

MONITORAGGI IN CONTINUO

Considerazioni sull'idrodinamica della falda ipogea nel Carso Classico



INDICE

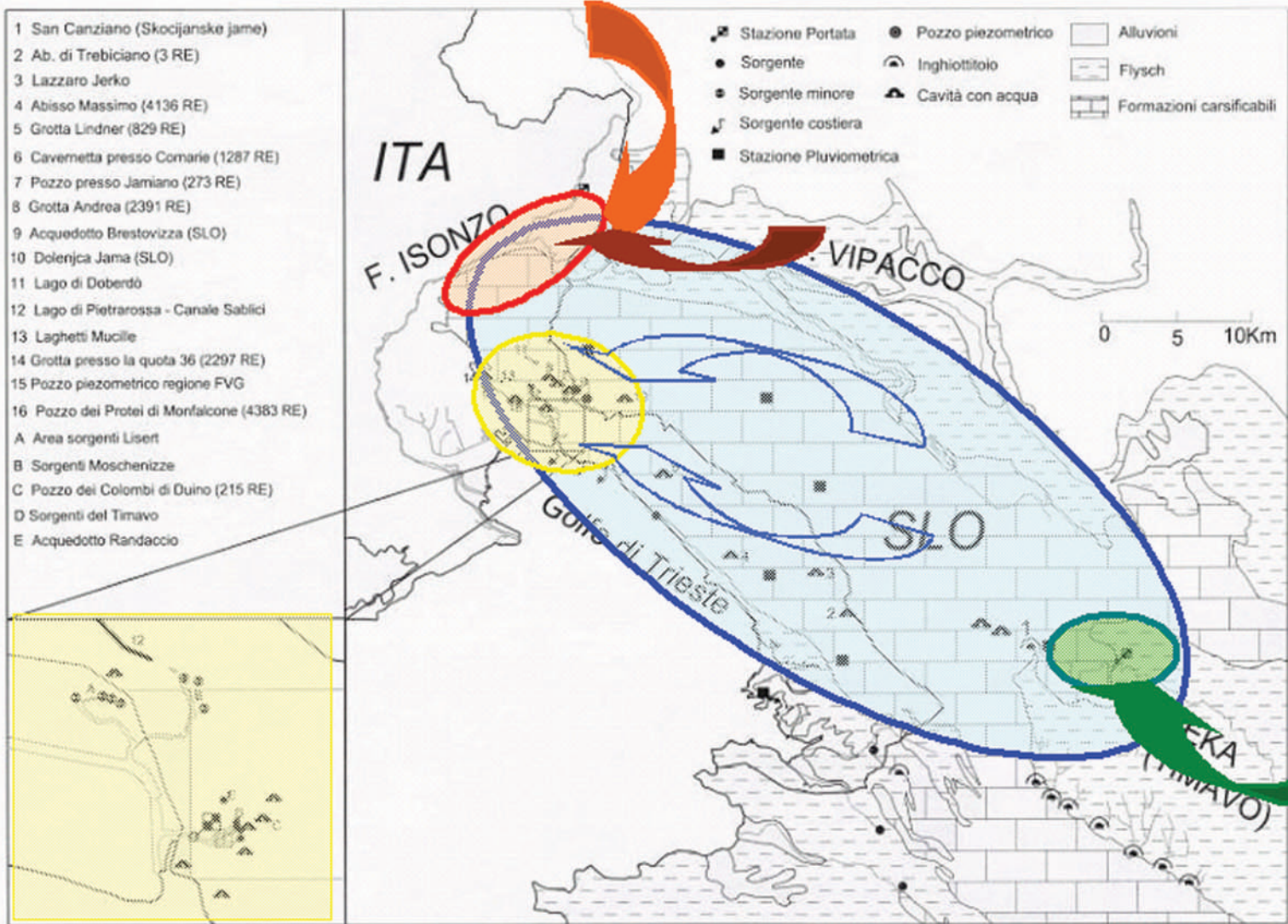
Caratteristiche geologiche generali

I caratteri idrogeologici del Carso

Il sistema sorgentifero

Punti di monitoraggio

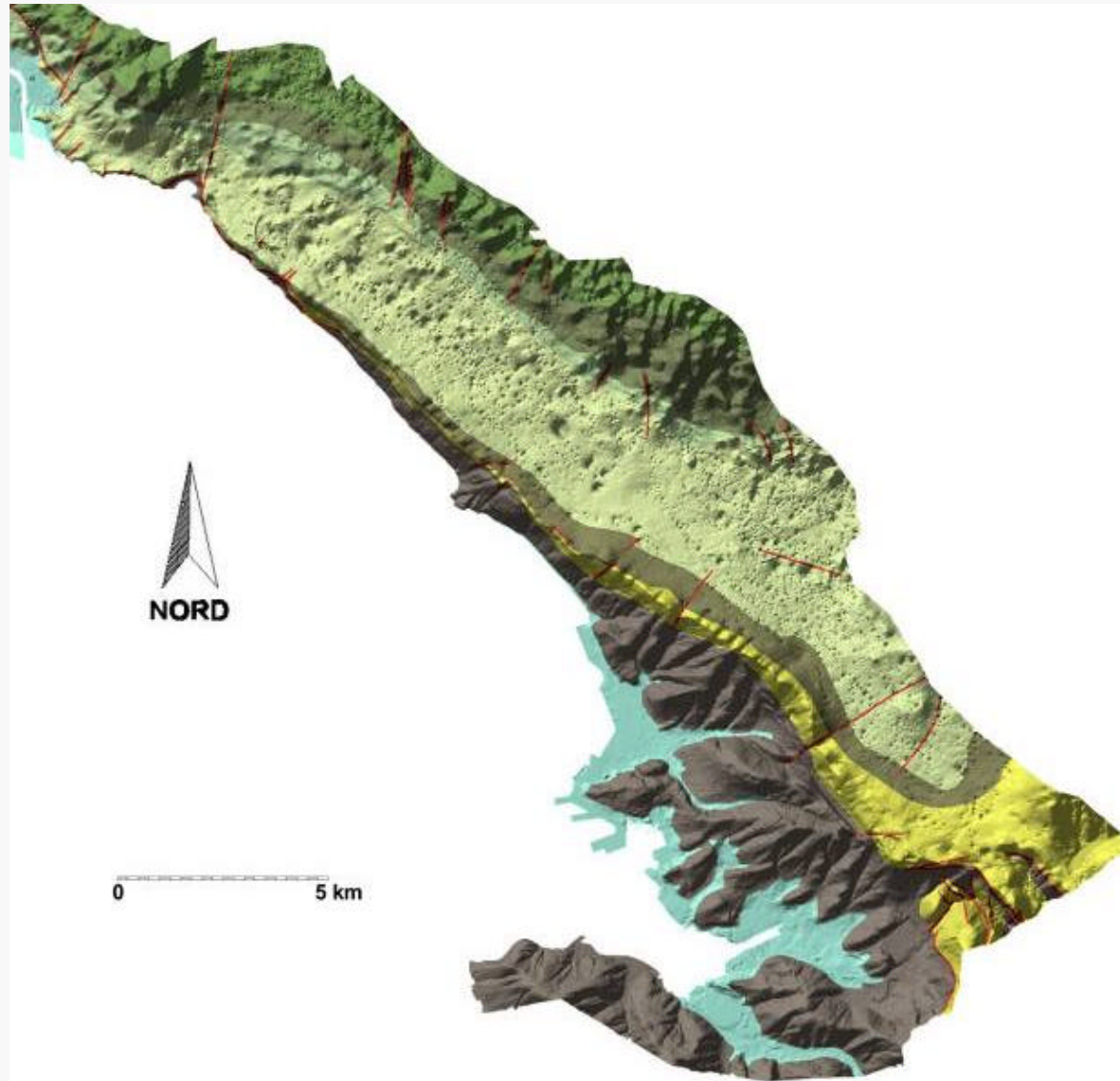
Zone di alimentazione



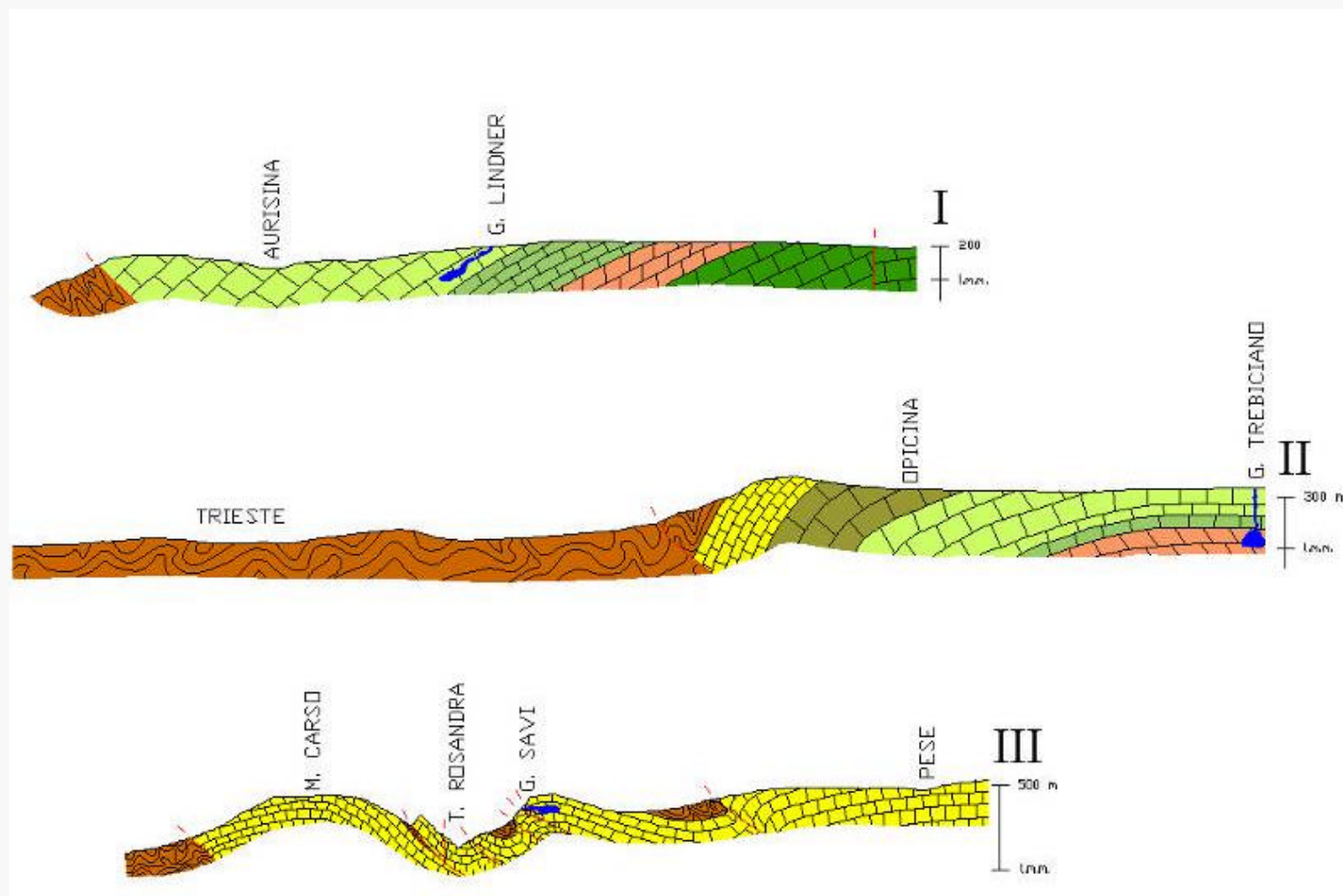
- *Caratteristiche geologiche generali*

- Il "Carso Classico" è una vasta unità morfocarsica che si estende a SE dell'Isonzo fino a Postumia, caratterizzata dalla presenza di tutte le forme carsiche epigee ed ipogee possibili, sempre con densità, ampiezza e tipologia tali da aver fatto dell'area (circa 900 km² in tutto) il simbolo universale delle fenomenologie carsiche.
- Il Carso appartiene, per quanto attiene l'evoluzione geologica in senso lato, alla "piattaforma carbonatica carsico-friulana", propaggine settentrionale della "placca Adria". Dal punto di vista litologico, la piattaforma è data da una potente successione di rocce prevalentemente carbonatiche, di età da triassica nella zona di radice a eocenica al tetto della serie, sovrastata da una successione clastica quarzoso-feldispato-calcareo (Flysch).
- Dal punto di vista strutturale il Carso fa parte di un'ampia unità geologica detta "piattaforma di Comeno", caratterizzata da un'anticlinale debolmente asimmetrica con asse a direzione NW-SE (passante indicativamente per Doberdò del Lago -Italia-, Goriano, Sesana, M. Straza -Slovenia-), complicata da una serie di pieghe secondarie (ad asse sub parallelo a quello principale) e da alcune faglie. Di queste ultime, le principali sono orientate parallelamente alla struttura maggiore e dislocano parte dei fianchi individuando modesti graben e horst sub paralleli.
- Nel Carso triestino, che ospita le Risorgive e parte dell'acquifero, affiorano litotipi carbonatici (calcarei e, subordinatamente, dolomie) di età compresa tra il Cretacico superiore e l'Eocene inferiore, che costituiscono il fianco meridionale dell'anticlinale caratterizzato da una flessura che verso SW presenta locali movimenti disgiuntivi. L'inclinazione degli strati ha valori medi compresi tra 10° e 30° verso SW, mentre lungo il margine dell'altopiano, nelle zone di Duino e Monte Grisa, gli strati diventano subverticali e, talora, rovesciati. L'asse dell'anticlinale ruota debolmente in senso antiorario nella zona Monrupino - Basovizza, dove sono presenti alcune faglie trascorrenti con deboli rigetti orizzontali e verticali. Questa rotazione è accompagnata da una parallela rotazione della direzione delle giaciture e da una serie di blande ondulazioni che preludono verso SE alle complicazioni plicative e disgiuntive della Val Rosandra e della zona di Pese (Slovenia).

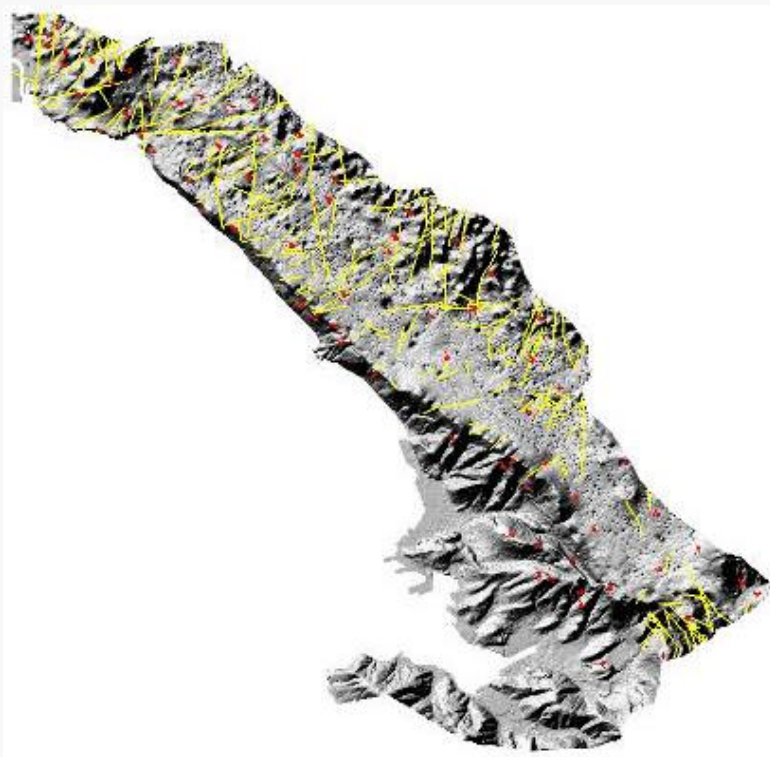
Carta geologica schematica



Sezioni geologiche Carso TS



Diagrammi strutturali e progressioni di sviluppo



Carso	Duino	Aurisina	Monrupino	Basovizza	Val Rosandra
Carso	D	A	M	B	VR



INDICE

Caratteristiche geologiche generali

I caratteri idrogeologici del Carso

Il sistema sorgentifero

Punti di monitoraggio

- *I caratteri idrogeologici del Carso*
- Il modello idrogeologico corrispondente riconosce in linea di massima tre settori idrogeologicamente significativi: uno in cui le acque passano da epigee (in quanto defluenti in valli non carsiche) a ipogee (in quanto inghiottite in profondità) e vanno ad alimentare le acque di fondo carsiche; uno (in pratica l'altopiano carsico) in cui queste acque scorrono in profondità con articolati percorsi lungo vie di drenaggio più o meno incarsite e sono ulteriormente incrementate dal percolio legato all'alimentazione superficiale dipendente dalle precipitazioni; uno più prettamente sorgentifero in cui le acque vengono alla luce e/o defluiscono in mare. Quest'ultimo settore corrisponde all'area che ospita un paio di laghi e numerose sorgenti, fra cui le Risorgive del Timavo.
- La piovosità media nel Carso Classico e nel bacino del Vipacco varia da 1000 mm/anno lungo la costa a 1800 mm/anno circa all'interno. A questa piovosità corrisponde un tasso di evapotraspirazione medio che varia da 450 a 750 mm. Il bacino del fiume Reka vede in circa 2000-2600 mm/anno la piovosità media, mentre valori di piovosità decisamente più alti competono al bacino montano dell'Isonzo nel quale prevalgono tassi di piovosità intorno ai 2000 mm/anno con ampie aree a piovosità superiore ai 3200 mm/anno.
- La piovosità media annua sul Carso triestino è di 1350 mm, con picchi giornalieri di 105 mm nel mese di novembre. I massimi valori di piovosità si registrano in autunno, nel mese di novembre, quelli minimi in inverno, nel mese di febbraio; i giorni di pioggia sono mediamente 115 all'anno, 11 sono le giornate caratterizzate da precipitazioni nevose, 4 quelle contraddistinte da grandine; il valore massimo delle precipitazioni registrato nell'arco delle ventiquattro ore è di 200 mm. La temperatura presenta durante i mesi invernali un valore medio intorno a + 3,5 °C e durante i mesi estivi un valore intorno ai +19,5 °C; la media annuale risulta di 12 °C. Negli ultimi 150 anni, sull'altopiano triestino è stata registrata la temperatura minima di -19,3 °C, mentre la temperatura massima rilevata nello stesso periodo è di +35,2 °C; nell'arco dell'anno si registrano valori inferiori ai 0 °C in media per 70 giorni.

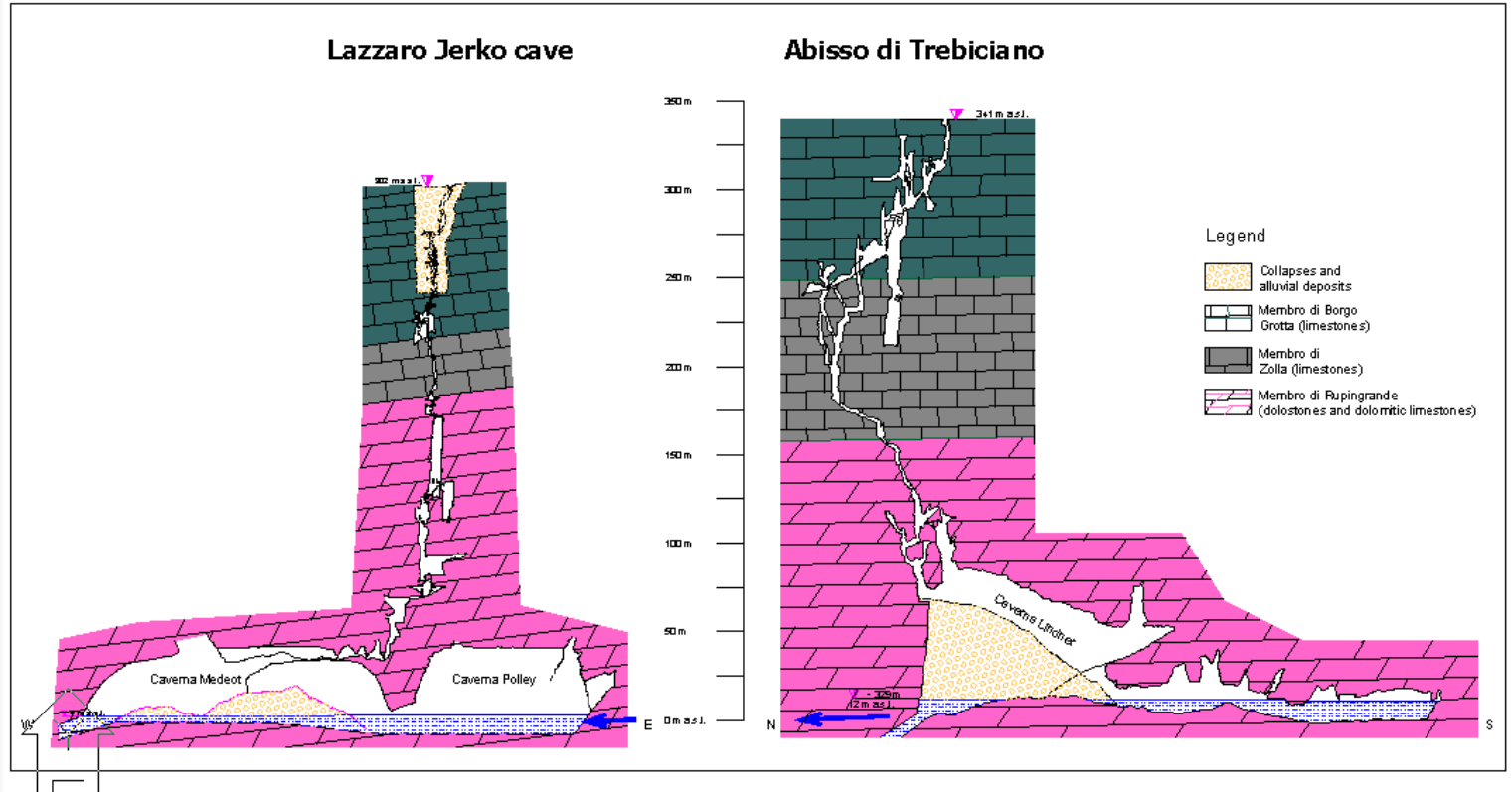
- Il Carso Classico sul suo bordo settentrionale e orientale viene alimentato da sistemi di inghiottitoi che si possono suddividere dal punto di vista idrodinamico in due sottosettori, quello sudorientale ad inghiottitoio “puntuale” di San Canziano (un areale di pochi km² in Slovenia) e quello nordoccidentale ad assorbimento “lineare” lungo il bordo settentrionale del Carso isontino al contatto con i fiumi Isonzo e Vipacco.
- Il primo sottosettore è alimentato dalle acque competenti al bacino idrografico superficiale del fiume Notranjska Reka (Timavo superiore) che ha un'estensione di circa 440 km². Il Timavo nasce sulle pendici del M. Dletvo al confine fra Slovenia e Croazia, con il nome di Reka, e scorre per una quarantina di chilometri su terreni marnoso arenacei fino all'abitato di Škocjan (San Canziano) ove viene inghiottito in un maestoso complesso di gallerie sotterranee (le Škocjanske Jame, monumento naturale iscritto nella lista del patrimonio mondiale dell'UNESCO). Il valore medio di portata 8 km a monte dell'inghiottitoio (stazione idrometrica di Cerkvenikov Mlin) nell'intervallo temporale 1961-1990 risulta essere di 8,26 m³s⁻¹, con un minimo (18.08.1988) di 0,18 m³s⁻¹ ed un massimo (16.05.1972) di 305 m³s⁻¹.
- Il secondo sottosettore è alimentato dalle acque raccolte nei bacini montani dei fiumi Soca (Isonzo) e Vipava (Vipacco), entrambi in territorio sloveno. Il bacino del fiume Isonzo è molto esteso (circa 1800 km² in Slovenia) ed articolato (l'asta principale ha un'estensione di circa 100 km) con acque molto abbondanti data l'alta piovosità (nel 1924 sono stati misurati valori di 2500 m³s⁻¹). Quello del fiume Vipacco è meno esteso (circa 500 km²), ha apporto idrico minore (nel 1999 la portata media è stata di 14.2 m³s⁻¹, la minima di 2,16 m³s⁻¹ in settembre, la massima di 143 m³s⁻¹ in febbraio) ed è in gran parte alimentato a sua volta da sorgenti carsiche poste al piede dell'Altopiano della Selva di Tarnova (Trnovski Gozd).
- Le perdite laterali che alimentano l'acquifero carsico del settore isontino avvengono prevalentemente lungo un tratto lungo 5-6 km del fiume Isonzo subito a valle della confluenza con il fiume Vipacco: dal punto di vista quantitativo, gli inghiottitoi dovrebbero contribuire al sistema carsico con almeno 3 m³s⁻¹ in media.

Prime perdite lungo il fiume Reka (Timavo superiore)

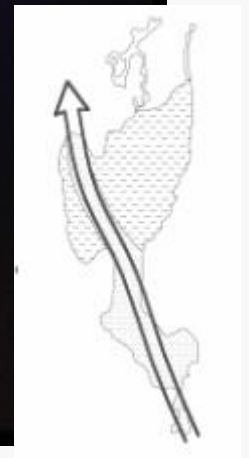


- Il *Carso Classico* contiene quello che genericamente viene definito il reticolo del Timavo ipogeo che ha sicuramente uno sviluppo articolato, con numerose vie di drenaggio preferenziali e con frequenti variazioni di direzione dei deflussi principali.
- Il Carso è intensamente carsificato e caratterizzato dalla presenza in superficie ed in profondità di morfotipi carsici particolarmente evoluti, frequenti e vari. Basti pensare che nel limitato settore di Carso italiano (circa 200 km²) sono note più di 3.500 cavità (delle quali più di 150 hanno sviluppo superiore al centinaio di metri ed una decina si sviluppa per migliaia di metri), si aprono un'ottantina di doline ampie più di 100 metri, i campi solcati hanno uno sviluppo complessivo di alcune decine di km².
- Appena 6 km a valle dell'inghiottitoio di San Canziano, le acque del Timavo ipogeo percorrono le gallerie più profonde dell'Abisso dei Serpenti (Kacna Jama) a circa 140 m s.l.m. Ancora più a valle, una quindicina di km in linea d'aria secondo una direttrice SE-NW, altre sue acque percorrono, a circa 10 - 20 m s.l.m. e per poche decine di metri, il fondo di quattro cavità sotterranee a sviluppo verticale profonde circa 300 - 370 metri che si trovano una ventina di km a monte delle risorgenze. Una, l'Abisso di Trebiciano, è nota da sempre, le altre, la Grotta di Kanjeduce, l'Abisso presso la dolina Strsinkna e la Grotta Meravigliosa di Lazzaro Jerko, sono state scoperte solo recentemente.
- Il percorso ipogeo del Timavo dovrebbe avere uno sviluppo di almeno 70 - 80 km, con frequenti variazioni di direzione dei deflussi preferenziali. Il tempo di percorrenza in piena delle acque è di circa due giorni.

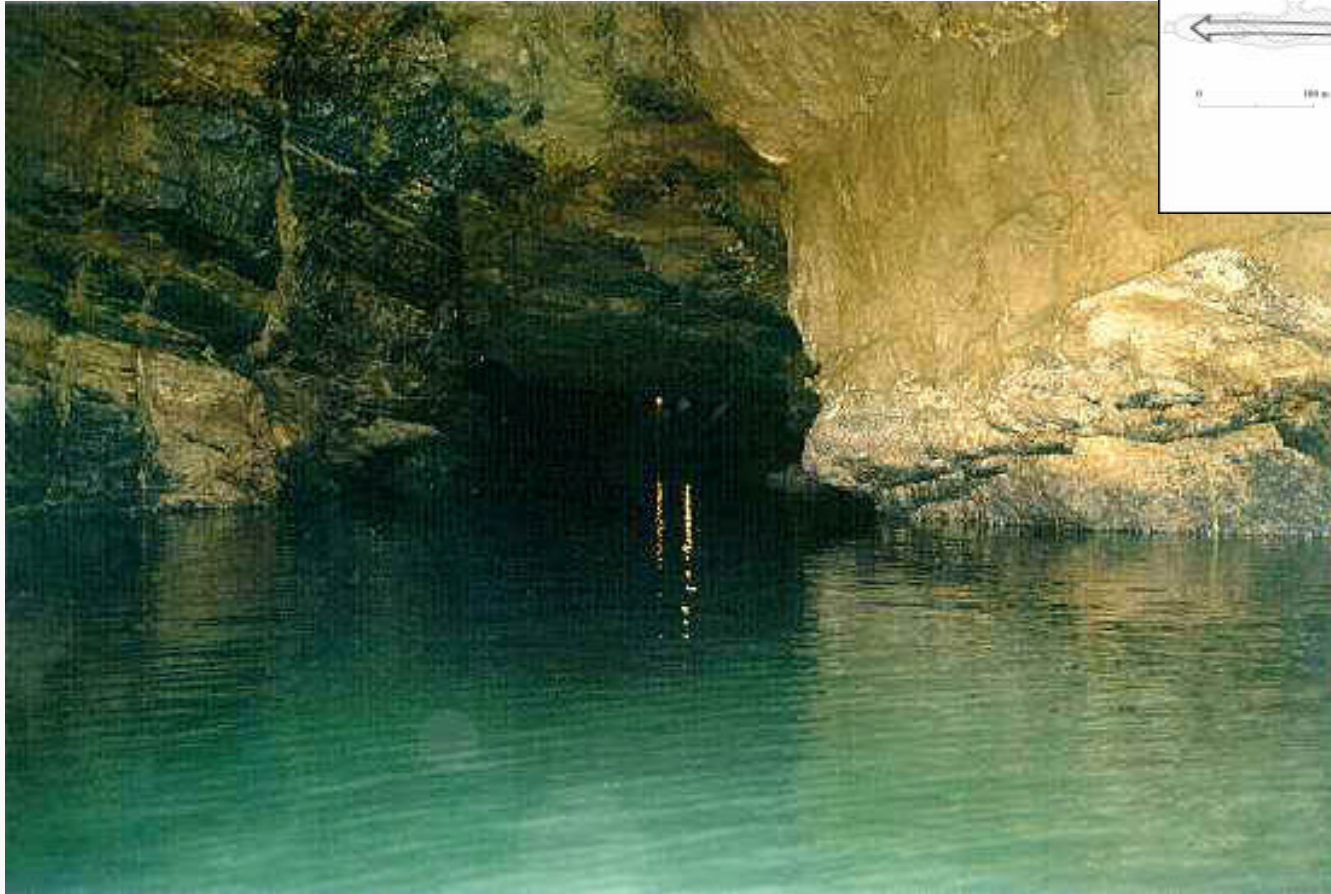
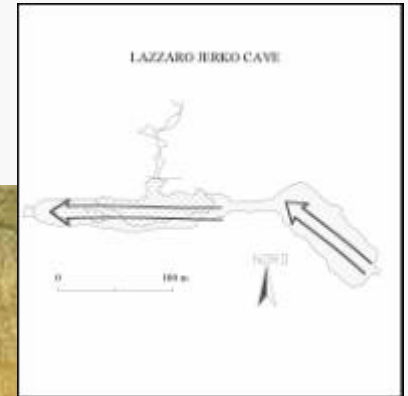
Sezioni geologiche a Trebiciano e alla Lazzaro Jerko (distanza 3.250 metri in linea d'aria)



Il ramo del Timavo nella Caverna Lindner al fondo dell'Abisso di Trebiciano



Il Timavo ipogeo nella caverna Medeot nella grotta di Lazzaro Jerko





INDICE

Caratteristiche geologiche generali

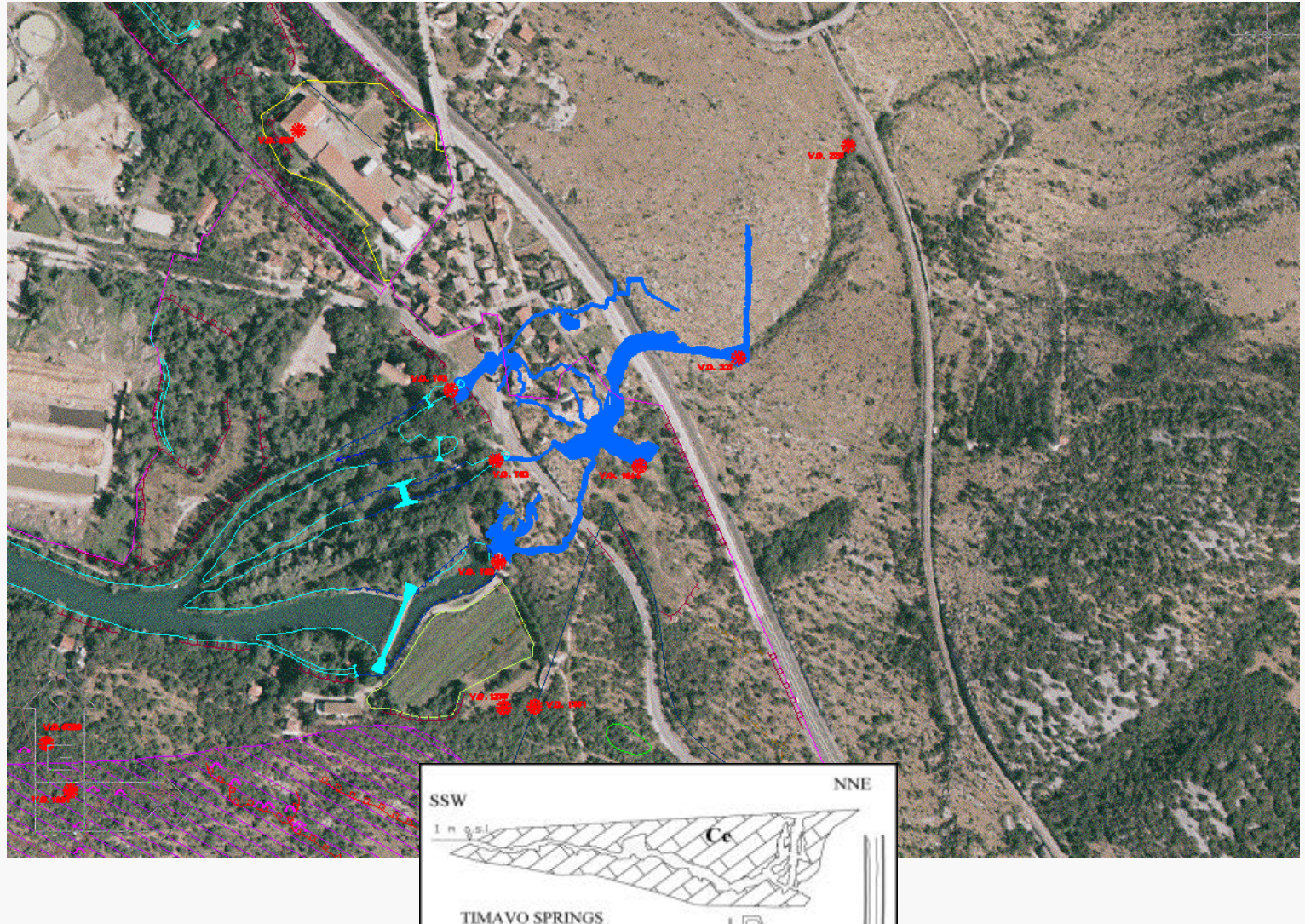
I caratteri idrogeologici del Carso

Il sistema sorgentifero

Punti di monitoraggio

- Il *sistema sorgentifero* è dato essenzialmente dalle Risorgenze del Timavo a San Giovanni di Duino, dai laghi di Doberdò e di Pietrarossa, dalle sorgenti minori che alimentano i canali Lisert e Moschenizze (un areale di una trentina di km²), dalle sorgenti marino-costiere sparse lungo la costa del Golfo di Trieste da Aurisina a Duino (circa 8 km). Si tratta di acque che provengono da acquiferi diversi ma idraulicamente interconnessi, con una portata complessiva media stimabile in 40 m³s⁻¹, massima di circa 175 m³s⁻¹.
- A San Giovanni di Duino le risorgenze del Timavo consistono in quattro polle raccolte in tre “rami” da cui fuoriesce gran parte delle acque del bacino carsico del fiume: in media 35 m³s⁻¹, con minime di 10 m³s⁻¹ e massime di 150 m³s⁻¹. Indagini speleosubacquee hanno messo in luce un articolato e complesso sistema di cavità allagate che sono state rilevate fino a -83 metri s.l.m. e per più di 1500 metri di sviluppo.
- Il Lago di Doberdò (5 m s.l.m.) occupa il fondo di un polje e mette in luce le acque dell’acquifero carsico. Ha regime variabile in funzione della piovosità e degli apporti ipogei provenienti da Nord (prevalentemente dal fiume Isonzo).
- In sintesi, la zona satura, o meglio la superficie piezometrica della falda durante i periodi di magra o di normalità, è posizionata a quote che vanno dai 2 - 5 m s.l.m. in corrispondenza del settore sorgentifero di Ronchi dei Legionari – Jamiano - Sistiana, ai 12 - 13 metri nel settore a acque ipogee Prosecco – Opicina - Ferneti. La superficie non è naturalmente continua, numerosi sono i volumi praticamente asciutti in cui i piani di discontinuità non sono sufficientemente aperti e persistenti da consentire la presenza di acqua in movimento. La disomogeneità è anzi notevole, l’organizzazione e le dimensioni del reticolo decisamente “casuali”, solo parzialmente guidati dalle caratteristiche geologiche, in specie quelle geostrutturali.
- Durante i periodi di piena l’ampiezza della zona di oscillazione è, come detto variabile. Non solamente in funzione dell’entità della piena e del tipo di alimentazione, ma anche in funzione della velocità di trasmissione laterale dell’impulso. Non è detto infatti che i vuoti siano sufficientemente continui, collegati ed ampi da consentire a tutto il volume ipogeo di riempirsi sempre completamente. Resta il fatto che livelli piezometrici di 110 metri s.l.m. sono stati riscontrati nell’Abisso di Trebiciano e che livelli di alcune decine di metri sono segnalati nelle cavità più profonde note.

Il Complesso delle Risorgive del Timavo



2° Ramo in piena



3° Ramo in piena



Lago di Doberdò in magra



Lago di Doberdò





INDICE

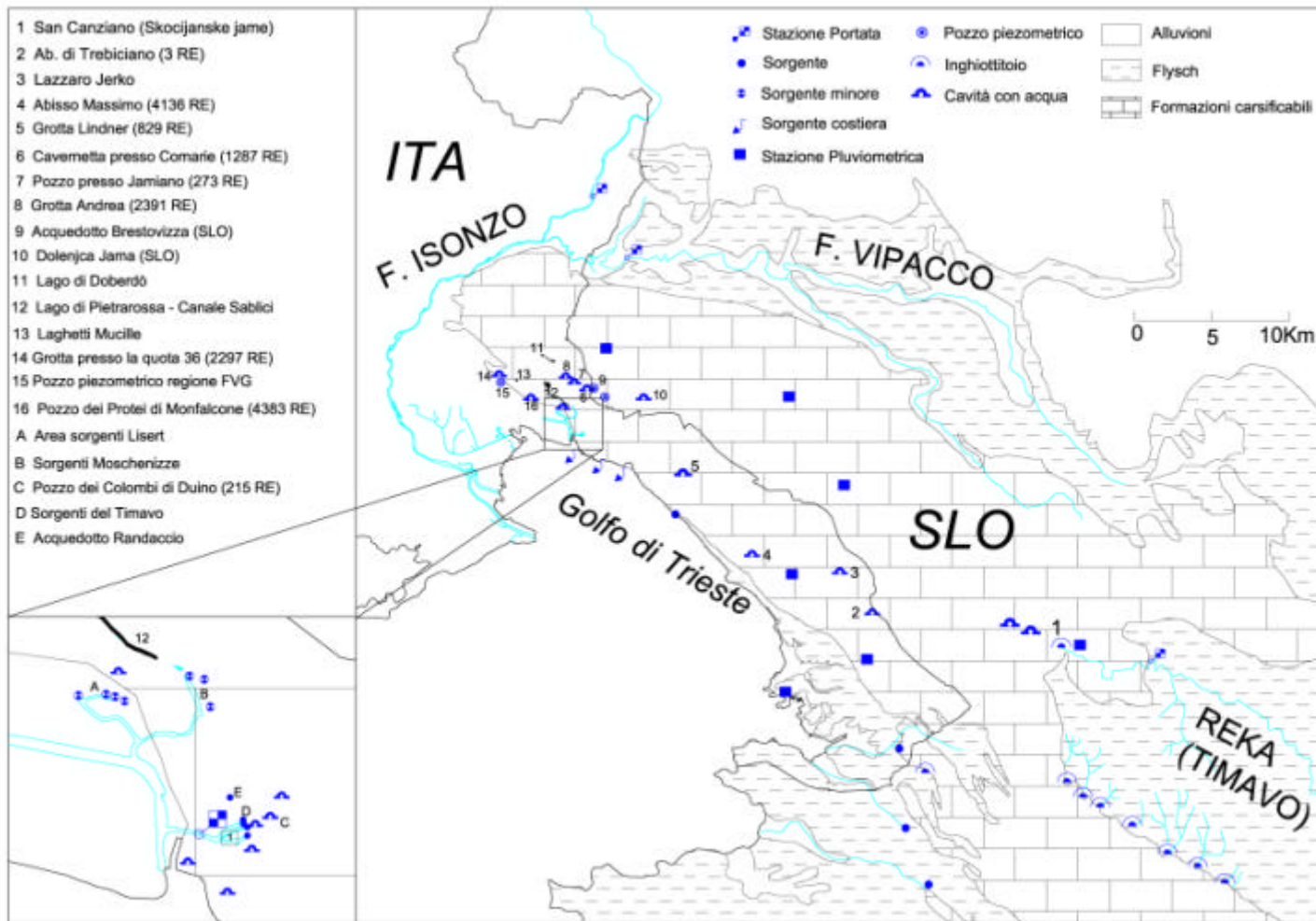
Caratteristiche geologiche generali

I caratteri idrogeologici del Carso

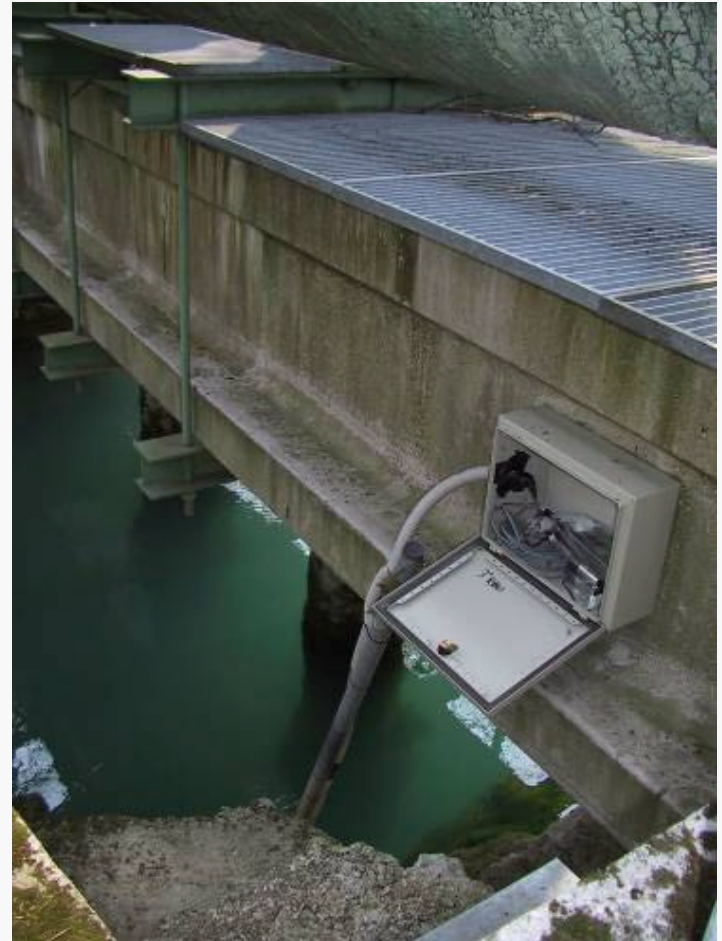
Il sistema sorgentifero

Punti di monitoraggio

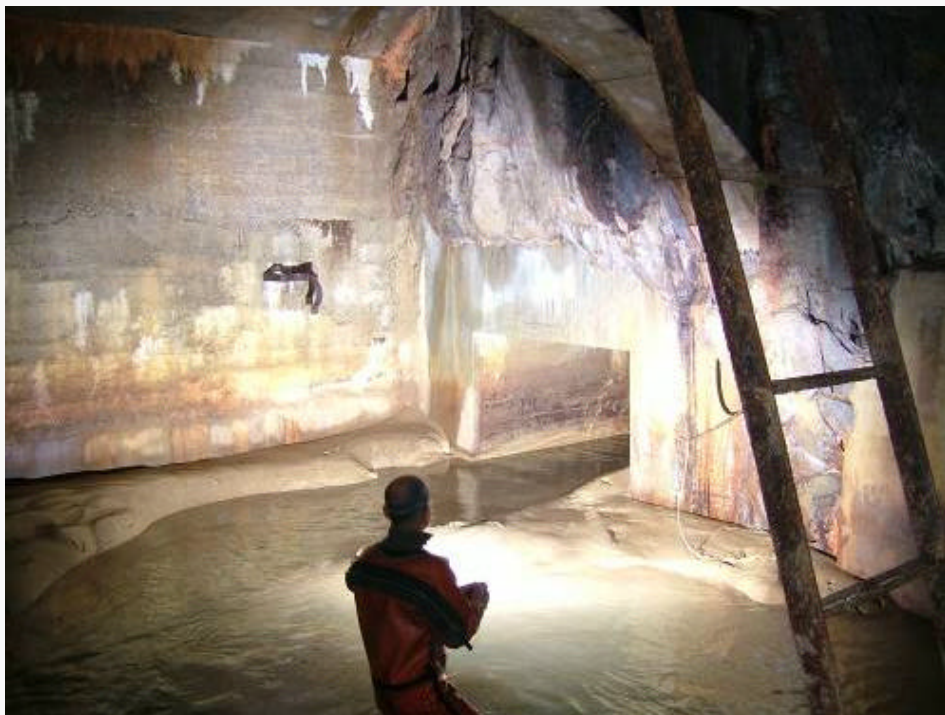
Punti acqua monitorabili

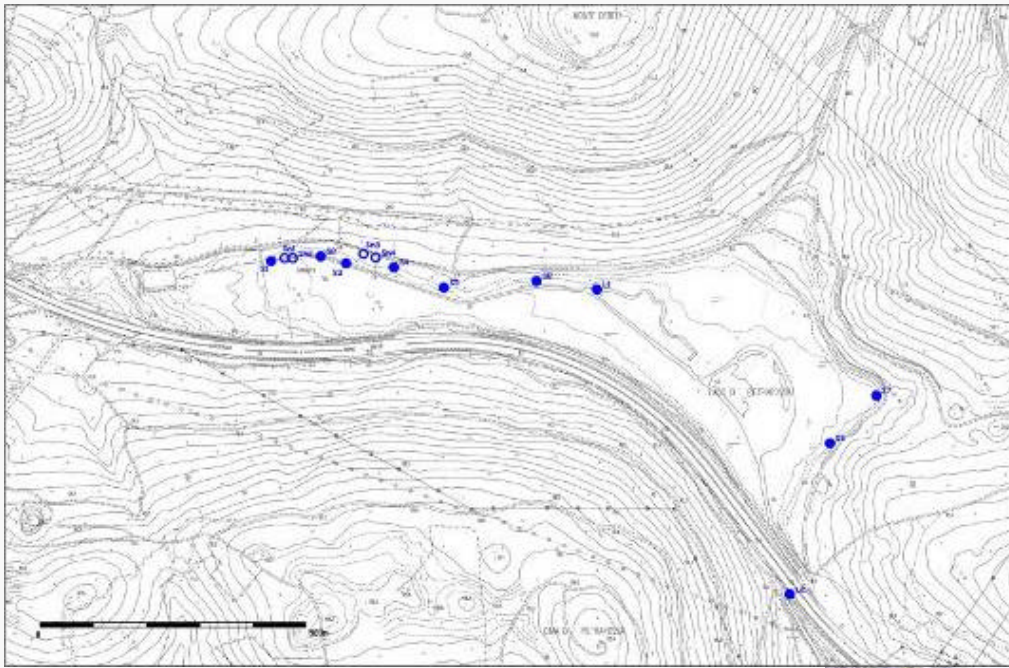


Punti di monitoraggio
nelle Grotte di San Canziano
e presso il 2° ramo della Risorgive di S.Giovanni di Duino



Punto di monitoraggio presso le Sorgenti di Aurisina





Sorgenti e punto di monitoraggio (presso l'emissario) del Lago di Pietrarossa



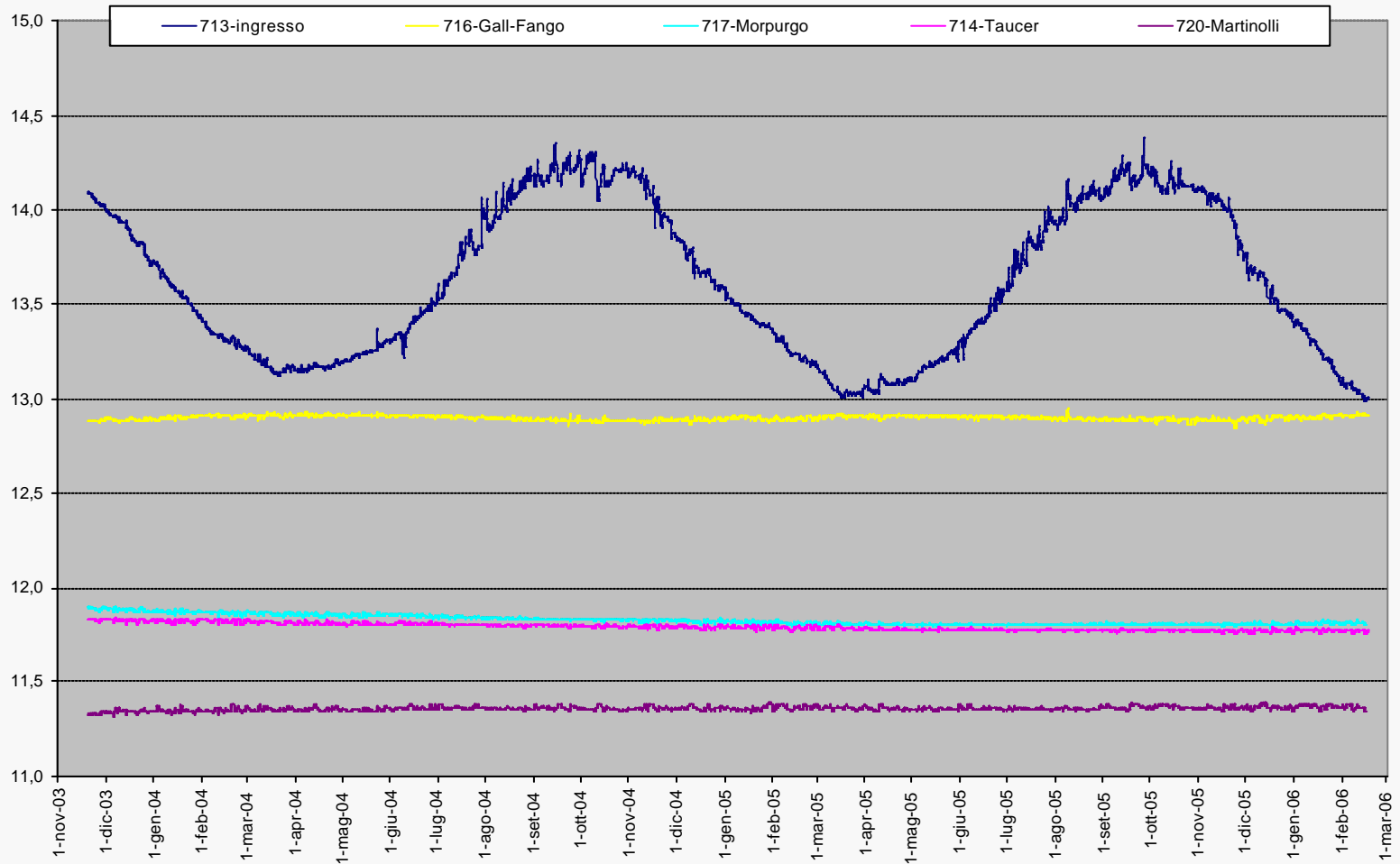
Monitoraggio in piezometro posto nei pressi del Lago di Doberdò



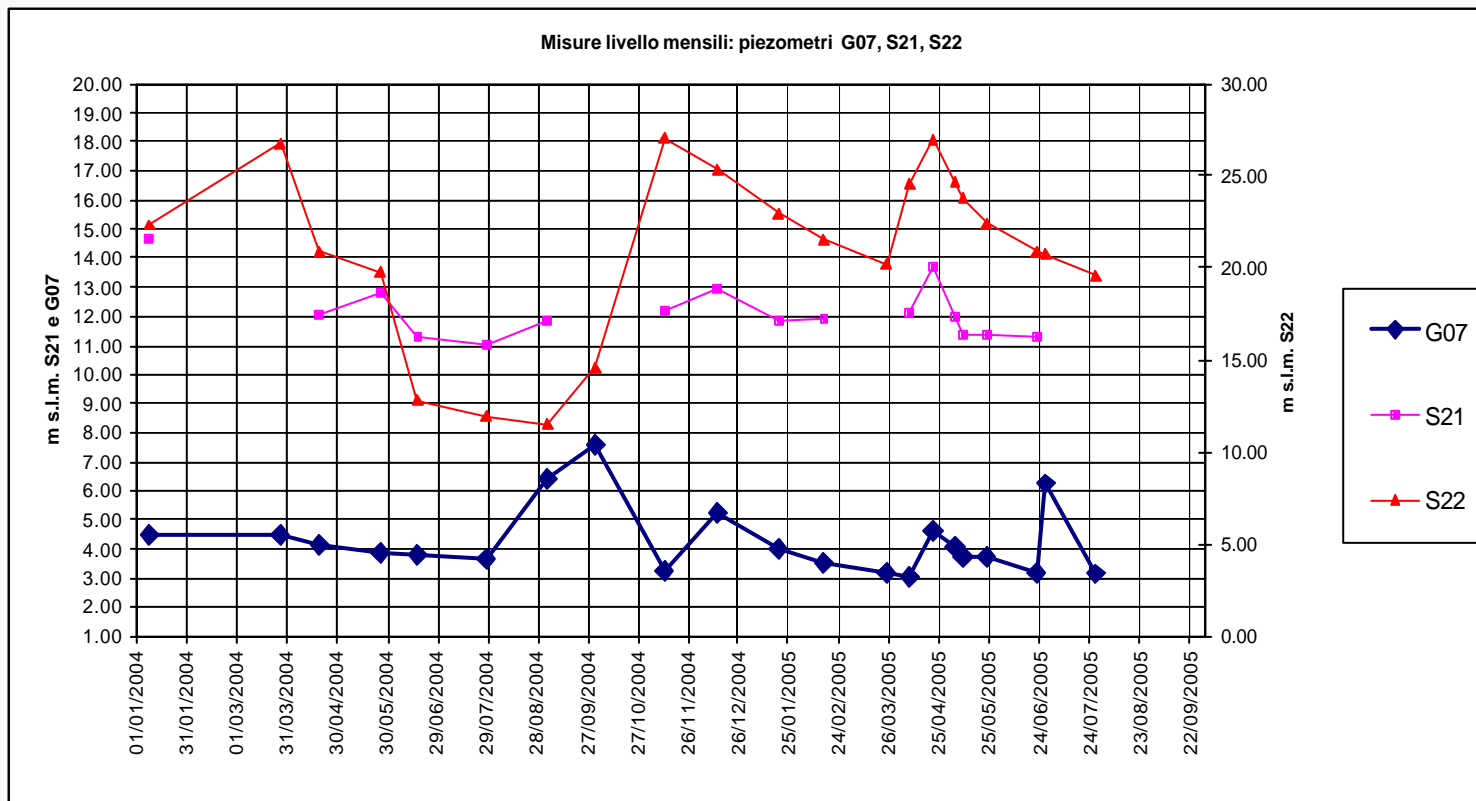
Monitoraggio in piezometro posto nei pressi delle Sorgenti del Lisert



Temperature dell'aria all'interno della Grotta Oniria (G. Savi)



L'andamento della falda nei diversi piezometri spesso non è correlabile



Geochemica di precipitazioni e acque di falda

