

Indici agrometeorologici ed eventi estremi in Emilia-Romagna

Gabriele Antolini

gantolini@arpae.it



Osservatorio clima
<https://www.arpae.it/clima>

Attività presso la Struttura IdroMeteoClima

Settori:

- meteorologia
- climatologia
- radarmeteorologia
- idrologia
- agrometeorologia
- meteorologia ambientale
- oceanografia



Osservatorio clima

<https://www.arpae.it/clima>

Chi siamo | Contatti URP | Amministrazione trasparente | Lavorare in ArpaE | Bandi di gara | Cerca | Attività

Google Ricerca p

Idro-Meteo-Clima

Idro-Meteo-Clima in breve | Argomenti | Allertamento meteo-idro

Ti trovi in: ArpaER / Idro-Meteo-Clima /

Previsioni meteo

Dati tempo reale: temperature

mercoledì 14 ottobre ore 11:00

mattina di mer 14 ottobre

Previsioni meteo | Radar meteo | Animazione meteo | Idrologia | Clima | Siccità e desertificazione

Previsioni mare | Osservazioni e dati | Agrometeo | Rischio calore | Pollini | Aria

Prima pagina

Stato idrologico dei fiumi in Emilia-Romagna al 12 ottobre 2020
(12/10/2020) Online i dati aggiornati relativi alle condizioni dei corsi d'acqua rispetto al deflusso minimo vitale (DMV) - Continua

Riduzione del rischio catastrofi, in aree rurali, con soluzioni ...
(09/10/2020) Il 14 ottobre 2020, webinar organizzato da Unesco nell'ambito del Progetto europeo OPERANDUM a cui partecipa anche ArpaE. - Continua

Stato idrologico dei fiumi e divieti di prelievo in Emilia-Romagna Anno 2019

<https://www.arpae.it/sim>

Sorgenti dati

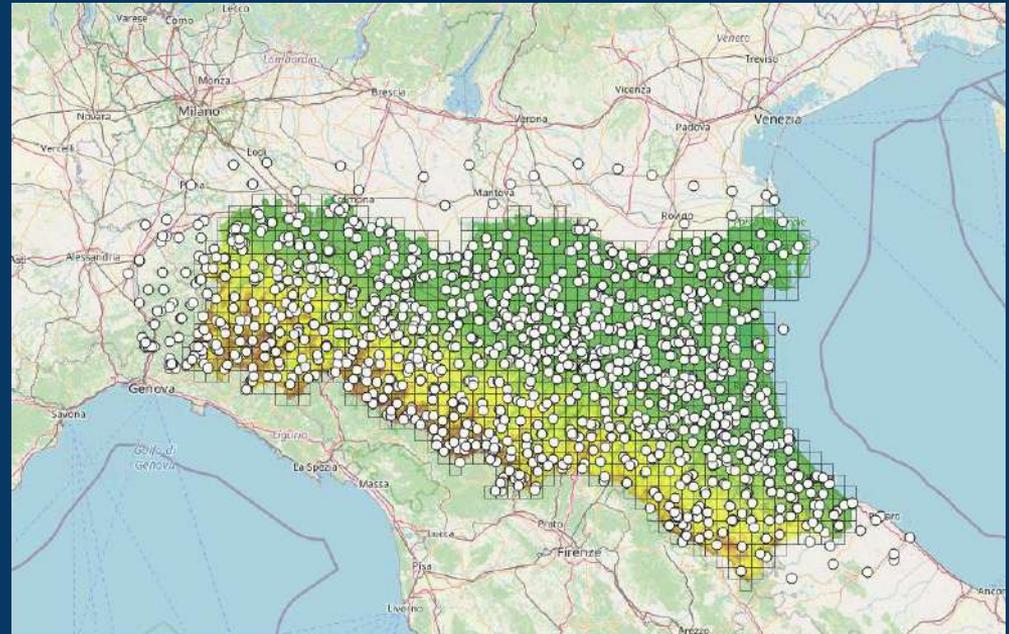
<https://dati.arpae.it/>
<https://github.com/ARPA-SIMC/>

- ★ ERG5_Eraclito - Dataset climatico dal 1961
- ★ ERG5 - Dataset meteo orario e giornaliero dal 2001
- ★ Dati stazione



Osservatorio clima

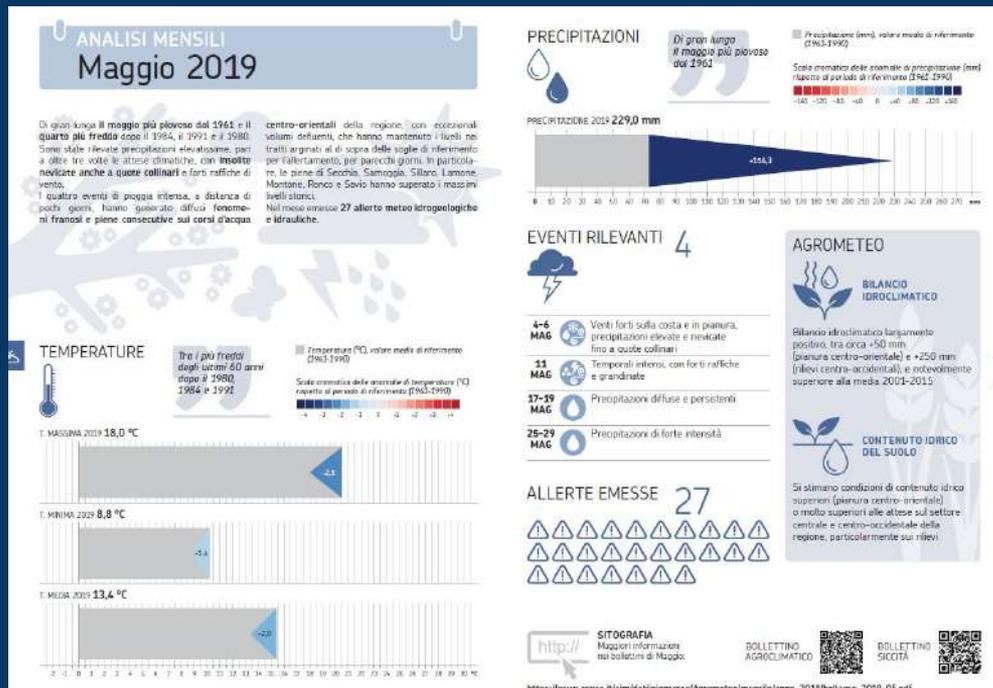
<https://www.arpae.it/clima>



Antolini, G., Auteri, L., Pavan, V., Tomei, F., Tomozeiu, R., & Marletto, V. (2016). A daily high-resolution gridded climatic data set for Emilia-Romagna, Italy, during 1961-2010. *International Journal of Climatology*, 36(4), 1970–1986. <https://doi.org/10.1002/joc.4473>

Rapporto IdroMeteoClima 2019

Analisi mensili



Rapporto IdroMeteoClima 2019

Climatologia

Variabili e indicatori

temperatura massima
temperatura minima
temperatura media
precipitazioni totali
giorni piovosi
giorni di gelo
notti tropicali
giorni caldi
bilancio idroclimatico

Giorni caldi

Molto elevato, nel 2019, il numero di giorni caldi (temperatura massima sopra 30 °C), con valori fino a 80 su quasi tutta la pianura.

Valori alti, tra 50-60 giorni, anche sulle prime colline ai

confini con la pianura (figura 22). Nel 2019, sono stati registrati fino a oltre 60 giorni caldi in più rispetto al clima nella provincia di Piacenza: tra +15 e +50 giorni nelle zone collinari

e di pianura (figura 23). A livello regionale, nel 2019, la media dell'indicatore è stata di 47 giorni. Sul lungo periodo si nota un'intensa tendenza positiva, a partire dagli anni 80 (figura 24).

Numero di giorni caldi in regione:

fino a 80 su quasi tutta la pianura, tra 50-60 sulle prime colline

Anomalia del numero di giorni caldi in regione:

fino a 60 nella provincia di Piacenza, tra 15 e 50 in collina e in pianura

Trend della media regionale del numero di giorni caldi (1961-2019):

marcatamente positivo a partire dagli anni 80

FIGURA 22
Numero di giorni caldi (temperatura massima sopra 30 °C), anno 2019

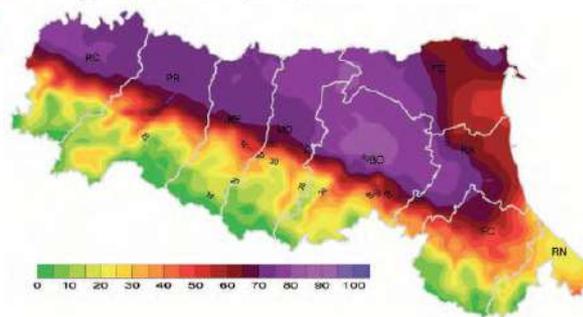


FIGURA 23
Anomalia del numero di giorni caldi dell'anno 2019 rispetto al clima 1961-1990

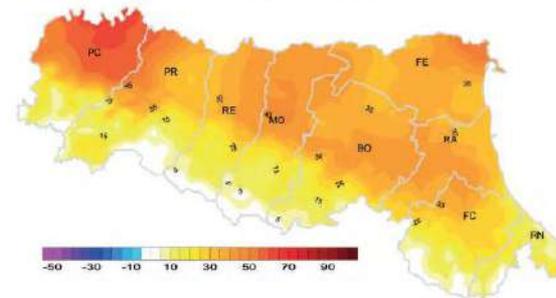
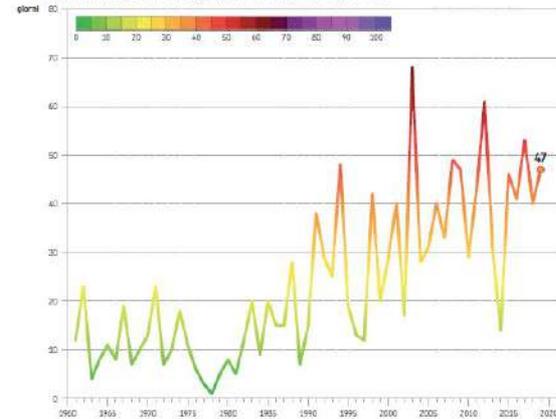


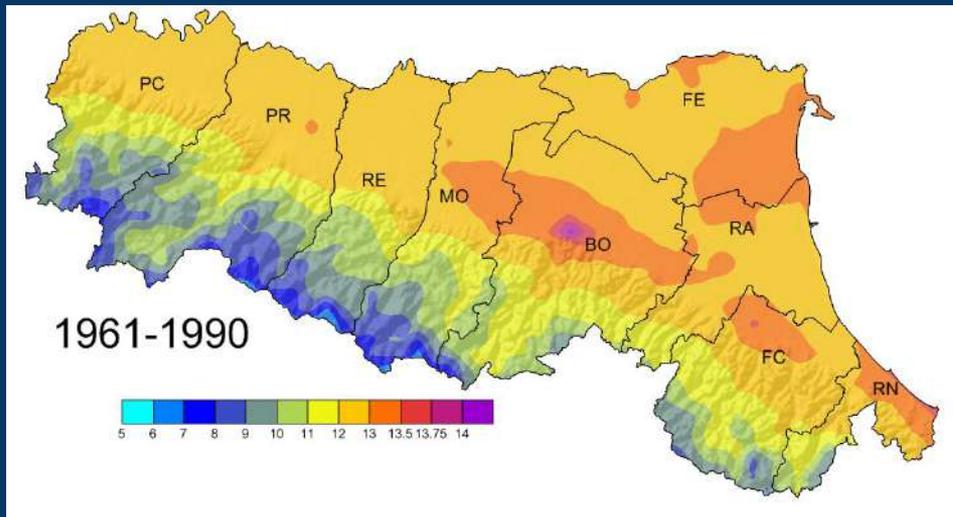
FIGURA 24
Andamento temporale della media regionale del numero di giorni caldi (1961-2019)



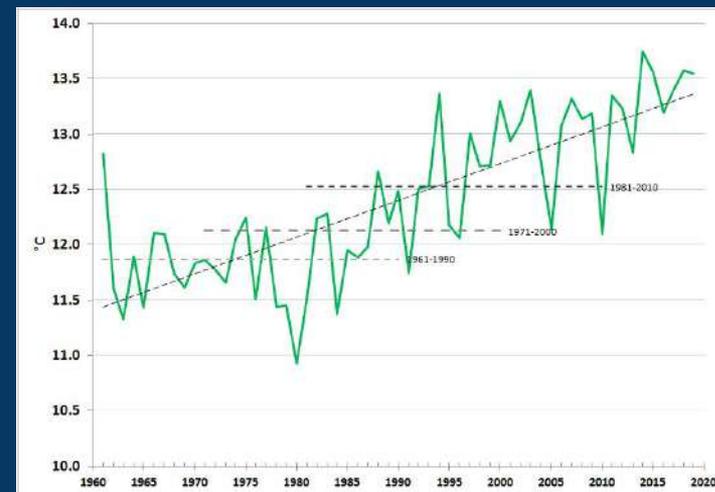
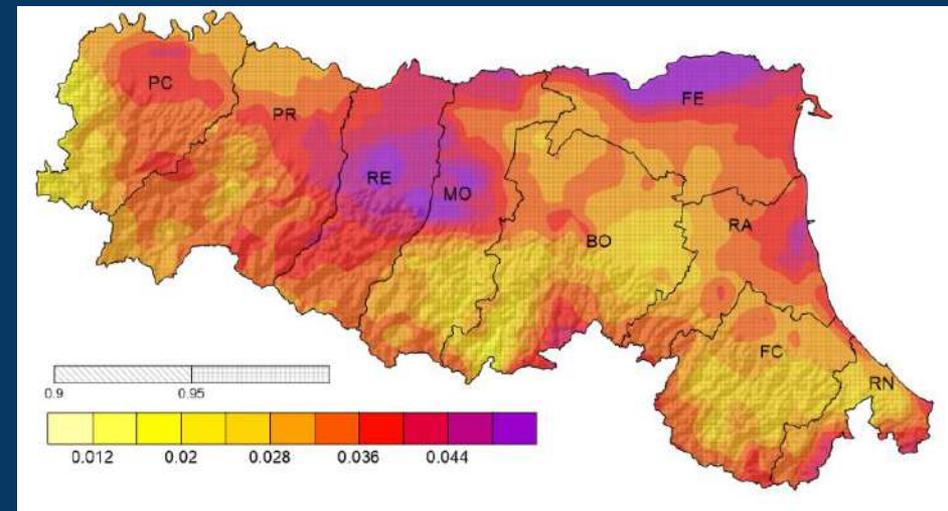
Atlante climatico

1961-2015 (ed. 2017)

Temperatura media annua
1961-1990 vs 1991-2015 (°C)



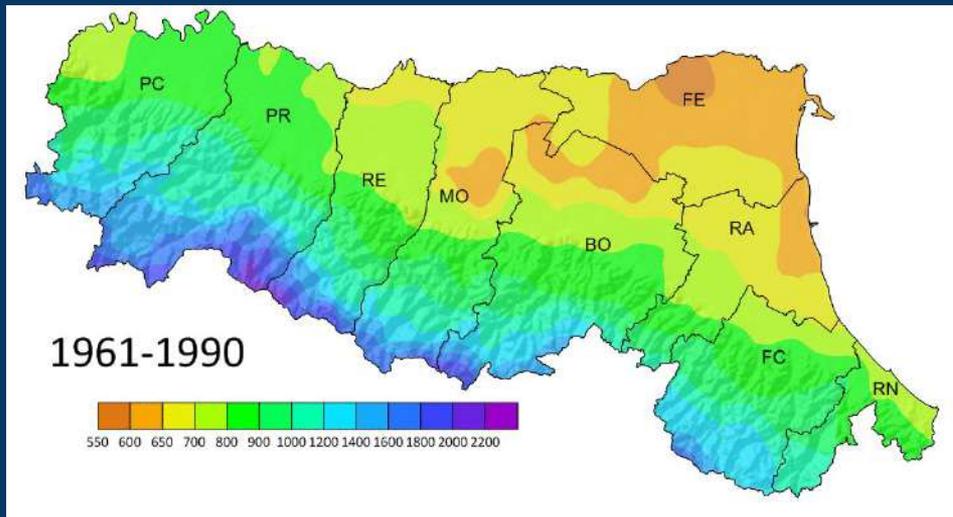
Tendenza 1961-2015 (°C/anno) e significatività



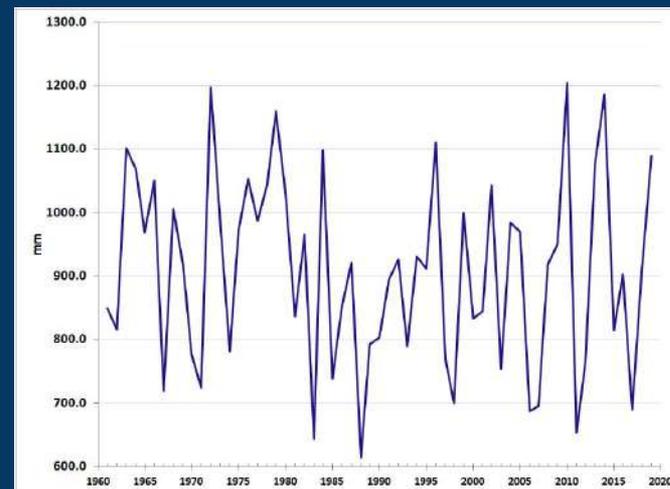
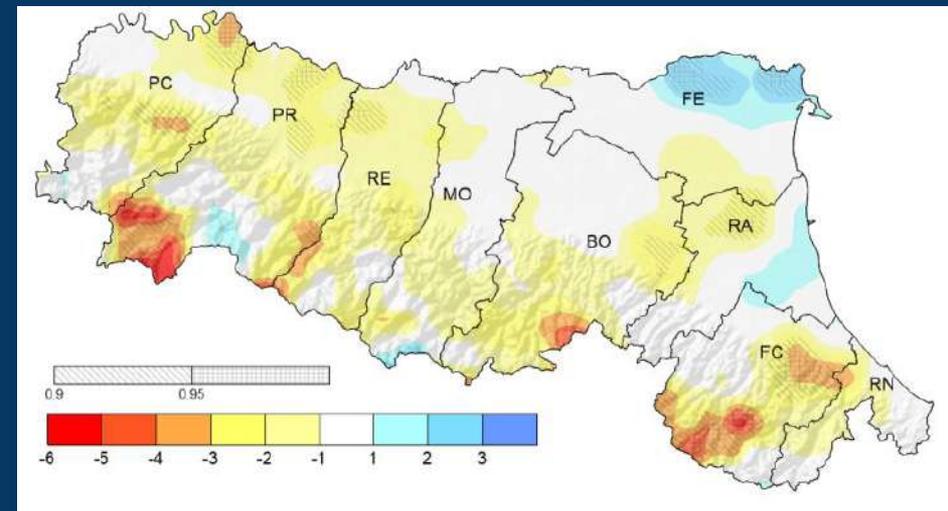
Atlante climatico

1961-2015 (ed. 2017)

Precipitazioni annue
1961-1990 vs 1991-2015 (mm)



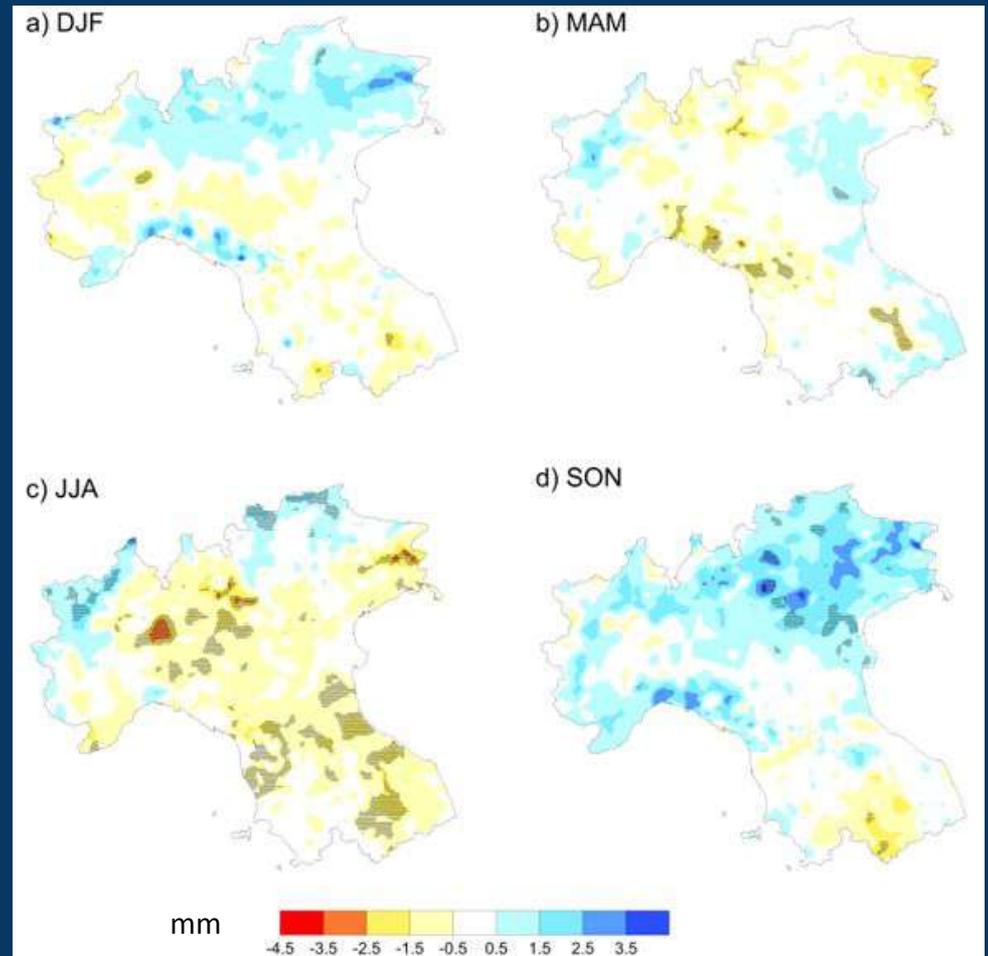
Tendenza 1961-2015 (mm/anno) e significatività



Precipitazioni

Centro Nord Italia

Tendenza alla
diminuzione delle
precipitazioni
estive e
all'aumento di
quelle autunnali



Precipitazioni

Centro Nord Italia

Tendenza
all'aumento
degli episodi di
siccità estiva e
aumento degli
eventi estremi

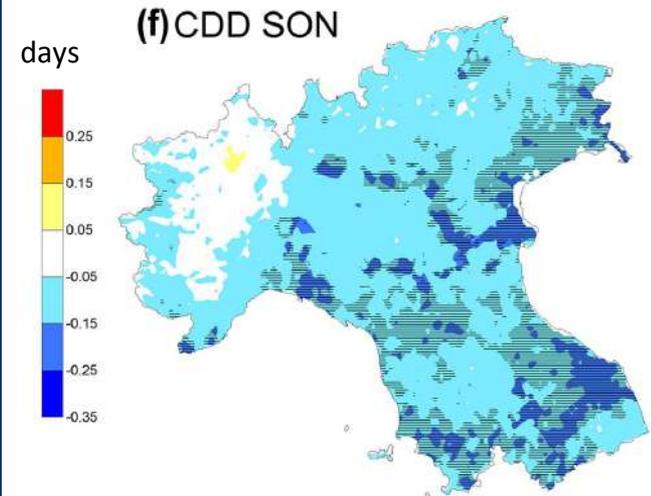
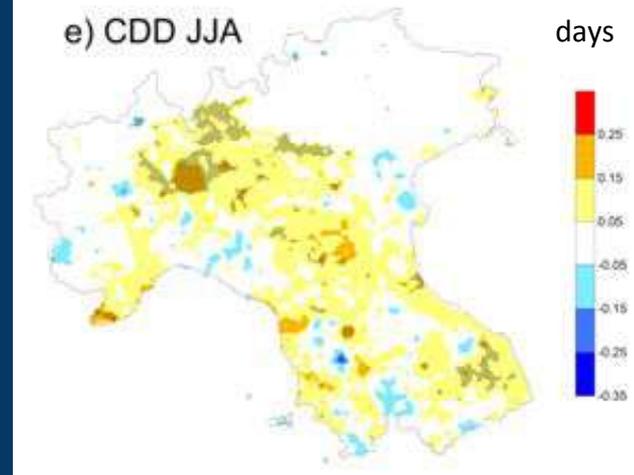
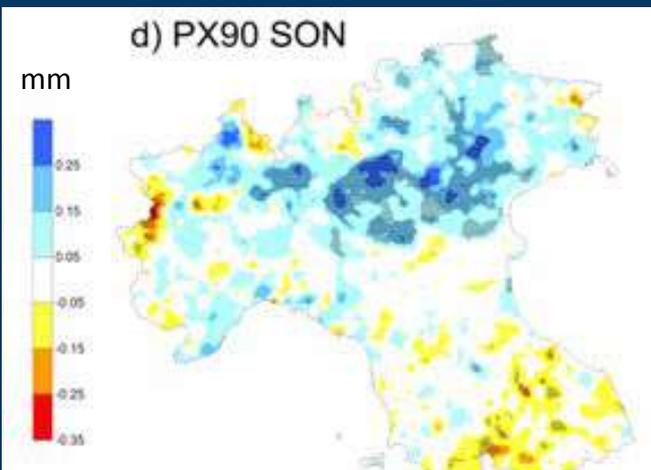
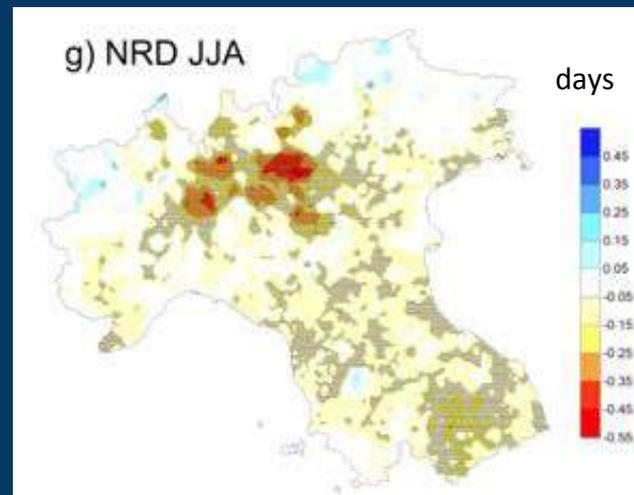


Tabelle climatiche

Stazioni e comuni



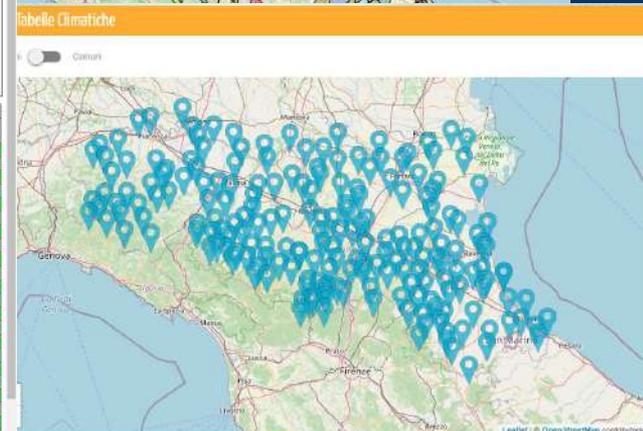
arpae

Dati Temperatura Periodo 1991-2019

stazione: Padule Sala Bolognese comune: SALA BOLOGNESE (BO) Lat: 44.63 Lon: 11.39 alt: 25

bacino: PIANURA RENO sono-bacino: PIANURA RENO

MESE	PERIODO	TEMPERATURA MINIMA										TEMPERATURA MASSIMA										TEMPERATURA MEDIA		
		a. dati (giorni)	media (C)	eqm (C)	giorni di gelo	sonn tropicali	minima assoluta (C)	giorno	massima assoluta (C)	giorno	a. dati (giorni)	media (C)	eqm	giorni di gelo persistente	giorni caldi	massima assoluta	giorno	minima assoluta	giorno	a. dati (giorni)	media (C)	eqm (C)		
GENNAIO	I decade	260	-1.1	3.3	5.0	0.0	-10.3	04/01/2002	7.2	08/01/2018	260	6.4	3.6	0.3	0.0	16.3	09/01/2018	-3.0	03/01/1992	260	2.6	2.7		
	II decade	270	-1.0	3.6	5.2	0.0	-12.7	13/01/2003	7.6	14/01/1996	270	6.7	3.8	0.2	0.0	21.3	18/01/2000	-1.5	20/01/2006	270	3.8	2.8		
	III decade	297	-1.6	3.4	6.3	0.0	-10.1	26/01/2000	6.4	23/01/2007	297	7.2	3.3	0.1	0.0	37.1	23/01/2007	-1.8	26/01/2004	297	3.8	2.7		
FEBBRAIO	I decade	827	-1.2	3.4	17.0	0.0	-13.7	13/01/2003	7.6	14/01/1996	827	6.8	3.6	0.6	0.0	21.3	18/01/2000	-3.0	03/01/1992	827	2.8	2.7		
	II decade	270	-1.4	4.1	2.6	0.0	-17.0	08/02/1991	7.1	06/02/2009	270	6.5	4.3	0.3	0.0	18.9	03/02/1999	-5.5	07/02/1991	270	3.6	2.4		
	III decade	260	-1.2	4.1	5.0	0.0	-19.0	14/02/1991	8.1	19/02/2014	260	10.5	4.2	0.1	0.0	21.5	17/02/1998	-2.4	11/02/2012	260	4.7	3.4		
MARZO	I decade	222	0.3	3.3	3.0	0.0	-8.7	28/02/2018	7.9	28/02/2016	222	11.5	4.7	0.0	0.0	22.1	27/02/2019	0.2	27/02/2018	222	3.9	3.1		
	II decade	752	-0.8	3.9	14.0	0.0	-19.0	14/02/1991	8.1	19/02/2014	752	10.1	4.4	0.3	0.0	22.1	27/02/2019	-5.5	07/02/1991	752	4.6	3.4		
	III decade	280	1.4	3.5	2.6	0.0	-9.4	01/03/2005	9.5	08/03/1991	280	13.7	5.0	0.0	0.0	26.1	03/03/2008	-2.2	01/03/2018	280	7.5	5.5		
APRILE	I decade	280	2.2	2.8	7.2	0.0	-7.2	11/03/1996	10.7	16/03/2011	280	16.3	4.4	0.0	0.0	28.2	17/03/1997	2.8	13/03/1996	280	9.3	7.9		
	II decade	868	3.8	3.4	12.2	0.0	-4.7	23/03/1998	16.8	27/03/2005	868	22.1	4.3	0.0	0.0	28.3	21/03/2002	4.3	25/03/2018	868	18.3	10.7		
	III decade	868	2.5	3.3	2.1	0.0	-9.4	01/03/2005	16.8	27/03/2005	868	15.8	4.6	0.0	0.0	28.3	21/03/2002	-2.2	01/03/2018	868	9.1	3.3		
MAGGIO	I decade	280	3.3	3.0	6.2	0.0	-4.3	08/04/2003	12.5	05/04/1998	280	18.3	4.3	0.0	0.0	31.4	09/04/2011	6.9	07/04/2009	280	11.9	2.8		
	II decade	279	5.7	3.1	0.2	0.0	-2.0	12/04/1992	14.5	17/04/2016	280	19.3	4.2	0.0	0.0	27.8	19/04/1996	2.0	18/04/1991	279	12.5	2.9		
	III decade	280	8.4	2.9	0.0	0.0	0.0	25/04/1991	14.1	27/04/2013	280	21.4	4.0	0.0	0.1	30.4	22/04/2000	8.4	21/04/1997	280	14.9	2.8		
GIUGNO	I decade	839	6.5	3.0	0.5	0.0	-4.3	08/04/2003	14.5	17/04/2016	840	19.8	4.2	0.0	0.1	31.4	09/04/2011	2.0	18/04/1991	839	13.1	3.1		
	II decade	259	10.0	2.7	0.0	0.0	3.0	07/05/2019	16.5	07/05/2000	259	25.3	3.7	0.0	0.3	32.4	06/05/2003	11.8	07/05/1991	259	16.1	2.5		
	III decade	260	10.8	2.5	0.0	0.0	3.3	13/05/2019	16.3	13/05/2000	260	24.6	4.1	0.0	1.0	33.0	12/05/1996	12.4	12/05/2019	260	17.7	2.8		
LUGLIO	I decade	297	12.0	2.8	0.0	0.0	3.7	28/05/1991	18.9	29/05/2018	297	28.7	3.9	0.0	2.2	35.3	29/05/2001	13.9	21/05/2001	297	19.4	2.8		
	II decade	816	11.0	2.7	0.0	0.0	3.0	07/05/2019	18.9	29/05/2018	816	25.0	3.9	0.0	3.5	35.3	29/05/2001	11.8	07/05/1991	816	18.0	2.9		
	III decade	270	13.8	2.6	0.0	0.0	5.8	10/06/2005	19.0	04/06/1998	270	28.0	4.0	0.0	3.2	37.8	18/06/1996	15.8	10/06/1994	270	20.9	2.9		
AGOSTO	I decade	270	14.8	2.7	0.0	0.3	7.9	11/06/2005	22.1	15/06/2009	270	29.8	4.2	0.0	5.3	38.7	12/06/1996	15.7	11/06/1994	270	22.3	3.0		
	II decade	269	15.6	2.9	0.0	0.3	8.3	24/06/1998	23.2	28/06/2019	269	31.1	3.9	0.0	6.5	39.2	27/06/2019	14.1	24/06/1995	269	23.3	3.1		
	III decade	809	14.7	2.7	0.0	0.7	5.8	10/06/2005	23.2	28/06/2019	809	29.6	4.0	0.0	15.7	39.2	27/06/2019	14.1	24/06/1995	809	22.2	3.2		
SETTEMBRE	I decade	278	16.6	2.4	0.0	0.6	8.9	20/07/1998	23.1	08/07/2015	277	32.0	4.1	0.0	7.6	38.4	01/07/2012	23.0	06/07/1992	277	24.3	2.4		
	II decade	259	16.5	2.4	0.0	0.7	9.6	19/07/2000	22.6	19/07/2015	260	32.1	3.4	0.0	7.7	38.7	17/07/2015	19.8	20/07/2001	259	24.3	2.5		
	III decade	286	17.7	2.3	0.0	1.7	10.4	23/07/1996	22.4	24/07/2006	284	32.9	3.2	0.0	8.9	40.2	28/07/2013	23.3	24/07/2011	286	23.3	2.4		
OTTOBRE	I decade	823	17.0	2.4	0.0	3.2	8.9	10/07/1996	23.1	08/07/2015	831	32.3	3.2	0.0	25.8	40.2	28/07/2013	19.8	20/07/2001	822	24.7	2.5		
	II decade	280	17.8	2.4	0.0	1.8	7.9	09/08/2005	22.9	03/08/2017	280	33.1	3.3	0.0	8.6	40.7	06/08/2003	21.7	07/08/2005	280	35.1	2.6		
	III decade	280	16.9	2.3	0.0	0.9	10.2	16/08/2005	22.6	14/08/2005	280	32.2	3.3	0.0	7.8	41.3	11/08/2003	18.9	18/08/1995	280	24.5	2.6		
NOVEMBRE	I decade	297	16.4	2.4	0.6	0.7	7.9	31/08/1995	22.9	28/08/2003	297	33.4	3.6	0.0	7.4	39.9	26/08/2011	20.4	22/08/2005	297	23.9	2.7		
	II decade	297	16.4	2.4	0.6	0.7	7.9	31/08/1995	22.9	28/08/2003	297	33.4	3.6	0.0	7.4	39.9	26/08/2011	20.4	22/08/2005	297	23.9	2.7		
	III decade	297	16.4	2.4	0.6	0.7	7.9	31/08/1995	22.9	28/08/2003	297	33.4	3.6	0.0	7.4	39.9	26/08/2011	20.4	22/08/2005	297	23.9	2.7		



Proiezioni climatiche

(Forlì)

Ottenute tramite regionalizzazione statistica dei modelli climatici globali Cmp5, utilizzando lo scenario emissivo RCP 4.5

	1961-1990	2021-2050
Media delle temperature medie (°C)	13,6	15,1
Media delle temperature massime estive (°C)	27,9	30,4
Media delle temperature minime invernali (°C)	1,0	2,4
Notti tropicali ¹	24	41
Ondate di calore ²	2	8
Precipitazioni annue (mm)	750	710
Giorni secchi estivi ³	22	28

- 1) giorni con temperatura minima > 20 °C
- 2) numero massimo di giorni consecutivi con temperatura massima > 90° percentile
- 3) numero massimo di giorni consecutivi estivi con precipitazioni < 1 mm



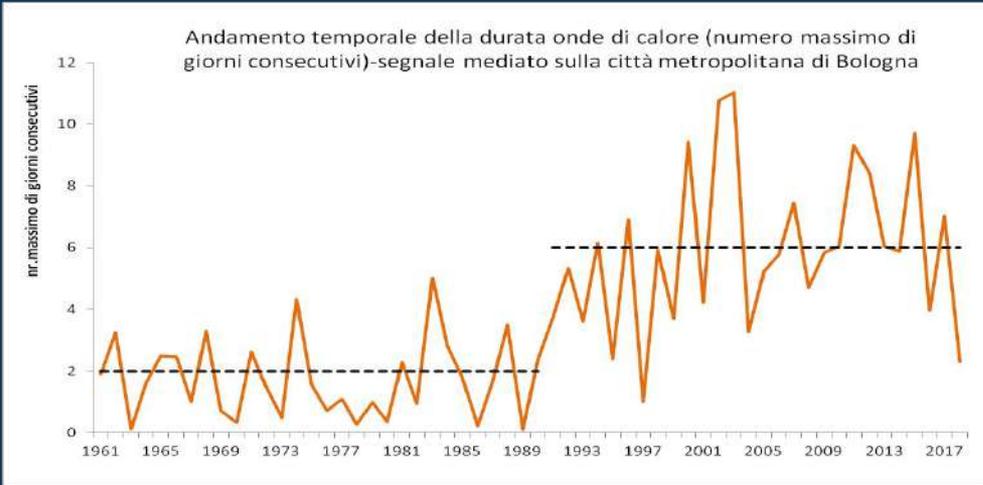
<https://www.arpae.it/clima>
<https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/>



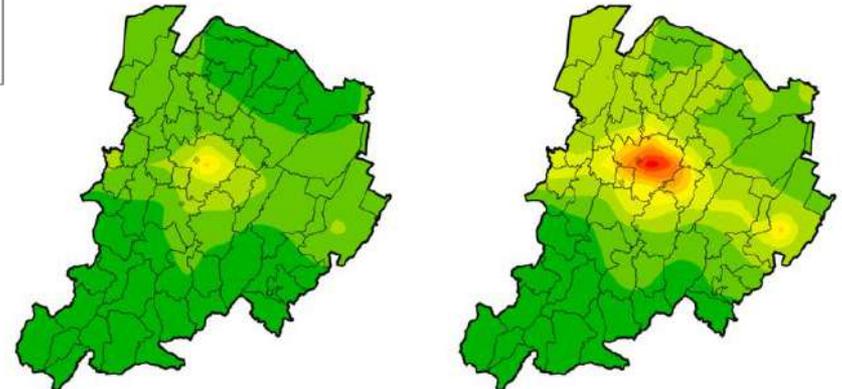
Prodotto collettivo dell'Osservatorio Clima, realizzato all'interno del Forum Regionale del Cambiamento Climatico

Estremi di temperatura

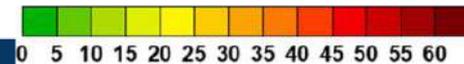
Ondate di calore



Notti tropicali



*Piano Territoriale
Metropolitano di Bologna*



Monitoraggio siccità

Indicatori

precipitazioni

decili di precipitazioni

SPI (Standardized Precipitation Index)

SPEI (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index)

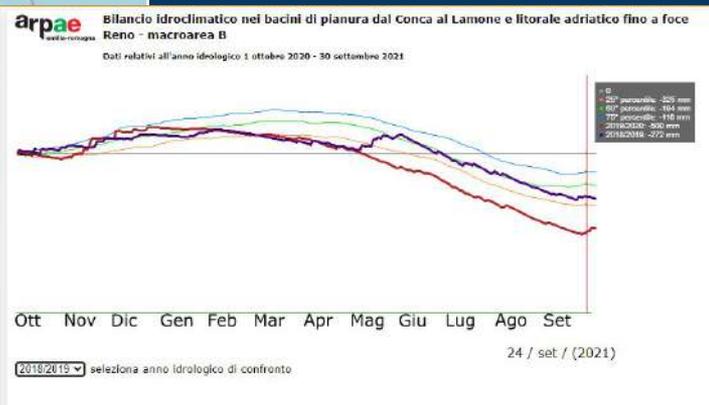
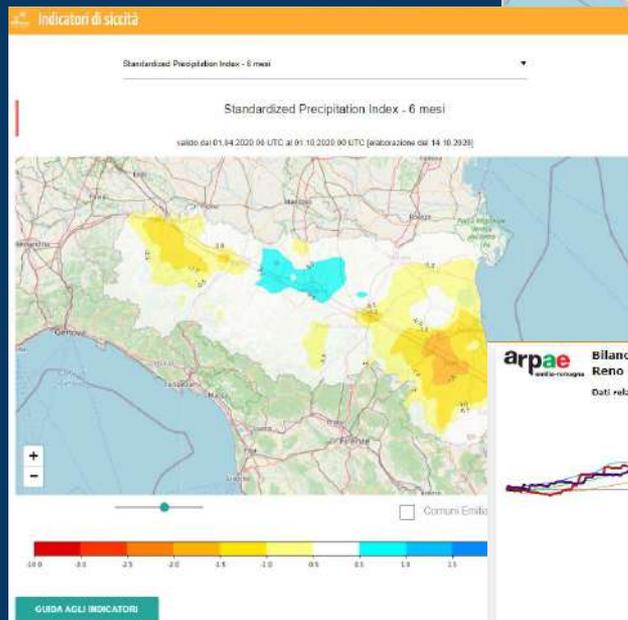
BIC (Bilancio Idroclimatico)

DTx (Deficit Traspirativo cumulato su x giorni)

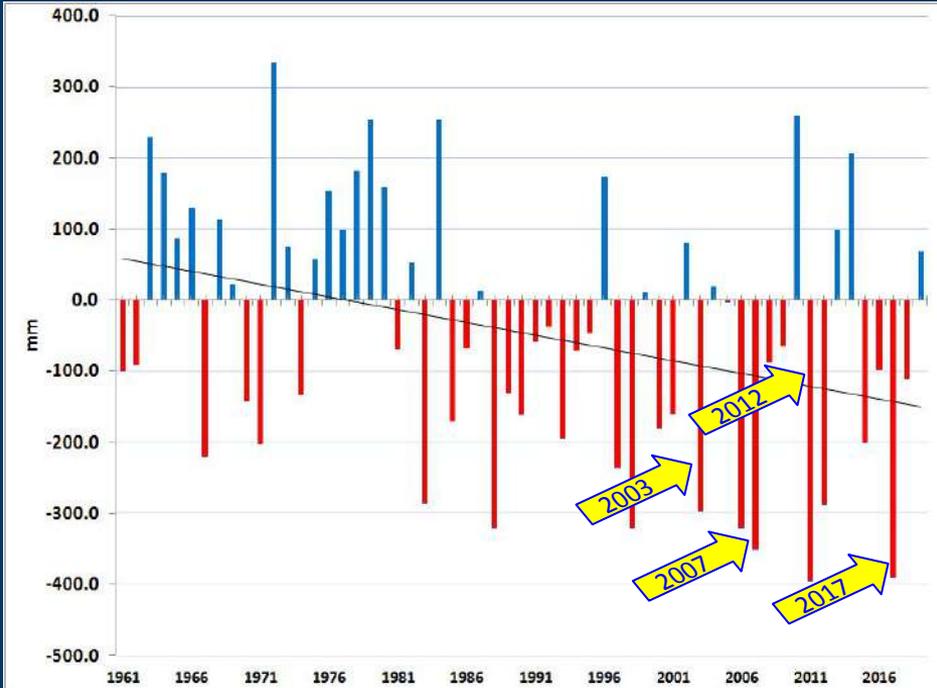
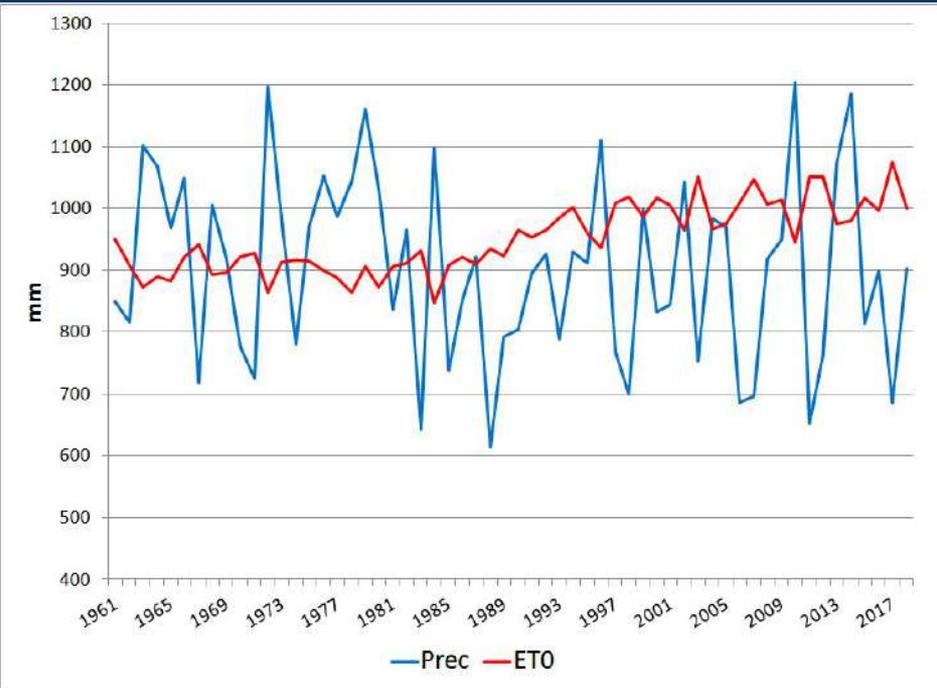
AD (Acqua Disponibile nel suolo)

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

indice combinato?



Bilancio idroclimatico



Deficit traspirativo

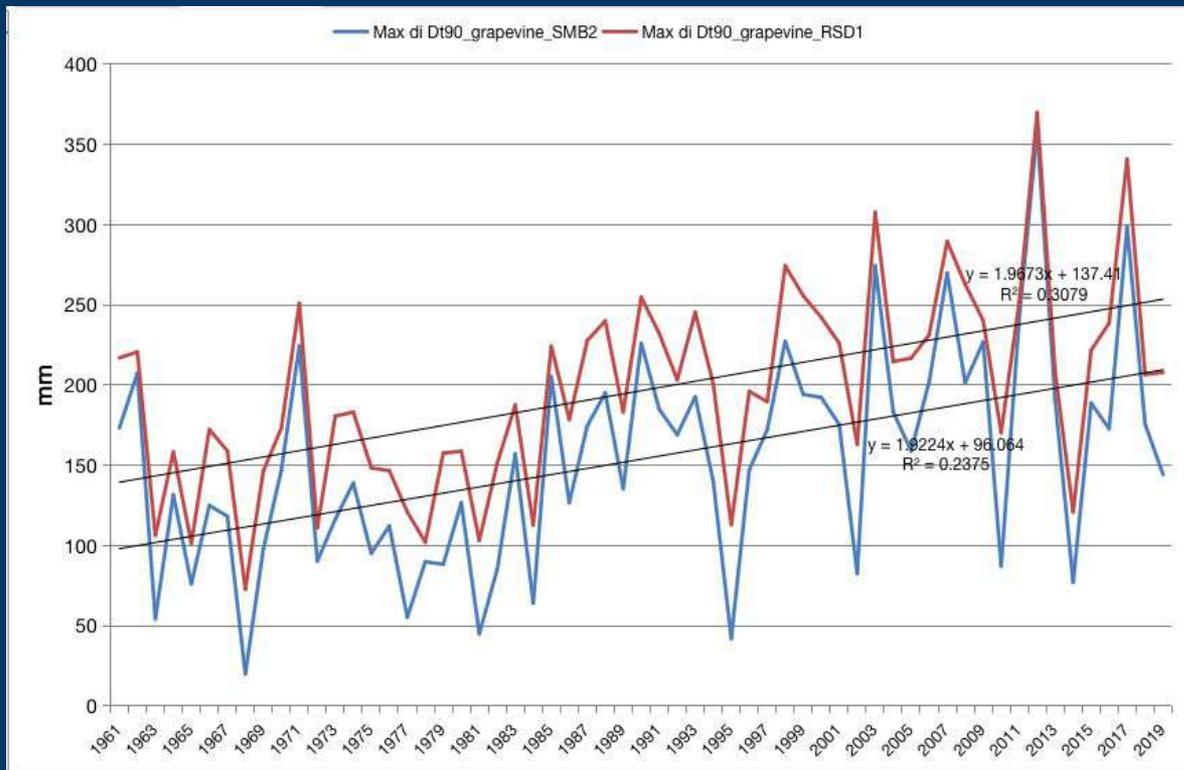
Indicatori di impatto dei cambiamenti climatici



Piattaforma Nazionale
Adattamento Cambiamenti Climatici



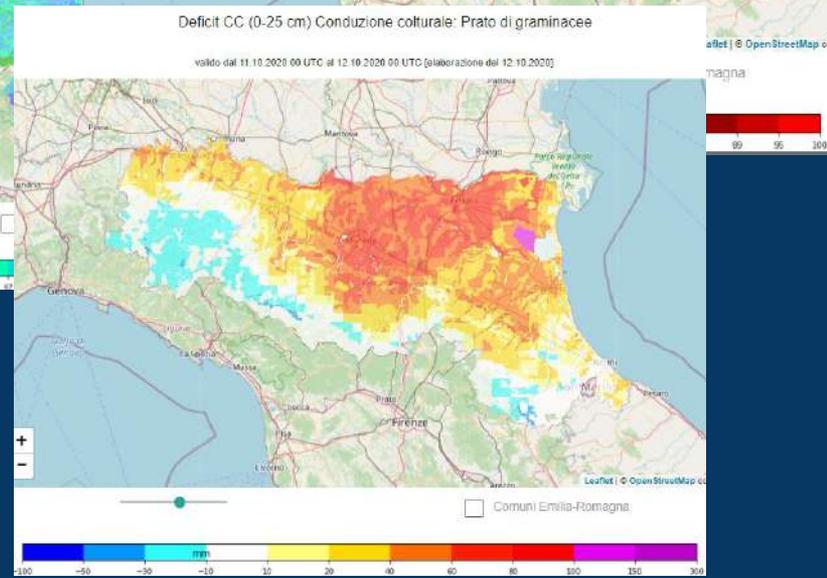
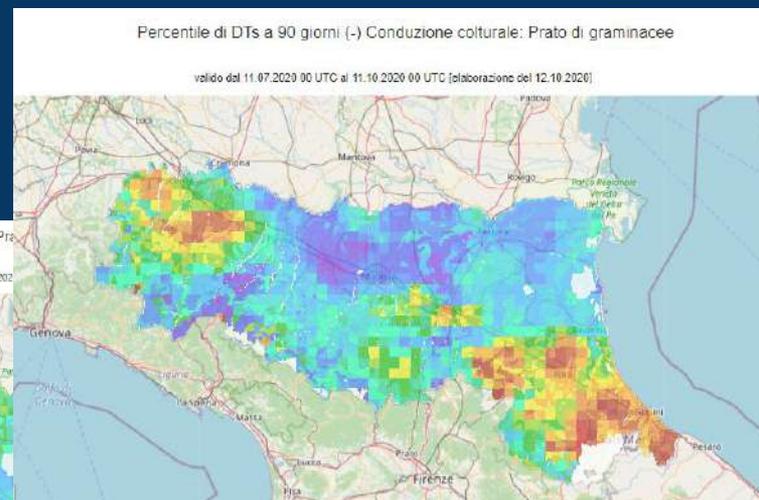
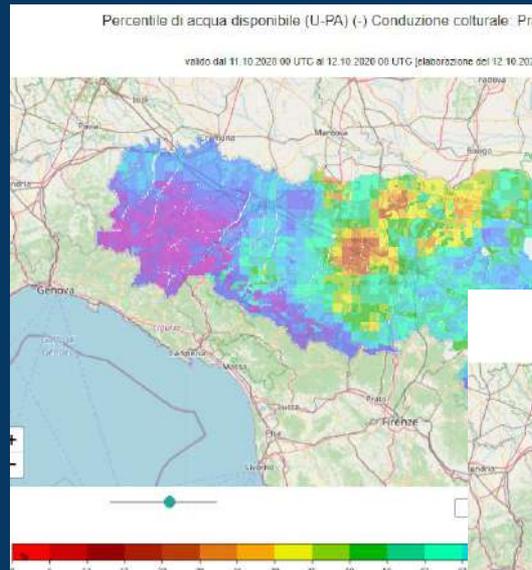
Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente



Bollettino agrometeo

Variabili e indicatori

- temperature
- precipitazioni
- sommatorie gradi giorno
- evapotraspirazione potenziale
- BIC (Bilancio Idroclimatico)
- DTx (Deficit Traspirativo cumulato su x giorni)
- AD (Acqua Disponibile nel suolo)
- deficit idrico



Bollettino mensile

Contenuto

Andamento Meteorologico

Commento sinottico

Temperatura minima - media mensile e anomalia

Temperatura massima - media mensile e anomalia

Temperatura massima e minima assolute

Precipitazioni del mese e anomalia

Precipitazioni da inizio anno e anomalia

Precipitazioni per macroarea

ET₀ e anomalia

BIC mensile e anomalia

BIC da inizio anno e anomalia

Acqua disponibile nel suolo e percentile

Decili di precipitazione

SPI

DTx

Portata del Po e dei fiumi principali

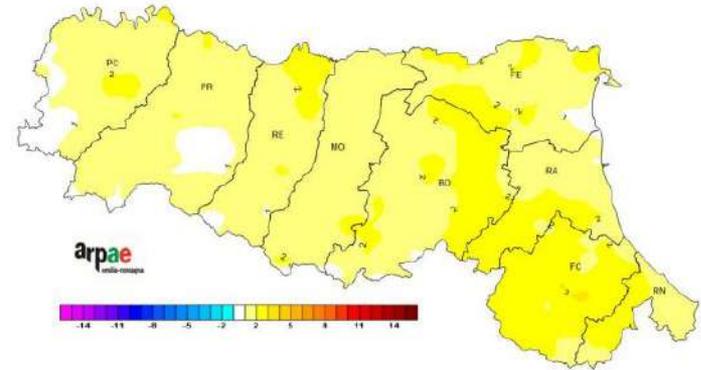


FIGURA 4 - Settembre 2020, anomalia delle temperatura massima media rispetto al 2001-2015 (°C)

Temperatura massima e minima assolute

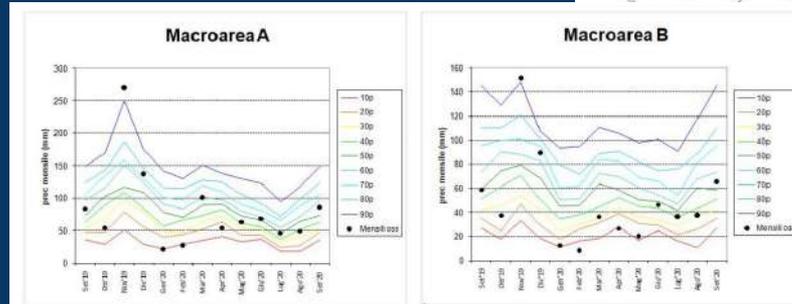
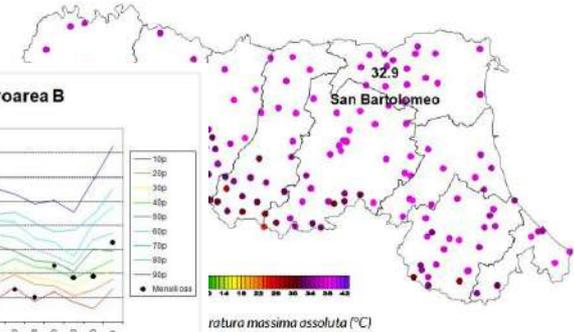


FIGURA 29 - Macroaree A e B: valori di precipitazione media areale degli ultimi 12 mesi in riferimento ai decili climatici 61-2010.

Eventi estremi: report

13^a -14^a Settembre: Extremely intense and diffuse precipitation over the western part of the region. The persistence of intense rain-rates over a large area in the western Appennines observed during this event represents an unseen record in our region.

The precipitation intensities at Alpe Gorreto reached values of 108.4 mm/1h and 229.6 mm/3h, while they reached a record value of 125.6 mm/1h and 189.0 mm/3h at Cabanne and 107.6 mm/1h and 201.8 mm/3h at Salsominore. These intensities are associated with estimated return periods greater than 500 yr. Floods occurred in the basin of Aveto, Trebbia and Nure rivers. Picture in Figure 1 shows the bridge over the Nure river at Farini. The hydrologic river level (sensor in the left of the picture) at that bridge reached a value of about 7m, when the river entered the ground and first floor of the houses. The house on the right of the picture was demolished by the river water violence. No one was present in these houses, but three persons lost their lives on the main road along the same river close to Bettola, as the waters destroyed the road while they were passing (Figure 2).

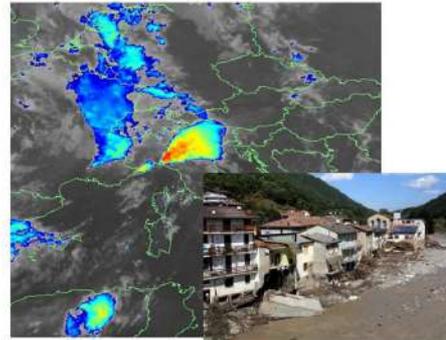


Figure 1: Bridge at Farini along the Nure river after the event of the 13^a - 14^a September. The river entered the ground and first floor of the houses, reaching an hydrological level of 7m observed by

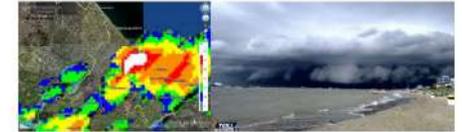
arpae
Servizio Idro Meteo Clima

Regione Emilia Romagna
servizio geologico
sismico e dei suoli

RAPPORTO SULL'EVENTO ALLUVIONALE DEL 14 SETTEMBRE 2015



Rapporto dell'evento meteorologico del 24 giugno 2013



A cura di

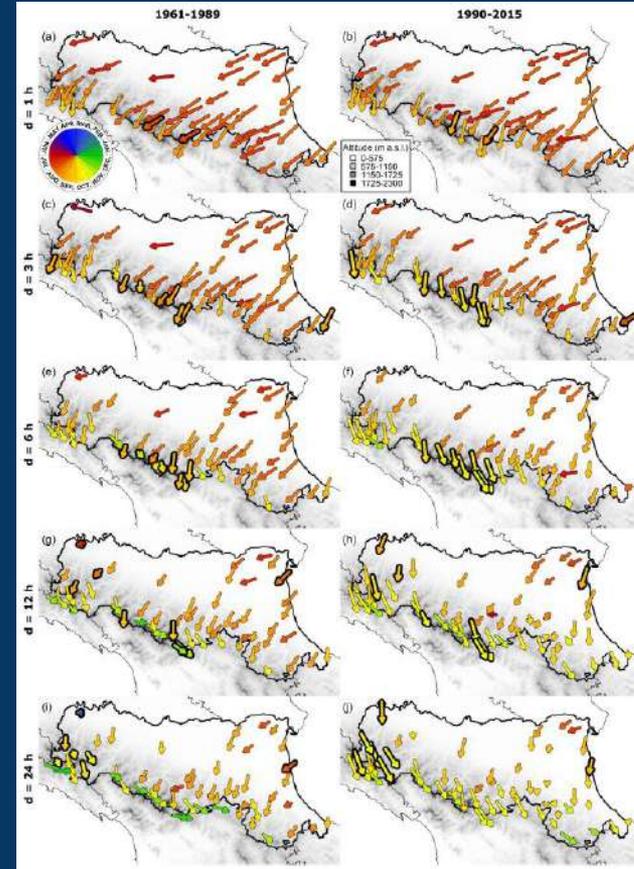
Unità Radarmeteorologia, Radarpluviometria,
Nowcasting e Reti non convenzionali
Unità Sala Operativa Previsioni Meteorologiche
Area Centro Funzionale e Reti di monitoraggio
Area Idrografia e Idrologia

BOLOGNA, 2/7/2013

Eventi estremi: studi

ritardo (verso l'autunno) dell'occorrenza media degli estremi di pioggia, soprattutto sui rilievi e per durate lunghe

aumento dell'intensità degli eventi sub-giornalieri per alcune aree dell'Appennino

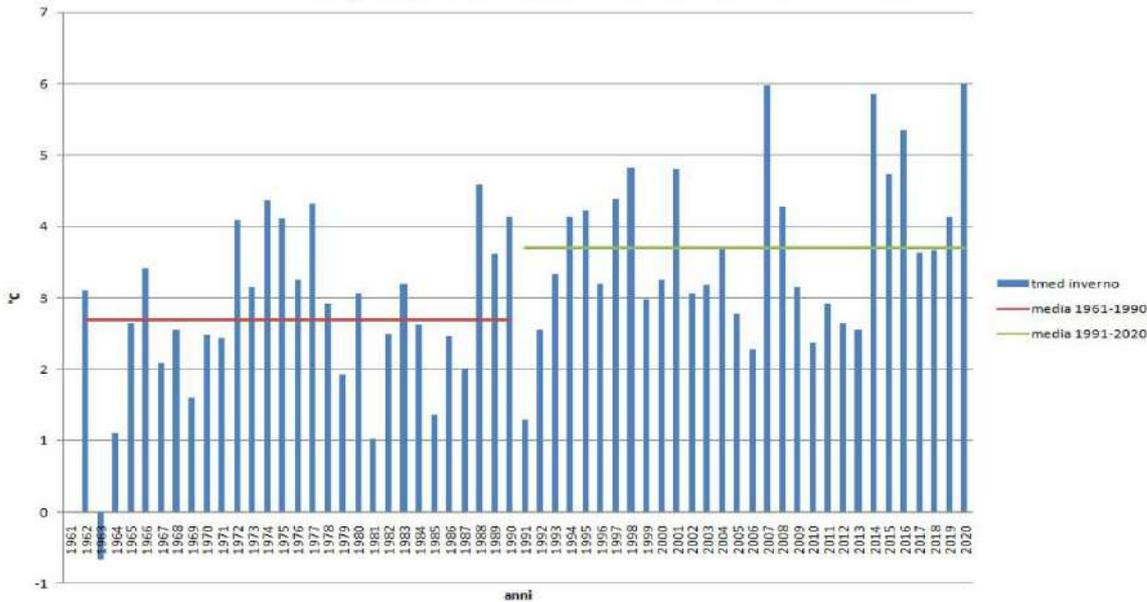


In stampa su Journal of Hydrology: Regional Studies

Persano S., Ferri E., Antolini G., Domeneghetti A., Pavan V., Castellarin A. *Changes in seasonality and magnitude of sub-daily rainfall extremes in Emilia-Romagna (Italy) and potential influence on regional rainfall frequency estimation.*

Gelate tardive

RER: temperatura media dell'inverno dal 1962 al 2020



Inverni più miti

ultima decade di	n° giorni	n° giorni	differenza 1991-
marzo	1991-2020	1961-2020	1990
giorni tmin < 0 °C	51	37	14
giorni tmin < -1 °C	32	21	11
giorni tmin < -2 °C	18	11	7

prima decade di	n° giorni	n° giorni	differenza 1991-
aprile	1991-2020	1961-2020	1990
giorni tmin < 0 °C	17	13	4
giorni tmin < -1 °C	9	7	2
giorni tmin < -2 °C	5	4	1

Gelate primaverili più frequenti