

Contiene I.P.  
POSTE ITALIANE S.P.A. - SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE - AUT. N°388/2019  
STAMPE IN REGIME LIBERO

# GEOLOGI MARCHE

PERIODICO ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE



**RISORSE PER IL TERRITORIO  
E LA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE**

**N° 2**  
2020



### CTD Logger multiparametrico (conducibilità, temperatura, pressione)

- Precisione / scala di conducibilità del sensore:  
 $\pm 1\%$  max. / 0,2...200 mS/cm
- Precisione / sensore Pt1000 per monitorare la temperatura:  
 $\pm 0,1\text{ }^\circ\text{C}$  / -10...40  $^\circ\text{C}$
- Precisione / campo di pressione (profondità):  
 $\pm 0,02\%$  FS max. / 5...200 m
- Applicazioni:  
monitoraggio della qualità dell'acqua e del livello



## Competenza nella idrologia

### Unità di trasmissione dati a distanza GSM

- Logger multiparametrico
- Trasmissione dei dati via e-mail, FTP oppure SMS
- Multifunzionale
- Durata della batteria fino a 10 anni
- Facilità d'installazione
- Software incluso

### Logger di pressione e temperatura

- Autonomo
- Di facile uso
- Durata della batteria fino a 10 anni
- Applicazioni:
  - Acqua dolce
  - Acqua salata
  - Acqua sporca
- Ottenibile in acciaio Inox,  
Hastelloy oppure in Titanio



# GECEO

Servizi Geologici & Indagini Sismiche

## Geognostica e prove in sito



- › Sondaggi a carotaggio continuo ed a distruzione di nucleo con prove in foro
- › Indagini Ambientali
- › Prove penetrometriche DPSH-CPT-CPT-CPTE
- › Sondaggi e prelievo di campioni con tecnologia Geoprobe®
- › Prove di emungimento su pozzi e piezometri
- › Prove di carico su pali, micropali
- › Prove di trazione e a sfilamento

## Geofisica e Geoelettrica



- › Sismica a rifrazione, riflessione Down Hole, Cross Hole
- › MASW, SASW
- › Sismica passiva: REMI, HVSR ESAC, SPAC
- › Analisi di risposta sismica locale
- › Geoelettrica SEV, SEO, FLV
- › Tomografia elettrica 2D e 3D
- › Rilievi Georadar
- › Log geofisici in foro

## Monitoraggi



- › Monitoraggio frane e versanti (inclinometri estensimetri, ecc..)
- › Monitoraggi idrogeologici e strumentali (piezometri elettrici, misuratori di portata ecc..)
- › Monitoraggi ambientali (stazioni meteorologiche, sonde soil gas sensori fisico-chimici, campi elettromagnetici)
- › Monitoraggio strutturale (fessurimetri, clinometri, estensimetri, assensimetri, celle di carico ecc..)
- › Sistemi area velocity
- › Videoispezioni di tubature e pozzi



# GEOIN S.r.l.

INDAGINI E SERVIZI PER LA GEOLOGIA L'INGEGNERIA E L'AMBIENTE



## INDAGINI GEOTECNICHE IN SITO

- Sondaggi geotecnici ed ambientali a carotaggio continuo
- Prove geotecniche in foro
- Prove di permeabilità
- Prove penetrometriche statiche/dinamiche

Perforazioni di sondaggio a carotaggio continuo, campioni indisturbati (Shelby-Denison), installazione di tubi piezometrici, inclinometrici e per prospezioni sismiche in foro, installazione di strumentazioni in foro per il monitoraggio geotecnico ed ambientale.  
Prove di permeabilità (Lugeon-Lefranc).  
Prove penetrometriche statiche e dinamiche (Pagani TG 63/200kN - Penni DPM30).

## INDAGINI GEOFISICHE

- Sismica a rifrazione
- M.A.S.W.
- Down hole
- Misure H.V.S.R.

Si effettuano prospezioni sismiche per la modellazione bidimensionale e tridimensionale del sottosuolo, per studi geomorfologici, geotecnici e per studi di risposta sismica locale mediante modellazione numerica 1D e 2D.

## PROVE DI CARICO

- Prove di carico statiche e dinamiche su pali e micropali
- Prove di carico su travi e solai
- Prove di carico su tiranti
- Prove di carico su piastra

Si eseguono prove di carico di verifica e di analisi su elementi strutturali quali pali e micropali di fondazione, tiranti, travi, solai e prove su piastra.

## INDAGINI E MONITORAGGI SULLE STRUTTURE

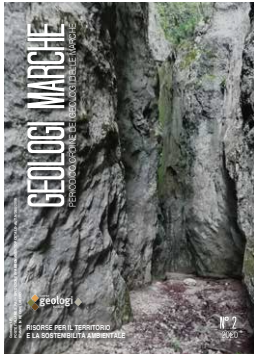
- Indagini soniche e ultrasoniche
- Indagini magnetometriche
- Indagini sclerometriche
- Carotaggi
- Pull-out / pull-off
- Indagini endoscopiche
- Prove con martinetti piatti
- Misure vibrazionali
- Monitoraggi
- Indagini termografiche
- Indagini su legno

Si eseguono indagini non distruttive e monitoraggi sulle strutture in cemento armato, muratura e legno.  
Misure vibrazionali finalizzate alla caratterizzazione dinamica sperimentale delle strutture.  
Personale specializzato e certificato nelle indagini magnetometriche, sclerometriche, ultrasonore, prove di estrazione, monitoraggi strutturali, martinetti piatti, prove di carico su solai e ponti ed indagini termografiche.

**GEOIN SRL - Via Velluti, 100 - Macerata (Mc)**  
website: [www.geo.in](http://www.geo.in) mail: [info@geo.in](mailto:info@geo.in)  
tel: 0733.292819 mob: 345.4864216

Azienda certificata ISO 9001





# GEOLOGI MARCHE

PERIODICO ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE

**DIRETTORE RESPONSABILE**  
Daniele Mercuri

**COORDINAMENTO EDITORIALE**  
Fabio Vita

**REDAZIONE**  
Daniele Mercuri, Cinzia Marucci,  
Michele Gliaschera, Fabrizio Bendia,  
Roberto Ciccioli, Stefano De Angelis,  
Fabrizio Iolò, Daniele Morganti,  
Paola Pia Pino D'Astore, Fabio Vita

**UFFICIO E SEGRETERIA**  
Corso Garibaldi n. 28 - 60121 Ancona  
Tel 071.2070930 / Fax 071.2070716  
ordine@geologimarche.it  
geologimarche@epap.sicurezza postale.it

**GRAFICA, IMPAGINAZIONE  
E PUBBLICITÀ**  
Agicom srl  
Viale Caduti in Guerra, 28 - 00060  
Castelnuovo di Porto (RM)  
Tel 06.9078285  
agicom@agicom.it  
comunicazione@agicom.it

**STAMPA**  
Spadamedia  
Viale del Lavoro, 31  
00043 Ciampino (RM)

Distribuzione ai Geologi iscritti all'Albo  
delle Marche, al Consiglio Nazionale ed ai  
Consigli Regionali dei Geologi, agli Ordini  
e Collegi Professionali delle Marche, agli  
Enti e Amministrazioni interessati

Gli articoli e le note firmate esprimono  
l'opinione personale dei loro Autori;  
gli articoli firmati impegnano pertanto  
soltanto le responsabilità degli Autori.

In copertina:  
Testata della Valle del Fiastrone  
Foto di Fabio Vita

Immagini interne:  
freepik.com

Registrato al Tribunale di Ancona  
con il n° 1564/2008 già 11/08 del 09/05/2008

## Indice

- PAG 4** **A tutti i lettori**  
FABIO VITA
- PAG 5** **Editoriale**  
DANIELE MERCURI
- PAG 6** **Il doppio ritratto dei Duchi di Urbino  
di Piero della Francesca**  
Analisi geomorfologica e storica di un territorio  
ROSETTA BORCHIA, ANNA FALCIONI e OLIVIA NESCI
- PAG 12** **Il Conero mitologico**  
PIERLUIGI STROPPA
- PAG 18** **L'utilizzo delle serie pluviometriche storiche  
per la valutazione della pericolosità da esondazione  
nell'attuale contesto di cambiamento climatico**  
BUFALINI MARGHERITA, FARABOLLINI PIERO, FUFFA EMY,  
MATERAZZI MARCO, MATTEO GENTILUCCI, PAMBIANCHI GILBERTO  
e TROMBONI MICHELE
- PAG 28** **Il rischio di esposizione  
a silice cristallina aerodispersa  
e la banca dati esposizione silice**  
ROSANNA BEVILACQUA
- PAG 31** **Dubbi Certi**  
Recensioni semiserie e ironiche con intermezzi  
di amenità varie...  
FABIO LATTANZI

## A tutti i lettori:

a cura di **FABIO VITA**,  
Vice presidente Ordine dei Geologi delle Marche  
e Coordinatore Editoriale "Geologi Marche"

---

Un gran saluto a tutti i colleghi,

innanzitutto spero che stiate tutti bene e che siate risusciti a passare senza particolari problemi il periodo caratterizzato dalla pandemia Covid19.

Sicuramente durante il periodo di fermo totale delle attività (peraltro non per tutti) tutti noi abbiamo comunque continuato a lavorare. Chi ha approfittato per finire o cominciare lavori o studi "rognosi" che rimanevano sempre indietro nella normale attività chi avrà approfittato anche solo semplicemente per rimettere in ordine l'ufficio e chi (anche io mi ci metto) si è dedicato a tutti quei lavoretti e pulizie in casa a volte anche estremi (dietro gli armadi per esempio...).

Mi è rimasto impresso un articolo che ho letto su di una rivista dove durante il fermo totale il tempo ha acquisito un valore tutto diverso dal solito. A tratti è sembrato fermo, immobile, a volte si arrivava a fine giorno velocemente.

Allora il tempo è il risultato di quanto facciamo.

Ci siamo accorti che il tempo diventa scelta, e sospensione in attesa di qualcosa, nella percezione totale che abbiamo avuto del tempo, si amplificano i sentimenti, i gesti ed i pensieri di affetto. Ci si riscopre fragili dove il tempo sospeso non ci fa comprendere la fine.

All'inizio non l'avevo presa molto bene ma piano piano devo ammettere che non mi ha pesato anzi. Il ritorno alla "quasi" normalità con la ripresa della routine mi ha un po' disorientato perché comunque avevo riconquistato il tempo anche se chiuso in casa ma era il MIO tempo e non di altri (vedi lavoro). Prima di passare alla descrizione di questo numero della rivista desideravo ringraziare tutti quelli che in questo periodo di crisi si sono prodigati per noi in particolare chi si è trovato in poco tempo non a fare solo il proprio lavoro ma molto di più.

Ora veniamo a noi.

In questo numero presentiamo un articolo dal titolo "Il doppio ritratto dei Duchi di Urbino di Piero della Francesca - analisi geomorfologica e storica di un territorio" dove si sono individuati geograficamente i paesaggi che ispirarono il grande artista.

Un altro articolo di una serie di autori dell'Università di Camerino e del Consorzio di bonifica delle Marche descrive "L'utilizzo delle serie pluviometriche storiche per la valutazione della pericolosità da esondazione nell'attuale contesto di cambiamento climatico" in cui viene evidenziata come la scelta di serie di precipitazioni sia fondamentale nei calcoli idraulici.

Per la nuova rubrica attivata nei numeri precedenti abbiamo l'articolo proposto dal collega Pierluigi Stroppa sul "Conero Mitologico" dove "Il profilo del Monte Conero ricorda da lontano la sagoma di una balena; la spiaggia delle due sorelle con le placche dei gabbiani sovrastanti raccontano il passaggio di un antico organismo; i sentieri del Conero sono pieni di numerose emergenze naturalistiche e curiosità; la postazione per le osservazioni astronomiche di Pian dei Raggetti permette di

parlare di mitologia e costellazioni. Se alla scienza uniamo un po' di fantasia ecco che può nascere la geomitologia, quindi il Conero mitologico".

Rinnovo l'invito ai colleghi geologi disponibili a mettere a disposizione la propria esperienza e conoscenza, che vogliano proporre una esperienza lavorativa peculiare, fare una riflessione su un aspetto particolare della nostra professione (sismica, geotecnica, idrogeologia, geomorfologia, geo-archeologia, ecc) ma potremmo anche pubblicare contributi di chi coltiva passioni geo-escursionistiche, proporre itinerari o solo pubblicare foto con peculiarità geologiche-geomorfologiche con ampie didascalie esplicative.

Per l'invio delle proposte di articoli si prega di far riferimento ai seguenti recapiti:

- [ordine@geologimarche.it](mailto:ordine@geologimarche.it)
- [geofabiovita@libero.it](mailto:geofabiovita@libero.it)
- (+39) 339 437 8191 Geol. Fabio Vita

## Editoriale

a cura di **DANIELE MERCURI**,  
Presidente Ordine dei Geologi delle Marche  
e Direttore Responsabile "Geologi Marche"

---

### NON CI SIAMO FERMATI

È ormai assodato che l'anno 2020 sarà ricordato da tutti come l'anno del COVID-19, la pandemia mondiale che ha devastato tutto il mondo e che ha cambiato e sconvolto il nostro modo di vivere, i rapporti sociali con le altre persone, le nostre abitudini ed il nostro lavoro. L'emergenza pandemica ha purtroppo comportato un brusco rallentamento dell'attività lavorativa e professionale, e sebbene ciò da un lato ha consentito a tutti noi di dedicare tempo a progetti ed attività rimaste indietro nel tempo a causa della frenesia lavorativa che ci ha accompagnata quotidianamente, dall'altra parte ha comportato invece pesanti ripercussioni in ambito economico, lavorativo ed anche psicologico.

La pandemia ha travolto la nostra professione in modo repentino e incisivo durante e dopo il lockdown, comportando la sospensione e/o complicando alcune delle nostre attività; ad esempio il blocco dei cantieri e l'impossibilità di eseguire le necessarie prove in sito, la sopraggiunta difficoltà di comunicare con la pubblica amministrazione, anch'essa stravolta nella sua organizzazione soprattutto laddove operante in smart working, e l'impossibilità di partecipare fisicamente a corsi, convegni ed assemblee.

Anche i colleghi guide naturalistiche hanno subito e subiscono tuttora problemi con le varie restrizioni causa Covid19 che non hanno permesso il naturale svolgimento delle attività turistiche. I sussidi elargiti dallo Stato (c.d. bonus covid) durante la fase emergenziale hanno contribuito a fornire un primo sostegno economico; siamo convinti che questo debba rappresentare soltanto un punto di partenza al quale deve seguire l'emanazione di norme che tutelino la dignità professionale ed economica che troppo spesso non viene riconosciuta.

In mezzo a questa tempesta, l'Ordine dei Geologi delle Marche ha continuato a lavorare, con la passione e la costanza che ci accompagnano da ormai più di tre anni, individuando alcune modalità per aiutare i nostri iscritti. Di concerto con Il Consiglio Nazionale dei Geologi abbiamo posticipato la scadenza della quota regionale al 30 settembre 2020, in modo tale da fornire ai colleghi un respiro più ampio nei pagamenti.

Per ciò che attiene all'obbligo APC, abbiamo sottoscritto delle utili convenzioni con enti formatori, per concedere a tutti voi iscritti l'opportunità di proseguire la propria crescita professionale tramite la formazione a distanza. Stiamo inoltre continuando a lavorare per assicurare corsi online anche per il periodo autunnale ed invernale.

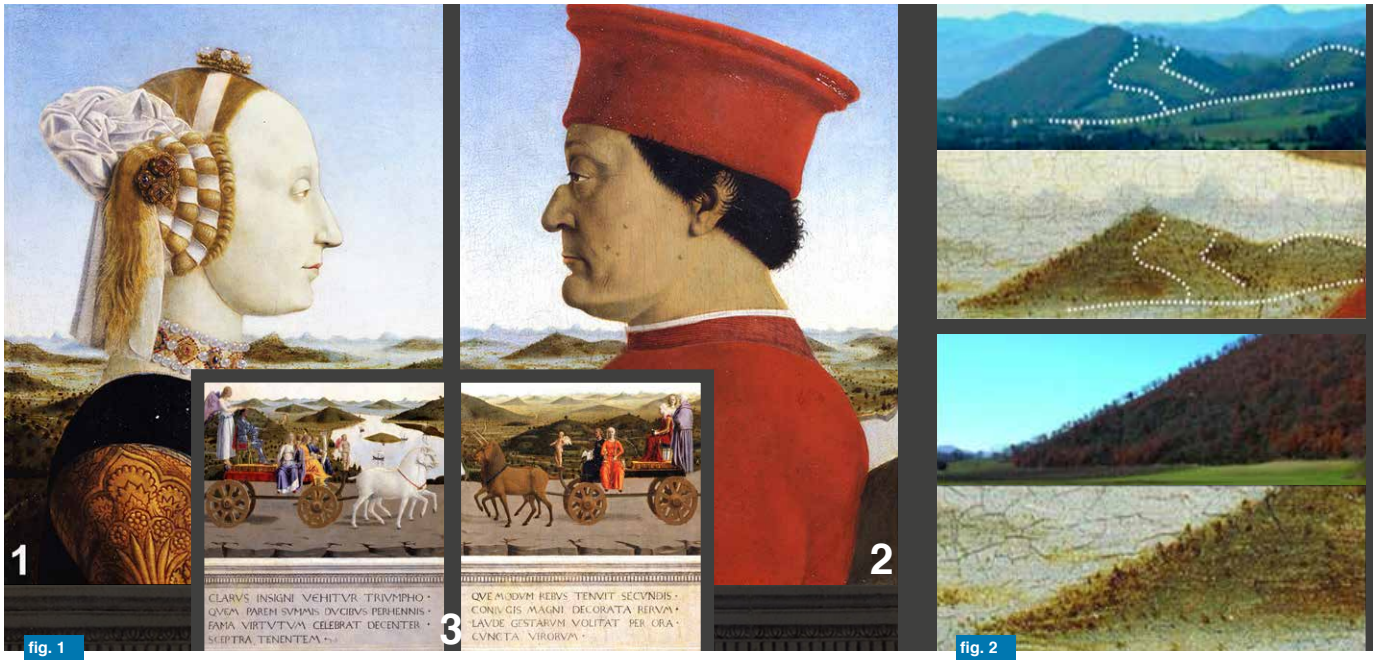
Abbiamo aggiornato il Database della Cartografia Geologica Regionale, pubblicando la versione 2, in cui è stato dato ampio spazio alla sentieristica, ai geositi e ai parchi naturali presenti sul territorio regionale, in vista delle attività escursionistiche estive. Siamo stati i primi a ideare e mettere a disposizione questo tipo di catalogo, che continuerà ad offrirvi la più ampia

scelta cartografica ad oggi disponibile, che orgogliosamente aggiorneremo nel tempo.

Mancano indubbiamente (e mancheranno ancora per un po') gli incontri dal vivo con voi, le riunioni, le occasioni di condivisione e crescita. Per il momento abbiamo scelto di limitarci a ritrovarci, tutti insieme, nei luoghi a noi più congeniali, all'aria aperta, con le dovute attenzioni. La geoesplorazione organizzata a fine luglio, ampiamente partecipata, è stata un grande successo, anche sotto il punto di vista mediatico e la vostra ampia partecipazione ci ha confermato che la voglia di ritrovarsi è anche la vostra.

Il 24 agosto si è celebrato il quarto anniversario del terremoto che ha distrutto Amatrice, Accumoli ed Arquata del Tronto ed il mio pensiero e ricordo va, innanzitutto, alle persone che in quei tragici giorni hanno perso la vita, alle loro famiglie ed alle migliaia di persone la cui esistenza è stata sconvolta in maniera drammatica. Ad oggi il processo di ricostruzione delle aree più colpite stenta, purtroppo, a ripartire in maniera rapida ed efficace: gli edifici privati danneggiati dal terremoto del 2016 sono stati oltre 80 mila di cui più di 45 mila nelle Marche; in base ai dati aggiornati fino a giugno 2020, nella nostra regione sono state presentate circa 8.400 richieste di contributo, avviati quasi 3.600 cantieri e circa 1.690 edifici risultano riparati. Tali dati evidenziano una ricostruzione piuttosto lenta che la pandemia dovuta al Covid-19 ha ulteriormente complicato; al fine di velocizzare e semplificare il processo di ricostruzione, è stata emanata l'Ordinanza 100 che introduce l'autocertificazione da parte dei progettisti e stabilisce un tempo massimo di concessione del contributo pari a 110 giorni.

Dall'11 al 19 giugno 2020 si sono svolte le elezioni per il rinnovo degli organi statuari dell'EPAP, con i candidati marchigiani che hanno partecipato alle elezioni che sono risultati tra i più votati. Colgo, pertanto, l'occasione per congratularmi con loro per lavoro svolto. Con il collega dott. Walter Borghi, eletto nel consiglio di amministrazione a cui faccio i migliori auguri di buon lavoro, certo che il nuovo direttivo lavorerà nel modo più affiatato possibile, operando per risolvere le problematiche della categoria. Faccio le congratulazioni, naturalmente, anche al collega dott. Fabio Pallotta per il pregevole risultato ottenuto rappresentato dalle numerose preferenze ricevute, a conferma della qualità e della stima dei geologi marchigiani.



## Il doppio ritratto dei Duchi di Urbino di Piero della Francesca

Analisi geomorfologica e storica di un territorio

a cura di **ROSETTA BORCHIA\***, **ANNA FALCIONI\*\*** e **OLIVIA NESCI\*\*\***

\* Montefeltro Vedute Rinascimentali, Associazione Culturale, \*\* Dipartimento di Studi Internazionali. Storia, Lingue e Culture, Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo", \*\*\* Dipartimento di Scienze Pure e Applicate, Università degli Studi di Urbino "Carlo Bo"

### INTRODUZIONE

Nonostante i numerosi studi sull'arte pittorica di Piero della Francesca poco è stato scritto sui paesaggi che fanno da sfondo ai suoi capolavori. Alcuni storici dell'arte hanno cercato di capire dove fossero collocati geograficamente i paesaggi che ispirarono il grande artista, ma pur comprendendo che si trattava dell'Antico Ducato di Urbino, mai era stata data loro una collocazione geografica precisa. Ricerche multidisciplinari, assolutamente innovative nell'ambito della Storia dell'Arte (Borchia e Nesci, 2006), hanno portato alla loro ubicazione precisa, esattamente nei bacini dei fiumi Metauro e Marecchia (Marche settentrionali-Romagna). Ricerche di archivio (Falcioni, 2014) dimostrano che Piero della Francesca non solo frequentava l'ambiente culturale della città di Urbino ma viveva stabilmente in questi luoghi, disponendo anche di una casa di sua proprietà nella zona che faceva da scenografia al suo dipinto più famoso, il *Doppio ritratto dei Duchi di Urbino* (fig.1). Dunque Piero della Francesca prendeva spunto per gli sfondi delle sue opere dall'osservazione diretta della topografia di luoghi che conosceva perfettamente e che amava. Un paesaggio che, con la sua perfezione geometrica e topografica, rivela anche un aspetto importante, quasi geniale: la raffigurazione pittorica diviene un contributo alla conoscenza scientifica come studio della prospettiva e come rappresentazione del rilievo topografico secondo il principio della proiezione altimetrica su un piano.

### PIERO DELLA FRANCESCA E LA SUA FREQUENTAZIONE NEL DUCATO DI URBINO

Piero della Francesca è considerato a buon diritto uno dei protagonisti e promotori della cultura umanistica urbinata, seppure non fosse marchigiano né di nascita né di formazione,

bensi toscano. Ma fu proprio a Urbino che il suo stile raggiunse un insuperato equilibrio tra l'uso di rigorose regole geometriche e il respiro serenamente monumentale delle sue pitture. Non è pienamente chiarito il suo rapporto con la corte di Federico da Montefeltro, soprattutto riguardo alla frequenza e alla durata dei suoi soggiorni, nell'ambito di una vita ricca di spostamenti scarsamente documentati. Le carte d'archivio, tuttavia, certificano un soggiorno di Piero della Francesca a Urbino tra il 1469 e il 1472, quando la locale confraternita del *Corpus Domini* lo chiamò per l'esecuzione di una tavola raffigurante *La Comunione degli apostoli*<sup>1</sup>. In tale frangente Giovanni Santi, padre di Raffaello, fu incaricato dalla confraternita di mantenere i rapporti con Piero, per il periodo che si trattene nella città feltresca, di fare acquisti per lui, di seguirlo e ospitarlo durante la sua permanenza urbinata. Questo delicato compito fece sì che almeno fino al 1471 anche Giovanni Santi rimanesse pressoché stabile a Urbino per seguire le prime fasi di realizzazione del dipinto; l'obbligo decadde allorché Piero rinunciò all'impegno assunto e che per il suo completamento fu necessario rivolgersi a Giusto di Gand.

In tutta la vicenda dei rapporti tra Piero della Francesca e la città di Urbino, tuttavia, emerge dalle carte d'archivio un dato interessante fino a oggi ignorato dalla storiografia: a nome di Piero della Francesca e dei suoi discendenti risultano intestati, almeno fino al secolo XVII, terreni con una casa ubicati a Fermignano, nella villa di Monte Asdrualdo e confinante con le proprietà della famiglia Bramante<sup>2</sup>. Il che fa supporre che Piero fosse particolarmente legato al territorio feltresco, tanto da investire *in loco* in beni patrimoniali, mantenendo così rapporti, non certo fugaci, ma stabili nell'ambito dell'urbinata, dove portò e maturò il suo stile inconfondibile, riassumibile nell'organizzazione prospettica dei dipinti, nella semplificazione geometrica che investe le composizioni e le singole figure, nell'equilibrio tra immobilità cerimoniale e indagine sulla verità



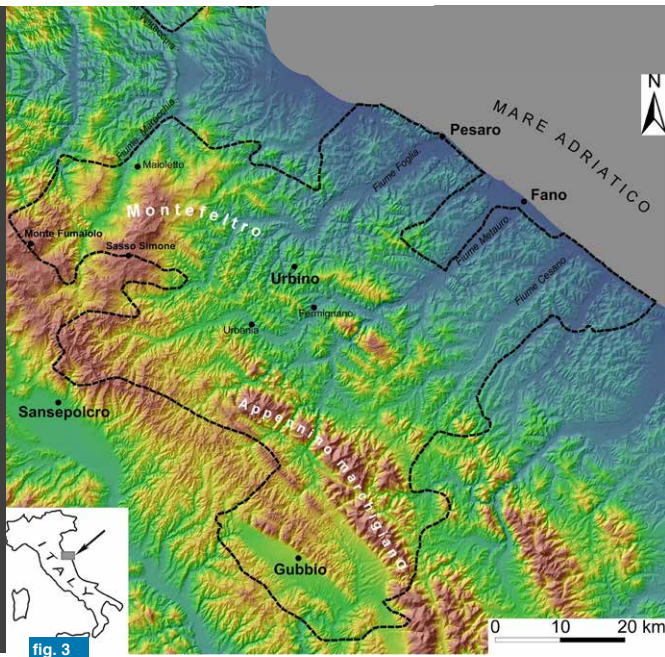


fig. 3

[...] DOPPIO RITRATTO DEI DUCHI DI URBINO

## OPERA ARTISTICA E RAPPRESENTAZIONE SCIENTIFICA DEI TERRITORI DUCALI [...]

umana, nell'uso di una luce chiarissima che schiarisce le ombre e permea i colori. È proprio in questi luoghi che Piero celebra il suo quadro più famoso, il *Doppio ritratto dei Duchi di Urbino* (fig.1). Due paesaggi sono stati rinvenuti non lontano da Urbino, lungo la Vallata del fiume Metauro. Il terzo, invece, rappresenta l'estremo confine nord delle terre del Ducato, la Valmarecchia, lungo la Ariminensis, antica strada romana che collegava Arezzo al mare Adriatico fino a Rimini (cfr. Nesci e Sacco, 2010), seguendo il corso del fiume Marecchia che veniva percorsa dal pittore per raggiungere Sigismondo Pandolfo Malatesta di Rimini, altro suo committente.

<sup>1</sup>Urbino, Archivio della Confraternita del Corpus Domini, libro B, 1, c. 51r-v; ed. in Anna Falcioni, Documenti urbanati sulla famiglia Santi, in Raffaello e Urbino. La formazione giovanile e i rapporti con la città natale, a cura di Lorenza Mochi Onori (Catalogo della mostra, Urbino, Galleria Nazionale delle Marche, 4 aprile- 12 luglio 2009), Milano, Electa, 2009, docc. nn. 117-118, p. 294: "E a di 8 d'aprile [1469] bolognini diece detti contanti a Giohanne de Sante de Colbordole / per fare le spese a mastro Piero dal Borgo ch'era venuto a vedere la taula / per farla a conto de la fraternita, in questo a c. 52: f. - b. 10 - d. -. E in sino a di 8 d'aprile [1469] bolognini diece detti contante Batisto de Francesco / a Giovanne de Sante da Colbordole per fare spese a mastro Piero / dal Borgo ch'era venuto a vedere la taula a conto de Batisto, in questo a c. 51: f. - b. 10 d. -".

<sup>2</sup>Urbino, Sezione Archivio di Stato, Fondo notarile, not. Palazzi Marino, vol. 854, c. 68r (1570 gennaio 21, Urbino), edizione in Anna Falcioni, La famiglia Bramante. Fonti archivistiche urbanati (Deputazione di Storia patria per le Marche, Studi e testi, 32), Ancona 2014, doc. n. 114, pp. 110-111. Nell'atto di divisione dei beni dei discendenti di Donato Bramante viene indicato il seguente terreno con le relative pertinenze: "Item un pezzo di | terra culta acquistato da Pontello da Primicilio per mano de ser Iacopo | suo rumittello con ogni peso che havesse in sé. Item | la mettà della casa granda dal colmo inverso el | forno, con la vigna e con quel pradello e con quel pezzo | de terra insieme con quel cerqueto, che se contiene dalla | strada in su con un pezzo di terra lavorativa a cima | del campo del Mucio dalli terreni della seconda parte | per insino in su la strada da capo, e seguita per insino (| c. 68r) alli beni de messer Guido Bonaventura e li beni de Piero della | Francesca con un pezzo di terra qual si trova nel campo | del Mucio fra la prima e la seconda parte, nel modo che dividano | li terreni apresso il fosso, li beni de messer Guido detto con doi pezzi | di terra culta, in vocabulo "del Ranco", e del soda de Piratto con la quarta parte delle

## FEDERICO DA MONTEFELTRO

La ricerca inizia nell'ottobre del 2007 con l'individuazione di un primo elemento del paesaggio che è alle spalle di Federico da Montefeltro (Borchia e Nesci, 2008; Nesci e Borchia, 2017, 2019) nella valle del fiume Metauro tra Urbania e Sant'Angelo in Vado, il rilievo riconosciuto è il Monte Fronzoso (fig.2). L'intero sfondo è una veduta a volo d'uccello e abbraccia un'area molto estesa dell'Appennino marchigiano (fig.3).

L'unico elemento morfologico apparentemente estraneo al

selve, che sono in cima a detto campo, | dalla strada che viene da casa de Piero della Francesca | e seguita sino alli beni de Ceccho de Ligie, apresso | li beni de don Marcho Melle, li beni de messer Alexandro suldetto, la strada et altri lati con la mettà della casa del castello | della banda de sopra verso la casa de San Gregorio; | e questa parte delli sopraddetti beni li habbia adhavere | il passo e servitù de andamento su acanto il fosso della | Varochietta". L'ubicazione a Monte Asdrualdo di proprietà appartenenti agli eredi di Piero della Francesca è confermata anche nelle fonti catastali urbanati, cfr., al riguardo, Urbino, Sezione Archivio di Stato, Catasto del territorio di Urbino, voll. "Corretti" (1612-1613), c. 72v; (1614-1615), c. 77r; (1616-1617), c.n.n.; (1618-1619), c. n.n.; (1620-1621), c.n.n.; (1622-1623), c.n.n.; (1624-1625), c. n.n.; 1626-1627), c. n.n.

### fig. 1

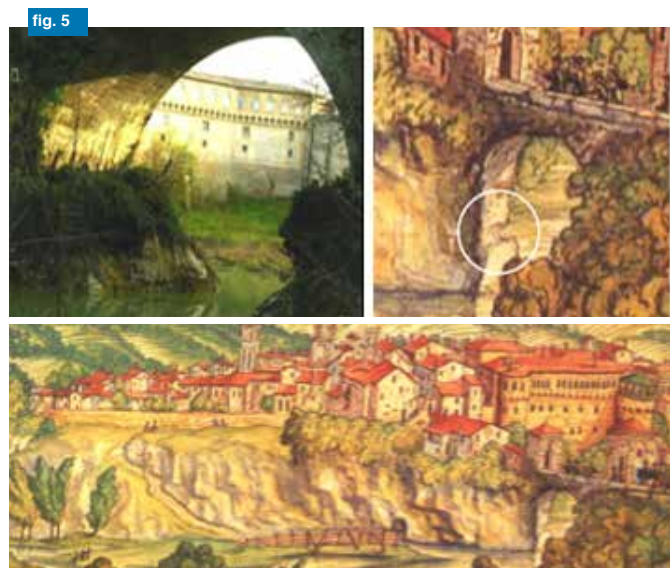
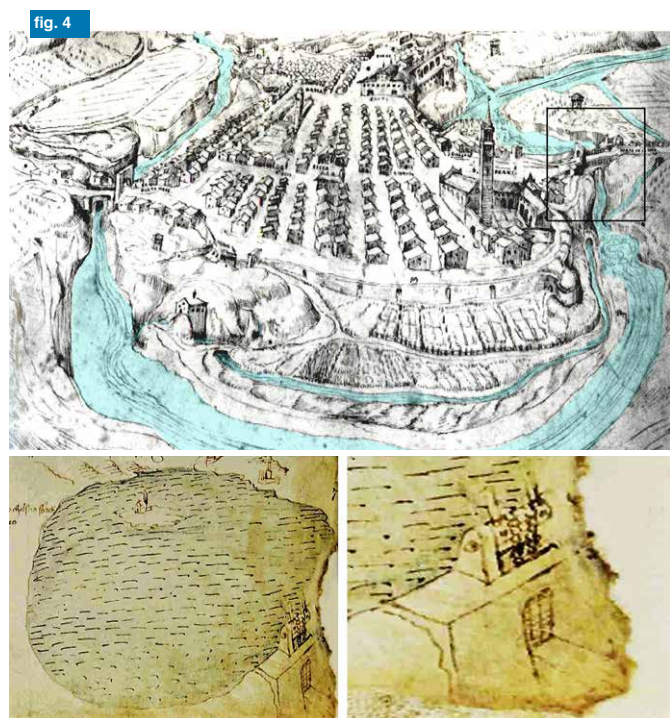
Piero della Francesca, Doppio ritratto dei Duchi di Urbino (1465-1472), Firenze, Galleria Nazionale degli Uffizi.1) Ritratto di Battista Sforza, 2) Ritratto di Federico da Montefeltro, 3) I Trionfi.

### fig. 2

Comparazione tra Monte Fronzoso (Valle del Metauro) e il rilievo dietro al ritratto del Duca Federico. Le linee bianche tratteggiate evidenziano i limiti tra i prati e il bosco che corrispondono nella realtà a precisi limiti geologici e a identici profili morfologici.

### fig. 3

Modello digitale del terreno del territorio nord-marchigiano e parte di quello romagnolo e umbro. Il tratteggio nero indica l'antico Ducato di Urbino.



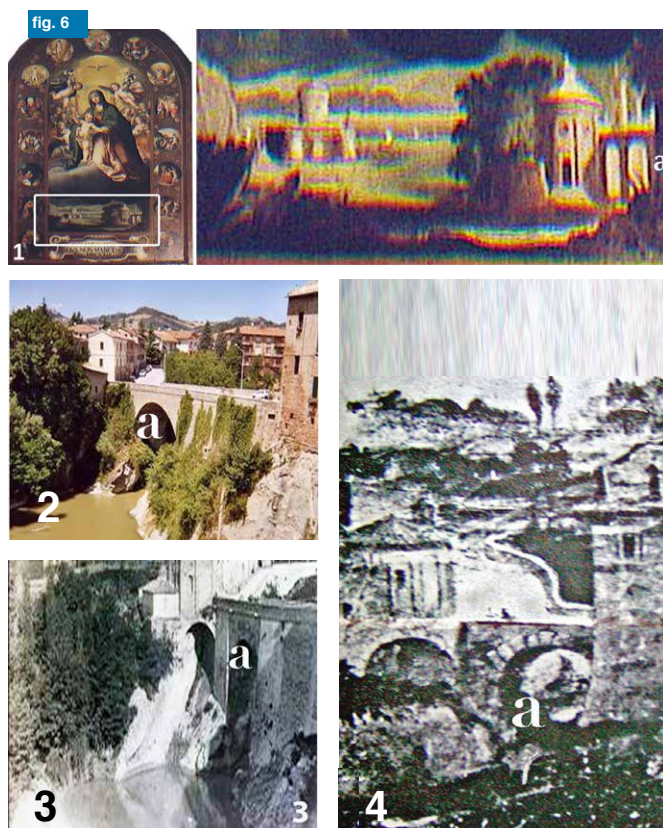
**fig. 4**  
In alto: Veduta di Casteldurante da Cipriano Piccolpasso "Li tre libri dell'arte del Vasaio, Ms 1548 (nel riquadro il ponte del Riscatto). In basso: Francesco di Giorgio Martini, Cod. Ashburnham 361, 1480 (Bibl. Antonelliana, Senigallia).

**fig. 5**  
Disegno di Francesco Mingucci 1626. Carta degli "Stati dei Serenissimi Della Rovere", Codice Vaticano 4434. Biblioteca Apostolica Vaticana. Nel cerchio bianco è visibile il solco sul quale veniva inserita la struttura che chiudeva il ponte. In alto a sinistra, l'attuale visione del ponte.

**fig. 6**  
In alto: Girolamo Cialdieri (Urbino, 1593-1646) Madonna del Rosario, Santuario del Pelingo. Comparazione del paesaggio situato nella parte bassa del dipinto (1), con il paesaggio oggi (2), con la stessa immagine prima del 1945 (3) e con l'opera pittorica di un Anonimo del 1500 (Chiesa dei Morti di Urbania). Con la lettera a viene indicato il Ponte del Riscatto, che ha subito nel tempo molte modificazioni.

**fig. 7**  
Comparazione tra il fondale alle spalle di Battista Sforza e il settore della Valmarecchia che va da Pietracuta fino allo spartiacque appenninico.

**fig. 8**  
Confronto tra il dipinto del Mingucci (1646) precedente l'evento franoso del 1700 e l'attuale paesaggio.



paesaggio del ritratto del Duca, è l'ampia superficie lacustre che si apre in primo piano. Il lago dipinto è in realtà un invaso artificiale creato grazie ad alcune briglie lungo il Fiume Metauro e, soprattutto, alla chiusura del Ponte del Riscatto (Urbania). Fin dall'antichità era noto che se si sbarrava un fiume con una diga o una briglia, l'area a monte si allagava formando un lago. Se le differenze di quota erano forti, per esempio, procedevano a diminuirle con una serie di chiuse distanziate tra loro, lungo il fiume. Sulla base di questi principi, il Ponte del Riscatto veniva chiuso e l'alveo, a monte, si allargava notevolmente fino ad arrivare in un'area morfologicamente ampia dove si formava il lago. Dai documenti del periodo si evince come il ponte venisse regolarmente aperto e chiuso a seconda della necessità. In concomitanza con periodi particolarmente freddi e piovosi in cui il corso d'acqua aumentava la sua portata e si riempiva di detrito, la diga veniva aperta per evitare pericolose esondazioni. Nel disegno di Piccolpasso (**fig. 4**) è molto evidente la differenza di quota a monte e a valle del ponte, enfatizzata dal moto turbolento delle acque in cascata. Un gradino morfologico così evidente e oggi non più esistente a causa della successiva erosione del fiume, porta a ritenere che esistesse una struttura di chiusura del ponte. Il ritrovamento di un disegno di Francesco di Giorgio Martini, (Cod. Ashburnham 361, **fig. 4**) che frequentava la corte ducale urbinata, ci fa capire come erano note le tecniche idrauliche per effettuare un'opera del genere tenendo conto dei delicati processi geomorfologici coinvolti.

Una ulteriore prova dell'esistenza della chiusa è ben riconoscibile nella stampa di Francesco Mingucci (**fig. 5**), in cui compaiono, sotto il Ponte del Riscatto, i solchi di appoggio dell'infrastruttura. Con un dettagliato rilevamento geomorfologico e delle stratigrafie ricavate da sondaggi geognostici si è cercato, su basi morfostratigrafiche e

fig. 7

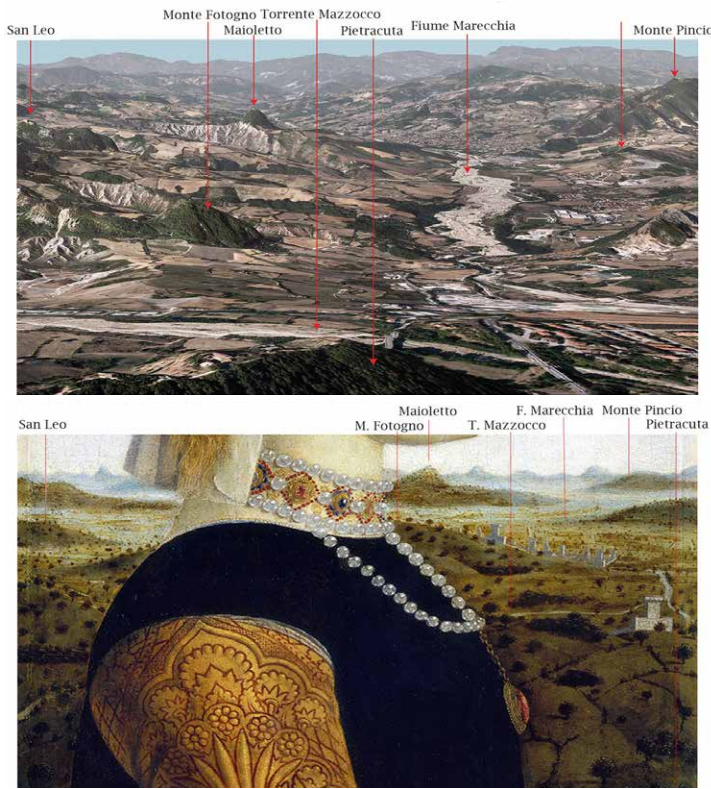
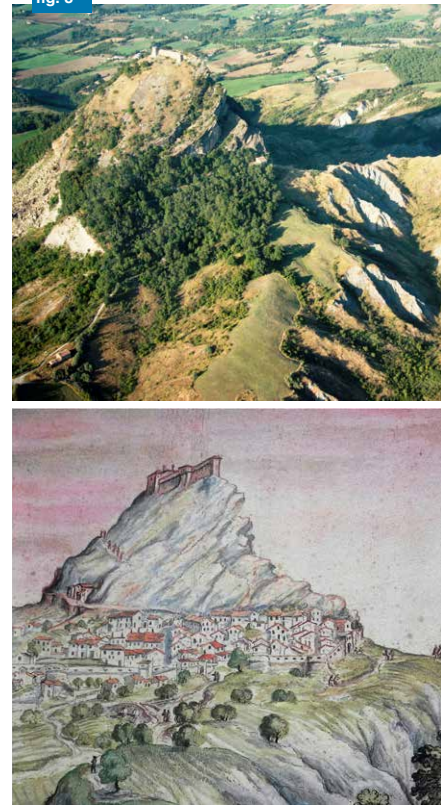


fig. 8



topografiche, di dimostrare la possibilità dell'esistenza della superficie fluvio-lacustre. Lo studio ha quindi permesso di stabilire che la posizione del lago, anche se non rilevata direttamente per mancanza di affioramenti, poteva essere plausibile con le quote del piano di campagna di cinquecento anni fa (cfr. Borchia e Nesci, 2008).

In seguito alla fase climatica fredda denominata "Piccola Età Glaciale" (Orombelli, 2005), l'area fu soggetta a intensa colluviazione prodotta dai versanti e da forte sedimentazione da parte dei corsi d'acqua minori. Questi eventi possono avere indotto l'apertura della chiusa per evitare pericolose tracimazioni seguita poi dal suo definitivo abbandono. Il fiume ha successivamente riacquisito potere erosivo e prodotto la profonda erosione verticale tuttora visibile. Altre prove documentali sull'esistenza del lago sono state ritrovate nella *Madonna del rosario*, del Cialdieri (fig. 6).

Il dipinto rappresenta lo stesso territorio ripreso da una delle finestre del Palazzo Ducale di Urbania che si affaccia sul fiume Metauro, sul ponte del Riscatto e sulla piana di fronte col lago. Le motivazioni che indussero i Duchi alla progettazione e costruzione delle briglie e del lago vanno ricercate nella esigenza di creare uno specchio d'acqua per praticare l'attività della caccia (Borchia e Nesci, 2008). Finalità quindi il puro piacere, riservato ai cortigiani che con barche e zattere potevano soddisfare l'appassionante sport. La chiusura del ponte, e il conseguente innalzamento del livello del fiume, permetteva alla corte di scendere dal palazzo ducale di Urbania direttamente sul fiume e, con le barche, percorrere un tratto di circa cinquecento metri fino al Barco ducale. Molti altri elementi del fondale sono stati analizzati e identificati: le strade, i corsi d'acqua, il monastero, la vegetazione (Borchia e Nesci, 2020 in stampa).

## BATTISTA SFORZA

Come nel paesaggio di Federico da Montefeltro, il fondale di Battista Sforza è una veduta *a volo d'uccello* che abbraccia un territorio molto esteso osservato dalla rupe di Pietracuta (Romagna) fino alla Toscana (fig. 7).

La vallata è quella del Fiume Marecchia con in lontananza lo spartiacque appenninico. Il primo rilievo riconosciuto è quello di Maioretto dalla caratteristica forma asimmetrica e con i resti dell'omonimo castello. La rupe è stata fin da tempi storici sconvolta da numerose frane; la più rovinosa è datata 29 maggio 1700 e provocò la caduta della sommità del rilievo e la distruzione del borgo di Maiolo che sorgeva sulle pendici. In un'interessante testimonianza di Monsignor Giammaria Lancisi, archiatra pontificio (Veggiani, 1991) che nel 1705 visitò San Leo, si legge che la frana di Maiolo fosse stata favorita, oltre che dalle intense piogge, dalla rottura di un argine naturale che serviva di appoggio al monte da parte del torrente sottostante l'abitato. La descrizione del Lancisi indica chiaramente un processo torrentizio di erosione regressiva che, una volta superato le resistenti arenarie (argine naturale), si sia poi sviluppato velocemente sulle argille sottostanti. Il fortunato ritrovamento del dipinto di Mingucci ha permesso di confrontare il paesaggio prima dell'evento franoso che distrusse l'abitato di Maioretto e il paesaggio attuale. Si noti come la frana non è la stessa che attualmente coinvolge il versante più settentrionale (fig. 8).

## I TRIONFI

Il terzo paesaggio fa da sfondo ai *Trionfi dei Duchi di Urbino*, dipinti nella parte posteriore dei due ritratti (fig. 1). Si tratta di un'ampia vallata con al centro un bacino lacustre, solcato da barche a vela, e un'isoletta. Oltre il lago, un'infinità

fig. 9



fig. 10



fig. 9

Particolare dei Trionfi (parte destra), le tre colline dietro alla Duchessa a confronto col paesaggio attuale. In basso nei riquadri, dettaglio della medesima strada che si percorre ancora oggi.

fig. 10

Particolare dei Trionfi, il rilievo dietro al capo di Federico a confronto con Monte San Pietro oggi.

fig. 11

DEM del tratto di valle interessato dal lago confrontato col dipinto.

fig. 12

Panoramica sui possedimenti di Bramante e Piero della Francesca. Fermignano (A), Chiesa di San Gregorio che confinava con le proprietà del pittore di Borgo (B), Casa e proprietà di Bramante (C).

fig. 13

A sinistra: rappresentazione cartografica a mucchietti di talpa confrontata con un particolare dei Trionfi. A destra: Confronto tra l'intero sfondo dei Trionfi e una panoramica attuale dell'estesa area dell'Antico Ducato di Urbino.

di colline sempre più piccole che sfumano fino all'orizzonte. Nei *Trionfi* Piero della Francesca riproduce i profili e i dettagli con tale accuratezza tanto da rendere agevole il riconoscimento degli elementi del paesaggio. La vallata dei *Trionfi* è la vasta piana del fiume Metauro, nel tratto che va da Urbania a Fermignano. Il rilievo centrale è il glorioso e imponente Mont'Elce, che, secondo la tradizione, sarebbe il luogo della sepoltura del grande condottiero sconfitto nella battaglia del Metauro (Luni, 2002). La collina in primo piano sulla destra e con profilo tondeggiante, corrisponde al rilievo di San Lorenzo, la terza alla località Farneta, appena visibile dietro la duchessa (fig. 9).

Il rilievo sulla sinistra, dietro al carro con il duca, è stato identificato col Monte San Pietro (fig. 10). Anche nei *Trionfi* esiste un elemento che non si ritrova più: il lago al centro con la piccola isola. La formazione del lago in questa piana è di più facile interpretazione di quello precedentemente descritto. Non era infatti uno specchio antropico ma naturale, conseguenza di abbondanti piogge che costringevano il fiume a tracimare nei periodi invernali e a inondare la vasta piana di San Silvestro. Le pendenze del tratto di valle sono infatti notevolmente inferiori a quelle della precedente piana e il fondovalle ancora in alcuni tratti, esibisce l'antica morfologia.

Grazie al modello digitale del terreno è stato possibile evidenziare un'area depressa nella piana, precedentemente occupata dal bacino lacustre. Il modello evidenzia anche il tratto che rappresenta la parte emersa al centro del lago: l'isola (fig. 11).

È proprio in quest'area che recenti ricerche (Falcioni, 2014) hanno portato all'individuazione dei terreni di proprietà di Piero della Francesca (fig. 11).

La rappresentazione pittorica pierfrancescana sui domini ducali, riprodotta per espresso desiderio del Duca suo committente, dimostra come il genio di Sansepolcro avesse

fig. 11

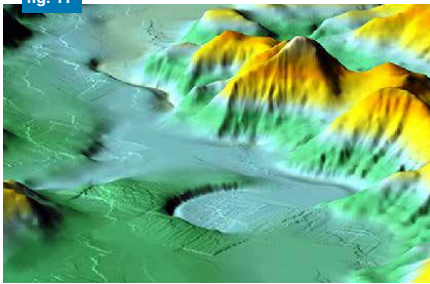


fig. 12



fig. 13



già applicato la tecnica di rilevamento della superficie terrestre che solo anni più tardi sarà adottata dai cartografi. Con la denominazione rilievi a *mucchi di talpa* si intende appunto il modo di rappresentare il paesaggio nelle antiche cartografie del XVI secolo (fig. 12). I profili dei rilievi venivano posizionati su un piano orizzontale. Le curiose forme delle colline dipinte da Piero sono molto simili a questo tipo di rappresentazione cartografica.

## CONCLUSIONI

La metodologia, volutamente interdisciplinare, utilizzata nel presente contributo, sulla base di ricerche geomorfologiche, storiche e artistiche dei territori del Ducato di Urbino, dimostra come il *Doppio ritratto dei Duchi di Urbino* di Piero della Francesca costituisca non solo un'opera artistica di altissimo livello ma anche una rappresentazione scientifica dei territori ducali eseguita su precisa volontà del Duca Federico per la valorizzazione e il "trionfo" dei suoi territori e del suo buongoverno. Curiosamente anche le proprietà dell'artista sono raffigurate nei Trionfi, segno di un attaccamento affettivo verso queste terre che sono da considerarsi, a buona ragione, la seconda patria di colui che è considerato uno dei più grandi pittori del Rinascimento italiano.

La rappresentazione dell'infinitamente piccolo s'inserisce in quella dell'infinitamente grande nell'intento, riuscito, di raggiungere la totalità della visione attraverso la somma degli opposti (Maetzke, 1998). Una visione del paesaggio che associa elementi come torri, alberi, case, con scenari ampi e profondi decine di chilometri. Il tutto assemblato tramite una soluzione prospettica che oltre a essere armoniosa, possiede una perfezione geometrica e topografica (fig. 13). La rappresentazione pittorica diviene un contributo alla conoscenza scientifica, non solo come studio della prospettiva

ma anche come studio, nello spazio e nel tempo, delle forme del paesaggio. Tutto ciò fa di Piero della Francesca il primo studioso del paesaggio comprendendone l'evoluzione e la diversità geologica. L'approccio metodologico sperimentato per la prima volta su paesaggi pittorici, rappresenta un settore innovativo nelle ricerche di geomorfologia culturale e pone le basi scientifiche per eventuali indagini future non solo nello scenario dell'interpretazione dei paesaggi di opere pittoriche ma anche una testimonianza di vita e di attaccamento ai luoghi sia dell'artista che dei suoi committenti.

## BIBLIOGRAFIA

- Borchia R., Nesci O., 2008  
*Il paesaggio invisibile. La scoperta dei veri paesaggi di Piero della Francesca.*  
 Il Lavoro Editoriale, 134 pp. 153.
- Borchia e Nesci, 2020  
*Piero della Francesca: il Montefeltro dipinto* (in stampa).
- Falcioni A., 2014  
*La famiglia Bramante. Fonti archivistiche urbinati*  
 (Deputazione di Storia patria per le Marche, Studi e testi, 32), Ancona, pp. 1-206.
- Luni M., 2002  
*La Battaglia del Metauro: tradizione e studi*, in "Quaderni di Archeologia delle Marche", pp. 264.
- Maetzke A.M., 1998  
*Piero della Francesca*  
 Silvana Editoriale, 301 pp.
- Nesci O., Borchia R., 2017  
*Landscapes and Landforms of the Duchy of Urbino in Italian Renaissance Paintings.* © Springer International Publishing AG 2017, M. Soldati and M. Marchetti (eds.), Landscapes and Landforms of Italy, World Geomorphological Landscapes, 22, 257-269.
- Nesci O., Borchia R., 2019  
*Lo studio del paesaggio nell'arte come strumento per la comprensione dell'evoluzione di un territorio. Alcuni casi studio nel Montefeltro e nella costa adriatica.*  
 da: "Espandere i confini. Paesaggio e territorio costiero tra realtà e immagine" De Luca Editori d'Arte, 3-9.
- Nesci O., Sacco D., 2010  
*Geomorfologia, viabilità e popolamento antico: il caso della via Ariminensis. Atti del Quarto Congresso Nazionale di Geologia & Turismo.* Centro Stampa della Giunta Regionale della Regione Emilia Romagna, 111-114.
- Orombelli G., 2005  
*Cambiamenti climatici.*  
 Geogr. Fis Dinam., in "Quat., Suppl.", VII, 15-24.
- Veggiani A., 1991  
*Ricorsi ciclici dei movimenti franosi nel Montefeltro mareschiese,*  
 in Peris Persi et al., Le frane della Valmarecchia, Comunità Montana Alta Valmarecchia, 15-38.



fig. 1



fig. 2

## Il Conero mitologico

a cura di **PIERLUIGI STROPPA**, Geologo

### PREMESSA

Perché il Conero può essere considerato mitologico? Il profilo del Monte Conero ricorda da lontano la sagoma di una balena; la spiaggia delle due sorelle con le placche dei gabbiani sovrastanti raccontano il passaggio di un antico organismo; i sentieri del Conero sono pieni di numerose emergenze naturalistiche e curiosità; la postazione per le osservazioni astronomiche di Pian dei Raggetti permette di parlare di mitologia e costellazioni.

Se alla scienza uniamo un po' di fantasia ecco che può nascere la *geomitologia*, quindi il Conero mitologico.

### PROLOGO

Partiamo dagli inizi, quando un insegnante - laureato in geologia - di scienze naturali deve spiegare il sistema solare tentando di appassionare i suoi alunni. Una delle poche armi che ha a disposizione è la mitologia. Ecco allora che il pianeta Giove (Zeus per i Greci) diventa il più importante perché capo degli dei e le sue vicende e i suoi amori servono a ricordare anche gli altri pianeti (per es. Saturno - suo padre, Nettuno - suo fratello).

In seguito accade che lo stesso docente venga chiamato a insegnare "Astronomia" dall'Università del Tempo Libero di Porto Sant'Elpidio e che nel tempo conosca persone appassionate e curiose come lui sull'origine e l'evoluzione dell'universo.

Successivamente gli si offre l'opportunità di effettuare un dottorato di ricerca sui geositi delle Marche e la scelta cade su Frasassi e il Conero.

Infine gli amici Maurizio Baccanti e Fabrizio Sabbatini di "Forestalp" (ora "Natura in Movimento") lo chiamano a parlare delle stelle cadenti d'agosto, proprio al Monte Conero. Serata

dopo serata, anno dopo anno le storie si arricchiscono di particolari e il Conero diventa il nuovo "Olimpo degli Dei" che ispira la redazione del primo libro "il Conero di Zeus" (Pierluigi Stroppa, 2018 - Albero Niro editore) sugli amori di Zeus che si svolgono tutti al Monte Conero.

I racconti sono 4 e i luoghi dove si svolgono sono quelli mostrati nella mappa a destra.

Prenderemo spunto da 3 dei 4 racconti del libro per mostrare come partendo dalla mitologia si possa parlare di scienze.

### ZEUS E IO.

#### ESSENZE VEGETALI, ETIMOLOGIA DI MARI E STRETTI

Nel primo racconto "Zeus e Io" la ninfa Io, una volta trasformata da Zeus in bianca giovenca per non essere scoperto in flagranza di tradimento da sua moglie Era (**fig.1**), viene tenuta prigioniera da Era (*Giunone per i romani*) in un recinto pieno di erba stracciabraghe (*Smilax aspera*) - che a dispetto della forma a cuore della foglia è capace di strappare i calzini - ed erba tagliamani (*Ampelodesmos mauritanicus*), essenza quest'ultima che qui al Conero raggiunge il punto più a nord dell'area del Mediterraneo. Hermes (*Mercurio per i romani*) figlio di Zeus, qui al Conero addormenterà il cane dai 100 occhi Argo facendogli mangiare i frutti rossi del corbezzolo (*Arbutus unedo*), pianta tipica del Conero. Il nome della specie Unedo fu assegnato alla pianta da Plinio il Vecchio, con una chiara allusione alla scarsa appetitività (per lui) dei suoi frutti. Per lo scrittore il frutto rosso era insipido per cui dopo averne mangiato uno (*unum* = uno e *edo* = mangio) non gli veniva voglia di mangiarne ancora.

L'etimologia della parola "Conero" proviene da *Kōmaros* = Corbezzolo in greco. Il Corbezzolo è una pianta arbustiva sempreverde che appartiene alla famiglia delle Ericaceae



fig. 3

### [...] IL CONERO

IL NUOVO OLIMPO DEGLI DEI

CHE POTREBBE CONTRIBUIRE

IN MODO DECISIVO AL RILANCIO

DELLA **SCUOLA** E DELL'**ECONOMIA** MARCHIGIANA. [...]

ed è molto diffuso nella macchia del Parco Regionale del Monte Conero.

L'etimologia del "Mar Ionio" deriva proprio dalla fuga di Io - per sfuggire alla vendetta di Era - attraverso le acque del Mar Mediterraneo. D'altronde "Bosforo" significa passaggio della giovenca.

### **ZEUS ED EUROPA. IL CONTINENTE EUROPA, LA COSTELLAZIONE DEL TORO E IL LIVELLO MARCHESINI**

Il secondo racconto è "Zeus ed Europa". Secondo la mitologia greca Zeus porta la ninfa Europa in una grotta nascosta dell'isola di Creta. Da quel giorno tutto il territorio a nord dell'isola prenderà il nome di Europa. Nel Conero mitologico è la grotta del Mortarolo l'alcova che Zeus utilizza per portare le sue amanti di nascosto dalla moglie Era. Nel libro "Il Conero di Zeus" è scritto: "Nel tripudio delle fioriture, tra le bacche rubescenti del lentisco e i fiori rossi del terebinto, Zeus, riprendendo le sue sembianze, si svelò alla donna dicendole: «Ho scelto te come madre mortale per i miei figli». Europa, non avendo la forza di opporsi al capo degli dèi, rassegnata acconsentì al suo volere e generò con lui tre figli, a uno dei quali diede il nome di Minosse. "La ninfa Europa è conquistata da Zeus trasformato in magnifico toro bianco (fig. 2). L'animale sarà poi trasportato nel cielo a formare l'omonima costellazione, a suggellare per sempre questa ennesima avventura del capo degli dèi.

Cosa c'entra la costellazione del Toro con il Conero? Sulla sommità di un livello roccioso molto duro e di gran spessore, noto col nome di "Livello Marchesini" (fig. 3) antichi uomini, probabilmente dell'età del bronzo, vi hanno inciso dei disegni, chiamati oggi "incisioni rupestri", sulla cui rappresentazioni si sono fatte diverse ipotesi. Secondo una di queste esse rappresenterebbero il disegno della costellazione del Toro

(Nocentini, 2012), animale sacro a quei tempi. Forse gli uomini primitivi che abitavano il Monte Conero già conoscevano il mito di Zeus ed Europa? Altre ipotesi suggeriscono che le incisioni servissero a raccogliere il sangue di animali offerti in sacrificio al dio toro. Infine si pensa anche che le incisioni rupestri siano una sorta di carta topografica che riproduceva l'area che da lì si poteva vedere (Barbone et alii, 2012), senza l'intralcio della vegetazione alla vista (oggi la vegetazione è abbondante a causa di rimboschimenti effettuati dall'uomo intorno al 1930). Questi disegni sono stati incisi al tetto di un blocco roccioso che molto probabilmente è il noto "Livello Marchesini", formato da un'antica frana avvenuta circa 65 milioni di anni fa, dopo l'estinzione dei dinosauri marini e terrestri. Le note Cave romane sono state scavate nello stesso Livello Marchesini. Il Livello Marchesini si può osservare da Portonovo guardando il monte verso ovest (fig. 4).

#### fig. 1

Zeus trasforma la ninfa Io in una bianca giovenca, ed Era osserva. Disegno Marinella Acciari.

#### fig. 2

Zeus Toro conquista Europa. Disegno Alessandra Bassi.

#### fig. 3

Le incisioni rupestri. A destra si nota una forma triangolare che per alcuni rappresenta la costellazione del Toro. Foto scattata da nord il 29 febbraio 2020.



fig. 4



fig. 5

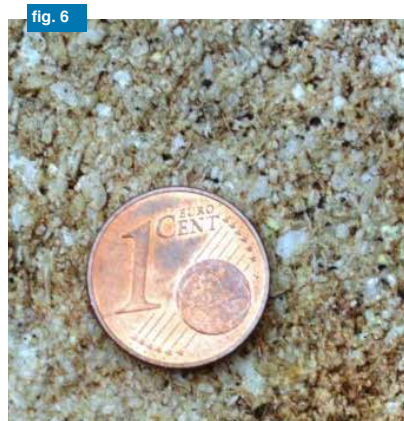


fig. 6

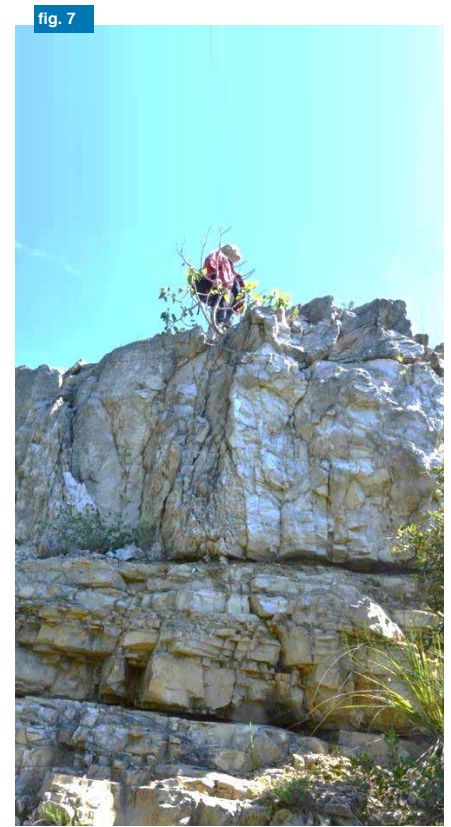


fig. 7

**fig. 4**

La nicchia di distacco della frana di Portonovo vista da sud. Le frecce blu indicano il Livello Marchesini (anche nell'ovale arancione, a Pian Grande) perché al di sopra di esso c'è la fascia di color rossastro dei calcari marnosi della Scaglia rossa, **come alla cava Fornaci presso la SP1**; le frecce gialle indicano un altro livello torbiditico (comunicazione personale Alessandro Montanari), posto più in alto.

**fig. 5**

Il Livello Marchesini visibile a Pian Grande.

**fig. 6**

Un ingrandimento che mostra le dimensioni dei clasti della torbidite che formano il Marchesini.

**fig. 7**

Livello Marchesini e limite K-Pg alla Cava Quagliotti.

**fig. 8**

Iridio, Da: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iridi\\_um\\_\(77\\_Ir\).jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Iridi_um_(77_Ir).jpg)

**fig. 9**

Rappresentazione artistica di un impatto. Da: <http://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=Special:Search&search=dinosaurs+extinctions&fulltext=Search&profile=default>

**fig. 10**

Ammonite in posizione di vita. Museo di storia naturale, Vienna.

**fig. 11**

Rudiste in posizione di vita. Da: <http://www.catalogomultimediale.unina.it/wp-content/uploads/2008/12/254.jpg>

**fig. 12**

Ratto di Ganimede. Disegno A.Bassi.

**fig. 13**

Come si formano le brezze di mare al Conero.

Il Livello Marchesini, qui nell'affioramento di Cava Quagliotti (**fig. 7**) non ha nulla a che fare con l'estinzione, ma è legato a essa perché ci permette di rinvenire il livello argilloso contenente microparticelle di Iridio (simbolo chimico Ir) (**fig. 8**) appartenenti al corpo extraterrestre che cadde sulla Terra circa 66 milioni di anni fa (**fig. 9**). Tale livello, in passato noto come limite K-T, ora chiamato limite K-Pg, è posto proprio 80 cm sotto la base del Marchesini (**fig. 7**).

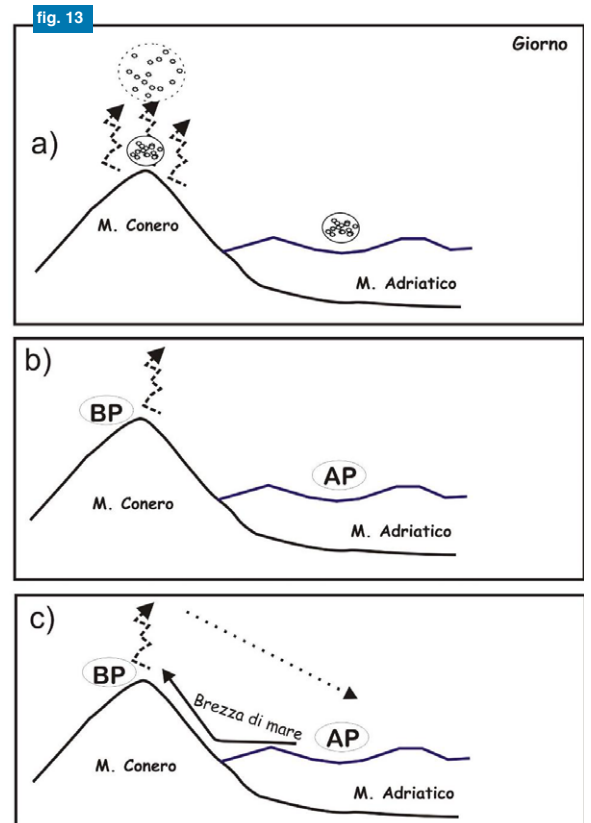
Perché si è deciso di cambiare il nome da K-T a K-Pg? Perché mentre la lettera K si riferisce a un periodo geologico (Cretaceo), la lettera T sta per un'era, quella terziaria. Diversamente, sia K che Pg indicano periodi (Pg = Paleogene). Meglio quindi chiamarlo limite K-Pg!

Oltre a loro si sono estinti anche gli ammoniti, molluschi che popolavano le acque del Mar della Tetide e che abbondano oggi, fossilizzati, negli strati rocciosi sedimentari dell'Appennino.

Che il Livello Marchesini sia stato una frana sottomarina ce lo dicono sia la granulometria dello strato (grossolana con presenza di frammenti di echinodermi e molluschi) che il rinvenimento di pezzi di rudiste (**fig. 11**), strani bivalvi somiglianti a coralli che si erano estinti proprio 66 milioni di anni fa: trovarli sopra al K-Pg significa che vi sono arrivati dall'alto a causa di una diversa morfologia del fondale marino nel Cretacico. In quel periodo, infatti, dove ora c'è il mare c'era un ambiente di piattaforma carbonatica, quindi di mare basso mentre dove ora c'è il monte prima c'era il mare profondo.

Nella tabella sottostante le formazioni delle scaglie al Monte Conero con gli eventi più interessanti: l'estinzione dei dinosauri con il livello K-Pg facilmente riconoscibile qui al Conero grazie al Livello Marchesini e il Global Stratotype Section and Point (GSSP) nella Cava di Massignano, chiodo d'oro a livello mondiale per il passaggio dall'epoca dell'Eocene a quella dell'Oligocene.





Milioni di anni fa	Formazione o livello	Descrizione o eventi
23 33,9	Scaglia cinerea	Marne calcaree e argillose
33,9	GSSP	Passaggio Eocene – Oligocene
33,9 36	Scaglia cinere	Marne calcaree e argillose
36 42	Scaglia variegata	Calcarei marnosi e marne variegati
42 65	Scaglia rossa	Calcarei marnosi rosati con selce rossa e calcarei biancastri con torbiditi calcarei
Tra 66 e 65	Livello Marchesini	Torbidite calcarea: 80 cm sotto c'è il K-Pg
66	Livello K-Pg	Estinzione di massa: dinosauri acquatici e terrestri, ammoniti, belemniti e rudiste spariscono
66 90	Scaglia rossa	Calcarei marnosi rosati e biancastri con torbiditi calcarei

### ZEUS E IL RATTO DI GANIMEDE. I RAPACI E LE BREZZE

Anche il pastore Ganimede, futura costellazione dell'Acquario, ha subito il ratto da parte di Zeus qui al Conero, un promontorio noto nell'antichità perché da esso sgorgava una sorgente con acqua potabile, una rarità nei pressi del mare. Qui Zeus si trasformò in aquila (fig. 12) e salì in alto sfruttando le correnti ascensionali (brezze di mare) che si formano al Conero nei dì d'estate. Ancora una volta Scienze della Terra e Mitologia s'intrecciano rendendo la geologia più affascinante di quello che già è.

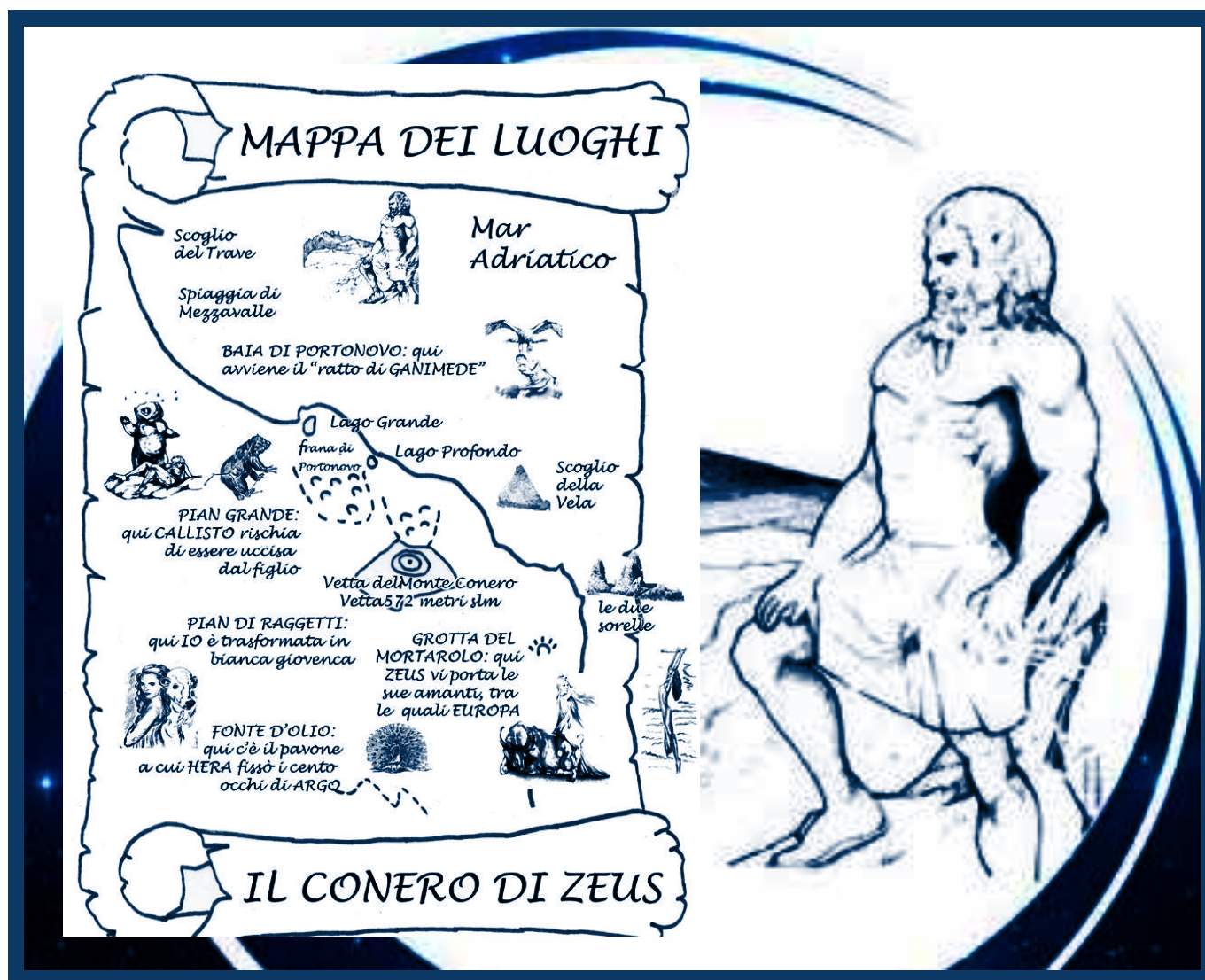
Sopra in fig. 13 il meccanismo per cui si forma la brezza di mare in estate. Sulla terraferma l'aria si riscalda di più (basti pensare quando al mare il dì d'estate camminiamo sulla sabbia): in figura a) nell'aria che si solleva si vede che la distanza tra le molecole aumenta. Si forma così un'area di bassa pressione (BP) che richiama aria dal mare dove c'è un'area di alta pressione (AP) perché l'acqua, come studiamo a scuola, ha capacità termica elevata, ossia assorbe i raggi del sole per distribuirli anche sotto lo strato superficiale, fungendo da serbatoio di calore per cederlo di notte e d'inverno, mitigando il clima della costa.

Di notte avviene il contrario con la formazione della brezza di monte o di terra perché stavolta l'area di bassa pressione si forma sopra al mare le cui acque emettono parte del calore assorbito durante il dì.

La brezza di mare sembra favorire il decollo dei molti rapaci che stanziano sul Conero.

### CONCLUSIONI

Il monte Conero grazie alla sua particolare posizione e conformazione nel Mar Mediterraneo è di sicuro fonte di ispirazione per chi ama la natura e l'osservazione della volta celeste. Il rilievo, pur elevandosi per soli 572 metri



sul livello del mare, può essere considerato il nuovo olimpo degli dei e contribuire in modo decisivo al rilancio della scuola e dell'economia marchigiana. In futuro maggiori sinergie tra le università, le scuole, le guide ambientali escursionistiche, i liberi professionisti e gli imprenditori dovrebbero realizzarsi per far conoscere le grandi potenzialità dell'area e offrire al turista una gamma di servizi più ampia di quella basata solo sulla gastronomia e la balneazione. Aspettando le stelle cadenti d'agosto speriamo che un nuovo spirito di collaborazione tra tutti i soggetti nominati sopra possa aprire un futuro più roseo a chi deciderà di lavorare per valorizzare il territorio e promuoverlo a livello internazionale.

#### NOTE

"Il Conero di Zeus" disponibile:

- Libreria "FOGOLA" in Corso Giuseppe Mazzini, 170 - 60121, Ancona.
- Copisteria "NERO SU BIANCO" in Via Madonna delle Carceri, 18, 62032, Camerino (MC),.
- Libreria "IL GATTO CON GLI STIVALI" in Via C. Battisti, 50, 63821, Porto Sant'Elpidio (FM).

#### BIBLIOGRAFIA

- Barbone G., Lusardi Barbone R.M., Pignocchi G., Silvestrini M. (2012)  
*La roccia con incisioni del Monte Conero: relazione preliminare.*  
Atti della XLII Riunione scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Trento, Riva del Garda, Valcamonica, 9-13 ottobre 2007, in Preistoria Alpina, 46 II, Trento, 2012, pp. 93-98.
- Cocchini R., Moretti E., Nesci O., Savelli D., Tramontana M., Veneri F. & Astraceni M. (1997)  
*"Carta geologica del Monte Conero con itinerari escursionistici" in scala 1:20.000*  
Consorzio Parco Naturale del Conero e Provincia di Ancona.
- Montanari A. & Sandroni P. (1995)  
*"Le Rocce del Conero Raccontano"* una breve guida geoescurionistica.  
Parco del Conero.
- Nocentini G. (2012)  
*Incisioni rupestri nel Conero Lettura archeoastronomica dei culti della fertilità.*  
in 14° Seminario di Archeoastronomia, Genova - Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici, 24 - 25 marzo, 2012.
- Stroppa, P., Invernizzi, C., Paris, E., & Pierantoni, P. P. (2016)  
*A space-time journey through the composite Conero Geosite (Marche, Italy): a tool for teaching Earth Sciences at school.*  
Rendiconti Online Società Geologica Italiana, 40, 85-90.

Andiamo in profondità, in ogni progetto

## SONDAGGI GEOTECNICI

Carotaggio continuo e prove geognostiche in foro

Prova S.P.T. Standard Penetration Test / Tubo Piezometrico tipo "tubo aperto"  
Tubo Piezometrico tipo "Casagrande" / Tubo inclinometrico / Permeabilità  
(Lefranc) / Down-hole / Misure inclinometriche con Sonda SISGEO



## SONDAGGI AMBIENTALI

Carotaggio continuo a secco, prelievo di campioni  
e messa in opera di strumentazioni in foro

Sondaggi geognostici con carotiere a secco Strumentazione dei  
fori di sondaggio con tubi Piezometrici di vario diametro / Spurghi e prelievi con  
pompa dotata di booster per regolazione di flusso / Installazione di sistemi  
automatici di misura dei livelli piezometrici



## PROVE PENETROMETRICHE

Statiche, dinamiche ed elettriche

Prove penetrometriche statiche con punta meccanica Begemann (CPT)  
Prove penetrometriche dinamiche anche con rivestimento (DPSH)  
Prove penetrometriche elettriche con piezocono (CPTU) / Prelievo di campioni  
indisturbati con campionatore semplice Shelby / Perforazione muratura per  
drenaggi o saggi esplorativi con carotatrice Hilty



## INDAGINI SISMICHE

H.V.S.R. sismica passiva



## INDAGINI CON TERMOCAMERA

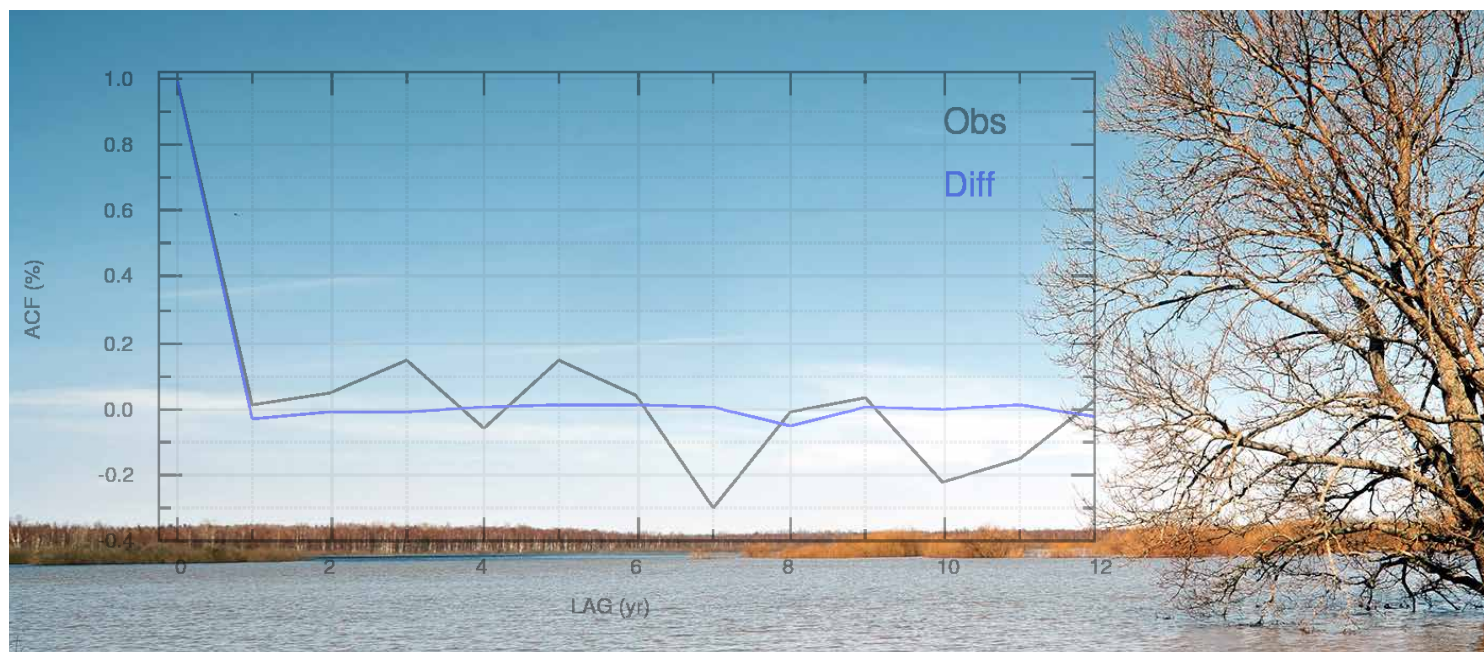
Verifiche non distruttive



Via Abbazia, 39 - 60027 - Osimo (AN) - Italia  
tel. +39 335 6686573 - fax 071 781840  
tecnosondaggi@katamail.com

[www.tecnosondaggi.it](http://www.tecnosondaggi.it)





## L'utilizzo delle serie pluviometriche storiche

per la valutazione della pericolosità da esondazione nell'attuale contesto di cambiamento climatico

a cura di **BUFALINI MARGHERITA\***, **FARABOLLINI PIERO\***, **FUFFA EMY\***, **MATERAZZI MARCO\***, **MATTEO GENTILUCCI\***, **PAMBIANCHI GILBERTO\*** e **TROMBONI MICHELE\*\***

\* Università of Camerino - Scuola di Scienze e Tecnologie, Sezione di Geologia, \*\* Consorzio di Bonifica delle Marche

### RIASSUNTO

I modelli idrologici numerici sono sempre più uno strumento fondamentale per l'analisi dei fenomeni alluvionali in un bacino idrografico. Se utilizzata a fini predittivi, la "pioggia di progetto" da applicare, una volta impostate altre variabili (come geometria del bacino, uso del suolo, ecc.), diventa fondamentale.

Tutti i metodi statistici attualmente adottati suggeriscono l'uso di lunghe serie di precipitazioni (almeno 40-50 anni). D'altro canto tuttavia, la frequenza sempre più elevata di eventi estremi negli ultimi vent'anni, anche a seguito dei cambiamenti climatici in corso, testimonia la necessità di un'analisi critica del significato statistico di questi metodi.

Il presente studio, attraverso l'applicazione della distribuzione di Gumbel (Generalized Extreme Value Type-I) su due serie storiche di precipitazioni (1951-2018 e 1998-2018) provenienti dagli stessi pluviometri e del "Metodo Chicago" per il calcolo della pioggia di progetto, evidenzia come la scelta della serie possa influenzare anche in modo consistente, i successivi calcoli idraulici.

Più in particolare, il confronto tra diversi modelli idrologici (utilizzando il software HEC-HMS) su tre bacini campione, delle Marche centrali evidenzia che l'utilizzo di serie di precipitazioni più brevi e recenti porta a valori di deflusso generalmente più elevati, soprattutto nel caso di eventi con un tempo di ritorno uguale o superiore a 100 anni.

### INTRODUZIONE

Il clima è senza dubbio il fattore dominante nei sistemi idrologici. Tuttavia, il significativo aumento dei fenomeni alluvionali osservato in molte regioni del mondo è spesso attribuito al cambiamento nell'uso del suolo, mentre il

cambiamento climatico legato principalmente all'aumento dei gas serra nell'atmosfera è di solito sottovalutato.

Alla fine del 2018 l'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2018) ha pubblicato uno "Special Report" sugli impatti del riscaldamento globale di 1,5°C al di sopra dei livelli preindustriali e sulle strategie da intraprendere in accordo con la "21st Conference of Parties of the United Nations Framework Convention on Climate Change" per l'adozione dell'accordo di Parigi. Secondo questo rapporto, i cambiamenti climatici produrrebbero un aumento delle precipitazioni intense in molti paesi d'Europa e, di conseguenza, il rischio di inondazioni nelle aree urbane o nei fiumi.

Anche la direttiva 2007/60/CE del Parlamento europeo del 23 ottobre 2007 (direttiva "Alluvioni"), adottata con l'obiettivo di valutare e gestire il rischio di alluvione, mira alla riduzione degli impatti dannosi per l'uomo, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche. In particolare, l'articolo 4, paragrafo 2 della Direttiva afferma che "*Sulla base delle informazioni disponibili o di quelle facili da ottenere, quali i dati registrati e gli studi sugli sviluppi a lungo termine, tra cui in particolare le conseguenze del cambiamento climatico sul verificarsi delle alluvioni, una valutazione preliminare del rischio di alluvioni è effettuata per fornire una valutazione dei rischi potenziali*".

La redazione di mappe di pericolosità e di rischio da esondazione ha svolto un ruolo chiave nell'attuazione della direttiva stessa e tutti gli Stati membri, prima della scadenza del 22 dicembre 2013, avrebbero dovuto creare mappe nella scala più appropriata per le aree selezionate, in base ai diversi scenari di possibilità climatica. Tuttavia, anche se molti Stati hanno completato la procedura in tempo, diversi studi condotti negli ultimi anni (Huong & Pathirana, 2013; Sperotto et al., 2016) hanno evidenziato che gli scenari proposti, alla luce dei cambiamenti climatici in corso, sono in alcuni casi non realistici, soprattutto per quanto riguarda eventi associati ad



[...] LA FREQUENZA SEMPRE PIÙ ELEVATA  
DI EVENTI ESTREMI NEGLI ULTIMI VENT'ANNI,  
ANCHE A SEGUITO DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI,  
TESTIMONIA LA NECESSITÀ DI UN'ANALISI CRITICA  
DEL SIGNIFICATO STATISTICO [...]

elevati tempi di ritorno. La causa è certamente da ricercare, oltre alle conseguenze legate ai cambiamenti nell'uso del suolo sui pendii e all'antropizzazione delle pianure e degli alvei fluviali, all'aumento degli eventi pluviometrici intensi degli ultimi vent'anni, a volte correlati al cambiamento microclimatico guidato dalla crescita urbana (isole di calore urbane).

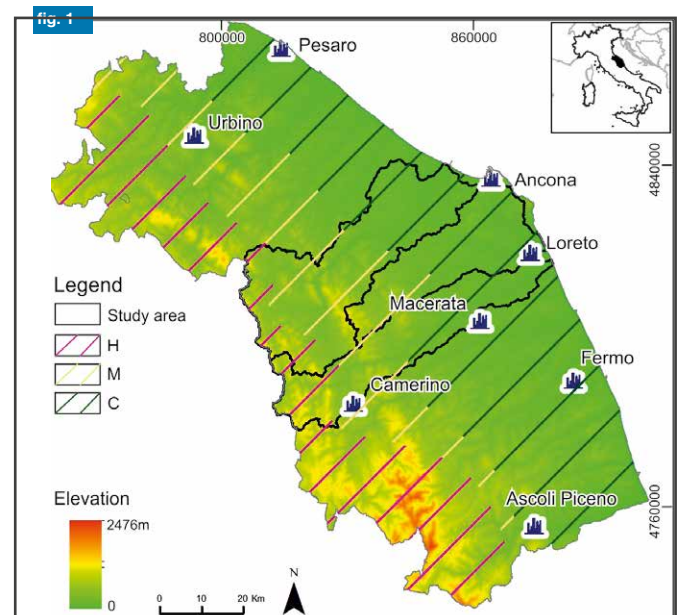
I modelli idrologici attualmente utilizzati per la definizione di scenari di rischio di alluvione, prevedono l'uso di diverse formule e algoritmi per il calcolo della "pioggia netta" e per la definizione del "processo di trasformazione afflussi-deflussi". Tuttavia, se la scelta del metodo o dell'algoritmo può produrre risultati diversi ma sostanzialmente comparabili, la definizione della migliore "pioggia di progetto", (cioè l'evento di pioggia che dovrebbe verificarsi nel sito considerato per una data probabilità di accadimento e una data durata dell'evento) ottenuta attraverso approcci statistico-probabilistici, risulta spesso critica (Marsalek & Watt, 1984; Di Baldassarre et al., 2006; Hilten et al., 2008; Berk et al., 2017).

Il presente studio, applicando lo ietogramma di tipo Chicago (considerato rappresentativo della pioggia di progetto per l'area di studio) a 18 pluviometri appartenenti a tre bacini del versante adriatico dell'Italia centrale, evidenzia come l'utilizzo di serie storiche di precipitazioni di diversa lunghezza produca risultati significativamente diversi qualora utilizzati come input in un modello idrologico per il calcolo del picco di piena in un bacino idrografico. In particolare, dal confronto tra le portate di picco generate una serie "lunga" (circa 70 anni, dal 1951 al 2018) e da una sua porzione più recente (circa 20 anni, 1998-2018), emerge come quest'ultima produca nella maggior parte dei casi portate più elevate. Sebbene il risultato possa apparire meno affidabile da un punto di vista statistico, questo aspetto è invece importante in un contesto di cambiamento climatico, come quello attuale, in cui eventi estremi si verificano con sempre maggiore frequenza.

## DATI E METODI

### *Inquadramento geologico, geomorfologico e climatico*

L'area di studio (circa 2600 km<sup>2</sup>), che include i bacini fluviali del Musone (651 km<sup>2</sup>), dell'Esino (1219 km<sup>2</sup>) e del Potenza (775 km<sup>2</sup>), comprende un ampio territorio del versante adriatico dell'Italia centrale, caratterizzato da un tipico paesaggio alto-collinare e montano nella parte centro-occidentale e pochi settori pianeggianti situati lungo le principali pianure alluvionali e verso est, vicino alla costa (fig.1).



Ubicazione dell'area di studio: H = settore montano e alto-collinare, M = settore intermedio basso-collinare, C = settore costiero

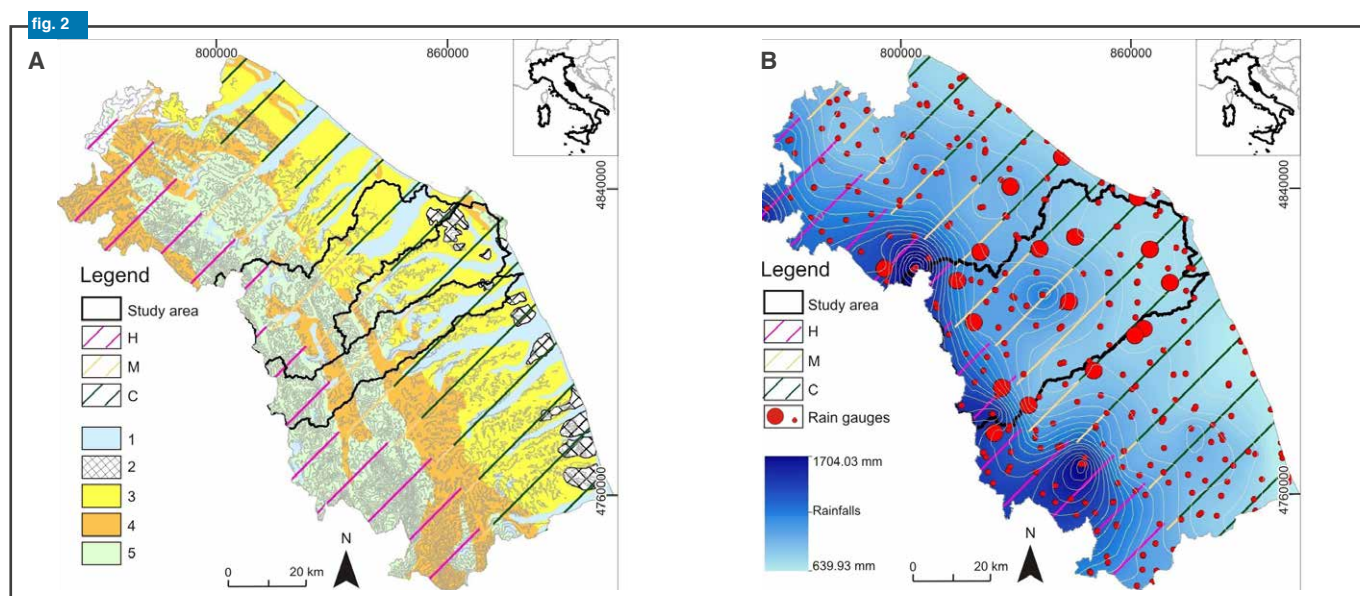


fig. 2

a) Carta geologica schematica della regione Marche; H = settore montano e alto-collinare, M = settore intermedio basso-collinare, C = settore costiero. 1 = Principali depositi continentali (Pliocene-Pleistocene-Olocene); 2 = sabbie e conglomerati (Pliocene-Pleistocene); 3 = argille e sabbie (Pliocene-Pleistocene); 4 = torbiditi arenaceo-marnoso-argillose (Miocene superiore); 5 = calcari, calcari marnosi e marne (Giurassico inferiore-Oligocene).  
b) Carta delle precipitazioni annuali medie della regione Marche; i simboli rossi più grandi indicano i pluviometri utilizzati per lo studio.

fig. 3

Ubicazione dell'area di studio con indicazione dei pluviometri utilizzati per l'analisi statistica e la spazializzazione areale tramite i poligoni di Thiessen (H = settore montano e alto-collinare, M = settore intermedio basso-collinare, C = settore costiero).

tab. 1

Lista dei pluviometri utilizzati nello studio.

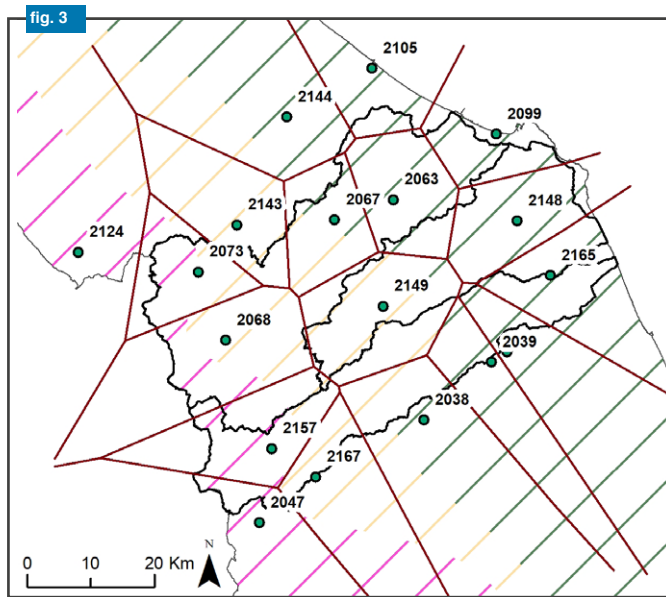
Più in dettaglio, esso può essere suddiviso in tre settori longitudinali, omogenei come range di quote e caratteri litologici (fig. 2a) e climatici (fig. 2b) (Amici & Spina, 2002; Pierantoni et al., 2013; Gentilucci et al., 2018):

- un settore costiero (C), compreso tra 0 e 537 m s.l.m. caratterizzato da un substrato roccioso argilloso-sabbioso-conglomerato e precipitazioni medie annue comprese tra 600 mm e 850 mm;
  - un settore collinare medio-basso (M) intermedio, tra 95 e 1475 m s.l.m. con roccia fresca prevalentemente arenacea-conglomeratica e sabbiosa-pelitica e precipitazioni medie annue comprese tra 850 mm e 1100 mm;
  - un settore interno di alta collina e montagna (H), tra 271 me 1692 m s.l.m. con la presenza di litotipi prevalentemente calcarei e precipitazioni medie annue tra 1100 mm e 1700 mm.
- Tali caratteristiche climatiche caratterizzano ciò che è attualmente definito regime "sublitorale adriatico" (Amici e Spina, 2002). Il numero di giorni di pioggia in questo settore varia tra 60 e 75 mentre l'intensità media giornaliera tra 10 e 12 mm; il massimo mensile assoluto è di solito a novembre (massimo secondario in primavera). L'estate è piuttosto secca, in particolare vicino alla costa, dove i periodi senza precipitazioni superano i 40 giorni. Le temperature medie annue variano invece tra 12,5° C e 15,5° C; la gamma annuale di escursioni termiche è compresa tra 17° e 19° C, mentre quella giornaliera va da 7° C lungo la costa a 10° C nei bacini intramontani. L'indice di aridità - AI (UNEP, 1993) varia da 19,9 a 38, definendo un'area che presenta una media, lieve aridità estiva nella porzione litorale e le basse colline. L'indice di erosività modificato di Fournier - MFI (Arnoldus, 1980) varia da 8.2. a 9.6 indicando un basso potenziale di erosione.

#### Analisi dei dati di precipitazione

La modellistica idrologica, come noto, richiede la definizione della cosiddetta "pioggia di progetto", ovvero uno ietogramma di pioggia ideale definito sulla base di specifiche condizioni di pericolosità ed ottenuto generalmente con metodi statistici. Le "piogge di progetto" vengono quindi utilizzate come input per i modelli idrologici, mentre le portate risultanti in un bacino fluviale vengono calcolate utilizzando metodi di trasformazione afflussi-deflussi.

Nel presente studio la "pioggia di progetto", è stata calcolata utilizzando il "Metodo Chicago" (Keifer e Chu, 1957). Questo



tab. 1

Pluviometro	ID	Zona	x coord (m)	y coord (m)	Quota (m s.l.m.)
Macerata	2023	C	2394389	4795201	280
Tolentino	2038	C	2380482	4785380	244
Macerata	2039	C	2391814	4793706	232
Jesi	2063	C	2378238	4820428	96
Maiolati Spontini	2067	C	2368749	4817949	110
Ancona	2099	C	2395140	4829598	6
Senigallia	2105	C	2376352	4841364	5
Osimo	2148	C	2397421	4815699	265
Recanati	2165	C	2402028	4806729	235
Fabriano	2068	M	2350190	4800177	357
Arcevia	2143	M	2353319	4818252	535
Corinaldo	2144	M	2362356	4834672	203
Cingoli	2149	M	2375411	4803758	631
Camerino	2167	M	2362874	4777647	664
Serravalle di Chienti	2047	H	2353490	4771078	647
Sassoferrato	2073	H	2346666	4811257	312
Cantiano	2124	H	2328006	4815746	360
Pioraco	2157	H	2356279	4782617	441

metodo stabilisce due diverse equazioni analitiche per valutare l'intensità delle precipitazioni nel tempo e valide per i due periodi precedente e successivo al picco massimo; ambedue le equazioni vengono derivate da un'espressione analitica Altezza-Durata-Frequenza (DDF), che conserva gli stessi volumi di tutte le intensità di pioggia. Le curve Intensità-Durata-Frequenza (IDF), invece, esprimono in modo sintetico, per un dato tempo di ritorno (T) (o il suo inverso-probabilità di superamento) e una durata (t) di un evento di pioggia, le informazioni sull'altezza massima (h) e l'intensità massima delle precipitazioni (i). Generalmente, le curve DDF possono essere descritte dall'espressione:

$$h(t, T) = at^n$$

in cui a e n sono parametri da stimare attraverso un approccio probabilistico.

La funzione di probabilità cumulativa  $F_X(x)$  rappresenta la probabilità di non superamento del valore dell'altezza della pioggia h da quella variabile casuale. In questo studio, la funzione di distribuzione cumulativa utilizzata è stata la nota distribuzione GEV di Tipo I (Generalized Extreme Value - Type I) (o distribuzione di Gumbel)

$$F_X(x) = \exp\{-\exp[(x - \xi)/\alpha]\}$$

dove X è una variabile casuale, x è un possibile valore di X,  $\xi$  è il parametro di posizione calcolato utilizzando  $\mu_x = \xi + 0.5772\alpha$  e  $\alpha$  è il parametro  $\sigma_x^2$  scala calcolato utilizzando  $\sigma_x^2 = \pi^2\alpha^2/6$ , dove  $\mu_x$  è la media e la varianza del set di dati (Gumbel, 1941, 1954).

I dati sulle precipitazioni utilizzati in questo studio provengono da 18 stazioni meteorologiche, gestite dal Centro Funzionale Multi-rischio della Regione Marche e considerati rappresentativi dell'area analizzata (fig.3). Queste stazioni meteorologiche (i cui parametri caratteristici sono riportati in tab.1 sono distribuite come segue:

- 10 nel settore costiero;
- 4 nel settore medio-basso;
- 4 nel settore montuoso e montuoso.

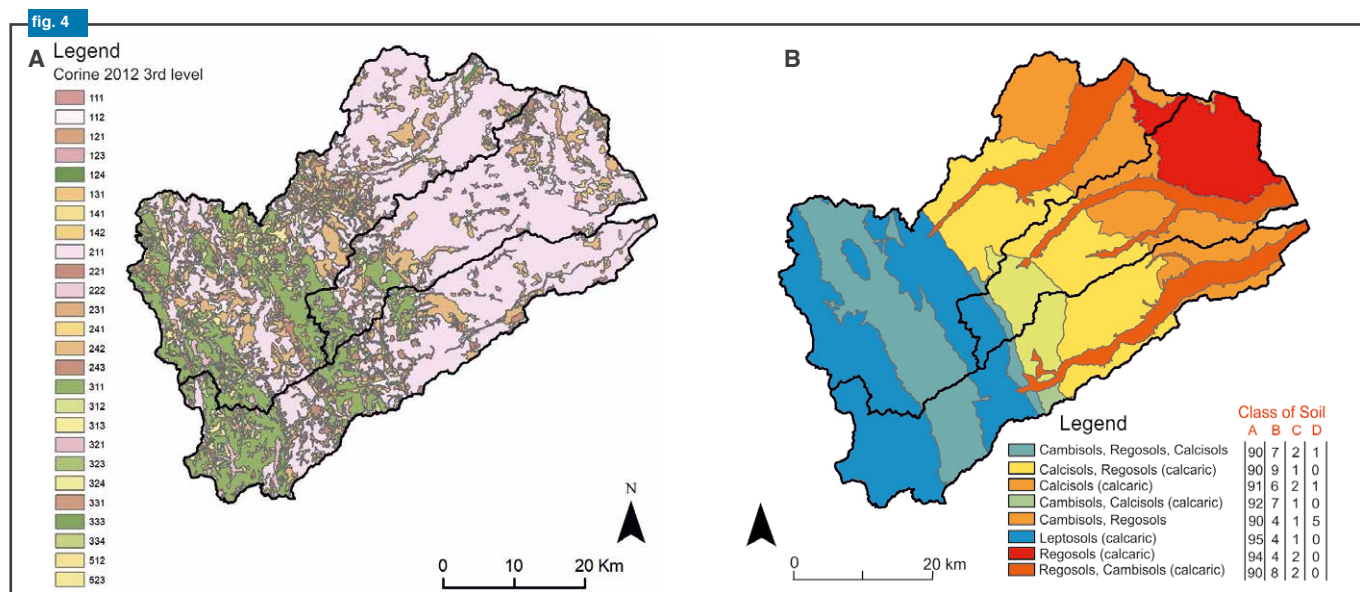
Per calcolare le "piogge di progetto", sono stati raccolti i valori massimi di pioggia registrati ogni anno per durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore per ciascun pluviometro e, ove disponibili, per il periodo 1951-2018; questi dati sono stati successivamente sottoposti ad analisi statistiche utilizzando la distribuzione GEV di tipo I per ottenere le curve DDF. La spazializzazione dei

dati di pioggia nell'intera area di studio (implementata poi nel modello idrologico) è stata realizzata utilizzando il metodo dei "poligoni di Thiessen" (Thiessen, 1911).

Uso del suolo

Per quanto riguarda l'uso del suolo, sono stati utilizzati i dati vettoriali dal III livello dell'inventario CORINE Land Cover 2012 (CLC-2012) (fig. 4a); l'analisi dei dati evidenzia che circa il 68% è caratterizzato da aree agricole, il 27% da aree forestali e seminaturali e solo il 5% da superfici artificiali. Le caratteristiche dei suoli, sono state invece estrapolate generalizzando e integrando i dati della Carta dei suoli della Regione Marche a scala 1: 250.000. I diversi tipi di suolo sono stati quindi sottoposti ad un "merge" (accorpamento) sulla base del "World Reference Base for Soil Resources" - WRB (IUSS Working Group, 2015). Quattro gruppi principali del WRB caratterizzano l'area di studio: Cambisols, Leptosols, Regosols, Calcisols.

I Cambisols, molto comuni nelle regioni temperate e boreali, sono suoli brunastri con debole differenziazione dell'orizzonte e caratterizzati dalla presenza di un orizzonte cambico (Bw), al di sotto di quello organico-minerale. Questi terreni sono predominanti nei bacini sedimentari posti all'interno delle dorsali carbonatiche della catena appenninica. I Leptosols sono suoli molto poco profondi e minimamente sviluppati, che si formano tipicamente su roccia dura o materiali altamente calcarei; nell'area di studio sono presenti lungo le dorsali appenniniche e si sviluppano principalmente su depositi quaternari colluviali e di versante. I Regosols, per lo più sviluppati lungo le pianure alluvionali, di solito non sono così poco profondi da essere Leptosols e sono costituiti da debolmente mineralizzati, sviluppati in materiali non consolidati con solo un orizzonte superficiale ocrico. I Calcisols, infine, sono suoli con un significativo accumulo secondario di carbonato di calcio e sono comuni nelle aree di bassa collina in cui affiorano substrati



**fig. 4**  
a) Carta dell'uso del suolo realizzata utilizzando il III livello del Corine inventory: la numerazione si riferisce alla legenda ufficiale;  
b) Carta delle classi di suolo.

**fig. 5**  
a) Schematizzazione in HEC-HMS e delimitazione dei sottobacini: I colori differenti indicano diversi bacini idrografici (Esino, Musone, Potenza).  
b) Carta del Curve Number (CN) risultante per l'area di studio.

**fig. 6**  
a) Esempio di curve DDF e b) ietogramma tipo "Chicago" relativo al pluviometro di Senigallia.

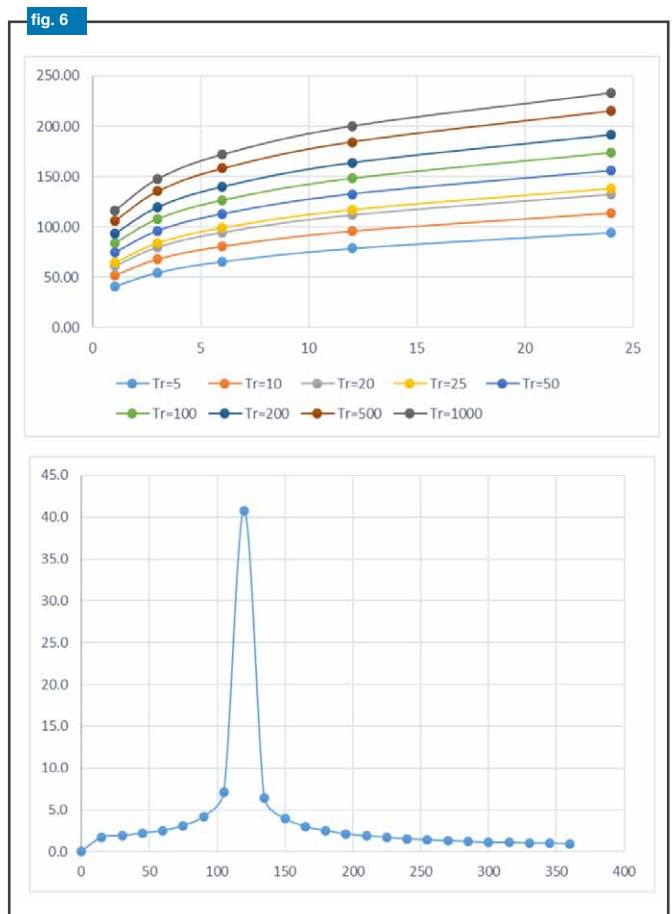
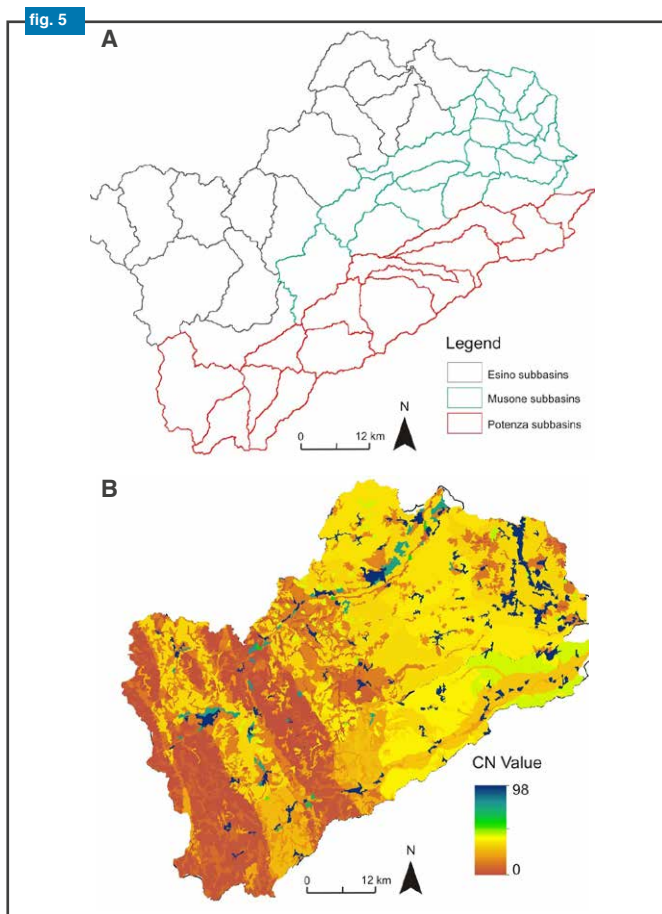
prevalentemente pelitici e sabbioso-pelitici. Tutti questi gruppi sono caratterizzati da orizzonti calcarei dominanti, in linea con le caratteristiche geologiche del territorio e sono di solito terreni ben drenati con tessitura da fine a media; data la loro elevata variabilità spaziale, è stata effettuata un'ulteriore generalizzazione al fine di ottenere aree più omogenee, in accordo con le caratteristiche geomorfologiche del territorio (**fig. 4b**). Secondo il metodo idrologico NRCS (Natural Resource Conservation Service) (USDA, 2009a), a ciascun tipo di suolo sono stati assegnati valori percentuale dei seguenti "Gruppi idrologici" classificati sulla base del loro tasso di infiltrazione:

- **Gruppo A:** terreni con basso potenziale di deflusso e alto tasso di infiltrazione anche se completamente saturi. Sono costituiti principalmente da sabbia o ghiaia ben drenate e presentano un'elevata velocità di infiltrazione (maggiore di 7,6 mm/ora).
- **Gruppo B:** terreni con moderato tasso di infiltrazione quando completamente saturi, costituiti da suoli da moderatamente spessi a spessi, da moderatamente drenati a ben drenati con tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana. Hanno una moderata velocità di infiltrazione dell'acqua (3,8-7,6 mm/ora).
- **Gruppo C:** terreni con bassa velocità di filtrazione quando completamente saturi, costituiti principalmente da suoli con un orizzonte che inibisce il movimento verso il basso di acqua e tessitura da moderatamente fine a fine. La velocità di infiltrazione (bassa) varia fra 1,3-3,8 mm/ ora.
- **Gruppo D:** terreni con elevato potenziale di deflusso. Hanno un tasso di infiltrazione molto basso se completamente saturi, possono contenere una falda acquifera permanente e sono costituiti da terreni argillosi con un elevato potenziale di rigonfiamento; inoltre possono contenere orizzonti argillosi molto compatti vicino alla superficie. In generale hanno una velocità di infiltrazione molto bassa (0-1,3 mm/ora).

#### Il modello idrologico

Il modello idrologico per l'area di studio è stato realizzato attraverso due fasi distinte. In una prima fase, i dati relativi alla morfometria e alle caratteristiche idrogeomorfologiche dei bacini fluviali (uso del suolo, tipo di suolo ecc.) Sono stati pre-elaborati utilizzando il tool di ArcGIS "HEC-GeoHMS" versione





10.2, sviluppato dall'U.S. Army Corps of Engineers (USACE, 2015). Questo software consente di elaborare dati spaziali per ottenere le caratteristiche dimensionali, morfologiche e idrologiche dei bacini fluviali. I dati suddetti sono stati successivamente utilizzati per eseguire simulazioni idrologiche tramite il software HEC-HMS v.4.3, anch'esso sviluppato dall'US Army Corps of Engineers (USACE, 2018).  
 La caratterizzazione morfologica dei bacini fluviali attraverso HEC-GeoHMS è stata effettuata utilizzando un DTM ad alta risoluzione di 1m (ottenuto elaborando immagini LiDAR fornite dal Ministero dell'Ambiente italiano): ciò consente di disaggregare i tre bacini idrografici (Musone, Esino e Potenza) in una serie di sotto-bacini interconnessi (50 in totale) e dividere le reti di flusso in tratti e giunzioni (fig.5a). Tramite procedure GIS sono state estratte anche caratteristiche fisiche come la lunghezza e la pendenza del fiume, la pendenza dei sottobacini, la posizione e la quota del centroide dei sottobacini, la lunghezza massima del percorso di drenaggio. La valutazione dei parametri idrologici (necessari per il successivo calcolo dei coefficienti di infiltrazione e di deflusso in HEC-HMS) è stata quindi eseguita applicando il metodo del "Curve number - CN", sviluppato dal Soil Conservation Service degli Stati Uniti. Il metodo prevede il calcolo del parametro Curve Number (CN), un parametro adimensionale variabile tra 0 e 100, che esprime la capacità del suolo di produrre un deflusso diretto: maggiore è il valore, maggiore è il deflusso prodotto con la stessa piovosità. Un file raster del Curve number è stato poi ottenuto tramite un'operazione di geoprocessing in ArcGIS, combinando gli shapefiles precedentemente creati dell'uso del suolo e del tipo di suolo (fig. 5b).  
 La variabilità nella CN dipende da diversi fattori come intensità e durata delle precipitazioni, condizioni di umidità del suolo,

copertura vegetale, temperatura; questi fattori vengono combinati in quelle che in letteratura sono definite come Antecedent Runoff Conditions (ARC), suddivise in tre classi: la classe II indica condizioni medie, la classe I si utilizza in condizioni "asciutte" (pressoché assenza di precipitazioni nei cinque giorni precedenti la data della simulazione) mentre la classe III si utilizza in condizioni di saturazione medio-alta dei terreni (oltre i 28mm o i 53mm di pioggia rispettivamente nelle stagioni autunnali-invernali o primaverili-estivi nei 5 giorni precedenti l'evento simulato, USDA, 2009b). Tenendo conto dello scopo del lavoro, ovvero il calcolo del deflusso in condizioni critiche, è stata scelta la condizione III delle AMC, e il file raster del CN iniziale (corrispondente alle ARC II) è stato modificato secondo la seguente formula:

$$F_x(x) = \exp\{-\exp[(x - \xi)/\alpha]\}$$

I valori di CN così ottenuti possono essere considerati affidabili, in quanto in linea con quelli ottenuti in precedenti studi attraverso procedure di calibrazione con eventi reali (Materazzi, 2015).

## RISULTATI E DISCUSSIONE

Le serie di pioggia raccolte per ciascuno dei 18 pluviometri, come descritto in precedenza, sono state elaborate per la costruzione delle curve DDF per diverse durate degli eventi, tempi di ritorno e lunghezza delle serie temporali (fig. 6a). Più specificamente, per ciascun pluviometro, l'analisi è stata eseguita su:

- due serie storiche (1951-2018; 1998-2018)
- cinque durate (1, 3, 6, 12, 24 ore)
- due tempi di ritorno: 100 anni (corrispondente a una

tab. 2

1951-2018				Pluviometro ID	1998-2018			
100 anni		100 anni			100 anni		100 anni	
a	n	a	n		a	n	a	n
54.615	0.2988	0.2988	0.2982	2039	57.987	57.987	64.098	0.3132
62.173	0.2575	68.404	0.2552	2038	74.051	0.2687	82.329	0.2663
50.442	0.304	54.828	0.3038	2047	53.943	0.3058	58.695	0.3068
65.038	0.2261	71.92	0.2239	2068	53.572	0.2671	58.574	0.267
77.785	0.2575	87.368	0.2538	2148	90.076	0.2565	101.44	0.252
64.809	0.2812	71.392	0.2802	2149	56.107	0.3069	61.164	0.3071
47.735	0.353	51.951	0.3546	2157	48.678	0.4067	52.839	0.41
63.945	0.2852	70.601	0.2839	2165	74.051	0.2687	82.329	0.2663
62.538	0.2703	69.53	0.2664	2167	66.76	0.2891	73.955	0.2851
84.021	0.2284	93.694	0.225	2105	89.232	0.1889	99.406	0.1846
54.593	0.3454	59.865	0.3457	2144	50.016	0.3578	54.755	0.359
59.104	0.325	65.107	0.3252	2099	52.491	0.3409	57.357	0.3424
58.046	0.2672	64.265	0.2638	2063	71.702	0.1516	79.596	0.1426
88.903	0.2738	99.831	0.2717	2073	98.563	0.2704	110.89	0.2683
54.615	0.2988	60.07	0.2982	2023	57.987	0.3155	64.098	0.3132
56.03	0.2635	61.488	0.261	2143	53.358	0.3164	58.338	0.3156
52.226	0.4392	57.328	0.4432	2067	51.985	0.4723	56.788	0.4787
57.053	0.3628	62.491	0.3617	2124	61.979	0.3396	67.877	0.3369

probabilità di superamento annuale - AEP dell'1%) e 200 anni (corrispondente a una probabilità di superamento annuale - AEP dello 0,5%). I risultati di questa analisi sono mostrati globalmente in **tab.2**.

Per ciascun pluviometro (e di conseguenza per ciascun tempo di ritorno e per entrambe le serie analizzate) sono stati calcolati gli ietogrammi di tipo Chicago; questi ietogrammi (**fig. 6b**) sono stati successivamente utilizzati come input all'interno di ciascuno dei 12 modelli idrologici sviluppati all'interno del software HEC-HMS (3 bacini fluviali x 2 tempi di ritorno x 2 serie di precipitazioni). La regionalizzazione dei dati sulle precipitazioni, come menzionato precedentemente, è stata effettuata utilizzando il metodo dei poligoni di Thiessen.

Una volta definita la "pioggia di progetto", è stato predisposto all'interno del software il modello di bacino. Alcuni dati relativi ai sottobacini (incluso il CN), precedentemente calcolati in HEC-GeoHMS, sono stati importati automaticamente nel modello. Il tempo di corrvazione dei singoli sottobacini (richiesto per il processo di "trasformazione afflussi-deflussi") è stato invece calcolato usando il Metodo di Kirpich, valido per piccoli bacini (da 1 a 112 acri, Kirpich, 1940).

$$T_c = 0.0078L^{0.77} \left(\frac{L}{H}\right)^{0.385}$$

dove Tc è il tempo di corrvazione in minuti, L è la massima lunghezza del percorso idraulico in piedi, e H è la differenza di quota in piedi tra la sezione di chiusura del bacino e il punto idraulicamente più distante sullo spartiacque. Sulla base dei valori ottenuti, è stata scelta una durata di 6 ore per la "pioggia di progetto" di ciascun pluviometro, in linea con il tempo di corrvazione di tutti i sottobacini. Il calcolo della pioggia netta ed il processo di trasformazione afflussi-deflussi sono stati infine valutati applicando i metodi "SCS Curve Number" e "SCS Unit Hydrograph" rispettivamente.

Per quanto riguarda i tratti di reticolo idrografico, la scelta della procedura di routing (ovvero di deflusso all'interno del canale) è ricaduta sul metodo SCS Lag, che è più adatto per segmenti

tab. 2  
Coefficienti a e n calcolati per differenti tempi di ritorno e differenti lunghezze delle serie pluviometriche.

tab. 3  
Valori di portata di picco calcolati per differenti tempi di ritorno e differenti lunghezze delle serie pluviometriche: le colonne colorate mostrano la variazione percentuale della serie "breve" rispetto a quella "lunga".

tab. 3

Potenza sottobacini	Q [m³/s] 100 yrs 1951-2018	Q [m³/s] 100 yrs 1998-2018	Variazione [%]
W1070	44.7	51.9	16.11
W1080	28.7	25.9	-9.76
W1130	30.6	33.8	10.46
W1180	63.1	61.5	-2.54
W1190	77.5	86.8	12.00
W1280	88.6	105.1	18.62
W1410	18	24.9	38.33
W1500	24.9	32.4	30.12
W1520	48.2	59	22.41
W1610	42.4	56	32.08
W1740	21.5	28.1	30.70
W940	42.1	48.8	15.91
W950	52.6	62.8	19.39
W970	72.9	88.6	21.54

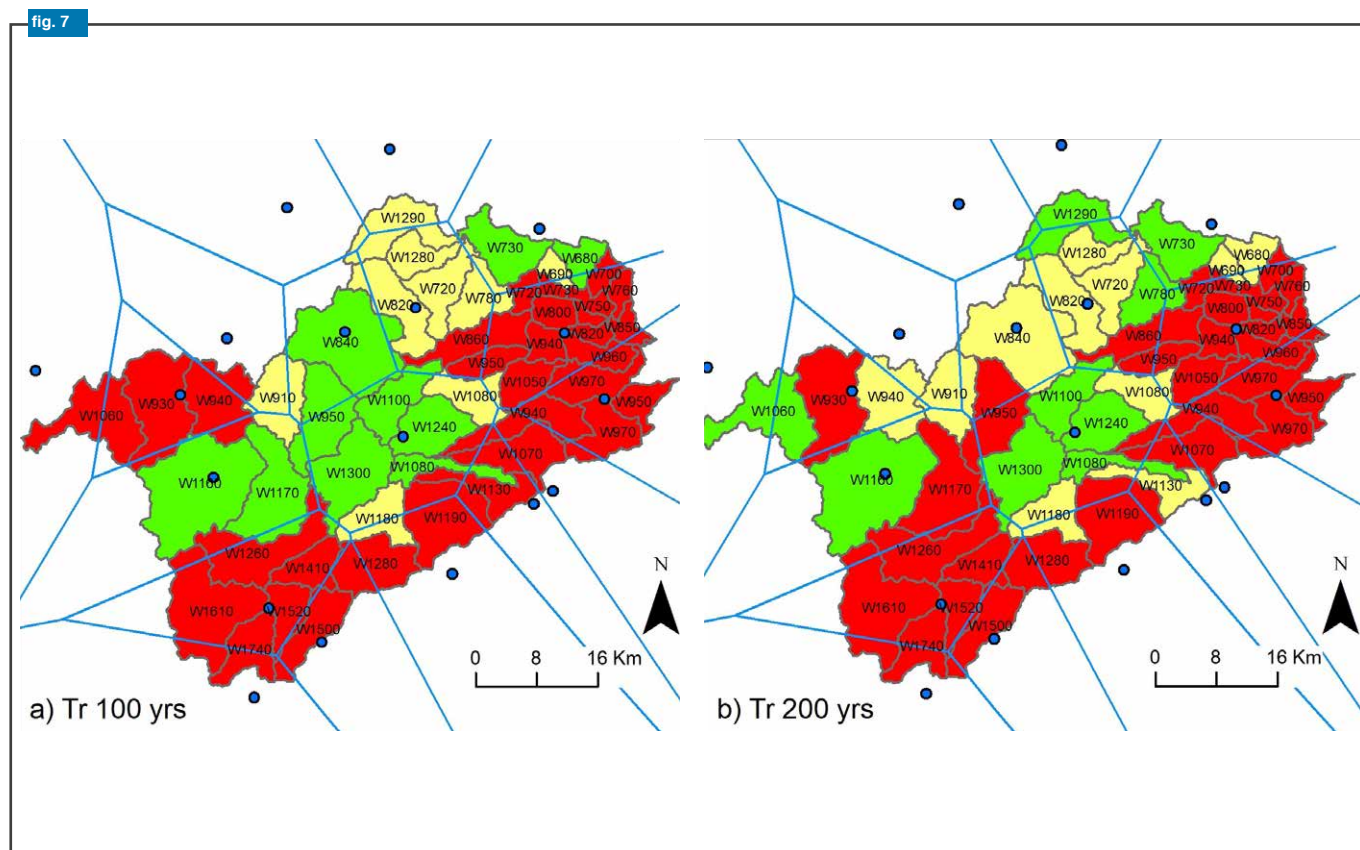
Potenza sottobacini	Q [m³/s] 200 yrs 1951-2018	Q [m³/s] 200 yrs 1998-2018	Variazione [%]
W1070	54.3	62.7	15.47
W1080	34.9	31.4	-10.03
W1130	37.1	40.8	9.97
W1180	75.2	72.9	-3.06
W1190	94	104.7	11.38
W1280	104.4	123.1	17.91
W1410	23.2	31.5	35.78
W1500	32.5	41.3	27.08
W1520	56.5	68.6	21.42
W1610	55.3	71.5	29.29
W1740	27.4	35.4	29.20
W940	51	58.9	15.49
W950	60.9	72.9	19.70
W970	86.1	104.6	21.49

Esino sottobacini	Q [m³/s] 100 yrs 1951-2018	Q [m³/s] 100 yrs 1998-2018	Variazione [%]
W1060	67.8	80.7	19.027
W1160	171.3	146	-14.769
W1170	85.5	73.3	-14.269
W1260	106.2	118.3	11.394
W1280	12.6	12.6	0.000
W1290	79.1	77.1	-2.528
W720	18	17.9	-0.556
W730	58.4	48.5	-16.952
W780	29.1	30.5	4.811
W820	26.4	25.7	-2.652
W840	120	104.6	-12.833
W910	100.9	97	-3.865
W930	135.4	160.5	18.538
W940	161.4	177.9	10.223
W950	54.5	44.4	-18.532

Esino sottobacini	Q [m³/s] 200 yrs 1951-2018	Q [m³/s] 200 yrs 1998-2018	Variazione [%]
W1060	79.3	102.1	28.75
W1160	195.7	164.9	-15.74
W1170	99.9	85	-14.91
W1260	123.6	137	10.84
W1280	16.7	16.4	-1.80
W1290	92.7	90.2	-2.70
W720	22.7	22.2	-2.20
W730	70.7	58.6	-17.11
W780	37.6	39	3.72
W820	34.9	33.6	-3.72
W840	140.5	122	-13.17
W910	116.2	111.3	-4.22
W930	168.4	198.7	17.99
W940	188.9	208.1	10.16
W950	66.3	53.5	-19.31

Musone sottobacini	Q [m³/s] 100 yrs 1951-2018	Q [m³/s] 100 yrs 1998-2018	Variazione [%]
W1050	68.6	92	34.11
W1080	72.4	66.3	-8.43
W1100	54.2	44.1	-18.63
W1240	71.6	56.7	-20.81
W1300	64.9	50.1	-22.80
W680	29.7	25.3	-14.81
W690	25.1	22.7	-9.56
W700	26.4	33.5	26.89
W720	36.2	42.2	16.57
W730	17.8	23	29.21
W750	37.5	50.1	33.60
W760	32.0	44	37.50
W800	37.5	53	41.33
W810	26.1	34.1	30.65
W820	34.5	46.6	35.07
W850	32.5	43.2	32.92
W860	63.9	75.6	18.31
W940	52.3	69.5	32.89
W950	55.9	68.2	22.00
W960	56.9	72.9	28.12
W970	66.4	85.3	28.46

Musone sottobacini	Q [m³/s] 200 yrs 1951-2018	Q [m³/s] 200 yrs 1998-2018	Variazione [%]
W1050	84.2	112.0	33.02
W1080	88.1	80.1	-9.08
W1100	67	54.0	-19.40
W1240	88.7	69.7	-21.42
W1300	82.9	63.9	-22.92
W680	31.4	33.2	5.73
W690	26.4	28.4	7.58
W700	32.1	42.2	31.46
W720	42.2	52.1	23.46
W730	21.8	28.8	32.11
W750	45.8	60.7	32.53
W760	39.9	54.2	35.84
W800	47.6	66.8	40.34
W810	31.4	40.8	29.94
W820	42.4	56.7	33.73
W850	39.8	52.4	31.66
W860	78.3	92.1	17.62
W940	63.6	84.2	32.39
W950	68.4	82.8	21.05
W960	68.1	87.0	27.75
W970	80.6	103.3	28.16



di alveo brevi, con un tempo di percorrenza prevedibile e che non varia con la profondità del flusso. Una volta immessi i dati, è stata avviata la simulazione per ciascuno dei modelli predisposti. I risultati sono mostrati in **tab.3**.

Per ogni bacino analizzato, la tabella mostra l'elenco dei sottobacini, la portata calcolata per diversi tempi di ritorno (100 anni o 200 anni) e per le due serie storiche analizzate (1951-2018 o 1998-2018). La colonna più a destra, con colori diversi, indica le variazioni percentuali (positive o negative) delle portate, calcolate dalla serie di precipitazioni più recente rispetto a quella più lunga. In particolare, il colore rosso evidenzia un aumento della portata, il verde una diminuzione della portata, il giallo variazioni positive o negative non superiori al 10%; quest'ultimo valore tiene conto dell'incertezza e del numero di pluviometri (non elevati) utilizzati per l'analisi statistica.

L'analisi dei risultati mostra chiaramente che la maggior parte dei sotto-bacini di Potenza e Musone, se modellati utilizzando la serie di precipitazioni 1998-2018, aumenta di oltre il 30% la portata per i tempi di ritorno sia di 100 anni che di 200 anni. Il fiume Musone, d'altra parte, ha un comportamento più incerto. D'altro canto, osservando gli stessi risultati in **figg.7a e b** (dove sono riportate anche le aree dei poligoni di Thiessen) è evidente che la maggior parte delle variazioni percentuali "incerte" (entro un intervallo di  $\pm 10\%$ ) sono associate solamente a 3-4 pluviometri, mentre quelli negativi essenzialmente a uno solo. Queste apparenti anomalie delle piogge, una volta verificata la qualità dei dati provenienti da questi sensori, richiederanno approfondimenti climatologici futuri.

## CONCLUSIONI

Il presente lavoro, confrontando i risultati di modelli idrologici derivati da analisi statistiche di diverse serie storiche di precipitazioni ha mostrato che:

fig. 7  
Risultati della modellazione: variazione percentuale fra la portata calcolata utilizzando la serie pluviometrica 1998-2018 e quella 1951-2018 per a) Tr = 100 anni and b) Tr = 200 anni.



- le curve DDF di 18 pluviometri uniformemente distribuite nell'area di studio, calcolate utilizzando una serie pluviometrica recente (1998-2018), mostrano altezze di precipitazione quasi sempre superiori a quelle derivate da una serie pluviometrica più lunga (1951-2018) per diversi tempi di ritorno;
- le "piogge di progetto" di tipo Chicago, calcolate in base alle serie pluviometriche recenti, generano portate di picco più elevate se inserite come dati di input in un modello idrologico;
- i modelli idrologici elaborati per l'area di studio dimostrano come la portate di piena generata utilizzando l'intervallo temporale 1998-2018 siano in molti casi superiore di oltre il 30% rispetto alle altre;
- valori apparentemente in contrasto con quelli citati sarebbero associati alla risposta di singoli sensori la cui affidabilità deve essere verificata o adeguatamente giustificata dal punto di vista climatologico;
- i risultati ottenuti dal presente studio, sebbene preliminari e limitati a un piccolo settore dell'Italia centrale, mostrano che l'attuale accertato cambiamento climatico è associato a un cambiamento nel regime delle piogge (aumento dell'intensità e della frequenza di eventi estremi);
- l'utilizzo di serie pluviometriche brevi ma più recenti, sebbene meno significative dal punto di vista statistico, può quindi essere più affidabile se applicato ad una modellistica numerica per la definizione di scenari di rischio futuri.

**NOTE**

Il presente lavoro è stato tradotto e adattato a partire dall'originale pubblicato nel 2019 dagli stessi Autori sulla rivista AIMS Geosciences dal titolo "The significance of recent and short pluviometric time series for the assessment of flood hazard in the context of climate change: examples from some sample basins of the Adriatic Central Italy".

**BIBLIOGRAFIA**

**Amici M., Spina R. (2002)**  
*Campo medio della precipitazione annuale stagionale sulle Marche nel periodo 1950-2000.*  
 Protezione Civile, Osservatorio Geofisico Sperimentale, Macerata.

**Arnoldus, H.M.J. (1980)**  
*An approximation of the rainfall factor in the Universal Soil Loss Equation.*  
 De Boodt, M., Gabriels, D., John Wiley & Sons, Chichester, Assessment of Erosion, Eds., New York: 127-132.

**Barrow, C. J., (1992)**  
*World atlas of desertification (United Nations Environment Programme-UNEP).*  
 In: United nations environment programme, N. Middleton and D. S. G. Thomas, Land Degradation and Development, Edward Arnold, London, 3(4), 249-249.

**Berk, M., Špačková, O., Straub, D. (2017)**  
*Probabilistic design storm method for improved flood estimation in ungauged catchments.*  
 Water Resources Research 53 (12):10701-10722.

**Di Baldassarre, G., Brath, A., Montanari, A. (2006)**  
*Reliability of different depth-duration-frequency equations for estimating short-duration design storms.*  
 Water Resources Research 42, W12501 doi: 10.1029/2006WR004911.

**Fazzini, M., Giuffrida, A., (2005)**  
*Une nouvelle proposition quantitative des regimes pluviométriques dans le territoire de l'Italie: premiers resultats.*  
 Climat Urbain, Ville et Architecture Acts XVIII Colloque Internationale del Climatologie: 361-365.

**Gentilucci, M.; Bisci, C.; Burt, P.; Fazzini, M.; Vaccaro, C. (2018)**  
*Interpolation of Rainfall through Polynomial Regression in the Marche Region (Central Italy).*  
 In: Lecture Notes in Geoinformation and Cartography, Mansourian, A., Pilesjö, P., Harrie, L., van Lammeren, R., Eds. Springer: Cham, Switzerland, 55-73.

**Gumbel, E.J. (1941a)**  
*Probability interpretation of the observed return period of floods.*  
 Transactions of the American Geophysical Union 3: 836-850.

**Gumbel, E.J. (1954)**  
*Statistical theory of extreme values and some practical applications.*  
*Applied Mathematics Series 33.*  
 U.S. Department of Commerce, National Bureau of Standards.

**Hilten, R.N., Lawrence, T.M., Tollner, E.W. (2008)**  
*Modeling stormwater runoff from green roofs with HYDRUS-1D.*  
 Journal of Hydrology 358: 288-293.

**Huong, H.T.L., Pathirana, A. (2013)**  
*Urbanization and climate change impacts on future urban flooding in Can Tho city.*  
 Vietnam. Hydrol. Earth Syst. Sci. 17: 379-394.

**IPCC, (2018)**  
*An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.*  
 In: Global Warming of 1.5 °C. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moutouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield, World Meteorological Organization, Eds., Geneva, Switzerland, 32 pp.

**IUSS Working Group WRB, (2015)**  
*International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps.*  
*World Reference Base for soil resources 2014.*  
 World Soil Resources, update 2015, Report 106, FAO, Rome.

**Keifer, C. J., Chu, H. H. (1957)**  
*Synthetic storm pattern for drainage design.*  
 Journal of the Hydraulics Division 83, 1-25.

**Kirpich, Z.P. (1940)**  
*Time of concentration of small agricultural watersheds.*  
 Civil Engineering 10 (6):1-362.

**Marsalek, J., Watt, W.E. (1984)**  
*Design storms for urban drainage design.*  
 Canadian Journal of Civil Engineering 11(3): 574-584.

**Materazzi M. (2015)**  
*Relazione Idrologico-idraulica.*  
 In: Consorzio di Bonifica delle Marche, internal report (in Italian). 66 pp.

**Sperotto A., Torresan S., Gallina V., Coppola E., Critto A., Marcomini A. (2016)**  
*A multi-disciplinary approach to evaluate pluvial floods risk under changing climate: the case study of the municipality of Venice (Italy).*  
 Science of the Total Environment 562: 1031-1043.

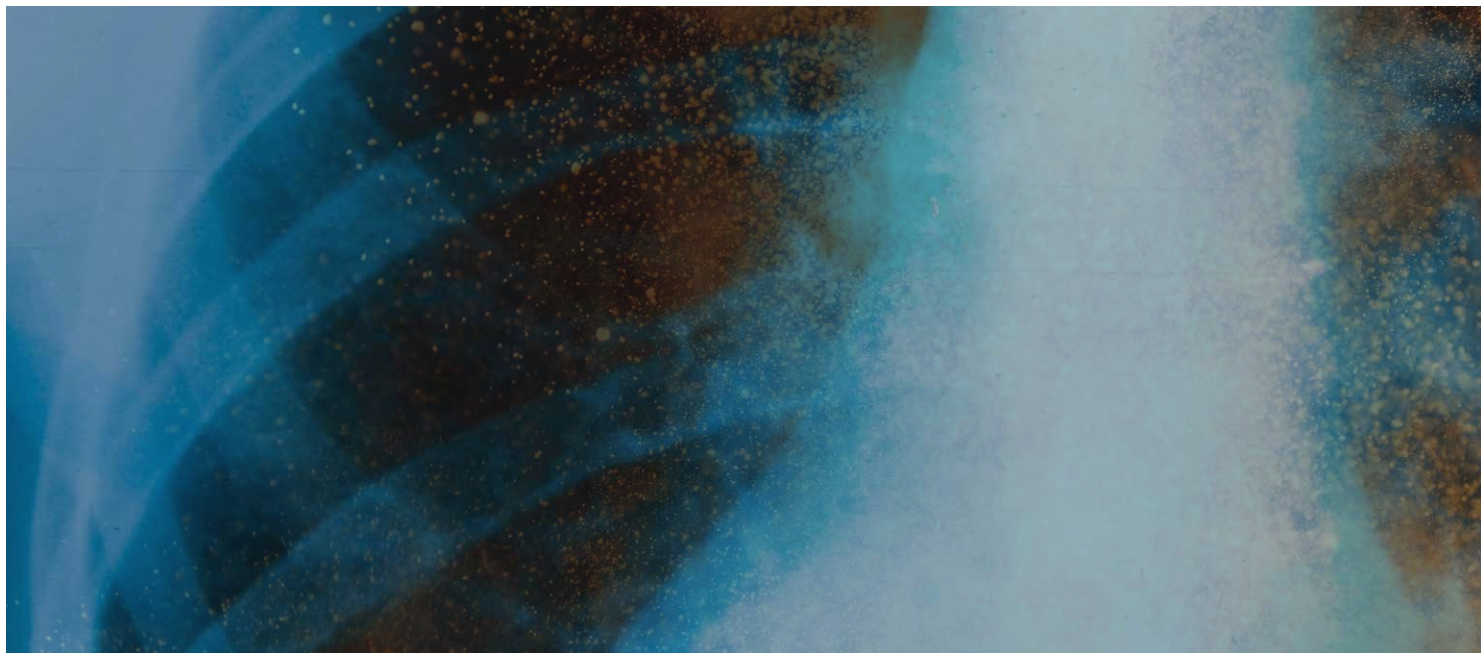
**Thiessen, A.H. (1911)**  
*Precipitation for large areas.*  
 Monthly Weather Review 39: 1082-1084.

**U.S. Army Corps of Engineers - USACE, (2015)**  
*HEC-GeoHMS, Geospatial Hydrologic Modeling Extension User's Manual version 10.2.*  
 Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center, Davis, CA.

**U.S. Army Corps of Engineers - USACE, (2018)**  
*Hydrologic Modeling System (HEC-HMS) User's Manual version 4.3.*  
 Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center, Davis, CA.

**USDA, N. (2009a)**  
*Hydrologic Soil Groups.*  
 In: Part 630 Hydrology, National Engineering Handbook Chapter 7.

**USDA, N. (2009b)**  
*Estimation of Direct Runoff from Storm Rainfall.*  
 In: Part 630 Hydrology, National Engineering Handbook Chapter 10.



## Il rischio di esposizione

a silice cristallina aerodispersa e la banca dati esposizione silice

a cura di **ROSANNA BEVILACQUA**  
Geologo

L'inquinamento da polveri costituisce un problema sia di tipo ambientale, sia occupazionale. Alcune particelle di polvere aerodispersa, se inalate, risultano dannose per la salute umana perché riescono a penetrare negli alveoli polmonari con la respirazione. L'esposizione a particolati aerodispersi rappresenta quindi un'importante causa di morte e invalidità in tutto il mondo.

Di particolare interesse per i geologi e gli igienisti industriali sono le polveri aerodisperse di silice, pressoché ubiquitarie per cause naturali ed antropiche, dato che la silice è un composto chimico ampiamente diffuso in natura e nelle produzioni industriali, sia in forma amorfa sia cristallina: l'esposizione a silice può verificarsi in ogni ambiente di lavoro dove si generi polvere aerodispersa contenente una percentuale di tale composto.

La silice libera cristallina (cioè non combinata con altri elementi chimici), come i minerali quarzo e cristobalite, è l'agente causale della silicosi, nota patologia del polmone prevenibile ma incurabile, forse la più antica malattia professionale riconosciuta e una delle più importanti a livello mondiale, causa di invalidità progressiva; la silicosi è dovuta all'inalazione di polveri di silice cristallina di dimensioni respirabili, prodotte e disperse in aria durante operazioni quali abbattimento, trasporto e vagliatura di rocce, sabbia, inerti, ecc.

L'attività biologica della silice cristallina produce nel polmone infiammazione cronica e sclerosi irreversibile dei tessuti; il rischio di contrarre la silicosi cresce con l'aumentare della quantità di polveri inalate.

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) nel 1997 ha valutato come sufficiente l'evidenza di cancerogenicità per la silice cristallina respirabile, sotto forma di quarzo e cristobalite. Il quarzo in particolare è spesso impiegato come sinonimo di silice libera cristallina perché ne è di gran lunga la forma più comune e diffusa, essendo un minerale presente in

tutti gli ambienti litogenetici, dalle rocce magmatiche a quelle sedimentarie e metamorfiche e riveste un ruolo importante nella caratterizzazione di molti materiali naturali e di quelli artificiali che ne derivano.

La tossicità e la risposta cellulare all'azione della silice libera cristallina dipendono dalla natura, dall'origine e dallo stato delle particelle minerali e dalle loro proprietà di superficie e dalla contaminazione con altre sostanze che possono attivare il processo cancerogeno.

L'esposizione professionale a silice cristallina respirabile può essere associata anche a tubercolosi, malattie autoimmuni e croniche renali. La silicotubercolosi è un problema comune in molti paesi in via di sviluppo mentre la silicosi è considerata solo uno stato di malattia invalidante agli stadi iniziali che comporta un elevato rischio di progressione e di gravi complicanze, quali tumore polmonare e malattie autoimmuni.

Le concentrazioni di polveri aerodisperse assumono livelli significativi in svariate attività produttive: l'incidenza delle patologie da polveri è aumentata dal XIX secolo con l'espansione industriale e mineraria; il commercio dei materiali e dei minerali non metallici è cresciuto costantemente nel corso del XX secolo tanto da indurre alcuni autori a definire l'età contemporanea come 'moderna età della pietra', con la diffusione della silicosi nota appunto come 'mal della pietra' anche nell'industria metallurgica e metalmeccanica.

I comparti produttivi nei quali si può verificare dispersione di polveri contenenti silice libera cristallina sono molteplici e spaziano dal settore estrattivo alla lavorazione dei lapidei e pietre ornamentali, alla trasformazione dei minerali non metalliferi per la produzione di ceramiche, laterizi, vetro, cemento e calcestruzzo, ai comparti metallurgico e manifatturiero, all'edilizia. In quest'ultimo settore alcune attività possono essere caratterizzate da elevate dispersioni di polveri: demolizioni con martelli pneumatici, sabbiature, perforazioni



[...] ALCUNE PARTICELLE DI POLVERE AERODISPERSA, SE INALATE, **RISULTANO DANNOSE PER LA SALUTE UMANA** PERCHÉ RIESCONO A PENETRARE NEGLI ALVEOLI POLMONARI CON LA RESPIRAZIONE. [...]

a secco, miscelazioni per calcestruzzo, attività di scavo in sotterraneo; la presenza di quarzo nelle rocce interessate dagli scavi trasforma il generico rischio da polveri nel più serio rischio silicotigeno. Le moderne tecnologie di produzione prevedono l'utilizzo di materiali contenenti silice anche in processi industriali particolari, come nella microfusione a cera persa in oreficeria, in cui si fa uso di materiali refrattari contenenti elevate percentuali di silice cristallina.

Nel 1995 l'Organizzazione Mondiale della Sanità e l'Organizzazione Internazionale del Lavoro hanno avviato una campagna globale per eliminare la silicosi a livello mondiale: lo scopo del programma è di promuovere l'avanzamento di programmi nazionali per ridurre drasticamente l'incidenza della silicosi ed eliminare tale problema di salute pubblica entro il 2030.

In generale sono le misure di prevenzione adottate per l'abbattimento delle polveri silicotigene ad influenzare in modo determinante le condizioni di inquinamento nell'ambiente di lavoro. Interventi di prevenzione possono includere la sostituzione dei materiali a base di silice cristallina con altri meno pericolosi, la sostituzione dei macchinari, la modifica dei processi produttivi, le lavorazioni ad umido e pratiche di lavorazione corrette. Per prevenire gli effetti sulla salute dell'esposizione a polveri contenenti silice cristallina occorre quindi individuare le attività che producono i particolati nocivi, eliminando o limitando la dispersione delle polveri e la loro inalazione e riducendo la concentrazione in aria della frazione respirabile della silice libera cristallina.

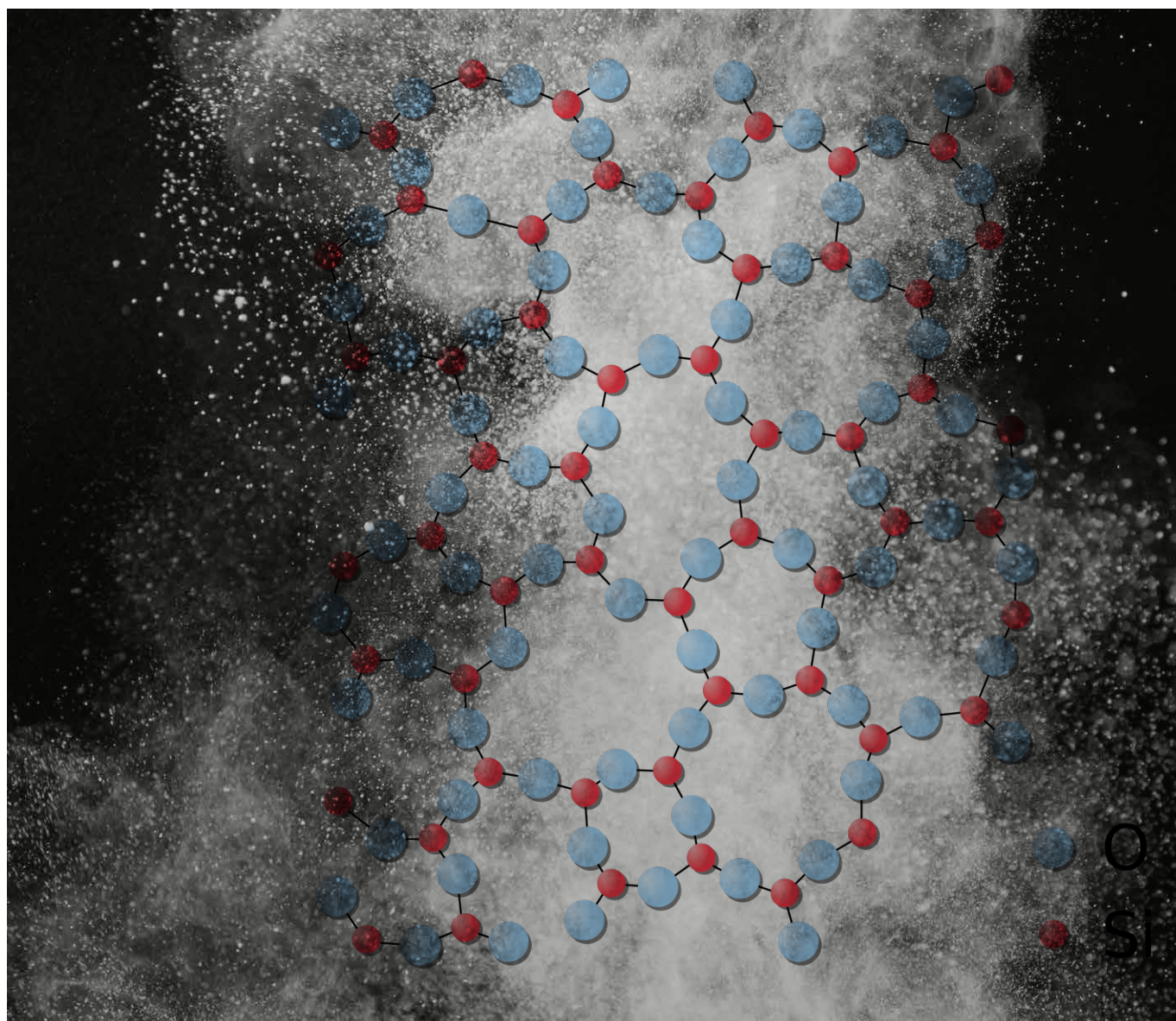
Nel tempo sono stati messi a punto campionatori e sistemi di monitoraggio della concentrazione di polveri di silice cristallina aerodispersa mediante pompe portatili che catturano su filtro la frazione respirabile delle polveri tramite selettori; i metodi più accreditati prevedono l'utilizzo di campionatori personali con successiva analisi gravimetrica delle polveri depositate su



Quarzite gialla

filtro e caratterizzazione quali-quantitativa in laboratorio tramite diffrattometria a raggi X; vengono anche prelevati ed analizzati campioni in massa delle materie prime naturali ed artificiali lavorate e potenzialmente suscettibili di contenere il minerale quarzo e/o altre fasi polimorfe della silice cristallina.

Una delle rocce a maggior contenuto in quarzo è proprio la quarzite, roccia metamorfica usata per lo più a scopi



ornamentali, in cui il tenore in quarzo può essere superiore anche al 90%.

Negli anni passati in Italia, grazie ai campionamenti effettuati da enti pubblici, sono state segnalate attività produttive con livelli significativi di esposizione a silice cristallina respirabile (soprattutto nelle più industrializzate regioni del centro-nord) nei settori della metallurgia, metalmeccanica, estrazione e lavorazione lapidei (ardesia, porfido, graniti, ecc.), lavorazione di minerali non metalliferi (ceramica, vetro, laterizi), nelle costruzioni, in edilizia stradale, in oreficeria, nella sabbiatura dei tessuti, nell'estrazione e lavorazione di inerti.

La riduzione nel tempo dei livelli di concentrazione ammissibile delle polveri silicotigene nei luoghi di lavoro ha prodotto risultati molto positivi negli ultimi decenni, con riduzione della polverosità totale delle lavorazioni e con un'evidente riduzione del numero di casi di malattia professionale legati all'esposizione a polveri di silice cristallina respirabile. Dove la prevenzione ha avuto successo, il tasso di incidenza della silicosi è diminuito ed il trend negativo è evidente in molti paesi industrializzati.

Oltre alle ASL, per i chiari effetti sulla salute pubblica, anche l'Istituto nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul

lavoro e le malattie professionali (INAIL) ha sempre profuso energie per la prevenzione del rischio di esposizione a silice libera cristallina respirabile nei luoghi di lavoro, soprattutto grazie all'impegno ed alle attività di campionamento e monitoraggio condotte dai professionisti tecnici dell'Ente (fra cui molti geologi) della Consulenza tecnica accertamento rischi e prevenzione (CONTARP).

Sul sito web INAIL, nella sezione 'Conoscere il rischio', al seguente link, sono reperibili informazioni dettagliate di approfondimento sul rischio da esposizione a silice cristallina, nell'area tematica dedicata, alla cui redazione ha collaborato anche la scrivente: [www.inail.it/cs/internet/attivita/prevenzione-e-sicurezza/conoscere-il-rischio/polveri-e-fibre/silice-cristallina.html](http://www.inail.it/cs/internet/attivita/prevenzione-e-sicurezza/conoscere-il-rischio/polveri-e-fibre/silice-cristallina.html).

Nel 2020 è stato pubblicato dall'INAIL il volume "Banca dati esposizione silice – Rapporto 2000/2019", scaricabile in .pdf dal sito dell'Istituto, fra i cui autori c'è anche la scrivente: i dati riportati nel volume provengono dai monitoraggi ventennali condotti in oltre mille aziende in tutte le regioni italiane in trenta diverse attività produttive, effettuati negli anni dai professionisti tecnici dell'INAIL, in prevalenza geologi.





## Dubbi Certi

Recensioni semiserie e ironiche con intermezzi di amenità varie...

a cura di **FABIO LATTANZI**

### UN LIBRO UNA STORIA

Isaac Bashevis Singer premio Nobel per la letteratura nel 1978. Scrittore in lingua Yiddish fratello di Israel Joshua Singer anch'esso scrittore...ed entrambi fratelli di Hinde Ester Singer Kreytman... casualmente anche lei scrittrice...figli di un rabbino chassidico...

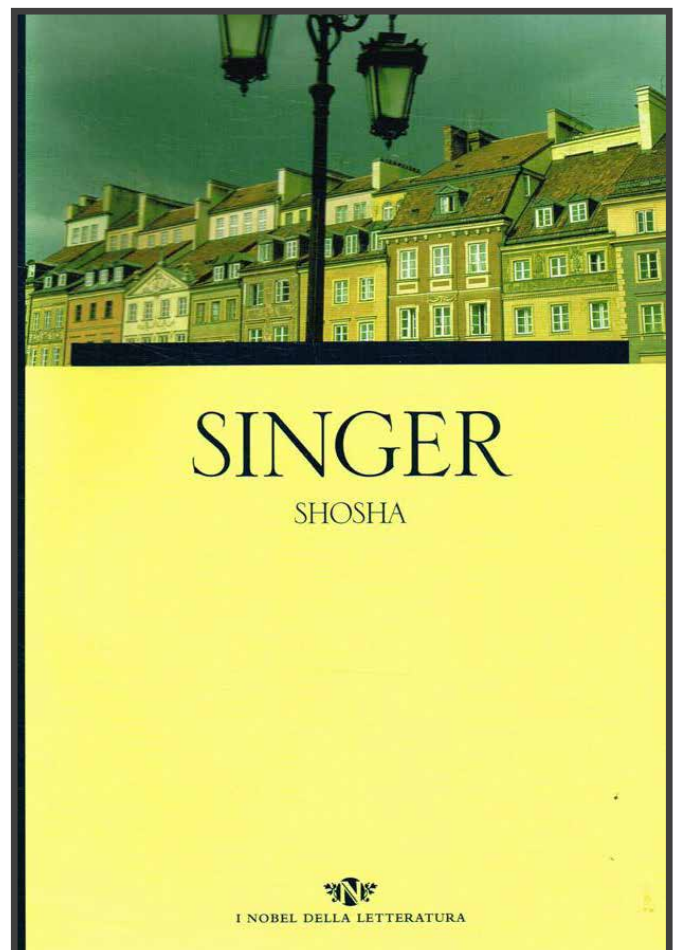
Shosa originariamente scritto in yiddish poi tradotto in inglese ci offre uno spaccato di quello che era il ghetto di Varsavia prima dell'invasione nazista con una collana di personaggi spesso appena tratteggiati che però inducono il lettore a provare quel senso di ansia che pervade tutto il libro...l'ansia che precede quello che sarà uno dei più cruenti massacri a cui l'umanità abbia mai assistito... l'autore non ne fa menzione ma esso rappresenta lo sfondo e la matrice dell'intero libro.

Scrittura e racconto resi semplici come solo i grandi sanno fare.

“Shosa”

di I. B. Singer

Edizione Famiglia Cristiana



## INTERMEZZO CULINARIO

In attesa del prossimo lock-down non facciamoci sorprendere impreparati!!! Capisco che non è una spesa da tutti i giorni...ma del resto avreste mai pensato di imbattervi durante la vostra vita in una pandemia? Ma soprattutto di far parte di un fermo del mondo di ben 69 giorni? Al fine di rendere produttivi i giorni di un'eventuale futuro lock-down (facendo ovviamente i dovuti scongiuri) vi consiglio l'acquisto di tale oggetto in quanto ha tutte le caratteristiche fisico-meccaniche per cucinare usando la "princeps per viam" della cottura di qualsiasi tipo di carne.

Tale modo è detto "brasatura" da brasa ovvero brace...cotta nella brace che circonda la pentola per lungo tempo.

Tali piatti di carne tanto cari ai Gianni estinti del giornalismo italiano ovvero Brera e Mura sono dalle nostre parti non molto conosciuti e desueti nei menu turistici dei ristoranti tipici e



**STONELINE** pentola per brasati con coperchio in ghisa.

non, in quanto sicuramente, di genesi ed etnia più nordica che centrale. Quindi bando alle ciance e passiamo alla ricetta: nella fattispecie io ho utilizzato carne di agnello ma si può utilizzare qualsiasi altro tipo di carne.

Ricetta per 4 persone.

- 1 Kg di spezzatino di agnello (o anche bistecchine e/o spalla a pezzi)
- 1 cipolla grande
- 2 coste di sedano grandi
- 2 carote grandi
- 1 limone
- olio evo q.b.
- 1 bicchierino di whiskey
- 1 bicchiere di marsala semidolce
- Pepe nero q.b.
- Sale q.b.
- 1/2 cucchiaino di dado vegetale granulare

Rosmarino, salvia, aglio, alloro, timo, bacche di ginepro (tutti freschi no assolutamente secchi)

Prendere l'agnello riporlo in un recipiente con la marinatura composta da:  
limone, olio evo, 2 pizzichi di sale, due grattate di pepe nero, 1 bicchierino di whiskey, timo, rosmarino, alloro, aglio e bacche di ginepro (schiacciate), per le quantità fate voi, il tutto deve riposare in frigo per almeno una notte.

Tagliare più fine che potete la cipolla le carote e il sedano, fate soffriggere in abbondante olio evo, quando il soffritto è appassito aggiungete l'agnello e fate cuocere a fuoco allegro finché inizia a rosolarsi esternamente, a questo punto aggiungete il bicchiere di marsala e fate sfumare per 5/10 min. poi aggiungete 2 bicchieri di acqua e il cucchiaino e mezzo di dado vegetale, salate q.b. a questo punto aggiungete tutti gli odori sopradetti sia quelli della marinatura che dei nuovi (fate voi le quantità) mettete il fuoco al minimo mettete il coperchio e iniziate la brasatura per almeno 40 min. poi controllate (assaggiate) aggiustare di acqua e sale e continuate per il tempo necessario affinché il brodo si rapprenda e arrivi ad essere un po' più liquido di uno yogurt. Prima da servire far raffreddare 5 min.

**Bon appétit!**



CONCESSIONARIA DI PUBBLICITÀ PER QUESTA RIVISTA

**POWERING YOUR COMPANY**

WWW.AGICOM.IT

100% 09:00

NUOVA JEEP® RENEGADE **4xe** PLUG-IN HYBRID

# ISPIRATA DALLA NATURA



PRENDIAMOCI CURA  
DEL NOSTRO FUTURO

**Jeep**®

Gamma Renegade 4xe: emissioni di CO<sub>2</sub> (ponderate, combinate) (g/km): 46 - 44. Consumo di carburante (ponderato, combinato) (l/100km): 2.0 - 1.9. Valori omologati in base al metodo di misurazione/correlazione riferito al ciclo NEDC di cui al Regolamento (UE) 2019/1840 aggiornati al 30/09/20. I valori sono indicati a fini comparativi.

Jeep, è un marchio registrato di FCA US LLC.

# Sottocontrollo.



**Alta tecnologia.**  
Anche a noleggio

Strumenti per:

**Rilievi dei fondali, delle coste,  
dei porti, dragaggio**

Multibeam, SideScan Sonar e SubBottom Profiler,  
ADCP, Sonar3D, Camere Acustiche ...

**Vulcanologia e Monitoraggio sismico**

reti sismiche, sismometri, gravimetri, inclinometri ...

**Studio del sottosuolo**

georadar 3D, sismografi, geoelettrica, magnetometri ...



**CODEVINTEC**

Tecnologie per le Scienze della Terra e del Mare

tel. +39 02 4830.2175 | [info@codevintec.it](mailto:info@codevintec.it) | [www.codevintec.it](http://www.codevintec.it)