DOI: 10.13137/2039-8646/33409

Il geotopo "pod Stenami" (Planinsko Polje, Slovenia). Un esempio paradigmatico di fluviocarsismo[*]

MICHELE STOPPA
Dipartimento di Matematica e Geoscienze
Università di Trieste
mstoppa@units.it

ABSTRACT

The "the great karst phenomena" of the former Venezia Giulia are well known, but little attention has been paid to the numerous forms of fluvial karstic nature scattered in the region of the Inner Notranjska (Slovenia), which are of extraordinary geomorphological interest. The Unica - the watercourse that erupts, sometimes with a roar, from the Planina Cave after meandering lazily on the bottom of the Karst field of the same name, silently disperses its waters underground in an articulated series of sinking areas that are concentrated in correspondence to the "pod Stenami" geotope. The contribution examines the features of the geotope and employs appropriate chorematic models.

PAROLE CHIAVE

GEOGRAFIA AMBIENTALE / ENVIRONMENTAL GEOGRAPHY; GEOLOGIA AMBIENTALE / ENVIRONMENTAL GEOLOGY; GEOTOPO / GEOTOPE; POLJE DI PLANINA / PLANINSKO POLJE; SLOVENIA / SLOVENIA.

1. INTRODUZIONE

Sfogliando il volume *Duemila Grotte,* pubblicato nel 1926, una vera e propria pietra miliare nello sviluppo degli studi speleologici e, più in generale, carsologici, si è indubbiamente attratti dalle belle foto d'epoca che raffigurano spettacolari forme che caratterizzano il Carso di Postumia (e dintorni) e che gli autori – Luigi Vittorio Bertarelli ed Eugenio Boegan – definiscono come «I Grandi fenomeni carsici»[1] dell'allora Venezia Giulia (si tratta delle Grotte di Postumia, delle Grotte e annesso Castello di Prediama, della Grotta di Planina, della Valle del Rio dei Gamberi nonché del Lago temporaneo di Circonio)[2].

[*] *Title: The "pod Stenami" Geotope (Planinsko Polje, Slovenia). A paradigmatic example of fluvial karst.*

[1] Cfr. BERTARELLI, BOEGAN 1986.
[2] Cfr. CUMIN 1929; GORTANI 1974.

Se le Grotte di Postumia risultano naturalmente note ai più, non altrettanto conosciute sono le numerose forme di natura fluvio-carsica (cfr. Figura 1) disseminate nella regione della Carniola (*Notranjska*) e che appaiono senza dubbio di rilevante interesse geomorfologico[3]. Tra queste, conviene richiamare l'attenzione su un geosito meritevole di adeguata indagine scientifica e conseguente valorizzazione.

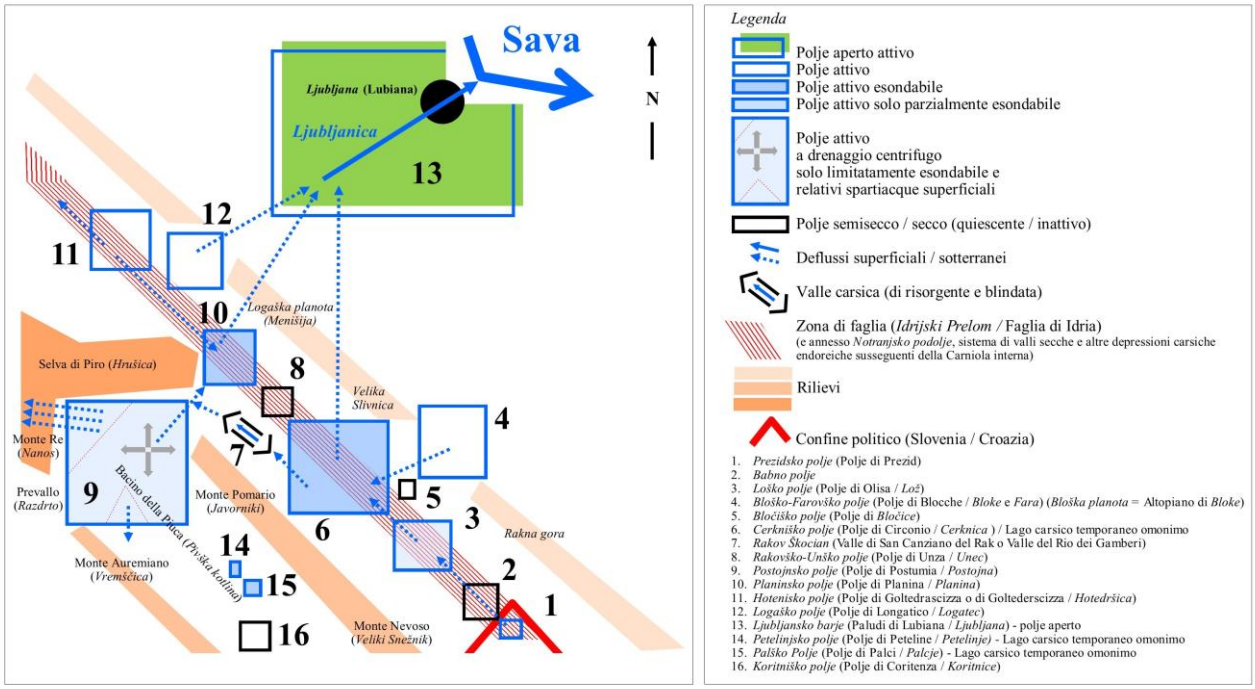

Figura 1. Il bacino idrogeologico della *Ljublianica* (Slovenia) (modello corematico). (Fonte: elaborazione dell'autore derivante dall'analisi di carte topografiche e ortofoto desunte da *Geopedia - interaktivni spletni atlas in zemljevid Slovenije*, vedi Cartografia).

L'*Unica*[4] – il corso d'acqua che erompe, talora con fragore dalla Grotta di Planina (*Planinska jama*) – dopo aver meandreggiato pigramente sul fondo del polje[5] omonimo (*Planinsko polje*)[6] disperde silenziosamente le sue acque nel sottosuolo permeabile in una serie

[3] Cfr. GAMS 1974, 1994; LOVRENCAK 2019; STEPIŠNIK 2020.
[4] L'*Unica* o *Unec* (trad. it. Unza) ha origine dalla confluenza sotterranea, all'interno della Grotta di Planina (*Planinska jama*), della Piuca (*Pivka*) che proviene dalle Grotte di Postumia (*Postojnska jama*) con il Rio dei Gamberi (*Rak*), lo scaricatore carsico, solo in parte epigeo, del Lago temporaneo di Circonio (*Cerkniško jezero*).
[5] Trad. it. *campo carsico*, ingl. *karst field*. È una depressione carsica, di norma endoreica (chiusa), spesso di origine tettonica (ad es. può trattarsi di una depressione trans-estensiva), dal fondo piatto costituito da sedimenti limno-fluviali e versanti carbonatici accidentati, che dal punto di vista idrografico può essere attiva (ad es. *polje di attraversamento*, *polje di livello piezometrico*), quiescente (*polje semisecchi*, cfr. LOVRENCAK, 2019) o inattiva (*polje secchi*). Per ulteriori precisazioni sulle suddivisioni utilizzate per inquadrare le diverse tipologie si rinvia a: GAMS 1974, 1994; SAURO 1979; STEPIŠNIK 2020.
[6] Cfr. ŽIGON 1997.

articolata di ambiti idrovori, in particolare in corrispondenza dei geositi dei *ponor orientali* e, infine, dei *ponor settentrionali*. I secondi si distinguono, per peculiarità paradigmatiche, in corrispondenza del geotopo *pod Stenami*[7]. Questo contributo ne esamina l'assetto fisiografico, anche attraverso il ricorso ad appropriati *modelli corematici*[8].

2. Il peculiare bacino idrogeologico della Ljubljanica

La *Ljubljanica*[9], suggestivo corso d'acqua che, prima di confluire nella Sava, attraversa la capitale slovena[10], è un fiume originato da numerose copiose risorgenti carsiche, sia perenni sia temporanee, disseminate nei pressi di Nauporto (*Vrhnika*), lungo il margine meridionale delle Paludi di Lubiana (*Ljubljansko barje*)[11], di norma al contatto tra sedimenti alluvionali e versanti calcarei, e talora localizzate al termine di brevi valli chiuse che penetrano nel massiccio carsico. A fronte di un bacino idrografico di modesta estensione, la *Ljubljanica* vanta, invece, un bacino idrogeologico indubbiamente esteso (cfr. Figura 1) che abbraccia vasti territori della Carniola interna, spingendosi sino in Croazia[12]. Le risorgenti della *Ljubljanica*[13] restituiscono, allora, le acque circolate nei corsi d'acqua carsici[14] che, con diversi idronimi, si snodano a cavaliere della zona di faglia di Idria (*Idrjiski prelom*)[15] nei polja a gradinata ubicati nel *Notranjsko Podolje*[16], a cui si aggiunge il contributo della Piuca (*Pivka*) proveniente dal Bacino di Postumia[17].

---

[7] Trad. it. «sotto le mura» o, anche, «sotto le scogliere», toponimo giustificato dal fatto che il sito in questione si estende al piede delle pareti calcaree che delimitano almeno parzialmente il settore settentrionale del Polje di Planina.
[8] Per quanto attiene l'utilizzo dei *modelli corematici* nella ricerca geografica si rinvia a: Vallega 1994, 2004. Si segnala, inoltre, che la Scuola Geografica Triestina, su impulso del Prof. Gianfranco Battisti, è impegnata da tempo a estendere l'utilizzo di questa efficace tecnica di rappresentazione metacartografica elaborata dal geografo francese Roger Brunet anche all'ambito di indagine della Geografia ambientale.
[9] Cfr. Skoberne 1994.
[10] Da cui desume il nome: in Slovenia, infatti, gli idronimi derivano spesso dal toponimo di un centro abitato nei pressi del quale il corso d'acqua scorre.
[11] Le Paludi di Lubiana, attualmente in buona parte zona umida protetta, rappresentano un tipico esempio di *polje aperto attivo*, si tratta cioè di una pianura alluvionale esoreica circondata parzialmente da rilievi calcarei carsificati.
[12] Questo insieme di depressioni endoreiche susseguenti, probabilmente costituivano originariamente la parte montana del paleobacino dell'Idria (*Idrijca*), progressivamente decapitato a causa del fenomeno della retrocessione degli inghiottitoi.
[13] Cfr. Gams 1974.
[14] Detti *ponikalnica* (o *ponorna reka)*, ossia corsi d'acqua che terminano in corrispondenza di uno o più inghiottitoi, non necessariamente sempre beanti e variamente denominati in lingua slovena in relazione alle rispettive caratteristiche morfologiche.
[15] Cfr. Pleničar, Ogorelec, Novak (a cura di) 2009.
[16] Il termine *podolje* indica un sistema geneticamente organico di valli carsiche e altre depressioni chiuse endoreiche (ad es. doline, uvale e campi carsici).
[17] Cfr. Gams 1974; Stepišnik 2020.

3. Il Polje di Planina: un esempio paradigmatico di fluvio-carsismo

Il Polje di Planina (cfr. Figura 2)[18] è un tipico esempio di polje esondabile ovvero di attraversamento[19] in condizioni idrologiche di magra/morbida e, nel contempo, di polje di livello piezometrico[20] in condizioni di piena, un tipo fisiografico alquanto comune nel Carso dinarico. Si tratta di un'ampia depressione endoreica di origine tettono-carsica attiva, impostata su litotipi carbonatici e caratterizzata da versanti acclivi e fondo piatto.

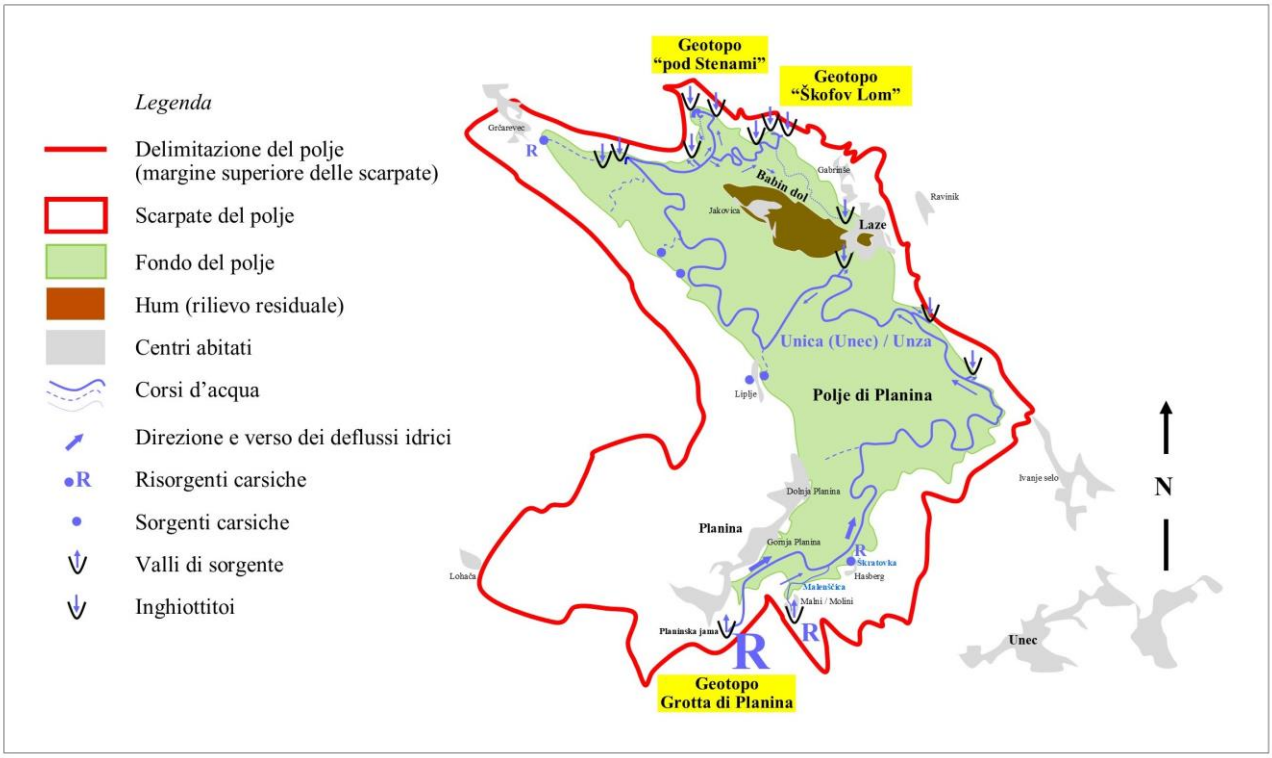

Figura 2. *Il Polje di Planina* (Fonte: elaborazione dell'autore derivante dall'analisi di carte topografiche e ortofoto desunte da *Geopedia - interaktivni spletni atlas in zemljevid Slovenije.*

I litotipi calcarei affiorano nel settore meridionale della depressione, ove sono localizzate le risorgenti principali e, rispettivamente nel settore nord-orientale ove, invece, si concentrano gli inghiottitoi (*ponor*), mentre la maggior parte del fondo, così come i

[18] In proposito si suggerisce la visione di alcuni cortometraggi per lo più amatoriali richiamati in filmografia che offrono vedute panoramiche e semipanoramiche del campo carsico in esame, sia in condizioni di magra/morbida sia di piena, in occasione di recenti eventi estremi di esondazione che hanno interessato i centri abitati rivieraschi.
[19] Sensu Gams 1974.
[20] Sensu Gams 1974.

versanti occidentali sono impostati su litotipi dolomitici meno carsificabili e, pertanto, soggetti piuttosto a morfogenesi paracarsica[21].

Il fondo della depressione è caratterizzato da forme assimilabili a un (para)*carso mantellato*, in quanto i litotipi carbonatici sono ricoperti da un materasso di sedimenti di origine limno-fluviale di discreta potenza, e affiorano pertanto solo occasionalmente nel settore nordorientale, per lo più in corrispondenza dei segmenti fluviali terminali dell'*Unica* che si raccordano agli inghiottitoi.

Il Polje di Planina risulta essere quello topograficamente più depresso del sistema di campi carsici che caratterizzano il *Notranjsko podolje* (cfr. Figura 1), localizzandosi in un ambito essenzialmente baricentrico e fungendo da "attrattore" verso cui convergono masse d'acqua provenienti da sud-est, da sud-ovest (deflusso alimentato dal Bacino di Postumia) e da nord-ovest (deflusso alimentato dall'*Hotenjsko polje,* le cui acque sotterranee defluiscono, peraltro, in una certa misura pure verso nord-ovest).

L'*Unica* – il collettore principale del polje – è un corso d'acqua carsico che defluisce dalla Grotta di Planina, originandosi in corrispondenza della confluenza sotterranea del Rio dei Gamberi, principale emissario del Lago di Circonio con la Piuca che proviene dal Bacino di Postumia. Si tratta di una copiosa *risorgente carsica*[22] perenne, seppure soggetta a variazioni di portata anche rilevanti, e costituisce un notevole esempio di geotopo di interesse fluvio-carsico[23], oltre che turistico, naturalmente.

L'*Unica* riceve quindi il contributo della *Malenščica* che ha origine da una risorgente

[21] Cfr. Blatnik e al. 2017.

[22] Si parla di *risorgenti (carsiche)* quando il massiccio carsico restituisce acque sotterranee che preventivamente hanno almeno in parte già circolato in un reticolo idrografico epigeo in un corso d'acqua allogenico o in un corso d'acqua carsico (*ponorna reka* o *ponikalnica*) intercettato da inghiottitoi (*ponor*). Altrimenti si parla di *sorgenti carsiche*. Non è invece corretto l'utilizzo del termine *risorgiva* che si riferisce a un fenomeno di tutt'altro genere che caratterizza le pianure alluvionali. Si tenga presente che una risorgente carsica può ricevere il contributo proveniente da inghiottitoi diversi, così come lo stesso inghiottitoio può alimentare risorgenti diverse e in diversa proporzione a seconda delle condizioni idrogeologiche, si veda in proposito il lavoro di Gams (cfr. Gams 1974).

[23] La Grotta di Planina è localizzata ai piedi di un'imponente parete calcarea che chiude una breve valle di sorgente nel settore meridionale del polje nei pressi di Caccia (una frazione di Planina) presso la quale correva il confine politico prebellico tra il Regno d'Italia e il Regno dei Serbi, Croati e Sloveni (successivamente divenuto Regno di Jugoslavia), ricomprendendo il geotopo in territorio allora italiano (cfr. Cumin 1929). Il confine politico raggiungeva quindi la località di Molini (*Malni*) – ove ancora oggi è visibile un cippo confinario principale dell'epoca presso le risorgenti della *Malenščica*, che rimanevano in territorio jugoslavo – per raggiungere il castello di *Haasberg,* presso le rovine del quale si trova la risorgente temporanea della *Skratovka.*

carsica perenne – sfruttata anche a scopo potabile – localizzata in una valle di sorgente contigua presso la località di Molini (*Malni*) e, successivamente, anche il tributo temporaneo della *Skratovka,* che scaturisce occasionalmente da una grotta-risorgente.
Dopo un breve tratto tumultuoso con cui attraversa il *geosito delle risorgenti*, l'*Unica* inizia a snodarsi assai pigramente sul fondo argilloso della depressione endoreica, scatenando il meandreggio. Si tratta a tutti gli effetti di *meandri liberi*, tuttavia *confinati* entro i limiti del fondo della depressione.
Ulteriori modesti apporti da parte di *estavelle*[24] provengono dal margine nord-occidentale del campo carsico - si tratta per lo più di sorgenti alimentate da idrometeore che interessano la Selva di Piro (*Hrušica*) - mentre una risorgente temporanea nei pressi di *Grčarevec* restituisce acque provenienti dal paleobacino idrografico dell'*Hotenjka* (e paleoaffluenti della stessa), fortemente frammentato per evoluzione carsica (un esempio decisamente paradigmatico di retrocessione degli inghiottitoi) gravitante sul Polje di Goltedrascizza (*Hotenjsko polje*).
Nonostante tali apporti, la portata dell'*Unica* diminuisce progressivamente scendendo lungo l'alveo, in quanto le sue acque tendono a infiltrarsi nel sottosuolo, sia direttamente sul fondo dell'alveo in corrispondenza di punti maggiormente idrovori – talora riconoscibili per la formazione di varici dell'alveo con allargamento e talora approfondimento del letto fluviale se non compensato dall'apporto di sedimenti - sia in corrispondenza di ambiti idrovori situati ai piedi dei versanti calcarei che esercitano un'azione di attrazione nei confronti del corso d'acqua, che li lambisce riducendo via via la sua portata, tanto che in condizioni di magra l'*Unica* non raggiunge gli inghiottitoi terminali, in quanto le sue acque si disperdono a monte nel regolite – laddove occasionalmente affiorante – ovvero entro campi di pietrisco o di detrito, diaclasi o doline alluvionali.

[24] Si tratta di particolari tipi di inghiottitoi abbastanza comuni sul fondo dei campi carsici esondabili e che durante i periodi piovosi possono invertire il loro comportamento e funzionare temporaneamente come sorgenti/risorgenti carsiche (in proposito si segnala che nell'Istria occidentale in corrispondenza del polje aperto impostato su carso mantellato alla confluenza del Torrente Argilla nel Torrente Dragogna le estavelle erano note con il termine veneto di "bolaso").

A valle della confluenza con la *Skratovka* il corso d'acqua attraversa infatti il *geosito dei ponor orientali*, ma in prossimità del centro abitato di *Laze* si riporta nuovamente al centro della depressione, per raggiungere infine, quando dotato di portata sufficiente, divagando ai piedi dei versanti occidentali, il *geosito dei ponor settentrionali*, un ambito di notevole rilevanza geomorfologica, che si dispiega a partire dal vertice nordoccidentale del campo carsico fino a penetrare nella *Babin dol*, ove sono localizzati i geotopi di maggiore interesse: *pod Stenami* e *Škofov lom*.

Se il Polje di Planina è complessivamente dotato di un numero ragguardevole di inghiottitoi, tuttavia la loro concreta efficienza nel far defluire le acque che vengono introdotte nel campo carsico durante le piene risulta ampiamente insufficiente, nonostante gli sforzi volti alla manutenzione, al mantenimento e al miglioramento dell'efficienza drenante dei punti idrovori, tanto da determinare la comparsa di un esteso lago carsico temporaneo che, in casi estremi, ricopre completamente, con una lama d'acqua profonda vari metri l'intero fondo del campo carsico, insidiando pesantemente i centri abitati di *Planina* e di *Laze* localizzati sulle sue sponde[25].

Una peculiare morfologia rinvenibile sul fondo dei polje di attraversamento è rappresentata senza dubbio dai *falsi meandri* che simulano i *meandri liberi* ma che, in realtà, sono esempi inequivocabili dell'esistenza di un ambito idrovoro più o meno evidente localizzato in alveo. Questo non risulta sempre in grado di smaltire le portate ad esso convogliate. In tali circostanze, in prossimità del punto idrovoro il corso d'acqua è costretto a esondare lateralmente laddove l'argine risulta maggiormente depresso, attivando temporaneamente un alveo quiescente, meno profondo, talora inerbito o solo abbozzato, attraverso cui

[25] È opportuno precisare che l'insieme dei campi carsici del *Notranjsko podolje* funziona, di fatto, come un imponente sistema di *casse di espansione naturali*, in grado di ospitare temporaneamente volumi d'acqua decisamente cospicui, regimando in tal modo i deflussi sotterranei verso le risorgenti della *Ljubljanica*. Si veda in proposito: Stepišnik et al. 2012; Blatnik et al. 2017; Blatnik, Mayaud, Gabrovšec 2019; Ravbar et al. 2020. Le modalità di riempimento e svuotamento del lago carsico temporaneo di Planina (velocità di riempimento/svuotamento, estensione e profondità) dipendono certamente dalle modalità con cui avvengono le precipitazioni (intensità, durata, estensione delle aree coinvolte) ma anche dall'efficienza garantita dagli inghiottitoi e dai condotti carsici sotterranei nel far defluire le acque, tanto che, come da tracce di sedimenti rinvenute dallo scrivente sui tronchi degli alberi rimasti temporaneamente sommersi, si può desumere che lo svuotamento non avvenga gradualmente ma, a fasi variamente prolungate di persistenza del livello freatico sembrano seguire fasi di svuotamento rapido. Tutto ciò implica che nei diversi campi carsici del sistema non vi siano necessariamente in termini di contemporaneità le medesime condizioni di esondazione.

defluiscono le portate eccedenti e che si diparte perpendicolarmente rispetto alla direzione originaria di deflusso, simulando un meandro libero e indirizzando le acque verso un successivo inghiottitoio (cfr. Figura 3).

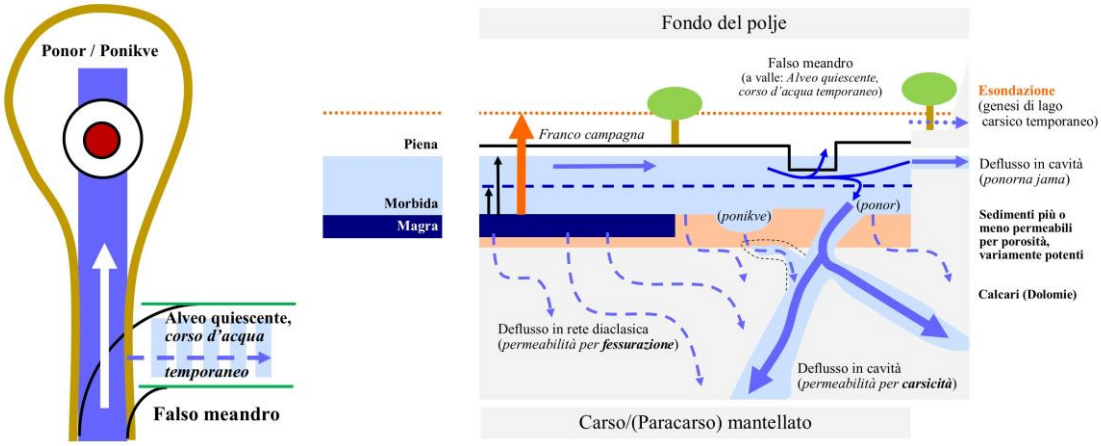

Figura 3. Modelli planimetrico e in sezione di un "falso meandro" (Fonte: elaborazione dell'autore in base a dati acquisiti tramite rilevamento geologico-ambientale intrapreso dall'autore stesso nel corso del quadriennio 2010-2013).

4. Il geosito dei ponor settentrionali

La peculiarità del geosito in esame (cfr. Figura 4) è rappresentata dalla spiccata tendenza manifestata dal corso d'acqua a esprimere un *reticolo idrografico divergente* – una sorta di "reticolo deltizio carsico" impostato su carso mantellato che si raccorda ai punti idrovori che fungono da livello di base locale.

In corrispondenza di una sorta di soglia (prosecuzione sepolta sotto i sedimenti limno-fluviali dello *hum* di *Jakovica*), l'*Unica* penetra nel dominio calcareo, seppure ancora mantellato. Qui, in corrispondenza di un guado, l'alveo subisce una prima importante *biforcazione*, suddividendosi in un'*asta orientale* che, divagando nella *Babin dol* nord-occidentale e, superando anche alcuni *falsi meandri*[26], raggiunge gli inghiottitoi nell'ambito del geotopo *Škofov Lom* e, rispettivamente, in un'*asta settentrionale,* che punta invece verso

[26] In corrispondenza di uno dei quali ha origine l'esondazione di tipologia areale che può occasionalmente interessare l'intero *Babin dol* orientale (cfr. Figura 4) fino a raggiungere una dolina alluvionale localizzata immediatamente a occidente del centro abitato di *Laze* e, nei casi più gravi, sommergendone parzialmente le dimore ubicate nelle aree morfologicamente più depresse (cfr. filmati in fimografia).

nord per raggiungere speditamente il geotopo *pod Stenami*. In corrispondenza della soglia di accesso alla *Babin dol*, l'alveo dell'*Unica* si presenta in contropendenza e risulta incassato nelle alluvioni che ricoprono il basamento calcareo e che si vanno progressivamente assottigliando, consentendo talora l'affioramento del regolite idrovoro.

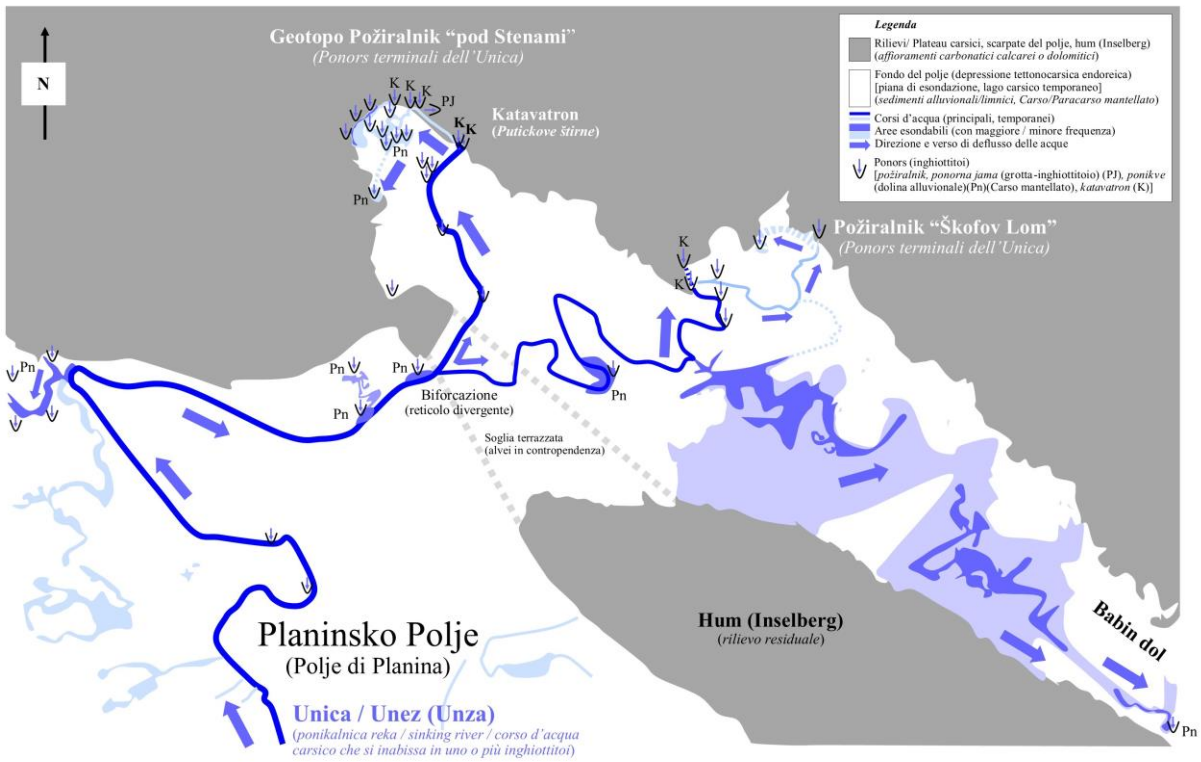

Figura 4. Il geosito dei ponor settentrionali dell'Unica (Fonte: elaborazione dell'autore derivante dall'analisi di carte topografiche e ortofoto desunte da *Geopedia - interaktivni spletni atlas in zemljevid Slovenije*, integrata in base a ulteriori dati acquisiti tramite rilevamento geologico-ambientale intrapreso dall'autore stesso nel corso del quadriennio 2010-2013).

A valle della biforcazione, infatti, entrambi i rami sono quiescenti per lunghi periodi dell'anno, in misura via via maggiore appropinquandosi ai versanti calcarei settentrionali del campo carsico, attivandosi solo temporaneamente in occasione di piene connesse a prolungati periodi piovosi (ad es. in occasione delle piogge equinoziali).

5. Un focus dedicato al geotopo "pod Stenami"

Il modello corematico di Figura 5 consente di focalizzare l'attenzione sulle principali caratteristiche del geotopo, mentre i successivi foto-mosaici (cfr. Figure 6, 7 e 8) delineano

una panoramica delle caratteristiche morfologiche e della morfodinamica peculiare che lo caratterizza, consentendo di individuare tre settori (orientale, centrale e occidentale).

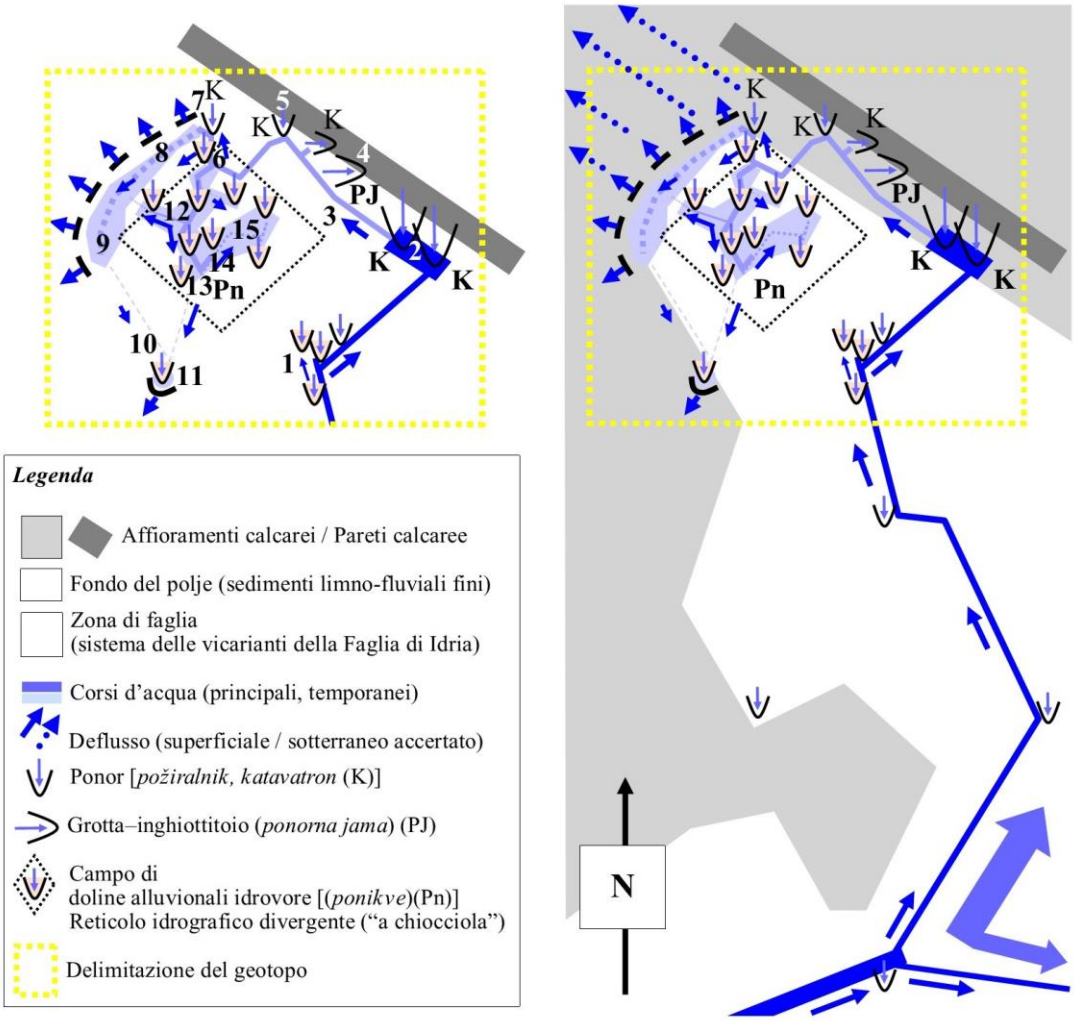

Figura 5. Il geotopo "pod Stenami" (modello corematico) (Fonte: elaborazione dell'autore in base a dati acquisiti tramite rilevamento geologico-ambientale del geosito intrapreso dall'autore stesso nel corso del quadriennio 2010-2013).

La caratteristica geomorfologica peculiare che contraddistingue il geotopo consiste nell'accentuazione della tendenza a esprimere, da parte del corso d'acqua, biforcazioni d'alveo via via successive, da cui hanno origine alvei divergenti di portata progressivamente minore, richiamati di volta in volta da *siti idrovori* di tipo concentrato [*katavatron, požiralnik, ponorna jama* impostati nei calcari – cfr. Figura 6 – nonché *doline alluvionali* impostate nei sedimenti fini che costituiscono il materasso alluvionale che caratterizza la piana

antistante le pareti calcaree (cfr. Figura 7)] e diffuso (cinture idrovore di peri-margine, pure localizzate ai piedi dei versanti calcarei, cfr. Figura 8) e che si organizzano in una sorta di reticolo gerarchico divergente / spiraliforme "a chiocciola", con aste poste a quote differenziate e che si attivano al progressivo incremento di portata nella fase ascendente delle piene, disattivandosi in termini speculari durante la fase di decrescita, oltre a una altrettanto diffusa tendenza a dare origine a *falsi meandri.*

L'*Unica* penetra nel geotopo in corrispondenza del settore orientale (cfr. Figura 6) e raggiunge le pareti calcaree, ai piedi delle quali, entro una modesta depressione quiescente che, in condizioni di morbida, si trasforma in uno stagno temporaneo, si trovano i due inghiottitoi terminali principali, che per prolungati periodi dell'anno sono in grado di garantire il deflusso completo, se non risultano persino quiescenti durante le magre.

Si tratta dei due *katavatron* principali denominati *Putickove štirne* che devono il loro nome al responsabile dei lavori di sistemazione idraulico-forestale svolti già a fine Ottocento. I *katavatron* sono inghiottitoi per i quali l'opera dell'uomo, grazie a interventi tecnici opportuni, ne determina un miglioramento della funzionalità, limitandone in tal modo il progressivo intasamento, anche grazie al ricorso a opere in muratura e a griglie metalliche protettive, installate per impedire ad esempio alla vegetazione flottante di penetrarvi ma che, per altro, richiedono una sistematica opera di manutenzione. I due *katavatron Putickove štirne* sono considerati *monumenti tecnici* e, in quanto tali, costituiscono anche un interessante bene storico-culturale.

Con l'aumento della portata, l'eccedenza idrica non smaltita dai due *katavatron* (o persa per infiltrazione diffusa in rete diaclasica), alimenta eventualmente un'asta drenante temporanea che si diparte dal modesto bacino dei *katavatron,* snodandosi verso ovest ai piedi delle pareti rocciose. L'alveo è impostato sul calcare o al contatto tra calcare e coltri sedimentarie di origine limno-fluviale. In corrispondenza di questo segmento – quando le portate lo consentono – entrano in funzione anche due ulteriori *katavatron* secondari, pure dotati di griglia, ubicati in alveo ed, eventualmente, può attivarsi anche una grotta-inghiottitoio (*ponorna jama*).

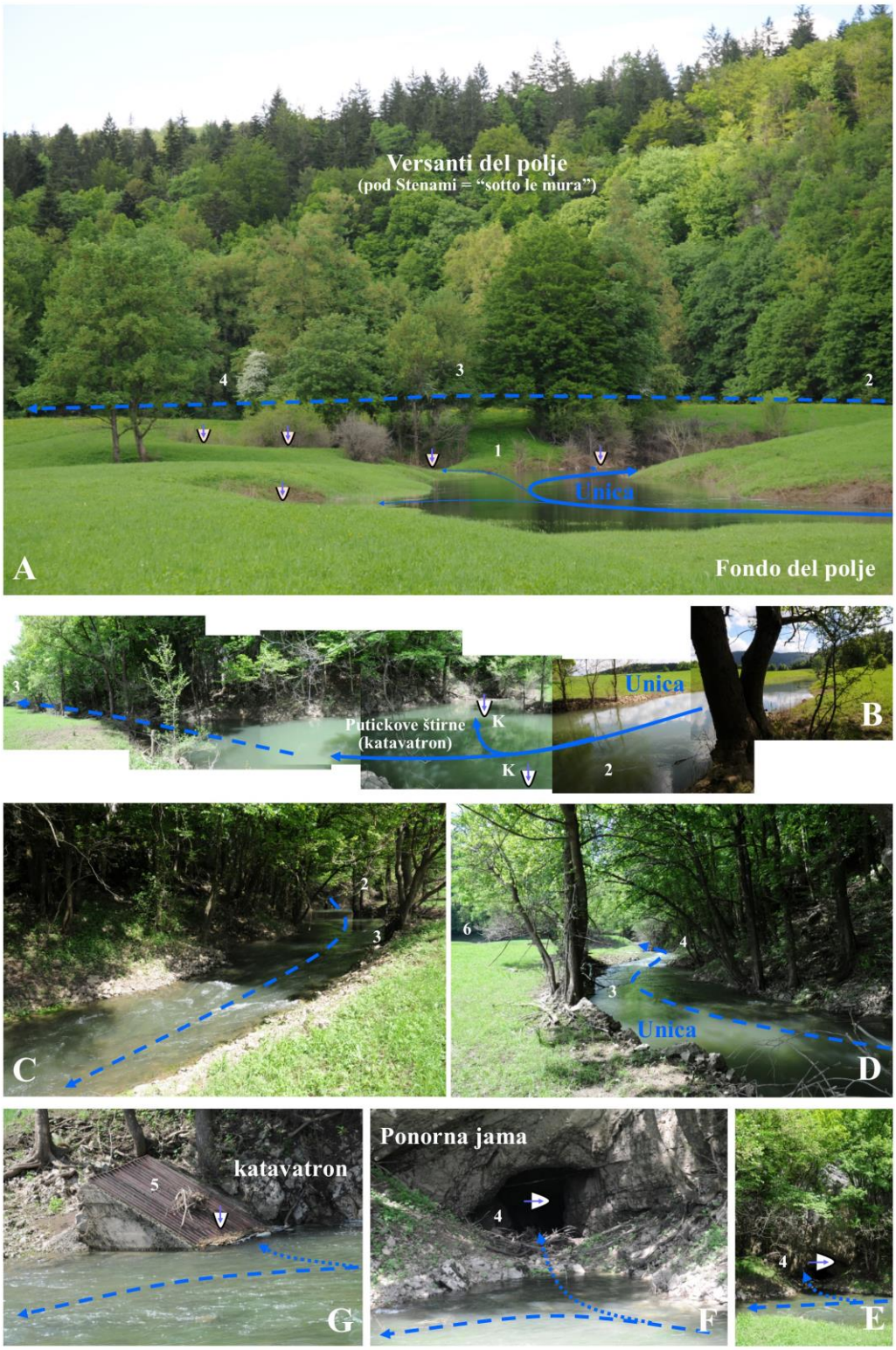

Figura 6. Panoramica del settore orientale del geotopo "pod Stenami" (Fonte: elaborazione dell'autore in base a dati acquisiti tramite rilevamento geologico-ambientale intrapreso dall'autore stesso nel corso del quadriennio 2010-2013).

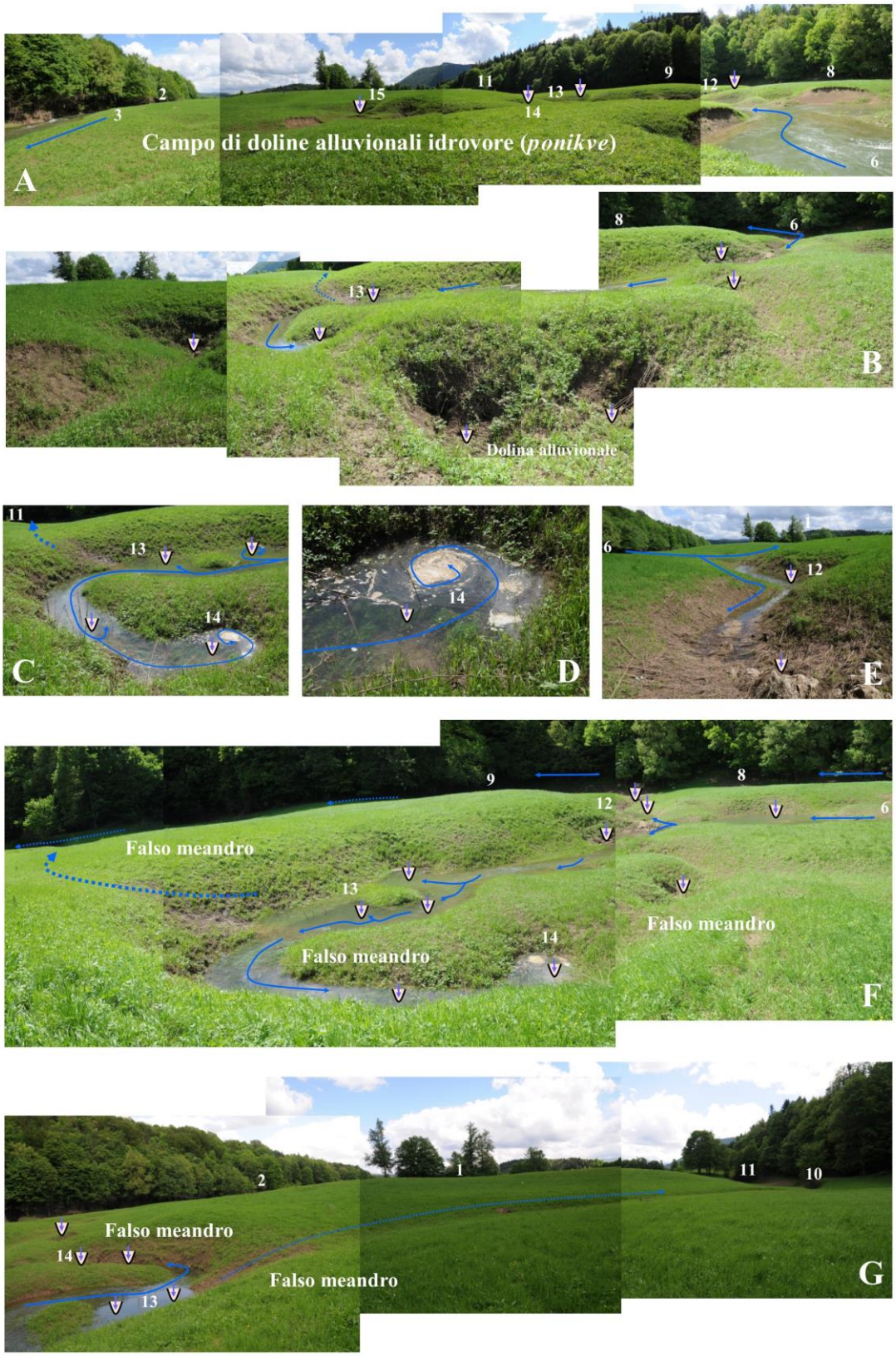

Figura 7. Panoramica del settore centrale del geotopo "pod Stenami" (Fonte: elaborazione dell'autore in base a dati acquisiti tramite rilevamento geologico-ambientale intrapreso dall'autore stesso nel corso del quadriennio 2010-2013).

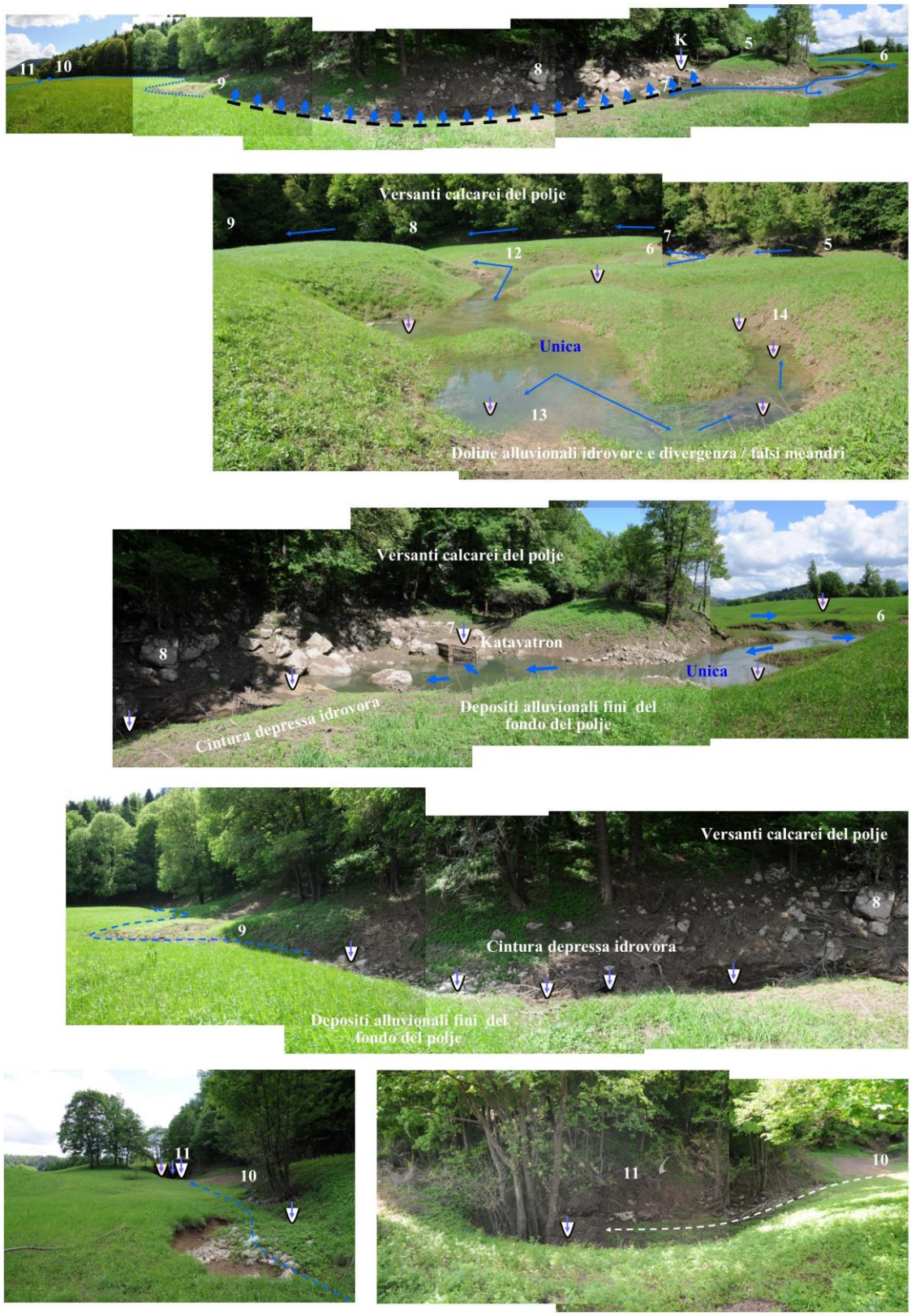

Figura 8. Panoramica del settore occidentale del geotopo "pod Stenami" (Fonte: elaborazione dell'autore in base a dati acquisiti tramite rilevamento geologico-ambientale intrapreso dall'autore stesso nel corso del quadriennio 2010-2013).

Nel settore centrale del geotopo l'alveo si biforca nuovamente in un breve ramo che si esaurisce in una cintura depressa idrovora localizzata ai piedi delle scarpate calcaree occidentali che delimitano il geotopo (cfr. Figura 8) e in un ramo che punta a sud, sfrangiandosi in un campo di *doline alluvionali* idrovore (*ponikve*) che entrano via via in funzione con l'incremento della portata (cfr. Figura 7), creando una rete gerarchica di deflusso molto articolata e avvincente da studiare, monitorandone ad esempio il comportamento al mutare delle condizioni idrologiche.

6. Conclusioni

A conclusione sembra doveroso segnalare l'opportunità di proseguire le indagini volte a individuare nuove vie di drenaggio sotterraneo – e a migliorare quelle esistenti tramite appropriati interventi tecnici – nonché di promuovere gli studi dedicati a consolidare e a perfezionare la comprensione del funzionamento idrologico del complesso macrosistema idrogeologico della Carniola e delle sue potenzialità *laminanti*, in modo da contenere meglio i futuri eventi alluvionali parossistici e a garantire adeguata protezione ai centri abitati rivieraschi, seppure nella consapevolezza che tali forme fluvio-carsiche sono come "polmoni" che si riempiono e si svuotano al ritmo del "respiro idrologico" e che tale respiro non può essere impedito ma solo governato.

BIBLIOGRAFIA

Bertarelli L. V., Boegan E.
1986, *Duemila Grotte,* (Ripr. facs. dell'ed.: Milano, Touring Club Italiano, 1926), Trieste, Editore B&MM Fachin.

Blatnik M., Frantar P., Kosec D., Gabrovšek F.
2017, «Measurements of the outflow along the eastern border of Planinsko Polje, Slovenia», *Acta Carsologica,* 46, n. 1, pp. 83-93.

Blatnik M., Mayaud C., Gabrovšek F.
2019, «Groundwater dynamics between Planinsko Polje and springs of the Ljubljanica river, Slovenia», *Acta Carsologica*, 48, n. 2, pp. 199-226.

Cumin G.
1929, *Guida della Carsia Giulia,* (sotto gli auspici della Società Alpina delle Giulie, Sezione di Trieste del C.A.I.), Trieste Stabilimento Tipografico Nazionale.

GAMS I.
1974, *Kras, zgodovinski, naravoslovni in geografski oris*, V Ljubljani, Slovenska matica.
1994, «Tipes of contact karst», *Geografia fisica e Dinamica Quaternaria*, 17, pp. 37-46.

GORTANI M.
1974, *Compendio di geologia per naturalisti e ingegneri* - vol. II: *Geodinamica esterna (geologia esogena)*, Udine, Del Bianco.

LOVRENCAK F.
2019, «Naravnogeografska Problematika Rakovško-Unškega Polja», *Dela*, 52, n. 2, pp. 117-140.

PLENIČAR M., OGORELEC B., NOVAK M. (a cura di)
2009, *Geologija Slovenije. The Geology of Slovenia*, Ljubljana, Geološki zavod Slovenije.

RAVBAR N., MAYAUD C., BLATNIK M., PETRIČ M.
2021, «Determination of inundation areas within karst poljes and intermittent lakes for the purposes of ephemeral flood mapping», *Hydrogeology Journal*, 29, pp. 213–228.

SAURO U.
1979, *Morfologia carsica*, in: G. B. CASTIGLIONI, *Geomorfologia*, Torino, Utet, pp. 208-254.

SKOBERNE P.
2004, *Ljubljanica od izvira do izliva (zbirka Slovenija na dlani)*, Ljubljana, Mladinska knjiga.

STEPIŠNIK U.
2020, «Kraška Polja v Sloveniji», *Dela,* 53, pp. 23-43.

STEPIŠNIK U., FERK M., GOSTINČAR P., ČERNUTA L.
2012, «Holocene High Floods on the Planina Polje, Classical Dinaric Karst, Slovenia», *Acta Carsologica*, 41, n. 1, pp. 5–13.

VALLEGA A.
1995, *La regione, sistema territoriale sostenibile. Compendio di geografia regionale sistematica*, Milano, Mursia.
2004, *Le grammatiche della geografia*, Bologna, Pàtron Editore.

ŽIGON T.
1997, *Planinsko polje*, Ljubljana, Tuma.

CARTOGRAFIA

Geopedia - interaktivni spletni atlas in zemljevid Slovenije,
<www.geopedia.si>.

FILMOGRAFIA

<www.youtube.com/watch?v=RCF07SWaKWk>.
<www.youtube.com/watch?v=AVGQmLGnhN4>.
<www.youtube.com/watch?v=1sKcoWZdXTY>.
<www.youtube.com/watch?v=yZ6Ws63inIo>.
<www.youtube.com/watch?v=jFK_-G8wkHM>.
<www.youtube.com/watch?v=WonbBHWlo-Y>.

<www.youtube.com/watch?v=jLEyJJeqtkI>.
<www.youtube.com/watch?v=9CEbbehnypI>.
<www.youtube.com/watch?v=hWNUi4zuyBA>.
<www.youtube.com/watch?v=H5By07CCJmk>.
<www.youtube.com/watch?v=SwrmjbcjiyY>.
<www.youtube.com/watch?v=TifK49nKJ1c>.
<www.youtube.com/watch?v=9G7EPm9n6po>.
<www.youtube.com/watch?v=g-z_GXS1Ob0>.
<www.youtube.com/watch?v=kJKcWZ_3GNc>.
<www.youtube.com/watch?v=ktHAC337KLk>.
<www.youtube.com/watch?v=xt5nr7KG6Xs>.