente quando localmente si hanno precipitazioni maggiori o prossime a 100 mm/die.



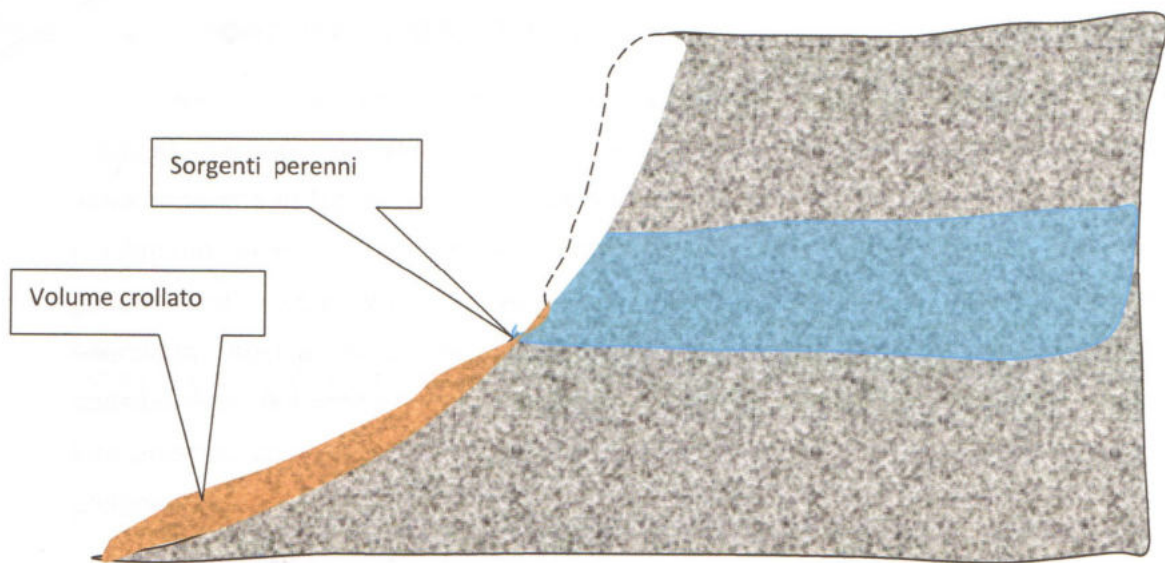


Fig. n. 182: morfologia dopo il crollo naturale per effetto della pressione idrodinamica della falda freatica.

24 – UNA SIGNIFICATIVA PIETRA DELLA BESSA.

A poche decine di metri dalla sorgente “Dal Büro”, lungo il percorso denominato “Ciapei Parfundà”, venne trovata la seguente pietra (*Fig. 183-184*); trattasi di un Granito varietà “ *Protogino*”, originario del massiccio del Monte Bianco, presenta una struttura granulare grossolana nella quale sono presenti grossi cristalli di ortoclasio ($K [Al Si_3O_8]$), quarzo e mica verde che rappresenta la componente femica¹¹ accessoria¹².

La caratteristica di tale “Sasso” è che presenta una forma perfettamente circolare del diametro di circa 30 cm con una sezione trasversale ellissoidica con uno spessore di circa 13 cm il suo peso è di 14 chilogrammi. Mentre la forma ellissoidica è morfologicamente compatibile col rotolamento in una corrente torrentizia la forma perfettamente circolare non lo è in quanto presupporrebbe che durante la sua formazione il concio lapideo abbia subito un trasporto per rotolamento stando “*in equilibrio*” e in posizione perfettamente verticale lungo la sezione maggiore (*Piano di simmetria*)¹³ per diversi chilometri, la qual cosa la ritengo impossibile a causa della disomogeneità dell’alveo torrentizio e della sua morfologia alquanto complessa.

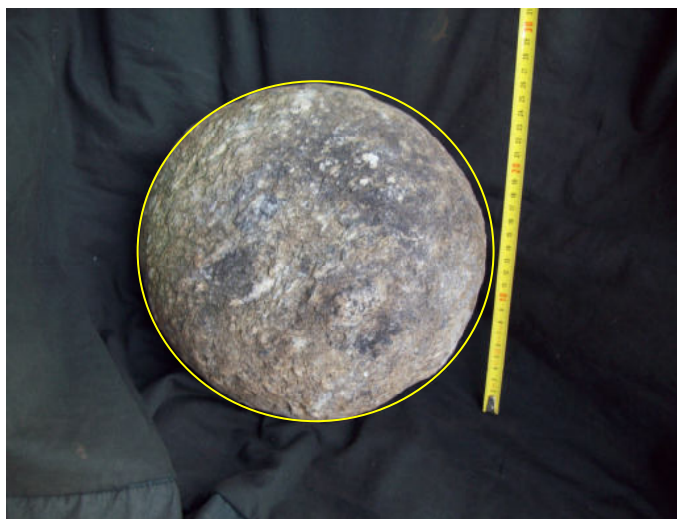


Fig. n. 183

¹¹ Minerale di colorazione scura per presenza di ferro e magnesio.

¹² Di minerale che si può trovare in una roccia generalmente in piccola percentuale.

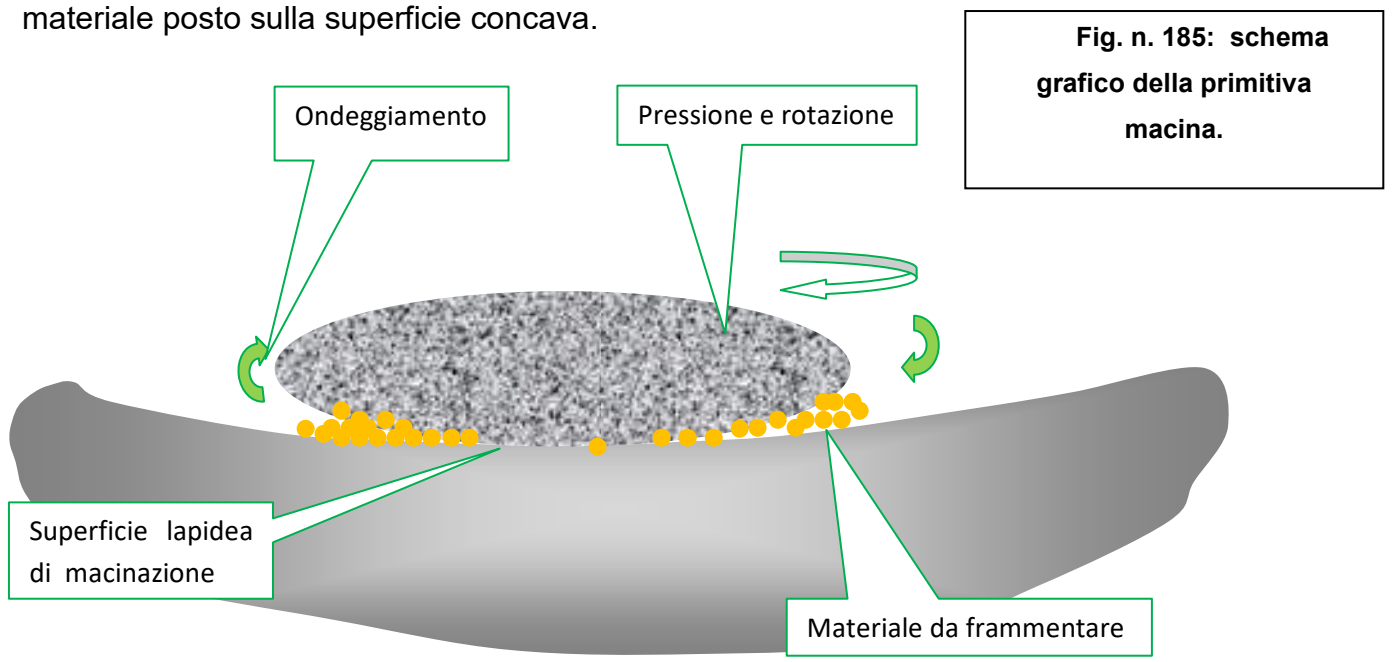
¹³ E' un piano immaginario che attraversa un oggetto dividendolo in due parti specularmente simmetriche, cioè ricopribili per riflessione rispetto al piano stesso.



Fig. n. 184

E' parere dello scrivente che tale particolare caratteristica morfometrica sia di origine antropica; e qui sorge la domanda " *Ma a che cosa poteva servire una pietra di queste dimensioni e con tale forma?*"

Ritengo che sia una primitiva macina e per provare tale ipotesi è sufficiente porre su di una superficie piana o leggermente concava dei cereali e fare ruotare la pietra; questa ruoterà facilmente e la rotazione, unitamente all'ondeggiamento causato dalla tensione esercitata lateralmente sulla superficie della pietra, macinerà rapidamente i cereali o altro materiale posto sulla superficie concava.



A questo punto, nella ragionevole ipotesi che oltre all'oro sia stata coltivata anche la quarzite per la produzione del vetro, sorge una seconda domanda: “ *Ma tale primitiva macina poteva esser anche utilizzata per macinare la quarzite?* La risposta la ritengo affermativa; è sufficiente frantumare un ciottolo di quarzite sino a ridurlo in piccoli frammenti porli tra la macina e una superficie debolmente concava, possibilmente granitica, ruotare la macina e in breve tempo i frammenti di quarzite vengono ridotti alle dimensioni della sabbia, la successiva mescola con altre sostanze conduce alla produzione del vetro. In una circoscritta area compresa tra la sorgente “ Dal Büro” e la sorgente “Dal Catulin” , lungo il percorso del “Ciapei par fundà” , sono state trovate altre due pietre analoghe, forse ciò dimostra che in Bessa veniva prodotto il vetro? E' molto significativo notare come i ciottoli di quarzite possono essere facilmente frammentati, prima surriscaldandoli sino ad incandescenza in normali bracieri eseguiti nelle numerose fosse circolari presenti nella massa dei ciottoli e buttandoli successivamente in acqua fresca, il ciottolo si frammenterà sino a ridursi in dimensioni variabili da quelle della sabbia a quelle di una noce, è sufficiente un leggero colpo per frantumare ulteriormente i frammenti più grandi, passando tutto entro la primitiva macina si ottiene facilmente e rapidamente una sabbia quarzosa. Le seguenti foto evidenziano tale processo di frammentazione termica.

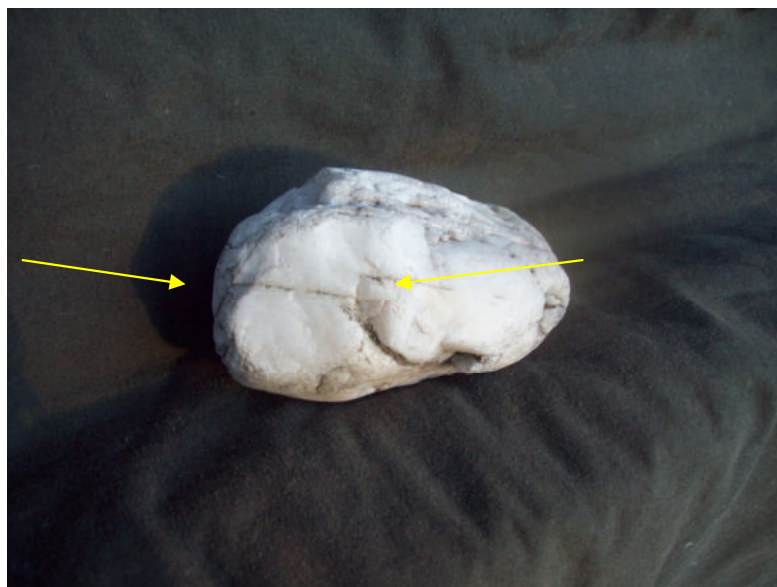


Fig. n. 186 : ciottolo quarzítico delle dimensioni massime di 8 cm. Posto entro un braciere in breve tempo diventa incandescente buttato in acqua fredda si frammenta. Le deboli fratture formazionali (freccia gialla) facilitano la frammentazione del ciottolo.



Fig. n. 187 : frammentazione termica del stesso ciottolo. Grazie ad una leggera pressione le dimensioni maggiori dei frammenti si riducono a quelle di una sabbia facilitandone la fusione e la produzione del vetro.



Fig. 188: parte basale di una antica macina, la evidente concavità della pietra favorisce la minuta frammentazione del materiale e il suo concentrazione al centro. (Provenienza deserto algerino).

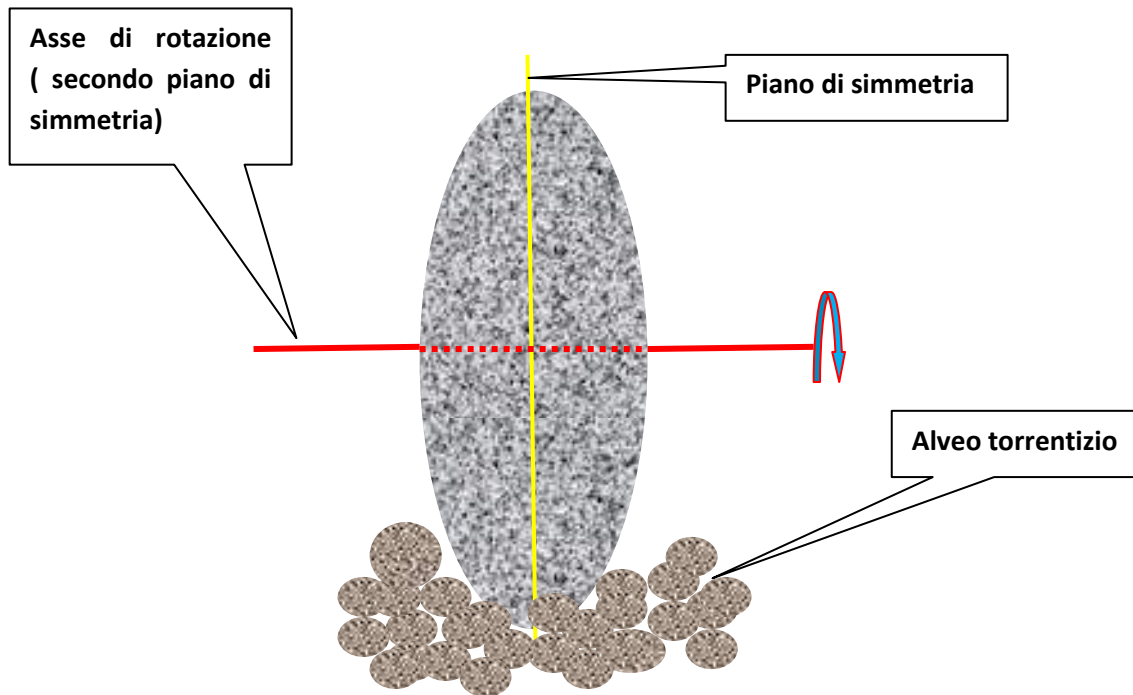


Fig. n. 189: è evidente come sia impossibile un rotolamento lungo l'asse di rotazione con il piano di simmetria costantemente verticale per diversi chilometri entro un alveo torrentizio a causa della disomogeneità del fondo per la presenza di ciottoli decimetrici e la disomogenea pressione dell'acqua sulle superfici laterali del ciottolo.

Includo nel testo altri due "*Strani sassi*" trovati dallo scrivente in Bessa, non voglio dare alcun commento ma sicuramente fanno riflettere e una loro spiegazione dovrebbe essere non solo geologica ma interdisciplinare.



Fig. n. 190: frammento di quarzite trovato in Bessa con tracce di fusione superficiale



Figg. nn. 191 – 192: frammento roccioso o scoria di natura e origine ignota che presenta tracce di fusione nella sua parte basale. Frammenti trovati in Bessa

25 - UN RAPPRESENTATIVO CUMULO.

Coordinate (N45 29.110 E8 02.270 - 45° 29' 6.65" N 8° 02' 16.01"E - altezza 346 m.l.m. ca.).

Lungo il percorso denominato " Ciapej parfundà", a 800 mt ca. dall'area posteggio visibile nella seguente figura, è presente un cumulo di ciottoli con un'altezza di 6/7 metri, dal quale affiorano due massi erratici di circa 1 mc con superfici arrotondate (Fig. n.194-195) ; un terzo masso, anch'esso con superfici arrotondate e con un volume superiore, è presente a breve distanza, a pochi metri da esso è visibile un quarto masso erratico con superficie non arrotondata del volume approssimativo di 10 metri cubi.

Tale caratteristica unità morfologica e sedimentaria è frequentemente presente in Bessa, ossia cumulo di ciottoli con inglobati massi erratici alcuni dei quali con superfici arrotondate prossimi a erratici di maggiori dimensioni a superficie scabre.



Fig. n. 193 : traccia del percorso per raggiungere il cumulo di ciottoli partendo dal posteggio prossimo alla casa di accoglienza della Riserva naturale della Bessa.



Fig. n. 194 : affioramento di due massi erratici con superfici arrotondate.

Per questa particolare unità morfologica e sedimentaria si danno due interpretazioni, la prima di "*Origine Antropica (Romana)*" la seconda di "*Origine naturale*"; sta al Lettore scegliere l'interpretazione che maggiormente trova più corretta secondo il suo pensiero, conoscenza storica e geologica della Bessa.

ORIGINE ANTROPICA (Romana).

La successione degli eventi antropici sembra essere la seguente:

I Romani o chi per essi nella loro ricerca aurifera avrebbero spostato e successivamente accatastato migliaia di ciottoli presenti alla base dei massi erratici, successivamente "*in qualche modo*" e "*per qualche motivo*" avrebbero preso gli erratici (*del presumibile peso di 2 tonnellate ciascuno*) e li avrebbero adagiati sui ciottoli decimetrici; con un successivo ed inspiegabile sforzo avrebbero ricoperto parzialmente i massi con il resto dei ciottoli mobilizzati portando il tutto ad una altezza di circa 7 metri dal punto ove è visibile la traccia di un sentiero.

ORIGINE NATURALE.

Per giustificare tale origine naturale si devono tenere presenti le seguenti considerazioni glaciologiche, fluvioglaciali e conseguentemente morfologiche:

- a monte era presente un imponente ghiacciaio alto centinaia di metri (600/800 mt);
- durante i periodi caldi il ghiacciaio si scioglieva e un imponente torrente glaciale, presumibilmente di migliaia di metri cubi al secondo, emergeva alla base dello stesso trascinando nel suo parossistico movimento tutto ciò che incontrava ovvero ciottoli e massi erratici di minori dimensioni asportando completamente le granulometrie minori (*argilla, limo, sabbia, ghiaia, terreno*) ; per avere un'idea di tale parossistico fluire del torrente glaciale si vadano a visionare (*su Internet*) i flussi torrentizi dei ghiacciai prossimi al Perito Moreno in Argentina (*Parco dei Ghiacciai*) o quello fluente dal ghiacciaio Vatnajokull in Islanda a seguito dell'eruzione del sottostante vulcano,
- Poiché i due erratici sono inglobati entro la massa dei ciottoli decimetrici è evidente che sono stati trasportati contemporaneamente ad essi e con una velocità di flusso superiore ai 5 mt/s; le superfici arrotondate dei due erratici dimostrano il loro avvenuto trasporto per rotolamento coevo a quello dei ciottoli;
- gli erratici a maggiori dimensioni (circa 10 mc) non venivano trasportati poiché la velocità della corrente non era tale da determinarne il rotolamento che avrebbe trasformato la superficie scabra (*caratteristica dei massi erratici che non hanno subito un intenso rotolamento*) in superficie arrotondata. (V. Fig. n. 195).



Fig. n.195: il masso A ha subito un minimo trasporto per rotolamento per cui le sue superfici sono arrotondate il masso B, essendo di maggiori dimensioni, non ha subito un trasporto per rotolamento e le sue superfici rimaste sono scabre.

La dinamica evolutiva può essere così rappresentata

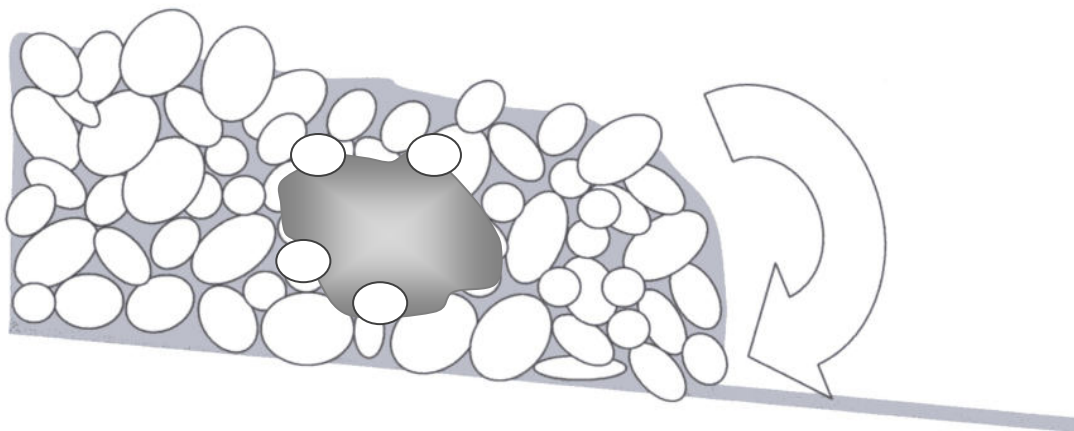


Fig. n. 196 : Sedimento ciottoloso in parossistico rotolamento per elevata velocità di flusso inglobante erratico di circa 1 mc , il contemporaneo rotolamento con la matrice ciottolosa determina l'arrotondamento della superficie. Al cessare dell'evento parossistico il deposito ciottoloso si presenta come visibile nella precedente Fig. n. 194. Una analoga fenomenologia deposizionale avviene attualmente entro l'alveo del Torrente Cervo in corrispondenza dell'abitato di Biella Chiavazza ogniqualvolta il torrente è in piena.

26 – I MASSI CICLOPICI.

Oltre a quelli presenti su lembi residuali morenici spesso massi ciclopici del volume di oltre 10 mc e del peso prossimo o superiore a 30 tonnellate si trovano posizionati sopra imponenti accumuli di ciottoli decimetrici come per esempio quello visibile nella seguente foto .



Fig. n. 197-198: masso ciclopico di circa 3 mc depositatosi sopra un lungo (80 mt) e alto accatamento ciottoloso ; la base del cumulo è inferiore di circa 10 metri rispetto alla quota del masso.

Tale masso è possibile vederlo alle seguenti Coordinate geografiche.: 45°29'3.19"N 8° 2'24.46"E



Figg. 199-200: altri massi ciclopici superiori alle 30 tonnellate posizionati sopra imponenti cumuli di ciottoli; sicuramente non sono stati posizionati per opera dell'uomo.

Nelle seguenti figure 201-202 viene illustrata la modalità del loro posizionamento sopra gli accumuli ciottolosi.

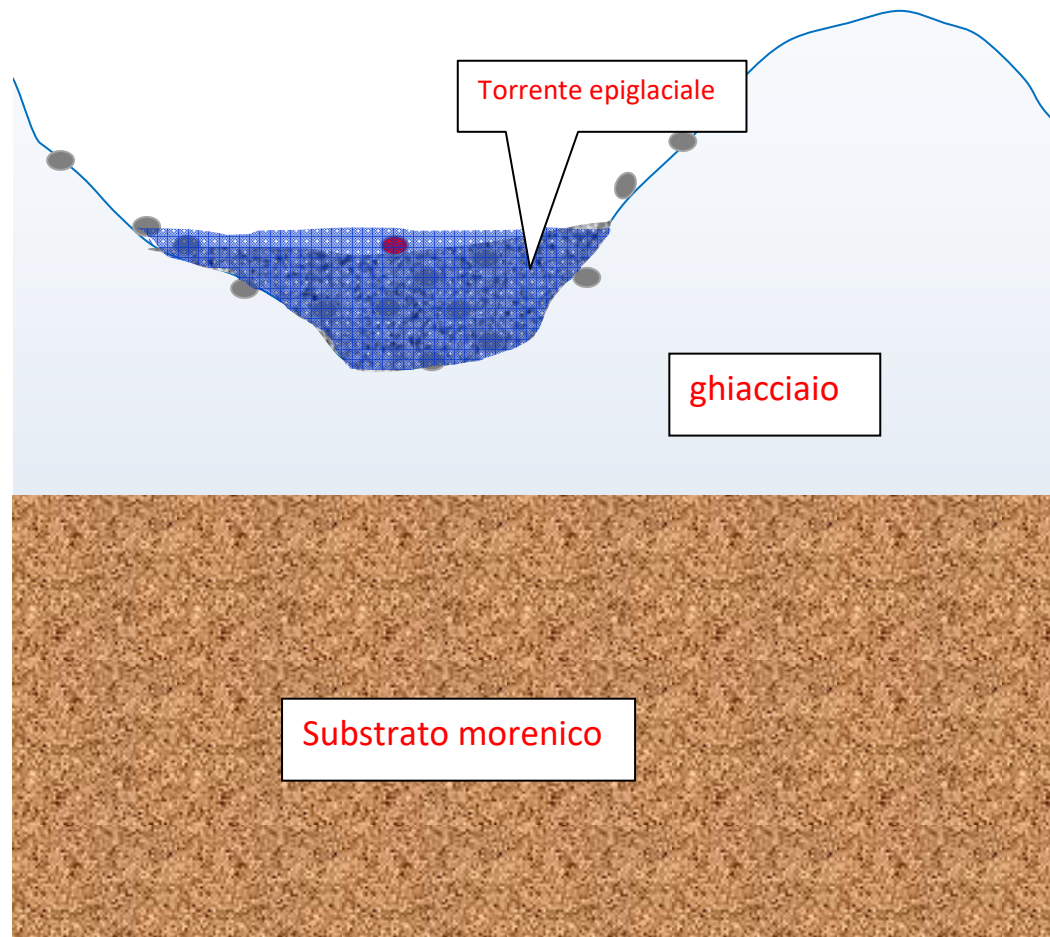


Fig. n. 201: un torrente epiglaciale (ossia fluente sopra il ghiacciaio) a seguito del disgelo estivo scorre impetuosamente trascinando detriti eterogenei ed eterometrici a prevalenza ciottolosa compreso trovanti di diversi metri cubi precipitati entro l'alveo dagli effimeri versanti del ghiacciaio. Se il masso ciclopico subisce un rotolamento i suoi spigoli vengono smussati altrimenti gli spigoli rimangono scabri .

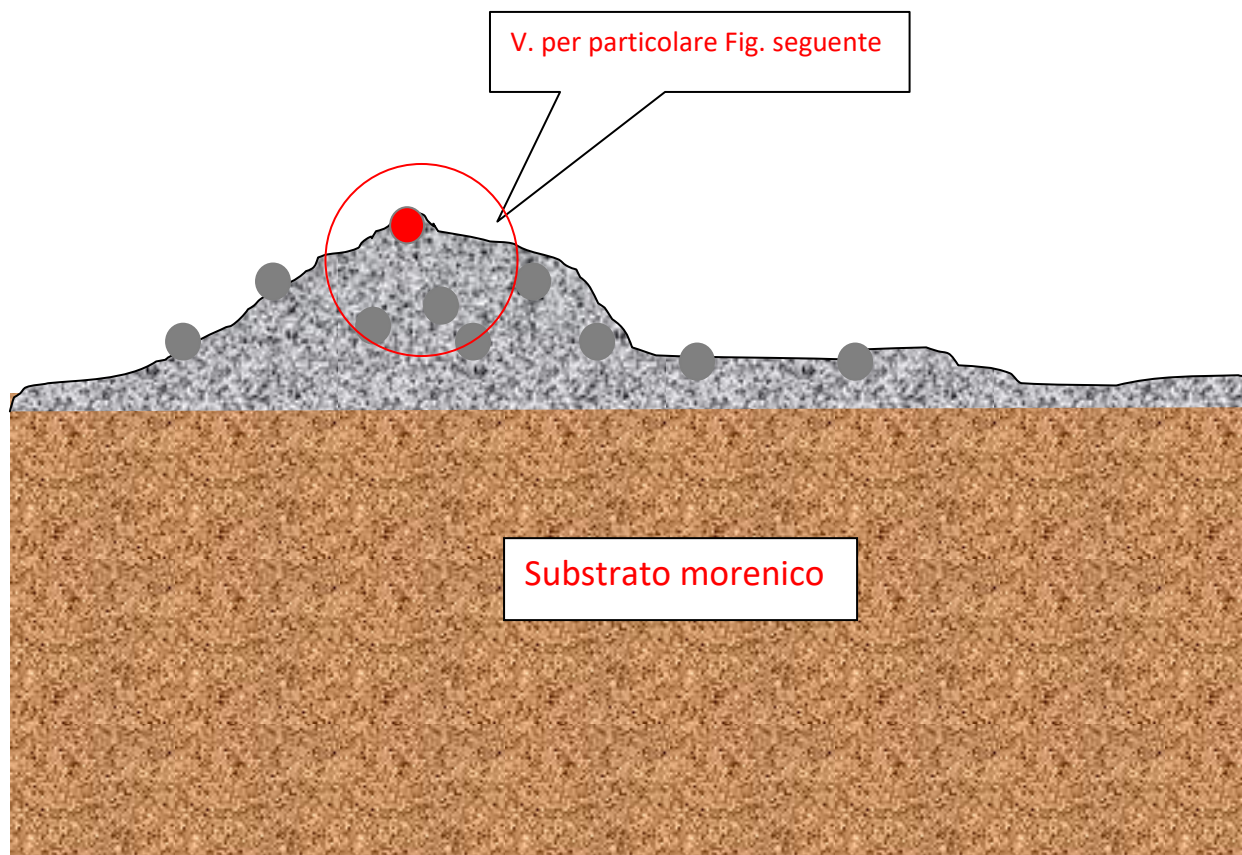


Fig. n. 202: Quando il ghiacciaio si scioglie i trovanti giacenti nell'alveo effimero del torrente glaciale possono trovarsi affioranti tra i ciottoli o isolati semplicemente sopra i ciottoli stessi come quello visibile nelle precedenti figure. Tutte le granulometrie minori dei ciottoli decimetrici (ghiaie, sabbie, limi, argilla) vennero già allontanate in precedenza durante il flusso torrentizio epiglaciale o trascinate in profondità entro la massa ciottolosa che funziona come un "setaccio naturale"; in una fossa cilindrica profonda 1,5 mt ca. (di evidente natura antropica) presente in prossimità del masso ciclopico visibile nelle precedenti foto si può notare che sul fondo è presente una granulometria sabbioso ghiaiosa frammista a ciottoli evidente segno del processo selettivo anzi descritto. La successione litostratigrafica è indicativamente visibile nella successiva figura.

Tale fenomeno geomorfologico si chiama "Inversione del rilievo".

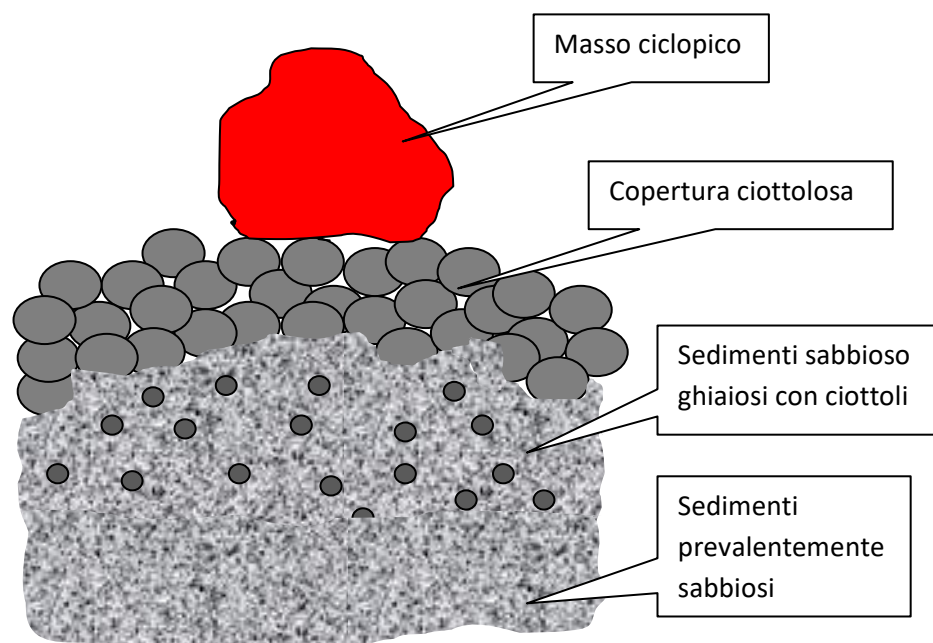


Fig. n. 203: sezione litostratigrafica indicativa e semplificata del cumulo ciottoloso visibile nelle precedenti immagini. Tale selezione litostratigrafica è pressochè presente in tutti gli accatastamenti ciottolosi alcuni dei quali resi ancor più complicati dal fenomeno del "Pushing moraine".

27 - PER CONOSCERE MEGLIO I CIOTTOLI.

IPOTESI PROGETTUALE DI UN MUSEO LITOLOGICO MINERARIO DELLA BESSA.

Finalità dell'area museale.

Il piccolo museo, composto solamente da 4/5 stanze, avrebbe la finalità di fare conoscere meglio i ciottoli della Bessa maggiore caratteristica di un paesaggio unico nel Piemonte e caratteristico della provincia di Biella. Tali ciottoli non sono unicamente una caotica massa di grigie ed anonime pietre ma piccoli scrigni che nascondono inaspettate caratteristiche per nulla conosciute dalla maggior parte delle persone che frequentano l'insolito paesaggio biellese. Nulla è mai stato detto in merito se non scarse e ripetute analisi. Con questo insolito allestimento si entrerebbe nell'intima struttura della materia rocciosa guardandola ed ammirandola in un modo assolutamente insolito e scientificamente stimolante. Non ci si dovrà addentrare in dotte disquisizioni tecnico scientifiche ma descrivendo "*il minimo*" si cercherà di stimolare la fantasia e la curiosità del visitatore nella speranza che singolarmente vada alla ricerca di alcune terminologie o caratteristiche che compariranno nella esposizione. Sappiamo, grazie alle precedenti pubblicazioni, che la tipologia di rocce che caratterizzano i ciottoli della Bessa sono:

1. **GRANITO A GROSSI CRISTALLI**
2. **SERPENTINITE**
3. **METAGABBRI**
4. **GNEISS**
5. **ECLOGITE**
6. **MICASCISTO**
7. **QUARZITE**
8. **ANDESITE**
9. **GRANULITE**
10. **ANFIBOLITE A BIOTITE, ORNEBLENDA, GRANATO E PLAGIOCLASIO**

Come detto la piccola struttura museale potrebbe essere costituita indicativamente da quattro stanze così strutturate ognuna con un diverso grado di dettaglio:

STANZA PRIMA.

Pareti:

Sulle pareti vengono proiettate (*a parete intera*) immagini in movimento registrate in loco o con drone; il visitatore rimarrà un pò “*frastornato*” in quanto le immagini in movimento lo coinvolgeranno visivamente per il notevole realismo delle stesse. Il percorso (*lo stesso ma rappresentato nelle diverse stagioni*) potrà iniziare entro il bosco per passare successivamente tra i cumuli di ciottoli, inoltrarsi nuovamente nel bosco per passare vicino a una sorgente caratteristica (*Es. Sorgente di Pè : caratteristica per la sua particolare struttura architettonica*) per poi fare ritorno sui ciottoli. Il percorso ottimale ritengo possa essere quello che passando vicino alla cosiddetta “*Cà dal Gino*” conduce alla “*Sorgente del Buchin*”.

Cartello esplicativo retroilluminato:

Testo – “ *i ciottoli della Bessa si presentano al visitatore con un aspetto grigiastro piuttosto monotono di dimensioni pressochè uniformi (monometriche) con un diametro medio di circa 25 cm. L’ ossidazione superficiale, le radiazioni solari e la crescita in superficie di muschi e licheni hanno conferito ai ciottoli il caratteristico e uniforme colore. Solamente la notevole estensione planimetrica dei cumuli e la loro uniformità dimensionale attirano e stupiscono l’attenzione del visitatore che spesso esprime la sua impressione con la semplice espressione “ Che paesaggio strano Affascinante!” dimostrando incredulità, stupore e meraviglia e ponendosi domande sulla loro genesi. La mancanza di una idrografia superficiale alimenta questa sensazione di stupore ed interesse che aumenta quando improvvisamente tra i ciottoli spunta inaspettatamente una sorgente perenne che antiche mani esperte e “gole assetate” hanno regimato con semplici ma efficaci strutture di architettura spontanea utilizzando gli stessi ciottoli “*

STANZA SECONDA.

Pareti:

in tale stanza vengono proiettate, su ogni parete (*a parete intera*), immagini dei 10 litotipi che si trovano in Bessa con la loro superficie naturale grigiastra e foto di sezione tagliata e lucidata grazie alla quale, con adeguata luminosità e ingrandimento, è già possibile notare la presenza di diversi minerali caratterizzati da diversi colori.

Cartello esplicativo retroilluminato:

testo – “ sezionando il ciottolo il suo superficiale grigiore si trasforma in una serie di piccole macchie informi colorate costituite dai diversi minerali che , in una massa compatta e tenace, formano la struttura della roccia che forma il ciottolo. Ma con quale criterio si danno nomi diversi alle diverse rocce? Addentriamoci dentro la roccia ma non troppo facendo una semplice ma importante operazione...”

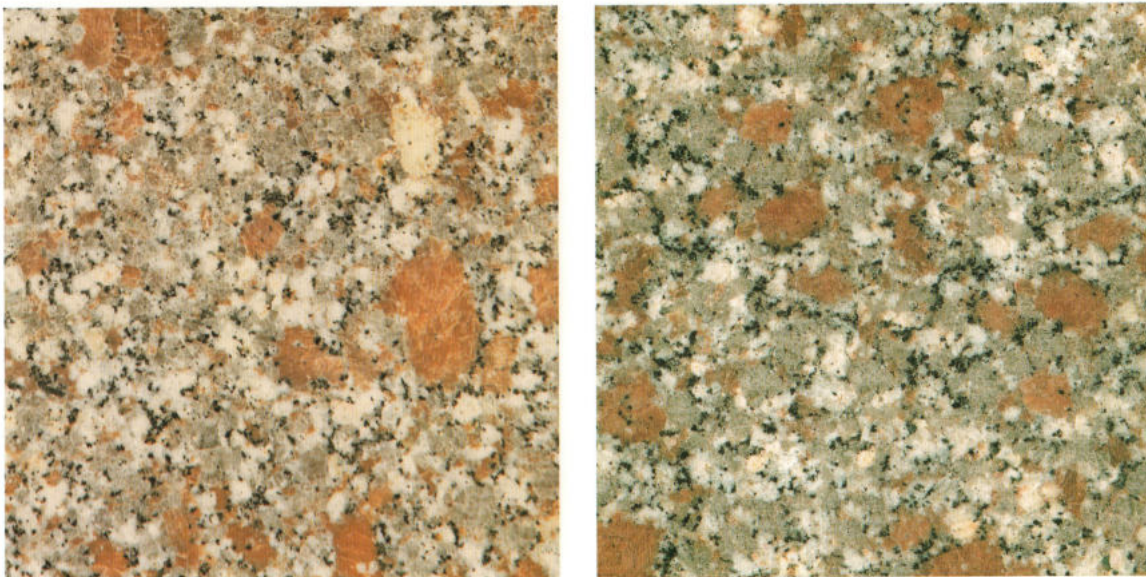


Fig. n. 204 : esempio di rocce tagliate e lucidate; sia il taglio che specialmente la lucidatura mettono in evidenza i minerali che le costituiscono ad ogni colore corrisponde un diverso minerale; il loro diverso cromatismo, la loro diversa durezza e la loro diversa lavorabilità determinano se una roccia può avere o meno interesse commerciale. (Da **NATURAL STONES** Marble Granite Limestone Directory – Ed. Studio Marmo) .

TERZA STANZA.

Lo studio e classificazione delle rocce viene generalmente eseguito con diversi metodi e con diversi gradi di precisione ma anche “*ad occhio*” direttamente sul terreno ma dopo una notevole esperienza e conoscendo la storia geologica del territorio che si visita, ma il metodo principale lo si esegue in laboratorio studiando le cosiddette “*Sezioni sottili*”:

Cartello esplicativo retroilluminato:

Una piccola fetta di roccia viene incollata su di un vetrino da laboratorio e ridotta per abrasione ad uno spessore di poche decine di micron in modo tale che quasi tutti i minerali della roccia risultano trasparenti alla luce trasmessa. Dopo tale processo piuttosto lungo e delicato la fettina di roccia viene esaminata al microscopio da mineralogia sia con luce naturale che con luce polarizzata. Dalle caratteristiche ottiche dei diversi minerali, dalla loro struttura reciproca e dalle diverse percentuali degli stessi si passa, in ultimo, alla vera e propria classificazione della roccia.

Sulle pareti di questa terza stanza vengono proiettate immagini di “*Sezioni sottili*” con descrizione della metodologia da parte di un Operatore o Docente. Su una parete vengono proiettate immagini di “*sezioni sottili*” sia in luce naturale che in luce polarizzata, immagini eseguite al microscopio polarizzatore in rotazione al fine di ottenere il classico effetto che ricorda vagamente le immagini visibili con un “*Caleidoscopio*”. Seguirà breve descrizione di come si stabilisce la tipologia mineralogica di una roccia e la conseguente definizione e classificazione della stessa (percentuale dei minerali, caratteristiche ottiche, tessitura, minerali principali, minerali accessori, minerali accidentali, ecc.)

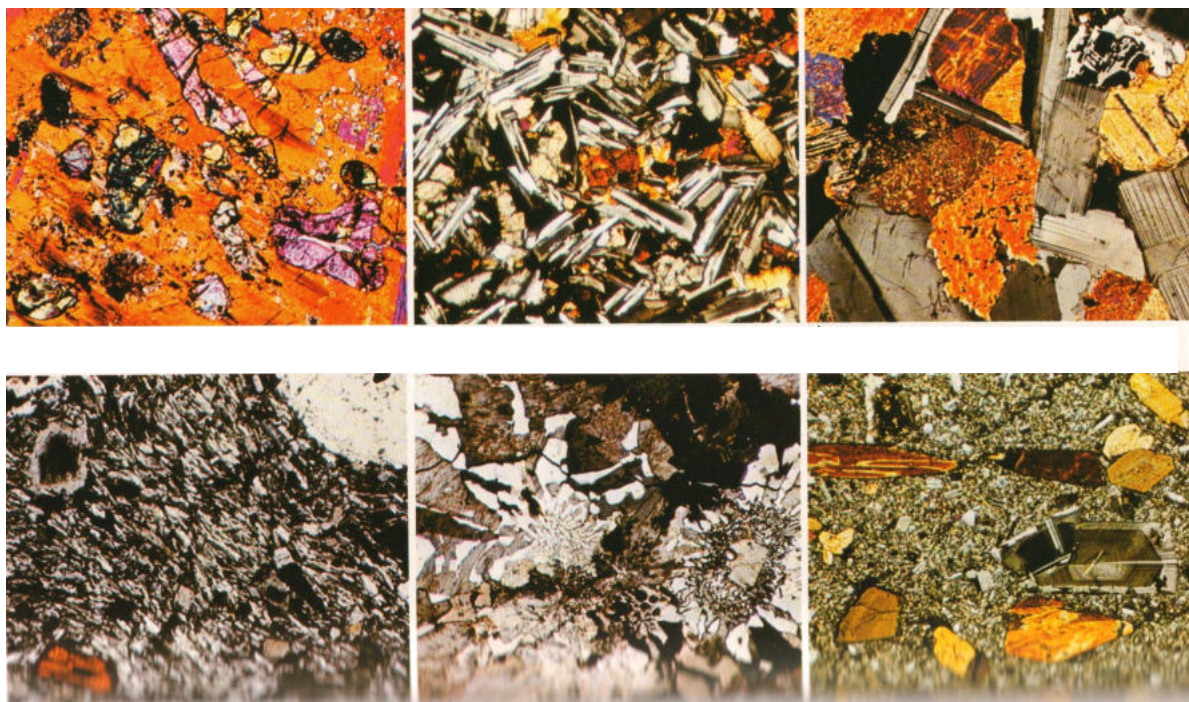


Fig. n. 205 : Classici esempi di sezioni sottili visionata al microscopio in luce polarizzata. Generalmente ad ogni colore corrisponde un diverso minerale, la loro diversa percentuale e il loro diverso rapporto determina il “Nome” della roccia. (Da “Minerali e Rocce” – Annibale Mottana, Rodolfo Crespi, Giuseppe Liborio – Ed. Mondadori).

QUARTA STANZA.

STANZA DEI CRISTALLI.

In varie bacheche verranno poste i ciottoli sezionati e lucidati visti nelle immagini precedentemente proiettate, verranno descritte sommariamente secondo le classificazioni dedotte dallo studio delle “Sezioni sottili” viste nella stanza precedente. Per ogni tipo di roccia verranno indicate ma non descritte le seguenti caratteristiche:

Tipo di roccia: es. “Roccia magmatica intrusiva”.

Suo chimismo: es. “acido”

Aspetto generale: colore in massa da grigio chiaro a grigio scuro ecc. ecc.

Ambiente geotettonico di formazione (valle d’Aosta massiccio del Monte Bianco o altro)

Eventuale interesse pratico: es. materiale da costruzione anche in lastre lucidate ecc.

Caratteristiche fisiche: peso specifico, carico di rottura a compressione eventuali altri se disponibili.

Intorno alla roccia sezionata e lucidata esposta in bacheca verranno esposti, perimetralmente ad essa, i campioni di minerali che compongono la roccia presentati nel loro abito cristallino (*cristalli da collezione*) in quanto nella roccia gli stessi sono presenti in una massa uniforme compatta apparentemente non cristallina (*solo grazie alle precedenti sezioni sottili guardate al microscopio è possibile a volte notare precise forme geometriche di cristallizzazione*). I cristalli potranno avere una piccola descrizione e una immagine geometrica della loro struttura cristallina

ESEMPIO DI ESPOSIZIONE DI UNA ROCCIA PRESENTE IN BESSA.

GRANITO A GROSSI CRISTALLI (presente abbondantemente in Bessa)

TIPOLOGIA: Roccia magmatica intrusiva ovvero formatasi per consolidamento e lento raffreddamento di un magma a grandi profondità; la lentezza del raffreddamento porta alla formazione di alcuni grossi cristalli dei minerali che la compongono. N.B. le 11 immagini che seguono sono state tratte da “Minerali e Rocce” – Annibale Mottana, Rodolfo Crespi, Giuseppe Liborio – Ed. Mondadori.

MINERALI PRINCIPALI sono quelle che stabiliscono la tipologia della roccia (Litotipo):

1-Quarzo

2-Ortoclasio

3-mica biotite

MINERALI ACCESSORI ossia che si possono o meno trovare, ma in limitata percentuale, nella struttura rocciosa

4-Magnetite

5-Apatite

6-Pirite

7-Zircone

8-Tormalina

MINERALI ACCIDENTALI ossia minerali che casualmente possono essere presenti nel granito ma la loro presenza o mancanza non varia la definizione della roccia:

9-mica muscovite

10-Orneblenda

11-granato.



Fig. n. 206 : schema espositivo di tipologia di roccia presente in Bessa.

N.B. si ritiene che la descrizione delle caratteristiche fisiche dei campioni debbano essere limitate quasi elementari al fine di far nascere nel visitatore la curiosità per ciò che sta visionando e stimolarlo ad una sua eventuale ricerca personale; se le spiegazioni sono troppo lunghe ed esaustive potrebbero essere noiose e poco stimolanti per una successiva ricerca autogestita.

I CAMPIONI DI MINERALI DOVRANNO PRESENTARE DIMENSIONI RIDOTTE (MAX 10 CM) MA STRUTTURALMENTE PERFETTI IN MODO TALE DA EVIDENZIARE LA NETTA DIVERSITA' TRA MINERALE IN ROCCIA E MINERALE CON IL SUO ABITO CRISTALLINO.

28 – LE PIETRE COLORATE.

E' evidente che è l'aspetto morfologico della Bessa ad attrarre prepotentemente il visitatore che per la prima volta entra nella Bessa, le estese coperture ciottolose lo lasciano incredulo e pensieroso ma passa poco tempo e lo sguardo si perde in questo mare di ciottoli grigiastri e sicuramente monotoni; l'ossidazione superficiale, le radiazioni solari, l'attecchimento di muschi e licheni hanno fatto sì che gli originali colori dei ciottoli si siano uniformati in un unico colore grigiastro. Ma non è così! Con un minimo di attenta e paziente ricerca possiamo vedere come le pietre della Bessa siano colorate. Nelle figure seguenti vengono riportate foto nelle quali risaltano alcuni veri colori nascosti della Bessa.

Tali colori corrispondono a diversi minerali o a inclusioni entro i ciottoli di quarzite che fino agli anni cinquanta del secolo passato rappresentavano la maggiore caratteristica del vasto territorio della Bessa. A metà del secolo scorso si parlava poco o nulla delle antiche miniere romane e i pochi turisti che visitavano la Bessa andavano a vedere "Le Pietre Bianche".



FIG. n.207

1 - ANDESITE (viola)

2 - SERPENTINITE (verde)

3 - RODONITE (rosa)

4 - MAGNETITE (nero - con
piccolo magnete)

5 - quarzite (bianca, gialla,
rosa, rossa)



Fig. n. 208 - CIOTTOLO SFEROIDALE DI ECLOGITE (con minerali verdi, rossi e grigio-bluastr).



Fig. n. 209: bellissimi cabochon di quarzite gialla e rossa della Bessa. La cosa interessante è che derivano tutti dallo stesso ciottolo; forse i Romani oltre all'oro utilizzavano i ciottoli policromi di quarzite per fare gioielli?

29 - ESSERE PIETRE IN BESSA: CHE ROTTURE!

Tutto sembra statico, grigio, monotono anche se spettacolare specialmente per quelle persone che per la prima volta arrivano in Bessa, ma in realtà e con una lentezza esasperante la superficie della singolare pietraia biellese si trasforma; sono sufficienti quelli che vengono chiamati Agenti Atmosferici per spaccare, solubilizzare, trasformare chimicamente ed erodere tutte le varie tipologie di rocce che vediamo in Bessa. Solamente le Serpentiniti e le Quarziti sembrano “Immortali”.

In generale tali agenti atmosferici o Atmosferili con i loro composti chimici, specialmente veicolati dall'acqua meteorica, rappresentano la maggiore responsabile del disfacimento di una roccia unitamente a tutte quelle sostanze inquinanti, sia naturali che antropiche, che ormai tutti conosciamo e che nell'era industriale hanno assunto una grande e preponderante concentrazione. Chiamandosi Atmosferili è evidente che il tutto è intimamente correlato ai vari fenomeni meteorici ossia pioggia (più o meno acida), escursioni termiche (formazione di ghiaccio o riscaldamento) e il vento con conseguente trasporto di particelle più o meno grandi. Tutti questi fenomeni concorrono a modificare le formazioni geologiche come sono in definitiva i singolari ciottoli della Bessa.

Gli agenti atmosferici agiscono congiuntamente e sono sostanzialmente di due tipi ossia trasformazioni meccaniche (disgregazione) e trasformazioni chimiche (alterazione).

Senza entrare nello specifico e nell'eccessivamente specialistico vengono di seguito visualizzati i fenomeni che maggiormente si vedono in Bessa; è evidente che tali fenomeni distruttivi della roccia dipendono sia dal chimismo della stessa e dalla sua storia formazionale (tessitura, struttura, temperatura e pressione di formazione).



Fig. n. 210: Rocca metamorfica con elevato contenuto in quarzo e con evidenti piani di scistosità lungo i quali sono presenti particolari minerali, come le miche, che favoriscono la rottura lungo i piani stessi a seguito di alternanza di dilatazioni e contrazioni termiche ossia da un eccessivo riscaldamento (termoclastismo) che da un prolungato gelo (crioclastismo). E' sufficiente un sia pur minima filtrazione di acqua che a causa di fenomeni gelivi ripetuti la pietra si spacca lungo i piani di scistosità.



Fig. n. 211: Rocca eclogitica: tale roccia presenta una notevole quantità di granati, minerale particolarmente alterabile dagli agenti atmosferici (acqua con ossigeno e anidride carbonica) , i granati si alterano facilmente trasformandosi in ossido di ferro che viene facilmente asportato sia dall'acqua meteorica che dal vento.



Fig. n. 212: Roccia eclogitica nella quale quasi tutti i cristalli di granato si sono alterati e successivamente asportati per semplice dilavamento.



Fig. n. 213: Roccia granitica spaccatasi per azione del gelo (crioclastismo) per presenza di una frattura formazionale.



Fig. n.214: Bel esempio di esfoliazione su roccia silicea; il surriscaldamento della superficie e la sua diversa dilatazione termica rispetto alla parte più interna ha portato allo stacco netto della parte più superficiale del ciottolo.



Fig. n. 215: Rocca di origine metamorfica, l'eccessiva presenza di minerale ferroso lungo piani di scistosità ha portato la stessa ad un disfacimento quasi completo sino a fare assumere alla roccia l'aspetto di un vecchio pezzo di legno.



Figg. nn. 216-217: Rocca probabilmente analoga alla precedente nella quale la graduale disgregazione è quasi totale e prossima a trasformarsi in vero e proprio suolo.



Fig. n. 218: Rocca eclogitica nettamente spaccata lungo due superfici di scistosità per presenza di minerali iso-orientati.



Fig. n. 219: Rocca granitica fratturata per azione crioclastica lungo una frattura formazionale.

30 - IL VETRO DELLA BESSA.

A seguito della ragionevole ipotesi che i Romani coltivassero, oltre all'oro, anche le "Pietre bianche" di purissima silice per la produzione del vetro, nel mese di Marzo (2016), su idea del Collega Geol. Dr. Fabio Granitzio, prospettore con specifica esperienza internazionale sia nel settore delle materie prime per vetreria che nel settore delle ricerche aurifere presso una multinazionale, e con la indispensabile collaborazione dei Tecnici di laboratorio della Minerali Industriali di Novara che hanno provveduto ad un'analisi chimica di un ciottolo di quarzite, si è proceduto alla artigianale sperimentazione per la produzione del vetro tramite l'utilizzo delle materie prime direttamente reperibili in Bessa o nelle sue immediate vicinanze.

Tale sperimentazione non vuole dimostrare che i Romani producessero il vetro con il quale sono state eseguite le bellissime suppellettili trovate nella necropoli di Cerrione ma semplicemente evidenziare che per i Romani era possibile e relativamente semplice produrlo.

Si evidenzia che le sperimentazioni sono state fatte adottando metodi assolutamente artigianali ed empirici in quanto si ritiene che, in tempi molto antichi, la formazione del vetro sia stata ottenuta casualmente e successivamente prodotta con metodologie assolutamente molto semplici utilizzando bracieri o fornaci di manifattura artigianale. Lo scrivente non ha trovato alcun schema di fornace se non quelli evidenziati nella precedente figura n. 123 (tipologie di fornaci utilizzate per la metallurgia del rame).

Nelle seguenti pagine verranno riproposte immagini già viste semplicemente per rendere più agevole la lettura.

Le materie prime direttamente reperibili in Bessa sono sostanzialmente le seguenti:

- Quarzite in ciottoli eterometrici, principale componente del vetro;
- scaglie d'oro e magnetite (Fe_3O_4) reperibili tramite lavaggio della sabbia utilizzati per la colorazione del vetro;

- ciottoli eterometrici di Rodonite ($\text{Ca Mn}_4 [\text{Si}_5\text{O}_{15}]$), proveniente probabilmente da giacimenti primari di Saint Marcel (Valle d'Aosta), l'elevato valore dell'indice di smussamento, prossimo a 190, confermerebbe tale ragionevole ipotesi, il minerale poteva essere utilizzato per la decolorazione del vetro per la presenza di Mn;
- "Soda" (carbonato di Na) facilmente ottenibile dalle ceneri di legna.

Le materie prime principali reperibili nelle vicinanze della Bessa sono le seguenti:

- Dolomia, roccia sedimentaria contenente Dolomite ($\text{Ca Mg [CO}_3\text{]}_2$) e Calcite (Ca CO_3), reperibile presso il vicino affioramento di Montalto Dora (To).
- Rame Nativo o minerali di Rame provenienti dalle vicine miniere di Traversella e Brosso, utilizzabili per la colorazione del vetro.

Indicativamente le percentuali delle varie materie prime, ad esclusione delle sostanze coloranti, potevano essere le seguenti:

sabbia quarzifera 60%, carbonato di Na 18%, dolomite 17%, calce 4%, solfato 1%.

Si evidenzia purtuttavia che le percentuali delle materie prime per la produzione del vetro possono essere diverse come è possibile verificare dalla numerosa letteratura ma è evidente che per i Romani o per popolazioni più antiche le formulazioni dovevano probabilmente essere alquanto variabili e percentualmente non esatte come prescrive la moderna tecnologia. Per tale motivo sono stati eseguiti pochi "tentativi" sia con diverse percentuali di composti che con tre possibili sistemi di fusione.

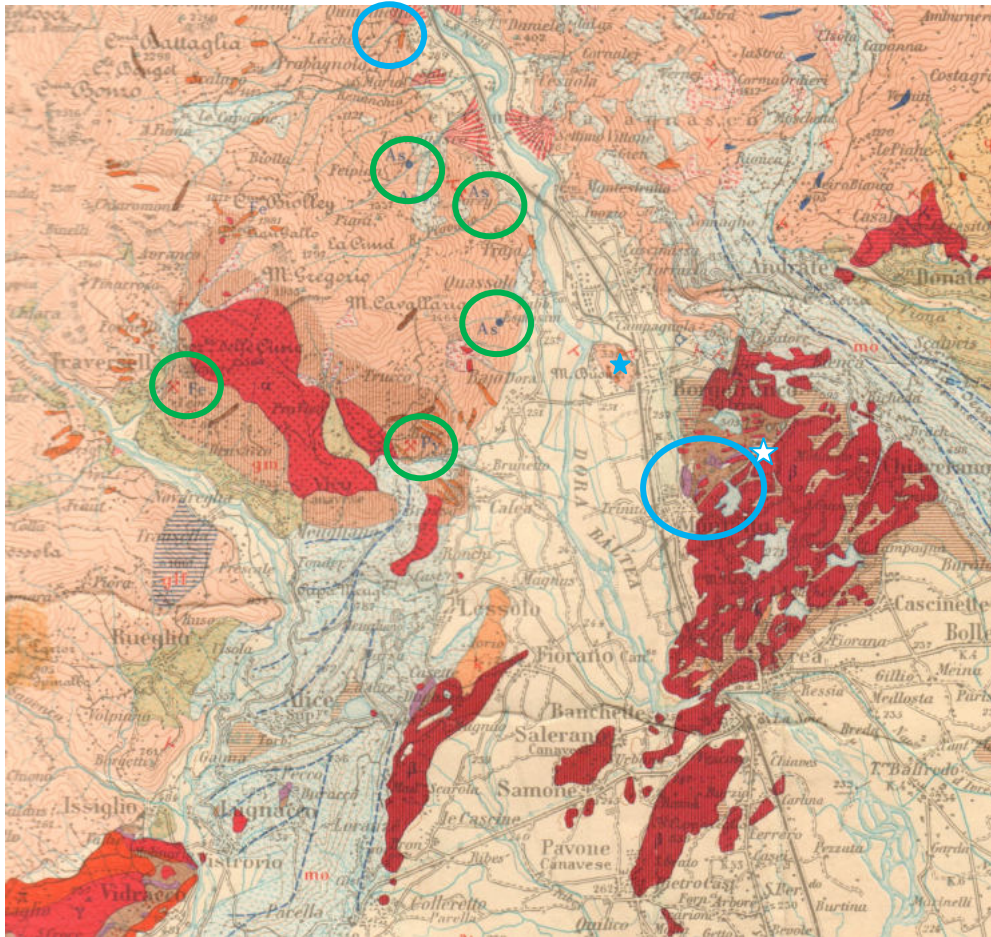


Fig. n. 220 : le circonferenze verdi sono le miniere presenti nei territori comunali di Traversella, Brosso, Quincinetto, la circonferenza azzurra la cava di Dolomia nel Comune di Montalto Dora (To), affioramenti di dolomia sono presenti su Monte Buono e in territorio comunale di Quincinetto.

PRODUZIONE DELLA SABBIA QUARZIFERA.

Per la riduzione dei ciottoli di quarzite ipotizzai che i Romani usassero un pesante ed ingombrante maglio idraulico tipologicamente analogo a quello visibile nella seguente foto ricostruito nella "Piana di Salamia" nel Comune di Andrate, ma per il corretto funzionamento di tale ingombrante attrezzatura era sicuramente necessaria una notevole quantità di acqua che sicuramente in Bessa non era facilmente reperibile.



Fig. n. 221 : Comune di Andrate. Ricostruzione di un vecchio maglio idraulico funzionante sino a metà novecento in una officina meccanica a valle dell'abitato di Andrate (Regione Piste). Il maglio utilizzato dai romani era pressoché analogo.

Una piccola e rapida sperimentazione mi ha permesso di determinare come probabilmente i Romani frantumassero in modo estremamente semplice e veloce i ciottoli di quarzite sino a ridurli a dimensioni ascrivibili alla sabbia:

è stato sufficiente mettere un ciottolo entro un camino a legna lasciarvelo sino alla incandescenza e successivamente buttarlo rapidamente in acqua fredda, in brevissimo tempo il ciottolo si è frantumato in piccoli pezzi con dimensioni comprese tra la sabbia e la ghiaia, grazie ad una leggera pressione su pezzi di maggiore dimensione anche questi si sono facilmente ridotti. I Romani potevano ottenere una ulteriore riduzione dimensionale usando una primitiva ma funzionale macina lapidea ritrovata in Bessa e visibile nelle seguenti figg. nn. 224-225 , è stata fatta una prova di frammentazione e in brevissimo tempo è stata prodotta una finissima sabbia di purissima quarzite; attualmente tale pietra si trova presso gli Uffici del Parco della Bessa a Cerrione.

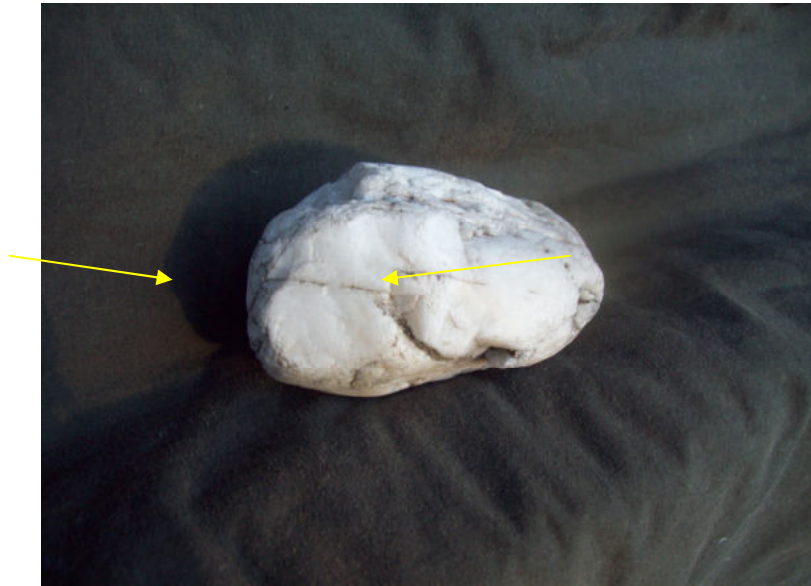
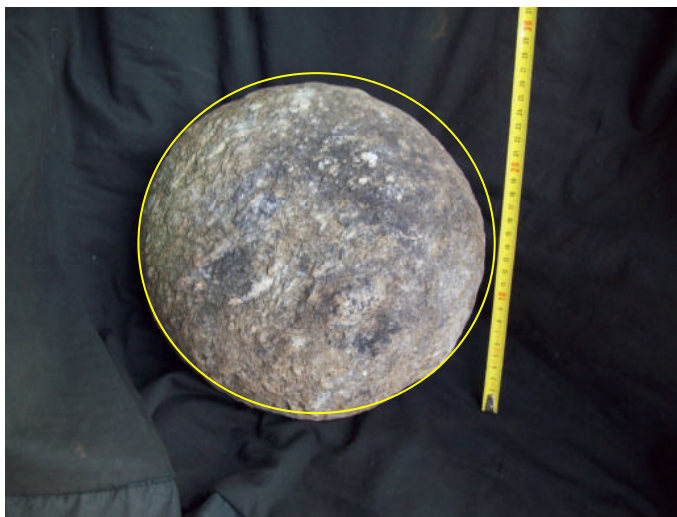


Fig. n. 222 : ciottolo quarzítico delle dimensioni massime di 8 cm. Posto entro un braciere nel breve tempo di 1/2 ore è diventato incandescente buttato in acqua fredda si è frammentato. Le deboli fratture formazionali (freccia gialla) facilitano la frammentazione del ciottolo.



Fig. n. 223 : frammentazione termica del stesso ciottolo. Grazie ad una leggera pressione le dimensioni maggiori dei frammenti si riducono a quelle di una sabbia facilitandone la fusione.



Figg. nn. 224-225 : Probabile macina lapidea (roccia Protogino) usata per la riduzione dimensionale della quarzite.



Fig. n. 226 : riduzione in sabbia fine delle varie componenti per la produzione del vetro grazie alla semplice rotazione e leggera pressione tra due pietre piatte.



Fig. n.227 : miscela finissima di quarzite, dolomia e soda pronta per la fusione.

RECUPERO SCAGLIE D'ORO E MAGNETITE.

E' ben noto che durante il lavaggio della sabbia aurifera si ottiene anche magnetite in quantità nettamente superiore all'oro ed in subordine piccoli cristalli di Granato (grossularia ?); tali minerali miscelati alla fusione conferivano particolari colorazioni alla pasta vetrosa o contribuivano a renderla fluida o con particolari caratteristiche che se risultavano gradevoli alla vista potevano essere successivamente utilizzate per la produzione del vetro; si tenga conto che al tempo dei Romani tutte le scoperte non erano scientifiche ma assolutamente empiriche e casuali, se risultavano positive erano conseguentemente formulate e ripetute nelle successive lavorazioni.



Figg. nn.228-229 : campioni di oro e magnetite dei torrenti perimetrali alla Bessa.

PRODUZIONE DELLA SODA E O POTASSA.

Poiché sino all'inizio del XIX secolo la soda veniva prodotta dalla combustione di piante è ragionevolmente ipotizzabile che i Romani la producessero in Bessa utilizzando le piante presenti; il procedimento era abbastanza semplice:

si portava a completa combustione una certa quantità di legname sino alla formazione di cenere priva di grossi elementi carboniosi, si setacciava, si immergeva in abbondante acqua in modo tale che la soda e altri sali minerali solubili passassero in soluzione; il tutto poteva essere riscaldato per velocizzare la solubilizzazione o lasciato semplicemente evaporare al sole; un'ulteriore calcinazione poteva trasformare i carbonati in ossidi impedendo o per lo meno limitando la produzione di bolle entro la pasta vetrosa.

Poiché al tempo dei Romani non vi era la possibilità di verificare tramite analisi la presenza dei Sali minerali entro la cenere si è eseguita una valutazione empirica sulla possibilità di produrre la soda producendo naturalmente l'eluato e facendolo evaporare semplicemente con riscaldamento solare. Nelle foto che seguono vengono visualizzati alcuni passaggi della sperimentazione.

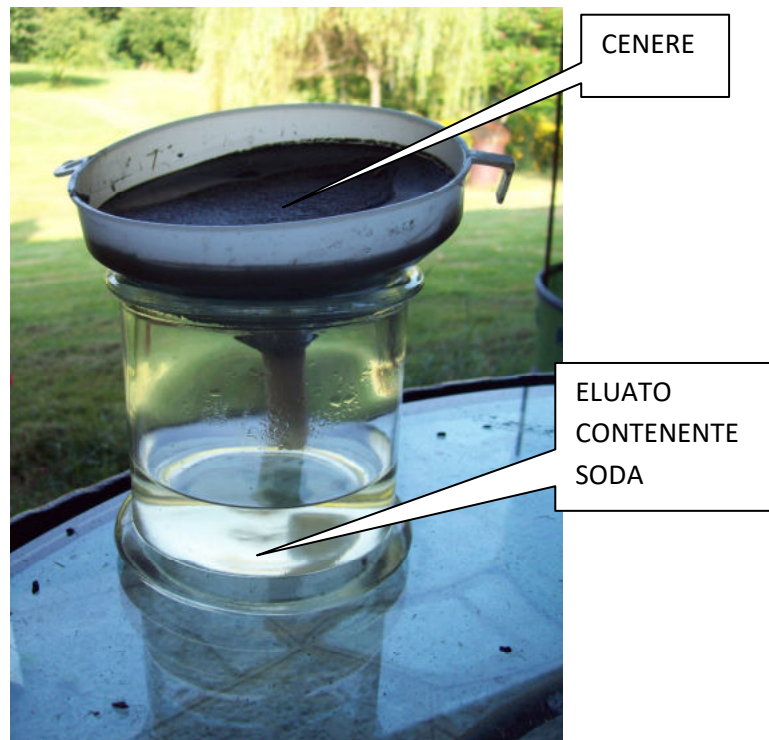



Fig.230 : filtrazione della soluzione di cenere a acqua.




Fig. n. 231: soda prodottasi per semplice evaporazione dell'eluato ricavato dalla cenere di legna.

Per verificare quanto sopra si è prodotta una certa quantità di cenere, una limitata porzione (100 grammi) è stata sottoposta ad un esame laboratoristico per verificare semplicemente la percentuale di Sali minerali presenti; l'analisi, eseguita dal Laboratorio Chimico dello Studio Giuseppe Geda di Biella , ha verificato che la percentuale è 5,2% . E' evidente che tale percentuale è indicativa e variabile in funzione della cenere proveniente da diverse essenze vegetali.



**Dr. Prof.
GIUSEPPE GEDA**

Studio : via Paietta 51 - Biella (BI)
Tel. 015 - 401422 / 015 - 403196
Fax 015 - 403196
Internet: <http://www.studiogeda.it>
e-mail: studiogeda@studiogeda.it
Pec: gedag@epap.sicurezza postale.it



Socio A.I.D.I.I.
Ass. Ital. Igienisti Industriali
Socio A.I.A.S. Socio S.I.M.A.
Ass. Ital. Add. Sicur. Soc. Ital. Microb. App.ta
Aff. Member IUPAC
International Union of Pure & Analytical Chemistry

Committente
Dot. QUAGLINO GIUSEPPE
Via per Sala 6
13888- ZUBIENA (BI)

Biella, 31/05/2016

Oggetto: Trasmissione documentazione

Rif:	Campione: n° 52/16	Rifiuto - Denominazione: CENERE DI LEGNA
Data consegna campione:	13/05/2016	
Campionamento:	A cura del Committente	
Prove richieste:	% di Sali minerali solubili in acqua	


Si certifica che la documentazione allegata è relativa al campione di cui sopra.

Allegati:
Rapporto di Prova n° 1600529-001 del 30/05/2016 rilasciato dal laboratorio ns. collaboratore E.L.A. srl - ASTI (AT)

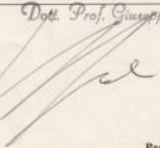
Relativamente ai risultati:
In seguito alla solubilizzazione a caldo in acqua di un'aliquota del vostro campione (20% p/V) il cui residuo secco è stato portato a 600 °C (per eliminare le eventuali sostanze organiche volatili), si è ottenuto il seguente risultato espresso in g/100 g di ceneri di legna:

5,2 % di composti inorganici

Questi sono per lo più ossidi derivanti da sali minerali, per cui si può ritenere (non conoscendo di quali sali trattasi) che tale valore sia un indice del contenuto di sali minerali solubili in acqua.



Dot. Prof. Giuseppe Geda



Pagina 1 di 1

Fig.232 : analisi chimica del sale derivante dalla soluzione.

UNA CURIOSITA'.

Sino agli anni '60 in Piemonte per sbiancare e pulire le lenzuola dopo il lungo periodo invernale durante la successiva calda estate si faceva la cosiddetta "Büà" traducibile in "Bucato"; tale sistema di pulizia sfruttava la presenza di soda nella cenere di legna ed il sistema era sostanzialmente e semplicemente strutturato come il contenitore con il sovrastante imbuto visibile nella precedente figura. L'unica variante consisteva nel deporre le lenzuola nella parte inferiore del contenitore in modo tale che le stesse venissero dilavate dall'eluato, nell'utilizzo di acqua bollente e nel riciclo dell' eluato che veniva recuperato nuovamente riscaldato e riversato diverse volte sopra la cenere, ad ogni passaggio l'eluato si concentrava ulteriormente producendo uno sbiancamento e contemporanea sanitizzazione delle pesanti lenzuola di lino o canapa. Successivamente le lenzuola venivano sciacquate con acqua fredda al più vicino lavatoio per allontanare completamente l'effetto della soda.

GIACIMENTO DELLA DOLOMIA NEL COMUNE DI MONTALTO DORA.

Nel Comune di Montalto Dora (To) a circa 20 chilometri dal territorio della Bessa è presente un giacimento di Dolomia conosciuto e sfruttato già al tempo dei Romani per la produzione del calcestruzzo con il quale venne costruito l'acquedotto che dalla vicina Località Bienca Tomalino nel Comune di Chiaverano portava acqua alla Città di Eporedia (Ivrea– To).



Fig. n.233: percorsi tramite i quali i Romani potevano trasportare la Dolomia in Bessa il percorso è di circa 20 km per entrambi i percorsi.



Fig. n. 234: ubicazione della cava di Dolomia rimasta in attività sino a pochi decenni fa.



Fig. n.235 : attuale fronte di cava di Dolomia alto circa 30 metri.



Fig. n. 236 : campione di Dolomia di Montalto Dora particolarmente puro.

MINERALI USATI PER LA COLORAZIONE DEL VETRO.

Le vicine miniere di Traversella, Brosso e altre tipiche mineralizzazioni presenti nella vicino territorio eporediese, quasi sicuramente già conosciute e sfruttate al tempo dei Romani, potevano fornire una considerevole quantità e tipologia di mineralizzazioni atte a elaborare tutta una serie di vetri diversamente colorati. Di seguito si riporta l'interessante articolo tratto dal sito www.vitrum.it/colorazionetxt.htm

La Colorazione del vetro antico

La colorazione del vetro antico dipendeva solo in parte dalla composizione chimica della miscela. Un influenza in tal senso era determinata anche dalle procedure di fabbricazione, in particolare dallo stato di ossidazione o di riduzione della fornace e del vetro ancora caldo. La maggior parte dei vetri può essere classificata in tre principali categorie: vetro a colorazione naturale, incolore (decolorato) o colorato intenzionalmente. La colorazione naturale verde bluastra, verde chiara e giallo verdastra degli antichi manufatti era dovuta agli ossidi di ferro e ad altre impurità presenti nella miscela. Tipico esempio di tale tipo di colorazione, sono le urne cinerarie romane. Le sfumature dal bruno dorato all'olivastro scuro o giallo verdastro, delle coppe ellenistiche, erano invece il risultato delle condizioni di ossidazione o di riduzione del vetro precedenti o contemporanee alla lavorazione. L'aggiunta di manganese o di antimonio,

che neutralizzavano l'effetto dovuto alle impurità del ferro, portò alla fabbricazione di vetro trasparente, molto apprezzato dalle civiltà antiche. La colorazione intenzionale del vetro fu scoperta per errore o per tentativi, grazie all'aggiunta di ossidi metallici ([utilizzati ancora oggi dall'industria vetraria](#)). Con il rame si otteneva vetro azzurro, verde o rosso opaco, (a seconda delle condizioni della fornace), con il manganese (in condizioni favorevoli) vetro purpureo, mentre il cobalto dava vetro turchino scuro. L'industria romana del IV secolo a.C., raggiunse un uso sofisticato di tali additivi, con la produzione del vetro dicroico (bicolore). Con l'aggiunta di polveri d'oro e d'argento, il vetro assumeva una colorazione diversa a seconda che la luce venisse trasmessa attraverso la sua superficie o riflessa dalla stessa. La famosa "coppa di Licurgo" fu realizzata con tale tecnica. I colori traslucidi maggiormente utilizzati erano il blu savoiata, il color porpora, il giallo e diverse tonalità di verde. Tra i colori opachi si usavano il bianco, il giallo, il turchese, il blu pavone, l'azzurro chiaro, varie tonalità di verde, l'arancione, e il "color carne". La maggior richiesta di colori riguardava quelli che simulavano le tonalità delle pietre naturali o la colorazione della porcellana e degli smalti. Il vetro, spesso usato come sostituto di altre sostanze, in molte lingue antiche era definito "pietra fatta dall'uomo". Le superfici iridescenti color oro o argento, tipiche di gran parte del vetro antico, non corrispondono a un tipo di colorazione eseguita intenzionalmente dagli artigiani dell'antichità, ma sono piuttosto il risultato dell'azione degli agenti atmosferici e della devetrificazione. L'effetto arcobaleno si verifica infatti quando i sottili strati di alcali contenuti nel vetro interrato per molti anni, si disgregano, nel corso del tempo, a causa dell'umidità e degli agenti chimici. Quando questo processo giunge al termine la superficie dell'oggetto risulta gravemente butterata, e l'oggetto sottoposto a corrosione si sfalda del tutto. Soltanto un clima eccezionalmente secco come quello egiziano, salva i manufatti dagli effetti distruttivi di tale aggressione.

Consultando il sito www.mineralidelpiemonte.com/traversella.htm possiamo renderci conto che nei due siti e anche in quelli evidenziati nella precedente Carta geologica del Foglio "Ivrea" erano presenti tutti i minerali riportati nel precedente articolo "*La colorazione del vetro antico*" per cui l'ipotesi del loro sfruttamento per la colorazione e varietà tipologica del vetro risulta ragionevolmente comprovata.

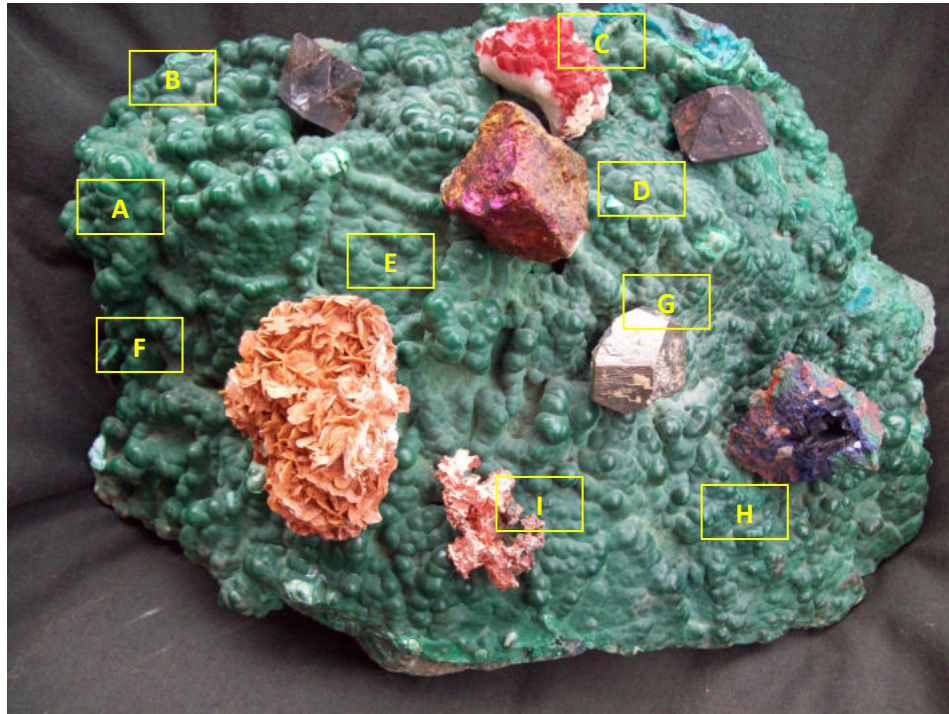


Fig. n.237 : selezione di minerali presenti nelle miniere di Traversella e Brosso.

A: malachite

B: Fluorite

C: Calcite con patina di limonite

D: Magnetite

E: Marcasite

F: Siderite

G: Pirite

H: Azzurrite

I: Rame nativo.

**COSTRUZIONE ARTIGIANALE DELLA FORNACE PER LA FUSIONE VETROSA –
PRIMO PROVA.**



Figg. nn. 238-239

La prima tipologia di semplice fornace è stata costruita utilizzando due contenitori metallici tra i quali è stato colata una miscela di cemento refrattario e palline di argilla

espansa, sul fondo è stato introdotta una tubazione per insufflare aria al fine di innalzare notevolmente la temperature di combustione.

Come crogiolo ne è stato utilizzato uno di grafite, analoga tipologia di crogiolo, ma con un diametro maggiore, è stato impiegato per coprire quello sottostante ed impedire la contaminazione della miscela di fusione con carbone e cenere durante la fase di riscaldamento.



Fig. n. 240: crogioli di grafite utilizzati per la fusione; in quello inferiore è stata messa la miscela di quarzite, soda e dolomia alla quale è stato aggiunto un filo di rame al fine di ottenere una certa colorazione.

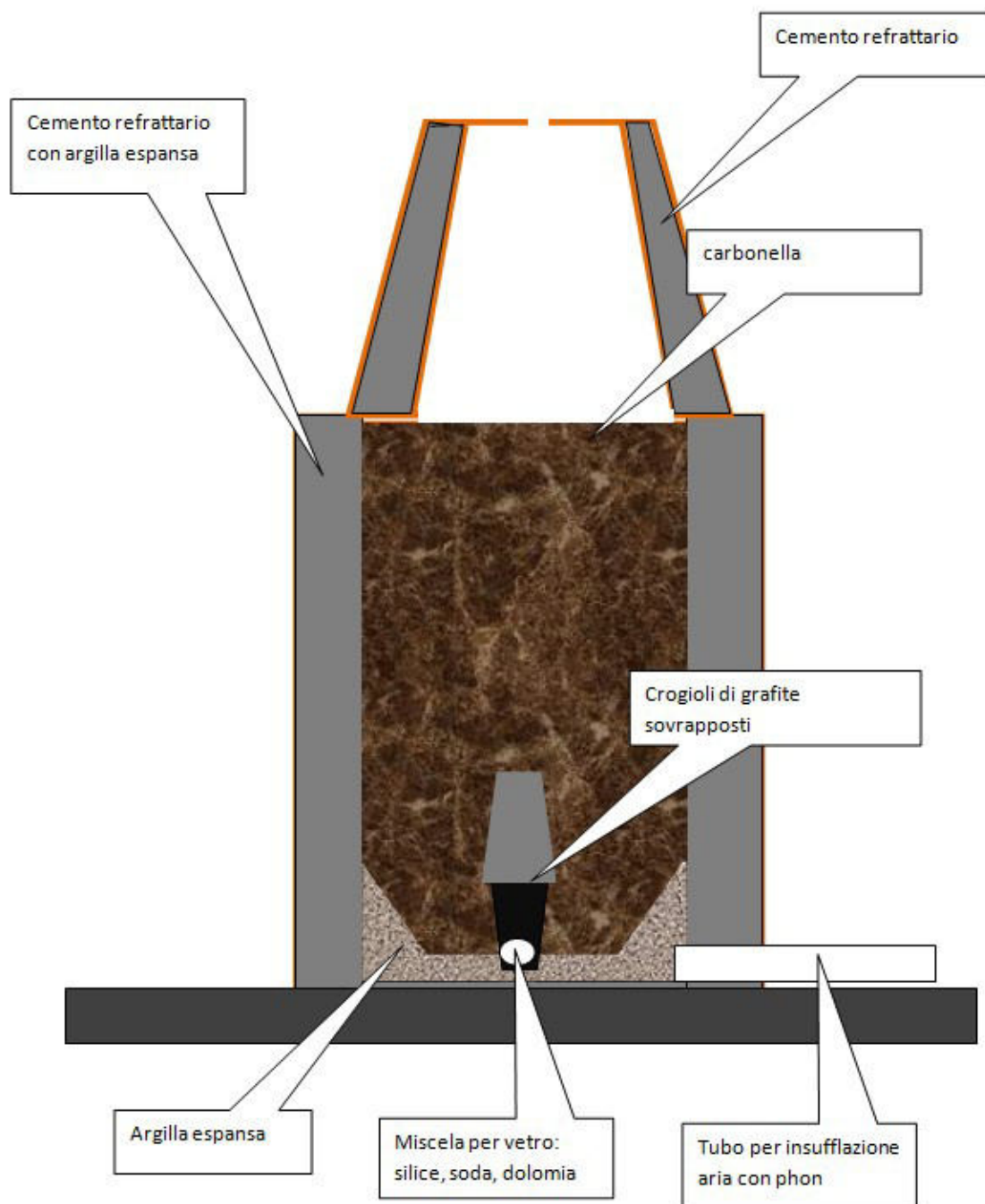


Fig. n.241 : schema della fornace utilizzata per le prove di fusione del vetro.

La formula (per 100 gr di materiale) utilizzata nel il primo tentativo è stata la seguente:
 75 gr. di SiO_2 – 15 gr. di soda – 10 gr. di dolomia – 1,5 gr di rame.



Fig. n.242: fornace in funzione: l'immissione di aria è stata creata mediante l'utilizzo di un phon. La temperatura deve essere salita a valori nettamente superiori ai 1.500°C.

Dopo un preriscaldamento con semplici pezzetti di legno è stata immessa carbonella entro la fornace e si è iniziato ad insufflare aria. La prova di fusione è durata solamente due ore per semplice mancanza di combustibile; sicuramente la fusione avrebbe dovuto protrarsi per un tempo molto superiore comunque si sono ottenuti risultati positivi in quanto:

- la fornace artigianale ha permesso di ottenere una elevata temperatura, superiore ai 1.500 °C, poiché si è avuta la fusione della palline di argilla espansa e la parziale fusione del crogiolo di grafite entro il quale venne immessa la miscela di quarzite.
- Si è formata una piccola massa vetrosa di un tenue colore lattescente azzurro per la presenza di rame, tale massa si presenta bollosa il che evidenzia forse l'insufficiente percentuale di fondente e il tempo di fusione troppo breve.

- Il consumo di carbonella è stato di 16 kg in due ore; per un tempo di sei-sette ore sarebbe stato indispensabile una quantità di carbonella di circa 60 kg.



Fig. n. 243: massa vetrosa fusa.

Nella prova fatta è evidente che si è ottenuta la parte iniziale del processo di fusione che si dovrebbe protrarre per diverse ore (oltre le 24 !) e non solo per due ore come è durata la prova.

SECONDA PROVA.

Successivamente al primo tentativo ne è eseguito un secondo utilizzando la stessa fornace artigianale ma usando un crogiolo di ferro di forma cilindrica con spessore di 0.8 mm. strutturato come visibile nella seguente foto e dimensionato in modo tale da avere la parte superiore esterna alla fornace per cui è possibile il rimescolamento della massa in riscaldamento e il facile rabbocco di carbonella durante la fusione.

I carbonati (Dolomia) utilizzati sono stati preventivamente calcinati in modo tale da non avere la formazione di anidride carbonica durante la fusione e quindi la formazione di bolle, inoltre si è provveduto all'acquisto di una quantità di carbonella tale da consentire un tempo di fusione maggiore.



Fig. n.244: seconda tipologia di crogiolo.

Questa seconda prova, protrattasi per circa 4 ore, ha portato alla formazione di un fuso privo di bolle, segno evidente che il processo di riscaldamento, pur avendo raggiunto una elevata temperatura, avrebbe dovuto protrarsi per un tempo decisamente superiore. Durante la prova si è avuta la fusione della base del crogiolo in ferro certificando che la temperatura è stato superiore ai 1500°C , l'immissione di un frammento di quarzite, che presenta un punto di fusione di circa 1.700°C e la sua mancata fusione ha testimoniato che la temperatura raggiunta era compresa tra le due temperature caratteristiche ossia circa 1.600°C .

La successiva interruzione della prova e un lento raffreddamento naturale ha portato alla formazione di una pasta vetrosa di colore bruno verdastro per la presenza di ferro a seguito della fusione del crogiolo. Nelle seguenti figure sono evidenziate alcune perle vetrose centimetriche.



Fig. n. 245: masse vetrose bruno-verdastre per presenza di ferro ; la quarzite bianca certifica che la temperatura non è arrivata alla temperatura di fusione del quarzo prossima a 1.700°C ma ha superato quella del ferro (1500 °C ca.) .

A seguito della recente lettura di un articolo dell'Archeologo **Aristide Malnati** “**La più antica fabbrica di vetro in Egitto**” (2008) e alla pubblicazione “**Brilliant things for Akhenaten, the production of glass, vitreous materials and pottery at Amarna site**” (2007) dell'egittologo **Paul Nicholson** si è potuto conoscere come presumibilmente fossero costruite le fornaci per la produzione del vetro nell'antico Egitto.

Gli Autori ipotizzano che molto probabilmente le metodologie di produzione del vetro potessero arrivare da oriente ma che comunque molti oggetti facente parte del ricco corredo dei faraoni potessero essere prodotti nello stesso Egitto. La seguente figura rappresenta come poteva essere la fornace.

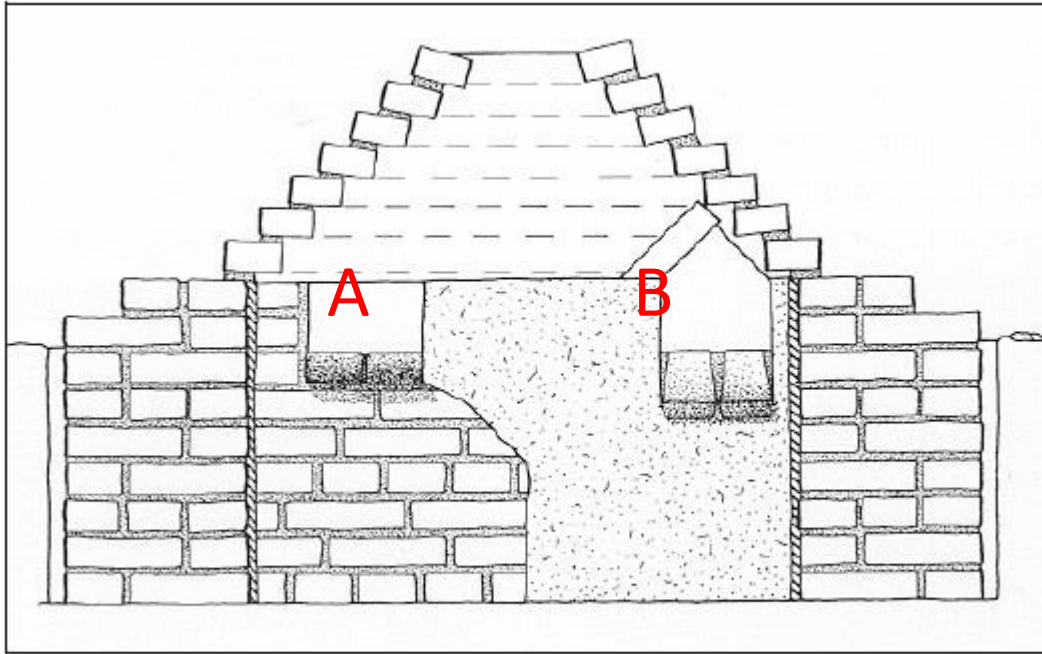


Fig. n. 246: schema della fornace ritrovata in Egitto nella Località di Amarna. Nell'area A veniva preparata la Fritta, nel area B la vera e propria fusione finale.



Fig. n. 247: fornace costruita dall'Autore della succitata pubblicazione.

E' evidente quindi che costruendo una fornace analoga a quella visibile nella precedente figura e prolungando il riscaldamento oltre le 24 ore si ottiene la pasta vetrosa fluida e lavorabile. Nella figure che seguono sono rappresentate delle perle vetrose ritrovate in siti di interesse archeologico in Arabia Saudita.



Figg. nn. 248-249: perle di vetro rinvenute in Arabia Saudita (Foto del Geologo prospettore Dr. Fabio Granitzio)

Da quanto precede, nonostante il limitato tempo di riscaldamento delle due prove e la non corretta formulazione della miscela dei componenti per il vetro (v. di seguito), ritengo che sia sufficientemente dimostrato che i Romani potessero produrre il vetro in Bessa o nelle vicinanze del sito biellese con il quale eseguire suppellettili analoghe a quelle visibili presso il Museo del Territorio a Biella. Ad avvalorare tale tesi è, come già precedentemente sostenuto, la notevole presenza di ciottoli di quarzite estremamente pura, la loro facile riduzione dimensionale tramite riscaldamento e successivo rapido raffreddamento in acqua e altrettanto facile macinatura manuale sino a ridurre le dimensioni a granulometria sabbiosa ed infine la presenza nelle vicinanze della Bessa (Eporediese) di una notevole varietà di minerali atti ad affinare il fuso vetroso e colorarlo.

L'analisi fatta dalla Minerali Industriali di Novara sulla prima risultanza della fusione ha evidenziato la seguente formula:

Analisi chimica / Chemical analysis: Vetro fuso

DETERMINAZIONI

SiO₂	%	79,7
Al₂O₃	%	0,60
Fe₂O₃	%	0,15
TiO₂	%	≤0,01
CaO	%	5,42
MgO	%	3,18
K₂O	%	5,78
Na₂O	%	4,57

Tale formulazione si discosta, per una minore percentuale di fondente, da quella attuale per la produzione del vetro comune che è la seguente:

**Intervalli di composizione tipici
dei vetri comuni**

Componente	% minima	% massima
SiO ₂	68,0	74,5
Al ₂ O ₃	0,0	4,0
Fe ₂ O ₃	0,0	0,45
CaO	9,0	14,0
MgO	0,0	4,0
Na ₂ O	10,0	16,0
K ₂ O	0,0	4,0
SO ₃	0,0	0,3

31 – IL PERCORSO DELL’ACQUA.

Per gli **Appassionati Visitatori della Bessa** propongo un particolare e facile percorso che si sviluppa perimetralmente al sentiero denominato “**Ciapej Parfundà**”; tale passeggiata la chiamerei “ *Il percorso dell’acqua*” poiché in un’area di pochi ettari possiamo renderci conto della quantità di acqua che permea il territorio ciottoloso della Bessa.

Ad una analisi superficiale può sembrare un’area priva di acqua in quanto non è presente una vera e propria idrografia superficiale anche a causa dei lavori che l’uomo ha attuato nel corso dei secoli. Al capitolo 5 abbiamo visto le caratteristiche idrogeologiche della Bessa e alcune schede tecniche sui “Punti d’acqua” presenti. Senza scostarsi eccessivamente dal Ciapej Parfundà possiamo facilmente visitare alcuni di questi punti, si evidenzia che alcuni sono stati utilizzati dall’uomo per diversi motivi come abbeveraggio delle persone e degli animali, lavaggio della sabbia aurifera, irrigazione dei terreni bonificati dai ciottoli e forse anche per utilizzare l’acqua con lo scopo di frantumare i ciottoli di quarzite, previo riscaldamento al calore rosso, per poi procedere alla fusione del vetro.

Con l’aiuto della successiva serie fotografica, la mappa satellitare e le coordinate dei punti d’acqua si cerca di facilitare il percorso di visita.

INIZIO PERCORSO LUNGO IL SENTIERO “CIAPEJ PARFUNDA”: Punto 001 - N45
29.037 E8 01.751



Fig. n. 250:
Punto 002 - N45
29.050 E8
02.122

Dopo circa 530 mt, in aderenza al sentiero, possiamo notare sulla destra la traccia di un pozzo a sezione circolare difficilmente visibile (**Fig. n. 250**) poichè è stato occluso con un masso e diversi ciottoli; la cosa interessante è che a seguito di intensi periodi piovosi (piovosità > 50 mm/die) si sente l'acqua scorrere segno evidente che la locale falda freatica si trova a limitata profondità ma è solo quando la sua portata aumenta considerevolmente che si sente il suo caratteristico rumore. L'utilizzo era probabilmente a scopo potabile lungo il cammino.



Fig. n. 251: Punto 003 - N45 29.065 E8 02.154 - percorso di avvicinamento verso la sorgente "Dal Büro" .

Proseguendo sul percorso principale per circa una cinquantina di metri si prende il sentiero (poco evidente) sulla sinistra e ci si addentra in una "Bunda" deviando leggermente sulla destra e dopo 40 metri, al limitare tra ciottoli e bosco, si trova la Sorgente "Dal Büro" (**Fig. n. 252**) presente sul fondo di un pozzo profondo circa un metro dalla sezione rettangolare (**Fig. n. 253**) , tale falda freatica è quella che si trova più a valle nella sorgente "Dlà Canal" .



Fig. n. 252 : Punto 004 - N45 29.104 E8 02.149 - percorso verso la sorgente “Dal Büro”



Fig. n. 253: Punto 005 - N45 29.115 E8 02.178 - Sorgente “Dal Büro”.



Fig. n. 254: Punto 006 - N45 29.066 E8 02.167 - deviazione verso la sorgente “Dal Catulin”.

Ritornati sul sentiero del Ciapei Parfundà si prosegue per circa 30 metri e quando sulla destra compare una distesa di ciottoli si gira a destra, prendendo come riferimento una grande betulla (**Fig. n. 255**) ci si addentra in una “Bunda” e immediatamente sulla destra si trova affiorante la sorgente “Dal Catulin” (**Fig. n. 256**). Superata la sorgente si segue il tracciato prendendo come riferimento dei segnali posti lungo il percorso (fettucce di plastica bianche e rosse) sino ad arrivare in una zona boscata leggermente depressa dove è possibile osservare un’area pianeggiante (30 mt x 10 mt circa) che rappresenta una evidente antica zona prativa ricavata spostando i ciottoli e creando delle perimetrali murature a secco (**Fig. n. 257**); in testa a tale area, sulla sinistra dell’area pianeggiante, è presente la traccia di una sorgente temporanea che si attiva a seguito di prolungati periodi piovosi.



Fig. n. 255: prendere come riferimento la pianta di betulla....



Fig. n. 256: Punto 007 - N45 29.048 E8 02.196 - Sorgente "Del Catulin" e prosecuzione del percorso sulla sponda destra della Bunda (linea gialla).

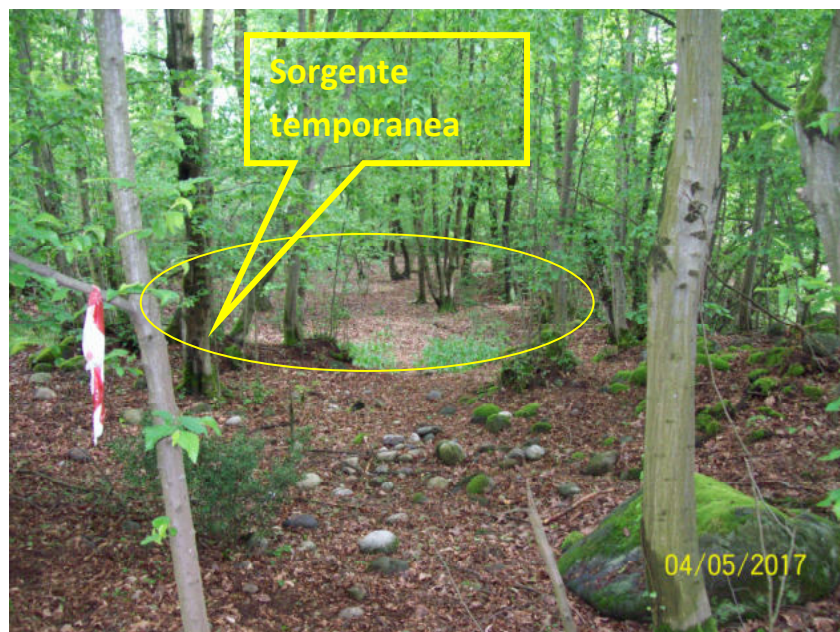


Fig. n. 257: Punto 008 - N45 29.042 E8 02.232 - Zona prativa ricavata per spostamento dei ciottoli.

Superata tale zona ci si addentra in una vasta superficie a ciottoli nel mezzo della quale è presente un masso erratico di circa 3 mc (**Fig. n. 259**) in corrispondenza del quale si gira a destra verso una modesta scarpata boscata (**Fig. n. 258**).



Fig. n.258: area ciottolosa con masso.



Fig. n. 259: linea gialla, direzione verso “La Risera”.

Salendo la breve scarpata dall’alto di essa si può notare la sottostante “Risera” (Risaia) rappresentata da una zona prativa rettangolare dalle dimensioni di circa 30 mt x 10 mt che spesso presenta la falda freatica affiorante (**Fig. n. 260**).



Fig. n. 260: punto 009 - N45 29.019 E8 02.229 - “La Risera” .



Fig. n. 261: nella precedente vasta area ciottolosa sono presenti piccoli cumuli di ciottoli di bianca quarzite segno evidente della raccolta eseguita tra gli anni '50 e '60 del secolo scorso.



Fig. n. 262: punto 010 - N45 29.047 E8 02.269 - Tracce di parte basale di capanne di datazione non conosciuta.

Nella parte nord occidentale dell'area ciottolosa sono evidenti le tracce di murature a secco probabili base di antiche o vecchie capanne.



Fig. n. 263: punto 011 - N45 29.194 E8 02.297 - deviazione per la sorgente “D’la Canal”.

Ritornando sul sentiero del “Ciapei Parfundà” (punto 006) si prosegue per circa 330 metri sino ad arrivare in corrispondenza della palina segnaletica n. 10, scendendo nella sottostante Bunda dopo circa una trentina di metri si trova la sorgente perenne “Dià Canal”; tale sorgente presenta la caratteristica di essere pensile rispetto al fondo della Bunda e di sparire sul fondo della stessa dopo pochi metri di scorrimento a causa della notevole permeabilità del terreno sedimentario. Proseguendo lungo la Bunda dopo circa una settantina di metri si possono osservare altri due pozzi rettangolari entro i quali non si nota acqua ma di questa si sente solamente il rumore dopo intense piogge segno evidente che la falda freatica scorre a limitata profondità.



Fig.264: traccia del “Percorso dell’acqua” con evidenza dei punti caratteristici da 001 a 011.

COMMENTO SUL PERCORSO DELL'ACQUA.

Il percorso denominato “Ciapej Parfundà” e senz'altro quello più interessante sia dal punto di vista geologico, storico, archeologico anche e specialmente perché in un'area molto limitata e facile da raggiungere si possono verificare tutte le attività umane ipotetiche o reali che hanno caratterizzato la storia e l'evoluzione della Bessa.

I vari interventi antropici e quindi storici possono essere così individuati e osservabili seguendo le precedenti indicazioni fotografiche:

Personalmente ritengo che la coltivazione dell'oro sia iniziata dalla sponda destra dell'Elvo per poi risalire lungo le Bunde sfruttando la portata delle sorgenti alimentate sia direttamente dalla pioggia che dalle filtrazioni dal torrente Olobbia quando questo scorreva ad una quota decisamente superiore alla attuale, il successivo abbassamento della locale falda freatica ha indotto i coltivatori minerari a eseguire dei pozzi dai quali attingere acqua dalla sottostante falda freatica per il lavaggio della sabbia aurifera. L'evidente spostamento dei ciottoli e la presenza di alcuni pozzi a monte e a valle della sorgente Dià Canal visibili lungo il percorso evidenziano tale tipologia di intervento minerario.

Concomitantemente alla ricerca e sfruttamento aurifero si potevano facilmente raccogliere i ciottoli di quarzite purissima per la produzione del vetro; l'abbandono del placer della Bessa ha lasciato superficialmente una grandissima quantità di bianchi ciottoli che a metà del secolo scorso vennero raccolti e utilizzati. La raccolta veniva fatta dai proprietari dei fondi che li stoccavano in piccoli mucchi (**V. Fig. n. 262**) che venivano successivamente trasportati prima con carri trainati da cavalli poi caricati su camion e portati nel Canavese.

Gli antichi operatori minerari per essere “*Vicini al posto di lavoro*” costruivano le capanne spostando ad arte i ciottoli (**V. fig. n. 262**) avendo nel contempo la facilità di accesso all'acqua sorgentizia ma oltre al bere dovevano pensare anche a mangiare ed ecco che sempre spostando ciottoli ricavavano tra essi piccoli appezzamenti di terreno coltivabile come la “Risera” e il campicello visibile nella seguente **Fig. 265**.

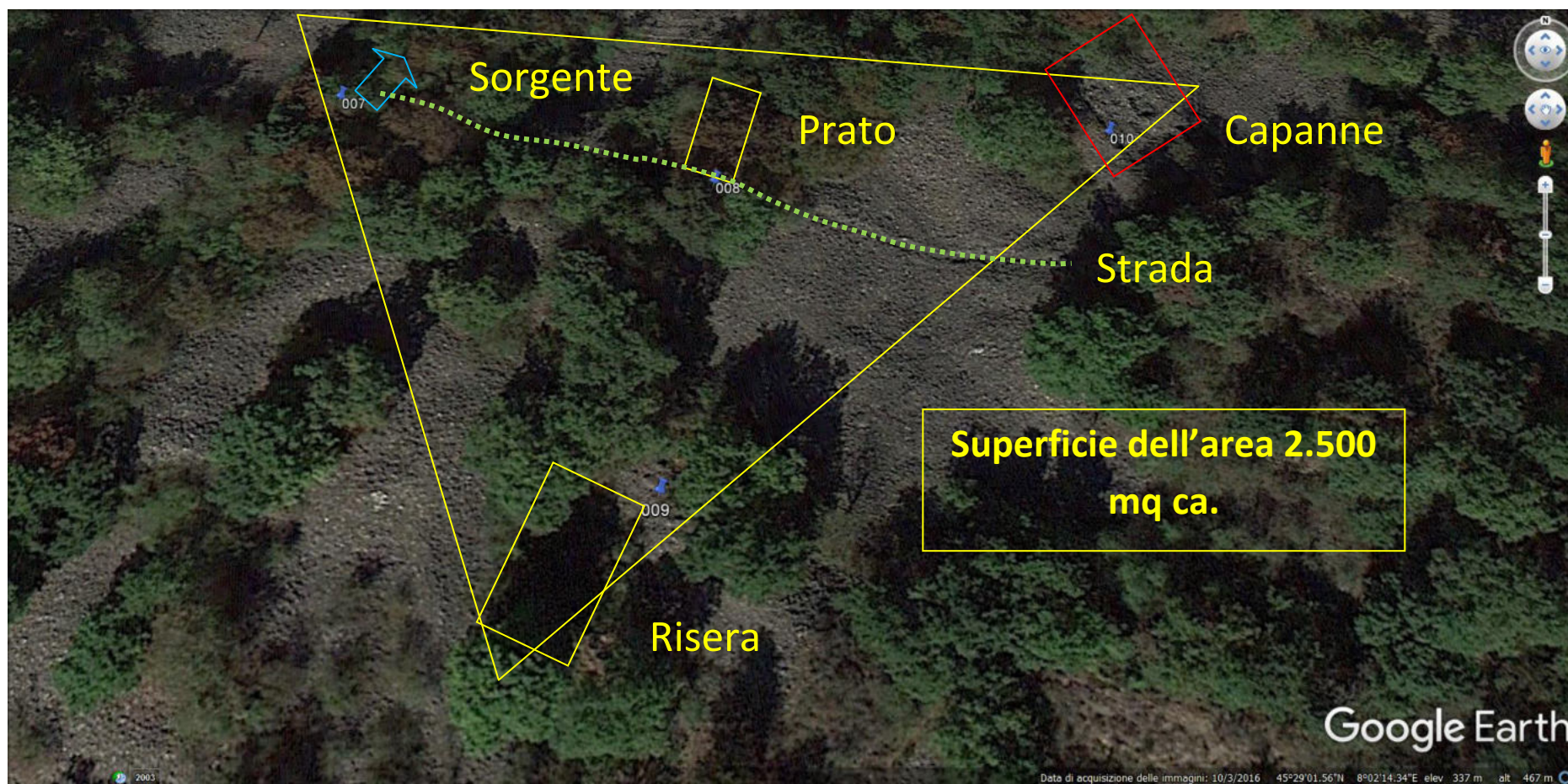


Fig. n. 265: panoramica satellitare delle locali evidenze antropiche e naturali.

32 – UNA AFFASCINANTE IPOTESI.

E' ben noto ai cercatori d'oro che nei sedimenti che contengono il prezioso metallo generalmente si trova molta magnetite (Fe_3O_4) in quantità notevolmente superiore allo stesso oro e spesso è l'unico minerale presente; la presa visione di una relazione conclusiva relativa ad un "Permesso di ricerca" datato 1942 a nome di un certo Sig. Torriani Angelo ha permesso di verificare il rapporto tra i due minerali in sei siti diversi perimetrali alla Bessa.

Nella Tabella che segue sono evidenziate le quantità per metro cubo dei cinque minerali trovati negli scavi di prospezione ossia:

Oro, Magnetite, Minerale ferro-Titanifero, Zirconio e Granato.

E' evidente la notevole differenza tra la quantità di Oro (Grammi) e la Magnetite (chilogrammi); prendendo come riferimento le quantità medie espresse in grammi dei due minerali più rappresentativi si hanno 0,33 gr per l'oro contro 25.516 gr per la magnetite.

Poiché la percentuale di ferro nella magnetite è del 72,3 % la quantità di ferro presente in 25.516 gr risulta di circa 18.500 grammi per metro cubo ovvero circa 56.000 volte superiore alla quantità di oro.

Da questo semplice confronto sorge spontanea la domanda, " E' possibile che i Romani oltre all'oro ricavassero anche il ferro dalla Magnetite? ".

Subito viene spontaneo pensare che i Romani disponessero in Bessa della adeguata tecnologia per la produzione locale di Ferro. La lettura di un articolo di Archeo-metallurgia apparso sulla rivista LE SCIENZE nell'Agosto 1988 (n. 240 - Anno XXI – Volume XLI) avvalorava la suddetta ipotesi. Di seguito vengono riportati estratti dell'articolo al quale si rimanda il lettore per eventuali approfondimenti.



Fig. n. 266: frontespizio relazione di ricerca minerali in Bessa

Risultato	Per ciascun metro				
	ORO Grammi	MAGNETITE Chilogr.	Min. Ferro-titanifero Chilogr.	ZIRCONO Chilogr.	GRANATO Chilogr.
SETTORE VIONNA : Su N. 10 campioni prelevati					
Massimo	0,30	30,100	—	—	—
Minimo	0,05	14,900	—	—	—
MEDIO	0,15	18,200	2,000	0,050	1,800
SETTORE MONGRANDO : Su N. 12 campioni prelevati					
Massimo	0,20	22,000	—	—	—
Minimo	0,05	11,100	—	—	—
MEDIO	0,10	14,800	2,200	0,100	2,000
SETTORE CA' DELL'APOSTOLO : Su N. 14 campioni prelevati					
Massimo	0,50	38,800	—	—	—
Minimo	0,20	25,600	—	—	—
MEDIO	0,40	34,200	2,500	0,140	2,600
SETTORE OLOBBIA : Su N. 20 campioni prelevati					
Massimo	0,90	40,200	—	—	—
Minimo	0,30	28,600	—	—	—
MEDIO	0,40	36,400	2,700	0,160	2,800
SETTORE S. GRATO : su N. 11 campioni prelevati					
Massimo	0,60	37,700	—	—	—
Minimo	0,30	24,200	—	—	—
MEDIO	0,40	33,000	2,500	0,140	2,600
SETTORE ELVO : Su N. 12 campioni prelevati					
Massimo	1,20	28,000	—	—	—
Minimo	0,40	14,200	—	—	—
MEDIO	0,55	16,500	2,000	0,000	2,000

Fig. n. 267: tabella riassuntiva della quantità di minerali presenti in un metro cubo.

Un'antica tecnologia del ferro nell'Africa centrale

Recenti studi permettono di far luce sui metodi con cui, più di 2500 anni fa, una popolazione nei pressi del lago Victoria iniziò a fondere il ferro in forni a tino che potevano raggiungere temperature assai elevate

di Francis Van Noten e Jan Raymaekers

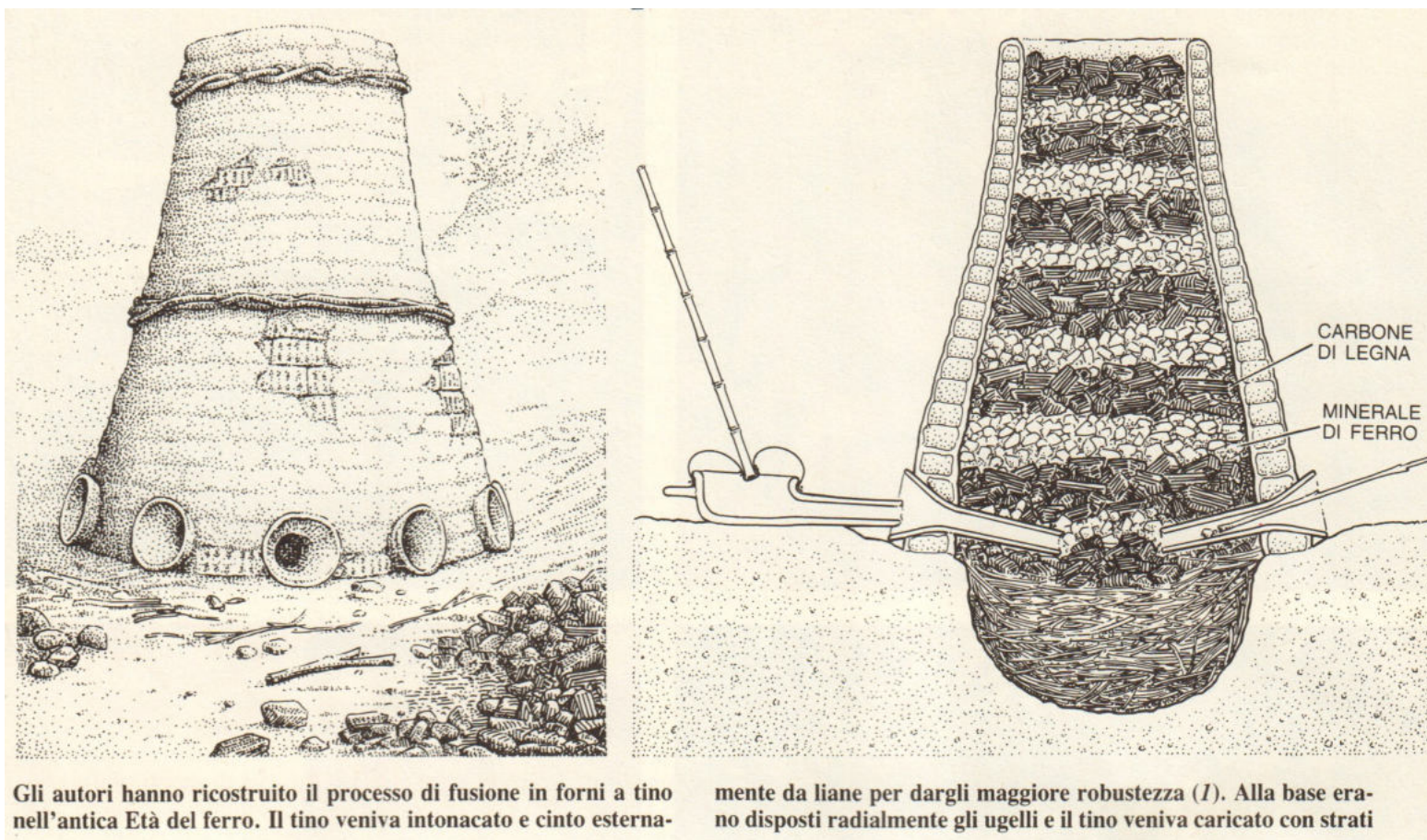


Fig. n. 268: schema di forni fusori a tino.

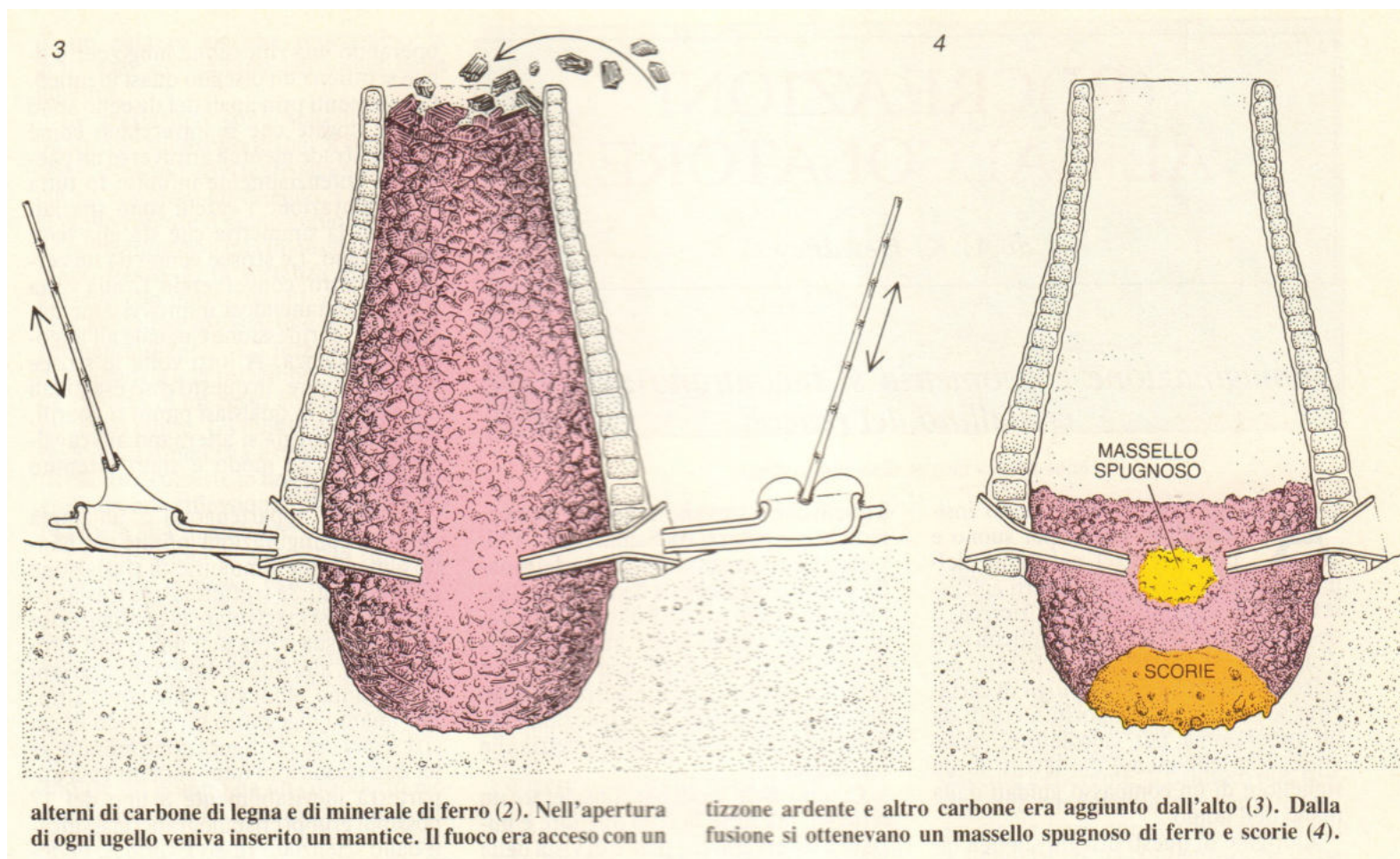
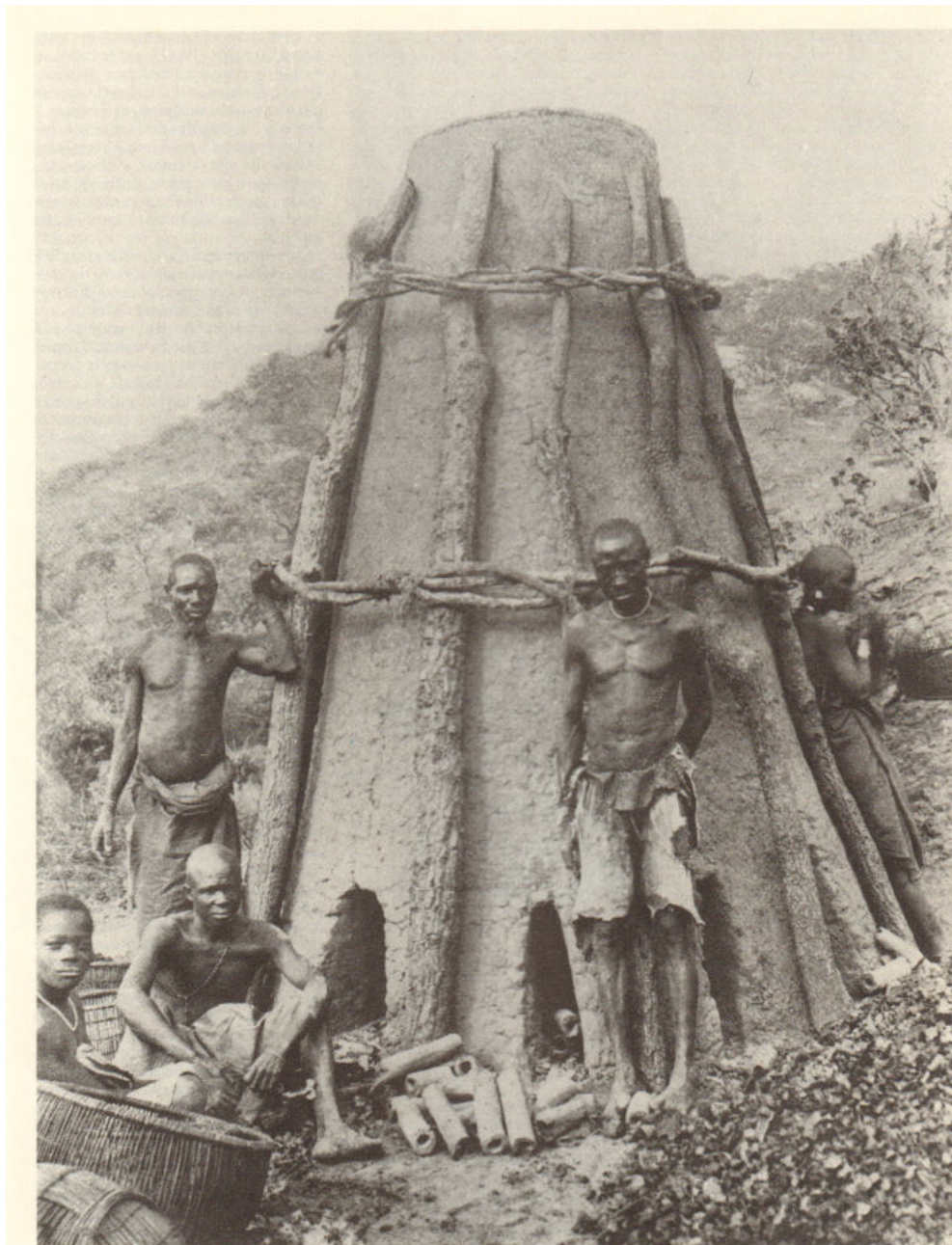


Fig. n. 269: schema di forni fusori a tino.



Questo forno per la fusione del ferro fu costruito dalla tribù Fipa in Tanzania. Il tino è di argilla intonacata e si trova su un'ampia buca. L'impalcatura di rami serve per caricare il forno con carbone di legna e minerale. I tubi di argilla alla base sono ugelli; essi pro-

ducono un tiraggio forzato per portare ossigeno al fuoco e innalzare la temperatura. Questi forni entrarono in uso in Africa centrale nel VII secolo a.C. ed erano ancora impiegati in alcune zone nel 1914, quando l'etnografo belga R. P. Wyckaert scattò la fotografia.

Fig. n. 270: forno fusore fotografato in Africa analogo a quello di 2500 anni fa

Nell'articolo si parla di Africa centrale ma si accenna al fatto che tale tecnologia, con la quale si pensa che la temperatura arrivasse a ben 1400 ° C, potesse provenire dal Nord Africa ovvero Nubia e quindi antico Egitto paese con il quale Roma aveva strettissimi rapporti.

Successivamente il massello spugnoso veniva nuovamente riscaldato e martellato per allontanare le impurezze e produrre suppellettili analoghe a quelle trovate in Bessa e rappresentate nella pubblicazione di Giacomo Calleri “ LA BESSA” alle pagine 145-146-147 .

La struttura a tino della fornace essendo in argilla risultava, dopo la fusione, estremamente fragile per cui veniva o distrutta o rigenerata per successive fusioni, le uniche tracce in Bessa potrebbero essere le numerose depressioni circolari presenti sulla distesa di ciottoli. E' evidente che questa è una affascinante ipotesi di studio e finchè non si trovano in Bessa tracce analoghe a quelle che sono state trovate in Africa rimangono solamente ipotesi.

Al Cap. 5. del testo di Giacomo Calleri (Pag. 117 - nota 8) si legge che :
«Il Sig. Dante Chiarletti ha assistito alla casuale scoperta di un canale sul fondo del quale si notava una fossa ancora parzialmente occupata da abbondanti residui di minerali di ferro.»

Al fine di capire l'importanza di questa affascinante ipotesi si riporta nella successive pagine un estratto di una tesi di laurea in metallurgia nel quale si espone un significativo riassunto sulla evoluzione storica della produzione del ferro a partire dai suoi minerali; da tale esposizione e dall'esame di particolari strutture antropiche presenti in Bessa si evince che l'ipotesi dello sfruttamento dell'abbondante magnetite presente nella sabbia può essere una fonte di studio e ricerca archeologico mineraria.

CICLO PRODUTTIVO DELL'ACCIAIO: L'ALTOFORNO

Tesi di Laurea in Analisi dinamica dei sistemi aziendali

Relatore:
Chiar.mo Prof.
EDOARDO MOLLONA

Presentata da:
VINCENZO D'ONOFRIO

Evoluzione Storica

L'arte di produrre i metalli e le loro leghe a partire dai minerali, ovvero la metallurgia, ha le sue radici sin dalla preistoria, tanto che alcuni metalli danno il nome a delle ere. Il collegamento immediato è con L'era del ferro (1200 a.C.), anche se i primi manufatti e utensili risalgono addirittura al 4000 a.C. I primi a farne uso furono i Sumeri e gli Ittiti, che già 4000 anni prima di Cristo lo usavano per piccoli oggetti come punte di lancia e gioielli ricavati dal ferro recuperato da meteoriti (Talamonti 2005). Il ferro è un metallo di colore argentato, morbido e con proprietà magnetiche, che a contatto con l'aria umida reagisce con la formazione di ruggine. Il ferro non viene mai usato allo stato puro, viene infatti messo in lega con il carbonio per la produzione acciai o ghise, che a seconda della quantità di carbonio hanno caratteristiche diverse, con l'ulteriore aggiunta di altri metalli originano una serie infinita di leghe ferrose con una serie di vastissime proprietà (Talamonti 2005). Il ferro è il metallo più abbondante all'interno della Terra (costituisce il 34,6% della massa del nostro pianeta) e si stima che sia il decimo elemento per abbondanza nell'intero universo, d'altro canto la sua lavorazione è resa complicata dall'elevata temperatura di fusione (1540°C) che ne differenzia notevolmente il ciclo produttivo rispetto a quello degli altri metalli (Talamonti 2005). Nelle prime fasi la metallurgia

nacque e si alimentò in maggior parte grazie a prove e tentativi, molto spesso tutt'altro che consapevoli. In seguito ci si avvale delle conoscenze scientifiche ma tutt'oggi gli esperimenti rivestono un ruolo importantissimo. Oltre ai già citati Assiri e Ittiti, altre popolazioni apprezzarono e tentarono di lavorare il ferro. Babilonesi ed Egizi, infatti intorno al 4000 a.C. iniziarono a lavorare il ferro delle meteoriti, cadute sul suolo terrestre, ricavandone piccoli oggetti quali fibbie, spille e decorazioni varie (Talamonti 2005). Le temperature con le quali avvenivano questi processi erano molto basse e il ferro che si otteneva non era raffinato. Solo moltissimi anni dopo, intorno al 1500 a.C., gli Ittiti iniziarono a ricavare il nuovo metallo da alcuni minerali molto abbondanti in natura, modificando leggermente i metodi fino ad allora utilizzati per produrre rame e bronzo. Dopo poco anche Persiani, Cinesi ed Indiani adottarono a loro volta tecniche simili (Talamonti 2005). Nel lasso di tempo che va dal 1000 a.C. _no all'era Cristiana Fenici, Greci, Etruschi, Cartaginesi ed infine i Romani riuscirono far progredire ulteriormente l'arte dell'estrazione del ferro dai minerali, tanto da diventare in epoca romana di uso comune. In questo modo, a poco a poco i popoli dell'Europa scoprirono l'utilizzo sempre più massiccio degli strumenti in ferro, la cui produzione iniziava a diffondersi a macchia d'olio. **I primi forni utilizzati per trattare il minerale, a partire dal 1500 a.C., furono detti bassifuochi. Essi erano semplicemente dei focolari ricavati nel terreno in cui vi erano i minerali di ferro alternati a strati di legna o di carbone di legna (Talamonti 2005). Nella base del focolare veniva realizzato una fessura attraverso la quale era possibile ottenere una combustione naturale, grazie al un tiraggio naturale, indispensabile per ottenere il calore ed i gas che servivano al processo chimico di riduzione dagli ossidi di ferro al metallo vero e proprio, che in quel periodo veniva ancora estratto in forma di blocchi ed ammassi spugnosi (Talamonti 2005). Tale materiale, assorbendo piccole quantità di carbonio dalla combustibile poteva già definirsi acciaio.**

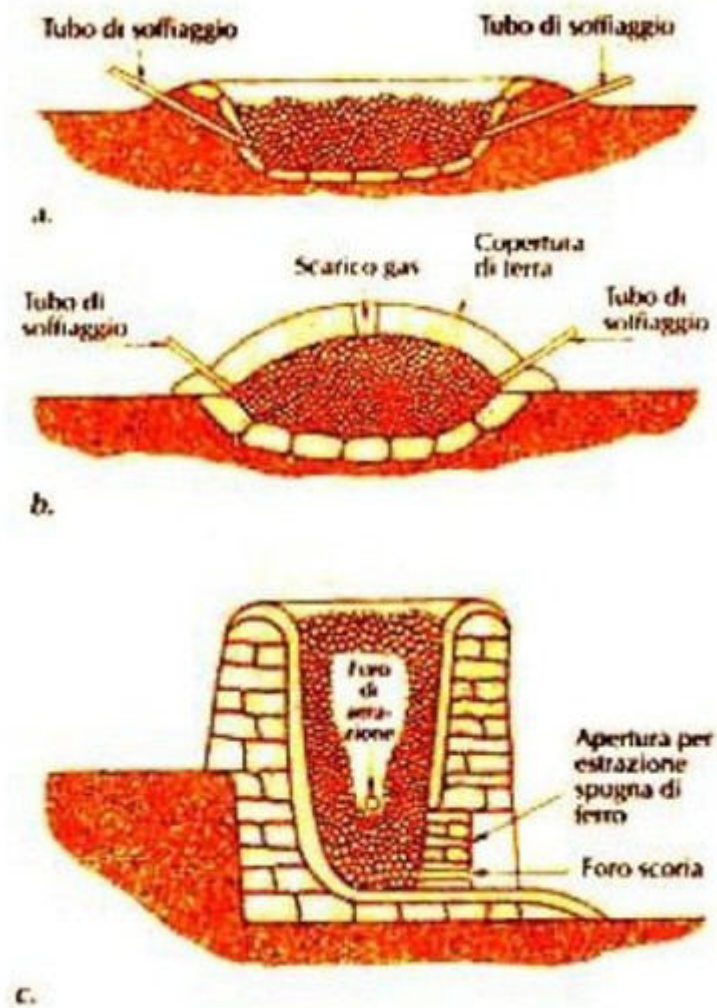


Fig. n. 271: evoluzione delle strutture fusorie per minerali fusori.

Dall' analisi morfologica di alcune strutture antropiche presenti in Bessa definibili come *"Fosse circolari"*, confrontabili con le precedenti figure (**in particolare la figura b.**), non può escludersi la possibilità che trattasi di *"Bassifuochi"* così come descritto nel precedente estratto di tesi di laurea del Dottorando Vincenzo D'Onofrio. Si evidenzia che nel caso della Bessa l'esecuzione e la funzionalità del bassofuoco era notevolmente facilitata in quanto la struttura fusoria non necessitava di una *"fessura alla base"* per l'insufflazione di aria poiché la notevole porosità dei cumuli ciottolosi favoriva naturalmente ed efficacemente un naturale "tiraggio"; altro particolare morfologico a favore di tale tesi è che molte di queste fosse circolari sono visibili in posizioni morfologicamente elevate sui ciottoli per cui il l'effetto camino era sicuramente favorito ed

accentuato, inoltre, proprio la posizione elevata, esclude che tali fosse circolari fossero dei pozzi per lo sfruttamento della falda freatica presente a diversi metri di profondità.

Recenti indagini minerarie eseguite nella penisola arabica dal Geologo Prospettore Dr. Fabio Granitzio hanno portato al ritrovamento di antiche fornaci tipologicamente ascrivibili a “Bassifuochi” per la fusione dei metalli che studiosi locali fanno risalire a circa 2.000 anni fa. Nella seguente figura possiamo notare che sul fondo dell’antica fornace è presente ancora una sostanza carboniosa in quanto il sottostante terreno sabbioso e il clima desertico non hanno consentito un veloce e rapido dilavamento; qualora in Bessa fossero presenti strutture tipologicamente ascrivibile ai “Bassifuochi” la notevole porosità del complesso sedimentario ciottoloso e il clima notevolmente piovoso hanno contribuito a dilavare completamente i residui carboniosi e argillosi. La seguente figura evidenzia una antica fornace completamente colmata da terra e detriti trovata a Jiamal Qutman, la forma in pianta è circolare. Nella Penisola Arabica tali fornaci si trovano ovunque sono presenti mineralizzazioni affioranti che gli antichi riconoscevano grazie alle macchie verdastre della malachite solitamente associata all’oro. Mentre ora i campioni di minerale vengono analizzati in laboratorio nei tempi antichi costruivano subito una fornace per fare prove di fusione.



Fig. n. 272:
antica fornace
individuata a
seguito della
esecuzione di
trincee per
prospezioni
minerarie in
Arabia Saudita
(da Geol. Dr.
Fabio
Granitzio)

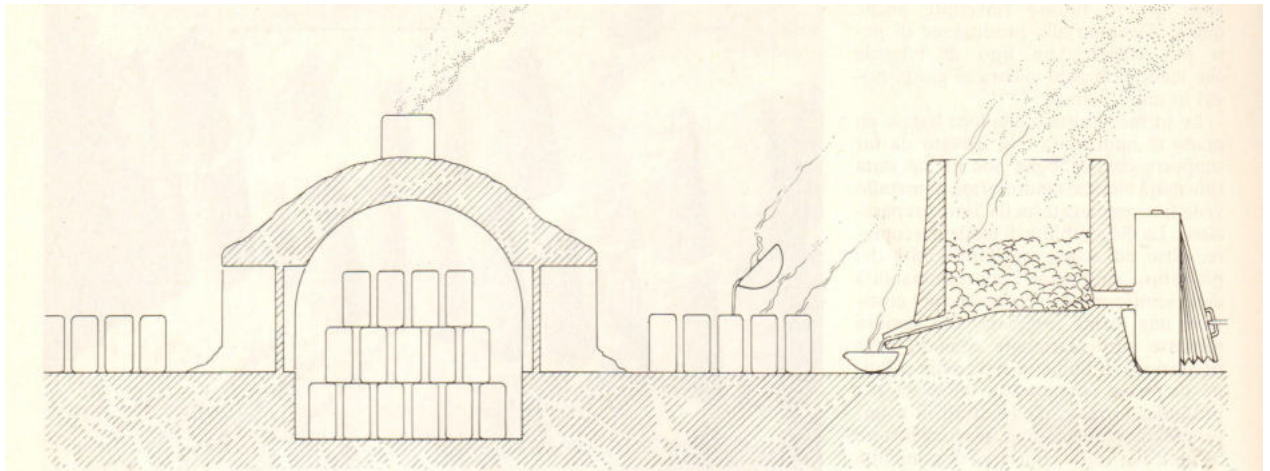
La metallurgia del ferro ha origini molto antiche, anche in Cina tra l' 800 e il 500 a.C. era fiorente tale attività ma con una tecnologia sorprendentemente e notevolmente più progredita di quella trovata in Africa. Gli antichi Cinesi producevano getti a forme sovrapposte utilizzando una sola colata; tale tecnologia, con la quale producevano una notevole quantità di oggetti di uso comune (morsi per cavalli, boccole per assali di carri, fibie, ecc) era forse la prima tecnologia industriale.

Le fornaci erano molto simili a quelle ritrovate ad Amarna in Egitto per la produzione del vetro.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'articolo "*LA PRODUZIONE IN SERIE DI GETTI DI GHISA NELL'ANTICA CINA*"¹⁴ a firma dell' Ing. Hua Jue Ming ricercatore presso l'Istituto di storia delle scienze naturali di Pechino; nelle seguenti pagine sono riportate immagini estratte dall'articolo citato.

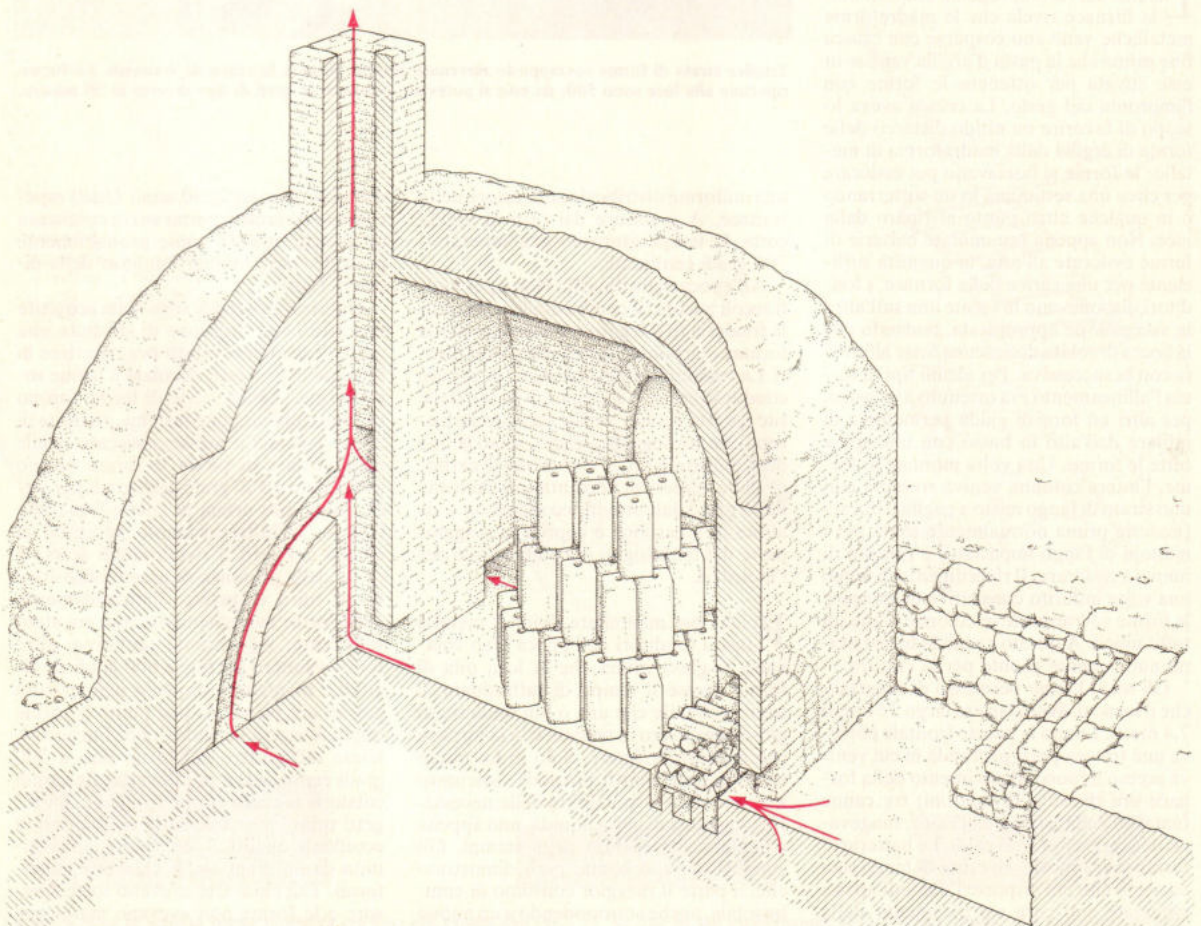
Da quanto precede si ritiene ammissibile che anche in Bessa i Romani potessero sfruttare questa ulteriore risorsa mineraria (Magnetite) presente in notevole quantità e già ridotta in dimensioni tali da favorire una rapida e quindi poco onerosa fusione per la produzione di ferro.

¹⁴ Rivista LE SCIENZE N. 175 Marzo 1983.



La fornace per la cottura delle forme sovrapposte di Wenxian (a sinistra) avrebbe potuto integrarsi con un forno a cielo aperto per la rifusione dei

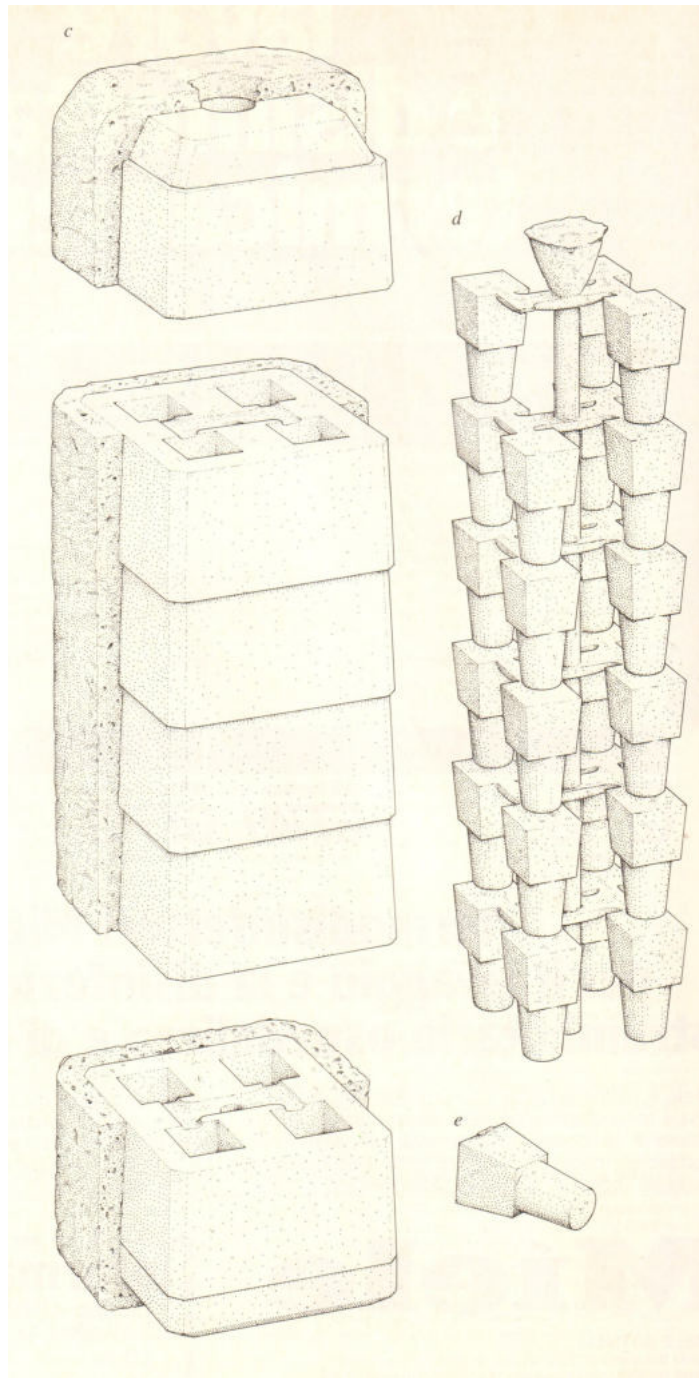
pani di ghisa (a destra) corredato di un mantice per il tiraggio forzato. Nessun forno di questo tipo è stato però finora trovato a Wenxian.



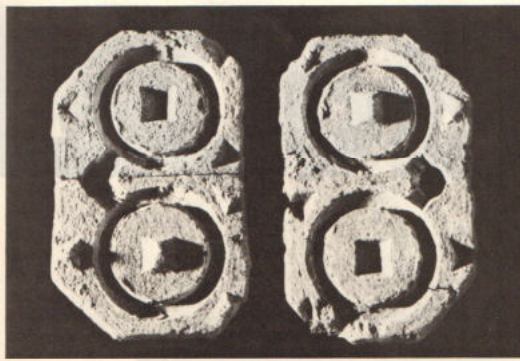
Spaccato della fornace di Wenxian, restaurata dopo lo scavo, con carica di forme sovrapposte pronte per la cottura. Le frecce indicano il percorso dei gas caldi formati dalla combustione della legna (a destra) che

uscivano dal camino di sinistra dopo aver lambito le pile di forme sovrapposte per garantirne l'uniforme riscaldamento. Nella fornace, larga tre metri e lunga circa sette, la temperatura superava i 700 gradi centigradi.

Fig. n. 273 : struttura dei forni di fusione



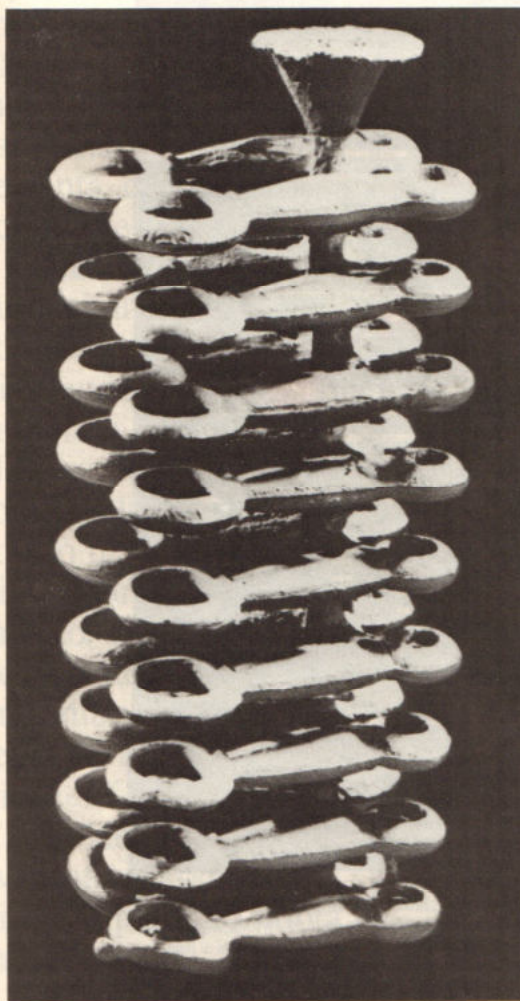
**Fig. n. 274 : disposizione di forme sovrapposte per colate multiple;
tale metodo di fusione è attualmente ancora in uso.**



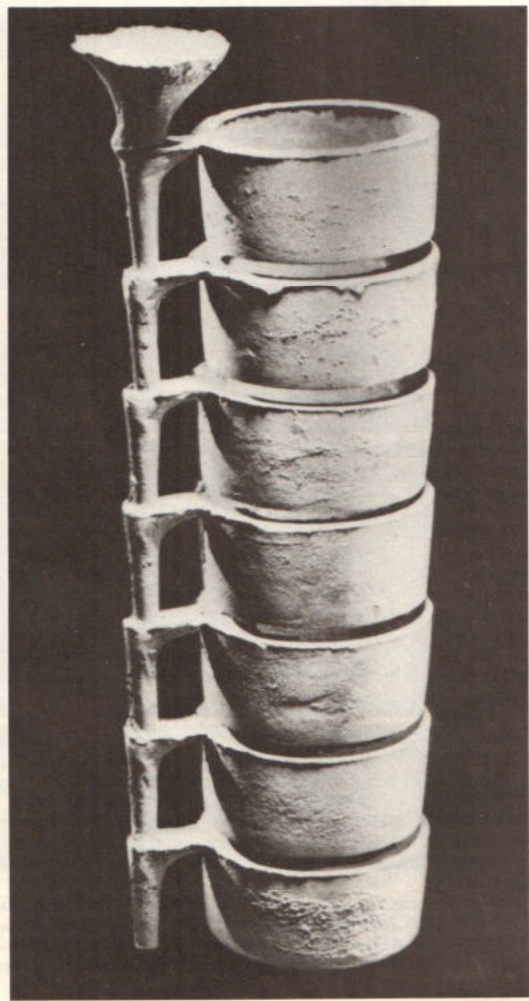
Coppie di semiforma inferiore e superiore utilizzate nella colata di getti di ghisa con la tecnica a forme sovrapposte. Dalla forma a sini-



stra si ottengono due anelli, da quella a destra quattro fibbie. La ridotta altezza consentiva di sovrapporre dieci o più forme per colata.



Getti ottenuti utilizzando forme sovrapponibili vecchie di 2000 anni ritrovate nella fornace di Wenxian. A sinistra, grappolo di 18 morsi per



cavallo; a destra, colata di 7 boccole per assali. A causa della loro altezza il numero di boccole ottenibili con un solo getto era limitato.

Fig. n. 275 : esempi di getti di fusione multipli antichi di 2000 anni.

33 - E ORA FACCIAMO UN PO' DI DIVERTENTE FANTA-STORIA ...OVVERO LA FONDAZIONE DI "VICTIMULA".

Dopo 300 pagine "seriose" che parlano solo ed esclusivamente di pietre, di oro, di bonifiche agrarie forse di vetro e di ferro, il paziente lettore potrebbe arrivare a questo punto e probabilmente pensare ..."*non ne posso più della Bessa e dei suoi ciottoli*"! Ma anche colui che si è preso la briga di scrivere tutte queste pagine, suscitando anche qualche dubbio, potrebbe pensare "*Perché non scrivere qualcosa di divertente, di fantasioso, magari cose alle quali qualcuno non ha mai pensato forse semplicemente perché privo di quel minimo di fantasia che consenta di immedesimarsi nella vita dura che le popolazioni nei dintorni della Bessa sicuramente conducevano?*" Popolazioni antiche, senza un nome particolare o con un nome a vostra scelta, vivevano più o meno tranquillamente nella pianura ubertosa che si estendeva in un vasto areale compreso tra un grosso fiume (futura Dora Baltea) e un grosso torrente (futuro Elvo).

Il grosso fiume divagava lento tra le colline moreniche, il suo percorso era sinuoso con diversi canali secondari che permettevano un loro facile sfruttamento agricolo fino alla piena successiva, in grado, nella breve durata di una notte, di spazzare via tutto. Quasi sicuramente in quelle notti di nubifragio qualche sfortunato abitante non vedeva l'alba e i parenti ne perdevano la traccia, a breve anche il ricordo, perché il problema era quello di ricostruire il campo su cui coltivare e vivere non certo quello di andare a cercare il parente trascinato via dalla furia dell'acqua, anche perché la maggior parte del terreno era caratterizzato da paludi entro le quali facilmente ci si perdeva o si rischiava di esser inghiottiti dalle sabbie mobili.

Di abitazioni entro l'anfiteatro morenico non se ne costruivano: al massimo entro i laghi si costruivano palafitte. Ma quando possibile si cercava di andare in alto ai piedi della lunga collina che come un gigantesco muro divideva diverse tribù. Ma anche qui non erano sicuri perché ogni tanto la grossa collina scaricava a valle immani quantità di terra, acqua, pietre e piante travolgendo e seppellendo tutto e tutti sotto metri di detrito.

Il grosso torrente invece era più violento, non presentava insidiosi percorsi sinuosi, lui era quasi sempre in piena e bisognava stare molto attenti perché spesso trasportava ciottoli enormi, in grado di travolgere e distruggere tutto per cui era meglio andare a costruire le modeste abitazioni in zone elevate. Solamente quando la situazione era tranquilla si scendeva a valle o per coltivare o per cacciare.

In entrambi i paesaggi i terreni coltivati erano strappati alla foresta bruciando la vegetazione erbacea e arbustiva mentre le grosse piante servivano per costruire le case, le palafitte, con i tronchi più grossi si costruivano le barche e anche le recinzioni per proteggersi sia dagli animali che dai banditi.

Nonostante le tante difficoltà le locali popolazioni vivevano in un selvaggio benessere; logicamente piccole guerre o scaramucce tribali erano quasi all'ordine del giorno ma in fondo era normale amministrazione.

Un bel giorno un inspiegabile rumore mise in allarme le più o meno pacifiche popolazioni dell'ampio areale; una confusa commistione di voci umane, di nitriti di cavalli, di latrati di cani, di strani sferragliamenti, di urla imperiose e rare risate. La curiosità superò la paura dell'imprevedibile.

All'improvviso tra la folta foresta fuoriuscirono nelle aree appena bruciate dall'ultimo debbio centinaia di soldati urlanti, impetuosi ma ordinati nel loro imperioso avanzare, militarmente molto eleganti, con lucenti corazze metalliche adorne di rossi orpelli e magistralmente armati, lo stupore superò la paura a tal punto da far credere alle ingenuie popolazioni di essere in presenza di Dei scesi in terra o per aiutarli o sterminarli. La storia è piena di analoghe illusioni e successive stragi. Presto infatti tali esseri quasi divini si dimostrarono ferocemente attivi contro la quasi inerme popolazione. In brevissimo tempo centinaia di persone morirono sotto le frecce, le lance, le mazze e le spade degli invasori che già avevano conquistato tutto il mediterraneo. La carneficina proseguì per giorni, la conquista romana era fatta e i conquistati si sottomisero di buon grado al conquistatore che si impadronì, senza tanti scrupoli, delle postazioni militarmente migliori e delle terre agricole più facilmente coltivabili cacciando la rimanenza dei residenti nella peggiore località che il vasto areale

presentava: un posto privo di acqua, di terreno agrario e conseguentemente con scarsa vegetazione, formato da una disordinata successione di collinette caratterizzate dalla presenza di grossi ciottoli. Un luogo che rendeva difficile anche il semplice spostamento a piedi e quasi impossibile procedere a cavallo, gli unici animali che si trovavano a proprio agio in questo assolato e sterile paesaggio erano piccoli roditori, serpenti (alcuni dei quali velenosi), numerosi cinghiali, gracchianti cornacchie, lupi e orsi.

Tale località, facilmente controllabile da parte dei conquistatori perché unica, arealmente ben definita e non eccessivamente estesa, era un vero e proprio campo di concentramento dove i conquistati quasi spontaneamente si rifugiarono inermi, terrorizzati ma vivi.

Dopo l'iniziale disperazione e smarrimento a seguito anche della rapida morte di molti individui per semplice mancanza di acqua e cibo coloro che assunsero inevitabilmente il comando di queste persone, sicuramente sbandate ma con la volontà di vivere, rapidamente si organizzarono e programmarono la loro sopravvivenza non certo la vendetta verso i nuovi conquistatori perché troppo numerosi, eccezionalmente e militarmente organizzati e quindi inattaccabili e invincibili.

Immediatamente providero a nascondersi ai nuovi arrivati eseguendo rapidamente delle fosse o delle trincee spostando semplicemente i grossi ciottoli e coprendo il rifugio con ramaglie o tronchi, ma la necessità più impellente era l'acqua. Mentre prima il loro territorio era ricco di acqua e spesso era proprio questo elemento a causare distruzione e morte ora rischiavano, così segregati in un territorio ostile, di morire di sete. Ma la necessità acuiva i sensi e le capacità e nel timoroso silenzio notturno durante il quale le sentinelle cercavano di udire l'avvicinarsi dei nuovi conquistatori si udiva un rumore che infuse coraggio e speranza: in profondità, tra i grossi ciottoli, si udiva un rassicurante rumore di acqua in scorrimento, simile a quello che prima udivano lungo le sponde dei loro ruscelli. La ricerca dell'acqua fu semplice e veloce; fu sufficiente lo spostamento di poche decine o centinaia di ciottoli che l'acqua

comparve limpida, fresca, buona e, cosa più importante, perenne. La sabbia che il frenetico scavo mobilizzava entro l'acqua non la sporcava anzi sembrava purificarla perché i granelli erano pesanti e alcuni lucenti, neri, gialli o argentei.

Il problema dell'approvvigionamento dell'acqua era risolto facilmente, velocemente e brillantemente, "*Di sete non moriremo!*" sicuramente pensarono le Victime dei Romani.

Ma vivere esclusivamente mangiando frutti selvatici, bacche, radici, piccoli animali e forse insetti non era la dieta migliore anche perché prima, grazie al debbio, coltivavano la terra resa discretamente produttiva da un duro lavoro e dal concime prodotto dagli animali sequestrati e uccisi dai romani per sfamare le voraci truppe. Ora tutto era stato conquistato, sequestrato, distrutto e ucciso: la conquista era completata.

Ma le Victime dei Romani durante la ricerca della rumorosa acqua criptica notarono che i ciottoli erano spesso mescolati a terra e sabbia e residui vegetali trascinati verso il basso dall'acqua piovana, allora perché non spostare i ciottoli fino a creare ampi e regolari spazi a debole acclività per creare campi da porre a coltura? E perché non crearli dove è presente l'acqua precedentemente trovata a limitata profondità? Penso sia passato poco tempo per arrivare a questa preparazione del terreno, tutto era chiaro e consequenziale e tecnicamente alquanto semplice anche se faticoso. In fondo si doveva solamente spostare dei ciottoli, canalizzare l'acqua e livellare il terreno risultante, seminare e aspettare. L'attesa del germoglio e del raccolto doveva essere anche veloce poiché si scoprì che la presenza dei ciottoli accatastati ai lati dei neo-campicelli determinavano un particolare microclima temperato anche durante i mesi invernali che unitamente alla costante presenza di acqua temperata facilitava di molto le coltivazioni e di conseguenza la produttività di tutto ciò che veniva piantato.

La fame era scongiurata!

E ben presto la piccola comunità iniziò a costruirsi piccole ma funzionali capanne spostando ordinatamente i pesanti ciottoli in prossimità delle sorgenti e dei campi precedentemente eseguiti bonificando le zone più depresse in quanto prossime

alla falda idrica (V. cap. “IL PERCORSO DELL’ACQUA”); sempre spostando ciottoli costruivano funzionali trappole a pozzo armate sul fondo con micidiali lance di bambù affinché gli invadenti e pericolosi cinghiali potessero caderci dentro morire trafitti e sfamare la sfortunata popolazione.

Ma l’esercito romano, come tutti gli eserciti e in tutte le epoche, non era formato unicamente da soldati dediti alla pura e barbara conquista ma anche da persone che nel luogo conquistato erano preposte alla ricerca di tutte le locali ricchezze naturali e in particolare metalli e pietre ornamentali ovvero tutto ciò che era utile ad aumentare la ricchezza, la bellezza e lo splendore universale di Roma. Fu così che gli antichi prospektori minerari scoprirono che nell’Elvo vi erano due minerali importantissimi dei quali Roma era particolarmente ghiotta: oro e magnetite già ridotte dimensionalmente in piccole particelle e quindi ideali per essere subito fuse per la produzione di gioielli e armi.

Ma l’assidua ricerca sulla la sponda destra dell’Elvo, al piede della apparentemente arida zona ciottolosa, dove si erano rifugiate le locali popolazioni, mise in evidenza la presenza di numerose sorgenti perenni che determinavano, grazie alla loro notevole portata, la formazione di piatte conoidi sabbioso ghiaiose che una meticolosa analisi portò a verificare la presenza, oltre che nell’Elvo, di scagliette d’oro e granelli di magnetite in notevole quantità. I prospektori minerari romani, in conseguenza a tali scoperta, si posero la semplice ma logica domanda *“ma là sopra in mezzo a quei ciottoloni ci sono miniere d’oro e ferro? Dobbiamo andare a vedere !”*

Fu così che le povere Victime dei Romani, ormai credutesi al sicuro nel loro nuovo territorio ciottoloso, furono riconquistati e schiavizzati dai Romani e costretti a setacciare quella sabbia che loro avevano faticosamente separata dai ciottoli per creare produttivi campi dai quali ricavare cibo e acqua. Ma forse questa volta non li uccisero ma sicuramente li costrinsero a lavorare per loro.

Ma sempre i prospektori minerari notarono che in questo vasto territorio di ciottoli molti erano di un abbacinante e purissimo colore bianco. Non fu necessario molto tempo per realizzare che si trattava di purissima quarzite, ossia la materia prima per produrre il preziosissimo vetro con il quale gli Antichi

producevano bellissime ma false “*pietre preziose*” di tutti i colori: la tecnica era ormai conosciuta benissimo. “*Prima estraete l’oro, il vetro e il ferro e poi rimanete pure li a coltivare i vostri campi!*”.

E così fu fondata Victimula.

Immani volumi di ciottoli vennero rimaneggiati per portare in superficie quelli bianchi unitamente al lavaggio della preziosa sabbia con oro e ferro, sicuramente Roma era felice e sicuramente dovremmo esserlo anche noi perché scopriamo che la Bessa non solo forniva oro ma anche ferro e vetro oltre a produttivi campi coltivati sino a metà del 1900.

34 - MA IN DEFINITIVA “QUANTO ORO E QUANTA MAGNETITE AVREBBERO POTUTO ESTRARRE I ROMANI DALLA BESSA?”

Dopo tanto scrivere può essere che questa domanda qualcuno me la faccia e in fondo mi sembra anche giusto.

Premesso che ritengo assolutamente improprio che i Romani abbiano “Rimescolato” tutta la Bessa spostando centinaia di milioni di tonnellate di sedimenti ciottolosi, nella ipotesi che l’area caratterizzata dalla presenza delle conoidi (*da alcuni ritenute “Antropiche” e che io ritengo “ Antropizzate)* sia tutto il sedimento lavato per la ricerca dell’oro, da misure ricavabili facilmente dalle foto satellitari si deduce che il volume è ascrivibile semplicemente a un prisma a sezione triangolare avente le seguenti dimensioni:

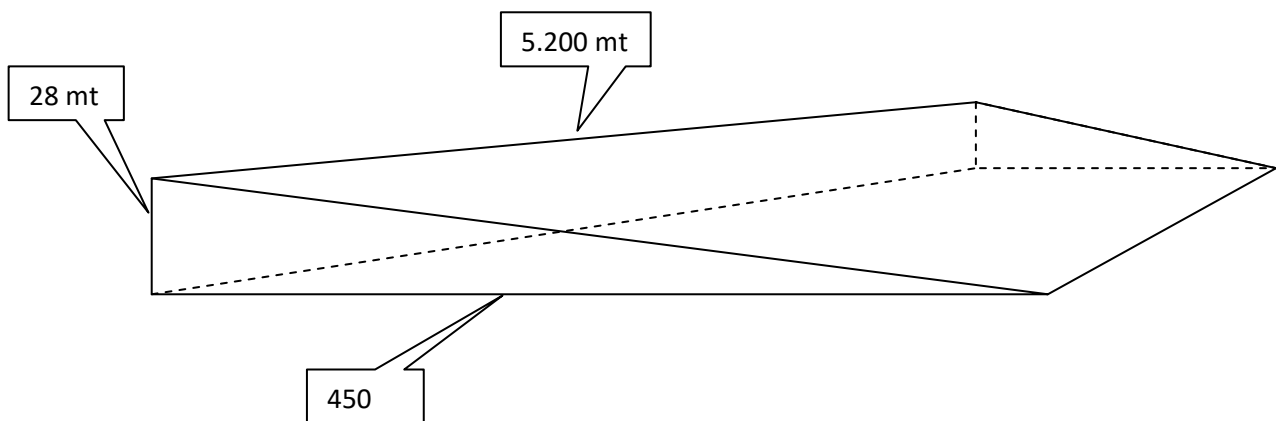


Fig. n. 276 : dimensioni della parte inferiore della Bessa caratterizzata dalle conoidi calcolate su n. 6 sezioni (V. figura seguente).

$$\text{Volume delle conoidi} = 32.760.000 \text{ mc}$$

Poiché la media del contenuto di oro per metro cubo, ricavabile dalle prospezioni minerarie in siti perimetrali alla Bessa ma facenti comunque parte del morenico dal quale la stessa ha tratto origine, è pari a 0,33 gr/mc si calcola che la quantità che i Romani avrebbero potuto ricavare dal Placer della Bessa sia di

$$\text{Volume}_{\text{au}} = 32.760.000 \text{ mc} \times 0,33 \text{ gr} = \text{gr. } 10.810.800 \text{ pari a } 10,8 \text{ tonnellate}$$

Valore ben lontano dalle 100 t ipotizzato da qualche studioso ma comunque non trascurabile al tempo dei Romani ma il difficile è dimostrare che i Romani abbiano estratto oro dalla Bessa lavando tutta la sabbia delle conoidi anche in considerazione del fatto che l'unica muratura, considerata una canalizzazione romana utilizzata per il lavaggio della sabbia visibile a monte di Cave Barbera, risulta eseguita sopra una conoide e quindi più recente della stessa (V. Fig. n. 144).

Qualora la sabbia delle conoidi fosse stata dilavata per estrarre l'oro queste sarebbero state "smantellate" nella loro morfologia originaria; solamente la conoide presente a oriente della Frazione Ferrero (Frazione del Comune di Zubiena) risulta parzialmente e intensamente modificata strutturalmente oltre a quelle completamente distrutte dall'attività delle cave per inerti nel Comune di Cerrione.

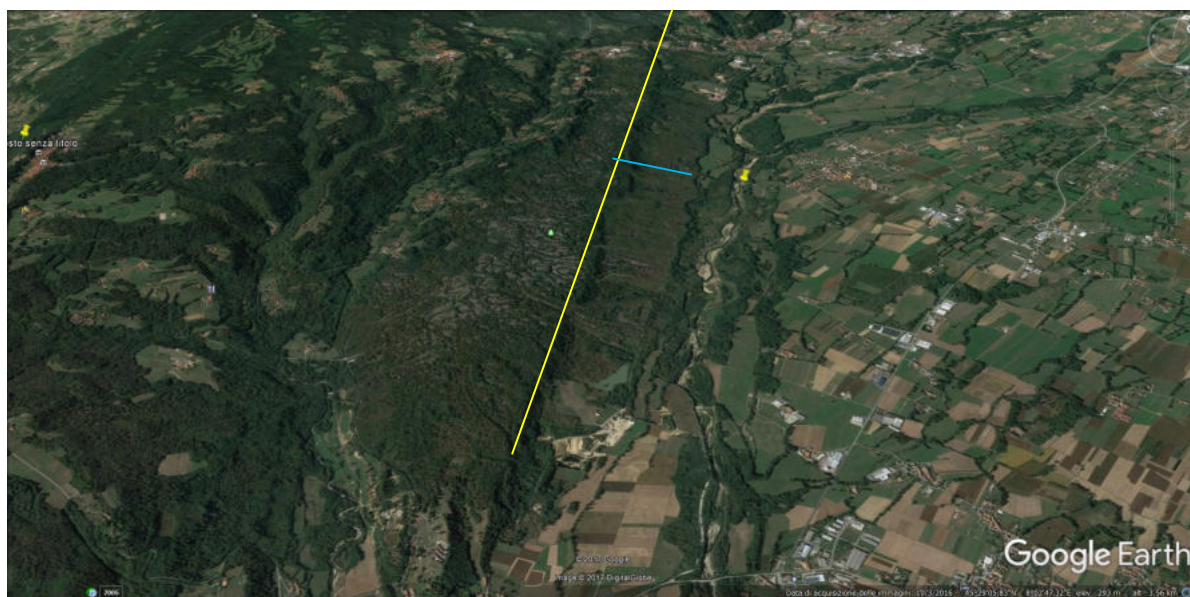


Fig. n. 277 : dimensioni della zona delle conoidi .

linea gialla lunghezza : 5.200 mt

linea azzurra larghezza : 450 mt

altezza media delle conoidi a monte : 28 mt

Poiché dalle prospezioni eseguite negli anni trenta del secolo scorso si valutò una quantità di Magnetite di circa 25,5 kg/mc essendo il deposito alluvionale della Bessa calcolato in circa 200 milioni di metri cubi si calcola che indicativamente la quantità di magnetite risulterebbe pari a

5.100.000 t corrispondenti ad una quantità di Ferro pari a

3.687.300 tonnellate contro le 11,5 tonnellate di oro

Si evidenzia che attualmente dal punto di vista merceologico una miniera prende la denominazione dal minerale che è presente in maggiore quantità, molte miniere “Di Rame” sono dichiarate tali poiché il metallo maggiormente presente nella roccia è Rame ma è ben noto che in tali giacimenti minerari sono presenti altri minerali tra i quali spesso è presente Oro ma non per questo viene merceologicamente definita “miniera d’oro” anche se questo è il minerali più prezioso ma meno abbondante.

In definitiva ritengo che i Romani potessero sfruttare la Bessa primariamente per la sua enorme potenzialità di ferro e secondariamente per la minore quantità di oro che poteva essere sfruttato sia per la produzione di monete e gioielli e anche per colorare in rosa il vetro prodotto in loco grazie alla considerevole quantità di quarzite purissima.

35 - UNA ANTICA CAVA DI CIOTTOLI PER “SELCIATI”.

In molti paesi del Biellese, compreso il quartiere del Piazzo a Biella, sono ancora rimasti i vecchi selciati (*termine dialettale “Sterni”*) con i quali si completavano le strade principali non solo ove si trovava la sede municipale ma anche la viabilità di alcune Frazioni; i ciottoli adatti a tale opera stradale venivano prelevati in Bessa a seguito di una meticolosa cernita che logicamente prevedeva lo spostamento manuale di una immensa quantità di ciottoli di grandi dimensioni (> 10/15 cm di diametro). Seguiva il trasporto con carri trainati da cavalli e quindi la loro lunga e paziente messa in opera.

Molto spesso in Bessa si trovano aree ove si nota una evidente concentrazione di piccoli ciottoli circondati da grandi ciottoli, tali aree erano le zone di cernita e prelevamento tutte prossime alla viabilità interpodereale ancora rintracciabile anche se con una certa difficoltà a causa della crescita incontrollata della vegetazione. Tale viabilità o esisteva da tempi antichi o veniva eseguita spostando i ciottoli al fine di creare lo spazio necessario al passaggio dei carri, il sedime creato veniva cosparso di terra al fine di facilitare il passaggio dei cavalli.

In una particolare area della Bessa, difficilmente raggiungibile, è possibile vedere uno di questi siti di cernita e raccolta in definitiva una vera e propria cava.

Nella Figura n.281 si riporta l'immagine satellitare del sito con le evidenze antropiche che la caratterizzano:

- area di cernita – cerchio verde – punto GPS 061 (N45 29.055 E8 02.503 342 m)
- capanne provvisorie per operai – cerchi azzurri punto GPS 062 (N4529.069 - E8 02.532 341 m)
- attuale viabilità d'accesso lungo il percorso “Ciapej Parfundà” – linea gialla
- attuale viabilità d'accesso lungo la “Strada dei Cumuli” – linea rossa.
- tracce di antica viabilità d'accesso – linea azzurra

- sede di antiche abitazioni di probabile età romana lungo il percorso del “Ciapei parfundà”– cerchio rosso.
- Sorgente – punto GPS 060 (060 N45 29.059 -E8 02.437 345 m)

Nelle vicinanze del sito era presente una sorgente indispensabile per il soggiorno durante i lavori situata al di sotto di un gigantesco masso erratico superiore a 100 metri cubi. Tale sorgente è parzialmente mascherata da grossi ciottoli.

Attualmente non è possibile la datazione di tale sito ma sicuramente il prelievo di ciottoli si è protratto per un lunghissimo periodo, forse anche al tempo dei Romani, al quale ha fatto seguito il prelevamento dei ciottoli di quarzite tra gli anni cinquanta e sessanta del secolo scorso, la presenza di diversi “ *fori da mina* ” su grossi massi lungo la viabilità testimonia questa recente attività antropica, è evidente che l’esplosivo è stato usato per permettere un facile passaggio dei carri per il trasporto dei ciottoli verso la viabilità principale (V. Fig. n. 122 pag. 143 - punto GPS 059 Fig. seguente).



Fig. n.278 : area di cernita dei ciottoli (punto GPS 061); entro la linea gialla sono stati raccolti i ciottoli adatti alla formazione dei selciati, perimetralmente sono presenti ciottoli a maggiori dimensioni. Sulla destra del sito, a circa 15 metri, è presente la viabilità lungo la quale avveniva il trasporto.



Fig. n.279 : tracce di capanne di età ignota (punto GPS 062)



Fig. n. 280 : sorgente sotto masso erratico (punto GPS 060)

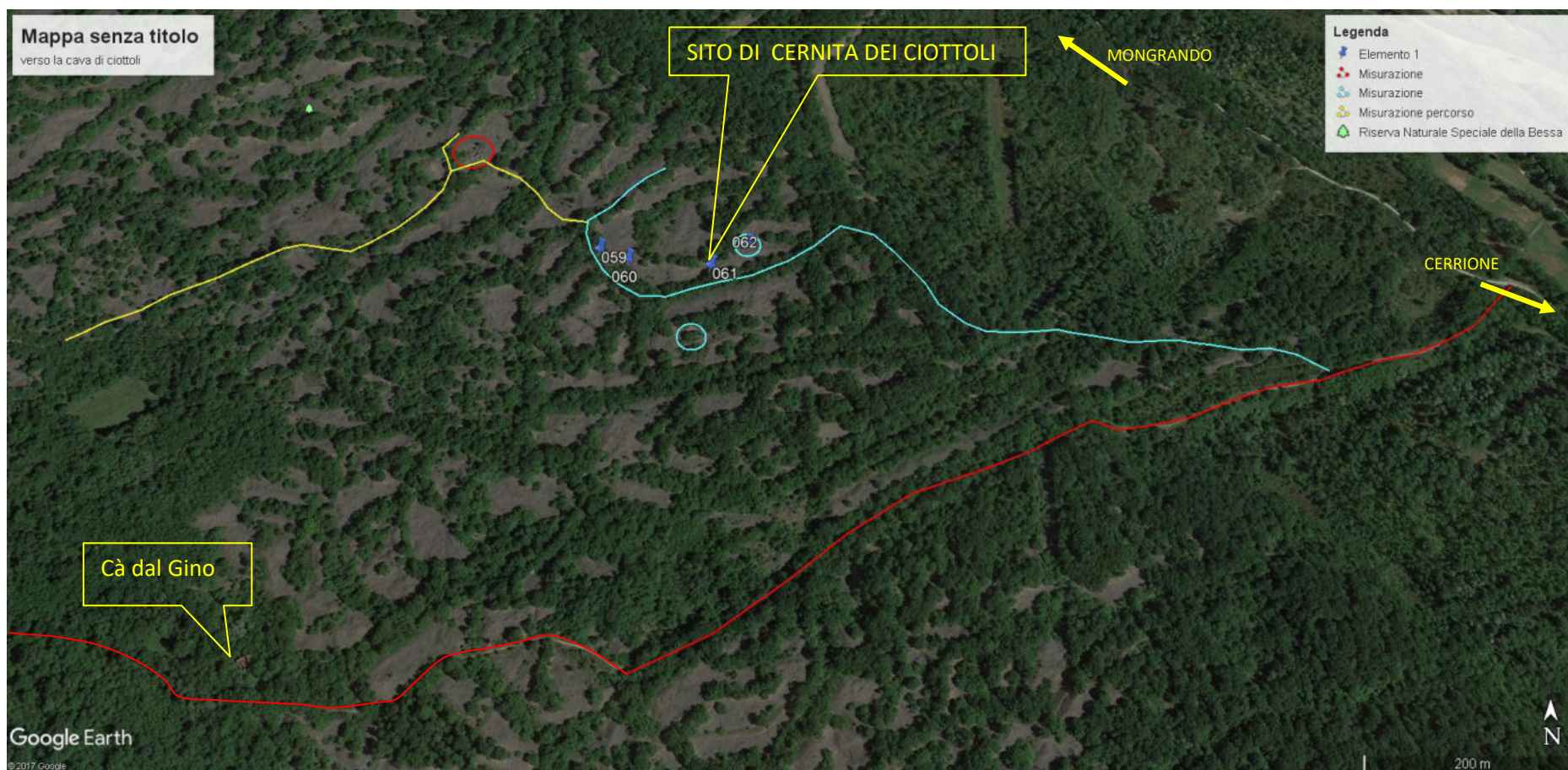


Fig. n. 281 : posizione dell'area di cernita dei ciottoli, il trasporto avveniva lungo la viabilità indicata dalla linea azzurra che si immetteva sulla strada indicata in rosso per poi dirigersi verso Cerrione o Mongrando.

UN SIGNIFICATIVO CALCOLO.

Visto che solamente per selciare le strade di Zubiena furono necessari circa 1.500.000¹⁵ ciottoli provenienti dalla Bessa sorge spontanea la domanda “ *ma quanto materiale venne spostato per selezionare tutti questi ciottoli?*”; per rispondere a questa semplice domanda si devono fare le seguenti considerazioni:

poiché indicativamente per ogni metro quadrato di selciato ci sono 100 ciottoli la superficie totale acciottolata è di 15.000 mq che corrispondono a un volume di circa 2.250 mc ($15.000 \times 0.15 \text{ mt}^{16}$); poiché i ciottoli adatti allo “Sterni” rappresentano circa il 20% dell’ammasso ciottoloso (*da analisi granulometrica speditiva eseguita solo su copertura ciottolosa non rimaneggiata*) il volume totale da spostare per la cernita dei ciottoli da “Sterni” ammonterà a circa 11.250 mc. Nella ipotesi che la cernita sia avvenuta esclusivamente entro i primi 30 centimetri dell’ammasso ciottoloso (*corrispondente al diametro massimo medio dei ciottoli a maggiore dimensione*) la superficie rimaneggiata corrisponderà a circa 37.500 mq ovvero circa 3,7 ettari solamente per il Comune di Zubiena.

A conferma di questa ipotesi è significativa la successione ciottolosa messa in evidenza dalla esecuzione di una passerella per portatori di handicap eseguita parallelamente al percorso “Ciapei Parfundà” ; nella successiva foto possiamo notare chiaramente tale successione:

STRATO A - ciottoli superficiali ossidati (prevalentemente di colore grigiastro) con diametro medio superiore a 20 cm non adatti per l’esecuzione degli “Sterni”.

STRATO B - ciottoli presenti oltre i 30-40 cm di profondità meno ossidati con dimensioni diverse e con presenza di ciottoli adatti alla esecuzione di “Sterni”.

Tale foto potrebbe confermare che la cernita dei ciottoli da Sterni si limitava allo spostamento superficiale di quelli aventi dimensioni medie superiori a 20/30 cm.

¹⁵ Tale quantità è stata calcolata misurando la superficie acciottolata del Comune di Zubiena comprese le Frazioni e considerando che per ogni metro quadrato vennero impiegati mediamente 100 ciottoli.

¹⁶ Spessore medio del selciato.

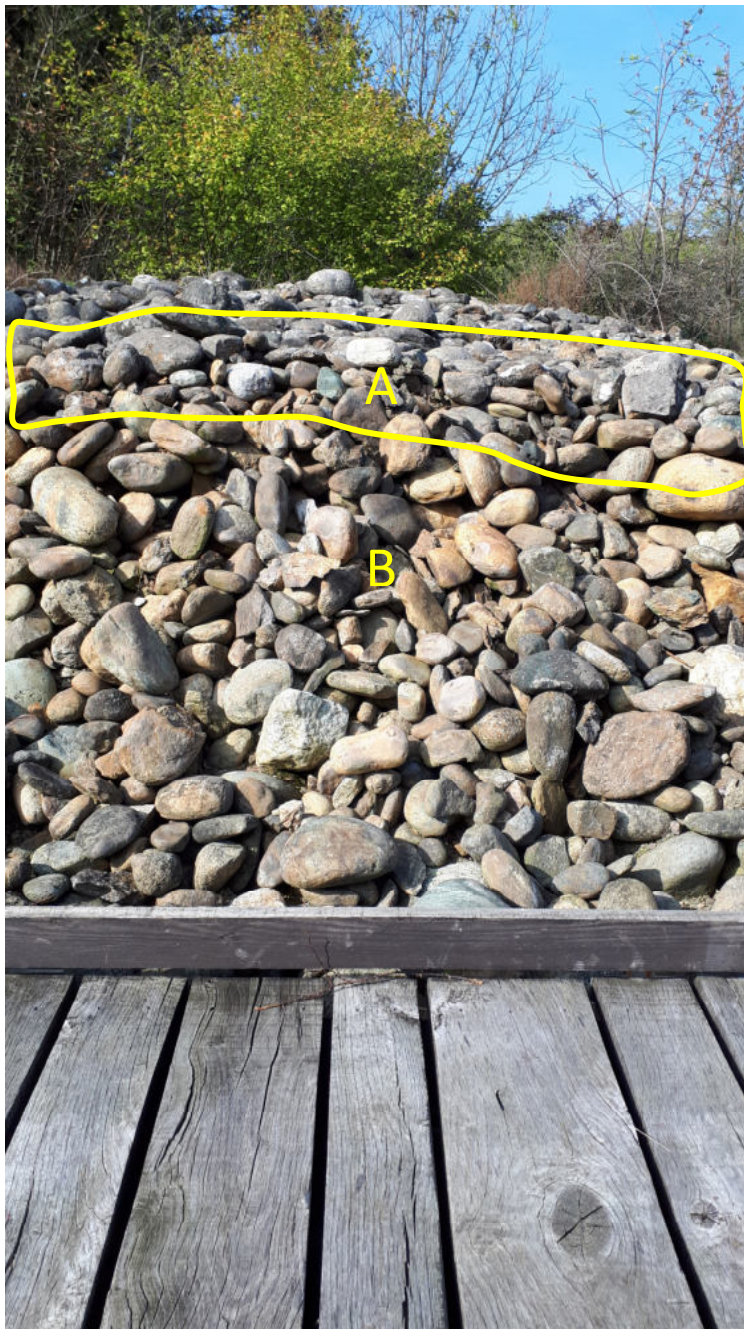


Fig. n. 282:

Successione ciottolosa lungo la passerella in legno parallela al percorso "Ciapei Parfundà"



Fig. n. 283: acciottolato presente in Località Piazza di Biella; la presenza di ciottoli caratterizzati da una netta disomogeneità litologica testimonia la quasi sicura provenienza dal giacimento della Bessa. La presenza del metro facilita la conta del numero dei ciottoli per metro quadrato.

36 - LO STAGNO E UN SUO PROBABILE SIGNIFICATO.



Fig. n. 284: lo stagno in veste invernale.



Fig. n. 285: lo stagno in veste estiva.

L'unica zona della Bessa nella quale è costantemente presente acqua affiorante si sviluppa a Nord di Cascina Sirogi alla quota di circa 352 m.l.m.;

morfologicamente ha una forma complessa indicativamente formata da due ampi bacini uniti da una sorta di canale che, a detta di qualche assiduo frequentatore, presenta a tratti degli incerti allineamenti ciottolosi che fanno presupporre l'intervento dell'uomo: una ipotesi può essere l'unione dei due bacini per regimare meglio una notevole quantità di acqua.

L'intera zona acquitrinosa presenta indicativamente una superficie di circa 14.000 mq e termina verso Est con un'area allungata che per i primi 50 mt presenta una sezione costante con larghezza di circa 10 metri.

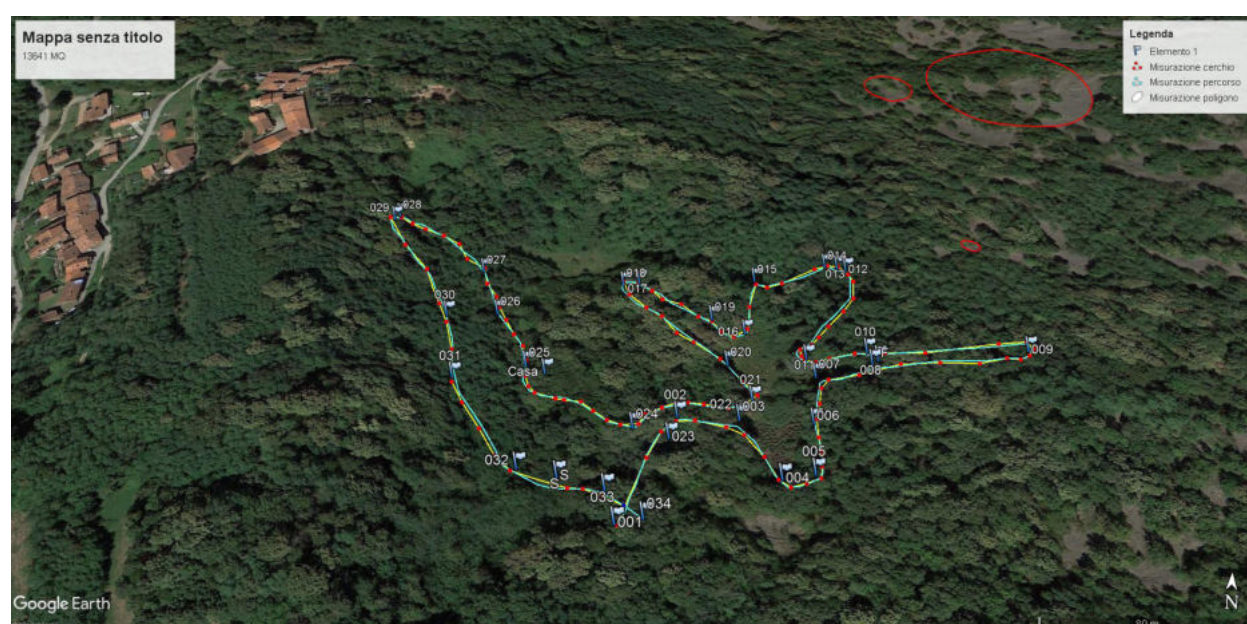


Fig. n. 286: sviluppo della palude rilevata con GPS e riportata su immagine satellitare tratta da Google Earth. In alto a sinistra è presente Casale Ferreri.

A causa della complessità morfologica dell'area è difficile capire dove questa è totalmente naturale o parzialmente antropizzata a meno che non siano presenti tracce più o meno estese di opere murarie ma queste come vedremo sono visibili solo perimetralmente ad essa; sicuramente queste sono state eseguite in periodi successivi e forse con diverse finalità: bonifica agraria sia per coltivazioni che per pastorizia, **eventuale conseguente lavaggio della componente sabbiosa se questa risultava contenente significative quantità di pagliuzze aurifere e**

presenza di Magnetite per l'estrazione del Ferro. Si tenga presente che specifiche ricerche minerarie eseguite negli anni trenta del secolo scorso hanno determinato una presenza di circa 30 kg /mc di magnetite corrispondente a circa 25 kg di ferro che in alcuni casi poteva essere acciaioso, quantità sicuramente appetibile e quindi sfruttabile per la costruzione di utensili ferrosi da parte di antiche popolazioni sia per costruzioni di armi che utensili per lavorazioni varie. La presenza della vicina frazione **Ferreri** può essere un indizio su questa eventuale attività mineraria e metallurgica. Tengo comunque a precisare che non tutto si deve ipotizzare che sia di età romana, la Bessa è stata notevolmente sfruttata sia da popolazioni proto-romane che sino a circa metà del '900 basti pensare alla coltivazione di cave di inerti che hanno sconvolto l'originaria morfologia del vasto territorio petroso ma nel contempo hanno permesso l'esecuzione di una enorme quantità di opere edilizie e infrastrutture viarie. Inoltre anche la massiccia asportazione superficiale di ciottoli di specifiche dimensioni (diametro < 20 cm) per la costruzione di selciati (" Sterni" in dialetto locale) in quasi tutti i Comuni Biellesi e anche Canavesani (Bollengo e Burolo).

EVIDENZE MORFOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE.

Il bacino morfologico che convoglia le acque meteoriche direttamente nella depressione di alimentazione dell'area è di circa 140.000 mq e la sua principale caratteristica è che risulta depresso rispetto ai lembi morenici sui quali sorgono le Frazioni di Casale Ferreri, Cascina Sirogi e Casale Perini.

La costante presenza di acqua, anche a seguito di periodi poco piovosi, fa ipotizzare che il bacino sia alimentato da falde freatiche che possono avere una alimentazione molto distante ossia il "Bacino idrogeologico" è superiore al "Bacino morfologico"; poiché è mio parere che la Bessa rappresenti l'antico alveo del Torrente Viona l'ipotesi che mi sembra più ragionevole è che tale depressione allagata rappresenti un "*Relitto Morfologico*" di un antico percorso dello stesso; percorso che è stato poi ricoperto da successivi depositi morenici al di sotto dei quali l'acqua fluisce grazie ad un "*Paleo alveo*" che a seguito di eventi meteorici importanti viene alimentato in modo tale da creare un flusso idrico che arriva sino

alla sottostante strada Cerrione-Mongrando. Tale flusso che arriva indicativamente ad una portata massima di circa 20/30 lt/s è effimero e diminuisce rapidamente di portata per poi sparire entro 2-3 giorni per tale motivo è molto difficile poterlo vedere e studiare. Lo studio analitico di tale raro evento alluvionale (*misurazione della variazione della portata dal suo valore massimo al suo esaurimento*) potrebbe dare indicazioni discretamente attendibili sul volume del bacino di alimentazione e capire se questo è solamente morfologico oppure se ha anche una componente idrogeologica e quindi sotterranea. Tale studio si rivela molto complesso poiché si devono verificare situazioni meteo molto importanti ed inoltre risulterebbe complessa la misurazione della portata che fluirebbe dalla zona allagata poiché sarebbe necessario attivare una struttura per la misurazione della portata nel tempo a partire da quella massima sino all'esaurimento; specifiche formule permettono di valutare il tempo di esaurimento delle falde sotterranee di alimentazione e il conseguente volume del bacino di alimentazione.



Fig. n. 287 : (Estratto da Google Earth) le frecce azzurre della precedente figura indicano il percorso ipotetico di una divagazione del Torrente Viona in parte ricoperto dalla collina morenica (unità Vermogno- Borgo san Lorenzo). Lo stagno rappresenterebbe una forma di morfologia fluvio-glaciale “Relitta”, la profonda incisione a valle della palude sino al torrente Elvo rappresenterebbe la parte terminale di questa antica idrografia formatasi a seguito della rottura d’argine dell’antico alveo della Viona che scorreva tra due colline moreniche. E’ evidente che la successione degli eventi deve essere stata molto complessa e caotica. (sullo sfondo in blu l’attuale percorso el Viona).

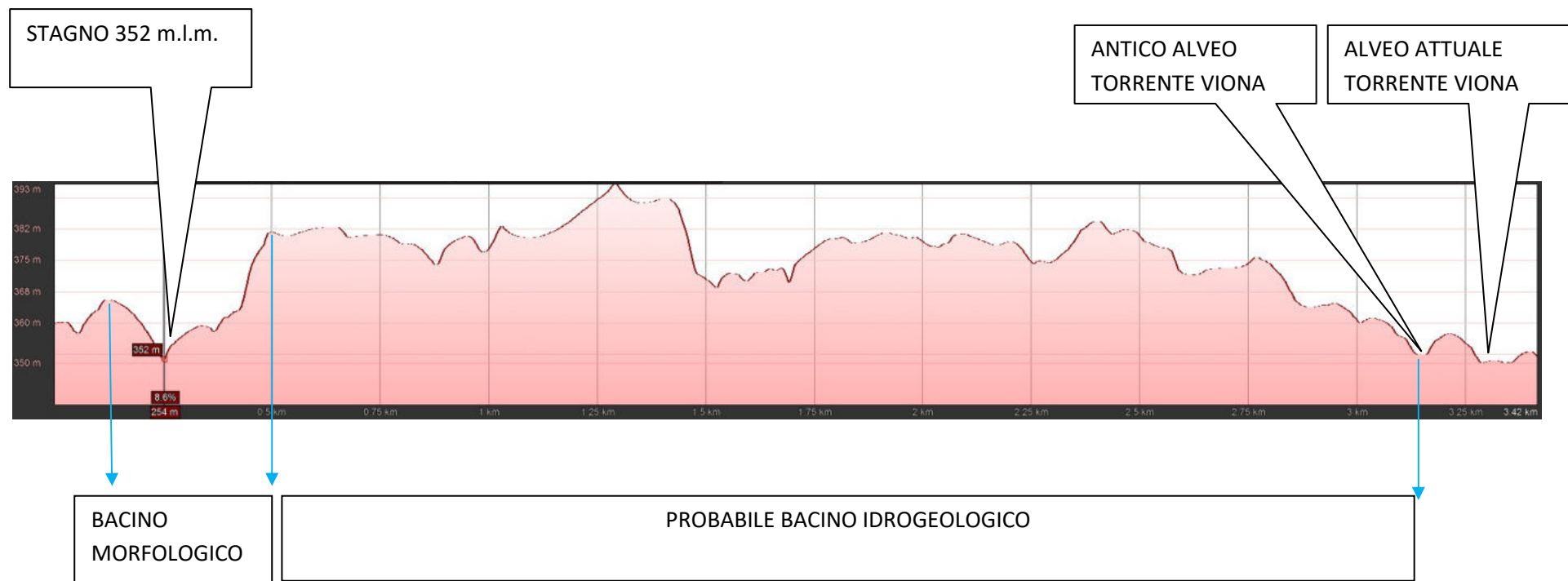


Fig. n.288 : (Da Google Earth) sezione attuale tra la zona dello stagno e il Torrente Viona; la complessità morfologica della copertura morenica dell'antico percorso del Viona e la distanza tra questo e la palude rendono molto complesso stabilire lo sviluppo del bacino idrogeologico di alimentazione. Inoltre se l'alimentazione della zona dello stagno proveniva dal Torrente Viona sicuramente la quota dello stagno era diversa dall'attuale.

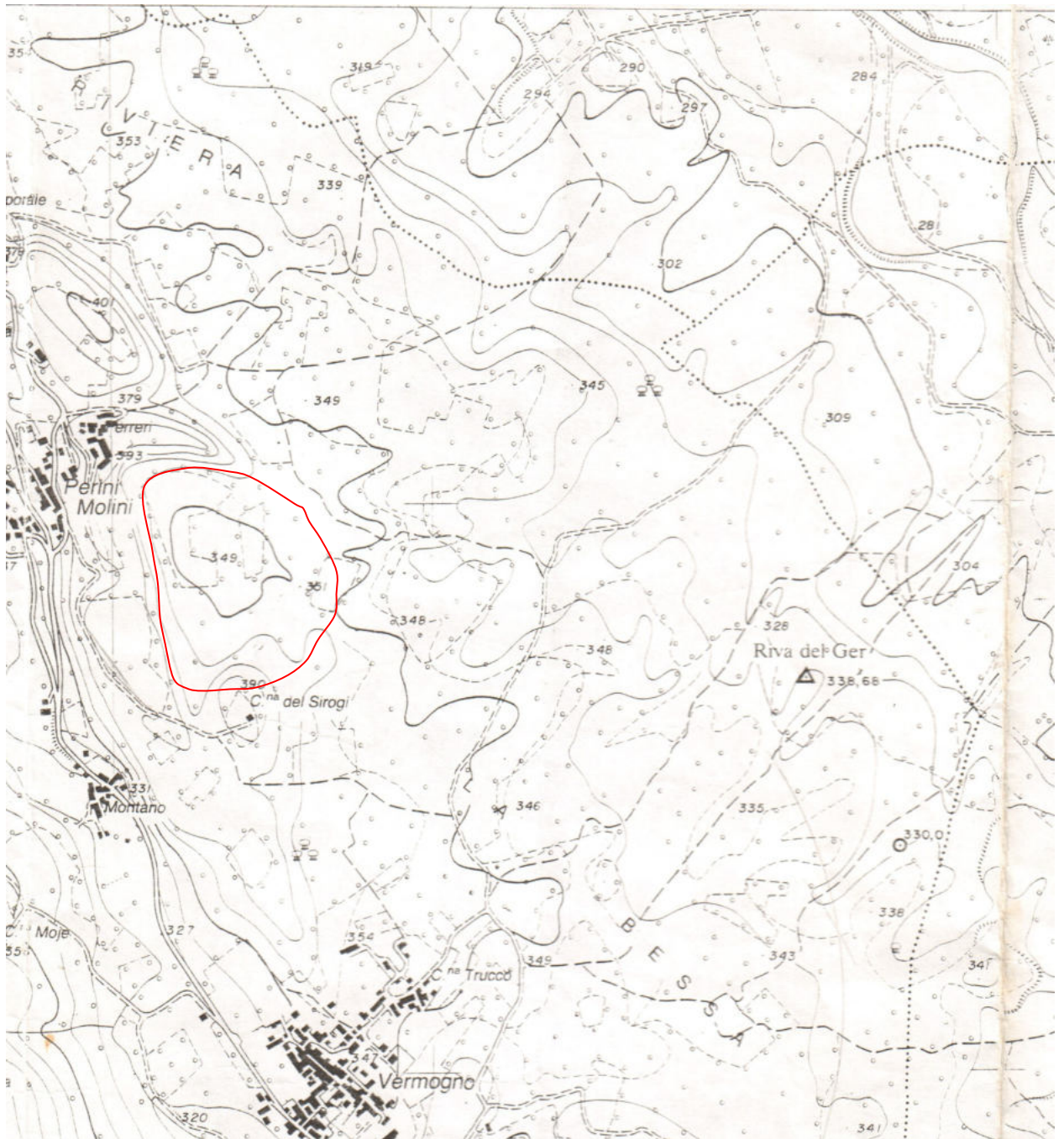


Fig. n. 289 : Estratto dalla cartografia regionale CTR in scala 1:10:000

Verso oriente si apre una lunga e stretta valle che arriva sino a raggiungere la strada Cerrione- Mongrando; la sua lunghezza è di circa 1300 ml, la larghezza varia da un minimo di 15 metri ad un massimo di circa una trentina di metri; il dislivello tra stagno e l'incrocio stradale è di circa 50 metri.

Lungo questi 1300 metri sono visibili numerose strutture murarie eseguite con i ciottoli decimetrici; queste opere murarie sono state edificate in diversi periodi e possono avere avuto diverse funzioni:

- regimazione del flusso idrico che in tempi antichi poteva presentare una notevole portata testimoniata dal fatto che la maggior parte dei sedimenti mobilizzati presentano dimensioni decimetriche (ciottoli). Tale flusso idrico oltre alla alimentazione diretta (pioggia) poteva avere e forse ha tutt'ora una notevole alimentazione freatica testimoniata dalla presenza di alcune sorgenti, tracce di antichi pozzi ormai interrati, e verso Ovest presenza di Sink-Hole che testimonia importanti flussi ipogei.
- Recinti per stallaggio degli animali.
- Recinti per costruzioni di abitazioni sia provvisorie che temporanee.
- Bonifiche agrarie per il normale sostentamento degli abitanti della zona e pascolo del bestiame.
- **E non ultimo, come già accennato, per la presenza di un costante flusso idrico e presenza di sabbia, ricerca ed estrazione di oro e magnetite (ferro) in tempi remoti quando l'idrografia superficiale era nettamente diversa dalla attuale e probabilmente costante nel tempo .**

Nonostante sia l'unica vasta zona dove è costantemente presente acqua (a parte i laghetti di cava presenti verso Cerrione) poco si è detto e poco si è ipotizzato sulla sua origine e sul suo utilizzo anche se è attraversato da un percorso turistico chiamato "*percorso delle incisioni rupestri*"; ritengo personalmente strano che si parli diffusamente delle incisioni sui massi erratici e poco si dica su questa interessante area che forse potrebbe essere l'unica area lungo la quale i Romani o chi per essi ricavassero oro e ferro proprio per la costante presenza di acqua.

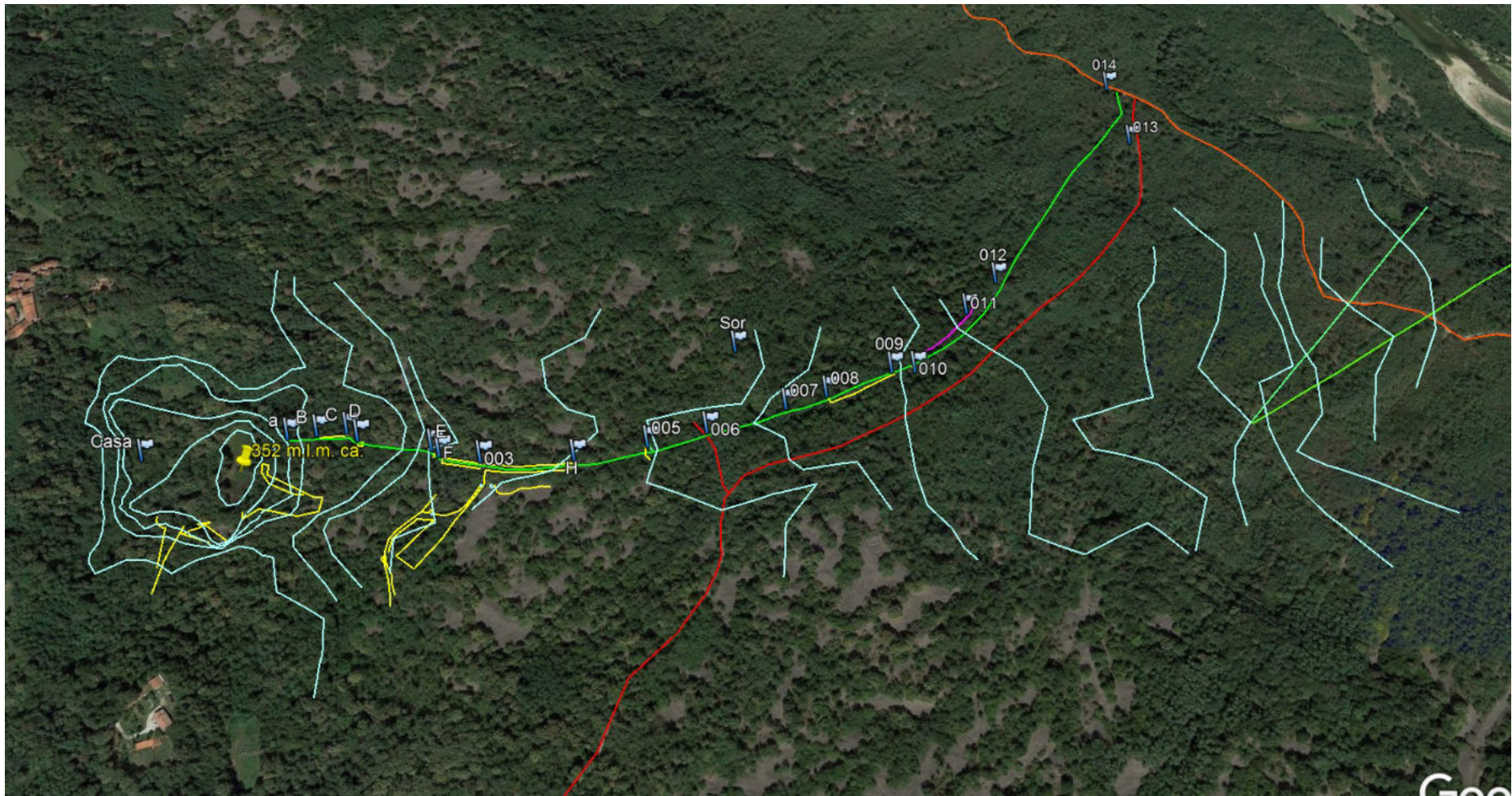


Fig. n.290: (Estratto da Google Earth) visione generale del percorso che si sviluppa dallo stagno sino alla strada Cerrione-Mongrando; nelle seguenti pagine vengono riportati estratti particolari di tale immagine per meglio comprendere l'attività antropica che in esso si è sviluppata nel corso dei secoli; si evidenzia che non necessariamente tali interventi sono stati svolti in epoca romana come spesso si vuol fare credere. Le linee azzurre individuano delle isoipse significative (non è stata messa la quota assoluta per non creare un eccessivo assembramento di informazioni che avrebbero impedito una chiara visione dell'insieme morfologico strutturale).

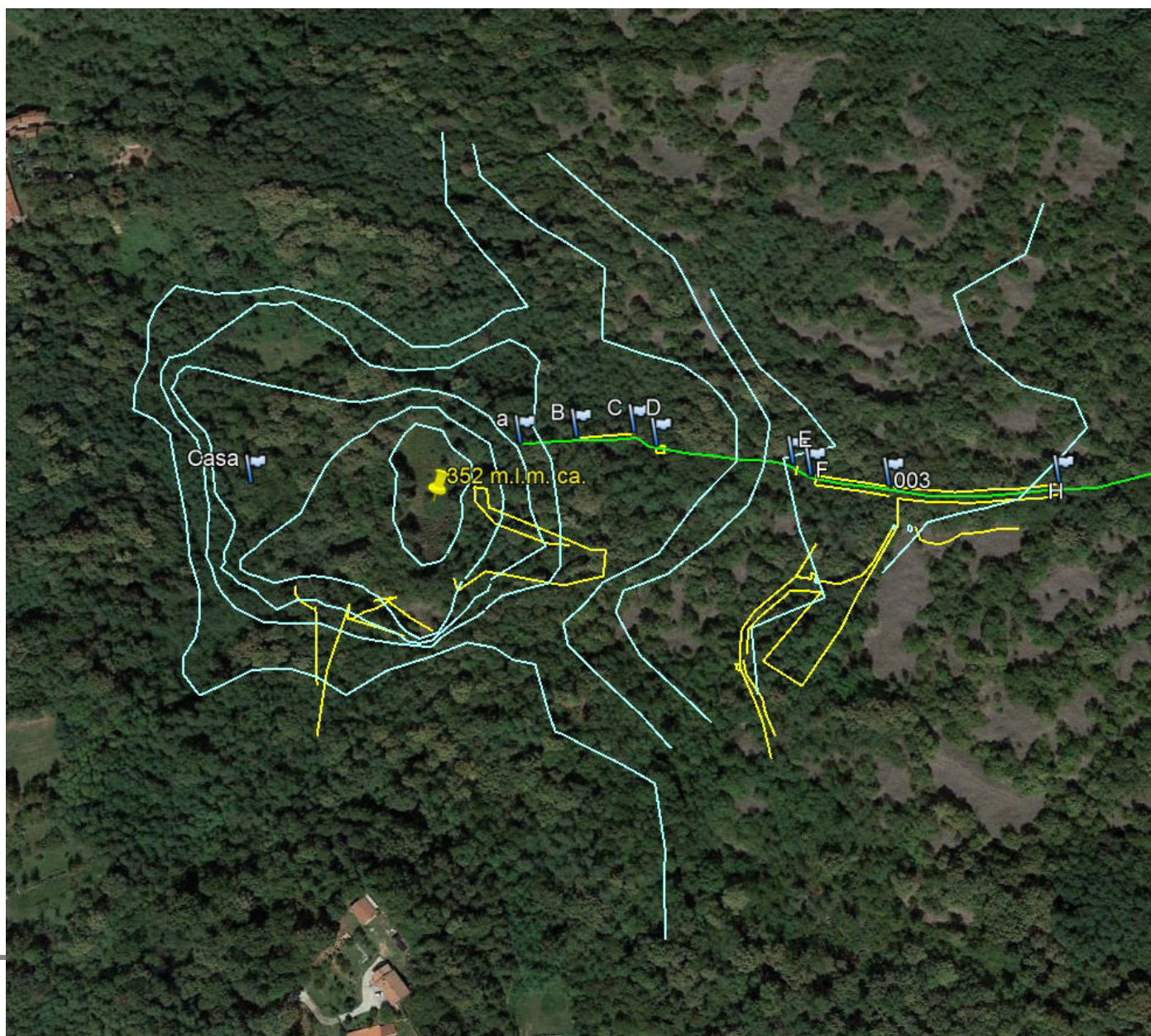


Fig. n.291 :
descrizione nelle
seguenti pagine.

Nel punto (a) termina lo stagno durante il periodo di magra invernale, proseguendo verso valle al punto (B) inizia una muratura in ciottoli lunga 33 mt sino al punto (C); probabilmente tale muratura venne costruita al fine di impedire o per lo meno rallentare l'erosione del versante durante periodi di piena. Il terreno presenta generalmente una granulometria sabbioso ghiaiosa con rari ciottoli probabilmente affioranti per opera dei cinghiali.

Nel punto (D) è presente una muratura doppia in ciottoli decimetrici che sbarrava completamente la piccola valle ad esclusione di una apertura centrale (V. Fig. seguente)

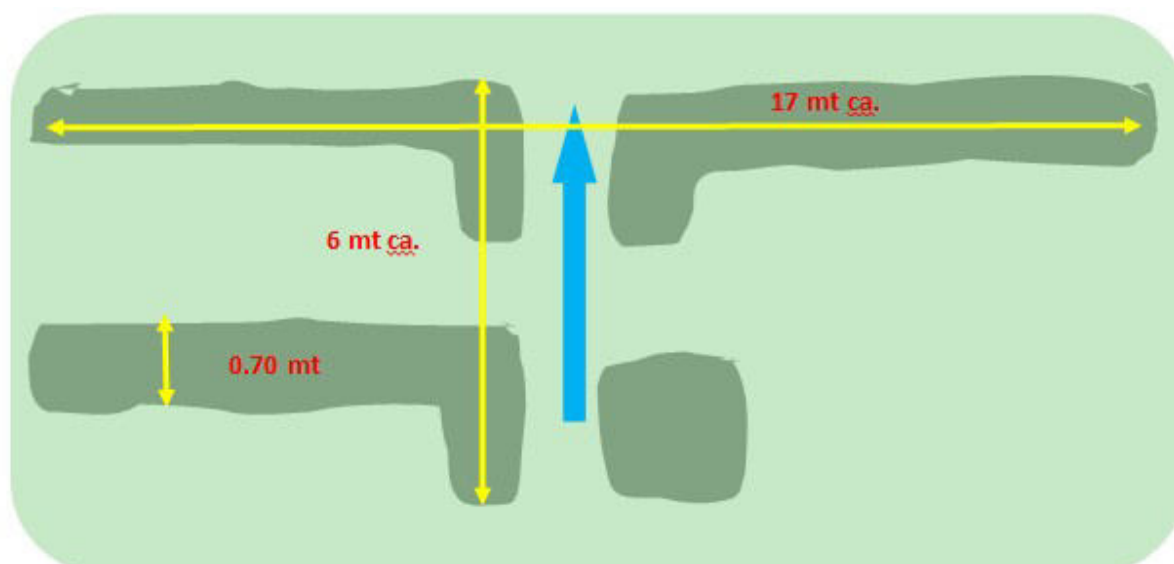


Fig. n. 292 : struttura muraria doppia (punto D) eseguita interamente in ciottoli; notevolmente destrutturata con presenza di ciottoli al suo interno con le stesse dimensioni dei muri perimetrali. Volendo dare una interpretazione idraulica essa poteva rappresentare una specie di sbarramento a gravità "In Terra" (*in realtà in ciottoli consolidati con terra argillosa*) per trattenere temporaneamente l'acqua entro lo stagno, una paratia centrale poteva essere aperta quando l'acqua arrivava ad un certo livello, l'apertura della paratia poteva creare un flusso tale da permettere il lavaggio del sottostante terreno con allontanamento della sabbia dalla quale potevano essere estratti sia Oro che Magnetite. La larghezza della struttura è di circa 17 metri e i muri sono larghi mediamente 0,7 mt. Il successivo degrado della struttura per mancata manutenzione e l'apertura di un passaggio centrale hanno determinato nel tempo l'allontanamento della terra argillosa che rappresentava la massa impermeabile atta a trattenere l'acqua entro lo stagno.



Fig. n. 293 : struttura muraria di sbarramento descritta nella precedente Figura.

Verso valle il fondo della vallecola si presenta colmo di ciottoli decimetrici accatastati disordinatamente come se fossero stati depositati da una forte corrente torrentizia; sia la morfologia del terreno che la granulometria dello stesso sono nettamente diversi da quello che si può notare a monte della massiccia struttura.



Fig. n. 294 : punto (E) presenza di una struttura a ciottoli decimetrici interpretabile idraulicamente come una “Soglia” per regimare l’impetuoso flusso torrentizio da monte ma anche, forse, come semplice confine di proprietà. La freccia rossa individua la presenza di uno scalino eseguito in muratura a ciottoli alto circa un metro che presenta una serie di scalini tra due piante (V. Fig. seguente) .



Fig. n.295 : punto (F) presenza di muratura in ciottoli con altezza variabile da 1,0 mt a 1,5 mt che si sviluppa sia trasversalmente alla valle e lateralmente sia sul versante destro che sinistro per interrompersi in corrispondenza del punto 003 (Percorso delle incisioni rupestri) per poi riprendere sino al punto (H) per una lunghezza totale di circa 140 mt.



Fig. n.296 : superficie compresa tra i punti (F – 003 - H); si sviluppa per circa 140 metri presenta una debolissima acclività e il terreno è sostanzialmente sabbioso ghiaioso; pur essendo praticamente impossibile dare a tale struttura una datazione si possono fare due ragionevoli ipotesi sul suo utilizzo.

Storia recente

sicuramente in tempi recenti tale superficie pianeggiante è stata usata per scopi agricoli (*frutteto e/o vigneto, pascolo*) sono presenti locali per ricovero attrezzi ricavati nella struttura muraria e una cisterna in cemento per preparazione delle sostanze antiparassitarie inoltre nelle immediate vicinanze sono presenti tre pozzi oltre ad una struttura abitativa che durante l'ultima guerra venne bruciata. (V. fig. seguente).

Storia passata

E' sicuramente possibile che al tempo dei Romani l'intero territorio, compreso tra lo stagno e la strada Cerrione-Mongrando, fosse utilizzata con la precipua finalità mineraria ovvero estrazione dell'Oro e della Magnetite; l'apertura dello sbarramento presente al punto D creava un impetuoso flusso idraulico (testimoniato dalla presenza di ciottoli decimetrici) che permetteva il lavaggio della sabbia aurifero-

magnetifera tra il punto D e il punto F che infine si andava a depositare nell'area tra il punto F e il punto H, area entro la quale il lavaggio poteva ancora continuare grazie all'abbondanza locale di acqua.

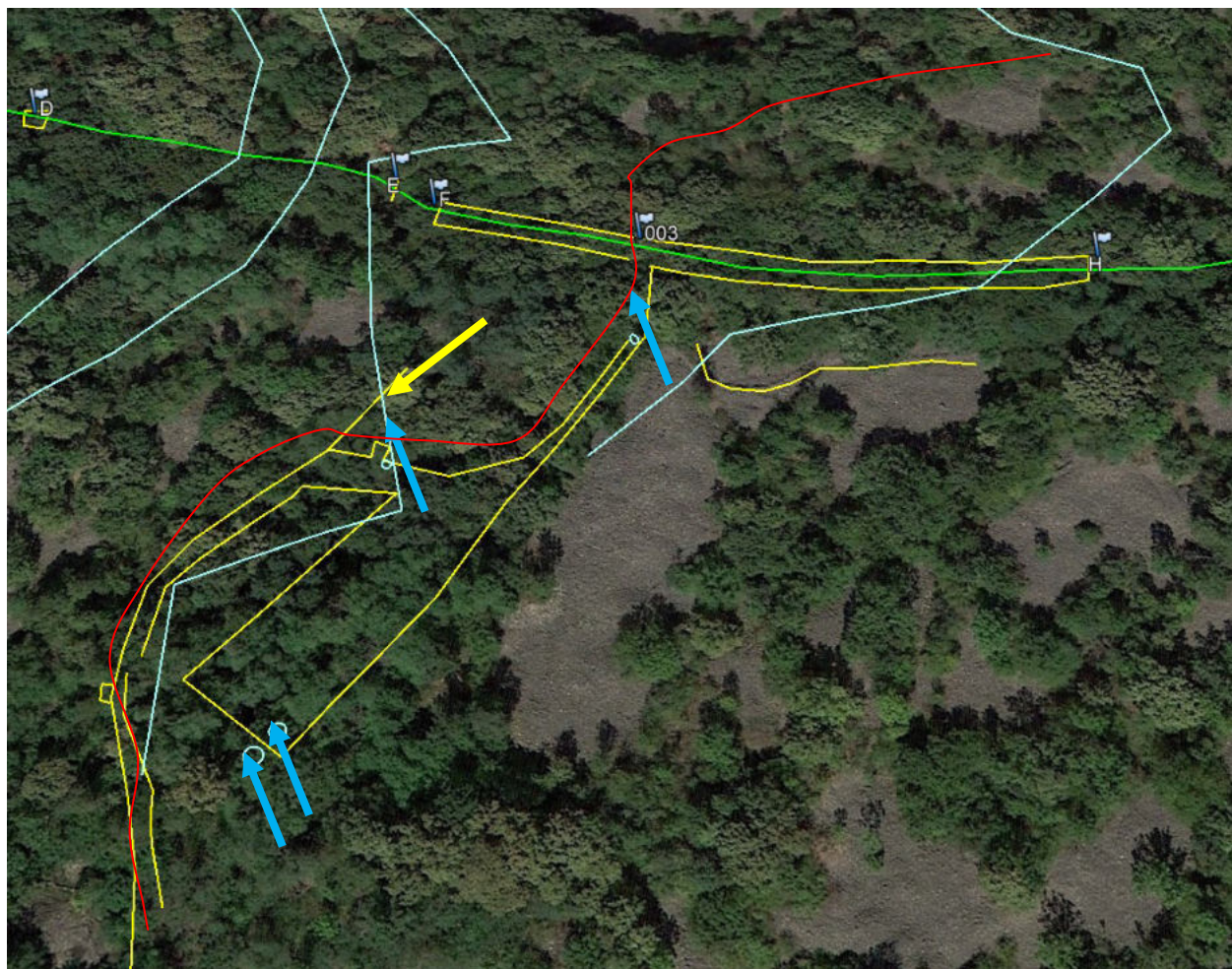


Fig. n.297 : la linea Rossa indica il "Percorso delle incisioni rupestri", le frecce azzurre i pozzi attualmente visibili, la freccia gialla una abitazione che venne bruciata durante l'ultima guerra.

Non è da escludere la possibilità che in corrispondenza del punto H non esistesse la muratura di chiusura per cui la corrente torrentizia ad elevata energia partisse dal punto D (*presenza dell'ipotetico sbarramento della palude*) e la ricerca dei due minerali si sviluppasse interamente a partire a valle dello sbarramento stesso. Cessato l'interesse minerario la chiusura muraria in ciottoli, in corrispondenza del punto H, avrebbe portato all'interramento dell'intera area

compresa tra i muri perimetrali portando alla formazione di una validissima area coltivabile.

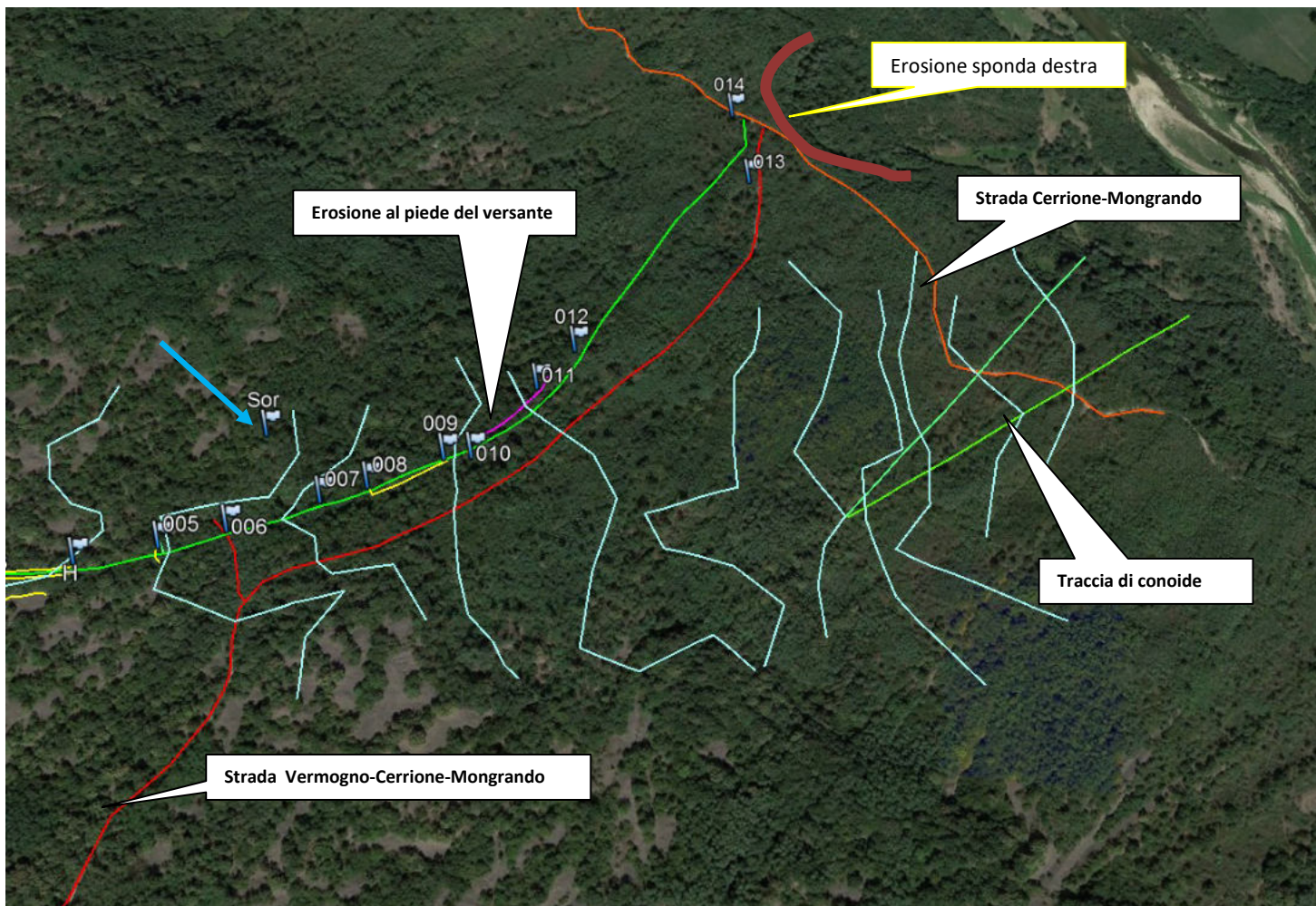


Fig. n. 298 : parte terminale della vallecicola; nel punto (005) è presente la traccia di una soglia semicircolare con la convessità verso monte, tale forma, a seguito di una importante corrente torrentizia, deviava verso i versanti l'acqua che conseguentemente alla sua elevata energia erodeva i versanti mobilizzando quindi del materiale sabbioso ciottoloso contenente sia Oro che Magnetite che veniva raccolta più a valle con le consuete modalità. Tra il punto (010) e il punto (011) il versante sinistro presenta tracce di erosione al piede. La freccia azzurra indica una sorgente lungo il percorso "delle incisioni rupresti".

Nel punto (008) è presente la traccia di una soglia mentre il versante destro è protetto da una muratura in ciottoli, lunga circa 80 mt, sino al punto (009); altra traccia di soglia la troviamo in corrispondenza del punto (010). E' sicuramente impossibile stabilire la data di tali strutture che avevano lo scopo sia di rallentare la velocità del flusso torrentizio e quindi l'erosione del fondo valle mentre il muro, lungo il versante destro, serviva sicuramente per proteggere da una rapida erosione il versante stesso a monte del quale si sviluppa la viabilità verso Vermogno. Non è nemmeno da escludere che tali opere rappresentino semplicemente dei confini di proprietà.

Dopo il punto (010) la valle si allarga quasi del doppio e il conseguente alveo presenta un classico "Pattern" di erosione e deposizione generato da una corrente torrentizia divagante e con frequenti e brusche variazioni di portata, in corrispondenza del punto (012) è presente un evidente segno di erosione a seguito dell'ultimo e recente evento alluvionale, la traccia della vegetazione depositata sul fondo fa presupporre che l'altezza dell'ultimo flusso idrico sia stato di circa 40 cm



Fig.299 : recente erosione di fondo, in base all'altezza dei residui vegetale si può dedurre che l'altezza del flusso idrico sia stata di 40 cm circa.

Come già detto risulta incerto, allo stato attuale, stabilire l'alimentazione idrica di tale interessante area della Bessa ma la presenza di perimetrali zone più elevate fa presupporre che oltre ad una normale alimentazione della pioggia diretta dai versanti vi possa essere un' alimentazione freatica mediamente profonda avente come zone di ricarica le ampie zone pianeggianti che si sviluppano a monte dello stagno , inoltre la presenza di alcuni pozzi e sorgenti perimetrali al percorso sicuramente, a seguito di eventi meteorici estremi (nubifragi), apportano considerevoli quantità di acqua tali da permettere il suo arrivo sino alla strada Cerrione-Mongrando (punto 014) nonostante la notevole permeabilità del fondo dell' alveo a matrice sabbioso-ghiaiosa. A valle di tale strada è presente una struttura muraria costruita in ciottoli che pare possa essere ascrivibile ad una sorgente ormai interrata; il dislivello tra tale punto e il torrente Elvo è di pochi metri. La presenza di una evidente erosione spondale dell'Elvo a valle dei punti 013 e 014 fa ipotizzare che localmente il terreno spondale fosse poco consistente per la presenza dell'area di confluenza tra il torrente derivante dallo stagno e l'alveo dell'Elvo.

Nella seguente pagina viene riportato il periodo di intensa piovosità che in 4 giorni ha sommato una piovosità di 80,7 mm, tale intensità ha portato alla emergenza, tramite sorgente temporanea, di una notevole quantità di acqua a valle dello stagno a circa 500 metri dallo stagno per poi sparire dopo solo tre giorni.

Dati Mensili - Aprile 2019 - © Rete Linea Meteo							
Giorno	T Media	T Min.	T Max.	Press	Vento	Raffica	Pioggia
01	13.4	7.9	19.6	1014.9	1.9	16.1	0.0
02	13.5	9.0	18.7	1012.2	2.1	17.7	0.0
03	8.5	6.3	10.3	1005.9	1.6	22.5	28.8
04	6.9	4.7	10.4	996.6	1.7	20.9	47.4
05	8.3	1.9	14.5	1000.4	1.8	16.1	0.0
06	9.2	5.6	13.7	1005.1	1.6	12.9	0.0
07	7.2	5.3	8.9	1005.9	0.7	14.5	13.4
08	10.7	3.2	18.7	1006.9	1.7	16.1	0.2
09	11.3	5.6	17.0	1006.3	1.0	19.3	0.2
10	10.7	5.1	17.0	1005.3	1.2	17.7	2.4
11	8.9	6.7	11.3	1008.6	0.5	16.1	1.2
12	10.0	7.9	13.8	1012.0	0.2	9.7	2.4
13	9.2	7.5	11.8	1012.9	0.4	14.5	1.8
14	6.8	4.0	10.8	1012.7	1.8	19.3	13.8
15	10.3	5.2	17.2	1018.8	1.5	19.3	0.0
16	11.2	6.9	15.7	1018.7	0.7	17.7	0.0
17	12.7	6.5	18.9	1019.4	1.1	16.1	0.0
18	13.6	8.2	18.6	1023.0	1.3	16.1	0.0
19	13.9	9.8	18.9	1027.8	1.6	17.7	0.0
20	14.5	7.6	20.2	1025.8	1.5	20.9	0.0
21	14.9	10.7	19.8	1019.7	0.0	4.8	0.0
22	13.8	10.6	18.4	1005.0	0.4	19.3	0.2
23	10.2	8.4	11.1	1004.5	0.5	16.1	50.2
24	11.4	10.4	12.7	1010.8	1.1	25.7	25.2
25	11.3	8.4	14.7	1017.0	0.5	16.1	3.2
26	13.3	9.0	19.2	1012.0	2.8	29.0	1.8
27	13.9	5.0	18.8	1010.0	3.5	30.6	0.0
28	11.4	6.3	17.4	1011.7	1.2	30.6	0.0
29	10.3	4.8	16.3	1013.3	2.3	20.9	0.0
30	14.2	5.9	21.1	1011.7	1.5	19.3	0.0
Totale	---	---	---	---	---	---	192.2
Medie	11.2	6.8	15.9	1011.8	1.3	---	---
Min	---	1.9	8.9	---	---	---	---
Max	---	10.7	21.1	---	---	30.6	---

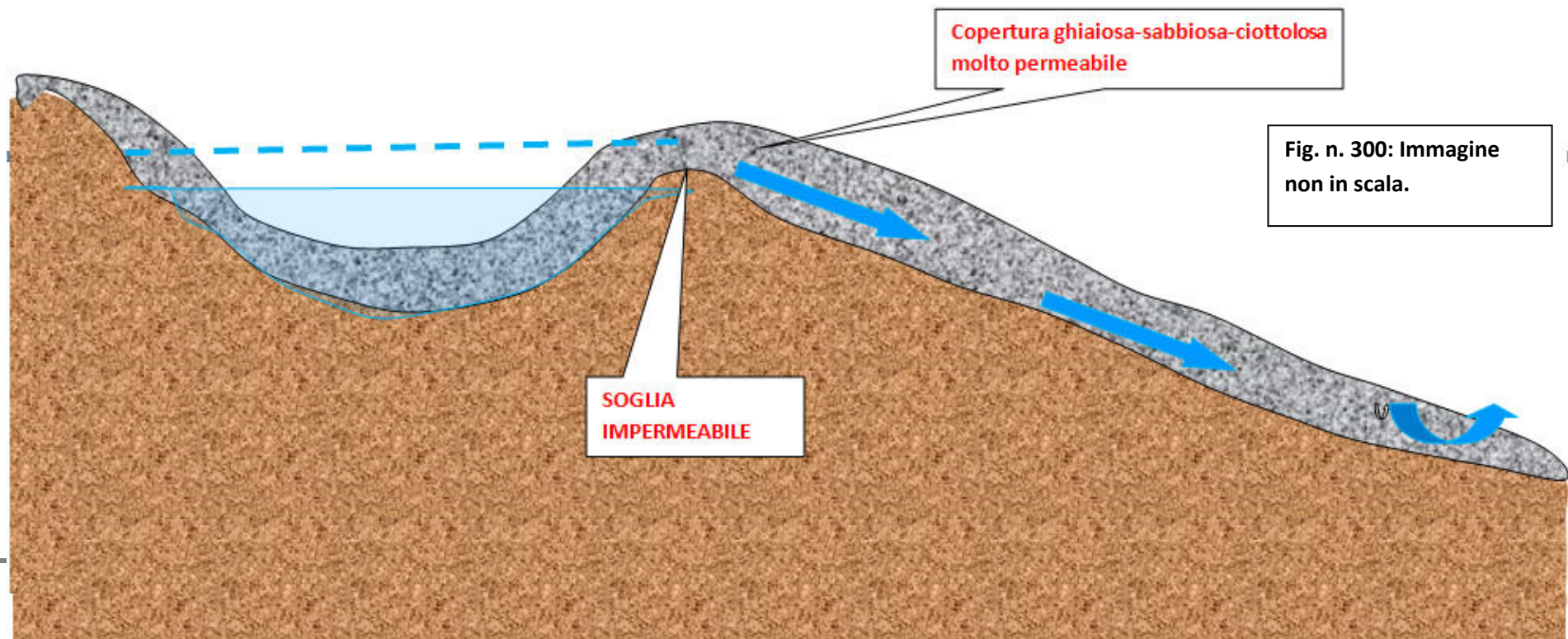
Totale piovosità dei giorni dal 23 al 26 Aprile 2019 = 80,7 mm

Essendo il bacino morfologico pari a circa 140.000 mq la quantità di acqua precipitata entro il bacino è pari a 11.256.000 lt, da una valutazione speditiva si è verificato che in circa tre giorni tutta questa acqua è defluita dallo stagno emergendo a valle del punto 006 con una portata media di ben 40 lt/s; vi è però da evidenziare che non tutta questa notevole quantità era completamente visibile in quanto molta filtrava in profondità lungo l'alveo vallivo essendo lo stesso costituito da alluvioni sabbioso ghiaioso ciottolose molto permeabili. Interessante è stato

notare la comparsa lungo l'argine destro di sorgenti effimere sostenute da un terreno morenico a matrice limoso argillosa costituente il substrato impermeabile delle stesse. E' evidente che a seguito della suddetta piovosità l'area allagata dello stagno si è ampliata notevolmente.

SEGUE SCHEMA GRAFICO IDROGEOLOGICO.

Lo stagno presenta una base morenica notevolmente impermeabile per la sua componente limoso argillosa formatasi per processi chimico-fisici durante la sua storia geologica; a seguito di eventi meteo importanti (piovosità > 30 mm/die) l'acqua nel bacino sale di livello sino a raggiungere e superare la quota della soglia impermeabile ed inizia il flusso verso quote inferiori ; tale flusso avviene entro le alluvioni grossolane, solamente quando il substrato morenico impermeabile è prossimo alla superficie e la potenza delle alluvioni sono minime l'acqua affiora in superficie . Il percorso è effimero e dura pochi giorni con un susseguirsi di affioramenti e rapide filtrazioni. Solamente a seguito di eventi meteorici eccezionali protrattesi per diversi giorni il flusso idrico arriva sino alla strada Cerrione-Mongrando.



Un rilievo dell'intera asta valliva a seguito di un evento meteorico estremo permetterebbe di valutare l'intero processo di alimentazione dell'area e procedere ad una eventuale ricerca locale entro la sabbia della presenza dell'Oro e della Magnetite, il primo per i Romani per produrre ricchezza il secondo per costruire armi e difenderla. Sicuramente sulla Serra di Ivrea e quindi probabilmente anche in Bessa erano fiorenti attività di fusione dei metalli ritrovati nella sabbia (Ferro sotto forma di Magnetite in grande quantità e subordinatamente Oro) e per la produzione di vetro essendo stata la Bessa ricca di ciottoli di quarzite pura al 99,9 % visibili in grande quantità sino a metà del secolo scorso; in zone non più reperibili sono state trovate (*Sig. Chiarletti di Vermogno*) scorie ferrose che comproverebbero tale ipotesi; una "Forma di fusione" per gladio romano nei primi anni del '900 venne ritrovata nel Comune di Piverone nei pressi della chiesa romanica denominata "Gesun". Tale forma di fusione in Steatite proveniente o dalla Valle D'Aosta o dalla vicina miniera di Magnesite di Baldissero Canavese (*Monti Pelati*) è attualmente conservata presso il Museo Archeologico di Torino.



Fig. 301 (Da Archeocarta): forme di fusioni ritrovate a Piverone ; entro le due forme, dopo la loro unione, veniva colato il metallo fuso per la produzione dei gladi; quelli visibili nella foto sono stati ricreati dai ricercatori a seguito del ritrovamento delle due pietre.

Sarebbe abbastanza insolito escludere la possibilità di creare oggetti in ferro e specialmente armi con la notevole quantità di Magnetite che si trova nella sabbia della Bessa (30/35 kg/ mc corrispondente a circa 25 kg di Ferro).

La Steatite, ovvero la roccia con la quale sono state eseguite le due “Forme di fusione”, è una roccia metamorfica denominata commercialmente “Pietra saponaria” o anche “ Pietra Ollare”; i minerali caratteristici che la formano sono Talco, Magnesite (V. miniera di Baldissero C.ve), clorite, mica oltre ad altri minerali accessori, ma le caratteristiche fondamentali sono la sua scarsa durezza la conseguente facile lavorabilità e la tessitura “ Lepidoblasica” che significa che la maggior parte dei minerali presentano cristalli lamellari e allungati , tale caratteristica conferisce alla roccia una particolare resistenza al calore poiché l’allungamento dei cristalli avviene maggiormente in un’unica direzione se i cristalli non fossero lamellari le dilatazioni termiche avverrebbero in tutte le direzioni facendo scoppiare la roccia.

37 - UN APPROFONDIMENTO “MAGNETICO”.

Come esaminato nel precedente capitolo “*Essere pietre in Bessa: che rottura!*” si capisce come la degradazione chimico fisica e meccanica di una roccia anche molto tenace come la totalità dei litotipi presenti in Bessa porta in definitiva alla formazione di sabbia; i minerali più teneri e leggeri vengono portati via sia dalla dinamica idrografica che dal vento mentre i minerali più pesanti rimangono e costituiscono il sedimento sabbioso; tra questi minerali decisamente il più abbondante è la magnetite seguita dai granati e, se si è fortunati, dalle piccole scaglie di oro.

E' evidente quindi che originariamente la magnetite è contenuta come minerale principale o accessorio entro determinate litotipi che costituiscono i ciottoli della Bessa.

Si rammenta che la magnetite è uno dei minerali più importanti dai quali si ricava il ferro indispensabile per i Romani per costruire le armi e quindi espandere l'impero a tutto il bacino del Mediterraneo e oltre.

Gli appassionati cercatori d'oro sanno benissimo che nel lavaaggio della sabbia derivante dalla Bessa prima di trovare una pagliuzza d'oro vedranno la loro batea annerirsi da migliaia di granelli di magnetite.

Utilizzando un potente magnete al Neodimio è possibile rendersi conto come una elevata percentuale (ca. 15/20 %) di rocce che costituiscono i ciottoli della Bessa contenga ferro. Interessante è la diretta testimonianza di un operaio che negli anni '70 del secolo scorso lavorava presso la Ditta “Barbera” che operava nel settore di estrazione di sabbia, ghiaia e ciottoli; su interessamento della Guardia Parco Dr.ssa Maria Chiara Sibille riporto l'intervista che venne rilasciata al Dr. Emilio Casoli che in quegli anni lavorava presso l'Ente Parco; ecco la testimonianza unitamente a quella del Sig. Dante Chiarletti famoso cercatore d'oro originario di Vermogno:

[Rampino (*), 15/05/1998, #18,031] «Parlo di vent'anni anni fa, quando si facevano le prime escavazioni, i primi "buchi". Mentre scavavo ne ho vista lì della "merce"! Dei travi! Dei travi di legno grossi così [enormi], a una profondità... non so più quant'era... saranno stati 10 metri sotto... c'era persino l'acqua dove mettevamo i pesci. Nella parete si vedeva dove passava l'acqua perché facevano dei piani con le pietre... con la terra in mezzo che sembrava sapone... poi vedevi gli strati di ferro... c'era il ferro... si vedeva proprio la vena del ferro in fondo (perché raccoglievano anche il ferro lì, eh!). [...] Prima del Barbera c'era il Cristallino (in piemontese *Cristelèn*), di Ivrea o giù di lì, ce n'era di mucchi! perché lo ricavava il ferro! c'aveva un'elettrocalamita che quando passava acqua e ghiaia, il ferro si attaccava, poi si staccava... ma conviene di più lavorare la ghiaia. [...] Andavo anche a caricare le pietre in mezzo alla Bessa, col camion, che andavano per per fondamenta delle case. Si andava su col camion per una stradina... e si andava a raccogliere lì. Se qualcheduno aveva bisogno di un camion di pietre... eh... ho fatto 7-8 anni lì».

[Dante Chiarletti, 25/03/2005, #84,010] «Nell'Olobbia se ne trovava di meno [di oro] però è tanto ricco di ferro e quindi è difficile da pulire (e con le calamite bisogna stare attenti perché si tira su anche l'oro, perché si appiccicano insieme)».

(*) Ex ruspista in cava Barbera. Questa testimonianza mette in evidenza alcuni particolare di notevole interesse:

- la presenza di grossi travi (presumibilmente tronchi) di grosse dimensioni testimoniano che vennero trasportati da una impetuosa corrente torrentizia (parte terminale del Torrente Viona) ;
- la parete di scavo evidenziava la presenza di livelli di sedimenti impermeabili di argilla (...terra in mezzo che sembrava sapone...) che costituivano la base di acquiferi, costituiti da ghiaie e sabbie, che emergevano originariamente a valle con abbondanti sorgenti perenni (ex sorgente del Canej) ;

- localmente la corrente torrentizia separava per gravità notevoli quantità di ferro (magnetite) che tramite grosse calamite veniva estratto, ma evidentemente tale laboriosa operazione non conveniva economicamente rispetto alla estrazione della sabbia, della ghiaia e dei ciottoli poiché questi venivano utilizzati rapidamente nelle immediate vicinanze mentre la magnetite doveva logicamente essere trasportata altrove e forse a notevole distanza per essere lavorata in adeguate fonderie.



Fig. 302: potente magnete al Neodimio che evidenzia come una elevata percentuale di ciottoli della Bessa contiene magnetite.

38 - LA COSTRUZIONE DEI POZZI IN BESSA.

In Bessa sono presenti numerose aree prative che sino alla metà del secolo scorso erano sfruttate dai proprietari sia per coltivazioni varie (vigna, frutteti) che come aree di pascolo per il bestiame.

Indipendentemente dall'età di costruzione delle stesse, eseguite grazie al semplice spostamento dei ciottoli che mettevano in evidenza la componente sabbioso ghiaiosa, queste aree per la loro caratteristica granulometrica presentavano un evidente problema di elevata permeabilità per la scarsa presenza di sedimenti fini ascrivibili al limo e all'argilla, che sono quelle componenti atte a trattenere l'umidità e quindi permettere una buona crescita della vegetazione specialmente erbacea. Ma gli antichi frequentatori della Bessa videro che a limitata profondità (1 ÷ 3 mt) era presente acqua e quindi iniziarono a costruire pozzi poco profondi. Ma presto si accorsero che anche se l'acqua era a pochi metri man mano che scavavano il terreno franava poiché privo di quella componente granulometrica fine costituita da limo glaciale e/o argilla che da coesione al terreno e che permette di scavare in profondità con inclinazione della parete di scavo pressochè verticale sino al raggiungimento della falda freatica. Ma questa utile proprietà nel superficiale terreno ghiaioso sabbioso della Bessa non era presente, man mano che si scavava il terreno franava mettendo a rischio l'incolumità dell'operatore. Praticamente il terreno franando assumeva una pendenza che tecnicamente viene denominata "*Angolo di riposo*" , nel caso del terreno della Bessa, sabbioso ghiaioso, questo angolo è compreso tra 30° e 35° ma quando si raggiunge la falda questo valore tende bruscamente a diminuire assumendo un valore prossimo a 20° ; il crollo poteva essere improvviso e quindi pericoloso specialmente se il terreno non era omogeneo.

Come procedere allora in tutta sicurezza ? come era possibile eseguire un pozzo profondo tre metri con pareti perfettamente verticali e magistralmente rivestito di conci lapidei decimetrici ? nella seguente foto è visibile un pozzo presente nei pressi dell'area di competizione per la ricerca dell'oro (Victimula) e

nelle immediate vicinanze è presente uno scavo che suggerisce l'ipotesi costruttiva di come si poteva operare in totale sicurezza.



Fig. n. 303 : pozzo nei pressi dell'area VICTIMULA (punto di riferimento nelle segunete immagine satellitare 046)

Corrdinate: N45 28.999 E8 01.802

Quota assoluta: 342 m

Diametro pozzo: 1,0 mt ca.

Profondità : 3 mt ca. (presenza sul fondo di detriti vari)

Rivestimento delle pareti: conci lapidei decimetrici poco arrotondati per dare maggiore stabilità alle pareti.

Livello statico alla data del 14 Marzo 2020: -1,4 mt

N.B.: pozzo estremamente pericoloso in quanto non protetto e posto nelle vicinanze dell'area VICTIMULA frequentata spesso da bambini.

SCHEMA IDROGEOLOGICO DEL POZZO ESAMINATO.

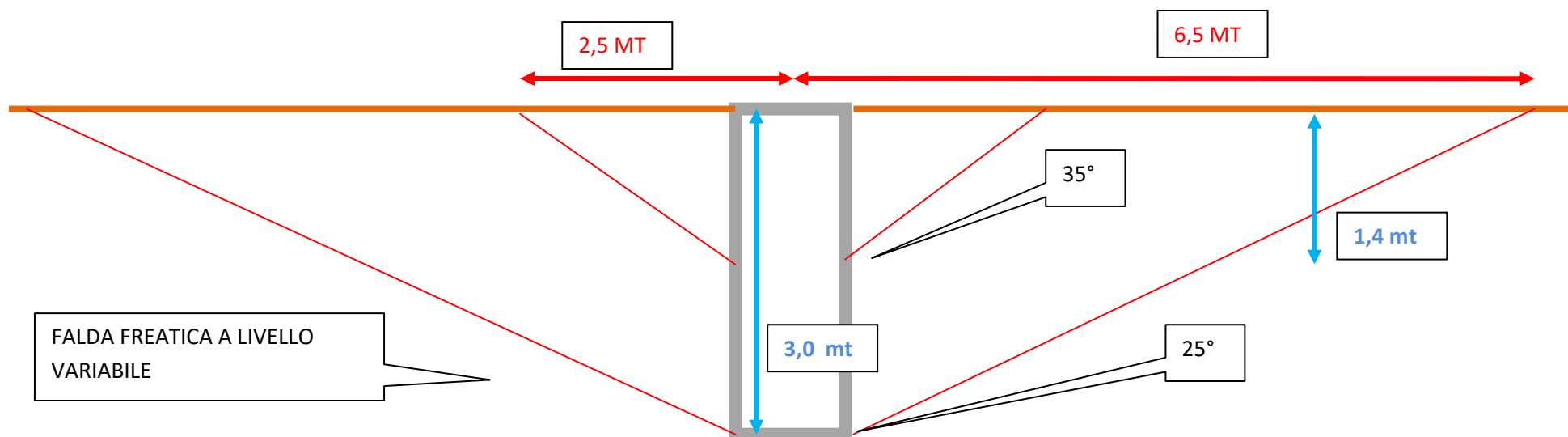


Fig. n. 304 : lo scavo del pozzo sopra il livello della falda freatica entro un materiale sabbioso ghiaioso porta teoricamente al franamento della porzione di terreno campita in verde chiaro in rapporto all'angolo di riposo del materiale (35°) ; arrivando con lo scavo sotto falda il terreno potenzialmente franoso aumenta di molto il suo raggio d'azione (area campita in ocra): in entrambi i casi tende a formarsi un ampio "cratere" man mano che il materiale viene asportato sino a stabilizzarsi secondo gli angoli di riposo; la presenza dell'acqua è fondamentale nel processo di franamento.

Da quanto comprensibile dal precedente schema è evidente che l'esecuzione dello scavo non poteva essere eseguito a pareti verticali come è invece possibile qualora il terreno abbia una notevole componente coesiva limoso argillosa, per esempio il pozzo presente nei pressi di cascina Sirogi è profondo 8 metri poiché eseguito entro un terreno morenico a matrice limoso argillosa sovraconsolidato la falda freatica è presente a circa - 7,5 metri. Si tenga inoltre presente che nei vecchi pozzi eseguiti manualmente quando il livello dell'acqua arrivava a una altezza di circa 1 metro lo scavo terminava poiché gli operatori non avevano a disposizione pompe elettriche ma semplici secchielli per tenere basso il livello dell'acqua e proseguire nello scavo sempre estremamente pericoloso. Tutti i pozzi eseguiti manualmente presentano al massimo uno spessore d'acqua non superiore al metro altezze superiori si misurano a seguito di eventi meteorici estremi e in pozzi non sfruttati.

La presenza di un ampio scavo nelle vicinanze del pozzo in esame che, a seguito di abbondanti piogge, presenta sul fondo circa 0,5 metri di acqua suggerisce le modalità esecutive fattibili in tutta sicurezza. Ai bordi dello scavo sono ancora presenti cumuli di terreno che è ragionevole supporre che sia il materiale asportato che successivamente doveva essere riutilizzato. Le operazioni che dovevano essere eseguite in successione erano ipoteticamente le seguenti:

- apertura di un ampio scavo in rapporto alla quantità di sabbia e ghiaia presente, lavorando in questo modo non vi era pericolo di improvvisi crolli;
- il materiale scavato veniva depositato nei pressi dello scavo per poi essere riutilizzato,
- lo scavo proseguiva sia in larghezza che in profondità sino al raggiungimento della falda freatica; tenendo le pareti dello scavo lontane dagli operatori lo scavo poteva spingersi in profondità anche sotto il livello della falda ma comunque non superava il metro poiché l'operatività era ostacolata dalla presenza dell'acqua;
- raggiunta la falda si iniziava a sagomare il cerchio del pozzo posizionando sul fondo dello scavo ed entro l'acqua tutta una serie di conci lapidei

possibilmente squadriati, non ciottoli, al fine di dare stabilità alla struttura sfruttando in definitiva l'effetto arco per contrastare la spinta della terra:

- dopo aver posizionato in cerchio una serie di conci lapidei si procedeva a colmare lo scavo con il terreno precedentemente asportato allontanando da esso la componente fine e utilizzando solamente ciottoli e ghiaia in modo tale da costituire un vero e proprio drenaggio.

Tali operazioni continuavano sino ad arrivare al piano di campagna e completare così il pozzo non correndo alcun rischio di venire travolti dal terreno scavato.



Fig. n. 305: scavo preparatorio del pozzo; sui bordi sono presenti i cumuli di terreno scavato, a seguito di piogge intense sul fondo è presente uno strato di acqua dello spessore di circa 0.5 mt. (047N45 29.000 E8 01.799 343 m)

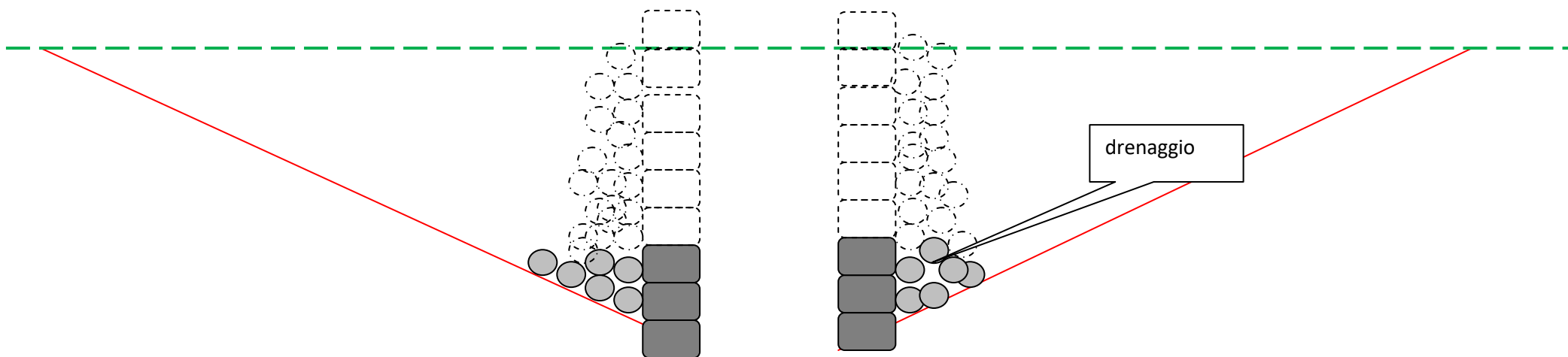


Fig. n. 306: con successivi posizionamenti circolari di conchi lapidei e successivo colmamento di terreno di scavo si arrivava sino al piano campagna

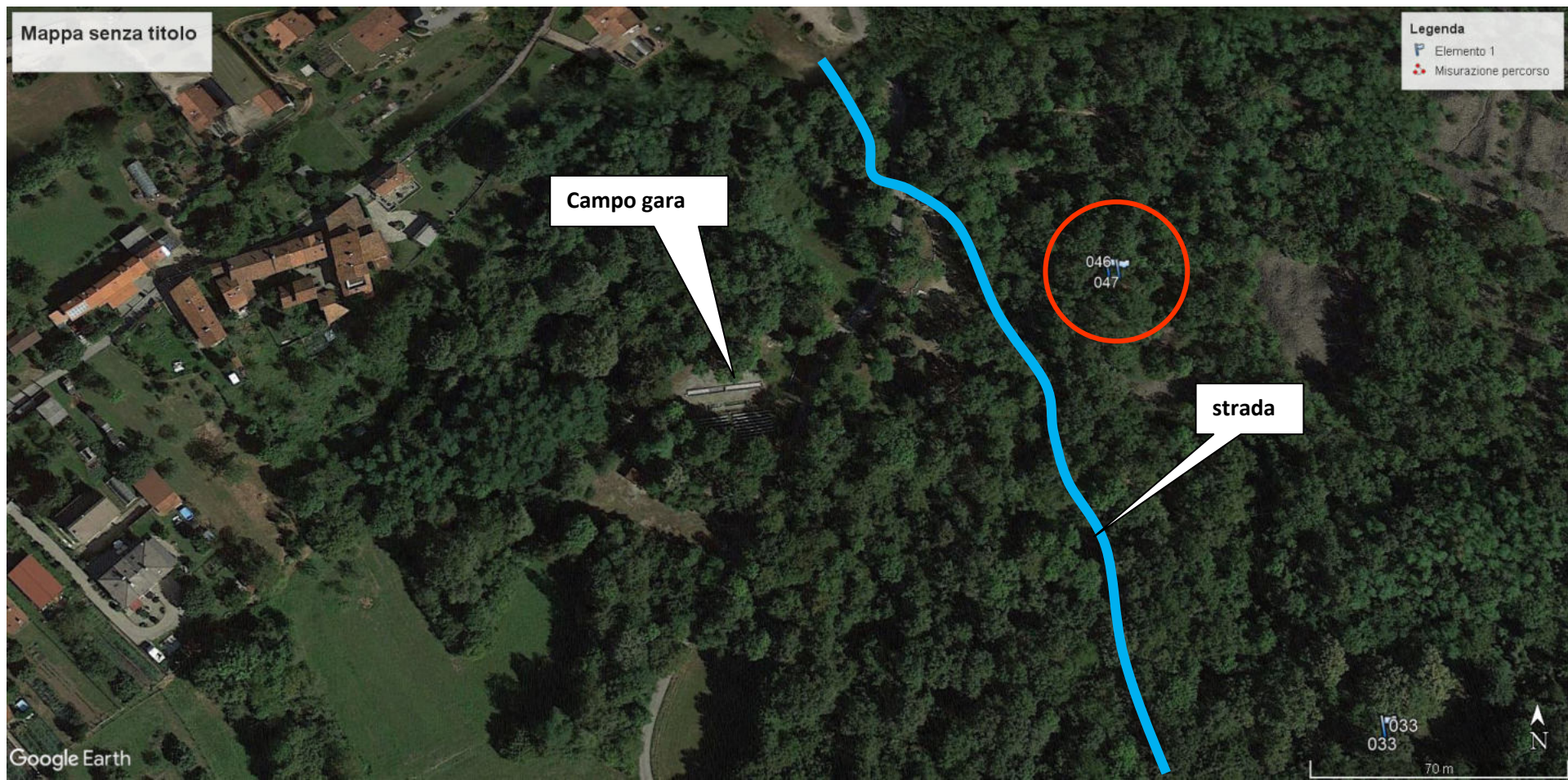


Fig. n.307 : Ubicazione area di ricerca

UNA CURIOSA ANALOGIA CON POZZI PRESSO NAZCA (PERU') .

Nella località di Cantalloc o Cantayo presso il notissimo sito archeologico di Nazca (Perù) le antiche popolazioni attingevano alla falda freatica scavando pozzi che prevedevano l'esecuzione di ampi scavi al fine di assicurarsi la stabilità dei fronti di scavo; il terreno desertico era granulometricamente pressochè analogo al terreno superficiale che si trova in Bessa ossia sabbioso ciottoloso quindi privo di cementazione e coesione caratteristiche di resistenza che avrebbero permesso l'esecuzione di pozzi verticali con la classica forma cilindrica.

Ma mentre le popolazioni che frequentavano la Bessa dopo l'esecuzione di un ampio scavo procedevano presumibilmente al colmamento dello stesso come descritto nelle precedenti pagine (V. fig. n. 306) le antiche popolazioni Nazca preferivano mantenere lo scavo ampio e avvicinarsi all'acqua costruendo una rampa discendente a spirale, tale sistema consentiva il raggiungimento in sicurezza dell'acqua sia a piedi che utilizzando animali da soma.



Fig. n. 308 (da Wikidata: Q 28147777 – Autore Diego Delso – 1974) i ciottoli vennero usati per consolidare le pareti dello scavo a spirale discendente.

Alcuni Autori paragonano questo tipo di acquedotto con i “Qanat “ di antica origine persiana e attualmente presenti in molti paesi arabi; su questo parallelismo non sono pienamente d’accordo. Ma prima di spiegare questo mio dubbio spieghiamo brevemente cos’è in Qanat riportando uno schema tratto dalla rivista scientifica LE SCIENZE (Alberto Mondadori Editore N. 4 del dicembre 1968) e dettagliato nell’articolo a firma di H.E. Wulff dal titolo “ *I qanat dell’Iran*”.

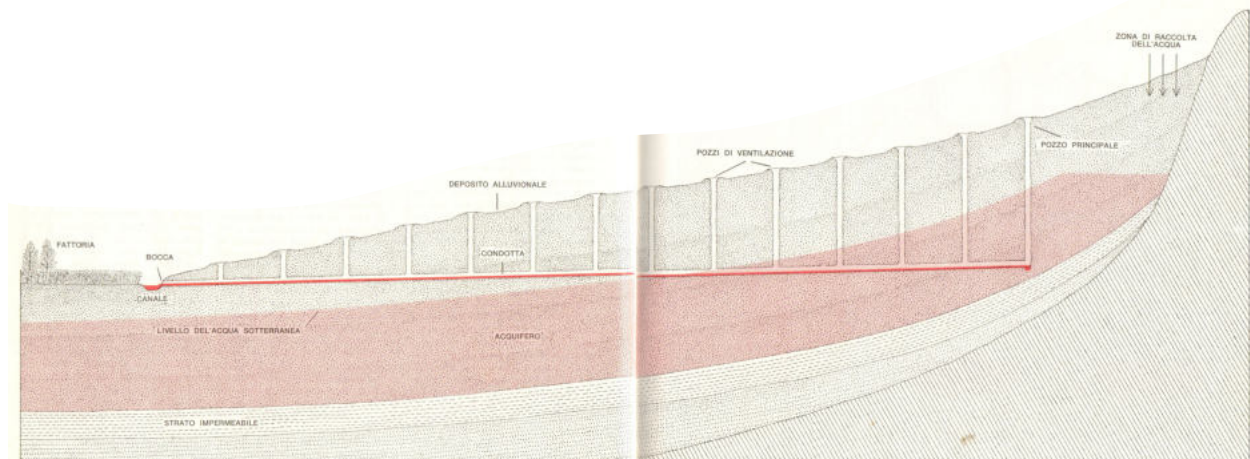


Fig. n. 309: schema esecutivo del qanat.

La costruzione di tale opera idraulica iniziava con la scelta della località che doveva essere necessariamente un’area acclive caratterizzata da un terreno superficiale molto permeabile che permetteva una rapida filtrazione in profondità dell’acqua meteorica. Tale acqua sottratta all’evaporazione e allo scorrimento superficiale andava logicamente in profondità ad alimentare la locale falda freatica. I costruttori procedevano successivamente alla esecuzione di un pozzo principale posto ad una quota elevata sino al raggiungimento della falda freatica, si passava poi alla esecuzione dei successivi pozzi a quote meno elevate collegandoli inferiormente da una galleria a debole acclività in modo tale da portare l’acqua all’esterno. Tali pozzi avevano diverse funzioni:

- creare una corrente d’aria per facilitare i pesanti lavori di scavo
- permettere la risalita in superficie del materiale terroso scavato
- ossigenare l’acqua

- ispezionare regolarmente la stabilità dell'intera opera e la qualità e quantità di acqua nel tempo.

Ma affinché la costruzione di tale difficile costruzione idraulica fosse possibile il terreno interessato doveva necessariamente avere un minimo di coesione o cementazione altrimenti sia la costruzione dei pozzi verticali che della galleria sarebbe stata impossibile. In alcuni casi si verificavano dei crolli che se limitati venivano contrastati con il posizionamento di anelli di terracotta, se il crollo era molto ampio probabilmente l'opera veniva abbandonata specialmente se il crollo causava vittime.

Ma possiamo ad esaminare l'acquedotto di Cantayo nei pressi di Nazca, a tal proposito nelle seguenti pagine riporto e commento due foto satellitari tratte da Google Earth nelle quali viene evidenziata la posizione dell'acquedotto in rapporto all'idrografia della zona di Nazca. La città di Nazca è in una zona desertica ma spesso per effetto del ben noto Niño piove parecchio causando notevoli danni al territorio ed anche ai famosi Geoglivi per i quali Nazca è famosa.

Nella immagine satellitare della seguente pagina si nota la posizione reciproca della città e dell'acquedotto Cantayo.



Fig. n. 310: l'ellisse gialla individua l'acquedotto Cantayo sulla sinistra è visibile l'agglomerato urbano di Nazca. Come possiamo notare la zona è pressochè pianeggiante con presenza di due torrenti.



Fig. n. 311: Estratto delle precedente foto, è chiaramente visibile la successione dei pozzi a spirale discendente visibile nella precedente Fig. n. 308.

Dalla precedente foto è chiaramente visibile che i pozzi, in tale specifica zona, sono stati costruiti a limitata distanza dal corso d'acqua e quindi nelle alluvioni sabbioso ghiaiose dello stesso, per tale motivo è evidente che i pozzi raggiungono la cosiddetta falda sub-alvea del torrente a limitata profondità ed il terreno di scavo non può presentare quelle caratteristiche di resistenza (*coesione e/o cementazione*) che rendano possibile un loro sotterraneo collegamento con una galleria analoga a quella visibile nei qanat. Purtuttavia non è da escludere la possibilità che nelle montagne che si elevano a Est di Nazca possano esistere dei sistemi di approvvigionamento idrico tipo "Qanat" per la diversa natura litologica dei versanti.

39 – UN’ IPOTESI SULLA VILLA ROMANA A PALAZZO CANAVESE.

UNA POSIZIONE STRATEGICA.



Fig. n. 312: posizione della “Villa Romana”.

Interessante è esaminare la posizione della costruzione romana, planimetricamente si trova esattamente a metà della Serra d'Ivrea che indicativamente è lunga circa 20 km, è posizionata a circa + 15 metri rispetto alla sottostante area pianeggiante su una piccola collinetta morenica separata dal più imponente contrafforte che si sviluppa verso Nord Est caratterizzato da versanti spesso interessati da dissesti franosi. In definitiva tale posizione elevata permetteva di vigilare sull'ampia pianura dell'anfiteatro morenico in totale sicurezza in rapporto ai superiori versanti franosi.

Una ipotesi potrebbe essere che tale costruzione fosse stata eseguita come guarnigione militare a controllo e difesa della sottostante rete idrografica della Dora (Duria) che al tempo dei Romani era quasi sicuramente caratterizzata da un percorso pluricursale con tratti morfologicamente ascrivibili a meandri sia attivi che abbandonati. Esisteva un canale principale o più canali principali che sfociavano lungo il fronte della morena in quella zona attualmente nota come Valle Dora (sede di diverse cave di detrito fluvio-glaciale sabbioso ghiaioso) attualmente in territorio comunale di Santhià; esistevano poi diversi percorsi secondari a limitata portata e a bassa energia che potevano facilmente essere utilizzati con finalità irrigue dagli abitanti del luogo. Ma la presenza di pagliuzze d'oro entro questa idrografia a bassa portata e bassa energia avrebbe potuto indurre i conquistatori romani ad iniziare una lucrosa ricerca del prezioso metallo utilizzando per il lavaggio della sabbia aurifera proprio quella idrografia già utilizzata dai coltivatori; tale competizione portò quasi inevitabilmente al prosciugamento della rete idrografica secondaria della Duria innescando così frequenti e sanguinosi conflitti tra cercatori d'oro e contadini, infatti Strabone scrisse:

*“Il paese dei Salassii è situato per la maggior parte dentro una valle profonda chiusa da monti da un lato e dall'altro (Valle D'Aosta) : ma in parte si stende poi anche sulle alture de' monti stessi circonvicini. (omissis) V'ha nel paese de' Salassii miniere d'oro, delle quali una volta era padrone quel popolo, che oltre di ciò dominava anche i passaggi già detti. **Ed a valersi delle miniere predette giovava loro moltissimo il fiume Duria di cui si servivano per lavare l'oro; d'onde poi derivando in più luoghi e in parecchi rigagnoli l'acqua, ne assottigliarono la principale corrente. E questa operazione, se da una parte giovava a quelli che cercavano l'oro, dall'altra nuoceva a coloro che avevano campi da coltivare in siti più bassi, restando perciò privi di quella irrigazione che il fiume avrebbe potuto somministrare a tutto il paese, qualora si fosse lasciato decorrere naturalmente alla china. Per questa cagione poi v'ebbero frequenti guerre fra i due popoli: ma prevalendo all'ultimo anche in que' luoghi i Romani, i Salassii furono spogliati delle miniere non meno che del territorio: pur tuttavia avendo il possesso dei monti, vendevano l'acqua a coloro che pigliavan dal pubblico l'impresa delle miniere**”.*

In definitiva volendo dare una attendibile interpretazione sia idrografica che mineraria alla suddetta frase di Strabone si evidenzia quanto segue:

- in un regime pluricursale di un fiume tutti i canali hanno lo stesso nome (nel nostro caso Duria) ciò che cambia è solo la portata e il grado di energia dei canali.
- E' evidente che al tempo dei Romani era tecnicamente impossibile prosciugare totalmente la Duria poiché esso aveva ed ha una portata che varia da un minimo di 300 mc/s ad un massimo superiore a 3.000 mc/s (sicuramente al tempo dei Romani queste portate erano nettamente superiori poiché a monte, in Valle D'Aosta, l'estensione dei ghiacciai era maggiore).
- utilizzando i piccoli canali secondari i contadini e i cercatori d'oro potevano facilmente sovra-sfruttarli e quindi *“ne prosciugavano l'alveo”* e quest'alveo era comunque l'alveo della Duria.
- Alcuni studiosi, forse per questa incongruenza tra denunciato prosciugamento della Duria e notevole portata della stessa, hanno ipotizzato che il termine Duria non corrisponda all'attuale Dora ma sia da considerarsi un idronimo; ma di contro se per prosciugamento della Duria si intende *“prosciugamento di alcuni canali secondari della stessa”* ecco che i conti tornano.

In definitiva ritengo che entro l'ampio anfiteatro morenico di Ivrea esistessero miniere d'oro (e quasi sicuramente di magnetite) a cielo aperto (Aurifodine) che dovevano essere salvaguardate e difese dai Romani per cui era indispensabile la costruzione di un presidio militare che necessariamente doveva avere una posizione elevata e posto planimetricamente a metà della lunga collina morenica della Serra al fine di rendere facile il controllo e un rapido intervento militare qualora l'area fosse stata oggetto di interessi da parte di nemici, l'esecuzione in siti in posizioni più elevate non era opportuno in quanto i superiori versanti avrebbero sicuramente permesso una più ampia visione della sottostante

vallata ma sarebbero stati interessati da frequenti dissesti idrogeologici e lontani per un rapido intervento militare.

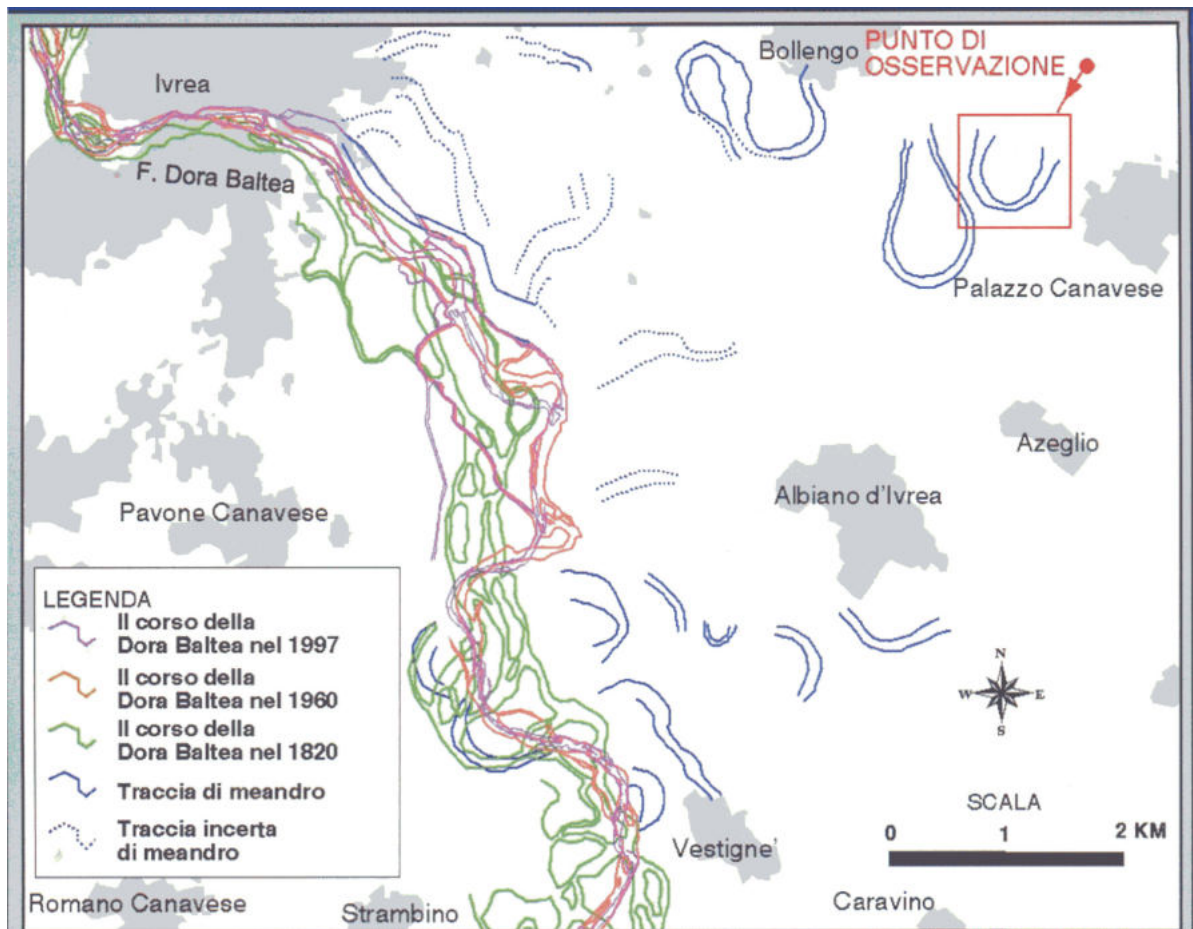


Fig. n. 313: modificazioni dell'alveo della Dora. Possiamo notare come la morfologia fluviale si sia notevolmente modificata anche in tempi recenti. Il quadri rossi evidenziano gli antichi meandri. La morfologia pluricursale è evidente (Da " I Geositi nel paesaggio della Provincia di Torino" – AA.VV. Edito da Provincia di Torino, CNR, Università Degli Studi di Torino)

40 - BESSA FANTASIOSA....E DINTORNI.

Non c'è dubbio che il fascino della Bessa possa scatenare la fantasia delle persone che conosco la Bessa solo marginalmente. Da una notizia apparsa su Facebook in data 24 Gennaio 2020 a cura di una Organizzazione no-profit si legge:

“ 😊emozionato/a.

Momenti memorabili a Mongrando, in provincia di Biella, quando per la prima volta si scorge davanti ai propri occhi una collina piramidale e due ricercatori di fama internazionale Sam Osmanagich e Michael Tellinger ne comprendono la portata storica.

Se non avete ancora visto il video, scoprite di più sulla piramide della Bessa “

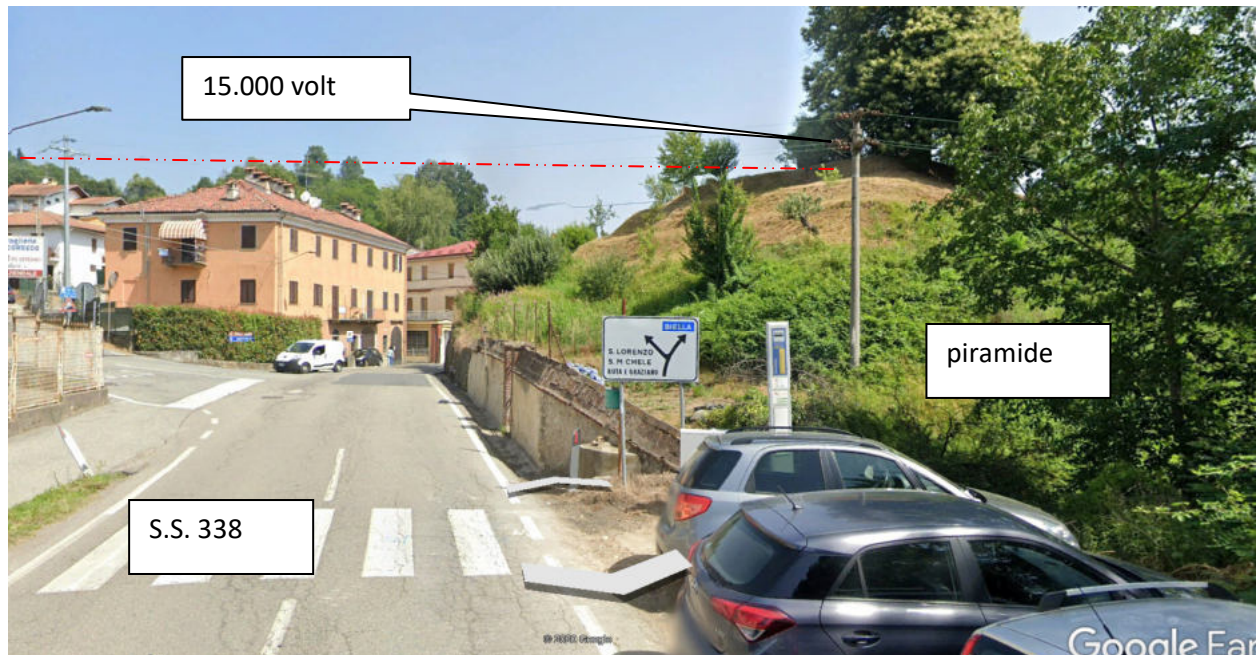
RISPOSTA ALLA “MEMORABILE” NOTIZIA:

ammiro la volontà di ricerca e studio di molte persone ma mi dispiace deludervi circa la data e la costruzione del “Piramide” di Mongrando:

Nel 1932 (o forse poco prima) iniziarono i lavori della strada attualmente denominata S.S. 338; le seguenti figure riportano un estratto progettuale databile alla fine degli anni venti del secolo scorso; vennero fatte tre ipotesi progettuali di percorso: tracciato rosso (scartato), tracciato grigio che in parte sfruttava la vecchia strada Zubiena Casale Filippi, tracciato blu percorso eseguito. Tutti e tre i tracciati avevano in comune la tratta grigia che da Casale Filippi arriva a Mongrando, ma c'era un ostacolo dato dalla parte terminale della collina morenica che sale verso San Lorenzo, che fare? In fase di costruzione la collina morenica venne tagliata ma essendo di composizione prevalentemente argillosa era molto instabile e franosa, per tale motivo venne sagomata a forma piramidale (*struttura notoriamente molto stabile*), ma ciò non bastava perché a seguito di eventi meteorici importanti la collina franava; per questo motivo venne ulteriormente modificata eseguendo dei terrazzamenti. Oltre a visionare la cartina del progetto di massima allegato le notizie sulla sua costruzione le ottenni semplicemente da mio Padre che lavorò temporaneamente all'opera (nel 1932 la

Ditta di Costruzioni Parodi e Quaglino con sede a Genova era a Biella per costruire l' Istituto Tecnico Industriale " Quintino Sella" I.T.I.).

Inoltre in merito alla presenza di campi elettrici, magnetici o "Energetici" che si misurano in corrispondenza della Piramide essi sono semplicemente indotti dal passaggio aereo sopra la piramide della linea elettrica a 15.000 volt; anni fa per testare l'efficienza di un magnetometro passai più volte nella zona e misurai un intenso campo magnetico.



Figg. nn. 314: La linea a tratteggio rossa era il profilo originario della collina morenica che è stata tagliata per la costruzione della 338

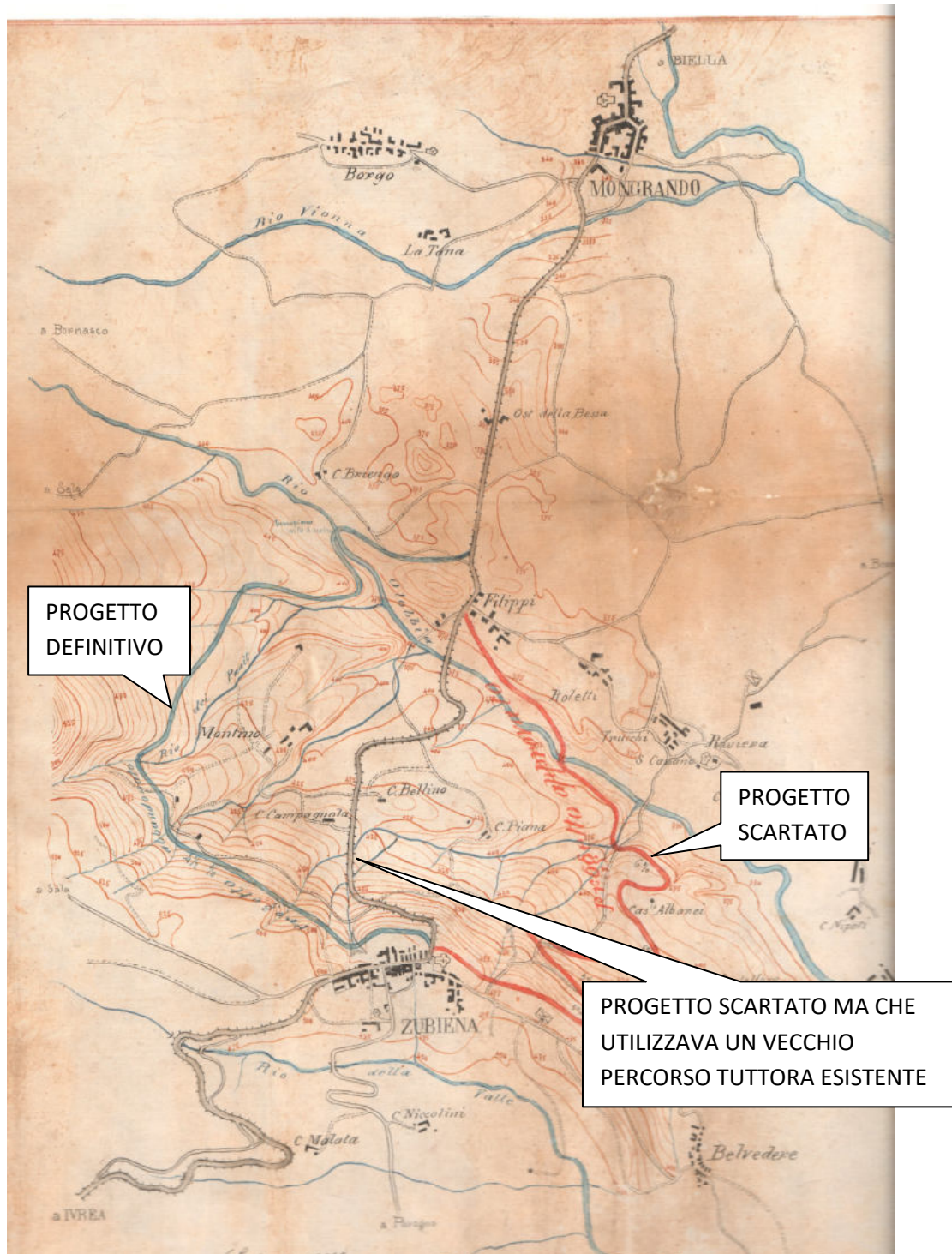


Fig. n. 315: estratto del progetto preliminare della S.S. 338

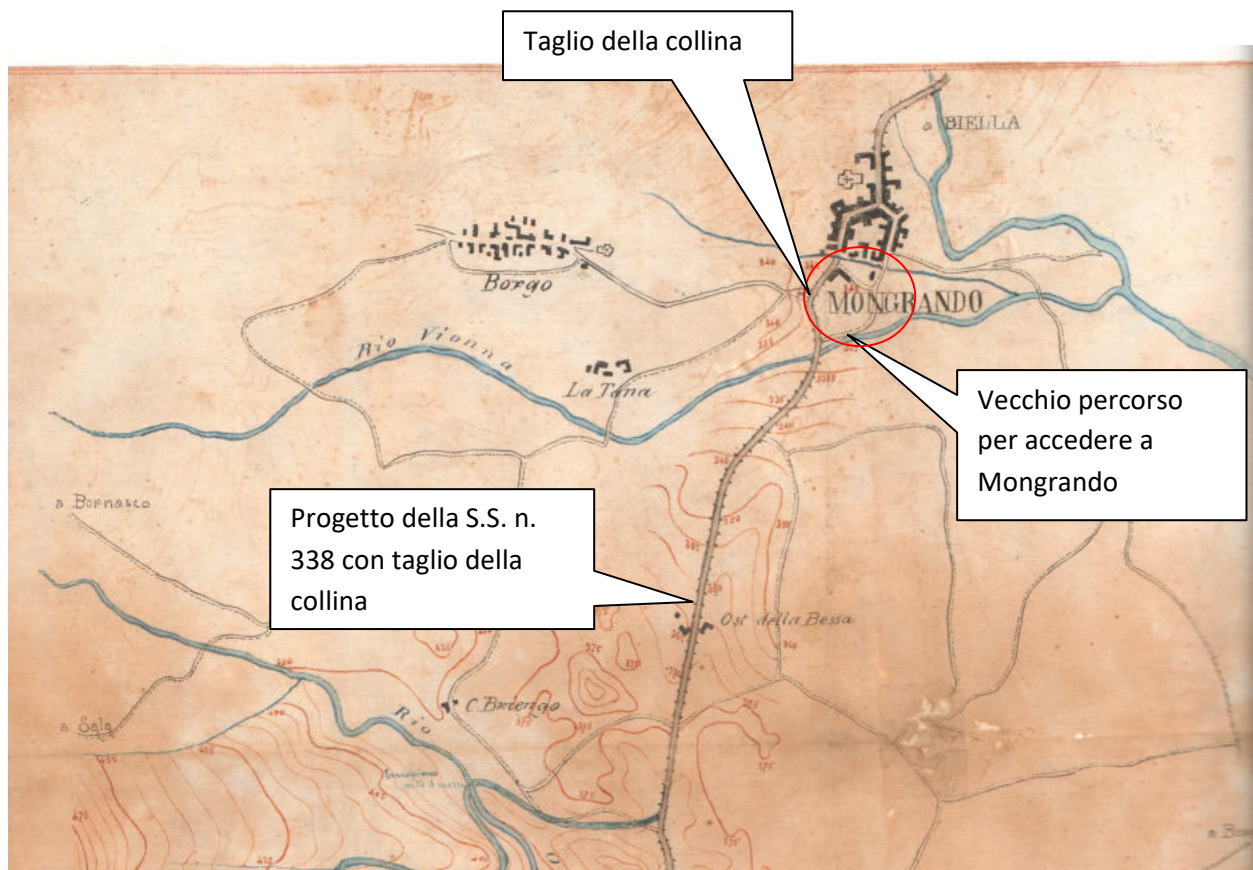


Fig. n. 316: estratto progetto della S.S. 338 tra la Località Chalet e Mongrando.

41 - CONCLUSIONI.

Al termine della premessa affermai: “*Scrivendo ciò che segue ho cercato di dare una risposta ai dubbi sorti in me; non so se ci sono riuscito, ma sicuramente ci ho provato*” .

Grazie alla mia passione per i viaggi, che mi ha portato a vedere alcune significative morfologie glaciali in giro per il Mondo, qualche mio dubbio penso di averlo risolto o per lo meno mi sono dato una spiegazione maggiormente convincente ma nello stesso tempo, mi auguro, che anche a coloro che hanno letto queste pagine qualche dubbio sia svanito; ma, di contro, non è detto che in loro qualche nuovo dubbio sia sorto; se così fosse vorrebbe dire che l’argomento “Bessa” interessa e allora avanti con le idee perché è solamente con queste che un’ipotesi viene studiata, approfondita, capita sino a diventare quasi certezza.

Come dissi in premessa mi è sembrato che nello studio della Bessa si sia sempre data una preminente importanza storica citando Plinio e Strabone e prendendo troppo seriamente ciò che dicevano in rapporto alle conoscenze “*scientifiche*” del tempo, in definitiva penso che siano stati troppo “*responsabilizzati*” senza togliere loro alcun merito. Lo storico Rudolf Wittkower ¹⁷ parlando di Plinio dice: “ L’opera di Plinio il Vecchio è una vasta e acritica raccolta di materiale svariato e *le parti geografiche sono state criticate come le più manchevoli.*”

A conclusione di questa memoria ritengo che:

1. Dalla semplice frase di Plinio “ *Perdura la legge censoria della cava di oro dei Victimulari nel territorio di Vercelli, con cui si proibiva, che i Pubblicani avessero più di 5000 operai al lavoro*” (extat lex censoria victimularum aurifodinae in vercellensi agro, qua cavebatur, ne plus quinque milia hominum in opere publicanum haberent.) è incomprensibile che si collochino le miniere aurifere romane in Bessa e solamente

¹⁷ **Rudolf Wittkower** (Berlino, 22 giugno 1901 – New York, 11 ottobre 1971) è stato uno storico dell'architettura, storico dell'arte e saggista tedesco.

in Bessa; univoca e incontestabile sarebbe la collocazione geografica se si leggesse una frase del tipo “ *Tra Eporedia e Bugella esiste una immensa pietraia dalla quale le popolazioni locali estraggono oro*”, ma tale frase non esiste.

2. Dalla frase di Strabone “*Nel territorio dei Salassi vi sono miniere d’oro, che un tempo erano possedute dai Salassi così come questi possedevano i passi, il fiume Duria è di loro grande giovamento per la lavorazione del metallo, per il lavaggio dell’oro; per cui in molti luoghi suddividendolo in molti canali ne prosciugano l’alveo. Il cui fatto come fu di giovamento per i ricercatori d’oro così fu di danno a coloro che coltivano i campi sottostanti, impossibilitati ad irrigare come tal fiume, in forte pendenza, offriva la possibilità*” non si può escludere che aree di sfruttamento aurifero fossero presenti, entro l’anfiteatro morenico di Ivrea, lungo i canali secondari della Duria i quali privati di acqua a monte, per il lavaggio della sabbia, danneggiavano le coltivazioni agrarie a valle.
3. Alcuni autori sostengono che il termine Duria sia un idronimo ma non è da escludere che l’idronimo sia stato successivamente considerato come nome proprio per un’entità idrografica specifica come per indicare l’attuale Dora Baltea unitamente alla Dora Riparia.
4. A pag.22 del testo “La Bessa” si legge “ *In nessun altro luogo del Vercellese si trovano tracce di attività connesse con l’estrazione dell’oro in misura rilevante se non nel Biellese, terre degli Ictimuli, e precisamente nella Bessa con la quale, fuori di ogni dubbio, si identificano le antiche aurifodine*” è in parte sostanzialmente errata poiché i sicuri e numerosi sfruttamenti auriferi avvenuti lungo l’idrografia fluviale e torrentizia non possono “*Tramandare*” tracce in quanto a seguito di ogni piena alluvionale eventuali tracce vengono eliminate.
5. Alle pagine 33-34 dello stesso testo leggiamo che “ *Sebbene non nomi specificatamente la Bessa, il Vescovo Ferrero non sembra ignorare il luogo dove si trovavano le aurifodine poiché le dice non più lontane di un miglio da S. Secondo e S. Pietro Levita di Salussola cioè da Victimulae*” non si può indicare esclusivamente la Bessa poiché anche nei Torrenti Olobbia, Rio della Valle Sorda e

Elvo si trovava e si trova attualmente oro e sicuramente la sua estrazione era decisamente più facile e sicura (il concetto del “*Massimo profitto con il minimo sforzo*” nell’attività mineraria era , è e sarà sempre valido poiché tale attività è sempre stata e sarà sempre la più costosa sia in termini economici che umani.)

6. Mentre a pag. 36 l’Autore citando e criticando considerazioni di G. Tommaso Mullatera cita “ *La sua personale interpretazione sulla genesi dei cumuli è che questi siano dovuti all’azione impetuosa delle acque – ed istituisce confronti con i depositi alluvionali del Cervo (Sar) ma le spiegazioni sul presunto fenomeno non convincono e ci appaiono oggi quanto mai semplicistiche*”, tali considerazioni non sono assolutamente semplicistiche poiché è un naturale e ricorrente fenomeno idraulico che avviene, per esempio, nel Cervo a seguito di piene catastrofiche (piovosità > 30 mm/h corrispondente a un nubifragio) e stagionalmente lungo gli scaricatori glaciali di imponenti ghiacciai (V. ghiacciaio Vantnajokul in Islanda e altri numerosi ghiacciai in altri Continenti ad esclusione dell’Africa).
7. Sempre nello stesso libro a pag. 37 si legge “*E’ evidente come il Mullatera non avesse conoscenze sui giacimenti secondari diluviali del quaternario e ne ignorasse le tecniche di sfruttamento che sono ben diverse da quelle di estrazione da filoni presenti in roccia*”: anche l’Autore sembra ignorare le tecniche di sfruttamento minerario in giacimenti secondari poiché in Bessa l’ipotetico rimaneggiamento di 200 milioni di metri cubi (?), corrispondente a circa 400 milioni di tonnellate, non risponde al principio fondamentale di ogni attività umana e specialmente mineraria ossia, come già menzionato, “ *massimo profitto con il minimo sforzo*”. Inoltre il mancato allontanamento dello sterile (ciottoli) dal sito di sfruttamento e il loro posizionamento su porzioni di giacimento, potenzialmente ancora sfruttabile e in posizione elevata, è contro ogni logico e intelligente sfruttamento minerario. Perché collocare enormi ciottoli con un peso superiore al quintale in posizione elevata invece che lasciarli nella parte inferiore delle “Bunde” ?
8. Dalla lettura delle diverse ed antiche ipotesi sull’origine delle distese dei ciottoli e sullo sfruttamento della sabbia aurifera si evidenzia che tali considerazioni sono state fatte quasi esclusivamente da “ *Non Geologi Minerari*” ma da storici,

archeologi, vescovi e altre tipologie di studiosi e dotti e si è escluso dal discorso l'unico Geologo minerario, contemporaneo e collaboratore di Quintino Sella, che ha chiaramente detto che per lui le aurifodine romane si trovavano in Valle Sesia e che la collocazione delle stesse in Bessa è una interpretazione biellese, tale geologo minerario era William Pagget Jervis. Si evidenzia che tale geologo era stato incaricato dal governo, del quale Quintino Sella faceva parte, di relazionare sulle evidenze minerarie di tutti i Comuni del novello Stato Italiano, era socio fondatore della Società Geologica Italiana, come lo era Quintino Sella, e quindi molto autorevole. Perché nessuno lo ha mai citato? Forse perché avrebbe compromesso la collocazione delle aurifodine in Bessa?

9. La morfologia della Bessa è stata generata o da un lobo glaciale del ghiacciaio balteo o più probabilmente da un piccolo ghiacciaio periferico allo stesso e dal conseguente flusso turbolento di uno scaricatore glaciale. La dinamica glaciale definita "Push moraine" ha portato alla formazione di una morfologia a piccole collinette separate da vallecole sede di una antica idrografia effimera. Inoltre poiché a monte si aveva un ghiacciaio con un fronte alto centinaia di metri (circa 600 mt) è evidente che durante i periodi estivi lo scioglimento parziale dello stesso portava alla formazione di torrenti fluvio-glaciali con grandissime portate e velocità di flusso maggiore dei 4/5 mt/s (vedi *Ghiacciaio VantnaJokull in Islanda*) ossia con grandissima energia a causa della quale la formazione di piccole collinette ciottolose era conseguenziale.
10. La formazione dei ciottoli decimetrici è assolutamente di origine naturale poiché avviene a seguito di una corrente torrentizia ad elevata energia lungo un percorso di lunghezza minima di 4 chilometri; l'intervento antropico, attuato sia per il lavaggio della sabbia aurifera che per una probabile raccolta dei ciottoli quarzosi, ha contribuito solamente in parte a metterli in evidenza. Inoltre milioni di ciottoli sono stati spostati e prelevati per costruire case, acciottolati stradali, murature a secco e confini poderali.
11. Le famose "Bunde" sono di origine naturale morfologicamente ascrivibili a processi di "*Erosione Lineare*" successivamente in parte modificate antropicamente per

formare bonifiche agrarie e susseguente lavaggio della sabbia aurifera e magnetifera.

12. La morfologia attuale della Bessa è stata accentuata da un altrettanto imponente intervento dell'Uomo che ha cavato da essa non solamente l'oro ma probabilmente anche magnetite e i ciottoli di quarzite per la produzione del vetro, prodotto notevolmente apprezzato dai Romani e del quale erano eccezionali "*studiosi*" e produttori. Si evidenzia inoltre che negli anni '50-'60 del secolo scorso la quantità di ciottoli quarzifici in Bessa era decisamente superiore alla stessa tipologia di ciottoli presenti nel vicino alveo dell'Elvo per cui era evidente che dal punto di vista geominerario la loro asportazione dalla Bessa era maggiormente redditizia al tempo dei Romani che nella metà del '900.
13. Nei dintorni di Eporedia erano e sono presenti numerosi ed importanti giacimenti minerari dai quali ricavare ossidi metallici necessari per affinare il vetro e colorarlo. Lo stesso Plinio nei suoi scritti evidenzia l'abilità degli Artigiani Romani non solo nella produzione ma nella sperimentazione di nuove ed innovative tecniche.
14. E' mio parere che le famose e più importanti Aurifodine Romane sono da ubicarsi lungo gli antichi alvei secondari della Dora Baltea e lungo gli alvei dei torrenti Cervo, Elvo, Rio della Valle Sorda ed Olobbia e solo marginalmente l'oro è stato cercato e sfruttato nel complesso sedimentario della Bessa in quanto sito di difficilissimo sfruttamento. Qualcuno potrebbe *dire* "*ma c'erano gli schiavi!*" ma perché non fare lavorare gli schiavi in siti di più facile coltivazione e quindi più remunerativi? Lo schiavo perché rendesse doveva vivere non morire di fatica, di inedia o quant'altro. A seguito delle note biografiche del Geologo Minerario W.P. Jervis sono riportati estratti della sua pubblicazione nei quali compaiono decine di siti minerari perimetrali alla Bessa con presenza di oro (Province Novara, Aosta, Torino, Biella) che rende mineralogicamente assurdo l'immenso spostamento di milioni di tonnellate di ciottoli e il trasporto di acqua da chilometri di distanza come molti sostengono.

15. La presenza di un importante e ricco complesso archeologico (probabile ricca e importante fortezza o villa romana) nel territorio comunale di Palazzo Canavese avvalorava la tesi che le miniere di oro e magnetite più importanti di origine secondaria (ghiaie e sabbie aurifere) fossero entro l'anfiteatro morenico di Ivrea e non marginale ad esso.
16. Se la quantità di oro ipotizzata ma non dimostrata e non dimostrabile di 100 tonnellate fosse veritiera poiché lavando la sabbia si trova anche magnetite in quantità considerevolmente superiore all'oro sarebbe stato logico estrarre anche questo minerale. Si evidenzia che attualmente la quantità di magnetite è 77.000 volte superiore a quella dell'oro corrispondente ad una quantità di ferro 56.000 volte superiore allo stesso oro!
17. Ritengo che non siano stati costruiti lunghi e difficili canali di adduzione idrica da lontani siti per lo sfruttamento aurifero per il quale veniva sfruttata la notevole risorsa idrica emergente alla base del terrazzo alluvionale tramite numerose e produttive sorgenti quando le caratteristiche idrogeologiche erano nettamente diverse dalle attuali (*Torrente Olobbia fluente ad una quota nettamente superiore alla attuale i suoi terrazzi alluvionali sono presenti ad una quota di circa 20 metri superiore all'attuale corso del torrente*). Il lavaggio delle sabbie aurifere mediante lo sfruttamento della portata di sorgenti è stato anche ipotizzato dagli Archeologi per analoghi sedimenti nella morena destra dell'anfiteatro morenico (Mazzè) durante la Tavola Rotonda di Sabato 1 Ottobre 2016 "*Il biellese terra di miniere*".
18. Un altro importante principio sul quale si fonda lo sfruttamento minerario è coltivare inizialmente i giacimenti "Facili", anche se meno produttivi, per poi passare a quelli "Difficili" semplicemente per problemi logistici e quindi economici o perché la tecnologia di sfruttamento non è ancora stata adeguata alla tipologia del giacimento.
19. L'unica e più ragionevole possibilità idraulica di adduzione idrica verso la Bessa è dal Torrente Viona che poteva facilmente avvenire lungo il tracciato dell'attuale "*Acquedotto della Serra*" che alimenta le comunità di Torrazzo, Magnano e Zimone; purtroppo arrivati in Bessa si doveva provvedere non solamente alla esecuzione di

un unico canale di alimentazione della fantomatiche Arrugie ma anche alla loro complicatissima impermeabilizzazione per impedire una rapida dispersione per filtrazione poiché il terreno della Bessa si presenta notevolmente permeabile essendo a matrice sabbioso ghiaiosa con bassissima percentuale di fine.

20. Lo sfruttamento aurifero si è interrotto quando la quantità di acqua, necessaria per il lavaggio della sabbia, diminuì drasticamente a causa di potenti fenomeni erosivi che hanno da sempre interessato l'alveo del torrente Olobbia incidendo le sue stesse alluvioni ed abbassando la quota di scorrimento dello stesso, tale fatto ha drasticamente interrotto l'alimentazione delle sorgenti presenti sul versante Nord Ovest della Bessa. Lungo la strada Cerrione-Vermogno sono chiaramente visibili i terrazzi alluvionali pensili rispetto all'Olobbia. Si evidenzia che durante l'alluvione del 2000 l'Olobbia unitamente al Rio della Valle Sorda hanno causato una erosione di ben due metri in corrispondenza del Mulino Vianzè.
21. Non è da escludere la presenza di antiche canalizzazioni di lavaggio di epoca romana eseguite per regimare il flusso idrico emergente tramite le produttive sorgenti alla base dei terrazzi alluvionali in corrispondenza delle piatte conoidi. Le antiche sorgenti dovevano avere considerevoli portate dell'ordine di qualche decina di litri al secondo per cui il loro sfruttamento doveva essere necessariamente e minimamente regimato al fine di non disperdere l'acqua e poterla facilmente sfruttare per il lavaggio della sabbia. Si evidenzia che la sorgente del Canej, prima della apertura delle cave di inerte, presentava una portata permanente di qualche decina di litri al secondo.
22. Le conoidi presenti alla base del terrazzo superiore della Bessa sono di origine naturale leggermente incrementate in volume dal lavaggio che avveniva sfruttando la notevole potenzialità delle suddette sorgenti. La struttura muraria presente a monte delle Cave Barbera, che si dice di età romana, è costruita sopra una conoide quindi è più recente della stessa. All'apice della conoide sono presenti massi erratici di diversi metri cubi per cui la morena più esterna dell'anfiteatro morenico arrivava sino a Cerrione. In definitiva le considero conoidi naturali antropizzate ma non esclusivamente antropiche.

23. In Bessa sono stati eseguiti evidenti opere di bonifica agraria mediante spietramento in quei siti ove la falda freatica si presentava a limitata profondità o affiorante mediante sorgenti; tale caratteristica idrogeologica unitamente alla presenza di un terreno a matrice sabbiosa rappresentava e rappresenta tuttora un ideale terreno agrario. Non è da escludere la realistica possibilità che durante la bonifica agraria la sabbia venisse trattata per estrarre le pagliuzze d'oro, la magnetite e recuperare i numerosi ciottoli di quarzite per la produzione del prezioso vetro.
24. La frase “ ... *che non vi sono stati nella Bessa tentativi di bonifiche ad uso agricolo e pastorizio perché altre aree, meno periferiche e più facilmente bonificabili sono tuttora disponibili ed utilizzate ai piedi della morena*” non è sostenibile in quanto tutte le aree perimetrali alla Bessa sono state bonificate con enormi difficoltà: il territorio pianeggiante era soggetto a frequenti alluvionamenti da parte di una “indisciplinata” idrografia non regimata da alcuna arginature o con arginature insufficienti, mentre la zona collinare della Serra è stata faticosamente bonificata con opere murarie a secco lunghe decine di chilometri spostando massi pesanti anche diversi quintali e successivamente colmati con enormi quantità di terreno di riporto, inoltre nelle zone collinari vi erano notevoli difficoltà di irrigazione, trasporto e manutenzione delle strutture murarie. In Bessa tutte queste difficoltà non sussistevano, lo spostamento dei ciottoli era relativamente facile e l'acqua necessaria per l'irrigazione, per dissetare persone e animali era affiorante o reperibile a limitata profondità e dal punto di vista agrario il terreno era ideale in quanto drenante per scarsa presenza di granulometrie fini. Quindi in definitiva la Bessa era un favorevole terreno bonificabile con contemporanea presenza di oro , purissima quarzite e magnetite.
25. Nella maggior parte dei giacimenti sia primari che secondari non si estrae unicamente un minerale, in Bessa oltre all'oro era presente una enorme quantità di magnetite e quarzite purissima, perché i Romani non l'avrebbero dovute sfruttare per produrre vetro e ferro? Perché ignorare queste preziosissime materie prime? Si rammenta che con il vetro, già in tempi antichi, si producevano “false “ pietre preziose. Perché importare dall'oriente la sabbia quarzosa quando questa si poteva

produrre facilmente per rapido shock termico raffreddando i ciottoli quarzatici incandescenti semplicemente buttandoli nell'acqua?

26. La superficiale presenza di una enorme quantità di ciottoli di quarzite sino a metà del secolo scorso certifica che tali ciottoli sono stati portati in superficie "rimescolando" l'enorme pietraia della Bessa per poi essere portati alle fornaci come d'altronde è avvenuto tra gli anni '50 e '60 del '900, durante tale periodo la quarzite della Bessa venne sfruttata da una fonderia di Borgofranco d'Ivrea come fondente e scorificante e da una di Quincinetto per produrre silicio puro. Quasi tutti i ciottoli vennero asportati.
27. Data la semplicità strutturale delle eventuali antiche fornaci di fusione non è da escludere la possibilità che nell'area delle Bessa o nelle sue immediate vicinanze fossero presenti fornaci sia per la fusione dell'oro, della magnetite che per la produzione del vetro.
28. alcuni sinkholes presenti in Bessa sono stati erroneamente o fantasiosamente considerati come gallerie utilizzate per il trasporto dell'acqua di lavaggio o gallerie di ricerca e sfruttamento. E' evidente che eventuali gallerie, utilizzate per lo sfruttamento del placer o per il trasporto idrico, avrebbero dovuto avere significative strutture di rinforzo e sostegno per mantenersi per migliaia di anni (*muri perimetrali e soffitto*), si evidenzia che i sinkholes e le relative brevi gallerie sono strutture effimere della durata di pochi anni o forse anche pochi mesi in quanto prodotti da fenomeni erosivi sia superficiali che profondi in terreni facilmente erodibili e franosi e quindi continuamente in evoluzione.
29. Stranamente nessuno ha mai preso in considerazione l'enorme rimaneggiamento superficiale della Bessa eseguito per la cernita, asportazione e trasporto dei ciottoli usati per la costruzione degli acciottolati stradali (*termine dialettale "Sterni"*) della maggior parte dei Comuni del Biellese occidentale compresi anche Comuni del Canavese come Bollengo e Burolo; poiché i ciottoli dovevano avere specifiche dimensioni (diametro compreso tra 10 e 15 cm.) si dovevano spostare necessariamente milioni di ciottoli con dimensioni maggiori al fine di trovare il

“*prodotto*” ideale che veniva messo in opera da operai specializzati originari specialmente del Comune di Graglia. Per comprendere l'enorme quantità di lavoro che era necessario si consideri che per coprire di ciottoli solamente la strada principale di Zubiena furono necessari 500.000 ciottoli, considerando le restanti Frazioni e tenendo conto della superficie delle strade che avevano l'acciottolato, si arriva a un totale di circa 1.500.000 ciottoli. Questa quantità solamente per il Comune di Zubiena. In particolari siti della Bessa, in prossimità di antiche viabilità, sono presenti ancora evidenti tracce di questa immane attività di cernita costituite da accumuli di ciottoli ideali per l'esecuzione degli “Sterni” circondati da massi con dimensioni decisamente superiori ovvero diametri maggiori di 20 centimetri.

30. La considerazione maggiormente sorprendente mi è stata fatta da un appassionato della Bessa...” *Le tue ipotesi hanno danneggiato l'immagine della Bessa!* “; prima che questa relazione uscisse e creasse, forse, un po' di fastidio per gli studiosi la Bessa era solamente una fonte di oro per i Romani e null' altro. Dalla lettura delle precedenti pagine il sottoscritto afferma che oltre all'oro la Bessa forniva: quarzite per la produzione di vetro, magnetite per la produzione di ferro, quarzite policroma per la produzione di pietre semi-preziose, bonifiche agrarie per coltivazioni varie e pastorizia ed infine, attività che si è protratta sino ai primi anni del '900, asportazione di ciottoli monometrici per la costruzione di acciottolati eseguiti da abili selciatori di Graglia. Da queste considerazioni non mi sembra affatto che l'immagine della Bessa sia stata danneggiata.

In definitiva è mio parere che lo sfruttamento aurifero della Bessa debba essere notevolmente ridimensionato, ma di contro l'area si arricchirebbe della possibilità di vedere in essa la sede di un secondo sfruttamento minerario con l'asportazione delle famose “*Pietre Bianche*” per la produzione del vetro e forse anche lo sfruttamento dell'abbondante magnetite per la produzione del ferro; mentre l'arte mineraria può ipotizzare che le tre coltivazioni siano state naturalmente e logicamente coeve non è da escludere la possibilità che possano essersi anche sviluppate in periodi diversi.

E' evidente che mentre tale eventualità è chiaramente possibile dal punto di vista geologico applicativo non lo è altrettanto dal punto di vista Archeologico e per

questo motivo si auspica la possibilità, che personalmente ritengo remota, di un approfondimento di tale aspetto. E' mia opinione che per la Bessa si sia ipotizzato un fantasioso quasi chimerico metodo di coltivazione mineraria che è diventato più concreto della realtà. L'errore scientifico non è tanto figlio dell'imperizia quanto delle iniziali convinzioni del ricercatore che spesso ha dimostrato scetticismo verso nuove evidenze non avendo né visto né guardato il territorio della Bessa con una sufficiente visione professionale e critica.

In merito all'auspicabile sviluppo futuro della Bessa, nonostante il periodo di recessione economica che stiamo vivendo con grande apprensione per il futuro, lo ritengo una cosa facilmente attuabile ed economicamente poco impegnativo che potrebbe dare risultati sociali ed economici significativi creando posti di lavoro non solamente nel campo dell'agricoltura sostenibile ma anche nell'approfondimento della ricerca storica e archeologica. Si evidenzia che la Bessa dal punto di vista ambientale è caratterizzata da un microclima particolare che unitamente alle sue rilevanti e "*strane*" caratteristiche geomorfologiche e idrogeologiche è sicuramente propenso a uno sviluppo socio economico rilevante, basti pensare, come ho già accennato, alle sue notevoli risorse idriche indispensabili per una corretta e proficua valorizzazione agraria che preveda una vendita di prodotti a "Chilometri zero" a coloro che si addentrano curiosi nell'area della Riserva; inoltre l'ampliamento della sentieristica lungo quei percorsi, prima esistenti ma ora completamente colonizzata da un'invasiva vegetazione arbustiva, permetterebbe la creazione di nuovi punti di attrazioni e interesse turistico.

Questo è attualmente il mio pensiero, logicamente non assoluto ma sicuramente suscettibile di modifiche e aggiornamenti qualora nuove idee, ricerche, scoperte ed analisi mi inducano a verificarlo e mutarlo.

42- ALLEGATI INTERPRETATIVI DEI “Sondaggi Elettrici Verticali” S.E.V. RAPPRESENTATIVI DELLA MORFOLOGIA DEI CUMULI.

SONDAGGI ELETTRICI VERTICALI N.1-2



Foto n. 317 (da Google Earth) – Ubicazione sondaggi nn. 1-2

Modalità di accesso al sito indagato e breve descrizione morfologica.

Tale sito raggiungibile lungo il percorso denominato “**Ciapej Parfundà**” è caratterizzato morfologicamente da un’ampia zona prativa pianeggiante a forma rettangolare (60 mt x 50 mt ca.) coltivata a vigna; sembra che tale zona non sia stata interessata da riporto di ciottoli e non è esclusa la possibilità che si tratti di una zona non scavata, poco rimaneggiata in superficie solo da modesti interventi agrari; è possibile che la successione litostratigrafica individuata con il sondaggio S.E.V. sia quella originaria impostasi dopo che tale parte della morena orientale della Serra è stata rimaneggiata da naturali ed importanti eventi fluvioglaciali .

**Coordinate geografiche sia dedotte dalla foto satellitare che rilevate con GPS della GARMIN
modello GPmap 60CSx .**

Coordinate geografiche da foto satellitare	Coordinate geografiche da GPS	Coordinate UTM da GPS
45° 28' 58,32" N	45° 28.972' N	0424547
08° 02' 04,01" E	08° 02,071' E	5037047

Quota assoluta rilevata sia con GPS che da foto satellitare

Quota rilevata con GPS in modalità barometrica previa taratura su punto quotato noto	Quota dedotta da foto satellitare (altezza in piedi trasformate in metri).
342 m.lm.	341,6 m.l.m.

QUOTA MEDIA CENTRO STENDIMENTO

342 M.L.M.

Immagine fotografica del punto di indagine.



Foto 318: sito di esecuzione dei S.E.V. 1 –2. Traccia stendimenti . Raggiungibile dopo poche centinaia di metri lungo il percorso “Ciapej Parfundà”

Lunghezza dello stendimento limitatamente alle difficoltà morfologiche e boschive del sito.

La particolare morfologia del sito e la sua forma rettangolare ha indotto ad eseguire nello stesso punto n.2 S.E.V. incrociati con direzione lungo le diagonali del rettangolo

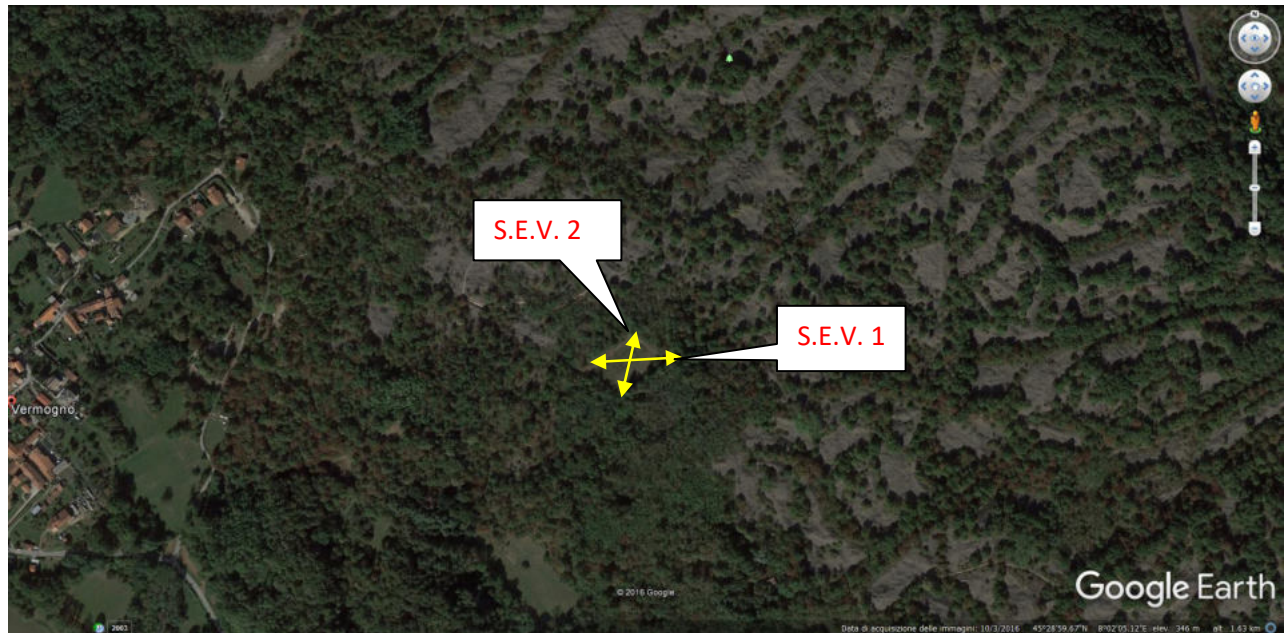
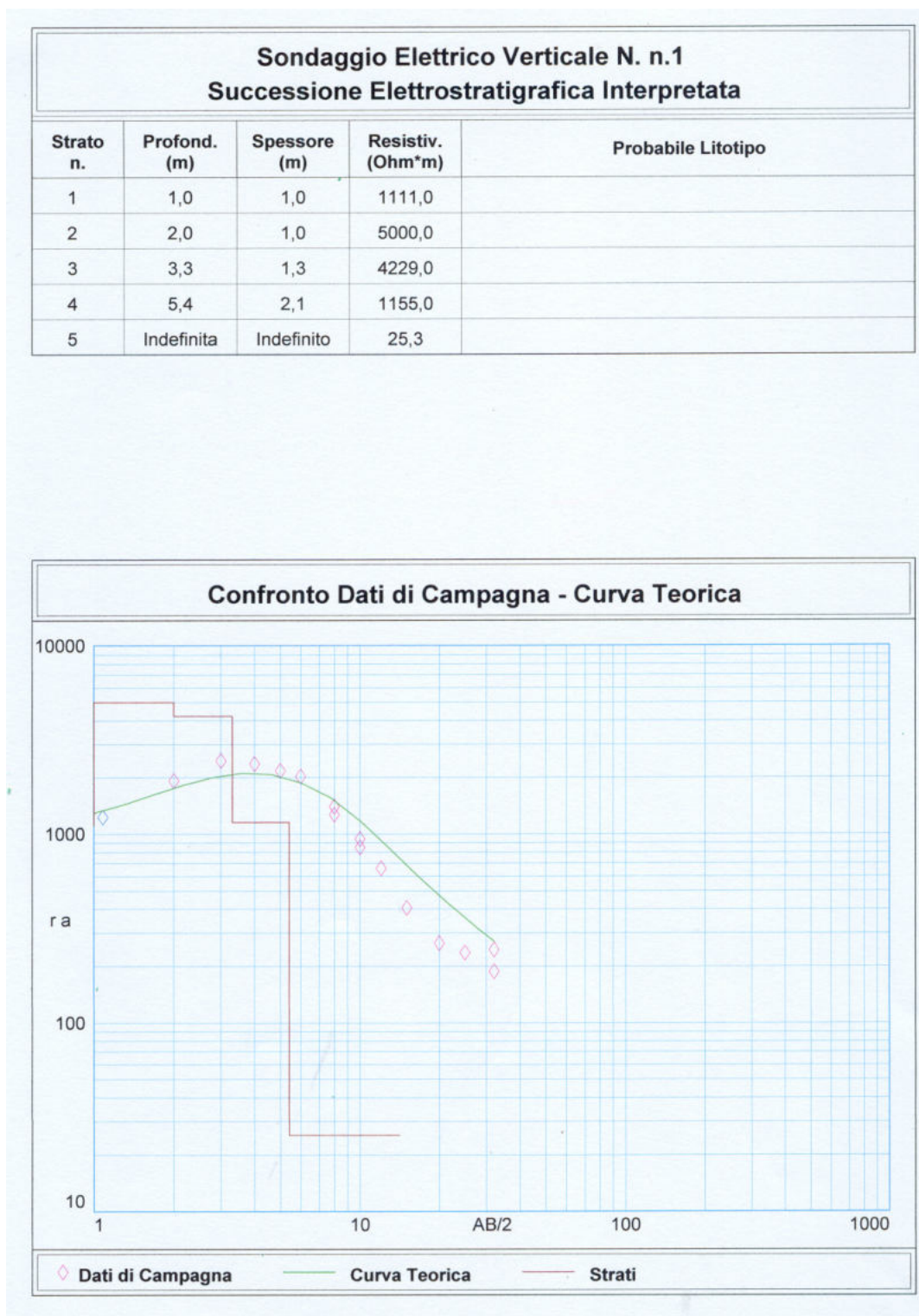


Foto n.319: direzione e sviluppo dei due S.E.V. 1-2

Successione elettrostratigrafica interpretativa. Andamento della Curva Teorica della variazione della resistività specifica con i valori di resistività dedotta dai dati di campagna.



L'esecuzione dei due S.E.V. eseguiti sullo stesso punto (indicativamente al centro del campo) ha indotto ad una elaborazione singola dei due sondaggi ed una terza elaborazione mediata tra i valori delle resistività specifiche calcolate dai dati di campagna.

Interpretazione litostratigrafica del S.E.V. n.1

lunghezza totale stendimento A-B 64 mt

Profondità mt	resistività specifica (ohmxmt)	Litologia
0.0 – 1.0	1111,0	strato coltivo sabbioso ghiaioso con poca umidità
1.0 – 2,0	5000,0	strato ghiaioso ciottoloso a matrice sabbiosa con scarsa umidità
2.0 – 3.3	4229,0	idem al precedente con maggior grado di umidità
3.3 – 5.4	1155,0	idem come sopra ma probabile presenza della falda freatica.
5.4 – indefinito (circa 15 +20 mt)	25.3	strato a granulometria fine (sabbia limosa) impermeabile costituente il letto della sovrastante falda freatica (substrato morenico impermeabile).

Sondaggio Elettrico Verticale N. n.2 Successione Electrostratigrafica Interpretata

Strato n.	Profond. (m)	Spessore (m)	Resistiv. (Ohm*m)	Probabile Litotipo
1	1,0	1,0	1267,0	
2	2,8	1,8	4712,0	
3	3,3	0,5	4206,0	
4	4,3	1,0	1017,0	
5	7,3	3,0	327,3	
6	Indefinita	Indefinito	26,3	

Confronto Dati di Campagna - Curva Teorica



Interpretazione litostratigrafica del S.E.V. n.2

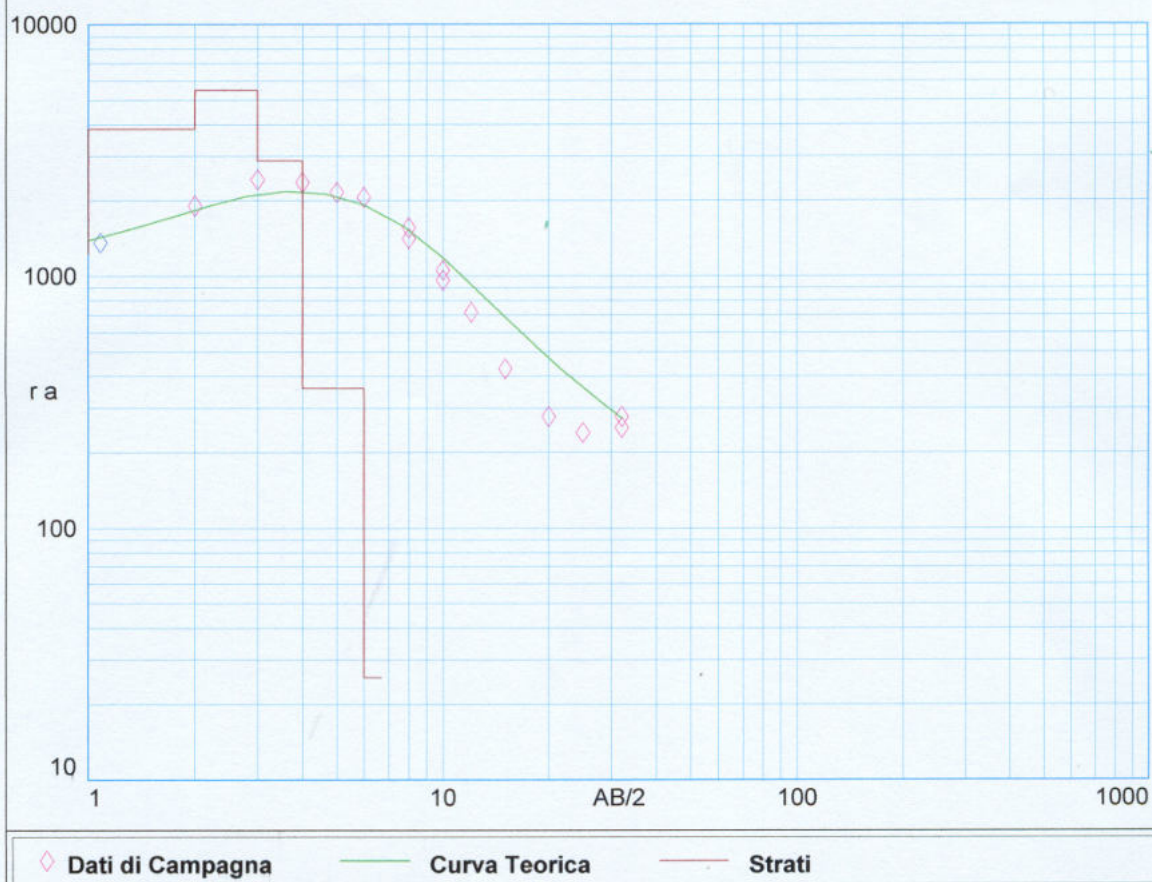
Lunghezza totale stendimento A-B = 80 mt

Profondità mt	resistività specifica (ohmxmt)	Litologia
0.0 – 1.0	1267.0	strato coltivo sabbioso ghiaioso con poca umidità
1.0 – 2.8	4712.0	strato ghiaioso ciottoloso a matrice sabbiosa con scarsa umidità
2.8 – 3.3	4206.0	idem come sopra
3.3 – 4.3	1017.0	idem come sopra con presenza di maggiore umidità probabile risalita per capillarità
4.3 – 7.3	327.3	resistività specifica corrispondente al substrato morenico a discreta permeabilità con netta diminuzione delle granulometrie grossolane con prevalenza di elementi sabbiosi, probabile presenza della falda freatica
7.3 - indefinito (circa 15 +20 mt)	26.3	strato a granulometria fine (sabbia limosa) impermeabile costituente il letto della sovrastante falda freatica. Probabile deposito morenico non soggetto ad eventi fluvio-glaciali (Substrato morenico limoso sabbioso).

Sondaggio Elettrico Verticale N. n° 1 + 2
Successione Electrostratigrafica Interpretata

Strato n.	Profond. (m)	Spessore (m)	Resistiv. (Ohm*m)	Probabile Litotipo
1	1,0	1,0	1227,0	
2	2,0	1,0	3868,0	
3	3,0	1,0	5499,0	
4	4,0	1,0	2875,0	
5	6,0	2,0	359,9	
6	Indefinita	Indefinito	25,5	

Confronto Dati di Campagna - Curva Teorica



L'esecuzione dei due S.E.V. eseguiti sullo stesso punto (indicativamente al centro del campo) ha indotto ad una elaborazione singola dei due sondaggi ed una terza elaborazione mediata tra i valori delle resistività specifiche calcolate dai dati di campagna.

Interpretazione litostratigrafica dei S.E.V. n.1 - S.E.V. 2

Profondità mt	resistività specifica (ohmxmt)	Litologia
0.0 – 1.0	1227.0	strato coltivo ghiaioso ciottoloso sabbioso con poca umidità
1.0 – 2.0	3868.0	strato ghiaioso ciottoloso a matrice sabbiosa con scarsa umidità
2.0 – 3.0	5499.0	strato ciottoloso
3.0 – 4.0	2875.0	idem come sopra con presenza di sabbia umida per probabile risalita per capillarità
4.0 – 6.0	359.9	resistività specifica corrispondente al substrato morenico a discreta permeabilità con netta diminuzione delle granulometrie grossolane con prevalenza di elementi sabbiosi, probabile presenza della falda freatica
6.0 - indefinito (circa 15 +20 mt)	25.5	substrato morenico a granulometria fine (sabbia limosa) impermeabile costituente il letto della sovrastante falda freatica. Probabile deposito morenico non soggetto ad eventi fluvio-glaciali (Substrato morenico limoso sabbioso).

DATI IDROGEOLOGICI DEDUCIBILI DAL SONDAGGIO S.E.V. 1+2

(QUOTA ASSOLUTA 342 M.L.M.)

PROFONDITA' MEDIA BASE ACQUIFERO: 6 mt ca.

QUOTA ASSOLUTA MEDIA BASE ACQUIFERO: 336 M.L.M.

PROFONDITA' MEDIA Falda Freatica AL TEMPO DELLA MISURA (ottobre 2009) 5 mt ca.

QUOTA ASSOLUTA MEDIA Falda Freatica : 337 M.L.M.

SPESSORE MEDIO ACQUIFERO: 1.0 mt (ottobre 2009)

SONDAGGIO ELETTRICO VERTICALI N.3



Fig. n. 320: (da Google Earth) – Ubicazione sondaggio n.3

Modalità di accesso al sito indagato e breve descrizione morfologica.

Tale sito raggiungibile lungo il percorso denominato “**Ciapej Parfundà**” in prossimità del cartello esplicativo n.7, è caratterizzato morfologicamente da un’ampia zona di cumuli ciottolosi con dimensioni praticamente “monometrica” (diametro medio 20÷30 cm) a piccoli dossi che presentano una inclinazione massima di circa 20°. Assenza di vegetazione pioniera.

Coordinate geografiche da foto satellitare	Coordinate geografiche da GPS	Coordinate UTM da GPS
45° 29' 05,06" N	45° 29,084' N	0424696
08° 02' 10.99" E	08° 02,184' E	5037252

QUOTA MEDIA CENTRO STENDIMENTO : 339.0 M.L.M.

Immagine fotografica del punto di indagine.

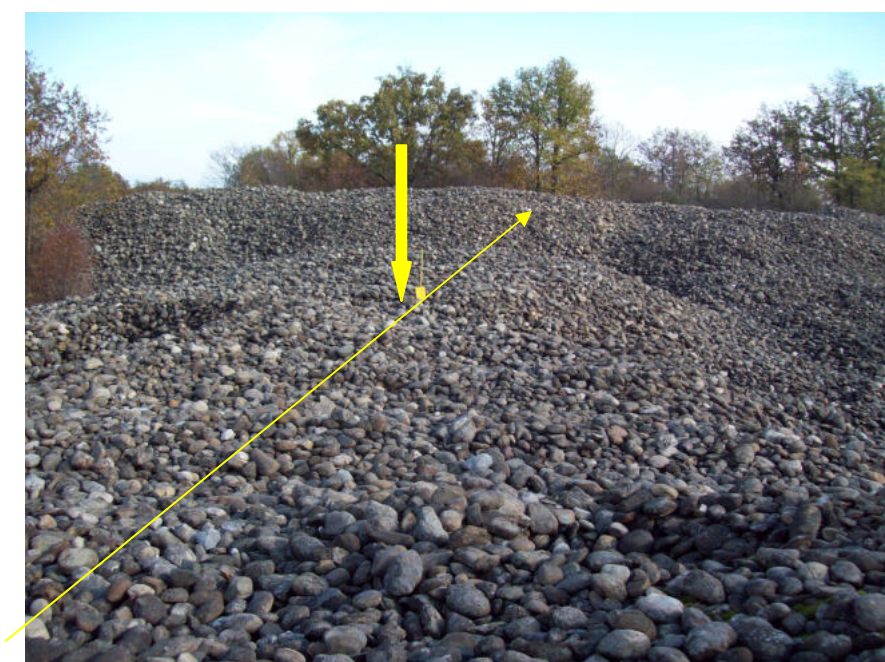


Fig. n. 321: sito di esecuzione del S.E.V. n.3 – traccia stendimento. Raggiungibile dopo poche centinaia di metri lungo il percorso “Ciapej Parfundà” in corrispondenza del pannello esplicativo n.7

L'esecuzione di tale S.E.V. sul cumulo ciottoloso è stato facilitato bagnando il contatto elettrodo-ciottoli con acqua satura di sale per aumentare la conduttività, inoltre l'umidità ancora presente sui ciottoli ha ulteriormente favorito il passaggio della corrente elettrica nell'ammasso ciottoloso; non ultimo la discreta conduttività è stata anche favorita dalla frequente presenza di ciottoli mineralizzati con minerali conduttivi come granati alterati in ossidi di ferro e magnetite. A causa di disomogeneità dovute alla "tormentata" morfologia "a dossi" vi è poca corrispondenza tra dati di campagna e curva teorica purtuttavia ciò non ha impedito di fornire una interpretazione valida.

Interpretazione litostratigrafica del S.E.V. n.3

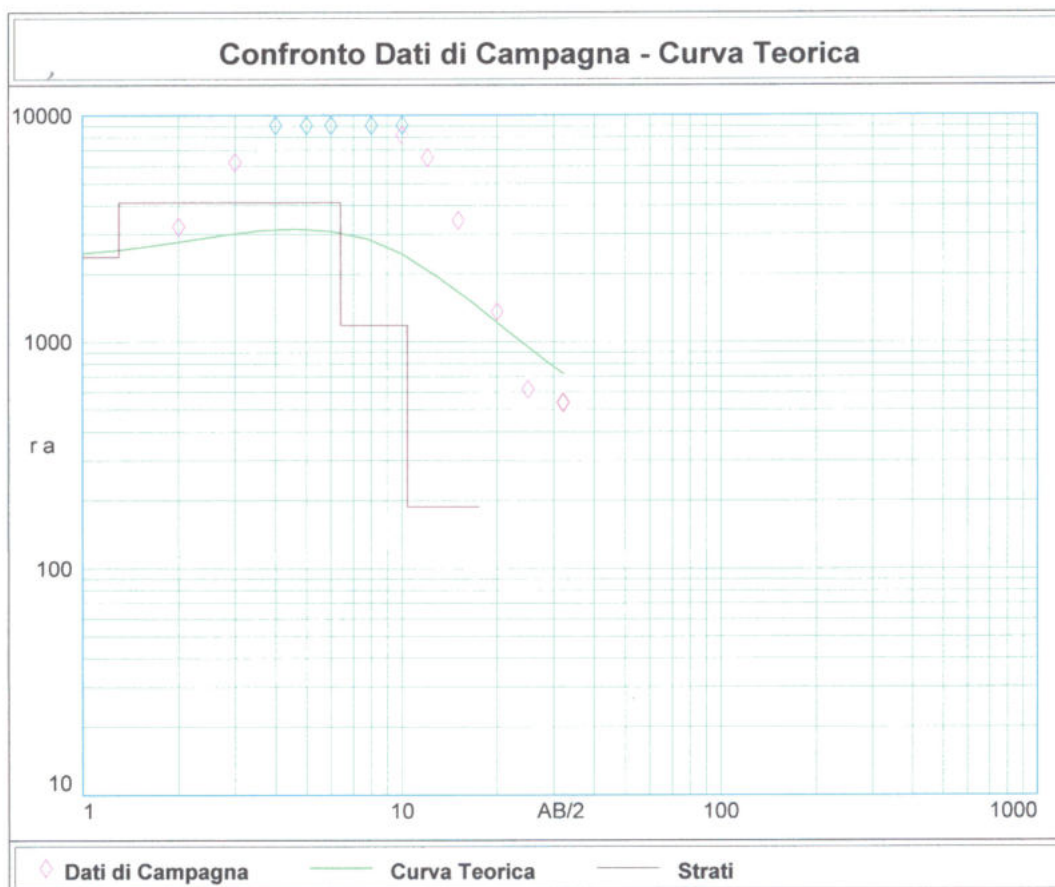
Profondità mt	resistività specifica (ohmxmt)	Litologia
0.0 – 1.3	2387,0	strato ciottoloso con tracce di umidità
1.3 – 6.4	4128,0	strato ciottoloso
6.4 – 10.4	1183,0	strato ciottoloso ghiaioso con presenza di sabbia e maggiore grado di umidità
10.4 – indefinito (16 +20 mt)	187,0	Resistività specifica corrispondente al substrato morenico con netta diminuzione delle granulometrie grossolane con prevalenza di elementi sabbiosi, probabile presenza della falda freatica a bassa permeabilità.

N.B. la litologia contornata in rosso indica la potenza del cumulo ciottoloso caratterizzato da elevati valori della resistività specifica.

Sino alla profondità di 10.4 mt i sedimenti sono altamente permeabili.

Successione elettro stratigrafica interpretativa. Andamento della Curva Teorica della variazione della resistività specifica con i valori di resistività dedotta dai dati di campagna.

Sondaggio Elettrico Verticale N. n. 3				
Successione Elettrostratigrafica Interpretata				
Strato n.	Profond. (m)	Spessore (m)	Resistiv. (Ohm*m)	Probabile Litotipo
1	1,3	1,3	2387,0	
2.	6,4	5,1	4128,0	
3	10,4	4,0	1183,0	
4	Indefinita	Indefinito	187,0	



SONDAGGIO ELETTRICO VERTICALI N.4



Fig. n. 322: (da Google Earth) – Ubicazione sondaggio n.4

Modalità di accesso al sito indagato e breve descrizione morfologica.

Tale sito raggiungibile lungo il percorso denominato “**Ciapej Parfundà**” in prossimità del cartello esplicativo n.10, è impostato su una strada che percorre la parte sommitale di un cumulo lungo circa 200 mt ma non rettilineo per cui è stato possibile eseguire un sondaggio lungo solamente 80 metri. I ciottoli hanno dimensioni praticamente “monometrica” (diametro medio 20÷30 cm) , la strada è caratterizzata da una componente terrosa con presenza di vegetazione arborea, arbustiva, erbacea e pioniera . Tale punto di indagine è in prossimità della “Bunda” entro la quale è presente la Sorgente “**D’là Canal**” dalla quale dista circa 70 mt .

Coordinate geografiche sia dedotte dalla foto satellitare che rilevate con GPS della GARMIN modello GPmap 60CSx .

Coordinate geografiche da foto satellitare	Coordinate geografiche da GPS	Coordinate UTM da GPS
45° 29' 12,20" N	45° 29,206' N	0424873
08° 02' 19,27" E	08° 02,318' E	5037477

QUOTA MEDIA CENTRO STENDIMENTO 329.0 M.L.M.

Immagine fotografica del punto di indagine.



Fig. n. 323: sito di esecuzione del S.E.V. n.4 – traccia stendimento. Raggiungibile dopo poche centinaia di metri lungo il percorso “Ciapej Parfundà” in corrispondenza del pannello esplicativo n.10 prossimo alla sorgente “D’là Canal”.

L'esecuzione e la successiva interpretazione di tale S.E.V. , eseguito lungo il percorso del "Ciapej Parfunda", è stata favorita dalla presenza di una discreta copertura terrosa sopra il cumulo di ciottoli anch'essi discretamente monometrici (20 ÷ 30 cm)

Interpretazione litostratigrafica del S.E.V. n.4

lunghezza totale stendimento A-B 80 mt

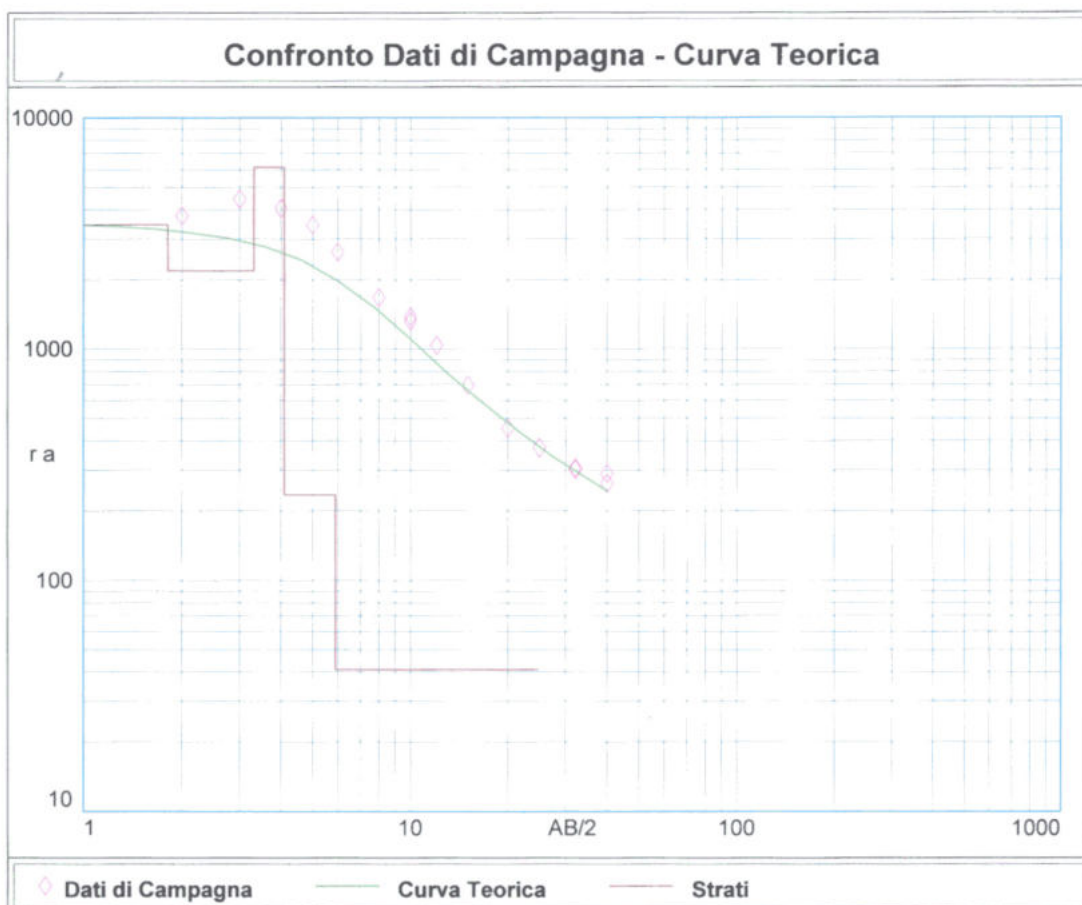
Profondità mt	resistività specifica (ohmxmt)	Litologia
0.0 – 1.8	3473,0	strato ciottoloso con tracce di umidità per presenza di terreno vegetale
1.8 – 3.3	2190,0	strato ciottoloso ghiaioso con componente terrosa più fine e conduttiva
3.3 – 4.1	6104,0	strato ciottoloso ghiaioso privo di componenti fini
4.1 – 5.9	233.7	resistività specifica corrispondente al substrato morenico a discreta permeabilità con netta diminuzione delle granulometrie grossolane con prevalenza di elementi sabbiosi, probabile presenza della falda freatica
5.9 – indefinito (20mt ÷25 mt)	41.2	substrato morenico a granulometria fine (sabbia limosa) impermeabile costituente il letto della sovrastante falda freatica; livello non interessato da eventi fluvioglaciali.

N.B. la litologia contornata in rosso indica la potenza del cumulo ciottoloso caratterizzato da elevati valori della resistività specifica. Il volume del cumulo sul quale sorge la strada interpodereale è pressoché corrispondente al volume della parallela Bunda.

Sino alla profondità di 4.1 mt i sedimenti sono notevolmente permeabili.

Successione elettrostratigrafica interpretativa. Andamento della Curva Teorica della variazione della resistività specifica con i valori di resistività dedotta dai dati di campagna.

Sondaggio Elettrico Verticale N. n.4 Successione Elettrostratigrafica Interpretata				
Strato n.	Profond. (m)	Spessore (m)	Resistiv. (Ohm*m)	Probabile Litotipo
1	1,8	1,8	3473,0	
2	3,3	1,5	2190,0	
3	4,1	0,8	6104,0	
4	5,9	1,8	233,7	
5	Indefinita	Indefinito	41,2	



SONDAGGIO ELETTRICO VERTICALI N.5

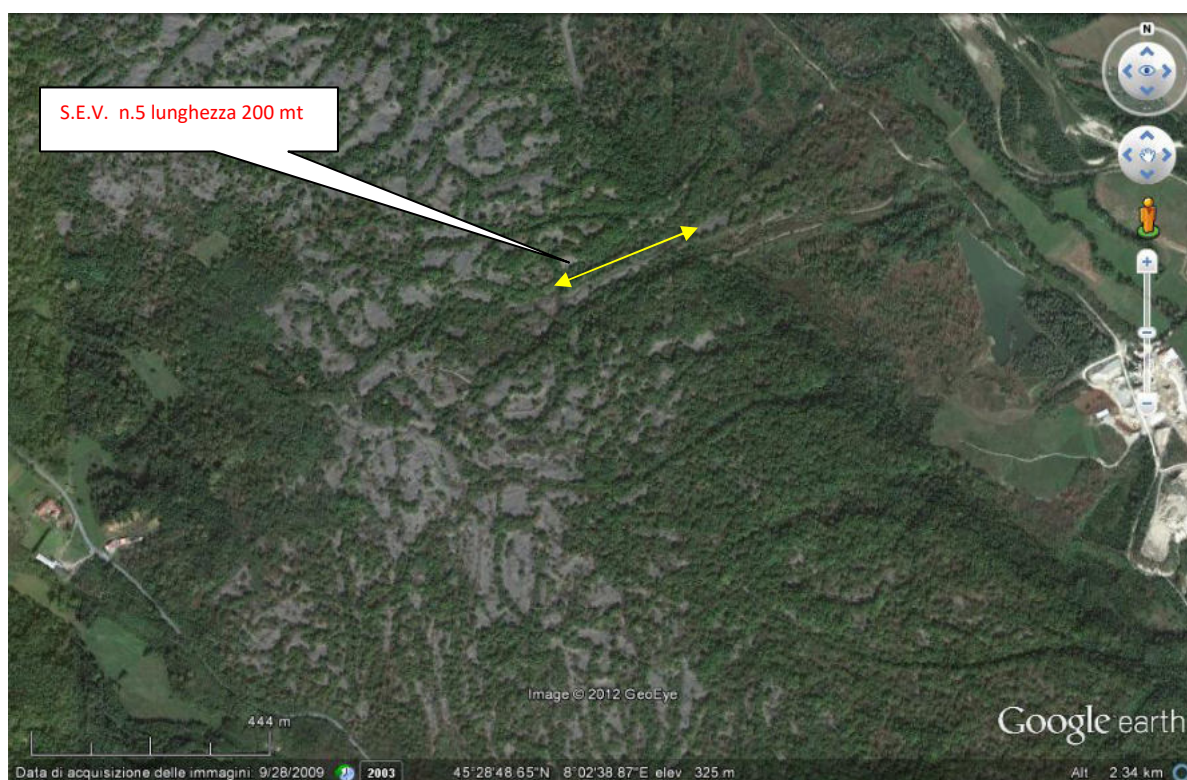


Fig. n. 324: (da Google Earth) – Ubicazione sondaggio n.5

Modalità di accesso al sito indagato e breve descrizione morfologica.

Tale sito, raggiungibile lungo il percorso denominato “**Strada dei cumuli** ” in corrispondenza dell’elettrodotto, è caratterizzato da un cumulo di ciottoli di notevole estensione (> 200 mt) alto circa 7 metri; i ciottoli che lo formano hanno dimensioni praticamente “monometrica” (diametro medio 20÷30 cm) con elementi anche di minore dimensione. Tale cumulo si è rivelato particolarmente interessante per l’indagine geoelettrica in quanto la sua morfologia, sicuramente antropica, non è caratterizzata da dossi e avvallamenti come nel resto del territorio della Bessa.

Coordinate geografiche sia dedotte dalla foto satellitare che rilevate con GPS della GARMIN modello GPmap 60CSx .

Coordinate geografiche da foto satellitare	Coordinate geografiche da GPS	Coordinate UTM da GPS
45° 28' 56,26" N	45° 28,946' N	0425338
08° 02' 40,34" E	08° 02,678' E	5036988

QUOTA MEDIA CENTRO STENDIMENTO 320 ≈ m.l.m.

Immagine fotografica del punto di indagine.



Fig. n. 325: sito di esecuzione del S.E.V. n.5 – traccia stendimento. Raggiungibile lungo la “Strada dei Cumuli” in corrispondenza dell’elettrodotto visibile in alto nella foto.

Interpretazione litostratigrafica del S.E.V. n.5

lunghezza totale stendimento A-B 200 mt

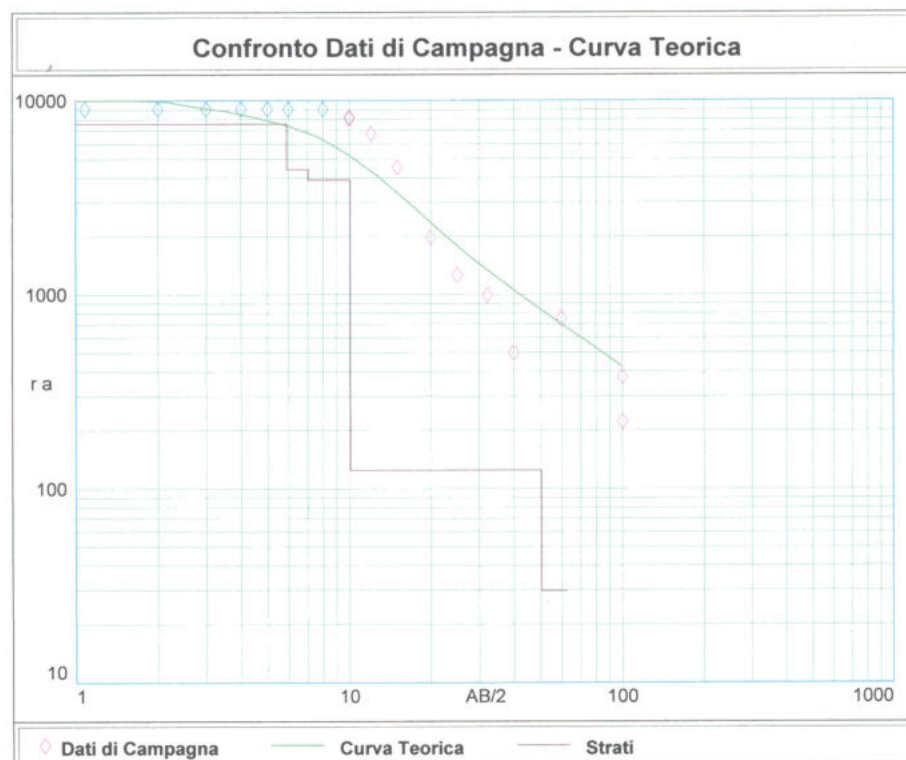
Profondità mt	resistività specifica (ohmxmt)	Litologia
0.0 – 1.0	12299,0	strato ciottoloso scarsamente conduttivo
1.0 – 5.9	7608,0	strato ciottoloso ghiaioso scarsamente conduttivo
5.9 – 7.1	4428,0	strato ciottoloso ghiaioso con tracce di umidità
7.1 – 10.1	3908.0	strato ciottoloso ghiaioso con tracce di umidità per probabile vicinanza con falda freatica
10.1 – 50.5	124.9	resistività specifica corrispondente al substrato morenico a bassa permeabilità con netta diminuzione delle granulometrie grossolane e prevalenza di elementi sabbiosi, probabile presenza della falda freatica
50.5 – indefinita	29.7	substrato morenico a granulometria fine (sabbia limosa) impermeabile costituente il letto della sovrastante falda freatica.

N.B. la litologia contornata in rosso indica la potenza del cumulo ciottoloso caratterizzato da elevati valori della resistività specifica. Anche tale considerevole e caratteristico cumulo presenta un volume pressoché corrispondente alla parallela Bunda.

Sino alla profondità di 10.1 mt i sedimenti sono notevolmente permeabili.

Successione elettro stratigrafica interpretativa. Andamento della Curva Teorica della variazione della resistività specifica con i valori di resistività dedotta dai dati di campagna.

Sondaggio Elettrico Verticale N. SEV 5 Successione Electrostratigrafica Interpretata				
Strato n.	Profond. (m)	Spessore (m)	Resistiv. (Ohm*m)	Probabile Litotipo
1	1,0	1,0	12299,0	
2	5,9	4,9	7608,0	
3	7,1	1,2	4428,0	
4	10,1	3,0	3908,0	
5	50,5	40,4	124,9	
6	Indefinita	Indefinito	29,7	



SONDAGGIO ELETTRICO VERTICALI N.6



Foto 326: (da Google Earth) – Ubicazione sondaggio n.6

Modalità di accesso al sito indagato e breve descrizione morfologica.

Tale sito è ubicato su una vasta e piatta conoide che si sviluppa a valle della “Bunda “ entro la quale sono presenti le Sorgenti “Dal Buro” e la Sorgente “D’là Canal” ed a valle del S.E.V. n.4. Tale sito si è rivelato particolarmente interessante per l’indagine geo-elettrica in quanto la sua morfologia non è caratterizzata da dossi e avvallamenti come nel resto del territorio della Bessa ma da un piano a debolissima acclività che si sviluppa in direzione Sud Ovest – Nord Est. In loco è presente una postazione di osservazione faunistica eseguita dall’Ente Parco.

**Coordinate geografiche sia dedotte dalla foto satellitare che rilevate con GPS della GARMIN
modello GPmap 60CSx .**

Coordinate geografiche da foto satellitare	Coordinate geografiche da GPS	Coordinate UTM da GPS
45° 29' 20.08" N	45° 29,333' N	0425224
08° 02' 33,88" E	08° 02,585' E	5037715

Quota assoluta rilevata sia con GPS che da foto satellitare

Quota rilevata con GPS in modalità barometrica previa taratura su punto quotato noto	Quota dedotta da foto satellitare (altezza in piedi trasformate in metri).
297 m.l.m.	298 m.l.m.

QUOTA MEDIA CENTRO STENDIMENTO

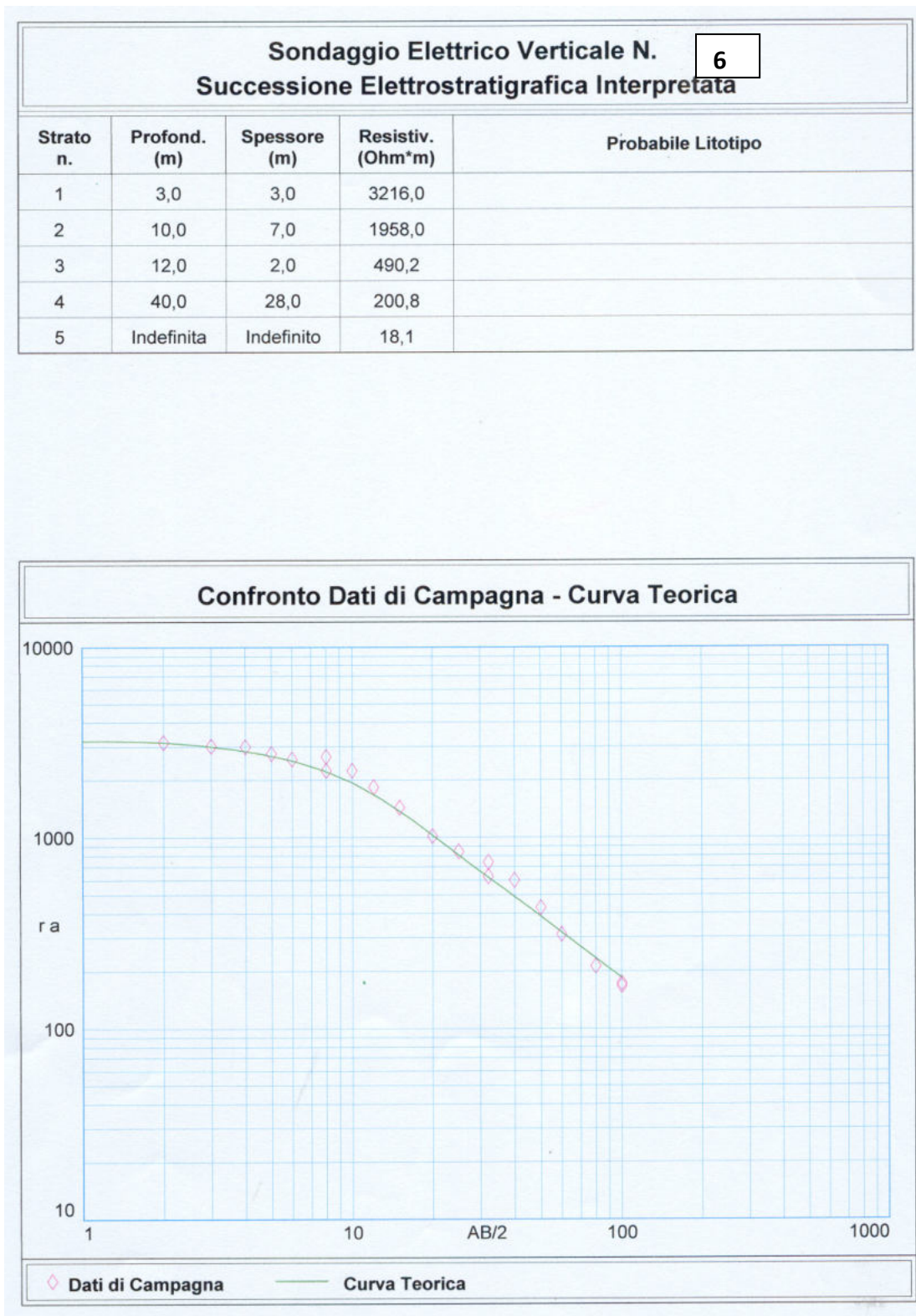
297.5 m.l.m.

Immagine fotografica del punto di indagine.



Foto 327 sito di esecuzione del S.E.V. n.6 – traccia stendimento. Eseguito in corrispondenza della torre di avvistamento della fauna.

Successione elettrostratigrafica interpretativa. Andamento della Curva Teorica della variazione della resistività specifica con i valori di resistività dedotta dai dati di campagna.



Interpretazione litostratigrafica del S.E.V. n.6 .

lunghezza totale stendimento A-B 200 mt

Profondità mt	resistività specifica (ohmxmt)	Litologia
0.0 – 3.0	3216 ,0	strato ciottoloso ghiaioso a matrice sabbiosa
3.0 – 10.0	1958,0	strato ciottoloso ghiaioso con maggiore contenuto in sabbia
10.0 – 12.0	490.2	strato ghiaioso sabbioso
12.0 – 40.0	200.0	strato a granulometria sabbioso ghiaiosa probabile presenza della falda freatica
40.0 – indefinita	18.1	strato a granulometria fine (sabbia limosa) impermeabilecostituente il letto della sovrastante falda freatica.

DATI IDROGEOLOGICI DEDUCIBILI DAL SONDAGGIO S.E.V. 6

(QUOTA ASSOLUTA 297.5 M.L.M.)

PROFONDITA' MEDIA BASE ACQUIFERO: 40mt ca.

QUOTA ASSOLUTA MEDIA BASE ACQUIFERO: 257.5 M.L.M.

PROFONDITA' MEDIA FALDA FREATICA AL TEMPO DELLA MISURA (ottobre 2009) > 12 mt

QUOTA ASSOLUTA MEDIA FALDA FREATICA : 285.5 M.L.M.

SPESSORE MEDIO ACQUIFERO: 28 mt (ottobre 2009)

SONDAGGIO ELETTRICO VERTICALI N.7



Foto 328: (da Google Earth) – Ubicazione sondaggio n.7

Modalità di accesso al sito indagato e breve descrizione morfologica.

Tale sito è ubicato in prossimità del Centro di Accoglienza del Parco della Bessa nell'area pic-nic, è morfologicamente costituito da un ampio prato situato al confine tra collina morenica dei Vermogno ed inizio zona dei cumuli ciottolosi.

**Coordinate geografiche sia dedotte dalla foto satellitare che rilevate con GPS della GARMIN
modello GPmap 60CSx .**

Coordinate geografiche da foto satellitare	Coordinate geografiche da GPS	Coordinate UTM da GPS
45° 29' 09,29" N	45° 29,151' N	0424083
08° 01' 44,05" E	08° 01,712' E	5037379

Quota assoluta rilevata sia con GPS che da foto satellitare

Quota rilevata con GPS in modalità barometrica previa taratura su punto quotato noto	Quota dedotta da foto satellitare (altezza in piedi trasformate in metri).
347 m.l.m.	352 m.l.m.

QUOTA MEDIA CENTRO STENDIMENTO

350 C.A. m.l.m.

Immagine fotografica del punto di indagine.



Foto 329: sito di esecuzione del S.E.V. n.7 – traccia stendimento.

Successione elettrostratigrafica interpretativa. Andamento della Curva Teorica della variazione della resistività specifica con i valori di resistività dedotta dai dati di campagna.

Sondaggio Elettrico Verticale N. n.7 Successione Electrostratigrafica Interpretata

Strato n.	Profond. (m)	Spessore (m)	Resistiv. (Ohm*m)	Probabile Litotipo
1	2,0	2,0	1099,0	
2	3,0	1,0	4427,0	
3	4,0	1,0	2214,0	
4	5,0	1,0	1107,0	
5	12,1	7,1	128,8	
6	Indefinita	Indefinito	93,5	

Confronto Dati di Campagna - Curva Teorica



Interpretazione litostratigrafica del S.E.V. n.7

lunghezza totale stendimento A-B 160 mt

Profondità mt	resistività specifica (ohmxmt)	Litologia
0.0 – 2.0	1099,0	strato ghiaioso sabbioso con debole strato vegetale
2.0 – 3.0	4427,0	strato ciottoloso ghiaioso con poca sabbia
3.0 – 4.0	2214,0	strato ghiaioso sabbioso con presenza di ciottoli
4.0 – 5.0	1107,0	strato ghiaioso sabbioso con tracce di umidità
5.0 – 12.1	128.8	resistività specifica corrispondente al substrato morenico a discreta permeabilità con nettadiminuzione delle granulometrie grossolane con prevalenza di elementi sabbiosi, probabile presenza della falda freatica
12.1 – indefinita (35÷40 mt)	93.5	substrato morenico a granulometria sabbioso limosa a scarsa o nulla permeabilità, probabile base dell'acquifero superficiale

DATI IDROGEOLOGICI DEDUCIBILI DAL SONDAGGIO S.E.V. 7

(QUOTA ASSOLUTA 350 M.L.M.)

PROFONDITA' MEDIA BASE ACQUIFERO: 12 mt ca.

QUOTA ASSOLUTA MEDIA BASE ACQUIFERO: 338 M.L.M.

PROFONDITA' MEDIA FALDA FREATICA AL TEMPO DELLA MISURA (ottobre 2009) > 5 mt ca.

QUOTA ASSOLUTA MEDIA FALDA FREATICA : 345 M.L.M.

SPESSORE MEDIO ACQUIFERO: 7.0 mt (ottobre 2009)

SONDAGGIO ELETTRICO VERTICALI N.8



Foto 330: (da Google Earth) – Ubicazione sondaggio n.8

Modalità di accesso al sito indagato e breve descrizione morfologica.

Tale sito è stato ubicato sopra l'acquifero dal quale trae origine la Fontana detta "D'l aquarola"; si ritiene che tale terreno sia l'originario terreno morenico non rimaneggiato in profondità da interventi antropici essendo un livello chiaramente impermeabile che rappresenta la base dell'acquifero locale che emerge in due distinte piccole sorgenti. Con tale sondaggio si misurano i valori della resistività specifica del sottostante terreno morenico.

**Coordinate geografiche sia dedotte dalla foto satellitare che rilevate con GPS della GARMIN
modello GPmap 60CSx .**

Coordinate geografiche da foto satellitare	Coordinate geografiche da GPS	Coordinate UTM da GPS
45° 29' 20.10" N	45° 29,960' N	0423533
08° 02' 13,05" E	08° 01,275' E	5038893

Quota assoluta rilevata sia con GPS che da foto satellitare

Quota rilevata con GPS in modalità barometrica previa taratura su punto quotato noto	Quota dedotta da foto satellitare (altezza in piedi trasformate in metri).
321 m.lm.	320.5 m.l.m.

QUOTA MEDIA CENTRO STENDIMENTO

321 m.l.m. ca.

Immagine fotografica del punto di indagine.

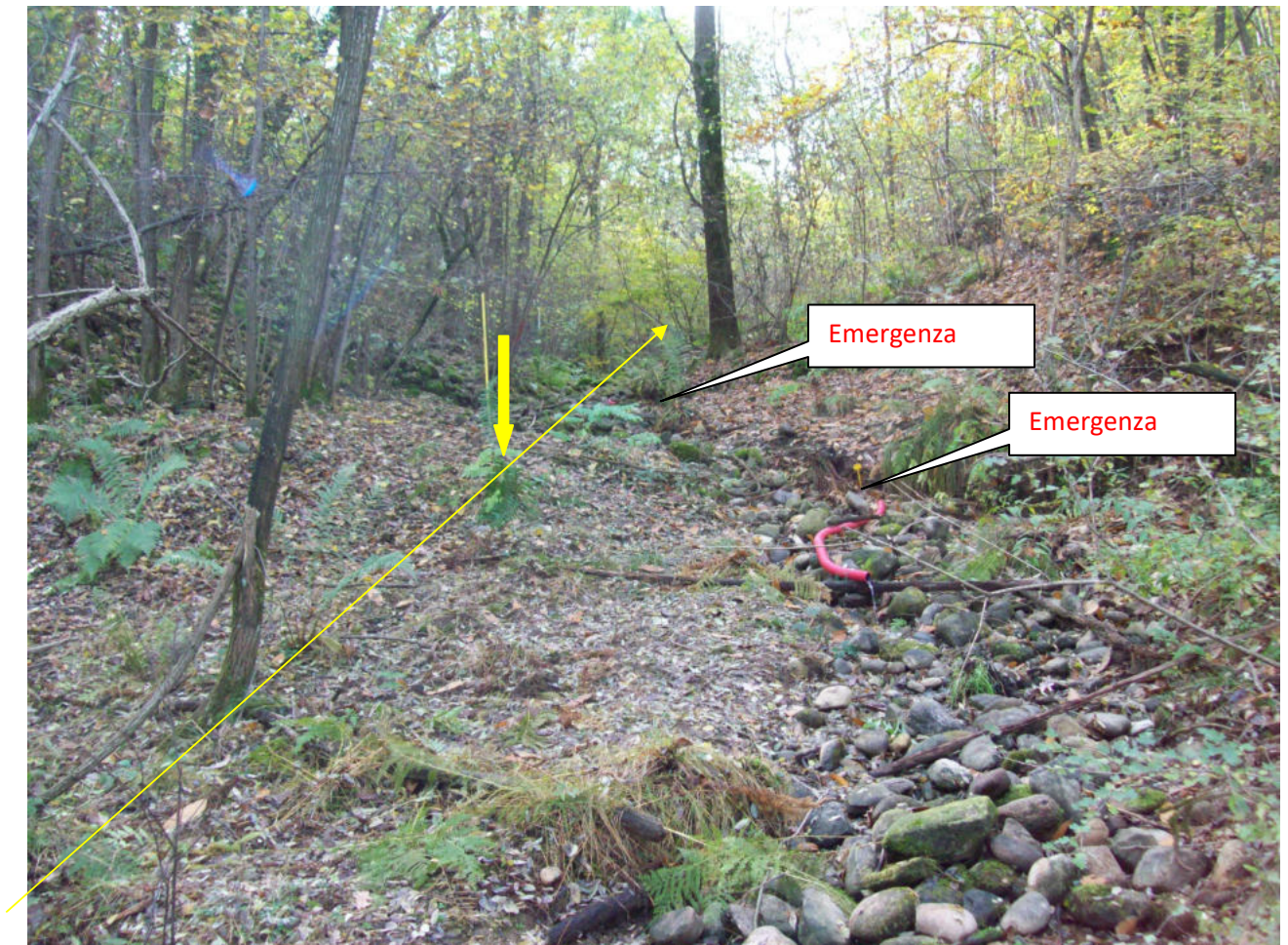


Foto 331: sito di esecuzione del S.E.V. n.7 – traccia stendimento. (sorgente dl'Acquarola)

Successione elettrostratigrafica interpretativa. Andamento della Curva Teorica della variazione della resistività specifica con i valori di resistività dedotta dai dati di campagna.



Interpretazione litostratigrafica del S.E.V. n.8

lunghezza totale stendimento A-B 80 mt

Profondità mt	resistività specifica (ohmxmt)	Litologia
0.0 – 3.0	628,0	strato ciottoloso ghiaioso a matrice sabbiosa idricamente saturo sede della falda freatica emergente.
3.0 – 5.0	250.2	strato ciottoloso ghiaioso con poca sabbia a matrice limosa poco o nulla permeabile (morenico)
5.0 – 10.0	156.0	come il precedente a maggiore contenuto in granulometrie fini (morenico)
10.0 – 15.0	365.0	come il precedente con maggiore granulometria sabbiosa (morenico)
15.0 - indefinito	173.5	analogo livello morenico a maggiore contenuto in granulometrie sabbiose.

N.B. la locale successione litostratigrafica può ritenersi idricamente saturo ma con bassa permeabilità per presenza di granulometrie limose.

DATI IDROGEOLOGICI DEDUCIBILI DAL SONDAGGIO S.E.V. 8

(QUOTA ASSOLUTA 321 M.L.M.)

PROFONDITA' MEDIA BASE ACQUIFERO: AFFIORANTE

QUOTA ASSOLUTA MEDIA BASE ACQUIFERO: 321 M.L.M.

PROFONDITA' MEDIA FALDA FREATICA AL TEMPO DELLA MISURA (ottobre 2009): AFFIORANTE

QUOTA ASSOLUTA MEDIA FALDA FREATICA : 318 M.L.M.

SPESSORE MEDIO ACQUIFERO: 2÷ 3 MT mt (ottobre 2009)

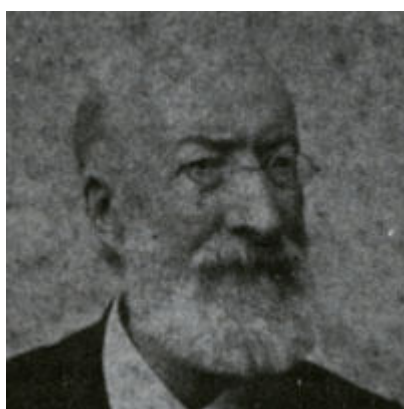
43 - ALLEGATO BIOGRAFICO.

(Da Società di Studi Valdesi)

William Paget Jervis

William Paget Jervis (15 novembre 1832 – 18 febbraio 1906) geologo, direttore del Regio Museo Industriale Italiano di Torino, membro della Società Geologica Italiana, membro corrispondente del Reale Istituto Geologico di Vienna, membro del Comitato di Evangelizzazione valdese.

Biografia



Nato a Belgaum (Karnataka, India), era figlio di Thomas Best (1796-1857) e di Anna Sarah Paget (1801-1886); la famiglia, originaria della contea inglese del Wiltshire, si era trasferita da due generazioni in India. Il padre, colonnello dell'esercito inglese nei servizi dell'Intelligence militare, creò il Dipartimento di Topografia e Statistica nel 1854 in occasione della guerra di Crimea, fu membro della Bombay Geographical Society e cartografo, nonché matematico amico di Faraday e Herschel, e, negli ultimi anni della sua vita, direttore dell'Istituto cartografico del *War Office* a Londra.

Dopo i primi anni di istruzione con istitutori privati presso la famiglia, fu mandato in Gran Bretagna per gli studi superiori e conseguì la laurea in Chimica all'Università di Edimburgo, specializzandosi in mineralogia e geologia presso la *Royal School of Mines* di Londra. Dopo la morte del padre nel 1857 si trasferì in Belgio allo scopo di perfezionarsi in ricerche geologiche nei bacini carboniferi, accompagnato dalla madre e dalla sorella Annie Eliza (1834-1915), per poi spostarsi a Napoli nel 1859 a causa del clima. Lo studio delle caratteristiche geologiche italiane lo portò a numerosi viaggi di ricerca nella penisola e a contatti con Arturo Issel, titolare della cattedra di geologia all'Università di Genova.

Nel 1862 fu invitato da Giuseppe Devincenzi a ricoprire il ruolo di conservatore delle collezioni del Regio Museo Industriale Italiano, fondato a Torino sul modello del *South Kensington Museum* e del *Conservatoire des Arts et Métiers* di Parigi allo scopo di promuovere il progresso dell'industria e del commercio.

Nel 1866, insieme ai fratelli Giorgio Appia, pastore valdese, e Louis Appia, medico e cofondatore della Croce Rossa internazionale, raggiunse l'esercito di Garibaldi a Bezzecca per prestare soccorso ai feriti.

Il 1 settembre 1870 sposò a Torre Pellice Laure Susanne Madeleine Monastier (1832-1891), figlia di Antoine Monastier, professore del Collegio valdese di Torre Pellice e sorella del pastore Louis Monastier, con la quale ebbe i figli Tommaso (1872-1950) e Costanza.

Durante il trentennio trascorso alla direzione del Museo Industriale, dove fu anche docente fuori ruolo, ebbe modo di completare i suoi studi geologici. Pubblicò numerosi volumi sulle rocce, i minerali e le acque d'Italia, a carattere enciclopedico, basati su un'attenta individuazione della distribuzione geografica e del carattere mineralogico dei giacimenti, e corredati di notizie di tipo economico e statistico. Il carattere poco "speculativo" dell'opera di Jervis spiega la sua relativa marginalità rispetto al vivace dibattito scientifico dell'epoca, mentre le sue posizioni conservatrici e creazioniste gli impedirono di comprendere il significato innovativo delle teorie evoluzionistiche. Fu membro della Società Geologica Italiana e membro corrispondente del Reale Istituto Geologico di Vienna.

Fu insignito del titolo di cavaliere degli Ordini dei SS Maurizio e Lazzaro e ufficiale della Corona d'Italia, e ricoprì il ruolo di membro laico del Comitato di Evangelizzazione dal 1869 al 1871.

Morì a Torino il 18 febbraio 1906.

Pubblicazioni principali

W. P. Jervis, *Cenni sulle acque minerali d'Italia*, Torino, Loescher, 1868.

W. P. Jervis, *R. Museo Industriale Italiano: illustrazione delle collezioni; didattica*, Torino, Unione Tipografica Editrice, 1869.

W. P. Jervis, *Guida ai tesori sotterranei dell'Italia. Descrizione topografica e geologica di tutte le località del Regno d'Italia in cui rinvengosi minerali*, Torino, Loescher, 1873-1889, voll. 4

W. P. Jervis, *Dell'oro in natura: la sua storia presso i popoli antichi e moderni, la sua distribuzione geografica, le sue relazioni geologiche, mineralogiche ed economiche*, Torino, Roux e Favale, 1881.

W. P. Jervis, *Thomas Best Jervis. As Christian, Soldier, Geographer and Friend of India. 1796-1857*, Londra, E. Stock, 1898.

W. P. Jervis, *La Gloriosa rivelazione intorno alla Creazione del mondo. Con importanti dimostrazioni scientifiche poste a fronte delle Sacre Scritture*, Firenze, Claudiana, 1902.

Località prossime alla Bessa nelle quali si trova oro.

[301-305]

PROVINCIE DI TORINO E NOVARA

131

299. **Mazzè.** — ORO. — Oro nativo in pagliuzze, nella Dora Baltea.

CIRCONDARIO DI TORINO

300. **Bondissone.** — ORO. — Oro nativo in pagliuole; rinviensi in quantità insignificante nel fiume Dora Baltea.

PROVINCIA DI NOVARA

CIRCONDARIO DI VERCELLI

301. **Crescentino.** — Piccola città sulla sinistra sponda del Po (n. 153), a chilometri 40 da Torino.

Torrea fibrosa. — Torbiera dell'estensione di 19 ettari, nella regione Alpertole, presso il villaggio di San Genuario, che dista 11 chilometri dalla stazione di Livorno Piemonte (ferrovia Torino-Milano-Venezia).

CIRCONDARIO DI BIELLA

Valle dell'Elvo

Forma la parte superiore del corso del torrente Elvo, che scaturisce alle ceste meridionali del Monte Rosso e del Monte Barone (m. 2370), nelle prealpi.

(Num. 302 a 304)

302. **Bordavolo.** — *Sfeno*, con anfibolo.

Pirite, con indizi di oro, nella regione Pelvo.

303. **Muzzano.** — ACQUA MINERALE. — *Acqua ferruginosa* (fresca), argentea che scaturisce sulla destra dell'Elvo.

304. **Oschieppo Inferiore.** — *Ortoclasio*, nella diorite.

305. **Netro.** — TITANIO. — *Rutilo*, nel quarzo compatto bianco sporco.

306. **Mongrando.** — ORO. — Oro nativo in pagliuole nel torrente Lobbia, che gettasi nell'Ingagna dalla parte sinistra, sopra il punto in cui questo meschia le sue acque con quelle dell'Elvo.

La pesca dell'oro nei torrenti Lobbia ed Elvo era la sola rimasta attiva nel Biellese nell'anno 1776: questo metallo venne comperato dai negozianti di Biella per un valore di L. 1200 a L. 1300 all'anno (1).

(1) V. Mollatera: *Ricerche su l'origine e fondazione di Biella e suo distretto: Biella, 1776.*

ma ora, col rincarimento di tutte le derrate non torna più a conto un'industria così poco lucrosa.

ACQUA MINERALE. — *Acqua ferruginosa (fresca).*

307. **Borriana.** — Oro. — Oro nativo in pagliuzze nell'alveo del torrente Elvo, al titolo $\frac{1}{10}$ di fino.

308. **Zubiena.** — ACQUA MINERALE. — *Acqua solforosa di Zubiena*, detta volgarmente *Acqua Caccastracci*; scaturisce in quantità scarsa a pochi passi dalla chiesa del villaggio della Riviera, presso il rio Olobbia, affluente di destra dell'Elvo, ad un chilometro dal capoluogo del Comune verso N. E.

309. **Cerrione.** — Oro. — Oro nativo in pagliuzze nell'Elvo, presso il villaggio di Magnonevolo.

CIRCONDARIO DI VERCELLI

310. **Carisio** (m. 182). — Oro. — Oro nativo in pagliuzze nel torrente Elvo.

311. **Benthià.** — Oro. — Oro nativo in pagliuzze nell'Elvo.

312. **Casanova Elvo.** — Oro. — Oro nativo in pagliuzze nell'Elvo —

CIRCONDARIO DI BIELLA

Valle del Cervo o d'Andorno

Deve quest'ultimo nome al paese d'Andorno, il quale vi si trova; e quello di Cervo dal torrente omonimo, che trae la sua origine dal lago della Vecchia e dalle falde meridionali del Pizzo dei tre Vescovi.

(Num. 313 a 320)

313. **San Paolo Cervo.** — Oro. — Oro nativo in pagliuzze, nel torrente Cervo.

Piombo. — *Galena argentifera* con blenda, che diede all'analisi 47,7 % di piombo e 0,00159 % di argento nel piombo d'opera.

Blenda; ivi, come sopra; regione Najasco, sulla destra del Cervo.

314. **Campiglia Cervo.** — PIOMBO. — *Galena argentifera*; alla sinistra del Cervo, nella località detta Gorge e Cugnole, situata presso le cascate Cortetto, distante chilom. 5 da Campiglia Cervo verso N. e 4 sopra il casale di Piaro.

RAMB. — *Calcopirite*; nella regione Mignole e Fontana — Ricerche recenti.

215. — **Quittengo.** — Villaggio sulla sinistra del Cervo a chilometri 12 sopra la città e stazione ferroviaria di Biella.

RAME. — *Calcopirite*; alle falde della montagna detta Roch San Martin, sopra Rialmosso, alla distanza di 5 chilometri dal paese verso N., dalla parte sinistra della Valle del Cervo. — Antica miniera di rame, coltivata sotto la reggenza di Madama Reale; abbandonata da lunghi anni: la località dicesi ancora Miniers: —

POMBO. — *Galena* argentifera; ivi, diede nel secolo scorso una media industriale di 60 % di piombo e 0,0125 di argento % nel peso d'opera.

FANNO. — *Magnetite*, nel giacimento di rame; ivi.

RAME. — *Calcopirite*; nel luogo detto Macchetto, o Prati di sopra, distante 5 chilometri al N. E. dal capoluogo del Comune, dalla parte orientale di Roch San Martin.

MOLIBDENO. — *Molibdenite*, associata a pirite, in ganga di quarzo; ivi.

Pirite; ivi, come sopra.

316. **Sagliano Micca** (1). — Villaggio presso la sponda sinistra del Cervo a chilometri 7 sopra Biella.

RAME. — *Calcopirite*, ossia *Pirite di rame*; nella regione detta tuttora Miniere rogie e Ramoletti, alla destra del Cervo, in faccia alla borgata Ramobreve e sotto il casale di Onaglie, alla distanza di 2 chilometri dal villaggio di Sagliano Micca verso N. O. — Miniera coltivata al secolo XVIII per conto del Governo sardo ed abbandonata nell'anno 1790, indi ripresa da una Società inglese verso gli anni 1866 al 1869; ora (1873) non vi si lavora più.

Rame nativo; ivi.

POMBO. — *Galena* argentifera.

Oro. — *Oro nativo* in pagliuzze rinvenute in quantità insignifi-

(1) *Facque in Andorno Sagliano nell'anno 1677 Giovanni Pietro Micca, il quale, diventato militare nel Corpo dell'artiglieria, trovossi in Torino nel 1706 durante lo stretto assedio dei francesi sotto de la Feuillade. Il Micca con un sol compagno era di guardia in una mina presso la cortina della cittadella alla vigilia dell'assalto definitivo ordinato dal comandante francese, quando 100 granatieri, rotto la prima porta d'entrata di quella medesima via, ne scuotevano la seconda ed ultima. Con ammirabile sangue freddo egli fece ritirare l'altro minatore, mentre solo, di notte tempo, pose fuoco alla miccia, facendo saltare in aria le due compagnie di granatieri, con cui trovò comune morte. A quest'atto di devozione dovette la città di Torino la sua liberazione. Ultimamente, per eternare la memoria di un cotai uomo, il Governo volle che il suo villaggio natale portasse in avvenire l'appellativo di Sagliano Micca.*

canti nelle sabbie del torrente Cervo. Era lavata dagli abitanti nel secolo XVIII.

Sembra che le pagliuzze d'oro non si rinvennero in alcun punto in questa valle superiormente a Sagliana Micca.

317. **Tavigliano.** — FERRO. — *Oligisto*, con magnetite, un'analisi del quale diede 28 % in ferraccio; nel canale di Canaggio, alla distanza di 7 chilometri dal capoluogo del Comune verso N., sopra le cascate di Pratetto.

Magnetite; ivi, come sopra.

318. **Andorno Cacciorna.** — ORO. — *Oro nativo* in paglietta nel Cervo.

319. **Miagliano.** — ORO. — *Oro nativo*; rinviensi in minute pagliuole nel torrente Cervo, che divide questo territorio da quello di Sagliana Micca, e fu lavato dagli abitanti nel secolo XVIII.

320. **Tollegno.** — ORO. — *Oro nativo* in pagliuzza nel torrente Cervo. Non si ha alcuna memoria che sia mai stato pescato.

321. **Biella.** — Importante città manifatturiera, situata al piede delle prealpi, presso la destra sponda del Cervo, a chilometri 90 da Torino e 120 da Milano. Una diramazione della ferrovia dell'Alta Italia da Santhià a Biella la pone in comunicazione colla linea maestra Torino-Milano-Venezia.

Oro. — *Oro nativo*; rinviensi nel torrente Cervo in pagliuzze, avente il titolo approssimativo di $\frac{1}{10}$ di fine. Nel secolo passato era oggetto di pesca. Un negoziante di Biella assicurò Mullatera (scrivendo nel 1776) aver sovente ricevuto delle pepite d'oro del peso d'un sequino e d'un Luigi d'oro — la pesca fu abbandonata in seguito (1).

322. **Candelo.** — ORO. — *Oro nativo* in pagliuzze nel torrente Cervo.

323. **Zumaglia.** — *Corindone* granulare rossastro, sulla sinistra del Cervo.

324. **Selve Marcone.** — *Corindone*; presso le sorgenti della Strona.

(1) V. Mullatera; op. cit.

35. **Cossato.** — ORO. — Oro nativo in pagliuzze nel torrente Cervo, all'ovile l'oggetto di pesca.

36. **Massorano.** — ACQUA MINERALE, detta la *Fontana del Mal-pu*; scaturisce ad 1 chilometro al N. del paese.

37. **Castalotto Cervo.** — ORO. — Oro nativo in pagliuzze nel Cervo (1).

38. **Mottalciata.** — ORO. — Oro nativo in pagliuzze nel torrente Cervo.

Ligniti di qualità scadente, sebbene abbondante: deposito di poca importanza, della formazione recente, presso la destra sponda del Cervo e che si estende pure sul territorio di Giffenga (V. n° 329). — Vi si praticarono delle ricerche pochi anni or sono con risultato non che favorevole.

CIRCONDARIO DI VERCELLI

29. **Giffenga.** — LIGNITI di qualità scadente, appartenente alla formazione recente; presso la destra sponda del torrente Cervo. Contiene in ogni cento parti: carbonio 34,5; ceneri 5,5; sostanze volatili 60. Da 5635 calorie. — Miniera di lignite concessa nell'anno 1858.

30. **Formigliana (m. 156).** — ORO. — Oro nativo in pagliuzze nel Cervo.

31. **Villarhoit.** — ORO. — Oro nativo in pagliuzze nelle sabbie del Cervo presso il villaggio di Busoneugo (m. 145).

(1) Sembra che da un passo di Plinio che molte migliaia di uomini solevano occuparsi dell'estrazione dell'oro dalle miniere situate al Nord di Vercelli; e si fece anche una legge limitandone il numero a soli 5000. Ecco le sue parole: « Lex cæsaria Ictamulorum aurifodine vercellensi agro, qua cavebatur, ne plus quam quinque millibus hominum in opere publicani haberent ». — Plin., Lib. III, pag. XXIV.

È generalmente supposto dagli scrittori biellesi che Plinio volesse parlare di miniere poste vicino alla loro città e pochi chilometri sotto Biella, nella regione della Beza, situata presso la destra sponda del torrente Cervo, ritengono che vi fossero anticamente estese miniere d'oro. — Non è impossibile, visto la presenza dell'oro in pagliuole in tanti punti nel Cervo; ma siamo disposti a credere, invece, che le miniere in discorso, che occuparono tanta gente, non potevano esser altre che quelle nel Monte Rosa ad Alagna Valsesia, ecc., a cui si accede appunto da Vercelli.

Valle Grande e Val Sesia Superiore

(Num. 335 a 346)

36. Alagna Valsesia. — Comune che abbraccia tutta la parte superiore della Val Sesia, avente a capoluogo un villaggio (m. 1205) situato al piede del Monte Rosa, alla distanza di 77 chilometri da Borgomanero, ove si trova la stazione ferroviaria più vicina.

MANGANESE. — *Psilomelane*; sulla destra della Sesia, sotto il ghiacciaio di Otrò, distante 3 chilometri a ponente dal capoluogo del Comune.

FERRO. — *Magnetite*, ossia *Ossido di ferro magnetico*, nel serpencio: antica miniera di ferro abbandonata, sulla montagna detta l'Oba (m. 2563), situata sulla destra della Sesia a 4 chilometri superiormente al villaggio di Alagna Valsesia.

Graptite; ivi.

Ambolo; varietà *Attinolle* verde oscura raggiata, associata a talco, in roccia anfibolica massiccia; ivi.

Grenato; ivi.

Epidoto; ivi.

Talco indurito; varietà *Stearite* verde giallastro; ivi.

Serpentino fibroso; varietà *Picrofite*; ivi.

Mispichel aurifero, associato a poca galena, in ganga di quarzo; verso il Colle di Piase, situato sulla destra della Sesia, in sito assai elevato, non lungi dal confinante territorio di Gressoney-la-Trinité V. n° 253.), sotto i ghiacciai di Embours e delle Vigne nel Monte Rosa, alla distanza di 7 chilometri dal villaggio di Alagna Valsesia verso N. O. — Miniera d'oro già coltivata dal Governo sardo e che passò nel 1853 alla Società anonima delle miniere d'Alagna. — Concessione in data dell'anno 1853.

POMBO. — *Galena*; ivi, come sopra.

Pirite aurifera; sul Monte Rosa, nell'Alpe delle Vigne, presso il ghiacciaio di quel nome, all'origine della Sesia, distante 7 chilometri N. O. di Alagna. — Miniera abbandonata.

Quarzo, con *ambolo* verde, *clorite* e *calce carbonata*; ivi.

Fermafina cristallizzata; ivi.

Mispichel aurifero, con *pirite*, in matrice di *quarzo*. — Un'analisi fatta di questo minerale allo stato di alicco diede 0,0001 % di oro argentifero; sul Monte Rosa, nel Pizzo di Borzo, a 4 ore di cammino sopra Alagna: antica miniera d'oro con ricerche recenti d'una Società sizzera.

RAME. — *Panabare* o *Rame bigio*, contenente tracce di oro e associato a *blenda* e *quarzo*: ivi.

Zinco. — *Blenda*, in piccola quantità, insignificante per l'industria; ivi, come sopra.

Smaragdite; ivi.

Pirite aurifera, in ganga di quarzo; nella Coppa del Segnale (m. 4566), verso la Cima del Monte Rosa. — Lavori abbandonati.

Zinco. — *Blenda*; ivi, in quantità insignificante, associata alla *pirite*.

~~*Pirite*; ivi, in roccia granitica.~~

Pirite aurifera; miniera Vincent, ora in ricerca da una Società svizzera, dal lato destro della Sesia, in sito elevatissimo nel Monte Rosa, confinante con Gressoney-la-Trinité (V. n° 253).

Oro. — *Oro nativo*; ivi.

Piombo. — *Galena* argentifera, nel sito detto Riz-Ecco, sulla sinistra della Sesia alla distanza di 4 ore sopra il capoluogo del Comune. — In ricerca.

Idem; nella destra della Sesia, nel luogo detto Von Decco, distante 4 ore dal villaggio di Alagna Valsesia. — Ora in ricerca.

Idem, che forma un filone di m. 1,50 con matrice di quarzo; nel luogo detto Solagno, situato sulla destra della Sesia, a 2 ore dal capoluogo del Comune. — Miniera già appartenente alla Società l'Esploratrice, ora acquistata da una Società inglese.

Mispichel aurifero, associato a *pirite*, *blenda* e quarzo; accompagnato da *galena*; ivi.

Pirite; ivi, come sopra.

Zinco. — *Blenda*; ivi, come sopra. — Affatto insignificante per l'industria.

Pirite aurifera; a Santa Maria di Stoffol; antica miniera, situata sulla destra della Sesia, alla distanza di chilometri 3 sopra il villaggio di Alagna. — Concessioni che portano le date del 1772, 1831 e 1853. — Attualmente in ricerca.

Idem; presso le radici del Monte Rosa, nel sito detto Jarra, sulla sinistra della Sesia, a chilometri 4 superiormente ad Alagna. — Appartiene attualmente alla Società inglese.

Idem; presso il torrente Acqua bianca, non lungi dalla località precedente e dallo stesso lato della Sesia. — Abbandonato.

~~*Mispichel* aurifero ed argentifero, con ganga di quarzo; nell'Alpe di Mond, situata alle falde della Cima di Tagliaferro (m. 2908), sperone del Monte Rosa, sulla sinistra della Sesia, alla distanza di 2 ore di cammino inferiormente al capoluogo del Comune. — Miniera abbandonata. Un'analisi del minerale ridotto in slicco diede 0,000317 di oro e 0,00123 di argento %.~~

284. **Vidracco.** — *Magnetite*, rinviensi in piccola quantità nel serpentino associata a diallaggio.

Diaspro.

Fuaro. — *Limonite* manganesifera. Nella regione Chioso della Fila: permesso di ricerche da pochi anni.

285. **Baldissero Canavese.** — Piccolo villaggio posto sulla destra della Chiusella a 13 kilom. da Ivrea.

Corindone in ornioni sparsi nel diallaggio violaceo alterato, appartenente a rocce serpentinosse prepaleozoiche.

Fuaro. — *Limonite*, associata a resinite, entro roccia serpentinosca; alle falde orientali della montagna detta il Bricco rosso.

Quarzo; varietà *Calcedonio*, associato a giobertite; ivi, come sopra.

Opale, con dendriti di pirolusite; ivi.

Idem; varietà *Resinite* bianca, bianchiccia, bigia, giallognola, bruno-rossastra; ivi.

Idem, *idem*, bianca lattea con dendriti di pirolusite; ivi.

GIOBERTITE (o MAGNESITE) (1) bianca compatta silicifera, associata a resinite, in concrezioni e vene entro serpentino senza diallaggio vicino al contatto con micaschisto; ivi.

Idem, bianca-rossa compatta; ivi.

Idem; varietà terrosa, detta *Baldisserite*; ivi.

Aragonite, associata a giobertite; ivi.

Schiuma di mare, associata alla giobertite; ivi.

Pircaseno: sotto specie *Angite* compatta; ivi.

Caolino; ivi.

Lignite terziaria; nella regione Rive o Gurgon: permesso di ricerche accordato ultimamente.

286. **Strambinello.** — Ono. — *Oro nativo* in pagliuzze minute; rinviensi nel torrente Chiusella, però in quantità così insignificante da essere d'interesse puramente scientifico.

287. **Parella.** — Ono. — *Oro nativo* in pagliuole; rinviensi nel torrente Chiusella in quantità piccolissima, come fu osservato relativamente al comune precedente.

(1) Abbiamo adottato di preferenza il nome Giobertite, non solo perchè il chimico Giobert ebbe il merito di studiare questo minerale, ma specialmente perchè il nome magnesite fu applicato da alcuni mineralogi al silicato di magnesia, da altri, invece, al carbonato, cagionando così non poca confusione.

245. **Brusson.** — Villaggio che giace nella parte superiore della Valle di Challand, sulla sinistra del torrente Evençon a chil.-m. 44 dalla stazione d'Ivrea; di cui 32 colla strada nazionale.

FERRO. — *Siderite*, associata a calce carbonata, giacimento quasi verticale della potenza di circa m. 2.

ORO; nella regione Bois et Paturage à la Mandas, situata sulla sinistra dell'Evençon, ad 1 chilometro all'E. del villaggio di Brusson. — Ricerche abbandonate.

Piombo. — *Galena* con calcopirite, in ganga di quarzo; al piede del Col de Jou, situato sulla destra del torrente Evençon, ad 1 chilometro a ponente del capoluogo del Comune.

RAME. — *Calcopirite*; ivi, come sopra.

246. **Challand-Saint-Anselme.** — Capoluogo di questo Comune è il villaggio di Quincod, distante chilometri 38 da Ivrea di cui 32 con strada nazionale, che arriva fino a Verrès.

RAME. — *Calcopirite*, entro roccia talcosa. Miniera di Arbaz-Saint-Anselme, situata a 4 chilometri sopra Verrès, sulla destra della Valle di Challand. — Concessione nell'anno 1854, revocata però nel 1865.

ORO — *Oro nativo* lamellare nel quarzo; in un filone situato tra i casali di Pesan e Arbaz, in un sito detto le Bouchey, distante 1 chil. dal capoluogo del Comune — Il metallo prezioso fu rinvenuto nell'anno 1742 e di nuovo nel 1752 a metà costa della montagna che fiancheggia il torrente Evençon a ponente.

Idem in un filone quarzoso; nella regione Orboglio, a poca distanza dal capoluogo del Comune verso S. O. — Miniera aperta verso l'anno 1752 per conto del Governo sardo dal cav. De Robiland, il quale vi fece fare una galleria di parecchi centinaia di metri per la ricerca dell'oro; dopo alcuni anni tutto fu abbandonato. I lavori di ricerca vennero ripresi da poco tempo e proseguono tuttora.

RAME. — *Calcopirite* ricca d'un bel giallo d'ottone, associata a tracce di panabase ed a impregnazioni di azzurrite, nel filone di quarzo sopra accennato; ivi. — Siamo disposti a ritenere questo giacimento di rame come d'importanza ben altrimenti grande per l'industria di quelli nel serpentino così frequenti nella Valle di Aosta.

Panabase, in quantità insignificante, come sopra; ivi.

Azzurrite, in quantità inapprezzabile disseminata nel quarzo compatto presso l'affioramento del filone di rame suddetto e derivante dall'azione delle meteore sulla calcopirite; ivi.

Pirite; ivi, come sopra.

RAME. — *Panabasio*; nella regione Pailleron, situata a 2 ore sopra il capoluogo del Comune.

Malachite; ivi, all'affioramento.

Granato: sotto specie *Grossularia*, in cristalli isolati disseminati abbondantemente entro il clorite-schisto granatifero, in cui rinviene il giacimento di rame; ivi.

FERRO. — *Magnetite*; del luogo detto le Lac gelé; situato sulla sinistra del vallone a 9 chilom. a monte dal capoluogo del Comune verso O: ricerche fatte alcuni anni indietro. — L'analisi dimostrò che questo minerale contiene 63,05 % di ferraccio.

Pirite; ivi, rinvenuta in certe parti del giacimento di pirite di rame, a cui è associata.

243. **Issogne.** — È posto questo villaggio a poca distanza dalla sponda destra della Dora Baltea, a chilometri 32 da Ivrea, di cui 22 colla strada nazionale.

Piombo. — *Galena*; nella regione di Chanteri, situata sulla destra della Dora Baltea, a 3 chilometri dal villaggio d'Issogne verso N. O: — Ricerche recenti.

Quarzo ialino; varietà *Cristallo di rocca*, in cristalli prismatici grossi, alle volte racchiudenti pirite, limonite e clorite, *si*

Vallée de Challand

Una delle principali valli laterali della Valle d'Aosta. Il torrente Evençon, che la percorre, nasce sotto i ghiacciai situati alle falde meridionali del Mont Cervin (m. 4482) del Klein Cervin (m. 3886), del Breithorn (m. 4171), Zwillingo Castor und Pollux (m. 4094 e m. 4230), nel gruppo del Monte Rosa e confonde le sue acque con quelle della Dora Baltea presso Verrès della parte sinistra.

(Num. 244 a 248)

244. **Ayas.** — Villaggio alpestre, situato sulla destra dell'Evençon, nella parte superiore della Valle di Challand.

Oro. — Sulla destra del torrente Evençon nell'Alpe di Lignod e nell'Alpe d'Autognod, nella regione detta le Mont Rouge, situata a 5 chilometri rispettivamente sopra i casali omonimi: permesso di ricerche, di cui non si servi.

Idem; nella regione Magnéa, sulla destra dell'Evençon, a monte del capoluogo del Comune. — Permesso di ricerche, non messo a profitto.

FERRO. — *Magnetite* in piccola quantità entro roccia serpentinoso.

PIOMBO. — *Galena* argentifera, con quarzo. Diede 63,9 % di piombo con 0,0135 d'argento *°f* nel piombo d'opera; sotto il Monte Gerbion.

RAME. — *Calcopirite*; ivi.

sto; nel sito detto la Balma. — Miniera concessa nell'anno 1849, ed ora abbandonata.

Assabasio; nel giacimento di calcopirite di cui sopra; ivi.

Granato: sotto specie *Grossularia*, in cristalli rotondati isolati, disseminati entro il clorite-schisto granatifero in cui rinviensi il giacimento di rame; ivi.

Talco bianco, con mica verdè; ivi.

241. **Emarese.** — Villaggio situato sulla sinistra della Dora Baltea a chilometri 43 da Ivrea, di cui 40 colla strada nazionale, che passa a Montjovet.

Oro. — *Oro nativo.* — Sopra la parrocchia di Emarese, all'ingresso di una foresta che si estende sino alla cima della montagna di Arbaz, rinvennesi nell'anno 1740 una grandissima pepite d'oro del peso di parecchi marchi, ciò che lascia supporre che fosse circa un chilogramma ed avente il titolo di 22 carati (1). Il governo inviò sui luoghi il cav. de Robilant, il quale fece molte ricerche per conto dello Stato nei successivi anni, dopo qual tempo furono abbandonati i lavori in questo posto.

RAME. — *Calcopirite* nell'anfibolo, che diede 7 % di rame, con indizi considerevoli di argento; nel luogo detto il Champet.

PROMBO. — *Galena argentifera*, mista a pirite, in ganga quarzosa.

Pirite; insieme alla precedente specie; ivi.

242. **Champ-de-Praz.** — Villaggio posto presso il torrente Cialamè, a chilometri 36 dalla stazione ferroviaria d'Ivrea, di cui 22 colla strada nazionale.

Miniera di rame di Hérin, situata a 3 chilometri all'O. del paese, sulla sinistra del vallone, il quale mette sulla destra della Dora Baltea. — Giacimento importante entro clorite-schisto granatifero e schisti talcosi e micacei, appartenenti alla zona delle pietre verdi. — Concessione alla Società l'Esploratrice, passata poi in mano a particolari: —

RAME. — *Calcopirite*, ossia *Pirite di rame*, mista a pirite; ivi.

Bornite, associata alla calcopirite; ivi.

(1) V. nelle *Mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Turin* il marco piemontese era ... 8 oncie = $\frac{2}{3}$ libbra, antichi pesi — grammi 245,86. — La pepite d'oro di Emarese conservavasi, insieme ad una ricca collezione mineralogica piemontese, nel gabinetto dell'Arsenale di Torino. Tutta questa preziosa raccolta scomparve durante i tempi di guerre e rivoluzioni con cui fu agitata l'Europa alla fine del secolo scorso.

MANGANESE. — Minerale di manganese nella regione Corbion; ricerche recenti.

229. Saint-Marcel. — Villaggio che siede sulla destra della Dora Baltea a 58 chilometri sopra la città e stazione ferroviaria d'Ivrea ed 1 chilometro fuori della strada nazionale.

Oro. — Schisti con minerale aurifero. — Miniera di Brissogne e Saint-Marcel, estendesi pure sul territorio di Brissogne (V. n° 228). — Concessione nell'anno 1852.

Miniera di Rame di Chue Servette, situata nel Vallon di Saint-Marcel alla distanza di 4 chilometri al S. del capoluogo del Comune. — Concessione accordata nell'anno 1854.

RAMB. — *Calcopirite*: giacimento importante entro clorite-schisto verdastro, contenente sismondina e grossularia in cristalli isolati, con taleoschisto bigiccio-chiaro, anfibolo e quarzo, appartenenti alla zona delle pietre verdi prepa'leozoiche.

Rame nativo in placche esili; ivi, proveniente dalla riduzione naturale della calcopirite; (come semplice oggetto di gabinetto, al pari del seguente).

Idem cristallino; ivi.

Idem; rinviensi alle volte in piccole mosche microscopiche entro micaschisto; ivi.

Bornite; ivi; nel giacimento di rame di cui sopra.

Pirite associata alla calcopirite; ivi.

Anfibolo, nel giacimento di rame; ivi.

Granato: sotto specie *Grossularia*, in cristalli isolati abbondantemente cosparsi nel clorite schisto; ivi.

Cloritoide o *Sismondina* verde-carico, come parte costituente del clorite-schisto verdastro; ivi.

Idem in lamelle cristalline! ivi.

Miniera di manganese di Pralorgnan, situata sulla sinistra del vallon de Saint-Marcel, rimpetto alla miniera di rame: —

MANGANESE. — *Braunite*, in arnioni cristallini a struttura granulare, associata a silicato di manganese, costituisce la massa del giacimento di manganese, il quale ha una potenza di m. 8 ed è incassato entro clorite-schisto verdastro, ricco di cristalli isolati di grossularia e sismondina, roccia appartenente alla zona delle pietre verdi prepa'leozoiche. Direzione da O. S. O. a E. N. E., con inclinazione di 35° verso N. N. O, ↘.

Pirolusite, sotto forma di arnioni, associata a braunite; ivi.

Pirite; piccolo giacimento avente la direzione N. S., con inclinazione verso E ↗ della parte sinistra della Combe de Saint-Barthélemy, ad un'ora di cammino sopra Ville-sur-Nus.

RAME. — *Calcopirite*; ivi, in quantità inapprezzabile, associata alla pirite.

FERRO. — *Magnetite* entro il giacimento suddetto, accompagnata da pirite; ivi, nel serpentino.

Idem, ossidato compatto, entro lo schisto talcoso; nella montagna di Barillais, regione Creux des Marches.

Asbesto: varietà *Amianto* morbido bianco.

PIOMBO. — *Galena* argentifera; presso il villaggio di Ville-sur-Nus regione Cribussy: diede 75 % di piombo, con 0,000156 di argento % nel piombo d'opera ed indizi di oro.

Idem a grana fina; nella regione Chanté Corbé: diede all'analisi 58 % di piombo, con 0,00091 di argento % nel piombo d'opera.

Idem a faccette larghe, associata a limonite e carbonato di calcio vicino al villaggio di Saint-Barthélemy, alla distanza di 10 chilometri dal capoluogo del Comune. Diede 63 % di piombo, con 0,000095 di argento % nel piombo d'opera.

Idem, in piccola quantità associata a calcopirite e siderite, con matrice talcoso-calcare; regione Vignola.

FERRO. — *Siderite*, come ganga del filone; ivi.

226. Nus. — **MANGANESE.** — Minerale di manganese, stato oggetto di esplorazioni recenti, nelle regioni di Saint-Barthélemy e Genebrune.

227. Pollein. — **FERRO.** — *Magnetite* compatta; nella regione detta les Truches, situata sulla destra della Dora Baltea.

228. Brissogne. — **RAME.** — *Calcopirite* con ganga di quarzo; nella regione Laures, sulla destra della Dora Baltea; recente permesso di ricerche.

Pirite aurifera, con ganga di baritina e carbonato di calce (Vedi pure Saint-Marcel, n° 229).

Baritina cristallizzata; ivi.

Oro. — *Oro nativo* in pagliuzze; rinviensi in piccola quantità nei laghi situati alle falde della Punta di Lora o Laures a 5 chilometri al S. del villaggio di Grand Brissogne, capoluogo del Comune.

Idem; regione Selvo Plano, ove fu oggetto di ricerche recenti.

189. **Bosconegro.** — ORO. — *Oro nativo* in pagliuzze nell'Orco.
190. **Foglizzo.** — Paese situato sulla sinistra del torrente Orco a m. 245 sul livello del mare.
ORO. — *Oro nativo* in pagliuzze nell'Orco.
191. **Montanaro.** — Grosso paese che giace sulla sinistra dell'Orco.
ORO. — *Oro nativo* in pagliuzze nell'Orco.
192. **Chivasso.** — Piccola città situata sulla sinistra dell'Orco, vicino al punto ove le sue acque si maritano con quelle del Po (m. 182 sul livello del mare), con stazione della ferrovia Torino-Milano-Venezia e distante chilometri 29 dalla prima di questa città.
ORO. — *Oro nativo* nell'Orco.

CIRCONDARIO D'IVERA

193. **Muriaglio.** — MANGANESE. — *Psilomelane*, con quarzo.
194. **Campo Canavese.** — MAGNESITE, entro serpentino, verso il S. E. del villaggio, nel monte che divide questo Comune da quello di Baldissero: prolungamento del giacimento descritto sotto quel Comune (V. n° 285).
195. **Castellamonte.** — Questo industrioso paese, fabbricato alle radici delle prealpi del Canavese (m. 340), comunica per mezzo di strade carrozzabili con Rivarolo Canavese, distante chilometri 7, ove trovasi la più vicina stazione della ferrovia Rivarolo-Settimo torinese.
ORO. — *Oro nativo* in pagliuzze; rinviensi nel torrente Malesna.
Idem; nel torrente Orco.
Corindone; rinvenuto in massi erratici.
MAGNESITE o GIOBERTITE, in nidi e straticelli entro il serpentino.
— Cava.
Quarzo; varietà *Cacholong*, associato alla precedente specie; ivi.
Idem; varietà *Selce piromaca*, come sopra; ivi.
Schiuma di mare; come sopra; ivi.
Caolino bianchissimo, derivante dalla decomposizione dell'ortoclasio; nel Monte Spinai delle Benne e nel Monte Bella Santa.
196. **San Giorgio Canavese.** — ORO. — *Oro nativo*; rinvenuto in pagliuzze nel torrente Malesna.
197. **San Giusto Canavese.** — ORO. — *Oro nativo* in pagliuzze; nel torrente Malesna.
198. **Agliè.** — *Granato rosso-chermissi* rinvenuto in massi erratici.

170. **San Benigno.** — Grosso villaggio sulla sinistra del Malone.
ORO. — *Oro nativo* in pagliuzze, rinviensi nel torrente Malone.
Idem, nell'Orco, che scorre a poca distanza all'oriente del paese.

171. **Volpiano.** — Paese situato sulla destra del Malone.
ORO. — *Oro nativo* in pagliuzza, rinvenute nel torrente Malone.

CIRCONDARIO DI IVREA

Valle di Locana

Bagnata dal torrente Orco, che prende origine presso i ghisocini della Losa e nei laghi di Rosset, situati alle falde del Monte Iscran, detto dai terrazzani di questa valle la Galesia (m. 4045) e si versa nel Po sopra Chivasso.

(Num. 172 a 178)

172. **Ceresole Reale.** — Villaggio sulla sinistra riva dell'Orco. (elevazione m. 1780), distante 58 chilometri dalla stazione di Rivarolo, della ferrovia Rivarolo-Settimo torinese.

Pirite aurifera; presso la Punta di Nuvolò, all'origine dell'Orco, distante 10 chilom. superiormente alla parrocchia di Ceresole Reale: ridotto a slicco questo diede all'analisi 0,003 di argento e 0,00004 d'oro.

FERRO. — *Siderite*; ai Ciappei, in prossimità all'Alpe di Pertica, nel sito detto la Fontana.

RAMB. — *Panabase* o *Rame bigio* antimonifero ed argentifero, nel filone di siderite di cui sopra e che, ridotto a slicco, diede 8,29 % di rame e 0,0085 di argento leggermente aurifero; *ivi*.

Bournonite; *ivi*.

Pirite, associata alla siderite (affatto insignificante); *ivi*.

Mispichel, con *pirite*; *ivi*.

PIOMBO. — *Galena argentifera*, la quale allo stato di slicco diede all'analisi 60,36 % di piombo con 0,000223 di argento % nel piombo d'opera e leggerissimo indizio di oro; nel luogo detto Ciappei di Sotto.

Miniera di piombo di Cuccagna, situata nel Vallone del Roc, in sito alpestre alle falde meridionali del Monte Cuccagna, sulla sinistra dell'Orco. Vi si osservano dei lavori sotterranei estesi e molto antichi, praticati in un filone di galena attraversante il gneiss nella direzione O. N. O. a E. S. E. con una pendenza di 70° verso N. N. E., mentre l'inclinazione degli strati di gneiss è di soli 30° \sphericalangle . Concessione accordata nell'anno 1817: i lavori sono stati abbandonati da una ventina d'anni: —

PIOMBO. — *Galena argentifera*, avente per matrice del filone il ferro spatico o siderite ed una roccia talcosa bianca leggermente verdognola. Diede 60 % di piombo, con 0,00272 di argento % nel piombo d'opera ed indizi d'oro; *ivi*.

44 - BIBLIOGRAFIA.

1. A.A.V.V. – *Servizio Geologico d'Italia - Note illustrative della Carta Geologica D'Italia Foglio n. 43 BIELLA* – Roma 1967.
2. AA. VV. - *Bessa* –Ed. Eventi e Progetti. Biella 2009
3. AA. VV. – *I cinque laghi della Serra d'Ivrea* –Associazione dei cinque laghi di Ivrea. 1992.
4. AA.VV. – *Minerali e Rocce Voll. I –II* –Ed. Istituto Geografico Agostini. Novara 1968.
5. AA.VV. - *Alagna e le sue miniere* –Associazione Turistica PRO LOCO ALAGNA. Borgosesia 1990.
6. A.A.V.V. - *I Balmetti di Borgofranco d'Ivrea* — Comune di Borgofranco d'Ivrea. Ivrea 1984.
7. A.A.V.V. – *Il manuale delle acque sotterranee*- GEO-GRAPH s.n.c. Segrate 1986.
8. A.A.V.V. – *Corso di aggiornamento di idrogeologia* –Ordine Regionale Dei Geologi Del Piemonte. Torino 1994.
9. A.A.V.V. - *La Bessa* – regione piemonte assessorato alla pianificazione del territorio e parchi naturali – Ed. associazione italiana naturalisti. Torino 1979.
- 10.A.A.V.V. - *Traversella storie di polvere, di fatica e di cristalli* – Museo Regionale di Scienze Naturali – Regione Piemonte. 2007.
- 11.A.A.V.V. - *Denver Mineral Equipment* – second edition Vol. 1 – Ed. Denver Equipment Company. 1972.
- 12.A.A.V.V. - *Canadian Landform Inventory Project* . Da Google Earth. 2012.
- 13.A.A.V.V. - *I.G.M. Tavole al 25.000 Foglio "Azeglio", "Ivrea" e "Borgofranco d'Ivrea"*.
- 14.AA.VV. – *I geositi nel paesaggio della Provincia di Torino* – Provincia di Torino, Regione Piemonte, CNR, Università degli Studi di Torino. 2004.
- 15.AA.VV. – “ *Ghiaioni e rupi di montagna – una vita da pionieri tra le rocce*” – Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio – QUADERNI HABITA – Udine 2006-
- 16.AMADESI ERALDO – *Atlante aerofotografico* –Pitagora Editrice 1982

17. AMADESI ERALDO – *Fotointerpretazione e aerofotogrammetria* –Ed. Pitagora Bologna.1975.
18. ASTIER J.– *Geophysique appliquee a l'Hydrogeologie et prospection de minerals* –Ed. Masson & C. Paris.1971.
19. BARDELLI UMBERTO – *Acque sotterranee* –Ed. Hoepli. Milano 1960.
20. BERGÒ BATTISTA VINCENZO – *La botega dël Frér - XV* – Collana “Il Canavese ieri e oggi” – Ed. Tipografia Ferraro - 1991
21. BOCCALETTI M. E TORTORICI L.– *Appunti di geologia strutturale* –Ed. Patron 1981.
22. BRECCIAROLI TABORELLI LUISA – *Oro, Pane, e scrittura* –Ed. Quasar. Roma 2011.
23. BRUNO L. - “ *Cenni geologici dei dintorni di Ivrea. Epoca quaternaria: zona prealpina dall’Orco al Sesia.*” (1900).
24. CAGNANA AURORA – *Archeologia dei materiali da costruzione* – Edi. SAP Società Archeologica s.r.l. – Mantova 2000.
25. CALLERI GIACOMO - *LA BESSA documentazione sulle aurifodine romane nel territorio biellese* –Città di Biella – 1985.
26. CARTON ALBERTO - PELFINI MANUELA – *Forme del paesaggio d’alta montagna* – Ed. Zanichelli. 1988.
27. CASTANY G. – *Prospection et exploitation des eaux souterraines* –Ed. DUNOD Paris. 1968.
28. CASTANY G. - *Traitè Pratique des eaux souterraines* — Ed. DUNOD Paris. 1968.
29. CASTANY GILBERT – *Idrogeologia – Principi e Metodi* –Dario Flaccovio Editore. Palermo 1985.
30. Castiglioni G.B.– *Geomorfologia* –Ed. UTET. Torino 1979.
31. CAVALLARI AUGUSTO MURAT – *Tra Serra d’Ivrea Orco e Po* – Istituto Bancario S. Paolo di Torino – Torino 1976
32. CELICO PIETRO – *prospezioni idroge ologiche-Voll. I-I I-* Liguori editore. Napoli 1997.
33. CIVITA MASSIMO – *Schematizzazione idrogeologica delle sorgenti normali e delle relative opere di presa* –Istituto di Geologia Applicata Università di Napoli. Vol. XII 1973-1973.
34. CHIESA GUIDO – *Idraulica delle acque di falda* – Dario Flaccovio editore - 1994

- 35.COLOMBO PIETRO – *Elementi di geotecnica* – Zanichelli editore. 1974
- 36.COLOSIMO PAOLO – *Saggi di geologia e geomorfologia ambientale* - Ed. Nuove ricerche Ancona 1982.
- 37.CONWELL ROBERT - *Rilevamento a distanza delle risorse naturali* –Le Scienze – Ottobre 1968.
- 38.CREMONINI GIORGI – *Rilevamento Geologico* –Ed. Pitagora Bologna 1977.
- 39.DALL’AGLIO MARIO – *La prospezione geochimica* –Le Scienze n. 37 – 1971
- 40.DESIO ARDITO - *Geologia applicata alla ingegneria* – Ed. Hoepli 1973.
- 41.FACCA GIANCARLO – *L’oro invisibile* –Le Scienze n. 165 – 1982.
- 42.Federici Germano – Mangili Luca – “*Corso di botanica 2013*” – Provincia di Bergamo - FAB – Ed. Ferrari editrice.
- 43.GALLITELLI PAOLO – *Elementi di mineralogia* –Ed. Nistri lischi Pisa 1951.
- 44.GIANOTTI FRANCO - *Bessa, paesaggio ed evoluzione geologica delle grandi aurifodine biellesi* – Ed. Eventi e Progetti. Biella 2012.
- 45.GIANOTTI FRANCO - *L'impronta del ghiacciaio, anfiteatro Morenico di Ivrea un Unicum geologico* — Ed. Ecomuseo Anfiteatro Morenico di Ivrea. Ivrea 2012.
- 46.GOOGLE EARTH.- *Estratti immagini satellitari* .
- 47.GORTANI MICHELE – *Compendio di Geologia* –Ed. Del Bianco Udine 1959.
48. Hua jeu-ming – La produzione in serie di getti di ghisa nell’antica Cina – “Le Scienze” n. 175 marzo 1983.
49. ISPRA . Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.
- 50.JERVIS GUGLIELMO - *I tesori sotterranei dell’Italia* - Ed. Ermanno Loscher. 1873
51. LERICI CARLO M. - *La prospezione archeologica* –Le Scienze n.5 – 1969.
52. MANZONI M.– *Dizionario di Geologia* –Ed. Zanichelli. Bologna 1974.
- 53.MATERAZZI M. - *Corso di Geomorfologia : lezione 7* –La morfologia fluviale. Da sito internet. 2012.
- 54.MAZZOLDI PAOLO – *Storia e leggenda del vetro* –Scienza e tecnologia dei materiali. (data non nota).
- 55.MICHELETTI ING.TERESIO – *L’immensa miniera d’oro dei Salassi* –Ed. Associazione Mineraria Subalpina. Torino 1976.

56. MIGLIETTI S. – PIDELLO G. – SAPPINO F. – VAGNI D. – ORSO - Area di Nomaglio – Speleo Biellese .(descrizione di caverne tettoniche). 1979.
57. MONEY DAVID. C. – *La superficie della Terra* –Ed. Zanichelli 1973.
58. MORETTI MARIO – *Materie prime del vetro* –Ed. Glassway. Da internet 2012.
59. MOTTANA ANNIBALE, CRESPI RODOLFO, LIBORIO GIUSEPPE – *Minerali e Rocce* – Mondadori. Milano 2004.
60. Nicholson Paul – Brilliant things for Akhenaten, the production of glass, vitreous materials and pottery at Amarna site 2007.
61. NORINELLI ARMANDO – *Elementi di geofisica applicata* –Ed. Patron. Bologna 1996.
62. ING. PERETTI LUIGI – *Relazione geologica e Geotecnica sul progetto del II tratto del III Lotto della S.S. n. 419 (“Della Serra” – fra Mongrando e Settimo Vittone)* – Politecnico di Torino – A.N.A.S. Compartimento di Torino. 1962.
63. PETRUCCI GIUSEPPE – *Geofisica applicata alla ricerca dei minerali e dell’acqua nel sottosuolo* –Ed. Hoepli. 1978.
64. PIPINO GIUSEPPE – *Emergenze archeologiche, vere e presunte, nelle aurifodine della Bessa* – Museo storico dell’oro italiano – 2010
65. POMBA GIUSEPPE E COMP. EDITORI- Nuova enciclopedia popolare – Tomo duodecimo (vetrificazione) - Torino 1848
66. POZZI R., CLERICI R.– *Geologia Applicata –Voll. I – II* – Ed. Ghedini Libraio. Anno Accademico 1995-1995.
67. PRINETTI FRANCESCO – *Andar per sassi* –Ed. Musumeci. 2012.
68. PRITCHARD J.– *Landform and landscape in Africa* –Ed. Edward Arnold 1975.
69. RAMASCO MANLIO, ROSSANIGO PIERO – *Evoluzione morfologica dell’alveo del T. Cervo nel tratto di pianura e studio foto interpretativo dell’inondazione verificatasi il 2-3 Novembre 1968* –Regione Piemonte, Provincia di Vercelli 1988.
70. Reynolds Terry S. “ Le radici medioevali della rivoluzione industriale” – LE SCIENZE N.193 Settembre 1984
71. RICCI LUCCHI FRANCO – *Sedimentografia* –Ed. Zanichelli Bologna 1992.
72. ROTHENBURG B. “ *The ancient metallurgy of copper*” - IAMS University College, London 1990.

73. SACCO F. – *Geoidrologia dei pozzi profondi della valle Padana* – Parte terza – Min. LL. PP. Uff. Idrografico del Po. Poligr. Stat. Roma. 1933
74. Sacco F. – “*I terreni terziari e quaternari del Biellese*” - 1933
75. SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA – Note illustrative della carta geologica d'Italia, Foglio n. 43 Biella– nuova Tecnica Grafica – Roma – 1967.
76. SMITH NORMAN - *L'ingegneria idraulica romana* . Le Scienze n. 119 – 1978
77. SURIAN NICOLA, MASSIMO RINALDI, LUISA PELLEGRINI – *Linee guida per l'analisi geomorfologica degli alvei fluviali e delle loro tendenze evolutive* –Ed. CLEUP – Padova 2009.
78. TROISI SALVATORE – *La ricarica artificiale delle falde acquifere* –Editoriale Bios. 1989.
79. YOUNGSON J.H.- CRAW D. - *Gold nugget during tectonically induced sedimentary re cycling. Otago new Zealand (Abstract)* Ed. Elsevier, Amsterdam 2009.
80. VAUDAGNA ALBERTO – *Bessa* –Ed. Leone Griffa. Biella 2002.
81. VAN NOTEN FRANSIS – JAN MAEKERS – *Un'antica tecnologia del ferro nell'Africa centrale* - LE SCIENZE Agosto 1988 (n. 240 - Anno XXI – Volume XLI)
82. WIKIPEDIA ENCYCLOPEDIA LIBERA.
83. WULFF H.E. – *I qanat dell'Iraq* –Le Scienze n.4 – 1968
84. ZACCHERO GIOVANNI – *SALA, chiesa comune lavoro emigrazione* - Sandro Maria Rosso – Stampatore editore – Biella 1986
85. ZANDOMENICHI F. - *Due nuove cavità nell'area di Nomaglio* –C.A.I. di Biella 1988.
86. ZECCHINA ADRIANO – *Alchimie nell'arte, la chimica e l'evoluzione della pittura* – Ed. Zanichelli – 2016
87. ZUFFARDI PIERO - *Giacimentologia e prospezione mineraria* –Editore Pitagora Bologna 1986.
88. Vanni Manfredo – “ *L'Elvo: note idrografiche e morfologiche del Biellese*” – Reale società geografica – Roma 1915.
89. [www. Vitrum.it/colorazionetxt](http://www.Vitrum.it/colorazionetxt).
90. www.mineralidelpiemonte.com/traversella.htm

INDICE.

1 - PRAFAZIONE	Pag.	2
2 - PRAESSA.	Pag.	5
3 - GENESI DEI CIOTTOLI E MORFOLOGIA DELLA BESSA.	Pag.	7
4 -CENNI SULLE FORZE DI VAN DER WALLS E FORMAZIONE DELLE PEPITE	Pag.	46
5 - ATTUALE IDROGEOLOGIA DELLA BESSA.	Pag.	50
6 - SCHEDE TECNICHE DI ALCUNI PUNTI D'ACQUA FACILMENTE ACCESSIBILI NEL TERRITORIO DELLA BESSA ”.	Pag.	55
7 - MA QUANTA ACQUA E' PRESENTE IN BESSA?	Pag.	62
8 - INDAGINE GEOFISICA SULLA POTENZA MASSIMA DEI DEPOSITI CUMULIFORMI A CIOTTOLI.	Pag.	64
9 - UTILIZZO DEI CIOTTOLI.	Pag.	67
10- CENNI SULLA MODALITA' DI RICERCA DEI GIACIMENTI MINERARI.	Pag.	72
11 - DOVE PRENDERE L'ACQUA PER IL LAVAGGIO DELLA SABBIA AURIFERA?	Pag.	77
12 - LOGICA DELLO SFRUTTAMENTO MINERARIO IN BESSA.	Pag.	102
13 - CANALI ED ARRUGIE.	Pag.	118
14 - ESAURIMENTO DELLE SORGENTI.	Pag.	127
15 -NON SOLO ORO!	Pag.	130
16 - PERCHE' CONOIDI ANTROPICHE?	Pag.	153
17 -ESEMPI DI EROSIONI LINEARI.	Pag.	171
18- CANALI DI LAVAGGIO O BONIFICHE AGRARIE?	Pag.	177
19 - LA BUNDA QUESTA SCONOSCIUTA.	Pag.	188
20 - GALLERIE ANTROPICHE O SINKHOLE?	Pag.	194
21 - RACCONTIAMO LA VERITA'.	Pag.	203
22- UN DUBBIOSO CHIARIMENTO DALLA SPAGNA.	Pag.	206
23 - "RUINA MONTIUM" IN BESSA? ...IMPOSSIBILE	Pag.	211

24 – UNA SIGNIFICATIVA PIETRA DELLA BESSA	Pag. 214
25 – UN RAPPRESENTATIVO CUMULO	Pag. 220
26 - I MASSI CICLOPICI	Pag. 224
27– PER CONOSCERE MEGLIO I CIOTTOLI	Pag. 229
28 – LE PIETRE COLORATE.	Pag. 238
29 - ESSERE PIETRE IN BESSA: CHE ROTTURE!	Pag. 241
30- IL VETRO DELLA BESSA.	Pag. 248
31 – IL PERCORSO DELL’ACQUA	Pag. 274
32 - UNA AFFASCINANTE IPOTESI	Pag. 286
33- ...E ORA FACCIAMO UN PO’ DI DIVERTENTE FANTA-STORIA..OVVERO LA FONDAZIONE DI “VICTIMULA”	Pag. 301
34 - MA IN DEFINITIVA “QUANTO ORO E MAGNETITE AVREBBERO POTUTO ESTRARRE I ROMANI DALLA BESSA?”	Pag. 307
35 - UNA ANTICA CAVA DI CIOTTOLI PER “STERNI”.	Pag. 310
36 – LO STAGNO E IL SUO PROBABILE SIGNIFICATO	Pag. 317
37 – UN APPROFONDIMENTO MAGNETICO	Pag. 344
38 – LA COSTRUZIONE DEI POZZI IN BESSA	Pag. 347
39 – UN’IPOTESI SULLA FUNZIONE DELLA VILLA ROMANA A PALAZZO CANAVESE	Pag. 360
40 – BESSA FANTASIOSA E DINTORNI	Pag. 364
41 – CONCLUSIONI	Pag. 368
42 - ALLEGATI INTERPRETATIVI DEI S.E.V.	Pag. 379
43 – ALLEGATO BIOGRAFICO	Pag. 416
44 – BIBLIOGRAFIA.	Pag. 434

