

# ESCURSIONE NEL CARSO CLASSICO

## Il Carso Classico

Il termine Carso (Kras in sloveno e Karst in tedesco) deriva dalla parola Kar di origine preindoeuropea, che significa roccia, pietra. Si tratta di un'anticlinale, cioè una piega a gobba, allungata in direzione nord-ovest sud-est situata in una vasta area ripartita fra Slovenia, Croazia e Italia. La parte italiana è conosciuta come "Carso triestino" ed è limitata a NO dalle alluvioni dell'Isonzo, a NE dal tratto finale del Vipacco, a SE dal solco della Val Rosandra e a SO dall'Adriatico quindi, la parte rimasta entro i nostri confini politici, abbraccia, oltre all'intera provincia di Trieste, anche parte di quella di Gorizia. Il territorio non italiano del Carso si estende a sud verso l'Istria e la Dalmazia settentrionale e a nord-est verso la zona di Postumia e la Selva di Tarnova, fino alla pianura di Lubiana.

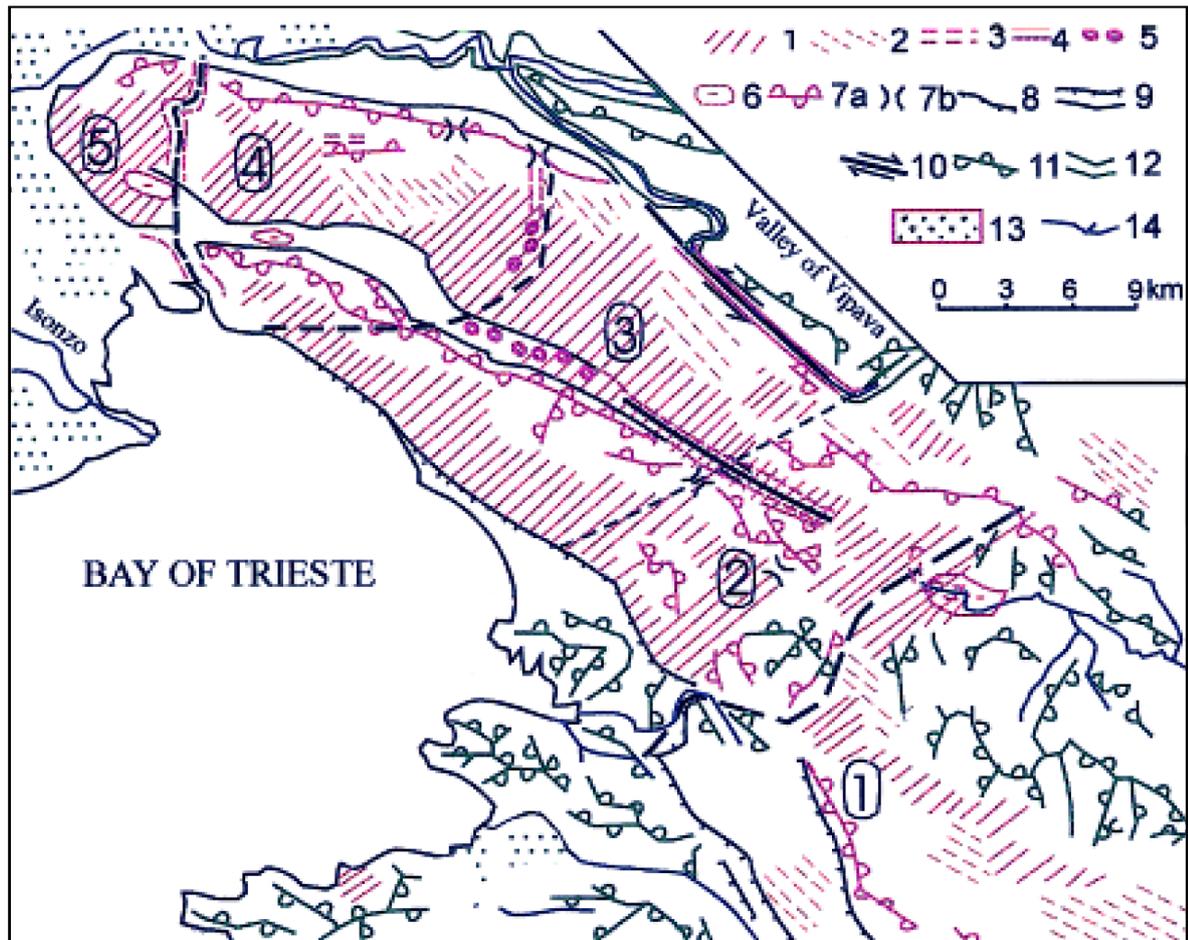
Il Carso è rappresentato da fenomeni molto tipici, legati alle caratteristiche chimiche e strutturali delle rocce e all'azione di modellamento da parte degli agenti atmosferici sulle rocce stesse. Il fenomeno carsico non è limitato alla regione geografica sopra citata, ma si estende su vaste aree del bacino del Mediterraneo ed extraeuropee dove i fenomeni sono anche più intensi ed importanti di quelli che si osservano sul Carso propriamente detto. In realtà la notorietà di questa zona è dovuta al fatto che qui sono stati studiati per primi, con criteri rigorosamente scientifici, questi fenomeni. Per questo motivo il termine "carsismo" è stato adottato dalla Geologia ufficiale per definire qualsiasi territorio che presenti caratteristiche geologiche e morfologiche tipiche di questa regione.

La zona fu esplorata per la prima volta in modo sistematico nel decennio che va dal 1670 al 1680 dal barone Johann Valvasor, uno scienziato dilettante che visitò 70 grotte lasciando dettagliate relazioni e illustrazioni che in seguito vennero pubblicate in quattro corposi volumi. Alcuni anni più tardi il matematico Joseph Nagel fu incaricato dalla corte di Vienna di esplorare e cartografare le principali caverne presenti sul territorio dell'Impero austroungarico. Egli studiò le grotte slovene del Carso tracciandone il rilievo ed eseguendo schizzi che tuttavia non furono mai resi pubblici.

Sia Valvasor sia Nagel dedicarono particolare attenzione alla sua più famosa grotta, la Adelsberger Grotte, divenuta poi Postumia e quindi Postojna Jama, quando la Jugoslavia, dopo la seconda guerra mondiale, si annesse gran parte del territorio carsico che era stato italiano. Questa grotta era nota da lungo tempo e già nel XIII secolo aveva attratto i viaggiatori per il suo ingresso imponente dal quale sgorgavano le acque spumeggianti del fiume Piuca. L'interesse della grotta era dovuto quindi più a motivi turistici legati alla posizione geografica lungo la strada che collegava Vienna all'Adriatico che a quelli scientifici.

Gli studi organici del fenomeno carsico e le attività speleologiche con marcato carattere scientifico ebbero inizio nella prima metà del 1800 per opera di alcuni scienziati triestini fra i quali vanno ricordati Giovanni Svetina, Antonio Hanke, Federico Müller e Giuseppe Marini. L'altopiano triestino diventò quindi un campo di interessi naturalistici nel quale, al fascino dell'impresa sportiva (una specie di alpinismo alla rovescia), si accompagnò la ricerca scientifica. La speleologia infatti vide la luce proprio sul Carso oltre un secolo e mezzo fa ed oggi è diffusa in tutto il mondo.

*(tratto da un testo di Antonio Vecchia, corretto ed adattato)*



*Legend to the geomorphologic drawing*

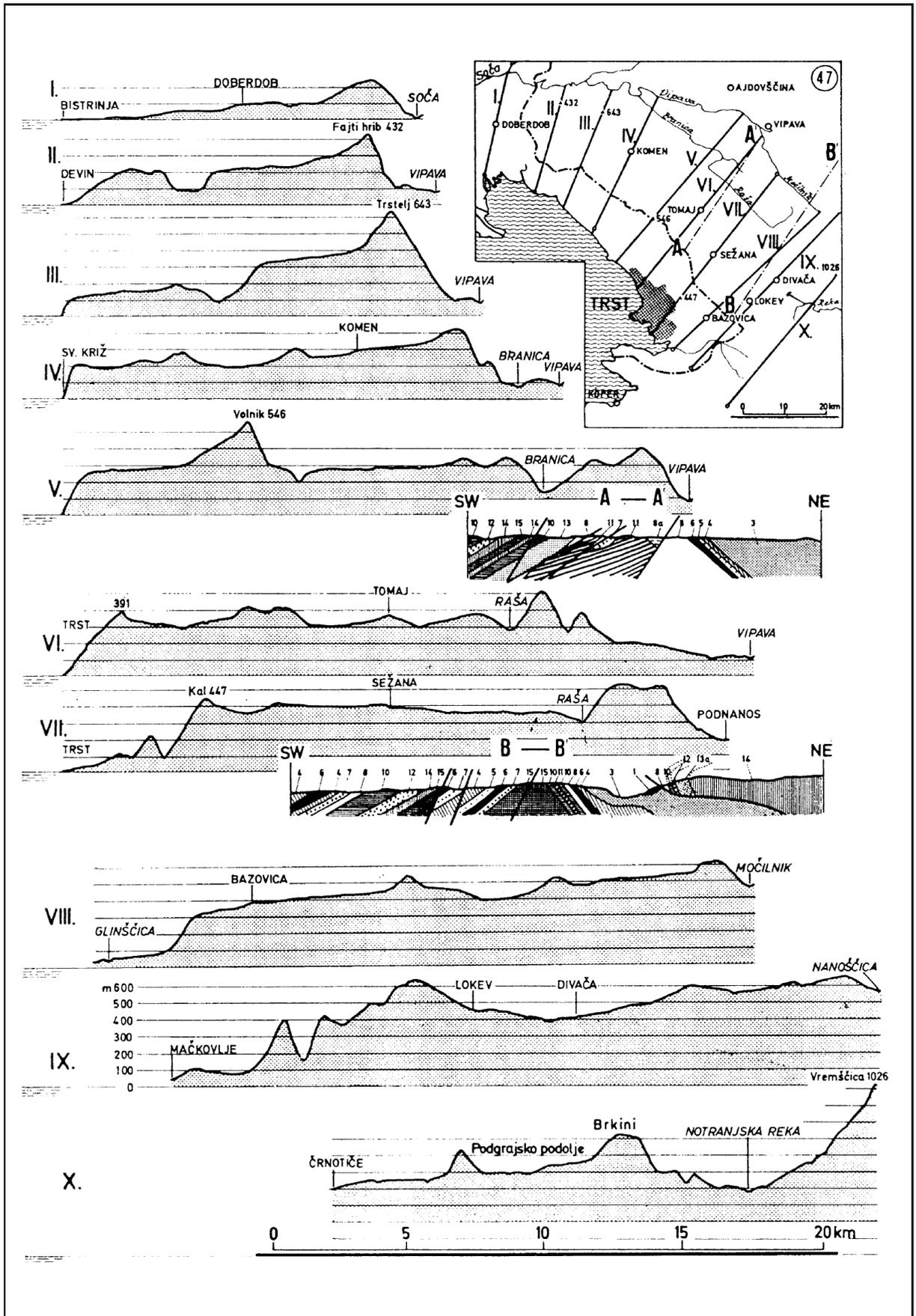
*Corrosion forms: 1 - karst plain; 2 - dissected karst plain; 3 dry valley; 4 - gorge, valley; 5 - series of dolines and elongated closed depressions; 6 - larger closed basins;*

*Poligenetic forms: 7a - ridge in carbonate rock; 7b - gorge breaking through a hill chain;*

*Tectonic forms: 8 - escarpment; 9 - half-graben-like depression, dissected karst depression; 10 - horizontal slip along the fault line;*

*Erosion-denudation forms: 11 - ridge in impermeable rock; 12 - river valley; 13 alluvial plain; 14 - river, stream.*

*Figura tratta da GAMS (1998)*



*Cross-profiles and geological structure of the Kras.*

*Geological profile: 1. Quaternary, 3 - 6. Tertiary, 7 - 13. upper Cretaceous, 14 - 16. lower Cretaceous.*

*3 - flysch, 8a - 11: calcareous shales with flints, 12. littoral formations, 13a - 14. dolomite.*

*The rest - limestone: 6. Cosina formation, 7. Danian, 8. Senonian, 9 - 11. Turonian, 12 - 14.*

*Cenomanian limestone. (According to: M. Pleničar, Stratigrafski razvoj krednih plasti na južnem Primorskem. Geologija 6, Ljubljana 1961).*

*Figura tratta da GAMS (1998)*

## **Lineamenti geologici del Carso triestino**

Il Carso triestino presenta confini determinati da situazioni geologiche che permettono di identificarlo come l'area limitata a N e NE dalla sinclinale del Vipava/Vipacco, a S e SE dalla sinclinale della Val Rosandra e del Reka (Timavo superiore), a SW dal Golfo di Trieste e dalla Formazione del Flysch, ed a NW dalla pianura alluvionale dell'Isonzo. L'aspetto di questa regione, così come si presenta oggi, è il risultato di una lenta ma continua evoluzione morfologica che ha interessato le rocce carbonatiche che la costituiscono e che a sua volta è conseguente all'origine ed alla composizione delle rocce stesse, ed alle vicissitudini geologiche che queste hanno subito nel corso del tempo. Il Carso triestino è costituito da rocce sedimentarie carbonatiche (prevalentemente calcari, calcari dolomitici e dolomie) di origine marina, derivate in massima parte dall'accumulo di resti scheletrici di organismi marini o da prodotti della loro attività biologica (biocostruzioni), depositatisi in un mare poco profondo e dalle caratteristiche generalmente simili a quelle attualmente riscontrabili in analoghi ambienti tropicali, nel lasso di tempo compreso tra il Cretaceo inferiore e l'Eocene medio. Pur permanendo, in linea generale, questa condizione di ambiente marino, numerosi sono stati i fattori (fenomeni di subsidenza, pulsazioni tettoniche, variazioni eustatiche) che hanno contribuito, nel tempo, a variarne le caratteristiche fisiche: l'area, in tal modo, si evolvette presentando, talvolta con carattere ripetitivo e/o ciclico, le caratteristiche tipiche di biotopi marini diversi (lagunare, scogliera, mare aperto). Ciò contribuì a determinare la ricchezza e varietà delle forme viventi, molte delle quali oggi conservate allo stato fossile e rinvenibili negli strati affioranti. La grande potenza raggiunta dalla lenta ma continua sedimentazione è stata resa possibile dal contemporaneo graduale abbassamento del fondale marino (subsidenza) a causa del peso del materiale che andava depositandosi. Successivamente a questa fase di prevalente dominio marino, l'area fu interessata da movimenti di sollevamento collegati alle spinte provocate dall'Orogenesi Alpina e le cui cause sono da ricercare nei movimenti reciproci tra zolle continentali contigue. Questo fenomeno, iniziatosi nel Triassico e tuttora non conclusosi, si verificò con momenti di maggiore intensità ed effetti durante l'Oligocene ed il Miocene, determinando le caratteristiche strutturali dell'area, sia in forme macroscopiche (Anticlinale del Carso, faglie) sia in quelle a scala più piccola (fratture), che interessarono la compagine rocciosa calcarea influenzando i fenomeni di carsismo epigeo ed ipogeo che cominciavano a manifestarsi successivamente all'emersione dell'area. Determinante per l'evoluzione dei fenomeni carsici fu la scomparsa della coltre protettiva marnoso-arenacea (Formazione del Flysch) che copriva i sottostanti calcari. Questa formazione, oggi osservabile ai margini del Carso triestino e di cui in alcuni settori ne costituisce il naturale limite, trae origine da una sedimentazione influenzata da apporti terrigeni dovuti alla vicinanza di terre emerse ed avvenuta durante l'ultima fase di dominio marino, prima della definitiva emersione; la sua scomparsa è legata a fenomeni di scivolamento gravitativo, dovuti all'innalzamento dell'area, ed erosivi.

## **Carsismo: le concrezioni**

I fenomeni carsici sono legati all'azione dissolutiva che l'acqua esercita sui calcari, sia in superficie (carsismo epigeo) che in profondità (carsismo ipogeo). La superficie calcarea viene così modellata nelle forme tipiche dei paesaggi carsici sia nelle macroforme (doline, campi solcati o Karrenfeld) sia nelle piccole forme di corrosione (vaschette di corrosione o Kamenitze, scannellature o Rillenkarrren, solchi a doccia o Rinnenkarrren, fori di dissoluzione, crepacci carsici). I vani sotterranei (cavità o grotte) sono altresì il risultato dell'azione corrosiva dell'acqua in profondità e ben caratterizzano le regioni calcaree. Anche tutte le forme di concrezione (stalattiti, stalagmiti, colonne, coltrine, colate cristalline, dighe calcitiche o gours) presenti nelle cavità sono dovute all'azione dell'acqua. Il Carbonato di Calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), insolubile nell'acqua, viene attaccato dall'acqua meteorica ( $\text{H}_2\text{O}$ ) contenente disciolta Anidride Carbonica ( $\text{CO}_2$ ) presente nell'atmosfera: ciò ne provoca la trasformazione in Bicarbonato di Calcio ( $\text{Ca}_2\text{HCO}_3$ ), che dalla superficie scende in profondità sino ad intercettare una cavità. L'Anidride Carbonica, a contatto con l'atmosfera del vano, evapora consentendo la precipitazione di Carbonato di Calcio che, insolubile, permette il formarsi di strutture concrezionarie.

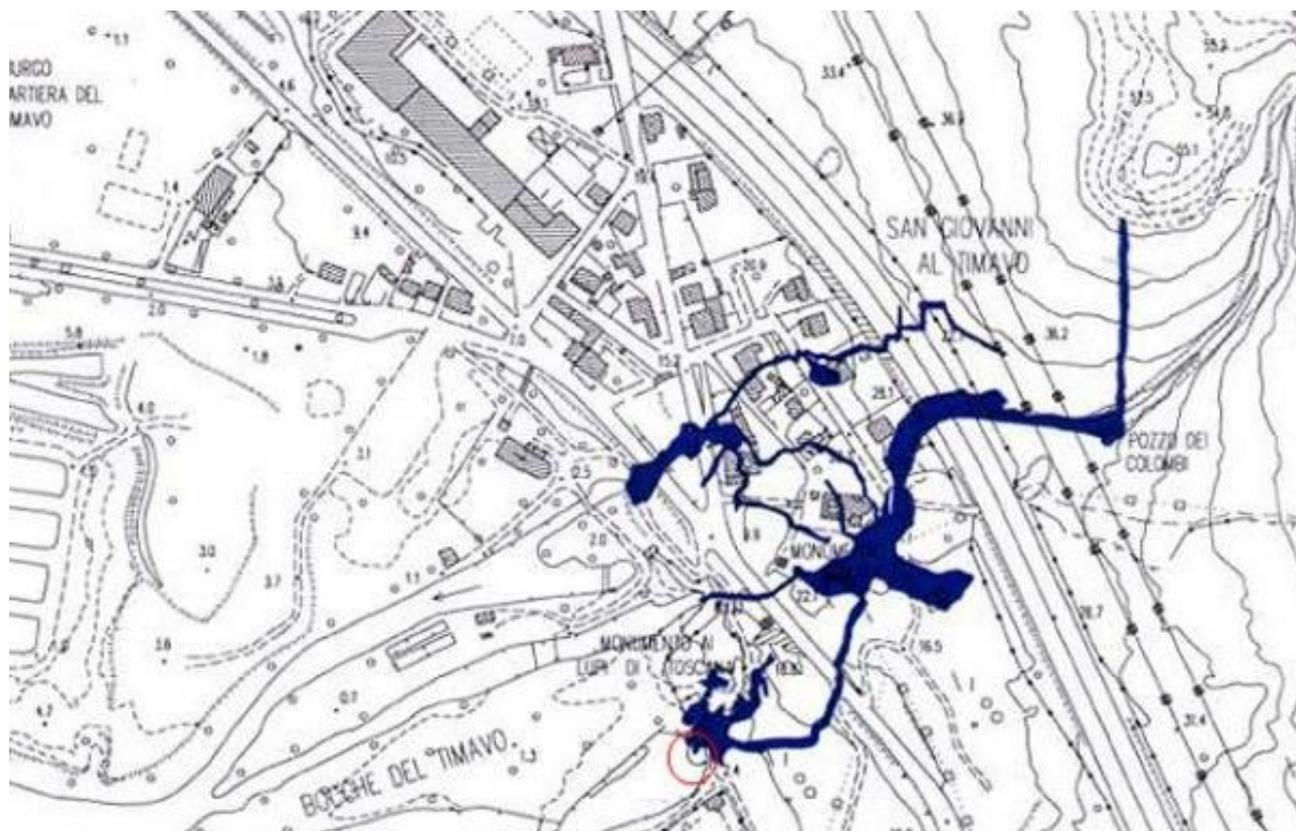
*(da un testo di R. Ferrari, Soc. Adriatica di Speleologia - Trieste <http://www.sastrieste.it/SitoSAS/Viva3.html>)*

# Stop 1: Risorgive del Fiume Timavo

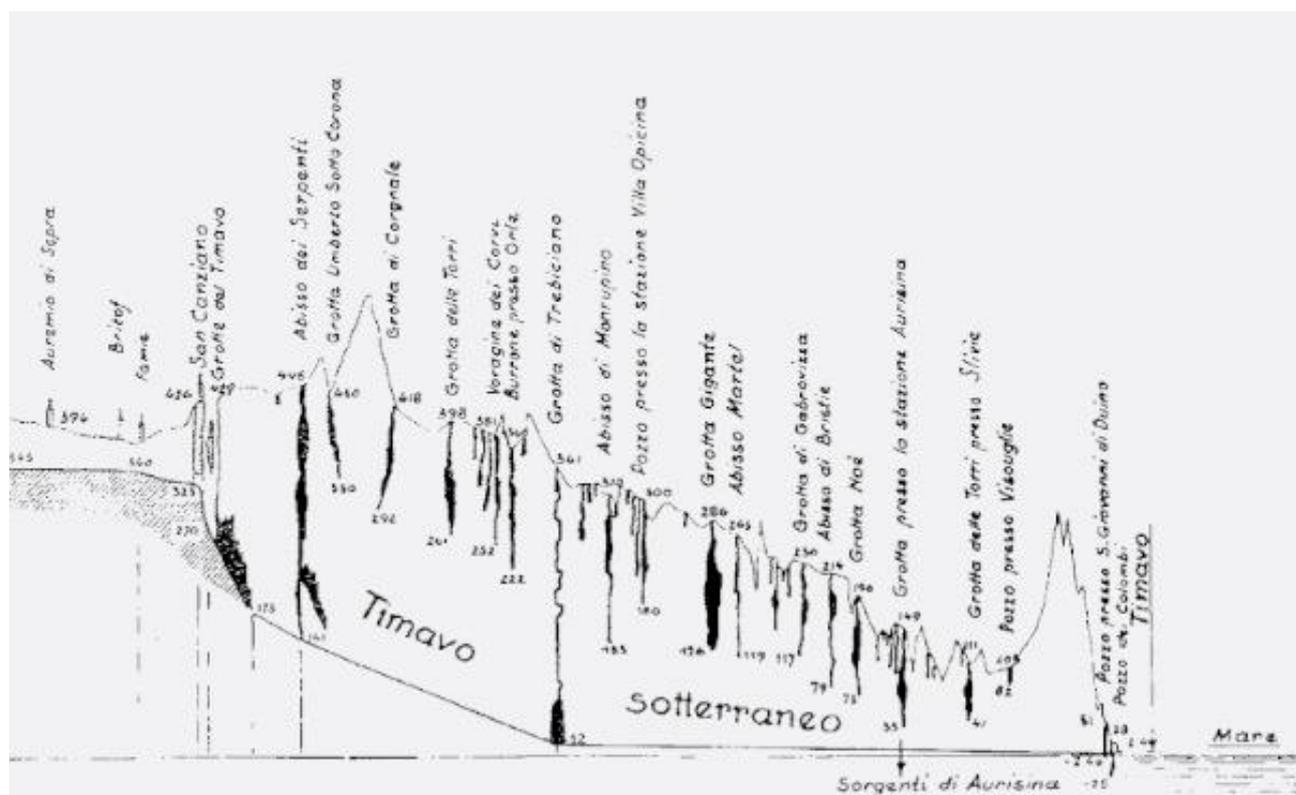
Scheda tratta da "I Geositi del Friuli Venezia Giulia" <http://www.geoscienze.units.it/geositi/index.html>

Coordinate GB	X: 2410427.00000	Y:5071384.00000
Quota	Min: -82.00	Max:15.00
Località	San Giovanni di Duino	
Fotografie	<b>Fotografie e schemi del geosito</b>	
Grado di interesse	Sovranazionale	
Interesse primario	Geomorfologia	
Interesse secondario	Naturalistico,Paesistico,Storico,Carsismo,Idrogeologia	
Esposizione naturale	Sì	
Esposizione artificiale	No	
Geosito panoramico	No	
Visibile da lontano	No	
Accesso	Automobile (Facile) - A Piedi (Facile)	
Periodo di visita	Tutto l'anno.	
Note	Sono vietate le immersioni subacquee e speleosubacquee.	
Stato di conservazione	<b>Medio</b>	
Tipo Paesaggio	Paesaggio della Bassa Pianura	
Tipo Amb. Paesaggistico	Bassa Pianura delle Bonifiche a Scolio Naturale	
Note vincoli zonazione	Il geosito è, quasi interamente: Sito di Importanza Comunitaria e Zona di Protezione Speciale; in gran parte è anche Zona Umida. Tipo di Paesaggio: della Bassa Pianura, del Carso e della Costiera Triestina. Tipo Ambiente Paesaggistico: Bassa Pianura delle Bonifiche a Scolio Naturale, Carso Triestino.	
Proposta tutela	Consigliabile	
Descrizione del degrado		
Descrizione	<p>Le Risorgive del Fiume Timavo fanno parte dell'esteso areale sorgentifero del Carso Classico, una ventina di chilometri quadrati, che comprende anche i laghi di Doberdò e di Pietrarossa, le paludi di Sablici, le sorgenti del Moschenizza-Locavaz, le sorgenti del Lisert e del Sardos-Randaccio. Si tratta di acque che provengono da acquiferi diversi ma interconnessi, con una portata complessiva media stimabile in 40 mc/s, massima di circa 175 mc/s.</p> <p>L'acquifero carsico è alimentato oltre che dal Timavo, dalle acque locali e, specie in magra, dai fiumi Isonzo e Vipacco che lambiscono molto più a Nord il massiccio carsico.</p> <p>A San Giovanni di Duino le risorgive del Timavo consistono in quattro polle raccolte in tre rami da cui fuoriescono gran parte delle acque del bacino carsico: in media 35 mc/s, con minime di 10 mc/s e massime di 150 mc/s. A monte delle risorgive si estende un articolato sistema di cavità allagate chiamato "Complesso del Timavo".</p> <p>L'area ove vengono alla luce le acque ipogee ha caratteristiche geologiche particolari che nel tempo hanno favorito la localizzazione e la genesi del complesso ipogeo delle risorgive.</p> <p>Sinteticamente fra le concause vanno considerate:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- il confinamento litologico laterale dei termini calcarei, dato da flysch a meridione e da dolomie a settentrione;</li> <li>- l'evoluzione tettonica, antica e recente, che ha conferito all'area minor energia di rilievo rispetto a quelle a monte;</li> <li>- la miscelazione di acque provenienti da bacini diversi con acque salmastre, salate e termali;</li> <li>- le variazioni del livello di base.</li> </ul> <p>Indagini speleosubacquee eseguite negli anni 1990-1993 (il Progetto Timavo ha</p>	

	<p>coinvolto studiosi e speleosubacquei di diverse nazionalità) hanno messo in luce un sistema di cavità allagate che sono state rilevate fino a -82 metri dal livello del mare e per più di 1500 metri di sviluppo. Il percorso ipogeo del fiume dovrebbe avere uno sviluppo totale di almeno 70-80 km, con frequenti variazioni di direzione dei deflussi preferenziali.</p> <p>In particolare, il Timavo nasce sulle pendici del M. Dletvo al confine fra la Slovenia e Croazia, con il nome Reka, e scorre per 40 km su terreni torbiditici (flysch) fino all'area di San Canziano ove viene inghiottito in un maestoso complesso di gallerie sotterranee (Skocjanske Jame). Appena 6 km a valle le sue acque percorrono le gallerie più profonde dell'Abisso dei Serpenti (Kacna Jama) a circa 90 m s.l.m. Ancora più a valle, 15 km in linea d'aria secondando una direttrice SE-NO, altre sue acque percorrono, a 12 m s.l.m. e per poche decine di metri, il fondo dell'Abisso di Trebiciano (3/17VG), cavità profonda 339 m che si trova circa 22 km a monte delle risorgive e, a 8 m s.l.m., la Grotta Lazzaro Jerko (2305/4737 VG), abisso di recente scoperta poco distante. Il tempo di percorrenza in piena è di circa due giorni. Il fiume percorre infine meno di 2 km e sbocca nel Golfo di Panzano (Mar Adriatico).</p>
<i>Giudizio</i>	<p>Le Risorgive del Fiume Timavo fanno parte dell'esteso areale sorgentifero del Carso Classico. Si tratta di acque che provengono da acquiferi diversi ma interconnessi: l'area ove vengono alla luce ha caratteristiche geologiche particolari, che nel tempo hanno favorito la localizzazione e la genesi del complesso ipogeo delle risorgive.</p>
<i>Commenti aggiuntivi</i>	<p>E' facilmente accessibile in quanto le risorgive emergono a ridosso della Strada Statale. La visita è resa agevole da facili tracciati e ponticelli, che si snodano attraverso l'articolato sistema sorgentizio.</p> <p>L'eccezionalità del fenomeno naturale che vede riemergere da tre bocche principali le acque carsiche del Timavo, hanno fatto sì che fin dall'antichità quest'area sia stata permeata da sacralità e fatta oggetto di culto.</p> <p>Negli immediati dintorni delle Risorgive sono presenti beni ad elevato interesse storico e archeologico come la chiesa paleocristiana di San Giovanni in Tuba, i resti ben conservati di un "mansio" (stazione romana), i resti dell'importante via Gemina, strada romana che collegava l'Istria e Tergeste con Aquileia, la Grotta del Mitreo (vedi geosito dedicato) e, sommersi, i resti dell'antico porto fluviale, il monumento ai caduti della I Guerra Mondiale. Il tratto, anche se antropizzato per le opere di captazione dell'acquedotto di Trieste, ha suggestiva bellezza.</p>
<i>Bibliografia</i>	<p>AA.VV. (1994) - Progetto Timavo. Atti e Memorie della Commissione Grotte E. Boegan, Vol. XXXI, 1992-1993, Trieste, 23-156.</p> <p>CUCCHI F. &amp; PUGLIESE N. (2002) - Sosta 2.2 Risorgive del Fiume Timavo. In: SOCIETÀ GEOLOGICA ITALIANA (a cura di), coord. VAI G.B., VENTURINI C., CARULLI G.B. &amp; ZANFERRARI A., (2002) - 9 Itinerari. Alpi e Prealpi Carniche e Giulie - Friuli Venezia Giulia. Guide Geologiche Regionali. Società Geologica Italiana, BE-MA editrice, Milano, 136-137.</p> <p>GERDOL S. (2001) - Carso, nel cuore d'Europa, affacciato sul mare, un antico mondo da scoprire (CD ROM). P. O Interreg 2 - Comune di Trieste.</p>



P. Guglia - In: AA.VV., 1994 - Complesso delle risorgive del Timavo



Eugenio Boegan (1938) - Percorso ipogeo del F. Timavo



*Google Earth - Le tre bocche del Timavo*

## Stop 2: Grotta di San Canziano-Škocjanske Jame

Le Grotte di San Canziano (Škocjanske Jame in sloveno), si trovano sul Carso, a 3 km da Divaccia (Divača) in Slovenia e a 15 chilometri dal confine di Trieste.

Le grotte furono scoperte nel 1823 ed aperte al pubblico nel 1884, quando il club Alpino Tedesco-Austriaco fece scavare dagli scalpellini i primi sentieri nella roccia della grotta. Negli anni successivi sono state aperte nuove vie, meno tecniche e progressivamente rese sempre più accessibili anche al turismo di massa. Attualmente la visita guidata del sistema carsico (seppur leggermente impegnativa, e della durata di circa un'ora e mezza) è possibile a chiunque, senza particolari difficoltà.

Queste grotte costituiscono uno dei fenomeni più caratteristici del Carso. Sono state dichiarate area protetta nel 1981 ed il 25 novembre del 1986 sono state inserite nel registro del patrimonio mondiale tenuto dall'Unesco.

Si tratta di un complesso di gallerie e caverne lungo oltre 5 chilometri, ricoperto da stalattiti e stalagmiti scavato, nel corso di milioni di anni, dal fiume Reka. Le grotte di San Canziano sono il luogo dove il Reka scompare nel sottosuolo, per riemergere 34 km più a valle con il nome Timavo, e sfociare quindi nel golfo di Trieste, a San Giovanni di Duino.

I punti più rilevanti di San Canziano sono la Dolina Piccola, la Dolina Grande, la caverna preistorica, la Grotta del Silenzio, la Grotta Michelangelo e la particolare sala delle fontane, con le sue caratteristiche vasche di concrezionamento (gour). È presente inoltre una delle più grandi formazioni stalagmitiche del mondo (il Gigante), dell'altezza di 15 metri e che si stima abbia avuto bisogno di oltre 250.000 anni di accumulo di concrezioni calcaree per poter raggiungere le attuali dimensioni.

Nel percorso si deve anche attraversare uno dei più profondi canyon sotterranei del mondo (situato nella Grotta del Rumore), lungo più di un chilometro e mezzo, che si attraversa su un ponte sospeso a 45 metri di altezza.

### Morfologia del fiume e delle grotte

Il fiume bacino del fiume Reka si sviluppa sul flysch eocenico in corrispondenza della sinclinale di Brkini. Il bacino ha una superficie di 442 chilometri quadrati fino all'inghiottitoio di San Canziano. Il fiume Reka-Timavo scorre prima in una valle stretta che al contatto con il calcare si trasforma in una tipica valle fluviale di superficie. Dopo circa 2 km s'inabissa in una dolina di crollo sopra la quale era stata costruita l'antica fortezza di San Canziano; dopo essere penetrato nel canyon carsico (grotta Marinic), riappare in superficie nel fondo della Dolina Piccola (Mala Dolina). La Dolina Piccola è divisa dalla Dolina Grande (Velika Dolina) da un ponte naturale detto Okno (finestra) che sovrasta un breve canyon con due cascate, passate le quali il fiume sbocca nel fondo della Dolina Grande. In questa voragine circondata da strapiombi alti fino a 200 m, si trovavano diverse entrate di caverne laterali, delle quali le più conosciute sono la grotta Tominc con resti degli abitatori preistorici e la caverna Schmidl. E' qui che il fiume si inabissa formando un canyon sotterraneo. Attraversa rumorosamente la caverna Rudolf per raggiungere la caverna Svetina, profonda 100 m e alla cui destra si trova la grotta delle Fontane. Il fiume, attraversando con frastuono le numerose cascate, giunge alla caverna Müller dalla quale si entra nella parte turistica delle grotte passando sopra un ponte di ardita costruzione posto sopra il canale Hanke (costruito nel 1933). Seguono quindi le caverne Rinaldini, Putick e Martel, quest'ultima profonda 140 m e larga 100 m, dove il fiume si calma nel lago Morto e sparisce in un sifone. Riappare dopo qualche chilometro circa nella grotta dei Serpenti presso Divaca, dove scompare per risorgere a San Giovanni del Timavo presso Duino nel Golfo di Trieste, dopo un percorso sotterraneo di circa 40 km.

*(da Naravni Spomenik, Škocjanske Jame, Koper 1998 con adattamenti e correzioni)*

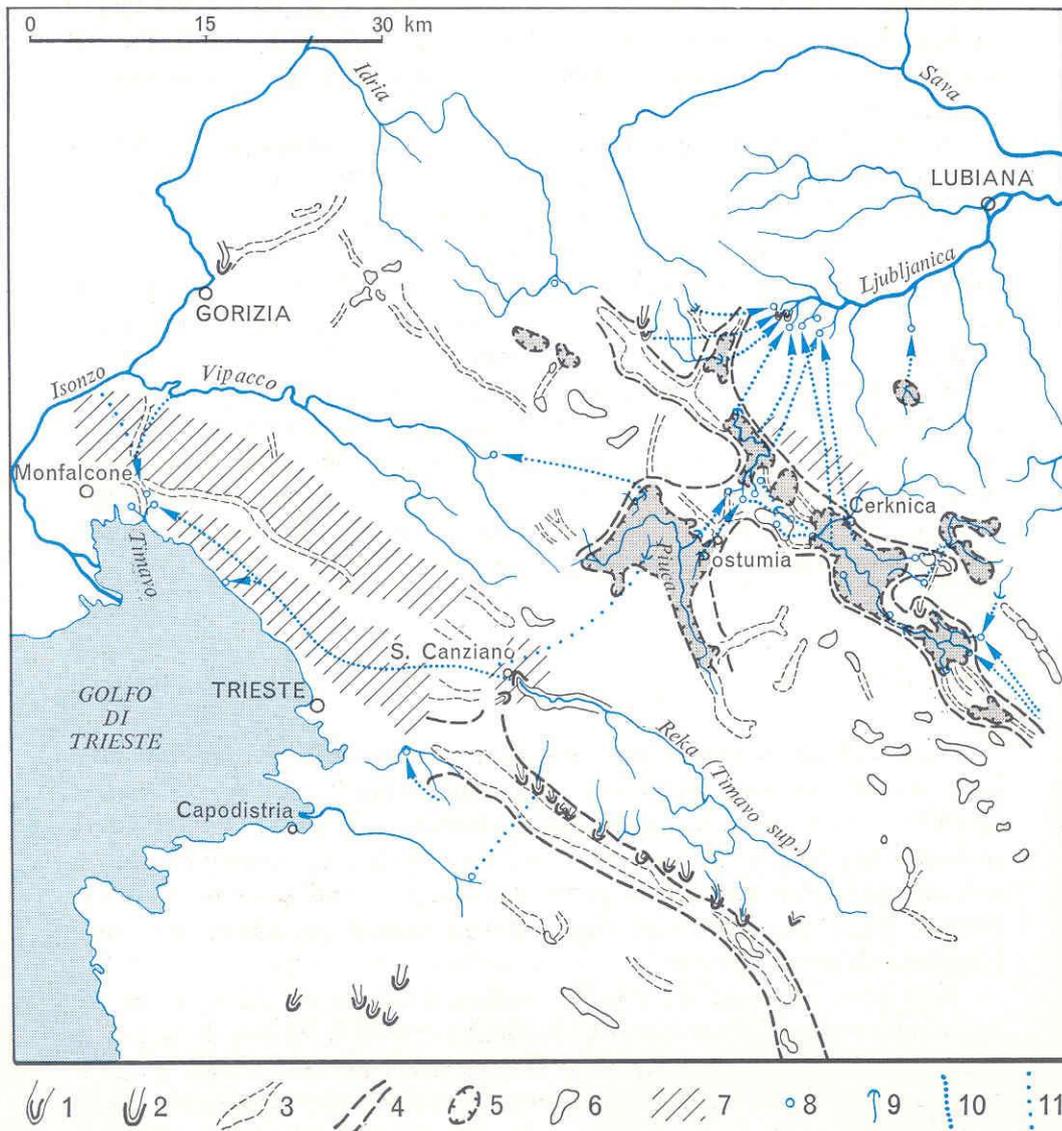


Fig. 9.11. Carta morfologico-idrogeologica del Carso (da I. GAMS, *Kras*, 1974, ridis. e semplif.). Si osservi come le principali forme (valli, polje ecc.) tendono ad allinearsi secondo la direzione NW-SE, dimostrando così di essere influenzate dalle condizioni tettoniche. Viene messa in risalto la rete delle connessioni idrografiche sotterranee fra le varie conche chiuse e i fiumi del bacino danubiano da un lato, e l'Adriatico dall'altro; uno dei percorsi sotterranei più lunghi è quello fra la valle del F. Reka e le sorgenti del Timavo.

1. Valle di sorgente (o *pocket valley*);
2. Valle cieca;
3. Valle secca;
4. Sistema di valli secche o altre depressioni carsiche;
5. Polje;
6. Uvala;
7. Superfici carsiche spianate;
8. Sorgente carsica;
9. *Ponor* (inghiottitoio);
10. Connessioni idriche sotterranee accertate;
11. Connessioni incerte o saltuarie.

Figura tratta da Castiglioni, 1978

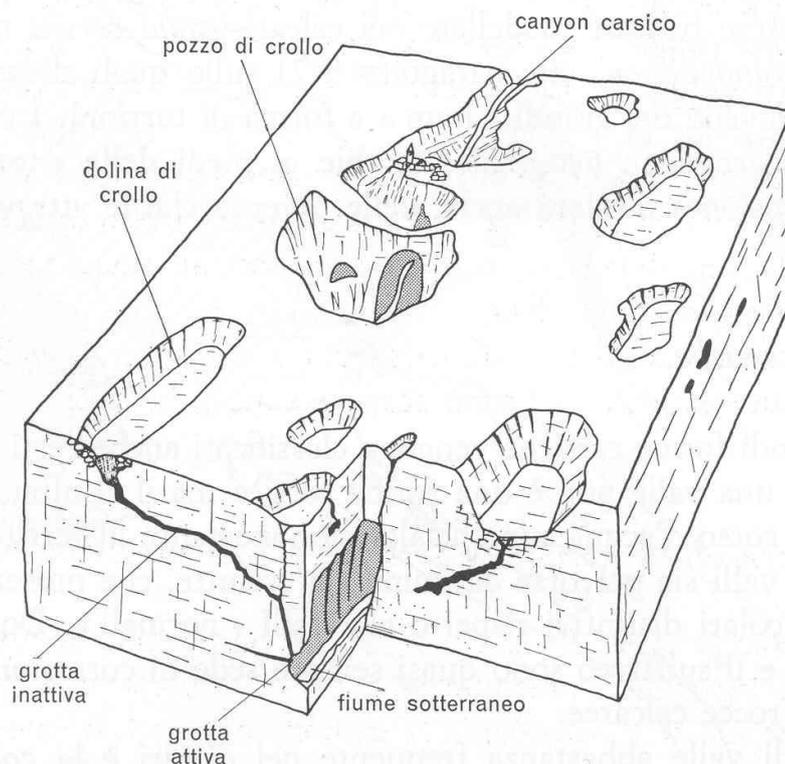


Fig. 9.12. Stereogramma della zona di S. Canziano, ove il fiume Timavo superiore (Reka) diventa sotterraneo (da E. W. BAUER, *Mondo senza sole*, Ed. Rizzoli, Milano 1971).

Il fiume Timavo superiore, proviene da un territorio costituito da rocce impermeabili (fiume allogenic), quando raggiunge i calcari scorre per un breve tratto sul fondo di una profonda gola (canyon carsico); entra poi in un ampio pozzo di crollo (finestra di crollo) passando al di sotto di un alto ponte naturale; infine si inabissa in una grande grotta (visibile nello spaccato, in basso). Le doline di crollo, riconoscibili ai due lati della grotta, sono localizzate in corrispondenza di antichi corsi sotterranei del fiume, ora abbandonati.

Figura tratta da Castiglioni, 1978

### La visita turistica

Per lungo tempo si è ritenuto che il fiume dovesse riapparire alle sorgenti del Timavo; questo fenomeno è più volte menzionato negli scritti degli storici antichi. Nell'anno 1599 padre Ferrante Imperato tentava, con l'impiego di natanti e galleggianti vari, di dimostrare il collegamento tra le Grotte e queste sorgenti; è questo il primo tentativo conosciuto al mondo di tracciare le acque sotterranee. Le prime testimonianze scritte di discesa a scopo turistico risalgono agli inizi del XIX sec. Nel 1819 Matteo Tominc, sotto il patronato del sindaco locale Jozef Mahorcic, ordinò di costruire un sentiero fino ad una grande cavità laterale nella parete della Dolina Grande. Le ricerche vere e proprie delle grotte ebbero inizio il 21 luglio 1839 quando un costruttore di pozzi, il triestino Giacomo Svetina, si addentrò per 300 m nella strettoia sotterranea della Dolina Grande. Le grotte sono state esplorate fino alle estremità della strettoia sotterranea nel 1893, mentre nel 1904 furono scoperte le grotte con le caratteristiche concrezioni carbonatiche della Grotta del Silenzio, agli inizi denominata Grotta delle Meraviglie.

La visita turistica delle grotte è limitata ad una parte del complesso, cioè a circa mezzo chilometro della grotta del Silenzio e ad altro mezzo chilometro del canyon sotterraneo del fiume Timavo (Grotta del Rumore) e della Dolina Grande.

Alle grotte si accede attraverso un passaggio sotterraneo, costruito 60 anni fa e lungo circa 140 m, raggiungendo l'estremità della grotta del Silenzio (Tiha jama) che è una lunga caverna laterale del canyon sotterraneo. La visita vera e propria inizia nella Grotta del Paradiso (con presenza di conche scavate dallo stillicidio delle acque), dove il passaggio si allarga e scende lungo il Calvario per giungere ad un livello più

pianeggiante. Per un basso e stretto passaggio si giunge nella parte più bella della grotta del Silenzio, la Caverna Grande (Velika dvorana) con un grande numero di speleotemi. Poco dopo, il tunnel inizia ad aprirsi gradualmente verso il canyon sotterraneo del fiume, dove si raggiunge la Grotta del Rumore con le altissime pareti delle caverne Müller e Svetina (100 m di altezza per 60 m di larghezza). Nella parte inferiore della caverna Müller, dove il canyon si restringe ancora in un canale dedicato ad Hanke, il fiume viene attraversato dal ponte Hanke, che nel 1933 sostituì l'originaria passerella, detta dei Gatti, i cui resti si possono tuttora scorgere 20 m più in alto, sotto il soffitto verso destra. Un sentiero, intagliato nella parete che sovrasta la riva destra del fiume, conduce nella Caverna Svetina e nella laterale Grotta delle Fontane (dvorana Ponvic), dove si trovano delle vaschette carsiche disattivate. Il percorso sale quindi quasi all'altezza del tetto della caverna Rudolf, in cui inizia il canyon dopo l'inabissamento del Reka, ed entra nella Caverna Schmidl, che è già illuminata dalla luce diurna e si affaccia sulla Dolina Grande. Si tratta di una dolina di crollo con pareti alte 160 m ed un diametro di circa 300m divisa da un ponte naturale detto Okno (finestra) dalla Dolina Piccola ad est, sottostante il villaggio di San Canziano.

Dalla Grotta Schmidl ci sono due possibilità di proseguimento: la prima, lungo la parete e la grotta Brucker, fino alla stazione inferiore dell'ascensore; la seconda attraverso la parte nord della Dolina Grande e la grotta Tominc, nota per gli scavi archeologici, attraverso il ponte Tommasini sovrastante le cascate del fiume e sotto il ponte naturale per finire sempre presso la stazione inferiore dell'ascensore. A 50 m dall'uscita dell'ascensore sulla destra, si trova un sentiero che porta in pochi minuti al belvedere da cui è possibile ammirare la Dolina Grande e la Dolina Piccola con la soprastante chiesetta di San Canziano.

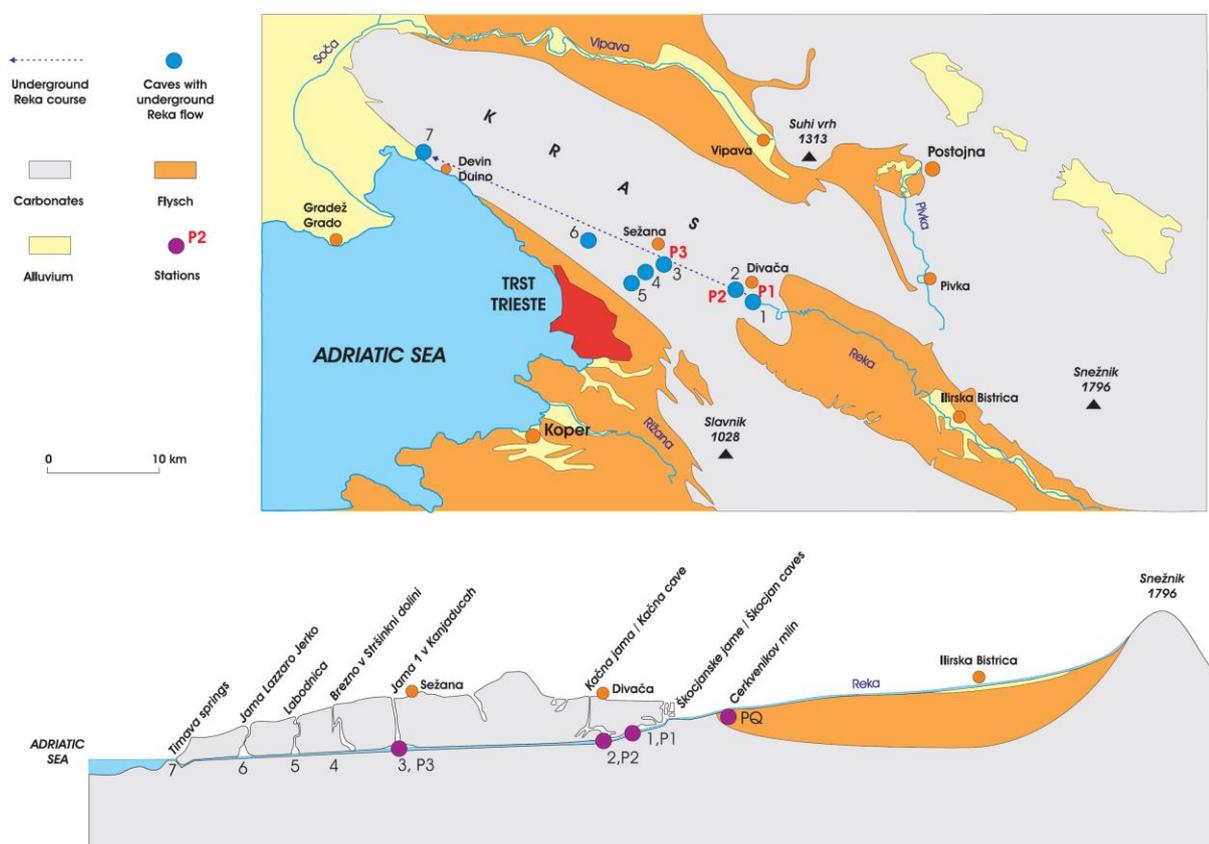
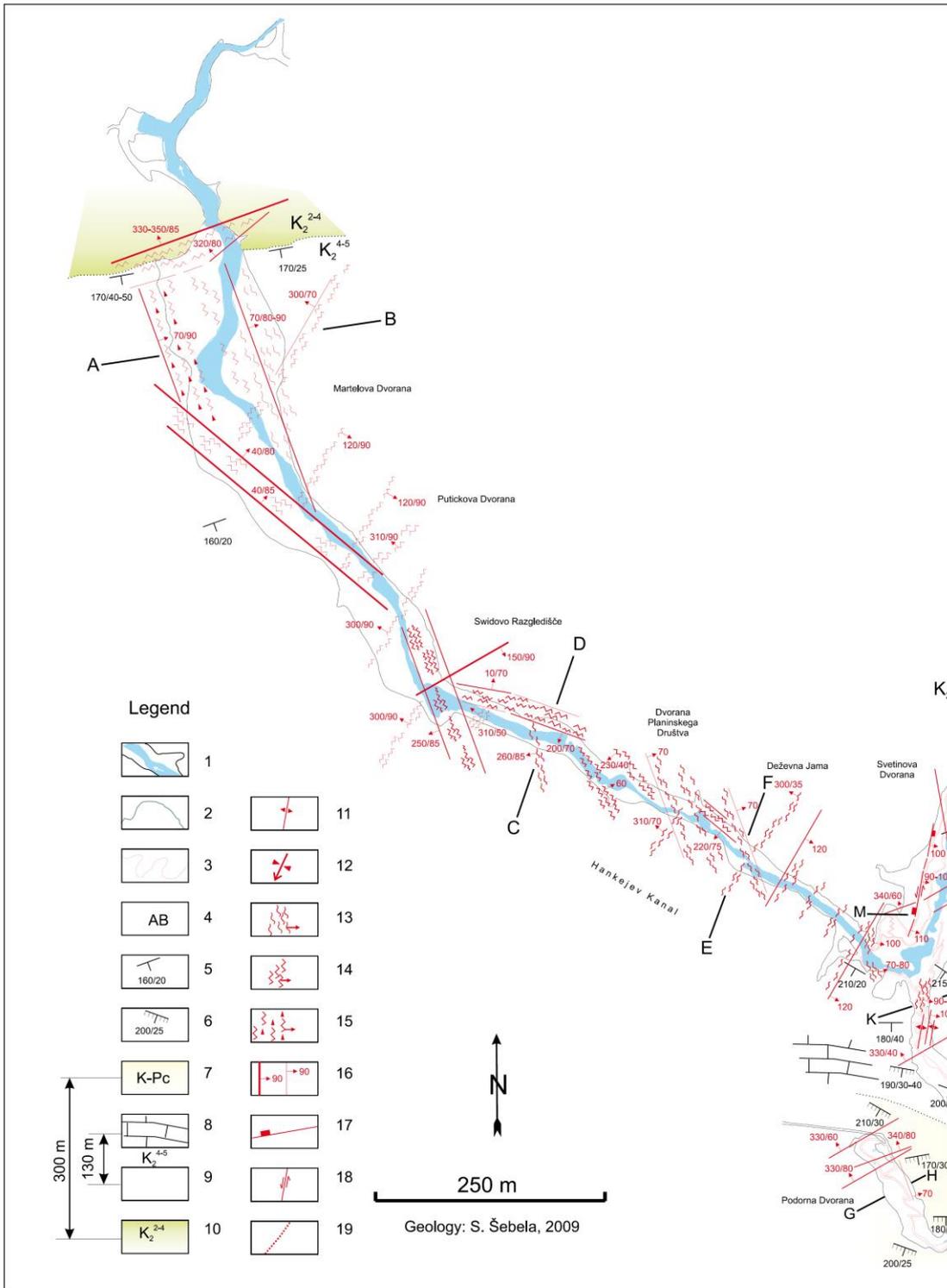


Fig. 1: Simplified map and cross-section of the Kras plateau with main geological formations, caves and measurement points presented in this study.

Figura tratta da GABROVŠEK & PERIC (2006)



Schema rappresentante il tratto dalla grotta Michelangelo alle grotte di San Canziano



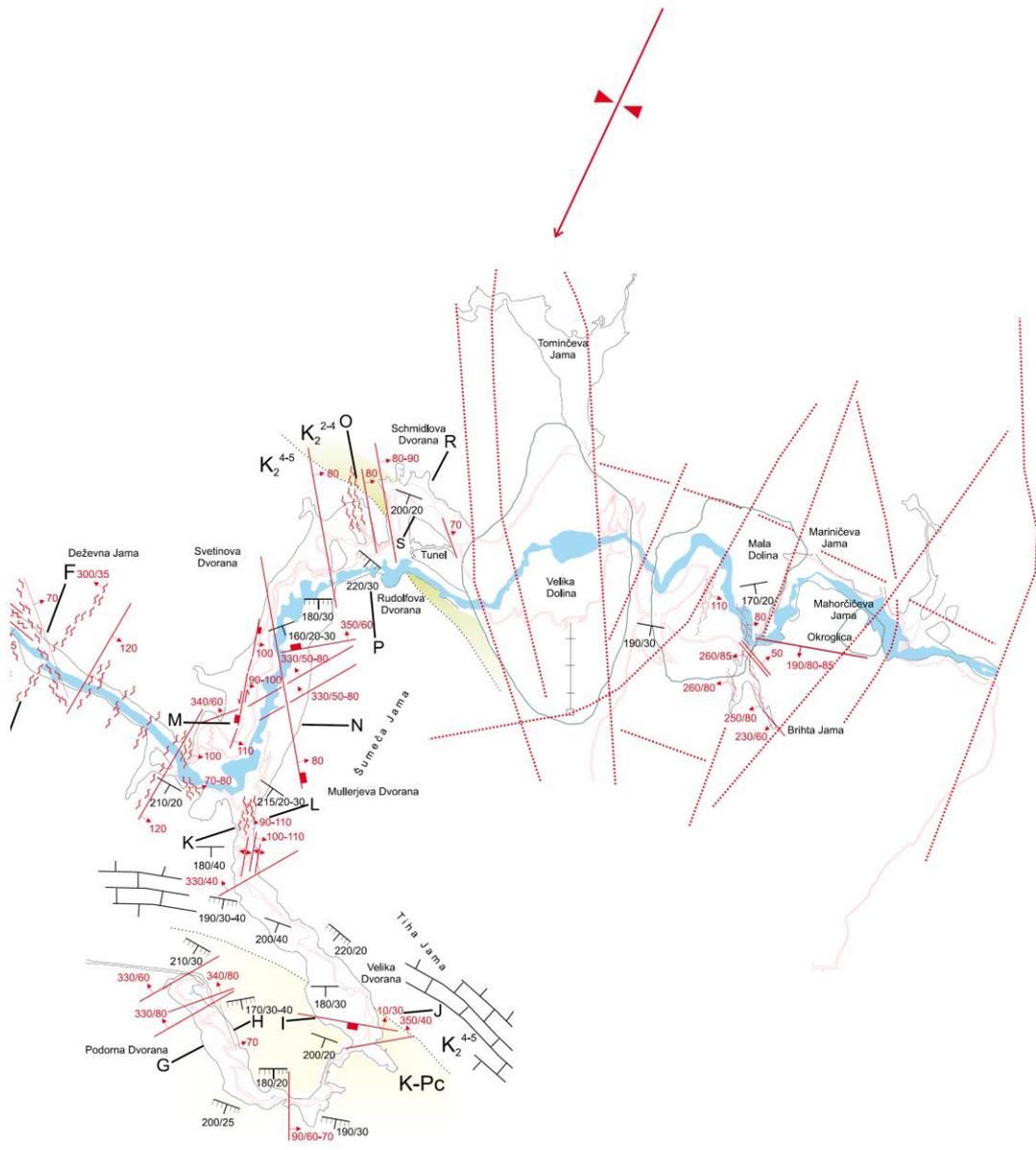


Fig. 2: Structural geology of Škocjan Caves. 1- cave passage with water flow direction, 2- collapse doline, 3- trail, tourist path, 4- cross section, 5- strike and dip direction of bedding-plane, 6- strike and dip direction of interbedded slip, 7- Liburnian Formation, thin bedded limestone (K-Pc), 8- Lipica Formation, bedded limestone (K<sub>2</sub><sup>4-5</sup>), 9- Lipica Formation, thick bedded and massive limestone (K<sub>2</sub><sup>4-5</sup>) 10- Sežana Formation, bedded limestone (K<sub>2</sub><sup>2-4</sup>), 11-anticline, 12- syncline, 13- fissured zone, 14- broken zone, 15- crushed zone, 16- well expressed fault with dip direction/less expressed fault with dip direction, 17- fault with vertical movement, subsidence of northern block, 18- fault with horizontal sinistral movement, 19- faults determined from aerial photography (Šebela 1994). Geology by S. Šebela, cave map by F. Drole (1997).

Figure tratte da Šebela (2009)



Fig. 4: Location of observation points during the years 1997-1999 in Škocjanske jame (drawn by F. Drole).

Figura tratta da Kranjc & Opara (2002)

## Stop 3: Grotta Gigante

Scheda tratta da "I Geositi del Friuli Venezia Giulia"

<http://www.geoscienze.units.it/geositi/index.html>

Coordinate GB	X: 2423845.00000	Y:5062579.00000
Quota	Min: 23.00	Max:275.00
Località	Borgo Grotta Gigante	
Fotografie	<b>Fotografie e schemi del geosito</b>	
Grado di interesse	Sovranazionale	
Interesse primario	Geomorfologia	
Interesse secondario	Didattico,Carsismo	
Esposizione naturale	Si	
Esposizione artificiale	No	
Geosito panoramico	No	
Visibile da lontano	No	
Accesso	A Piedi (Facile)	
Periodo di visita	Tutto l'anno.	
Note	L'ingresso turistico della cavità può essere raggiunto comodamente in automobile seguendo i cartelli indicatori.	
Stato di conservazione	<b>Medio</b>	
Tipo Paesaggio	Paesaggio del Carso e della Costiera Triestina	
Tipo Amb. Paesaggistico	Carso Triestino	
Note vincoli zonazione		
Proposta tutela	Superflua	
Descrizione del degrado		
Descrizione	<p>La grotta si apre nei purissimi calcari cretacei che affiorano su gran parte del settore centro settentrionale del Carso Classico triestino e rappresentano il litotipo in cui i fenomeni carsici, sia epigei che ipogei, sono particolarmente sviluppati. Il suo sviluppo planimetrico complessivo è di 719 metri e raggiunge una profondità di 252 metri. Si compone di una grande sala (lunga 130 m, alta 110 m, larga 65 m) cui si accede tramite due ampie gallerie. Altre gallerie si dipartono dagli ambienti principali. L'attuale uscita turistica è una galleria, già abitata dal Neolitico all'età del ferro, che sbocca sulla volta della grande caverna e presenta numerose diramazioni, una molto ampia ben presto occlusa da depositi di argilla, una riccamente concrezionata con vani in cui si sono ritrovate ossa animali.</p> <p>La Grotta Gigante venne parzialmente esplorata nel 1840 da Antonio Federico Lindner nel corso delle ricerche volte a reperire l'acqua del Timavo da utilizzare per l'acquedotto di Trieste, ma per le tecniche esplorative dell'epoca un pozzo così vasto e profondo rappresentava un ostacolo insormontabile. Le prime esplorazioni della grande sala si ebbero quindi ben cinquant'anni dopo una volta scoperto un secondo accesso presso quella che oggi è l'entrata turistica.</p> <p>L'attuale ingresso venne allargato nel 1904 e, dopo alcuni anni di lavoro per attrezzare il percorso di visita, la grotta venne aperta al pubblico nel 1908. Alla fine degli anni '90 venne realizzato un sentiero che dal fondo risale lungo la parete e attraverso una galleria in parte artificiale permette di raggiungere l'uscita.</p> <p>La genesi di una caverna così ampia è legata ad una serie di processi carsici che hanno operato su lunghi periodi di tempo. All'azione di dissoluzione chimica si sono affiancati processi gravitativi con grandi crolli nei volumi ampliati dall'acqua. Nel</p>	

	<p>caso della Grotta Gigante, dopo una serie di approfondimenti di gallerie per erosione accelerata durante la crisi messiniana, i crolli hanno riunito in un unico vano un pozzo, alcune caverne e gallerie sovrapposte create nel tempo in seno alla massa rocciosa. Il prossimo passo (fra qualche centinaia di migliaia d'anni?) sarà la genesi di una dolina di crollo. Grandi blocchi rocciosi, conseguenza di questi crolli, sono ancora ben visibili lungo la parete sinistra della grande caverna. La presenza di alte stalagmiti al di sopra dei blocchi dà una misura del tempo trascorso dal crollo stesso che gli studiosi calcolano in almeno 160.000-200.000 anni. All'interno della grotta sono presenti anche depositi di riempimento, rappresentati da argille gialle e rosse. La Grotta Gigante è stata ed è tuttora sede di studi e ricerche. All'esterno è posta una stazione meteo-climatica di importanza regionale ed una stazione di misura dell'entità della dissoluzione per carsismo: una trentina di campioni di rocce diverse sono esposte agli agenti atmosferici e ne viene misurato l'abbassamento superficiale.</p> <p>Per quanto riguarda l'archeologia, le prime ricerche si devono a Perco, che nel 1897 raccolse ceramica, selci, ossa di animali (fra cui anche <i>Ursus Spelaeus</i>); negli anni '60 Stradi e Andreolotti portarono alla luce reperti dell'età del bronzo.</p> <p>Nella Gigante Antonio Marussi, illustre geodeta dell'Università di Trieste, negli anni '60, dopo un accurato rilevamento fotogrammetrico, sistemò nella grande caverna una coppia di pendoli orizzontali per la misurazione delle deformazioni della crosta dovute alle maree terrestri. Qualche anno dopo sul fondo della grotta sono stati sistemati, a cura dell'Osservatorio Geofisico Sperimentale di Trieste, alcuni sismografi per la registrazione dei terremoti.</p>
<i>Giudizio</i>	<p>Ampissima cavità ad andamento prevalentemente verticale, la Grande Caverna presso Briciki, segnata in catasto come 2/2VG, è una delle grotte che hanno fatto la storia della Speleologia. E' la più importante delle cavità turistiche del Friuli Venezia Giulia e si apre a Sgonico (Carso Classico triestino). E' attrezzata e aperta al pubblico dal 1908. E' inserita nel Guinness dei Primati come caverna turistica più grande al mondo: ha una capacità volumetrica di 600.000 metri cubi, è lunga 130 m, alta 110 m, larga 65 m.</p>
<i>Commenti aggiuntivi</i>	
<i>Bibliografia</i>	<p>FINOCCHIARO C. (1977) - La Grotta Gigante sul Carso Triestino (3° edizione). Ed. tip. M. Cozzi, 51 pp, Trieste.</p> <p>MARUSSI A. (1960) - The University of Trieste station for the study of the tides of the vertical in the Grotta Gigante, Proceedings of the Third International Symposium on Earth Tides, 45-52, Trieste.</p> <p><a href="http://www.catastogrotte.it">www.catastogrotte.it</a></p>