

*Fluviocarsismo nell'alto bacino idrogeologico del Krka (Slovenia)**

MICHELE STOPPA

Dipartimento di Matematica, Informatica e Geoscienze

Università di Trieste

mstoppa@units.it

ABSTRACT

The paper analyses the structure of the upper hydrogeological basin of the Krka River. Located in the north-western foothills of the Dolenjska karst it consists of a mosaic of endorheic hydrographic basins characterized by peculiar fluviokarst forms of undoubted morphological interest. Attention is focused on the paradigmatic case represented by Radensko polje, now valorized in the frame of one of the landscape parks of Slovenia.

PAROLE CHIAVE

GEOGRAFIA AMBIENTALE / ENVIRONMENTAL GEOGRAPHY; GEOLOGIA AMBIENTALE / ENVIRONMENTAL GEOLOGY; FLUVIOCARSISMO / FLUVIOKARST; GEOTOPO / GEOTOPE; CAMPO CARSICO / KARST FIELD; RADENSKO POLJE; CARNIOLA INFERIORE / DOLENJSKA; SLOVENIA.

1. PREMESSA

Il contributo presenta un territorio di notevole rilevanza ambientale localizzato nella Slovenia centrale, ai margini nord-occidentali della *Dolenjska* (Bassa Carniola)¹ e, dal punto di vista geomorfologico, costituisce l'alto bacino idrogeologico del Krka, uno dei principali corsi d'acqua sloveni², tributario di destra della Sava (cfr. Figura 1).

Per la maggior parte compreso nel Comune di Grosuplje, il territorio in esame è indubbiamente di spiccato interesse idrogeografico, non solo per l'assetto della rete idrografica³ e per le peculiari dinamiche morfogenetiche che la caratterizzano, ma anche per un'impareggiabile concentrazione di forme fluviocarsiche disseminate ai

* *Title: Fluviokarst in the upper Krka hydrogeological basin (Slovenia).*

¹ La *Dolenjska* (Bassa Carniola) è una regione storica che si estende nella Slovenia sud-orientale. Per approfondimenti si rinvia a: GAMS, SAVNIK (a cura di) 1962; MELIK 1962, pp. 7-14; GAMS 1986-87, pp. 62-96.

² Da non confondere con l'omonimo corso d'acqua della Croazia.

³ Cfr. ARSO – AGENCIJA RS ZA OKOLJE in Siti web.

margini del *Dolenjski kras*⁴ (Carso della Dolenjska), in corrispondenza del contatto tra masse rocciose caratterizzate da diversa permeabilità.



Figura 1. La localizzazione dell'area in studio nell'ambito del territorio della Slovenia.
(Fonte: <<https://images.app.goo.gl/LLKfoQnbm3oAsdSu8>>, modif.)

Nella prospettiva di un'adeguata tutela e opportuna riqualificazione dell'area di maggiore interesse scientifico dell'alto bacino idrogeologico del fiume Krka, rappresentata dal Radensko Polje, è stato istituito (2009, 2011) un parco paesaggistico, il *Krajinski park Radensko polje* che fa parte della rete dei parchi naturali della Slovenia⁵.

2. L'ALTO BACINO IDROGEOLOGICO DEL FIUME KRKA

Il fiume Krka è un tipico esempio di corso d'acqua susseguente che funge da collettore carsico baricentrico del Carso della Dolenjska. Il corso d'acqua scorre in una valle di sorgente chiusa a monte "a cul di sacco" e ha origine da una risorgente carsica localizzata ai piedi di una parete rocciosa ove si apre la Kriška Jama, una grotta turistica che pure costituisce una risorgente temporanea del corso d'acqua. Quest'ultima si attiva solo in occasione delle piene ed è in parte percorsa dal Krka stesso.

Immediatamente a valle della risorgente, il fiume Krka si snoda meandreggiando pigramente in una varice valliva assimilabile a un polje aperto, ospitato in una

⁴ Cfr. GAMS 1974, 2003; HABIČ 1993, pp. 5-13; JAMARSKI KLUB NOVO MESTO in Siti web; NOVAK 1970, 1993; PIPAN *et al.* (a cura di) 2002; PAPAC 2019 in Siti web, ŠIFRER 1970, pp. 7-15.

⁵ Cfr. NARAVNI PARKI SLOVENIJE 2024; ZAVOD ZA TURIZEM IN PROMOCIJO «TURIZEM GROSUPLJE» in Siti web.

depressione transtensiva impostata lungo la faglia di Žuženberk (*Žužemberk prelom*) e ove il corso d'acqua riceve immediatamente il tributo proveniente dalle contigue risorgenti carsiche del Poltarica, primo affluente di destra, e subito dopo quelle del Višnjica, primo affluente di sinistra, che drena un bacino esoreico di limitata estensione, nel cui ambito è peraltro localizzata la prestigiosa abbazia cistercense di Stična.



Figura 2. Le risorgenti carsiche del Krka e dell'affluente Poltarica (Foto: M. Stoppa).

Sopra: la risorgente carsica perenne del fiume Krka è localizzata davanti alla Krška Jama, una grotta turistica che, occasionalmente, durante le piene, funge da risorgente carsica temporanea del corso d'acqua. Come frequentemente si osserva sia nel Carso della Notranjska sia nel Carso della Dolenjska, l'emergenza idrica avviene in corrispondenza di un *lago di sorgente*. Sotto: una delle risorgenti carsiche del Poltarica, primo affluente di destra del Krka, è un tipico esempio di *sorgente di interstrato*. Nelle risorgenti del Krka e del Poltarica convergono acque sotterranee provenienti dall'intero alto bacino idrogeologico. Principalmente si tratta di acque che si inabissano nelle *Zatočne jame* nel settore meridionale del Radensko polje e che, peraltro, per raggiungere le risorgenti possono seguire percorsi sotterranei diversi, anche in funzione delle condizioni idrologiche.

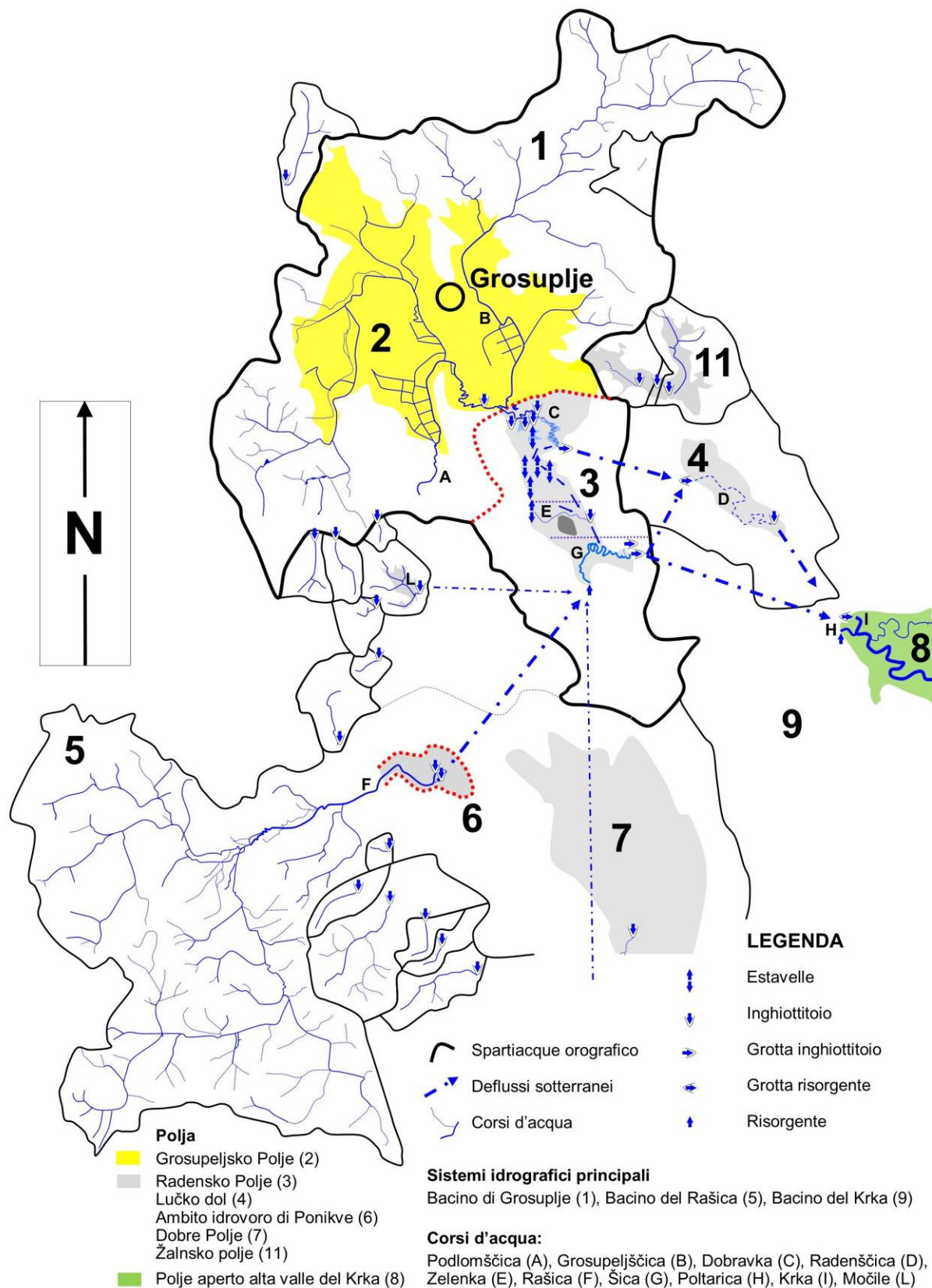


Figura 3. L'alto bacino idrogeologico del fiume Krka (elaborazione dell'autore in base ad analisi e interpretazione comparativa di carte topografiche e ortofoto desunte da <geopedia.si>).

L'alto bacino idrogeologico del fiume Krka è caratterizzato dalla predominanza di rocce carbonatiche di diversa permeabilità. Si tratta prevalentemente di dolomie triassiche paracarsificate e di calcari carsificati giurassici e, in misura subordinata, cretaci, oltre a modesti lembi di litotipi impermeabili riferibili al Paleozoico, localizzati quasi esclusivamente nel bacino del Rašica⁶. Tale quadro giustifica la presenza di peculiari diffuse forme fluviocarsiche di contatto⁷.

Dal punto di vista tettonico l'area in esame si estende nelle cosiddette *Dinaridi esterne*⁸. Si tratta di una "zona di taglio", caratterizzata da un fascio di faglie trascorrenti attive di importanza regionale, a sviluppo prevalentemente dinarico (ossia con orientazione nord-ovest sud-est), accompagnate da numerose faglie vicarianti e di raccordo che condizionano la circolazione sia delle acque superficiali sia delle acque sotterranee nei massicci carbonatici, ma giustificano pure l'esistenza di bacini intermontani assimilabili a depressioni tettonocarsiche transtensive che ospitano campi carsici chiusi (*polja*).

L'alto bacino idrogeologico del fiume Krka si articola, dunque, in un mosaico di bacini idrografici endoreici idrogeologicamente interconnessi e da cui provengono le acque che ultimamente alimentano le risorgenti del Krka e del Poltarica (cfr. Figura 3).

I bacini idrografici principali sono rappresentati a nord dal sistema integrato *Grosupeljska kotlina* (Bacino di Grosuplje) / *Radensko polje* (Polje di Racina) e, a sud, dal Bacino del Rašica, a cui si aggiungono dei "grappoli" di bacini idrografici periferici di modesta estensione – talora ipotetico retaggio di un precedente assetto paleoidrografico – derivanti dalla frammentazione di bacini più ampi in conseguenza della retrocessione degli inghiottitoi e rappresentati da brevi valli cieche, campi carsici (*polja marginali* o *di contatto*) o forme più complesse di discussa attribuzione (*Škocjansko podolje*, *Lučki dol*, *Žalnsko polje*)⁹, per lo più percorse da corsi d'acqua allogeni temporanei (cfr. Figura 4).

⁶ Chi fosse interessato, può approfondire la conoscenza degli aspetti geologici consultando il foglio RIBNICA della Carta Geologica in scala 1:100.000 (cfr. GEOZS – GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE in Siti web). Inoltre per un inquadramento più generale relativamente all'assetto geologico della Slovenia nel suo insieme si rinvia alla magistrale monografia di PLENIČAR, OGORELEC, NOVAK (a cura di) 2009.

⁷ Cfr. GAMS 1994, pp. 37-46; SAURO 1979, pp. 208-254; STEPIŠNIK 2020, pp. 23-43.

⁸ Cfr. POLJAK *et al.* 2006.

⁹ Cfr. FRELIH 2003, pp. 105-119; HROVAT 1959, pp. 53-58; PAPAC 2019 in Siti web; SAVNIK 1962, pp. 15-30.

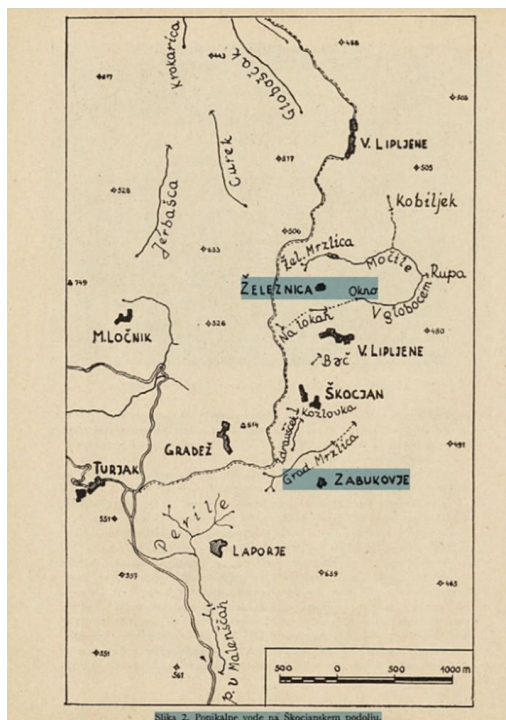


Figura 4. Corsi d’acqua carsici nel Škocjansko podolje¹⁰. Si tratta di corsi d’acqua allogenic¹¹ che scorrono in valli cieche o nel polje di contatto localizzato a sud del centro abitato di Velike Lipljene. (Fonte: SAVNIK 1962).

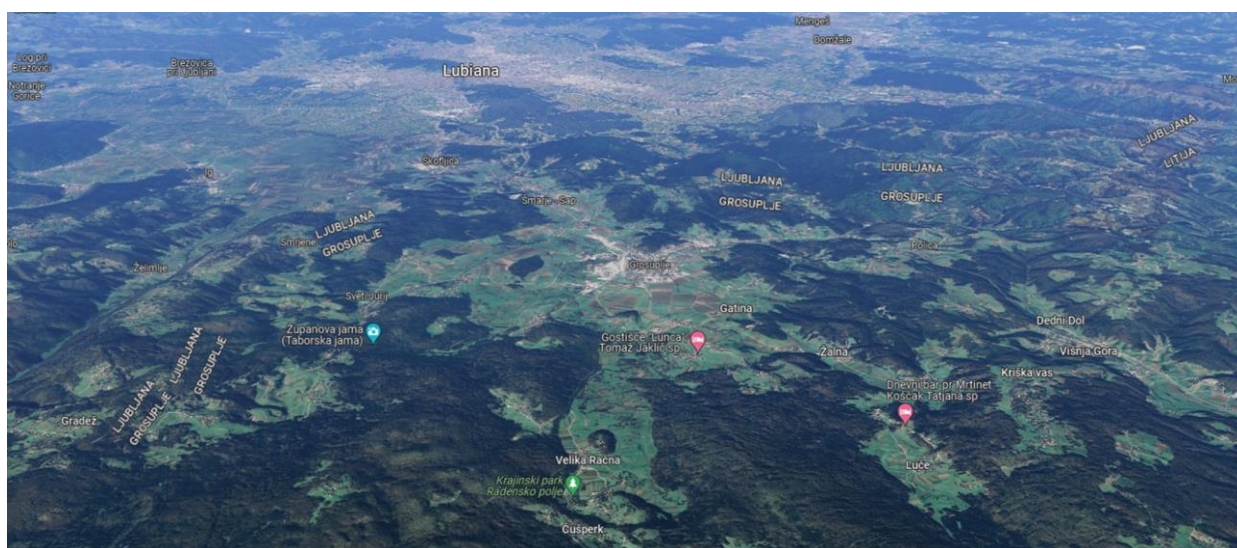


Figura 5. Immagine semipanoramica del sistema idrografico complesso Grosupeljska kotlina–Radensko polje inquadrato da sud verso nord. Il Grosupeljsko polje, un esempio di *polje atipico* in presenza di *paracarso mantellato*, è visibile nel centro, mentre l’idrograficamente interconnesso Radensko polje, è visibile in basso al centro dell’immagine (Fonte: GOOGLE MAPS, 3D).

¹⁰ Il termine *podolje* si riferisce a un insieme di valli carsiche (valli cieche, valli secche) e campi carsici (*polja*) che costituiscono un’area depressa rispetto ai rilievi circostanti. Dal punto di vista idrografico tali forme possono essere attive, quiescenti o inattive.

¹¹ Si tratta di corsi d’acqua che hanno origine in territori caratterizzati dall’affioramento di litotipi impermeabili che nel loro percorso incontrano territori caratterizzati da rocce permeabili.

2.1 IL BACINO DI GROSUPLJE

Se si esclude il suo prolungamento meridionale nel Radensko polje, che presenta un orientamento NW-SE tipicamente dinarico, la Grosupeljska kotlina (Bacino di Grosuplje) si caratterizza per un allungamento SW-NE, pertanto perpendicolare rispetto agli assi strutturali dinarici. Al centro è collocata la parte più depressa del bacino idrografico, costituente il polje omonimo (Grosupeljsko polje), che è comunemente considerato dagli studiosi un esempio di “polje¹² atipico”, in quanto i sedimenti plio-quadernari impermeabili, prevalentemente argillosi, che mantellano il fondo, in questo caso poggiano su un substrato dolomitico paracarsificato che consente di sostenere un discreto reticolo idrografico superficiale¹³ (cfr. Figura 5).

Il polje localizzato al centro del bacino è circondato da festoni di rilievi dolomitici sia a nord-est sia a nord sia a sud-ovest, con un promontorio dolomitico che penetra pure nella valle del Podlomščica. Ciò garantisce che appaiano discrete sia la frequenza sia la densità di drenaggio, con parecchie confluenze anomale sensu Strahler almeno a carico delle aste drenanti di minore ordine gerarchico.

Nel complesso il reticolo idrografico che interessa l'ampio bacino può essere considerato un esempio di *reticolo contorto*, tuttavia *convergente* a sud del centro di Grosuplje, dove il Podlomščica confluisce nel Grosupeliščica dando origine al Dobravka. Per altro si possono riconoscere ristretti ambiti maggiormente controllati dalla tettonica, come ad esempio nel settore sud-occidentale del bacino idrografico, organizzati in ambiti di *reticolo angolare*, mentre l'estremo settore nord-orientale presenta un assetto asimmetrico vagamente *subdendritico*.

¹² Si rammenta che il termine “polje” ha innanzitutto il significato generico di “campo piano”, identifica cioè delle fertili pianure alluvionali adatte alla coltivazione ed è un toponimo diffuso nei paesi di lingua slava. In senso stretto il termine “*kraško polje*” (trad. it. “campo carsico”, ma anche semplicemente “polje”), nel lessico specialistico geomorfologico si riferisce a particolari forme molto frequenti nelle aree carsiche della regione dinarica, ossia a depressioni di origine tettonocarsica *aperte* o più spesso *chiuse* – e, in quanto tali, costituenti tipici esempi di *bacini endoreici* – caratterizzate da fondo piatto talora costituito da sedimenti fluvio-lacustri che si raccordano con un angolo netto ai ripidi versanti carbonatici circostanti. Dal punto di vista idrografico i *polja* possono essere *attivi*, *inattivi* o *quiescenti* (ad es. i “polja” semiseccchi) e possono essere “classificati” in base a varie suddivisioni, tra le quali una delle più seguite è indubbiamente quella proposta da I. Gams (cfr. GAMS 1974; SAURO 1979, pp. 208-254). Sul fondo dei polja sono disseminate molteplici forme fluvio-carsiche tra cui sorgenti e risorgenti carsiche, inghiottitoi di varia tipologia ed estavelle.

¹³ Cfr. GEOLOGIJA D.O.O. IDRIJA 2019 in Siti web.

Il collettore principale della Grosupeljska kotlina è rappresentato dal Dobravka, un corso d'acqua di quarto ordine – se gerarchizzato ai sensi di Strahler – che ha origine a sud di Grosuplje alla confluenza dei due corsi d'acqua che fungono da principali collettori del bacino idrografico (Grosupeljščica¹⁴ e Podlomščica) e che, attraverso la “porta della Dobravka”, penetra nel Radensko polje.

La Grosupeljska kotlina può essere ragionevolmente suddivisa in due parti, il settore orientale costituisce il bacino idrografico del torrente Grosupeljščica e quello occidentale rappresenta il bacino idrografico del torrente Podlomščica. Il confine morfologico può essere individuato in corrispondenza di una linea ideale che, con andamento dinarico, passa per il centro di Grosuplje e per la collina Bostanj.

Il bacino montano del Grosupeljščica risulta contraddistinto da rilievi caratterizzati dall'affioramento di litotipi prevalentemente dolomitici. Tale bacino ha peraltro subito modeste “decapitazioni” in conseguenza del fenomeno della retrocessione degli inghiottitoi.

A differenza del Grosupeljščica che nel bacino montano si snoda da nord-est a sud-ovest per reindirizzarsi verso sud all'interno della pianura alluvionale del polje, il torrente Podlomščica e il suo affluente Bicje – che proviene dal settore sud-occidentale del bacino ed è alimentato da risorgenti carsiche¹⁵ – defluiscono da sud verso nord, formando gomiti con una “inversione a U” immediatamente ad ovest del centro di Grosuplje.

Ciò indurrebbe a pensare a un originario deflusso verso nord, come ipotizzato da A. Melik per la Raščica che lo studioso considera rappresentare il paleocollettore della Dolenjska e che attraverso la soglia di Šmarje avrebbe raggiunto il Ljubljansko barje (Paludi di Lubiana), ipotesi peraltro non condivisa sulla base di studi più recenti¹⁶.

Peraltro, anche senza chiamare in causa la Paleoraščica, l'originario deflusso verso nord, almeno per quanto riguarda il settore occidentale del nostro bacino, appare

¹⁴ Si noti che in Slovenia è frequente che i corsi d'acqua desumano l'*idronimo* da un centro abitato che attraversano o lambiscono. Non è inoltre infrequente, come nel caso del Grosupeljščica, che segmenti del medesimo corso d'acqua assumano idronimi diversi.

¹⁵ Si ritiene alimentate da corsi d'acqua del Škocjansko podolje che scorrono verso settentrione in brevi valli cieche.

¹⁶ Cfr. FRELIH 2003, pp. 105-119.

ragionevole. La rete idrografica si sarebbe riorganizzata in conseguenza di *catture fluviali* (si notino gli evidenti *gomiti di cattura*) a beneficio di un drenaggio verso meridione a vantaggio del Radensko polje, allargando di conseguenza il bacino idrogeologico del Krka. Si segnala infine che nel polje in esame sono pure presenti dei modesti rilievi residuali (*hum*¹⁷).

2.2 IL BACINO DEL TORRENTE RAŠICA

Il torrente Rašica costituisce un tipico esempio di corso d'acqua *allogenic* che ha origine dalla confluenza del torrente Robarica, il cui sottobacino drena la porzione settentrionale del bacino idrografico complessivo, e, rispettivamente, del torrente Kozmanjka, il cui sottobacino drena invece quella meridionale. Le aste drenanti di questi due tributari disegnano un reticolo idrografico *rettangolare*, indubbiamente tettono-condizionato, si tratta infatti di aste drenanti susseguenti, mentre i loro numerosi affluenti si caratterizzano per organizzarsi in reticoli prevalentemente *angolati*, evidenziando nell'alto bacino discrete frequenza e densità di drenaggio, per altro maggiori nel sottobacino del Kozmanjka.

Ciò non stupisce più di tanto, se si considera che i bacini di questi due corsi d'acqua sono contraddistinti da litotipi triassici prevalentemente dolomitici che affiorano estesamente a ovest del Veliki Graben, un ampio segmento vallivo susseguente percorso dal Kozmanjka immediatamente a monte della confluenza con il Robarica. A valle della confluenza, da cui appunto ha origine il torrente Rašica, il corso d'acqua si configura come un canale di scolo di un bacino montano di discreta estensione che, imboccando una valle suppostamente antecedente, scorre verso est raggiungendo rapidamente, dopo essere penetrato nei litotipi calcarei giurassici, il campo carsico di Ponikve, ove è ubicato un ambito idrovoce caratterizzato da una concentrazione di inghiottitoi di diversa morfologia (cfr. Figura 6).

¹⁷ Si tratta di *rilievi isolati*, noti anche come *Inselberg* (trad. it. "monti isola") anche se questo termine, desunto dalla lingua germanica, viene pure utilizzato per indicare morfologie convergenti connesse a processi morfogenetici diversi e localizzate in fasce morfoclimatiche differenti e, pertanto, è un termine da evitare nei contesti carsici in esame. Gli *hum* sono *rilievi residuali*, risparmiati da processi dissolutivi/erosivi e che emergono dai sedimenti che ricoprono il fondo dei polja.



Figura 6. L'ambito idrovoro del torrente Rašica in località Ponikve (Foto: M. Stoppa).

1) Il corso d'acqua immediatamente a monte dell'inghiottitoio attivo. L'alveo è debolmente incassato nei materiali alluvionali che mantellano le sottostanti formazioni calcaree giurassiche. Si notino un punto idrovoro soggetto a subsidenza (indicato dalla freccia) e la griglia che svolge la funzione di trattenere i materiali vegetali fluitati ad evitare che ostruiscano l'inghiottitoio e impediscano il deflusso delle portate di piena con conseguente esondazione. 2) I ruderi di un mulino che scaricava direttamente in un punto idrovoro. 3-4) Il corso d'acqua penetra nella voragine dell'inghiottitoio principale attivo. Si tratta di una grotta inghiottitoio (*ponorna jama*). 5) Punto idrovoro quiescente in corrispondenza di un affioramento del regolite calcareo. 6) Punto idrovoro in corrispondenza di una dolina alluvionale. 7) L'area idrovora principale che ospita l'inghiottitoio attivo e numerosi inghiottitoi quiescenti variamente beanti. Le frecce blu indicano i deflussi di piena non smaltiti che esondano sul fondo del polje, mentre la freccia bianca evidenzia l'argine artificiale realizzato a protezione del centro abitato di Ponikve. L'area esondabile presenta tracce di un alveo incerto che indirizza le acque di piena ai successivi punti idrovori disseminati sul fondo del campo carsico.

L'area idrovora comprende il *Požiralnik Ponikve*, una grotta inghiottitoio (*ponorna jama*) attiva in condizioni di morbida, a cui si aggiunge un insieme di doline alluvionali quiescenti, soggette a evidenti fenomeni di subsidenza e di potenziale collasso, talora caratterizzate da cavità beanti e che si attivano in condizioni di piena.

Tali inghiottitoi risultano in una certa misura inefficienti a smaltire le portate di piena e vi sono chiari indizi che il fondo del campo carsico sia soggetto a parziale temporaneo allagamento. Ad esempio, un argine è stato realizzato a protezione dei coltivi contigui all'abitato di Ponikve, impedendo in tal modo alle acque di esondazione di raggiungerli e indirizzandole piuttosto verso un abbozzo d'alveo che serpeggia, raccordando i successivi punti idrovori disseminati nella piana del campo carsico, in corrispondenza dei quali affiora il regolite.

Una volta captate dai punti idrovori, le acque del Rašica raggiungono almeno in parte le risorgenti del torrente Šica, localizzate nel settore meridionale del Radensko polje.

3. IL RADENSKO POLJE

Concentriamo ora la nostra attenzione sul settore più interessante dell'alto bacino idrogeologico del fiume Krka, ossia il Radensko Polje¹⁸ (Polje di Racina) (cfr. Figura 7).



Figura 7. Immagine semipanoramica del Radensko polje inquadrato da nord verso sud.
(Fonte: GOOGLE MAPS, 3D).

¹⁸ Cfr. GEOLOGIJA D.O.O. IDRIJA 2019 in Siti web.

Il Radensko polje è assimilabile, in base alla classificazione proposta da Gams¹⁹, nel contempo a un tipico esempio di *polje di attraversamento* in condizioni di magra e di *polje di livello piezometrico* in condizioni di piena²⁰ (cfr. Figura 8).

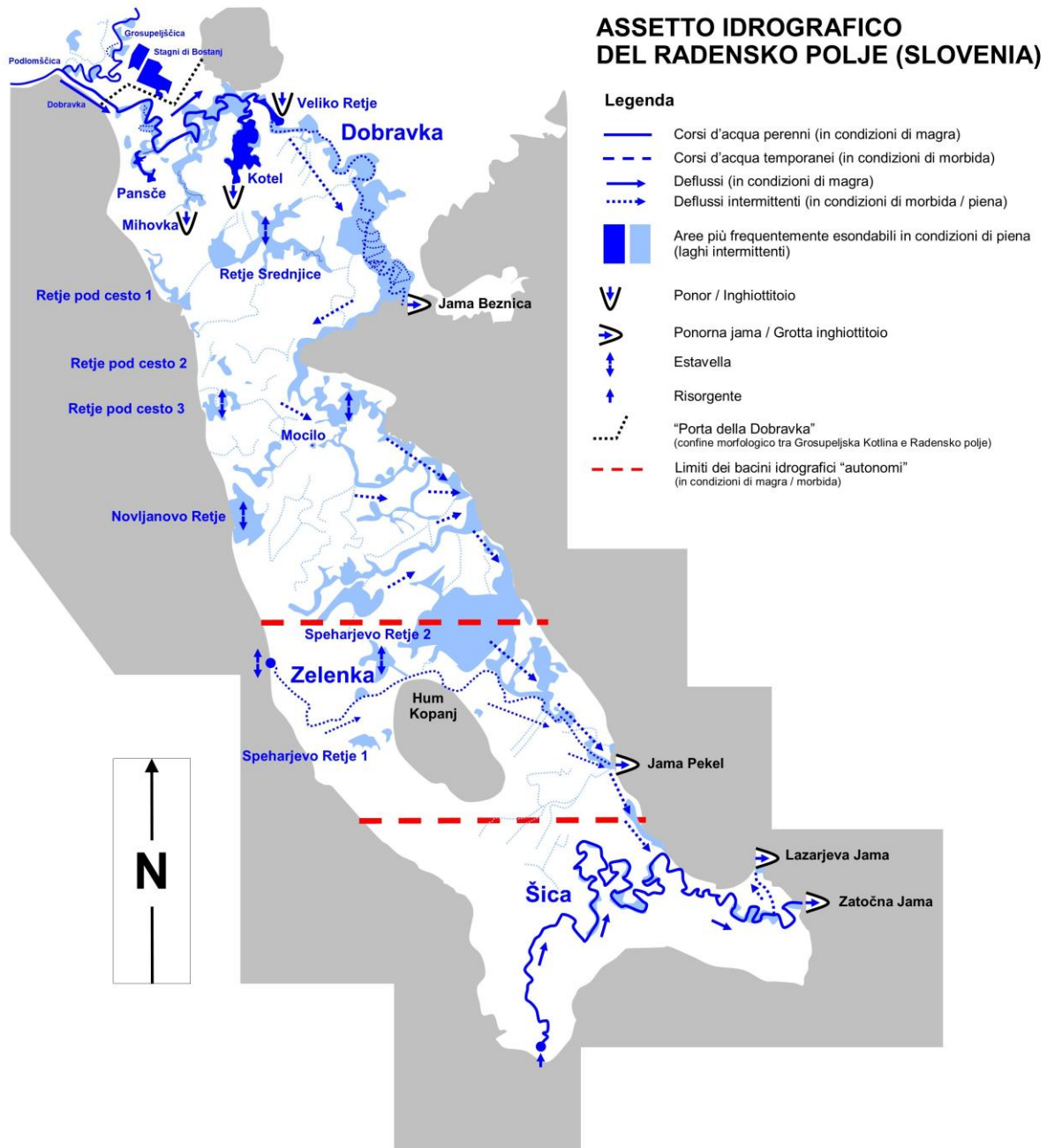


Figura 8. Carta idrografica del Radensko polje.

(Fonte: elaborazione dell'autore basata su analisi e interpretazione di carte topografiche e ortofoto²¹ da <geopedia.si>)

¹⁹ Cfr. GAMS 1974; SAURO 1979, pp. 208-254.

²⁰ Cfr. MEZE 1980 (1981); RAVBAR *et al.* 2021.

²¹ Si rinvia per approfondimenti di carattere metodologico relativi alla fotointerpretazione al lavoro di AMADESI 1982.

Il Radensko polje racchiude in un territorio di limitata estensione una molteplicità di forme fluviocarsiche paradigmatiche, caratterizzate da peculiari dinamiche di notevole interesse morfogenetico, tra l'altro ospitando quello che Gams considera il più bel esempio di *hum* della Slovenia (si tratta della collina Kopanj presso il centro abitato di Velika Račna).

Dall'analisi della carta idrografica, anche con l'ausilio del modello corematico (cfr. Figura 9) si deduce che, in condizioni di morbida, il Radensko polje risulta diviso in tre ambiti idrografici distinti: il settore centro-settentrionale – che è il più esteso e può essere suddiviso in due subaree – è di pertinenza del corso d'acqua Dobravka, il settore centro-meridionale del corso d'acqua Zelenka e il settore meridionale del corso d'acqua Šica.

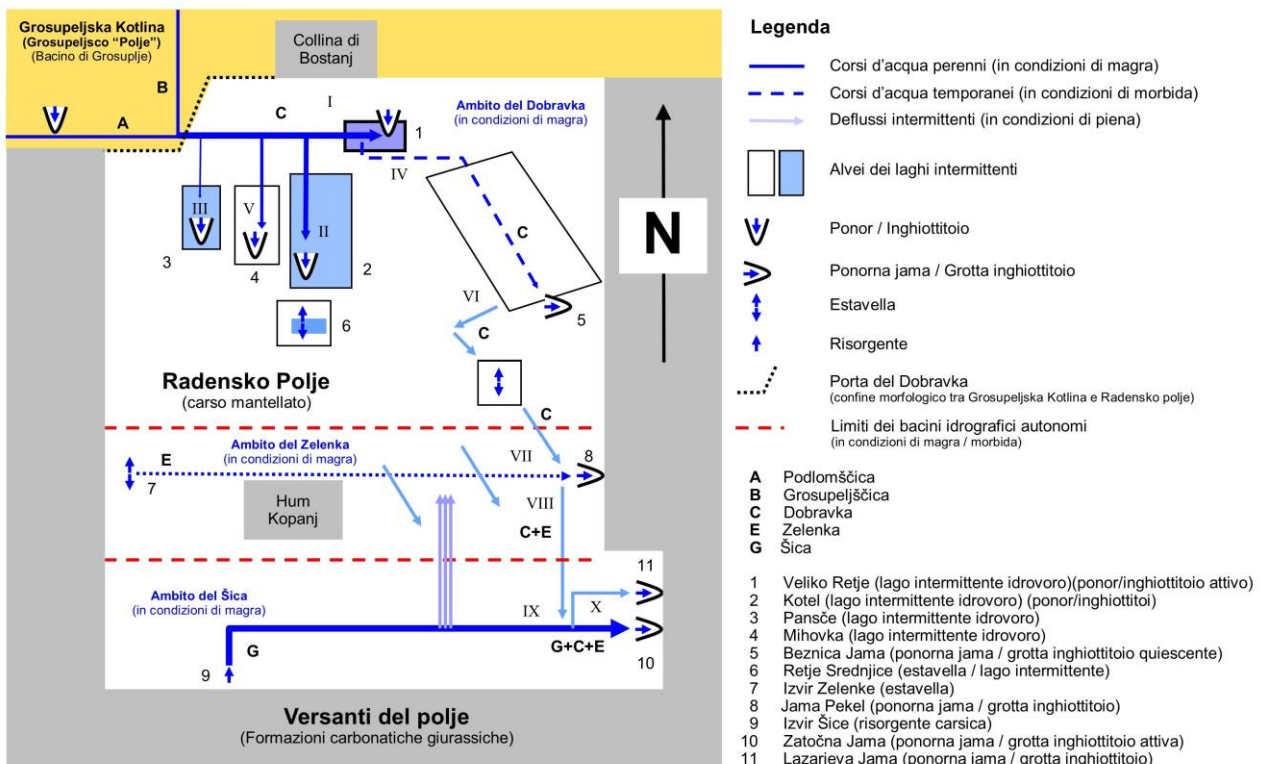


Figura 9. Modello corematico²² dell'insieme morfogenetico fluviocarsico del Radensko polje (Fonte: elaborazione dell'autore sulla base di operazioni di rilevamento geomorfologico svolte in sito dall'autore stesso incrociate con analisi e interpretazione comparativa di stralci cartografici e ortofoto desunte da <geopedia.si> e Google Maps).

²² Circa l'utilizzo dei modelli corematici applicato allo studio dei campi carsici si rinvia al lavoro di STOPPA 2021.

3.1 L'AMBITO IDROGRAFICO DI PERTINENZA DEL DOBRAVKA

Penetrando nel Radensko polje, il Dobravka²³ percorre a sud della collina Bostanj un breve segmento, esibendo *meandri incastrati*²⁴ e incassando progressivamente il proprio alveo nel materasso alluvionale. Dopo un breve tratto (cfr. Figura 10), le portate di magra (fase I) sono inesorabilmente intercettate da inghiottitoi localizzati in una varice più profonda dell'alveo – il Veliko Retje – che con l'incremento delle portate (fase II) si trasforma rapidamente in un modesto lago carsico temporaneo.

Con un ulteriore incremento delle portate si attivano una serie di *inghiottitoi ausiliari* localizzati sul fondo degli alvei limnici idrovori di tre laghi intermittenti (Kotel, Pansče e Mihovka). Il Dobravka presenta in questo tratto un *reticolo divergente* che si attiva con l'aumento della portata durante le piene. Quando il Veliko Retje è colmo, entra in funzione il canale scolmatore naturale del Kotel (fase III) che convoglia, tramite un alveo sinuoso incassato sul fondo dell'ampio alveo limnico quiescente idroforo, le acque eccedenti a inghiottitoi beanti localizzati ai suoi margini meridionali.

Inizialmente il deflusso è vivace, dando luogo a fenomeni di scalzamento al piede e incassamento. Gli inghiottitoi beanti che si aprono direttamente nel terreno, sono soggetti a continui fenomeni di ostruzione e disostruzione, preceduti questi ultimi da subsidenza in corrispondenza di punti idrovori sepolti o temporaneamente intasati da sedimenti e resti vegetali marcescenti (cfr. Figura 11).

Con l'ulteriore incremento delle portate, gli alvei dei laghi carsici temporanei si riempiono progressivamente a partire dal Kotel, seguito dal Pansče e dal Mihovka²⁵.

²³ Anche il Dobravka è di fatto un corso d'acqua allogeno, proveniente cioè da un bacino impermeabile extracarsico.

²⁴ Nei *polje di attraversamento* è molto comune che i corsi d'acqua scatenino il *meandreggio*. Si tratta generalmente di meandri tendenzialmente "liberi", più correttamente di *meandri confinati*, se in carenza di spazio, a causa della loro collocazione anomala, non sono liberi di attuare le dinamiche tipiche loro proprie che normalmente esibiscono nelle piane costiere, in quanto delimitati dai versanti della depressione endoreica. Nel caso del Dobravka si deve tuttavia parlare di *meandri incastrati* perché il corso d'acqua ha anche vivacemente terrazzato il fondo del campo, incassando i meandri ed esponendo la sequenza di sedimenti argillosi che ricopre le rocce calcaree giurassiche del basamento del polje per una potenza di vari metri. L'erosione verticale regressiva è stata determinata dall'esigenza del corso d'acqua di raccordare il proprio profilo con il livello di base locale rappresentato dagli inghiottitoi del vicino Veliko Retje.

²⁵ Si segnala che in letteratura si afferma che il Mihovka (fase V) si riempie prima del Pansče (fase III), ma un'analisi delle ortofoto recenti ha evidenziato sorprendentemente il contrario. Il fatto si giustifica con la realizzazione di un modesto canale adduttore artificiale (taglio) che facilita il riempimento del Pansče, mentre il canale naturale adduttore della Mihovka, pur trovandosi a valle, presenta una soglia di accesso più elevata da superare per dar luogo alla tracimazione.



Figura 10. Forme fluvio-carsiche nel settore settentrionale del Radensko polje nell'ambito che è di pertinenza idrografica esclusiva del corso d'acqua Dobravka (Foto: M. Stoppa).

1-2) I meandri incastrati della Dobravka ai piedi della collina Bostanj. L'erosione verticale e il corrispondente significativo terrazzamento della piana alluvionale mette in luce la sequenza dei depositi alluvionali che mantellano i calcari giurassici del basamento. 3) La Dobravka sprofonda nel Veliko Retje, una depressione idrovora che ospita gli inghiottitoi attivi in condizioni di magra e un lago intermittente in condizioni di piena. 4) Il Veliko Retje in condizioni di magra. Sul lato destro dell'immagine FM indica il punto di tracimazione in corrispondenza di un "falso meandro". Con portate maggiori, a causa dell'inefficienza degli inghiottitoi del Veliko Retje, il Dobravka straripa per raggiungere la Beznica Jama. 5-6-7) Il punto di divergenza da cui si diparte il canale adduttore temporaneo che convoglia le acque agli inghiottitoi ausiliari localizzati ai piedi delle sponde meridionali dell'alveo quiescente del lago intermittente Kotel. 8) L'alveo del lago intermittente Kotel in condizioni di magra.



Figura 11. Il lago intermittente idrovero Kotel (Foto: M. Stoppa).

1) L'alveo quiescente del Kotel in condizioni di magra. Sul fondo serpeggia un canale sinuoso incassato nei sedimenti del fondo che veicola i deflussi verso gli inghiottitoi localizzati ai piedi della sponda meridionale. Con l'incremento ulteriore delle portate l'intero bacino si riempie formando un lago carsico temporaneo. 2) Il canale adduttore in prossimità degli inghiottitoi. Si notino i fenomeni di scalzamento al piede. 3) L'area idrovera beante principale del Kotel vista da nord. 4-5-6) Gli inghiottitoi si aprono nel terreno sul fondo dell'alveo limnico o ai piedi della sponda meridionale. Solo talora (5) si nota l'affioramento del regolite. L'area è soggetta a evidenti diffusi fenomeni di subsidenza e conseguente collasso improvviso per sprofondamento, in quanto tali inghiottitoi tendono molto facilmente a ostruirsi a causa dell'apporto di sedimenti e di resti di vegetali fluitati ma altrettanto facilmente a disostruirsi. Si tratta pertanto di una zona pericolosa, da evitare soprattutto da parte di coloro che non padroneggiano competenze geologiche tali da consentire un'accurata valutazione delle aree soggette a possibili sprofondamenti improvvisi.

Prima che inizi il riempimento del Mihovka, il Veliko Retje inizia a tracimare lateralmente in sponda destra e attiva l'alveo meandreggiante temporaneo del Dobravka ospitato in un ulteriore ampio alveo limnico temporaneo che veicola le portate di piena alla Beznica jama, la grotta inghiottitoio che si apre ai piedi dei versanti orientali che delimitano il polje (cfr. Figure 12 e 13). Con il progressivo riempimento degli alvei dei laghi temporanei, per il principio dei vasi comunicanti, inizia inoltre ad attivarsi anche l'estavella Srednjice che, a sua volta, si trasforma in un lago temporaneo (cfr. Figura 13).



Figura 12. La porzione settentrionale del Radensko polje inquadrata verso sud-ovest. In primo piano si vedono le dimore del centro abitato di Zagradez pri Grosupljem. Si nota in particolare come il segmento di alveo del Dobravka compreso tra il Veliko Retje e la Beznica Jama (visibile in secondo piano: B) si sia trasformato – così come parimenti il Kotel, il Pansče e il Mihovka – in un lago temporaneo con un interessante funzione laminante (Foto: M. Stoppa).

Un ulteriore incremento di portata comporta lo straripamento (fase VI) delle acque del Dobravka dalla sponda occidentale del lago temporaneo nei pressi della Beznica jama. A questo punto, le acque del Dobravka, dopo aver aggirato un promontorio calcareo, iniziano progressivamente a espandersi nell'area centrale del Radensko polje, muovendo verso sud ed esondando inizialmente la parte più depressa del campo carsico – che si sviluppa alla base dei versanti orientali – lambendone il piede che costituisce una sorta di cintura idrovora disseminata di punti idrovori concentrati di varia efficienza in termini di deflusso.



Figura 13. Forme fluvio carsiche nel settore settentrionale del Radensko polje (Foto M. Stoppa).

1-2-3) L'ampio alveo di piena quiescente del Dobravka immediatamente a monte della Beznica jama in condizioni di magra estive. Durante l'estate il fondo viene rapidamente colonizzato dalla vegetazione erbacea pioniera. L'alveo di piena, in effetti un alveo limnico quiescente, ospita al suo interno l'alveo di morbida meandreggiante (a sua volta quiescente) del Dobravka che veicola, in condizioni di morbida, alla Beznica jama (4) le acque non drenate dal Veliko Retje e dagli inghiottitoi ausiliari (Kotel, Pansče, Mihovka), mentre in condizioni di piena si trasforma in un lago temporaneo (che può a sua volta straripare). 5-6) L'estavella Srednjice in condizioni di magra. Si noti l'alveo quiescente inerbido del lago carsico temporaneo, mentre sul fondo appare l'affioramento del regolite (6). Durante le piene, per il principio dei vasi comunicanti, le estavelle si attivano e l'ampia depressione endoreica di forma stellare si trasforma in un suggestivo lago temporaneo (7).

L'ambito del Radensko polje di stretta pertinenza del Dobravka a sud della Beznica jama è caratterizzato da un intricato reticolo *contorto* contraddistinto da un intreccio di canali temporanei ed estavelle giustapposte a zone umide²⁶ e ad aree esondabili più o meno estese in funzione delle portate di volta in volta registrate a ogni piena.

3.2 L'AMBITO IDROGRAFICO DI PERTINENZA DEL ZELENKA

Il settore centro meridionale del Polje in condizioni di magra è di pertinenza del Zelenka, un corso d'acqua carsico (*ponikalnica reka*) temporaneo che scaturisce da una estavella ai piedi dei versanti occidentali del Radensko polje, attraversa il campo carsico da ovest verso sud-est sfiorando l'*hum* di Kopanj e viene infine intercettato dal punto idroforo della jama Pekel.

In occasione delle piene, l'esondazione determinata dal torrente Dobravka può estendersi al bacino del Zelenka (fase VII) in modo tale che le acque del Dobravka si mescolano a quelle del Zelenka e, quando la jama Pekel non riesce a smaltire le acque, queste proseguono dilagando verso meridione (fase VIII) fino a confluire nel Šica (fase IX). Si ritiene che l'estavella che funge da sorgente (*izvir*) temporanea del Zelenka sia alimentata dalle acque sotterranee provenienti dal Rašica nonché dal Škocjansko Podolje, oltre che da precipitazioni che insistono sui rilievi calcarei che si sviluppano a ovest del Radensko polje. Queste ultime probabilmente riforniscono anche una serie di estavelle localizzate ai piedi dei versanti occidentali del campo carsico nel settore di pertinenza del Dobravka anche se indipendenti da questo corso d'acqua.

3.3 L'AMBITO IDROGRAFICO DI PERTINENZA DEL ŠICA

L'ambito di pertinenza del Šica (cfr. Figura 14) si estende nel settore meridionale del Radensko polje. Il Šica è anch'esso un corso d'acqua carsico alimentato da risorgenti carsiche²⁷ localizzate presso il centro abitato di Mala Račna. L'asta drenante si

²⁶ Cfr. CULIBERG, DOZET 2007, pp. 91-101; GOVEDIČ, LEŠNIK (a cura di) 2021.

²⁷ Si parla di *risorgenti carsiche* – da non confondere assolutamente con le *risorgive* delle pianure alluvionali – quando a venire alla luce sono acque che hanno già circolato in un reticolo idrografico epigeo. Nel caso delle risorgenti del Šica si ipotizza che possano essere alimentate anche dal Dobrepolje e persino da corsi d'acqua che sono di pertinenza dal punto di vista idrografico del Ribniško polje (Polje di Ribnica). Si ritiene, infatti, che parte delle acque del Tržiščica

distingue per essere caratterizzata da sinuosità estremamente accentuate con meandri incastrati anche del tipo a collo d'oca.

Le risorgenti sono alimentate dalle acque del Rašica ma anche del Močile che drena un modesto polje di contatto nell'ambito del Škocjansko podolje. Le piene del Šica di norma si limitano a esondare ristretti ambiti golenali lungo i meandri nonché le aree immediatamente prospicienti il sistema degli inghiottitoi delle Zatočne jame.

Nel caso di piene concomitanti del Šica e del sistema Dobravka-Zelenka l'esondazione si espande a dismisura e va a insistere sull'intera superficie del campo carsico, insidiando alcune dimore del centro abitato di Velika Račna e sommergendo altresì un tratto dell'importante arteria stradale che lo collega a Grosuplje. In questa situazione il drenaggio delle acque di esondazione avviene anche grazie all'attivazione della Lazarjeva jama (fase X) che, nel sottosuolo, è collegata alla Zatočna jama.

In condizioni di piena il sistema ipogeo delle Zatočne jame convoglia le acque principalmente verso le risorgenti del Krka e, in particolare, secondo Gams, del Poltarica, tuttavia alimenta anche la *grotta risorgente* Lučka jama, da cui scaturisce la Radenščica, il corso d'acqua temporaneo che attraversa il Lučki Dol (Polje di Luče), per formare eventualmente un lago carsico temporaneo nel Lučko dno, ossia sul fondo della depressione tettonocarsica stessa.

3.4 INGHIOTTITOI, ESTAVELLE E FALSI MEANDRI

A questo punto è opportuno focalizzare l'attenzione su alcuni tratti fisiografici comuni negli ambiti fluviocarsici e, in particolare, nel Radensko polje.

intercettate dal Ponor Tentera – e, forse, non è da escludere, anche del Bistrica, veicolate da un canale scolmatore di piena a un inghiottitoio contiguo – possano raggiungere le risorgenti del Šica. Certamente in corrispondenza di tali risorgenti riappaiono parte delle acque del torrente Rašica, come confermato da studi sui sedimenti rinvenuti da Gospodarič (cfr. GOSPODARIČ 1972, pp. 25-33) nelle Zatočne jame, inequivocabilmente provenienti dal bacino montano del Rašica e segnalati da Frelj pure nella Lučka jama (pri Jamah) (cfr. FRELIJ 2003, pp. 105-119). Si tenga presente che un medesimo inghiottitoio può indirizzare le acque verso risorgenti distinte, ubicate anche a grande distanza l'una dall'altra e persino in bacini idrografici diversi e ciò anche in funzione delle portate dato che, in condizioni di piena, si possono attivare percorsi sotterranei quiescenti, alternativi rispetto al deflusso ordinario. Peraltro una risorgente carsica può a sua volta ricevere contributi idrici in proporzione variabile in funzione alle condizioni idrologiche anche da inghiottitoi diversi, in quanto le acque sotterranee non sono affatto condizionate dagli spartiacque orografici, quanto piuttosto da formazioni impermeabili che fungano da *acquicludo* nonché da sistemi di faglie che incontrano nel loro percorso sotterraneo.



Figura 14. Morfologie fluvio carsiche nella porzione meridionale del Radensko Polje (Foto: M. Stoppa).

L'immagine (1) inquadra verso nord l'Hum di Kopanj e le porzioni di campo carsico di pertinenza idrografica in condizioni di magra del Zelenka (le frecce indicano la vegetazione ripariale che si sviluppa lungo le sponde dell'alveo) e, rispettivamente, del Šica (in primo piano). L'intera piana può essere completamente esondata per gli apporti di piena del Dobravka e del Zelenka che provengono da nord confluendo nel Šica, mentre il Šica (2-3) generalmente limita le sue esondazioni agli ambiti golenali. L'alveo del Šica serpeggia nella parte più depressa del Radensko polje caratterizzandosi per l'esistenza di meandri incastrati ad accentuata sinuosità. Il sistema di inghiottitoi detto delle Zatočne jame convoglia infine le acque alle risorgenti del Krka. La Zatočna jama (4) è l'inghiottitoio di norma attivo (qui nella foto quiescente durante i periodi siccitosi estivi) mentre la Lazarjeva jama (5-6) si attiva occasionalmente ed è alimentata da un canale divergente (5) solo abbozzato e inerbato (freccia) che diverge dall'alveo principale. Entrambi gli inghiottitoi sono protetti da griglie metalliche (4-5) per evitare l'ostruzione delle cavità drenanti e, pertanto, sono dei *katavatron*, ossia inghiottitoi sui quali l'uomo è intervenuto per migliorarne l'efficienza.

Innanzitutto è necessario precisare che il termine “generico” inghiottitoio (*ponor*), in realtà, in lingua slovena è traducibile con svariati termini che, in qualche modo, ne precisano le caratteristiche morfologiche (*požiralnik*, *ponikve*, *brezno*, ecc.). Questa ricchezza lessicale è certamente dovuta alla grande diffusione dei fenomeni carsici nell'area dinarica.

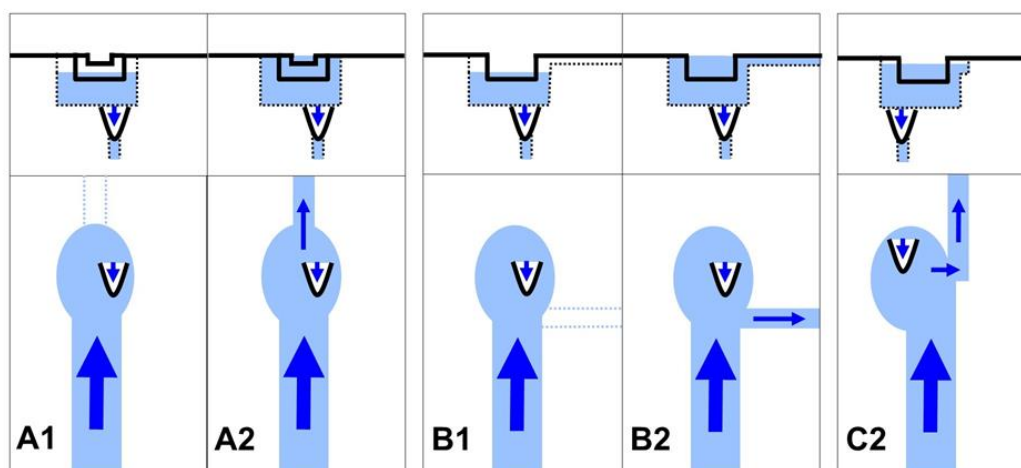


Figura 15. Punti idrovori localizzati nell'alveo di un corso d'acqua carsico e loro comportamento in condizioni di magra (1) e di piena (2), anche in relazione alla genesi di “falsi meandri” (casi B e C) (sopra: visualizzazione in profilo, sotto visualizzazione in planimetria). Il caso C si riferisce al torrente Dobravka in corrispondenza del Veliko Retje. In condizioni di piena il corso d'acqua supera l'inghiottitoio che non è in grado di drenare completamente gli apporti idrici attivando un alveo quiescente di più modesta sezione bagnata (generalmente più stretto e meno profondo) che prosegue rettilineo o può formare nei pressi dell'inghiottitoio un gomito che simula un meandro (“falso meandro”)²⁸ (Fonte: elaborazione dell'autore).

La Figura 15 illustra le possibili situazioni che si vengono a creare in condizioni di magra e, rispettivamente, di piena, nel caso in cui nell'alveo di un corso d'acqua si trovi localizzato un inghiottitoio incapace di drenare completamente le portate di piena. In condizioni di piena si osserva che il corso d'acqua, in assenza di ostacoli, può proseguire il suo percorso nel campo carsico mantenendo la direzione originaria di deflusso oppure può tracimare lateralmente in corrispondenza dell'inghiottitoio – o in prossimità di esso – ove la morfologia dell'argine lo consenta, attivando in entrambi i casi un alveo quiescente, spesso inerbito, caratterizzato da una minore sezione

²⁸ Cfr. STOPPA 2021.

bagnata (ossia più stretto e meno profondo), con la conseguente impostazione di un “falso meandro” che, in realtà facilita l'individuazione dell'inghiottitoio durante le operazioni di rilevamento in campagna. In corrispondenza dell'inghiottitoio l'alveo del corso d'acqua carsico esibisce una varice, allargandosi e approfondendosi, anche se possono essere presenti pure delle barre generalmente in condizioni biostatiche a causa di processi di sedimentazione innescati dalle riduzioni di portata del corso d'acqua determinate dal deflusso sotterraneo.

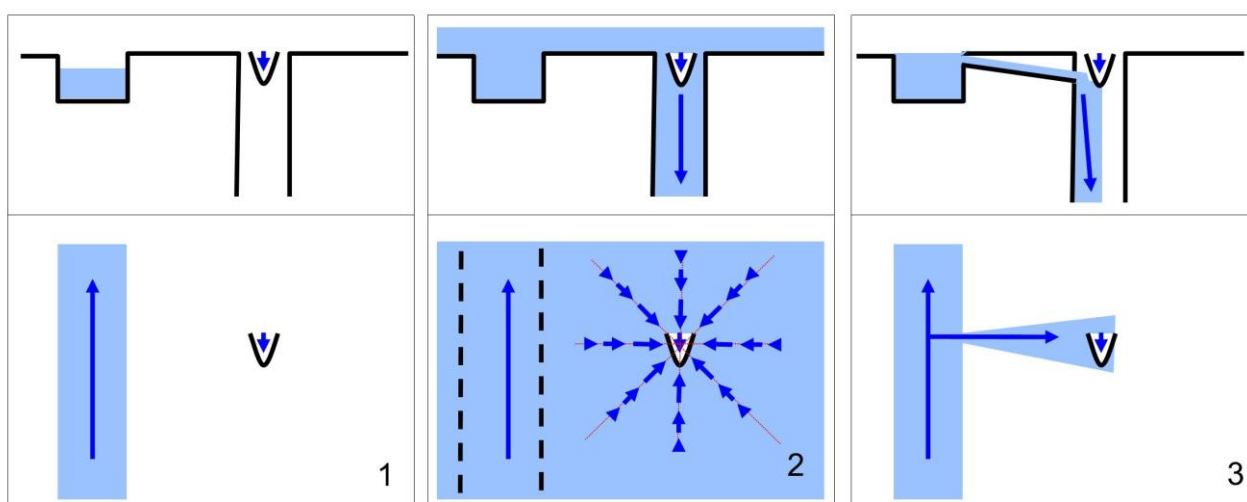


Figura 16. Modelli esplicativi che illustrano la genesi dei “falsi meandri”. 1) Inghiottitoio quiescente in condizioni di magra/morbida. 2) Attivazione dell'inghiottitoio in conseguenza di fenomeni di esondazione in condizioni di piena. In tali situazioni l'inghiottitoio innesca dei flussi radiali centripeti che determinano processi di erosione verticale regressiva. Nel corso del tempo, a seguito di reiterati episodi di esondazione, si verifica l'impostazione e il progressivo consolidamento di un *reticolo divergente* (Fonte: elaborazione dell'autore).

La Figura 16 illustra, invece, una diversa possibile genesi di un “falso meandro” quando l'inghiottitoio localizzato a una certa distanza dall'asta drenante sia quiescente e si attivi solo in condizione di piena. Nella situazione in cui il campo carsico risulti allagato, l'inghiottitoio, fungendo da “attrattore”, richiama flussi idrici e induce conseguenti fenomeni di erosione regressiva che, alla lunga, creano delle direttrici di deflusso preferenziale centripeto che possono intercettare l'alveo del corso d'acqua contiguo, generando un reticolo divergente. Si tratta di un fenomeno che può essere definito come un esempio di cattura fluviale “di tipo carsico”.

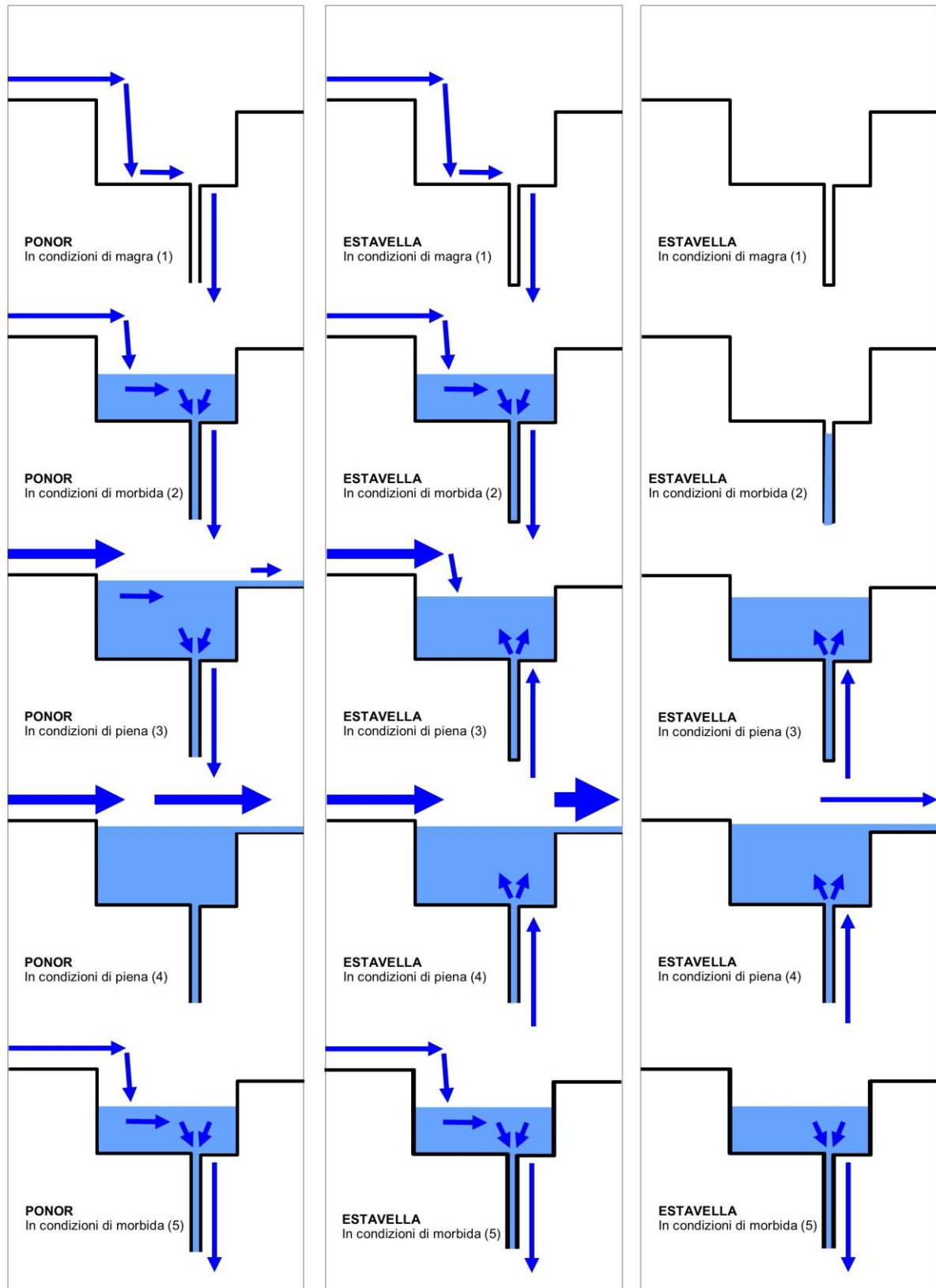


Figura 17. Modelli esplicativi del funzionamento dei *ponor* (inghiottitoi classici) e delle *estavelle* in condizioni di morbida, magra e piena (Fonte: elaborazione dell'autore).

Infine la Figura 17 consente di operare una distinzione tra gli inghiottitoi classici (*ponor*) e le estavelle (*inversac*). In particolare le estavelle possono trasformarsi da inghiottitoio, a seconda dei casi, in sorgente /risorgente carsica.

Un inghiottitoio classico drena per via sotterranea ma può smettere di far defluire le acque quando i vacui sotterranei non riescono più a smaltire le acque in ingresso e il pelo libero dell'acquifero carsico inizia a innalzarsi entro il massiccio carsificato fino al punto di essere al di sopra della superficie topografica. Nel caso delle estavelle il sistema idrogeologico carsico è in pressione e costringe l'inghiottitoio a invertire il suo comportamento in quello di una sorgente temporanea che può esibire delle polle ribollenti molto energiche.

Si tenga altresì presente che i polja costituiscono di fatto delle imponenti *casce di espansione* naturali che offrono all'uomo vantaggi e svantaggi: possono trattenere temporaneamente grandi volumi d'acqua dolce; possono regimare a valle i deflussi alle risorgenti laminando le piene; possono favorire la biodiversità.

Naturalmente possono determinare anche rischi ambientali, imponendo la necessità di tutelare le attività agricole e i centri abitati dal rischio di esondazione, anche quando prudentemente edificati in aree per quanto possibile rilevate rispetto alle aree potenzialmente esondabili ma pure intervenendo con un'opportuna protezione, manutenzione e ampliamento dei punti idrovori quando necessario, tenendo peraltro in considerazione che ciò di fatto impatta sugli equilibri morfogenetici e ecologici del campo carsico, se e quando aree soggette ad esondazione temporanea dovessero non esserlo più²⁹.

Altrettanto degno di attenzione si rivela lo studio delle modalità di svuotamento del campo carsico posteriore all'evento di piena che nel caso del Radensko polje avviene con modalità diverse rispetto a quelle con cui si manifesta l'esondazione. Fasi di stasi caratterizzate da superficie piezometrica stabile si alternano a fasi di svuotamento

²⁹ Si può infatti affermare che un campo carsico severamente drenato grazie ad interventi antropici radicali "muore", in quanto viene a perdere il "respiro" determinato dalle esondazioni intermittenti garantito, anteriormente alla sistemazione idraulica, dall'alternarsi delle piene e delle magre. Ciò non impatta solo sulla biodiversità ma anche sulla vita e sulle abitudini e sulle attività delle popolazioni residenti.

rapido dei laghi temporanei così come la decompressione dell'acquifero carsico e il conseguente deprimersi della tavola d'acqua all'interno dei massicci calcarei consente la progressiva riattivazione degli inghiottitoi.

4. CONCLUSIONI

A conclusione del lavoro sembra opportuno fornire al lettore alcuni suggerimenti circa il possibile utilizzo didattico del contributo. Il contributo offre, infatti, un discreto apparato iconografico multidisciplinare multimediale.

Si raccomanda in particolare di insistere sull'analisi comparativa dei sussidi iconici statici³⁰ e dinamici. In bibliografia vengono infatti segnalati anche due documentari di durata ragionevole e alcuni brevi cortometraggi amatoriali che offrono una sistematica visualizzazione semipanoramica del Radensko polje in condizioni di magra, di morbida e di piena che, certamente, possono consentire di procedere a un'avvincente ricostruzione di come avviene il progressivo fenomeno dell'esonazione del campo carsico. Ad eccezione di un documentario in lingua slovena, i filmati sono muti e quindi sarebbe indubbiamente formativo far elaborare un adeguato testo esplicativo agli studenti, da elaborare all'interno di lavori di gruppo assistiti dal docente anche grazie ad ulteriori attività di ampliamento delle conoscenze.

Lo studio degli *ambienti fluviocarsici* rappresenta apparentemente un argomento di nicchia all'interno del già ampiamente trascurato (sic) studio degli ambienti carsici classici ma, in realtà, è dotato di pregiate potenzialità formative, in quanto non solo consente di riprendere, potenziare e sistematizzare con ampie sintesi argomenti da sviluppare tradizionalmente in un curriculum di geoscienze, ma consente al docente di intraprendere anche un'avvincente originale incursione nello studio di una suggestiva declinazione della "transizione geografica" – la *transizione fluviocarsica* – avvicinando gli studenti alla scoperta di sistemi ambientali complessi, unici nel loro genere derivanti dall'interazione tra *sistemi fluviali*³¹ e *sistemi carsici*.

³⁰ Cfr. KAP JASA - KITE AERIAL PHOTOGRAPHY 2017 in Siti web.

³¹ Per approfondimenti in proposito si rinvia a MARCHETTI 2024.

BIBLIOGRAFIA

AMADESI E.

1982, *Atlante aerofotografico con esempi di fotointerpretazione*, Bologna, Pitagora Editrice.

CULIBERG M., DOZET S.

2007, «Palynologic and lithostratigraphic Research of lacustrine, marsh and fluvial Quaternary deposits in Rašica dolina and Mišja dolina, and on Radensko polje», *Hacquetia*, 6/1, pp. 91–101.

FRELIH M.

2003, «Geomorphology of karst depressions: Polje or uvala - a case study of Lučki dol / Geomorfologija kraških depresij: Polje ali uvala, na primeru lučkega dola», *Acta carsologica*, 32/2, pp. 105-119.

GAMS I.

1974, *Kras, zgodovinski, naravoslovni in geografski oris*, V Ljubljani, Slovenska matica.

1986 (1987), «Razvoj reliefa na zahodnem Dolenjskem (s posebnim ozirom na poplave)», *Geografski zbornik*, 26, pp. 62-96.

1994, «Types of contact karst», *Geografia fisica e Dinamica Quaternaria*, 17, pp. 37-46.

2003, *Kras v Sloveniji v prostoru in času*, Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, Ljubljana, Založba ZRC.

GAMS I., SAVNIK R. (a cura di)

1962, *Dolenjska zemlja in ljudje*, Novo Mesto, Dolenjska založba.

GOSPODARIČ R.

1972, «Viršnica - jamski sistem Šice ob Radenskem polju», *Naše jame*, 14 (1972), pp. 25-33.

GOVEDIČ M., LEŠNIK A. (a cura di)

2021, *Raziskava ciljnih vrst in kartiranje habitatnih tipov na Radenskem polju. Končno poročilo*, Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore.

HABIČ P.

1993, «Kras and Karst in Slovenia», *Naše jame * Our caves*, 35/1, pp. 5-13.

HROVAT L.

1959, «Kraško polje pri Žalni», *Naše jame*, 2, pp. 53-58.

KRANJC A.

1972, «Estavela - inversac?» *Naše jame*, 14, p. 58-60.

MARCHETTI M.

2024, *Geomorfologia fluviale*, Bologna, Bonomo editore – Collana Scientifica.

MELIK A.

1962, *Geografski pregled Dolenjsk*, in I. GAMS, R. SAVNIK (a cura di), «Dolenjska zemlja in ljudje», Novo Mesto, Dolenjska založba, pp. 7-14.

MEZE D.

1980 (1981), «Poplavna področja v Grosupeljski kotlini», *Geografski zbornik*, 20, pp. 35-59, con due tavole allegate.

NOVAK D.

1970, «Hidrogeološke značilnosti osrednje dolenske», *Naše jame*, 11 (1969), pp. 17-24.

1993, «Hydrogeological research of the slovenian karst», *Naše jame * Our caves*, 35/1, pp. 15-20.

PIPAN T., RAVBAR N., MULEC J., KRANJC A., ŠUŠTERŠIČ F. (a cura di)

2002, *Karst of Dolenjska*, in 10th *International Karstological School Classical Karst "Types Of Karst". Guide Booklet for the Excursions (Postojna, 25-28 June 2002)*, Slovenian National Commission for Unesco, Speleological Association of Slovenia, Karst Research Institute ZRC SAZU, Postojna, Karst Research Institute ZRC SAZU, pp. 23-36.

PLENIČAR M., OGORELEC B., NOVAK M. (a cura di)

2009, *Geologija Slovenije / The Geology of Slovenia*, Ljubljana, Geološki zavod Slovenij.

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.

SAVNIK R.

1962, *Nekateri problemi kraške hidrografije na Dolenjskem*, in I. GAMS, R. SAVNIK (a cura di), «Dolenjska zemlja in ljudje», Novo Mesto, Dolenjska založba, pp. 15-30.

ŠIFRER M.

1970, «Nekateri geomorfološki problemi dolenskega krasa», *Naše jame*, 11 (1969), pp. 7-15.

STEPIŠNIK U.

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

STOPPA M.

2021, «Il geotopo "pod Stenami" (Planinsko Polje, Slovenia). Un esempio paradigmatico di fluviocarsismo», *QuaderniCIRD*, 22, pp. 128-144.

SITI WEB

GEOLOGIJA D.O.O. IDRIJA

2019, *Hidrogeološka študija vrtač v Občine Grosuplje 1. Faza*,

<https://www.grosuplje.si/files/other/news/50/2580552019_211_01_Grosuplje_vrtace.pdf>, sito consultato il 31.7.2024.

KAP JASA - KITE AERIAL PHOTOGRAPHY

2017, *Underground Movement*,

<<https://kapjasa.wixsite.com/kap-jasa/single-post/underground-movement>>, sito consultato il 31.7.2024.

JAMARSKI KLUB NOVO MESTO

Dolenjski kras,

<<https://www.jknm.si/si/raziskovanje/kras/>>, sito consultato il 9.8.2024.

NARAVNI PARKI SLOVENJE

2024, *Krajinski park Radensko polje*,

<<https://www.naravniparkislovenije.si/slo/naravni-parki/krajinski-park-radensko-polje>>, sito consultato il 31.7.2024.

PAPAC G.

2019, *Polja u dinarskom kršu. Područje: Dolenjska i središnja Hrvatska*,

<<https://www.dinarskogorje.com/polja-u-krscaronu---dolenjska-i-srediscaronnja-hrvatska.html>>, sito consultato il 7.8.2024.

POLJAK M., PLACER L., ŽIVČIĆ M., BILC A., VODOPIVEC F.

2006, *Geodynamics at the Alps - Dinarides Junction in Slovenia after geological, seismological and geodetic data*, CEON Biblioteka Nauki,

<<https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-PWA3-0036-0006>>, sito consultato il 31.7.2024.

ZAVOD ZA TURIZEM IN PROMOCIJO «TURIZEM GROSUPLJE» - ORGANIZACIJSKA ENOTA KRAJINSKI PARK RADENSKO POLJE
krajinski park radenskopolje,

<<https://www.radenskopolje.si/>>, sito consultato il 31.7.2024.

CARTOGRAFIA

ARSO – AGENCIJA RS ZA OKOLJE

Atlas okolja,

<<https://gis.arso.gov.si/atlasokolja>>, sito consultato il 31.7.2024.

GEOZS – GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE

Osnovna Geološka karta,

<<https://ogk100.geo-zs.si/>>, sito consultato il 31.7.2024.

GOOGLE MAPS

<<http://www.maps.google.com>>, sito consultato il 31.7.2024.

GEOPIEDIA - INTERAKTIVNI SPLETNI ATLAS IN ZEMLJEVID SLOVENIJE

<http://www.geopedia.si/#T105_x499072_y112072_s9_b4>, sito consultato il 31.7.2024.

FILMOGRAFIA

BRANEPET

Lepote Slovenije Radensko polje,

<<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=RLWxnXR07FA>>, sito consultato il 31.7.2024.

Lepote Slovenije - Radensko polje, Kopanj in Boštanj v občini Grosuplje,

<<https://www.youtube.com/watch?v=-31TZj8n3k8>>, sito consultato il 31.7.2024.

Radensko polje - suša,

<<https://www.youtube.com/watch?v=2Jz0Erti0A4>>, sito consultato il 31.7.2024.

Radensko polje pri Zagradcu med sušo in močo v aprilu 2017,

<<https://www.youtube.com/watch?v=FIBMsHt5feI>>, sito consultato il 31.7.2024.

CV KONCEPT³²

SLOVENSKI VODNI KROG - Grosupeljščica in Radensko polje,

³² Documentario in lingua slovena.

<<https://vimeo.com/715936020>>, sito consultato il 31.7.2024.

Joco79³³

Krajinski park Radensko polje, Slovenija/Slovenia,

<https://www.youtube.com/watch?v=SrN_1ft2UI0>, sito consultato il 31.7.2024.

JOŽE PRISTAVEC

Radensko polje,

<<https://www.youtube.com/watch?v=JjKnsDPUFOY>>, sito consultato il 31.7.2024.

MARIO JURINA

Krajinski park Radensko polje - Slovenia,

<<https://www.youtube.com/watch?v=dB0oeR42dy8>>, sito consultato il 31.7.2024.

MATEJ MACEDONI

Radensko polje, januar 2014,

<<https://www.youtube.com/watch?v=f7PkvsNuCM0>>, sito consultato il 31.7.2024.

ROMANA IVAČIČ

Poplavljeno Radensko polje - 20.9.2010,

<<https://www.youtube.com/watch?v=J966nekAK3U>>, sito consultato il 31.7.2024.

Radensko polje - pogled proti Kopanju - 20.9.2010,

<<https://www.youtube.com/watch?v=wIk8oGzBrVk>>, sito consultato il 31.7.2024.

VISIT GROSUPLJE

Mistično Radensko polje (september 2022),

<<https://www.youtube.com/watch?v=r7MKHsAoUnM>>, sito consultato il 31.7.2024.

³³ Documentario muto.