

# SICCITÀ ESTATE 2021, UN'ALTRA TACCA SULLA CRISI CLIMATICA

L'ANALISI SU BILANCIO IDROCLIMATICO, CONTENUTO DI ACQUA NEI SUOLI, TEMPERATURA E PRECIPITAZIONI IN EUROPA, CON UN FOCUS SULL'EMILIA-ROMAGNA, RESTITUISCE UN QUADRO PREOCCUPANTE DI UNA SERIE DI EVENTI ESTREMI IN CONTINUO AUMENTO. ANCHE LE FORESTE HANNO MOSTRATO UNA FORTE E PROLUNGATA SOFFERENZA.

L'estate appena conclusa ha fatto segnare un'altra tacca nella *escalation* della crisi climatica, con una serie di eventi estremi senza precedenti: ondate di caldo eccezionali nei Paesi Baltici, in Russia, in Canada così come in molti Paesi del Mediterraneo. In Sicilia, nell'entroterra di Siracusa, si è registrata la temperatura più alta mai misurata in Europa (48,8 °C), ancora da validare da parte dell'Organizzazione meteorologica mondiale (*World meteorological organization*, Wmo). Da segnalare anche le piogge estreme in Germania che hanno causato complessivamente 20 miliardi di euro di danni, la cifra più alta in Europa per un singolo evento estremo. Globalmente luglio 2021 è stato il più caldo dall'inizio delle misure (dati Copernicus) battendo il precedente record di un buon margine, e in Europa, seppur con grandi contrasti termici e con un piccolo margine rispetto ai due record

precedenti (2010 e 2018), è stata l'estate più calda dal 1979 (fonte Copernicus: <https://climate.copernicus.eu/surface-air-temperature-august-2021>).

Il caldo è stato particolarmente intenso e duraturo sul Mediterraneo centrale e orientale con temperature che hanno superato per numerosi giorni consecutivi 40 °C nei Paesi che vi si affacciano. Il mese di agosto è stato rovente al centro-sud e in tutta Italia sono andati in fumo ben 1.553 km<sup>2</sup> di boschi, foreste e campagne, l'equivalente di sette volte l'isola d'Elba. È stato battuto il precedente record di incendi registrato nel 2017, che aveva visto in fiamme oltre 1.418 km<sup>2</sup> (dati Effis). In Sicilia, agosto 2021 è stato il mese più caldo della storia climatica siciliana, battendo il precedente valore dell'agosto 2003 (dati Sias, Servizio informativo agrometeorologico siciliano).

Anche in Emilia-Romagna si sono verificate anomalie molto significative. In

particolare è stata un'estate estremamente secca: la terza estate meno piovosa dal 1961, dopo quelle del 2012 e 2017: queste condizioni hanno favorito l'intensificazione delle condizioni di siccità che hanno cominciato ad affacciarsi in regione nel mese di marzo. Considerando l'anno idrologico dal 1° ottobre al 30 settembre, possiamo notare dalla *figura 1* che il valore medio regionale di precipitazione cumulata per l'anno in corso è di 778 mm. Tale valore è abbastanza in linea con i valori medi del periodo 1961-2020, ma questo risultato è dovuto principalmente ai congrui valori di pioggia dei primi sei mesi dell'anno idrologico; se avessimo infatti considerato la somma sul solo periodo vegetativo marzo-settembre, il valore del 2021 avrebbe raggiunto appena i 283 mm di pioggia, il valore più basso dal 1961. Sulla scarsità di precipitazioni sviluppatasi nei mesi di periodo vegetativo si sono innestate persistenti ondate di calore, con



FOTO: F. GRAZZINI

temperature massime particolarmente anomale a fine giugno e a metà agosto, che hanno reso l'estate 2021 la sesta più calda dal 1961, a pari merito con il 2018 (figura 2). Da notare che, a parte il 2003, che detiene tuttora il record a livello regionale, tutte le altre tra le prime cinque si sono verificate a partire dal 2012. Questo conferma quindi il forte trend di aumento di temperatura in atto nella stagione estiva, evidenziabile a partire dalla serie delle temperature medie stagionali dal 1961 in figura 2. L'effetto combinato della scarsità delle precipitazioni e della maggiore evaporazione e traspirazione della vegetazione dovuta alle alte temperature ha determinato una forte diminuzione del contenuto di acqua nel suolo, che è sceso a fine estate a valori prossimi a quelli delle precedenti siccità storiche del 1989/1990, 2006/2007, 2011/2012, 2016/2017. Questo è visibile in figura 1, che mostra, accanto alle precipitazioni, il valore medio regionale del bilancio idroclimatico (Bic) cumulato da ottobre a settembre. Il Bic è definito come la differenza fra le precipitazioni e l'evapotraspirazione potenziale (Etp) e rappresenta un buon indicatore del contenuto idrico dei suoli. Valori positivi indicano condizioni di surplus idrico, mentre quelli negativi rappresentano condizioni di deficit idrico. Come si vede, l'anno idrologico si è chiuso con un deficit di circa 248 mm; una perdita di acqua dal suolo molto forte che si inserisce in una generale tendenza alla diminuzione in atto da metà anni '80, quando questo indice ha cominciato ad assumere quasi sempre valori negativi. Dalla mappa di figura 3, dove si riporta l'anomalia di Bic dell'anno idrologico 2020-2021 rispetto al clima di riferimento 1961-2020, si osserva che le anomalie di questo indice hanno assunto valori diversi nelle varie aree della regione. Valori positivi sono presenti sul crinale toscano-emiliano, valori negativi sono presenti sul resto dei territori regionali e anomalie negative particolarmente pronunciate sono state stimate in gran parte della provincia di Bologna e soprattutto nelle province di Forlì-Cesena e di Rimini, dove l'indice ha assunto valori pari a circa -400 mm. Va infine notato che l'indice considerato ha assunto valori inferiori a -200 mm sia in gran parte dei territori centro orientali sia nelle aree di pianura e sulle prime colline del piacentino, in particolare nella

val d'Arda dove, a fine settembre, sono state rilevate condizioni di intensa siccità e si è sfiorata una crisi idro-potabile. I corsi d'acqua principali dell'Emilia-Romagna, a partire dal mese di marzo e fino a tutto ottobre 2021, sono stati caratterizzati da portate medie mensili nel complesso inferiori alle medie storiche del periodo di riferimento (2001-2020), con anomalie negative risultate più significative nei bacini del Reno e dei fiumi romagnoli. In particolare nei mesi da giugno a settembre le portate medie mensili sono

risultate confrontabili con i minimi storici del periodo di riferimento (2001-2020), soprattutto nel reticolo idrografico del Reno e dei fiumi romagnoli. Il tratto principale del fiume Po nel periodo marzo-ottobre 2021 ha fatto registrare nel complesso portate medie mensili solo leggermente inferiori alle medie storiche del periodo (1923-2020). La persistenza delle alte temperature e la scarsità di precipitazioni sull'Italia nell'estate 2021 si spiega con la costante presenza di un vasto promontorio di alta pressione esteso dal Nord-Africa al

FIG. 1  
PRECIPITAZIONI  
E BILANCIO  
IDROCLIMATICO

Medie regionali delle precipitazioni cumulate e del bilancio idroclimatico (precipitazione - evapotraspirazione) nel periodo ottobre-settembre dal 1961 al 2021.

■ Prec. ott-set  
■ Bic ott-set

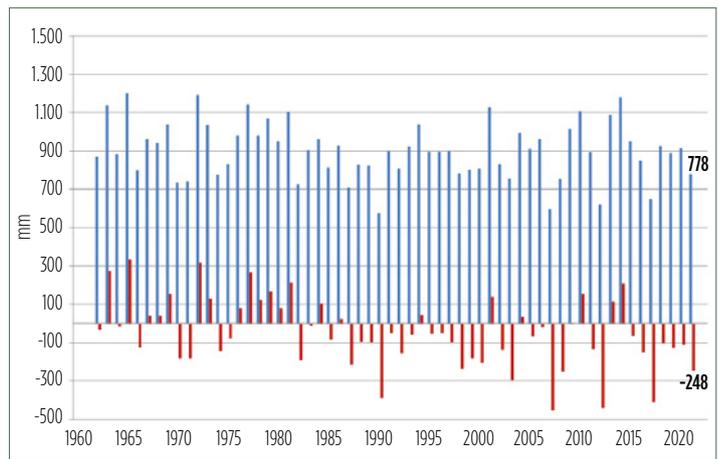


FIG. 2  
TEMPERATURA

Temperatura media estiva in Emilia-Romagna dal 1961 al 2021.

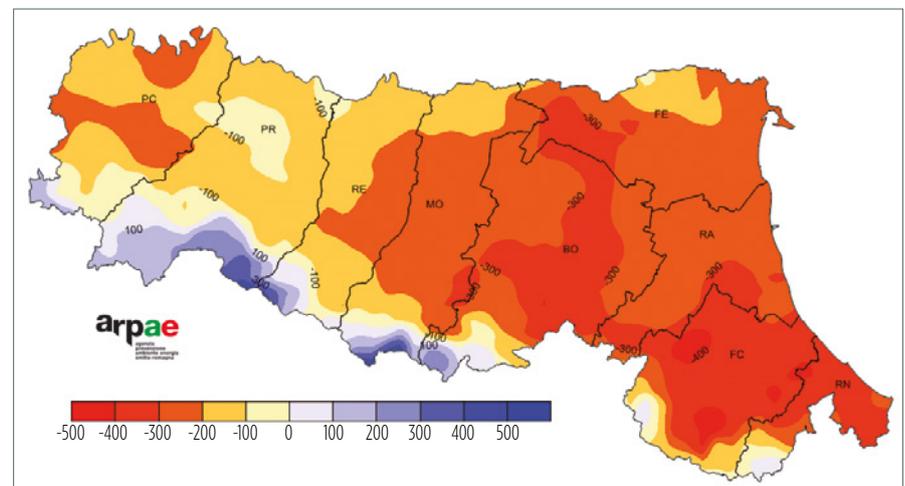
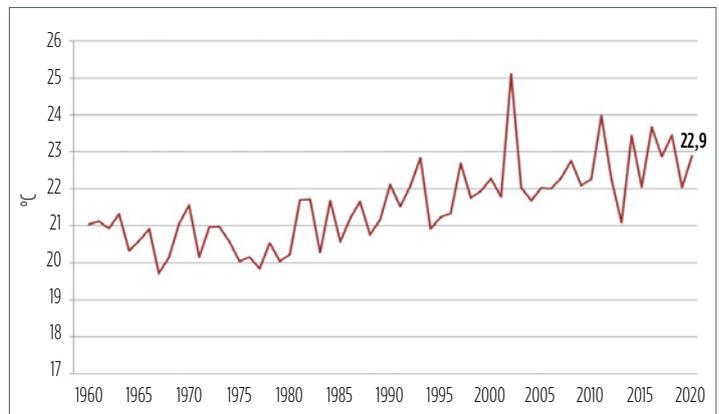


FIG. 3 ANOMALIA BILANCIO IDROCLIMATICO

Mappa di anomalia del bilancio idroclimatico (Bic) per il periodo ottobre 2020-settembre 2021 rispetto al clima 1961-2020.

1 Parco urbano sotto la collina di San Luca, Bologna (agosto 2021).

Mediterraneo centrale. L'alta pressione di origine subtropicale è tipica del regime estivo mediterraneo. Tuttavia quest'anno la sua intensità è stata notevolmente più alta del normale, "gonfiata" da masse d'aria in quota molto calde. La *figura 4* mostra infatti l'anomalia della temperatura a 1.500 metri, nella libera atmosfera, rispetto alla climatologia recente 1981-2010. Come si può osservare, un'ampia bolla calda interessa tutto il nord-Africa fino a raggiungere la massima ampiezza sul Mediterraneo centrale, con un'anomalia media stagionale rispetto alla climatologia recente di oltre 3°C in più del normale, una deviazione molto rara dal punto di vista statistico. Le isolinee nere tratteggiate danno conto di questa rarità in termini di deviazioni standard. Tutto il Mediterraneo centrale è compreso nell'intervallo entro le 2 deviazioni standard, mentre Sicilia e Tunisia sono all'interno dell'area corrispondente a 3 deviazioni standard. Ciò significa che queste anomalie rappresentano un estremo climatico che al 99,7% di confidenza non è ascrivibile alla normale variabilità interna della climatologia recente 1981-2010.

L'anomalo rafforzamento dell'alta pressione subtropicale ha indotto poi una modifica delle correnti in quota con un prevalere di correnti sud-occidentali, come si vede dai vettori blu nella *figura 4*. La costante ventilazione da sud-ovest,

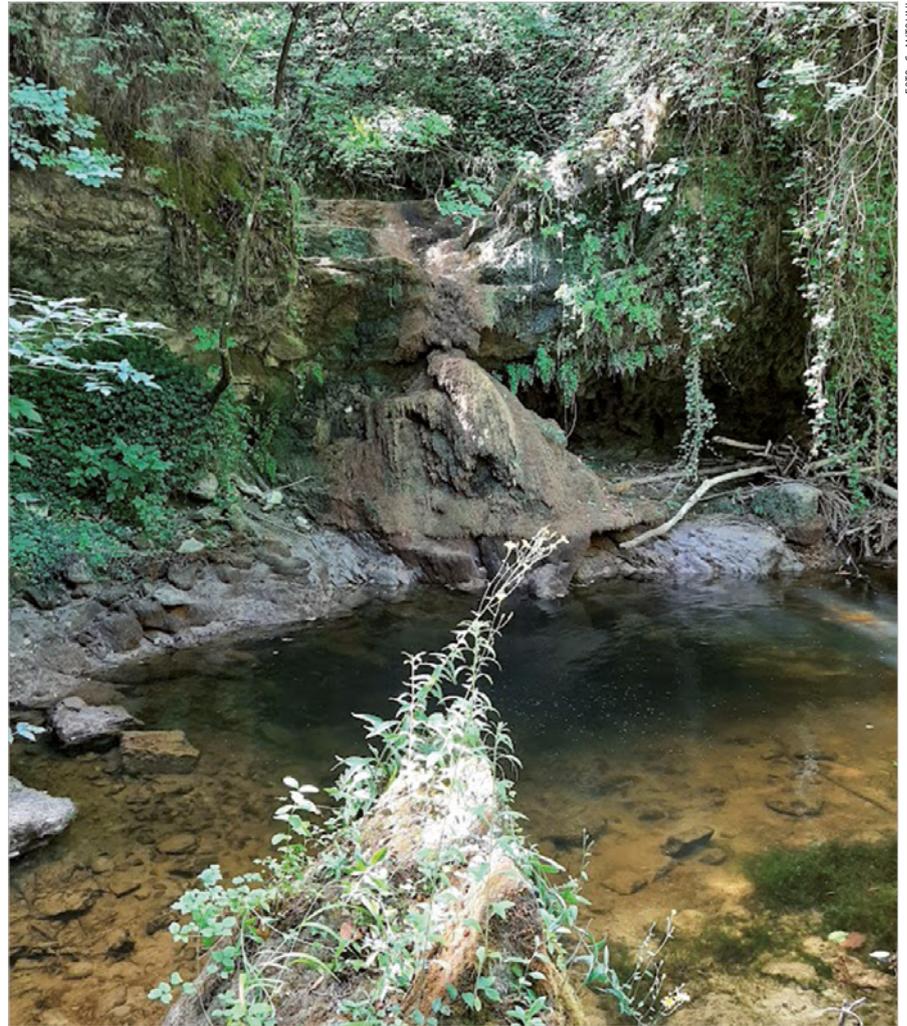
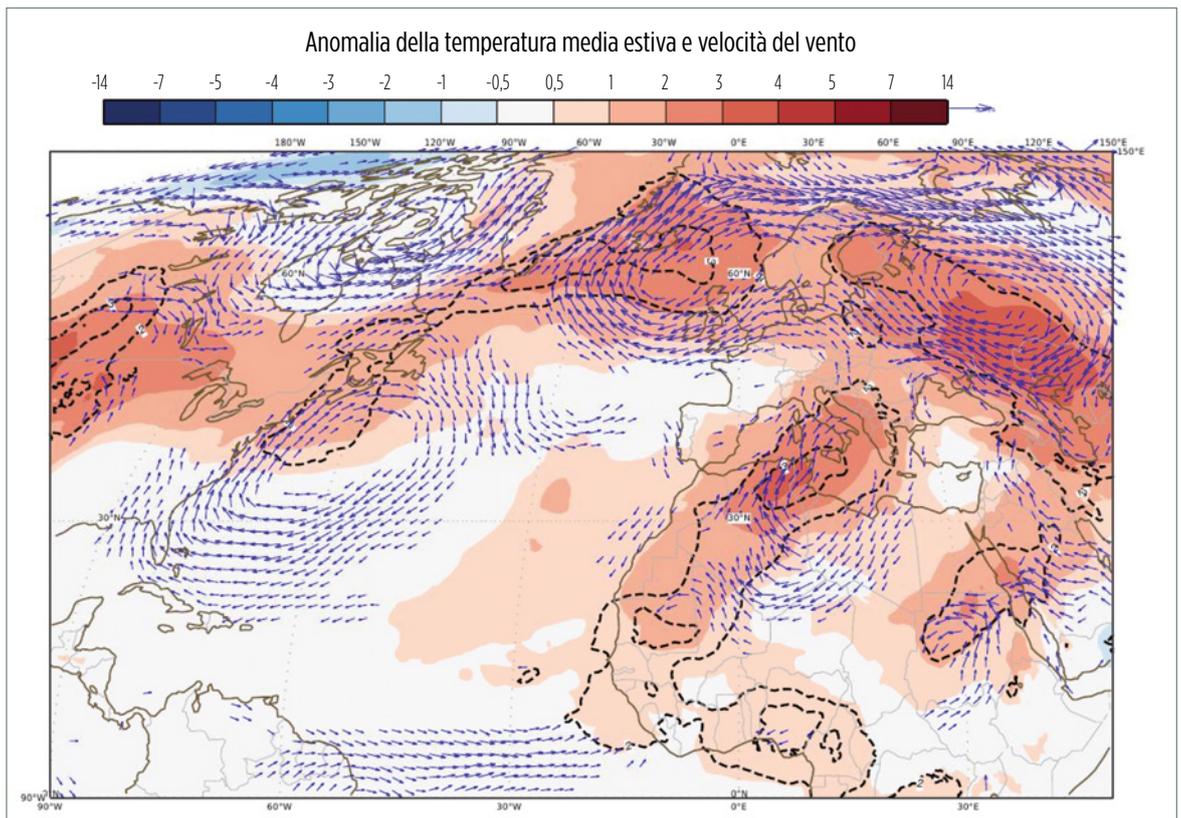


FOTO: G. ANTONINI

2

FIG. 4  
TEMPERATURE  
E VELOCITÀ DEL  
VENTO

Anomalia della temperatura media estiva e velocità del vento a 1.500 m di quota (850 hPa) nella libera atmosfera rispetto alla climatologia recente 1981-2010. I colori rossi mostrano anomalie di temperatura positive, quelli blu negative. Le linee nere tratteggiate indicano il numero di deviazioni standard dello scarto di temperatura media stagionale rispetto al corrispondente valore medio climatologico.



anomala per la stagione estiva, da una parte ha contribuito a rendere un po' più sopportabile il caldo con valori di umidità molto bassi nelle zone interessate da venti di caduta sottovento all'Appennino, dall'altra ha causato una intensa traspirazione da parte della vegetazione, aumentandone di conseguenza lo stress. Così, come già successo nelle precedenti siccità estreme che hanno colpito l'Emilia-Romagna nell'ultimo decennio come quelle del 2012 e del 2017, sono stati osservati estesi episodi di disseccamento della vegetazione sia in ambito urbano sia in ambito collinare e montano, soprattutto in Romagna e nell'area centrale della regione. Le condizioni di disseccamento e forte stress idrico sono state altrettanto evidenziate sulla vegetazione forestale delle aree collinari della regione.

La vegetazione forestale è di norma più resistente allo stress idrico rispetto alla vegetazione erbacea, avendo radici più estese che permettono il prelievo di acqua da strati di terreno a maggiore profondità. Nonostante ciò, anche le foreste quest'anno hanno mostrato una forte e prolungata sofferenza, ravvisabile anche dai rilievi satellitari. Infatti, attraverso indici vegetativi calcolati da immagini satellitari come l'Ndvi (*Normalized difference vegetation index*), è possibile valutare lo stato di benessere della vegetazione su vaste aree e la sua variazione nel tempo.

La figura 5 presenta la mappa di anomalia di Ndvi rispetto alla media del periodo 2000-2020, calcolata su tutto il territorio regionale a partire dai dati satellitari settimanali Modis per il periodo dal 22 settembre al 6 ottobre. Sono state evidenziate le 8 aree di allertamento idrologico utilizzate anche per l'analisi delle condizioni di siccità, nonché le posizioni dei 9 capoluoghi di provincia. La mappa presenta valori di Ndvi molto più bassi del normale, indicati dai colori caldi tendenti al rosso, tipici di condizioni di disseccamento della vegetazione arborea. I valori negativi sono concentrati nelle aree collinari e montane delle province di Bologna e Modena, nelle aree della pianura occidentale e in Romagna in particolare in alcune zone del primo appennino. In generale, i valori rilevati mostrano un'altissima variabilità nelle aree di pianura centro-orientale, dove si nota

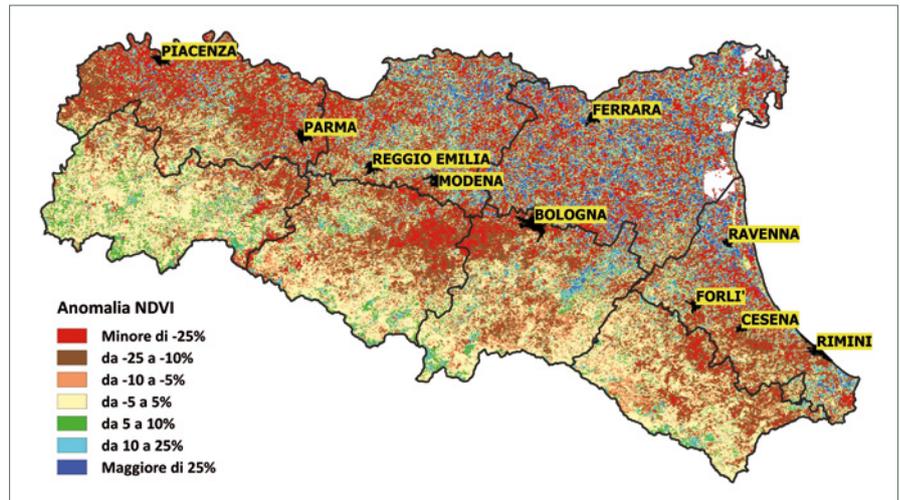


FIG. 5 INDICE NDVI

Anomalia dell'indice *Normalized difference vegetation index* (Ndvi) rispetto alla media del periodo 2000-2020, calcolata su tutto il territorio dell'Emilia-Romagna a partire dai dati satellitari settimanali Modis per il periodo dal 22 settembre al 6 ottobre 2021.

la frequente alternanza di pixel con valori intensamente negativi (rossi) e altri con valori intensamente positivi (blu). Ciò è conseguenza dell'intensa irrigazione realizzata utilizzando le acque derivate dal Po attraverso la rete dei canali dei consorzi di bonifica. La disponibilità idrica di tale rete nel corso della scorsa estate non ha subito particolari limitazioni, grazie alle consistenti precipitazioni riversate sull'arco alpino dai frequenti temporali estivi e primaverili, che hanno garantito portate del Po sufficienti. Questa breve analisi dei principali indicatori pluviometrici, termici, di umidità del suolo e di impatto sulla vegetazione mostra come l'estate 2021 rientri a pieno nella categoria delle estati estremamente calde e siccitose che si stanno ripetendo sempre più frequentemente a partire dagli anni 2000

(2003, 2012, 2015, 2017, 2019 e 2021). La loro successione ravvicinata pone un problema per la ricarica delle riserve idriche e l'adeguata presenza di umidità nel terreno per il pieno sviluppo della vegetazione naturale non irrigata. Il fatto che si sia verificato il terzo episodio di sofferenza forestale in 10 anni suscita inoltre preoccupazione sul futuro delle specie arboree forestali, visto che le proiezioni climatiche indicano in maniera pressoché unanime un forte e continuo aumento della temperatura estiva e delle condizioni di siccità nell'area mediterranea nei prossimi decenni.

**Federico Grazzini, Gabriele Antolini, Eftymia Chatzidaki, Valentina Pavan, Alessandro Pirola, William Pratzzoli, Giuseppe Ricciardi, Antonio Volta**

Arpae Emilia-Romagna



FOTO: F. GRAZZINI

- 2 Particolare delle cascate (asciutte) del torrente Pisciatello, località Monteleone, Roncofreddo (FC).
- 3 Diffuso disseccamento della vegetazione spontanea sui colli bolognesi (agosto 2021).