



clima

capitolo 2

INDICE

Introduzione

<i>Messaggio chiave</i>	p.	50
<i>Sintesi</i>	»	50
<i>Quadro generale</i>	»	51

Indicatori

<i>Determinanti</i>	»	52
<i>Pressioni</i>	»	63
<i>Stato</i>	»	66
<i>Impatto</i>	»	94
<i>Risposte</i>	»	115

Riferimenti

<i>Autori</i>	»	118
<i>Bibliografia</i>	»	118
<i>Sitografia</i>	»	118

QUADRO SINOTTICO DEGLI INDICATORI

DPSIR	Tema ambientale	Nome indicatore / Indice	Altre aree tematiche interessate	Copertura spaziale	Copertura temporale	Trend	Pag.
DETERMINANTI	✓	Impianti di generazione elettrica	Aria	Provincia	2000-2013	☹	52
	✓	Consumi elettrici per macro settore	Aria	Provincia	2000-2012	☹	56
	✓	Consumi elettrici per abitante	Aria	Regione	1990-2012	☹	59
	✓	Deficit elettrico	Aria	Regione	1973-2011	☹	61
PRESSIONI	✓	Emissioni di gas climalteranti (CO ₂ eq)	Aria	Provincia	Stime al 2010	☹	63
STATO	✓	Anomalia della temperatura minima e massima dell'anno 2012 rispetto al clima di riferimento (periodo 1961-1990); valori stagionali e annuali	Aria, Suolo	Provincia	1961-2012	☹	66
	✓	Anomalia della precipitazione totale dell'anno 2012 rispetto al clima di riferimento (periodo 1961-1990); valori stagionali e annuali	Aria, Suolo	Provincia	1961-2012	☹	73
	✓	Anomalia del numero di giorni con gelo (Tmin < 0°C) e del numero di giorni con Tmax > 30°C rispetto al clima di riferimento (periodo 1961-1990)	Aria, Suolo	Provincia	1961-2012	☹	78
	✓	Anomalia del numero di giorni con precipitazione superiore al 90° percentile rispetto al clima di riferimento (periodo 1961-1990)	Aria, Suolo	Provincia	1961-2012	☹	81
	✓	Anomalia del numero di giorni consecutivi senza pioggia (CDD) rispetto al clima di riferimento (periodo 1961-1990)	Aria, Suolo	Provincia	1961-2012	☹	84
	✓	Altezze di afflusso mensile alle sezioni dei fiumi Po e Reno	Acqua	Bacino idrografico	2012	☹	87
	✓	Standardized Precipitation Index (SPI)	Acqua, Suolo	Bacino idrografico	2012	☹	90
IMPATTO	✓	Bilancio Idro-Climatico (BIC)		Regione	2000-2012	☹	94
	✓	Indice di disagio bioclimatico (Thom)		Regione	2002-2012	☹	98
	✓	Portate medie mensili dei fiumi Po e Reno	Acqua	Bacino idrografico	2012	☹	104
	✓	Standardized Flow Index (SFI)	Acqua	Bacino idrografico	2012	☹	107
	✓	Indice di alterazione del regime idrologico (IARI) alle sezioni dei fiumi Po e Reno	Acqua	Bacino idrografico	2012	☹	111
RISPOSTE	✓	Consumo Finale Lordo di elettricità da Fonti Energetiche Rinnovabili Elettriche (CFL FER E)	Aria	Nazione, Regione	2005-2011	☹	115

Tema ambientale: ✓ Cambiamenti climatici, analisi dello stato termico, pluviometrico e idrologico

Introduzione

Messaggio chiave

- ☺ Il 2012 è stato più caldo della norma, sia per la temperatura minima sia per quella massima. L'anomalia di temperatura è più intensa per le temperature massime (anomalia annua 2°C), con un contributo importante dato dalla stagione primaverile e da quella estiva. Nel lungo periodo (1961-2012) si mantiene un trend positivo, più marcato per le temperature massime. L'estate rimane ancora la stagione con la tendenza più significativa dal punto di vista statistico. Dal punto di vista termico, due eventi particolari sono rilevanti per l'anno 2012:
 - valori molto bassi di temperatura minima registrati nelle prime due decadi del mese di febbraio (fino a -18°C);
 - valori elevati di temperatura massima durante la primavera (6-7°C di anomalia in pianura nel mese di marzo) e durante l'estate, quando il termometro ha registrato valori di circa 41°C per le massime (ad agosto) e sino a 20 giorni con temperature massime superiori a 35°C.
- ☹ Il 2012 è stato caratterizzato da un deficit di precipitazioni, con la stagione estiva particolarmente secca. Si conferma una tendenza negativa delle precipitazioni annue per il periodo 1961-2012.
- ☹ Nonostante gli afflussi primaverili, i deflussi fluviali del 2012 hanno evidenziato, lungo l'anno, la persistenza di un leggero deficit, risultando nel complesso lievemente inferiori alla norma.

Sintesi

A livello annuale, il 2012 è stato caratterizzato da anomalie positive di temperatura minima e massima, più intense per i valori massimi che per quelli minimi. Infatti, la media delle anomalie, calcolata sulle stazioni disponibili, evidenzia un'anomalia positiva di circa 2°C per le temperature massime e di 1°C per le minime.

Analizzando in dettaglio i valori mensili e stagionali si può affermare che il 2012 è stato caratterizzato da eventi particolari, sia dal punto di vista termico sia pluviometrico.

Dal punto di vista termico, valori molto bassi di temperatura minima sono stati registrati nelle prime due decadi del mese di febbraio, quando le temperature minime sono scese fino a -18°C. I valori bassi di temperatura minima hanno contribuito anche a un incremento del numero di giorni con il gelo, che ha raggiunto in alcune stazioni valori di circa 20 giorni di gelo invernale al di sopra del valore climatico di riferimento. Inoltre, la prima decade del mese di febbraio è stata caratterizzata anche da valori negativi della temperatura massima, contribuendo in questo modo alla registrazione di circa 10 giorni di gelo senza disgelo (in pianura).

Per quanto riguarda la primavera, valori elevati di temperatura massima sono stati registrati durante il mese di marzo, quando le anomalie in pianura sono state di 6-7°C al di sopra del valore climatico di riferimento. Valori elevati hanno continuato a mantenersi anche durante l'estate, quando il termometro ha registrato valori di 25°C per le minime e di circa 41°C per le massime (ad agosto) e sino a 20 giorni con temperature massime superiori a 35°C.

Il periodo 1961-2012 mantiene una tendenza positiva per i valori medi annuali e stagionali delle temperature minime e massime, con un trend più marcato per le temperature massime. L'estate rimane ancora la stagione con la tendenza più significativa, sia nelle minime che nelle massime.

Per alcuni indicatori estremi di temperatura, è importante sottolineare che una anomalia positiva è stata registrata per il numero di giorni estivi (temperatura massima >30°C) su tutta la regione, raggiungendo un valore di 60 giorni sull'Appennino romagnolo.

Il numero di giorni con il gelo ha registrato, invece, una configurazione spaziale sul territorio regionale fortemente caratterizzata da anomalie positive, tranne che per la fascia appenninica e per le province di Parma (settore orientale) e di Reggio Emilia. Nelle province di Ferrara, Bologna, Forlì-Cesena sono stati registrati fino a 25 giorni di gelo, dovuti principalmente alle temperature minime molto basse registrate nel mese di febbraio.

L'analisi della quantità di precipitazione annua ha evidenziato un 2012 caratterizzato da un deficit di precipitazione con un'anomalia negativa superiore a 100 mm (media sulle stazioni disponibili).

Eventi pluviometrici particolari sono stati registrati durante l'inverno, quando abbondanti nevicate sono cadute nella prima metà del mese di febbraio, con i valori più elevati nello spessore del manto nevoso in Romagna (tra 100 e 200 cm). Tuttavia, queste abbondanti nevicate non sono riuscite a compensare le scarse precipitazioni cadute nei due mesi precedenti.

Un altro evento particolare registrato nel 2012 è stato la siccità estiva, con un deficit di precipitazioni osservato in tutti i mesi estivi, ma in particolare durante il mese di agosto, caratterizzato da una sostanziale assenza di precipitazioni in pianura e sui rilievi centrali. In autunno si è invece registrata una forte anomalia positiva di precipitazione, con un mese di settembre caratterizzato da abbondanti precipitazioni,

soprattutto nelle province di Ferrara e Parma. Complessivamente, nel 2012 si è registrato un deficit di precipitazioni (circa 120 mm in meno rispetto alla media), mantenendo un trend delle precipitazioni annue per il periodo 1961-2012 ancora negativo. A livello stagionale, inverno, primavera ed estate continuano a presentare un trend negativo, mentre l'autunno mantiene invece una tendenza positiva.

Quadro generale

I dati dell'ultimo rapporto (2007) dell'IPCC (International Panel on Climate Change) sottolineano in modo esplicito come il clima del nostro pianeta stia cambiando: *“il riscaldamento del sistema climatico è inequivocabile, come è ora evidente dalle osservazioni dell'incremento delle temperature globali dell'aria e delle temperature degli oceani, dello scioglimento diffuso di neve e ghiaccio e dell'innalzamento globale del livello del mare”*.

Il clima è un sistema complesso, i cui processi si sviluppano su ampie scale spaziali e temporali, in grado di influire sull'ambiente, sulla salute e sull'attività dell'uomo. Per clima si intende l'andamento medio delle condizioni meteorologiche e ambientali che caratterizzano una regione geografica. Le variazioni delle proprietà statistiche delle variabili climatiche definiscono i cambiamenti climatici. Esse consistono non solo nelle variazioni dei valori medi di grandezze fisiche quali, ad esempio, la temperatura e la precipitazione, ma anche dei loro valori estremi.

L'analisi delle serie storiche osservate delle principali variabili meteorologiche mostrano che nell'ultimo secolo la temperatura media del pianeta è aumentata di 0,74°C. Questo aumento non è stato costante nel tempo: nei decenni precedenti al 1950 la temperatura media globale è aumentata di circa 0,06°C per decennio, mentre negli ultimi 50 anni è aumentata di circa 0,25°C per decennio. Per quanto riguarda le precipitazioni, le serie storiche mostrano una diminuzione alle basse latitudini e un aumento alle alte latitudini, con cambiamenti che si estendono anche alle loro caratteristiche d'intensità e durata.

Le conseguenze di questi cambiamenti sono già visibili a tutt'oggi: la diminuzione dei ghiacci polari e dei ghiacciai alle medie latitudini (come sulle Alpi e sulle Ande); l'incremento nell'innalzamento medio del livello del mare da circa 1,8 mm/anno, nei decenni precedenti al 1990, a circa 3,1 mm/anno, negli ultimi 15 anni; gli aumenti nella durata delle ondate di calore o le diminuzioni nella frequenza di giorni con gelo.

La diminuzione della frequenza dei giorni con gelo e l'aumento nella durata delle ondate di calore estive sono stati registrati anche nella nostra regione. Le cause di questi cambiamenti sono molteplici, possono essere esterne e interne, ma non sempre è facile separarle. Tra le cause esterne, la composizione chimico-fisica dell'atmosfera gioca un ruolo chiave nella trasmissione, diffusione e assorbimento della radiazione solare incidente e della radiazione riflessa ed emessa dalla terra verso lo spazio. È noto ormai che

negli ultimi decenni la composizione chimica dell'atmosfera è cambiata significativamente, soprattutto per quanto riguarda la concentrazione dei gas “climalteranti” o serra, quali: l'anidride carbonica, il metano, l'ossido di azoto, il vapor d'acqua e gli aerosol. Secondo il rapporto dell'IPCC (2007) soltanto il 10% dell'incremento della concentrazione dei gas serra può essere attribuito a cause naturali. Il resto è dovuto all'attività dell'uomo. A seguito delle deforestazioni e al forte incremento nell'utilizzo dei combustibili fossili, la concentrazione di biossido di carbonio è cresciuta da un valore di 280 ppm (parti per milione) nel 1750 a un valore di 393 ppm nel 2012. Inoltre, la concentrazione in atmosfera del metano, un gas più raro ma 25 volte più potente dell'anidride carbonica, è cresciuta da un valore pre-industriale di circa 715 ppb (parti per miliardo) a 1.732 ppb nei primi anni novanta, raggiungendo 1.874 ppb nel 2011. Si ritiene che questo incremento sia dovuto prevalentemente alle attività antropogeniche, principalmente l'agricoltura e l'uso di combustibile fossile, ma contributi minori da differenti tipologie di sorgenti non sono ancora ben chiari.

Le caratteristiche climatiche del 2012 sono state valutate usando come grandezze di base la temperatura minima e massima e la quantità di precipitazione, provenienti da una rete di 50 stazioni termometriche e 110 stazioni pluviometriche. I dati di temperatura minima e massima e di precipitazione sono stati interpolati su una griglia triangolare a risoluzione variabile con la quota (Marletto et al., 2010) per l'intero periodo 1961-2012. A partire da queste grandezze giornaliere è stato definito un insieme di indicatori, che forniscono una descrizione completa sia del comportamento “medio” che degli estremi di precipitazione e temperatura registrati in Emilia-Romagna.

Le caratteristiche idrologiche e idrografiche dei bacini rappresentativi del Po e del Reno nel 2012 sono state valutate usando le precipitazioni e i deflussi. A partire da questi parametri sono stati calcolati alcuni indicatori (afflussi meteorici, portate fluviali, Standard Precipitation Index, Standard Flow Index e Index of Hydrologic Alteration) che forniscono un confronto del regime idrologico pluriennale con lo stato idrologico nell'anno in esame. Gli indicatori proposti sono stati calcolati sulla base della rete idrotermopluviometrica, dei dati relativi alle 2 stazioni idrometriche di chiusura dei bacini rappresentativi e della modellistica idrologica e di bilancio idrico. Le serie temporali idrometriche coprono il periodo che va dal 1921 al 2012.



Impianti di generazione elettrica

Descrizione

L'indicatore descrive la consistenza regionale (da dati Terna e Regione Emilia-Romagna) e provinciale (da dati GSE e Atlasole) del numero e della potenza degli impianti di generazione elettrica in regione, sia a fonti fossili, sia a fonti rinnovabili.

Scopo

L'indicatore permette di valutare la distribuzione territoriale, a livello provinciale, dell'offerta elettrica.

Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Impianti di generazione elettrica	DPSIR	D
UNITÀ DI MISURA	Megawatt, kilowatt	FONTE	Terna, GSE, Regione Emilia-Romagna, Arpa Emilia-Romagna, Province, Comuni, PARIX Registro Imprese
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia	COPERTURA TEMPORALE DATI	2000-2013
AGGIORNAMENTO DATI		ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Aria
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI			

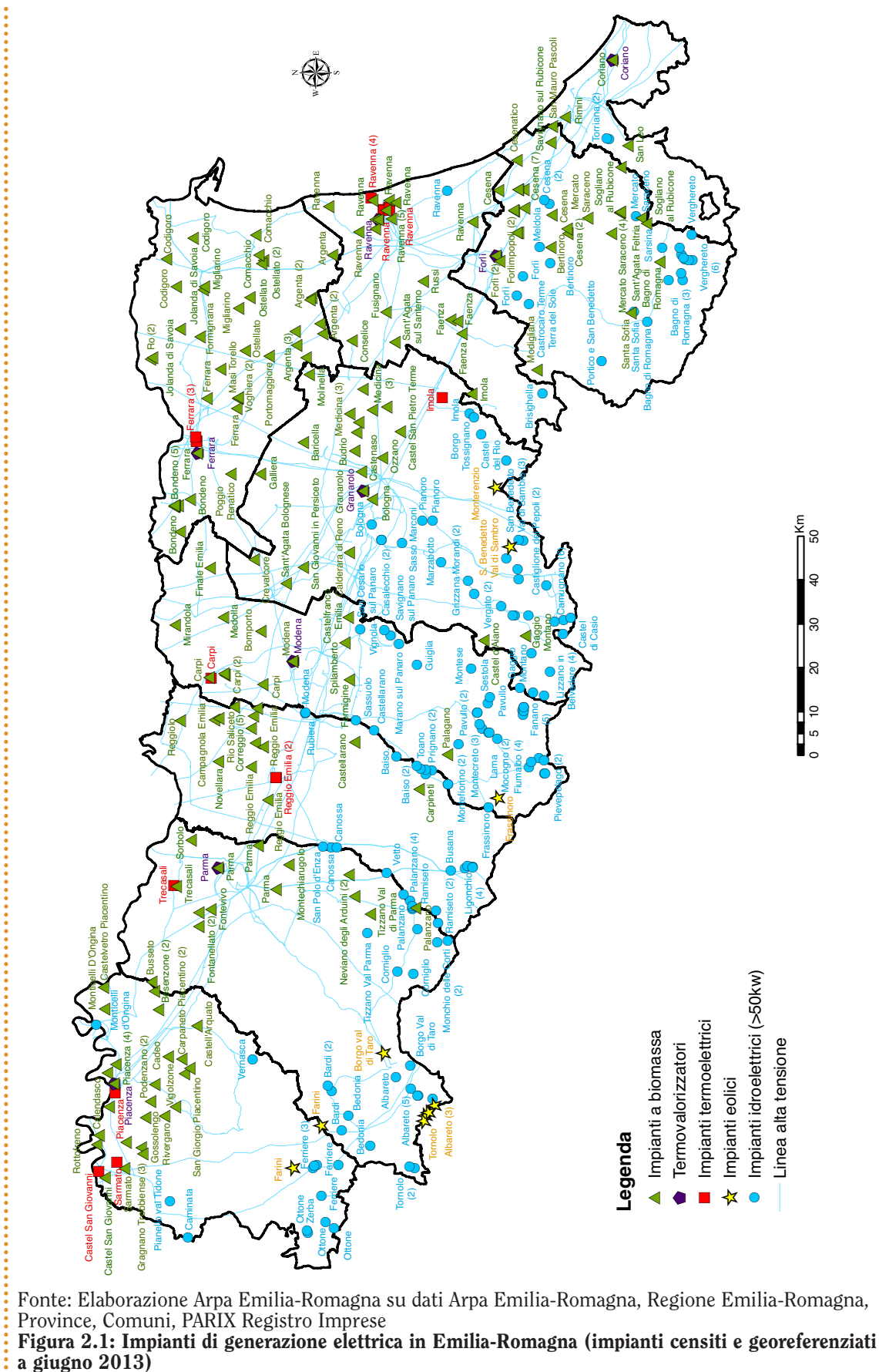


Tabella 2.1: Numero impianti di generazione elettrica in Emilia-Romagna (2000-2012)

Anno	Idroelettrico	Eolico	Fotovoltaico	Termoelettrico Biomasse	Termoelettrico a fonti fossili	Termoelettrico totale	Totale
2000	62	1		26	93	119	182
2001	59	1		28	92	120	180
2002	59	2		33	96	129	190
2003	62	2		41	95	136	200
2004	63	2		39	93	132	197
2005	63	2		41	93	134	199
2006	63	2		45	94	139	204
2007	63	2	933	46	88	134	1.132
2008	70	2	3.420	50	95	145	3.637
2009	75	3	6.656	64	99	163	6.897
2010	90	15	14.486	90	105	195	14.786
2011	106	29	31.019	154	198	352	31.506
2012	113	42	44.940	269	290	559	45.654

Fonte: Terna, Regione Emilia-Romagna

Tabella 2.2: Potenza efficiente lorda degli impianti di generazione elettrica in Emilia-Romagna in MW (2000-2012)

Anno	Idroelettrico	Eolico	Fotovoltaico	Termoelettrico Biomasse	Termoelettrico a fonti fossili	Termoelettrico totale	Totale
2000	608	4		89	3.763	3.852	4.464
2001	608	4		95	3.783	3.878	4.490
2002	610	4		135	4.406	4.542	5.156
2003	617	4		165	4.466	4.631	5.251
2004	617	4		190	5.177	5.367	5.987
2005	620	4		193	5.121	5.314	5.938
2006	620	4		202	5.594	5.795	6.419
2007	620	4	7	204	5.613	5.817	6.448
2008	625	4	40	299	6.460	6.759	7.427
2009	627	16	95	371	6.312	6.683	7.421
2010	629	18	364	423	6.298	6.721	7.732
2011	638	18	1.267	478	6.342	6.820	8.742
2012	645	19	1.610	571	6.352	6.923	9.196

Fonte: Terna, Regione Emilia-Romagna

Tabella 2.3: Impianti di produzione elettrica qualificati a fonti rinnovabili (IAFR) in Emilia-Romagna (2012)

PROVINCIA	Bionergie	Eolici	Idroelettrici	Solari	Totale complessivo
BOLOGNA	41	6	13	1	61
FERRARA	36				36
FORLI'	19	2	8		29
MODENA	23	4	15		42
PARMA	26	4	12		42
PIACENZA	21	1	3		25
RAVENNA	31	1	1		33
REGGIO EMILIA	26	1	8		35
RIMINI	6		3		9
TOTALE COMPLESSIVO	229	19	63	1	312

Fonte: GSE, Regione Emilia-Romagna

Tabella 2.4 Potenza impianti di produzione elettrica qualificati a fonti rinnovabili (IAFR) in Emilia-Romagna in kW (2012)

PROVINCIA	Bionergie	Eolici	Idroelettrici	Solari	Totale complessivo
BOLOGNA	67.023	16.385	32.863	80	116.351
FERRARA	71.223				71.223
FORLI'	25.318	33	3.492		28.843
MODENA	40.368	320	10.009		50.697
PARMA	14.228	685	6.809		21.722
PIACENZA	25.748	600	3.017		29.365
RAVENNA	205.083	6	272		205.361
REGGIO EMILIA	24.616	55	10.229		34.900
RIMINI	17.342		1.258		18.600
TOTALE COMPLESSIVO	490.949	18.084	67.949	80	577.062

Fonte: GSE, Regione Emilia-Romagna

Tabella 2.5: Impianti fotovoltaici in Emilia-Romagna, per provincia (2006-2012)

PROVINCIA	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Totale complessivo
BOLOGNA	29	104	554	617	1.373	3.005	2.605	8.287
FERRARA	6	34	135	179	636	1.566	1.183	3.739
FORLI'	51	121	301	361	978	1.761	1.606	5.179
MODENA	30	134	428	597	1.279	2.950	2.116	7.534
PARMA	10	46	161	251	590	1.183	1.091	3.332
PIACENZA	9	19	103	186	470	1.238	874	2.899
RAVENNA	37	108	288	422	1.024	2.006	2.021	5.906
REGGIO EMILIA	18	103	294	367	819	1.868	1.602	5.071
RIMINI	18	67	203	319	599	1.130	1.073	3.409
TOTALE COMPLESSIVO	208	736	2.467	3.299	7.768	16.707	14.171	45.356

Fonte: GSE, Regione Emilia-Romagna

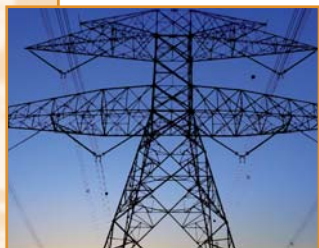
Tabella 2.6: Potenza impianti fotovoltaici in Emilia-Romagna in kW, per provincia (2006-2012)

PROVINCIA	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Totale complessivo
BOLOGNA	184	1.081	10.250	15.915	37.957	126.978	66.233	258.599
FERRARA	25	193	3.400	3.212	17.743	94.925	29.881	149.379
FORLI'	545	966	4.024	5.907	31.702	108.930	34.320	186.394
MODENA	193	726	4.766	7.060	19.400	112.412	43.828	188.386
PARMA	31	320	1.625	4.337	13.403	91.366	39.214	150.295
PIACENZA	33	92	807	6.236	12.140	100.880	30.783	150.972
RAVENNA	212	910	3.637	5.711	117.720	184.634	36.796	349.619
REGGIO EMILIA	133	906	2.314	4.141	8.514	62.318	37.694	116.019
RIMINI	215	497	1.779	3.927	8.468	33.114	23.685	71.686
TOTALE COMPLESSIVO	1.571	5.691	32.602	56.447	267.046	915.558	342.434	1.621.349

Fonte: GSE, Regione Emilia-Romagna

Commento

Gli impianti a fonti fossili continuano a rappresentare la principale modalità di generazione elettrica, tuttavia al 2012 le fonti rinnovabili hanno raggiunto il 31% della potenza installata totale (2.485 MW su un totale di 9.196 MW). In particolare rispetto al 2011 gli impianti a biomasse sono aumentati del 75% (269 contro 154), con un incremento di potenza del 20% (che testimonia la diffusione di numerosi impianti di piccola potenza). Notevole anche l'incremento degli impianti fotovoltaici, che hanno raggiunto le quasi 45.000 unità, contribuendo, con una potenza superiore ai 1.600 MW, al 18% della potenza totale installata. Le tabelle sopra riportate descrivono il numero e la potenza installati in regione sia per gli impianti a fonti fossili sia per quelli a fonti rinnovabili. E' inoltre presente un dettaglio provinciale per gli impianti qualificati a fonti rinnovabili e per gli impianti fotovoltaici. La mappa allegata riporta, invece, gli impianti censiti e georeferenziati da Arpa Emilia-Romagna all'interno del Catasto energia e ambiente a giugno 2013.



Consumi elettrici per macro settore

Descrizione

L'indicatore descrive i consumi elettrici regionali in GWh, per settore e per provincia.

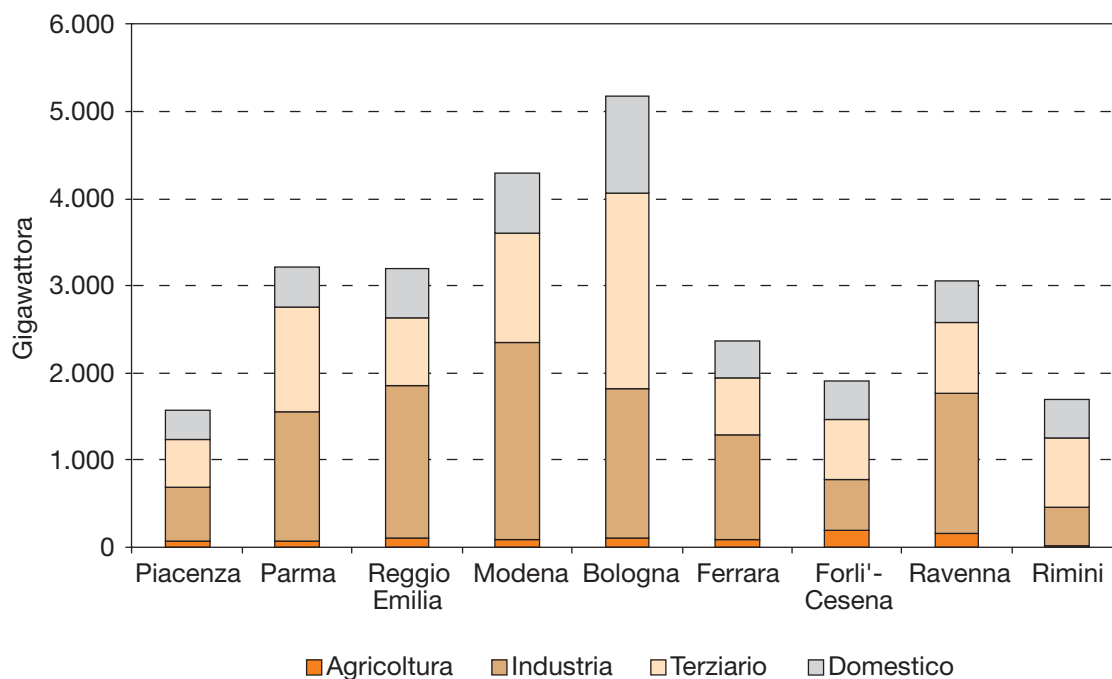
Scopo

L'indicatore permette di valutare quali sono le province e i settori economici che consumano più energia elettrica.

Metadati

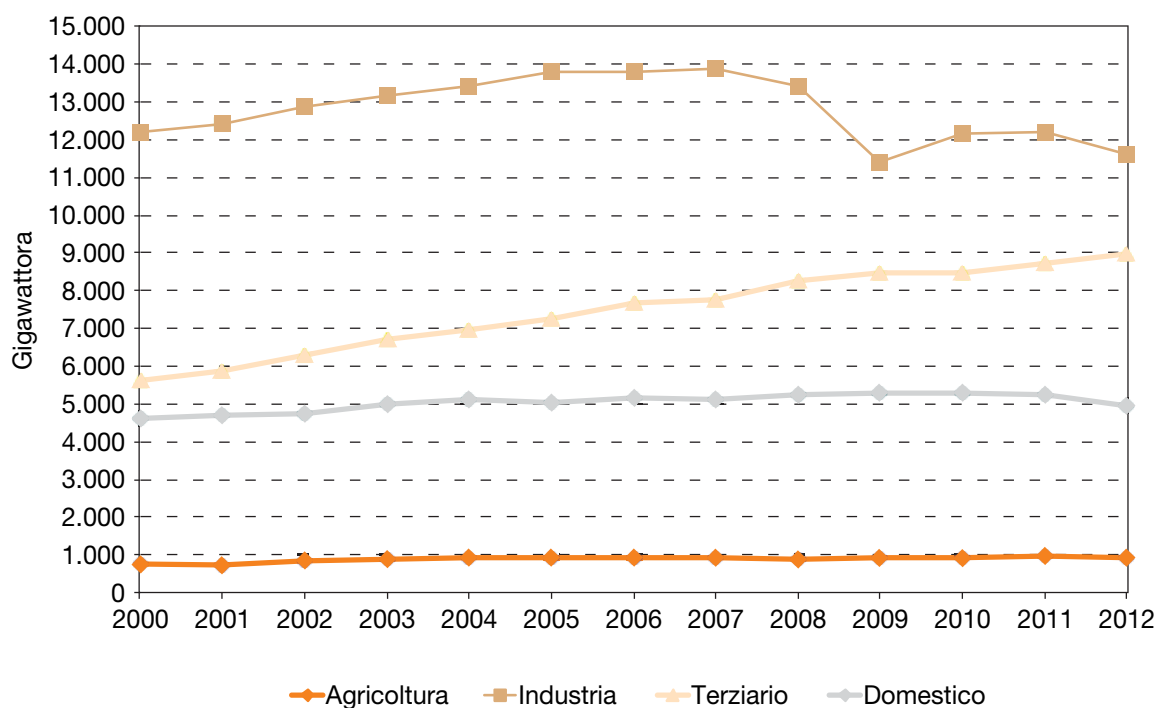
NOME DELL'INDICATORE	Consumi elettrici per macro settore	DPSIR	D
UNITÀ DI MISURA	Gigawattora	FONTE	Terna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia	COPERTURA TEMPORALE DATI	2000-2012
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Aria
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI			

Grafici e tabelle



Fonte: Terna

Figura 2.2: Consumi elettrici per macro settore e per provincia (2012)



Fonte: Terna

Figura 2.3: Trend regionale dei consumi elettrici per macro settore (2000-2012)

Commento

Le province in cui si registra la maggior richiesta sono quelle di Bologna e Modena, per la presenza di comparti industriali di rilevanza nazionale (meccanico, ceramico, cementi etc.). Se si considera il rapporto addetti/superficie, si vede che il valore regionale è comunque in linea con la media nazionale. La richiesta elettrica per unità di superficie risulta essere particolarmente

te elevata nelle province di Bologna, Ravenna e Rimini (quest'ultima a causa della limitata estensione territoriale). L'industria è il settore più energivoro, con un consumo di 11.618 GWh al 2012, pari a circa il 44% della domanda totale (26.485 GWh). Tuttavia, proprio nel comparto manifatturiero si assiste rispetto al 2007 (massimo storico degli ultimi dodici anni) a un deciso calo dei consumi, probabile conseguenza sia della crisi congiunturale, sia dell'aumento dell'efficienza energetica, che raggiunge nel 2012 un valore pari al -16,3%. Di segno opposto il trend del settore terziario, in costante crescita dal 2000, che raggiunge nel 2012 un consumo complessivo di circa 9.000 GWh (+3% rispetto al 2011).

Consumi elettrici per abitante



Descrizione

L'indicatore descrive i consumi elettrici annuali medi per abitante.

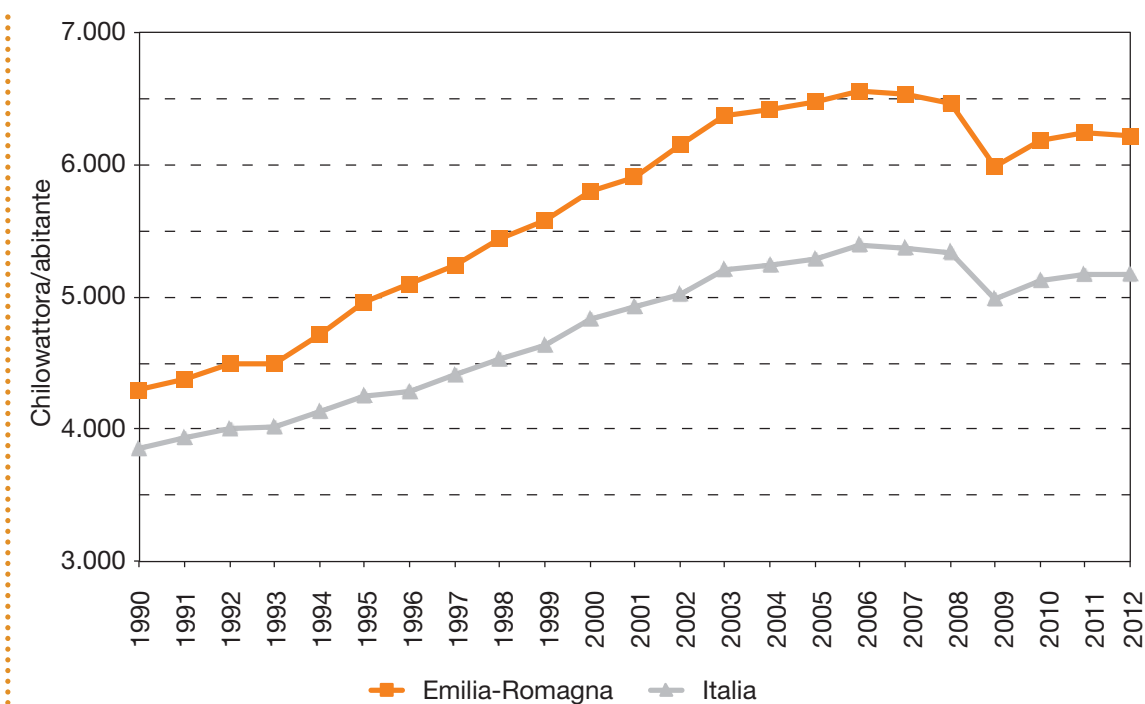
Scopo

L'indicatore permette di apprezzare l'andamento, negli ultimi 22 anni, dei consumi elettrici procapite.

Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Consumi elettrici per abitante	DPSIR	D
UNITÀ DI MISURA	Chilowattora/abitante	FONTE	Terna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	1990-2012
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Aria
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI			

Grafici e tabelle



Fonte: Terna

Figura 2.4: Trend annuale dei consumi elettrici procapite in regione (1990-2012)

Commento

I consumi elettrici per abitante sono mediamente più elevati rispetto a quelli nazionali (+21,5% negli ultimi dieci anni) e quindi maggiori sono le necessità di azioni incisive di promozione dell'efficienza energetica. Il massimo storico è stato raggiunto nel 2006, con un consumo pari 6.553 kWh per abitante. Gli anni successivi sono stati caratterizzati da un decremento dei consumi, dovuti in gran parte alla crisi economica ancora in corso. Al 2012 i consumi sono pari a 6.220 kWh/abitante, in leggero calo rispetto al 2011 (6.242 kWh/abitante).



Deficit elettrico

Descrizione

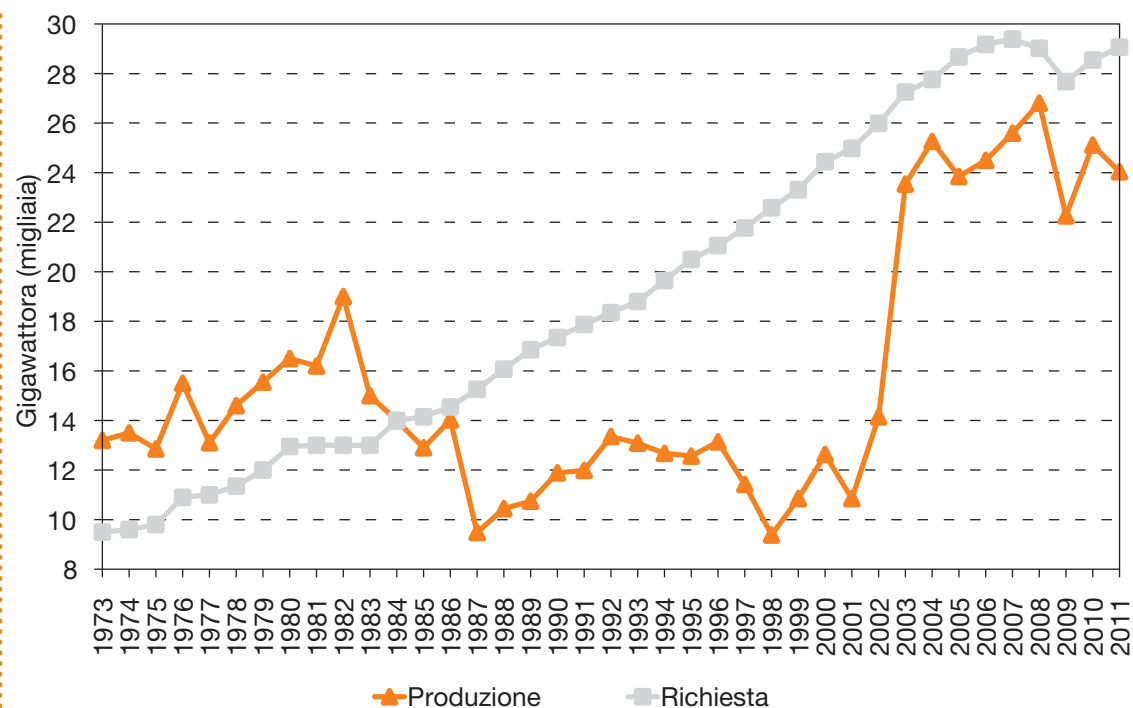
L'indicatore descrive la richiesta di energia elettrica regionale, rapportandola alla produzione. La serie storica mette in risalto i periodi di maggior criticità nel soddisfacimento della domanda energetica e permette di evidenziare i risultati della riconversione e ambientalizzazione del parco termoelettrico regionale, avvenuti in regione negli ultimi anni.

Scopo

L'indicatore permette di valutare il trend temporale dei consumi in rapporto alla produzione, le potenzialità dell'offerta elettrica e il *gap* tra domanda e offerta.

Metadati

NOME DELL'INDICATORE	<i>Deficit elettrico</i>	DPSIR	<i>D</i>
UNITÀ DI MISURA	<i>Gigawattora</i>	FONTE	<i>Terna</i>
COPERTURA SPAZIALE DATI	<i>Regione</i>	COPERTURA TEMPORALE DATI	<i>1973-2011</i>
AGGIORNAMENTO DATI	<i>Annuale</i>	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	<i>Aria</i>
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI			



Fonte: Terna, Bilanci elettrici regionali, 2011

Figura 2.7: Richiesta e produzione elettrica in Emilia-Romagna dal 1973 al 2011

Commento

Dai dati e dal grafico si evince che dal 1973 al 1984 (14.000 GWh) la produzione di energia elettrica è stata superiore rispetto alla richiesta, mentre dal 1984 al 2011 la produzione di energia elettrica non è riuscita a soddisfare la domanda; ciò anche a causa della chiusura della centrale nucleare di Caorso, non più produttiva dopo il referendum del 1986, seguito al disastro di Chernobyl. Il deficit d'energia ha raggiunto un

picco negativo nel 1998. La situazione attuale vede un deficit di energia di 5.075 GWh, pari al 17,5% della richiesta; dato negativo se si considera che lo scorso anno il deficit era pari al 12%, ma sicuramente una situazione migliore rispetto a quella del 2009, quando il deficit era pari al 20%. L'aumento del deficit indica che la richiesta di energia elettrica ha un andamento di crescita maggiore rispetto alla produzione.

Emissioni di gas climalteranti



Descrizione

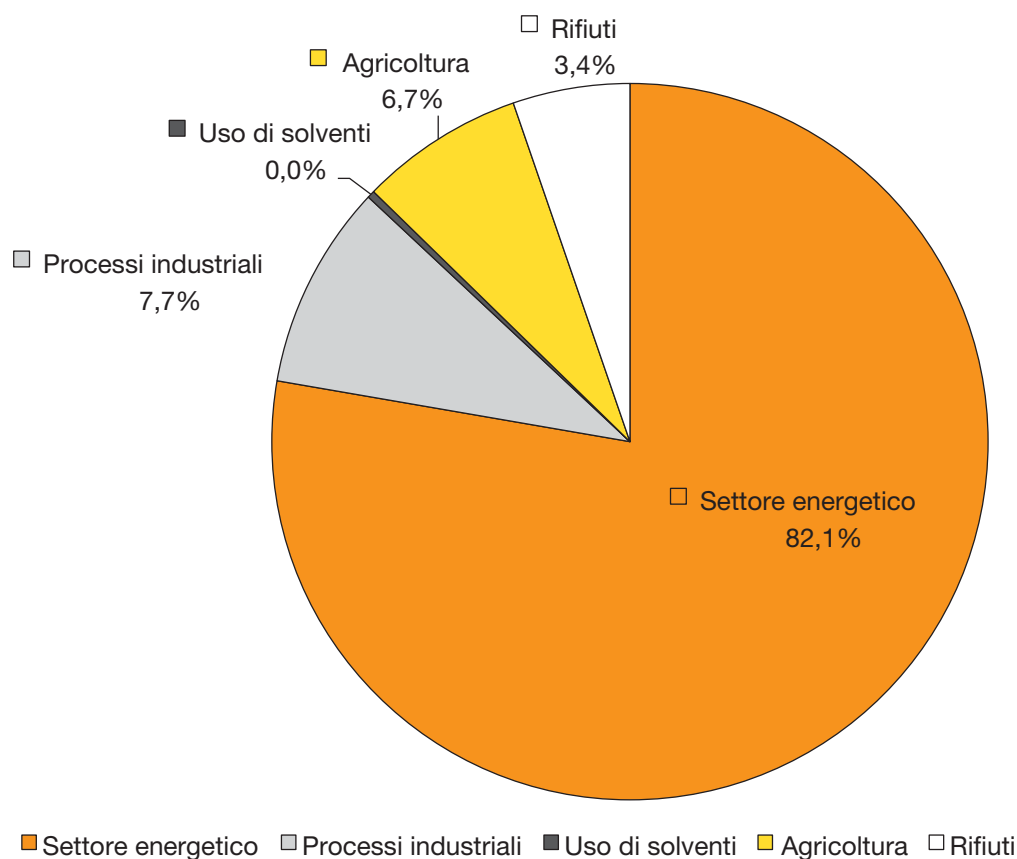
L'aumento dell'effetto serra è attribuito in gran parte alle emissioni di anidride carbonica (CO₂), connesse principalmente alle attività antropiche (impianti di produzione di energia, combustione nell'industria, trasporti etc.). Contribuiscono all'effetto serra anche il metano (CH₄), la cui emissione è legata ad attività agricole e allo smaltimento rifiuti, e il protossido di azoto (N₂O), derivante principalmente dall'agricoltura e dai processi industriali. Le emissioni sono calcolate attraverso opportuni processi di stima, secondo la metodologia di riferimento indicata dall'IPCC. In particolare, le emissioni di gas serra vengono convertite in termini di CO₂ equivalente, moltiplicando le emissioni dei gas per il *Global Potential Warming* (GWP), potenziale contributo al riscaldamento globale di ogni specie chimica in rapporto al potenziale dell'anidride carbonica.

Scopo

Le emissioni totali di CO₂ eq costituiscono un indicatore dell'andamento dei fattori causali dell'aumento dell'effetto serra; lo scopo dell'indicatore è una valutazione quantitativa delle emissioni regionali e dei contributi dei singoli macrosettori (come definiti dalla metodologia IPCC).

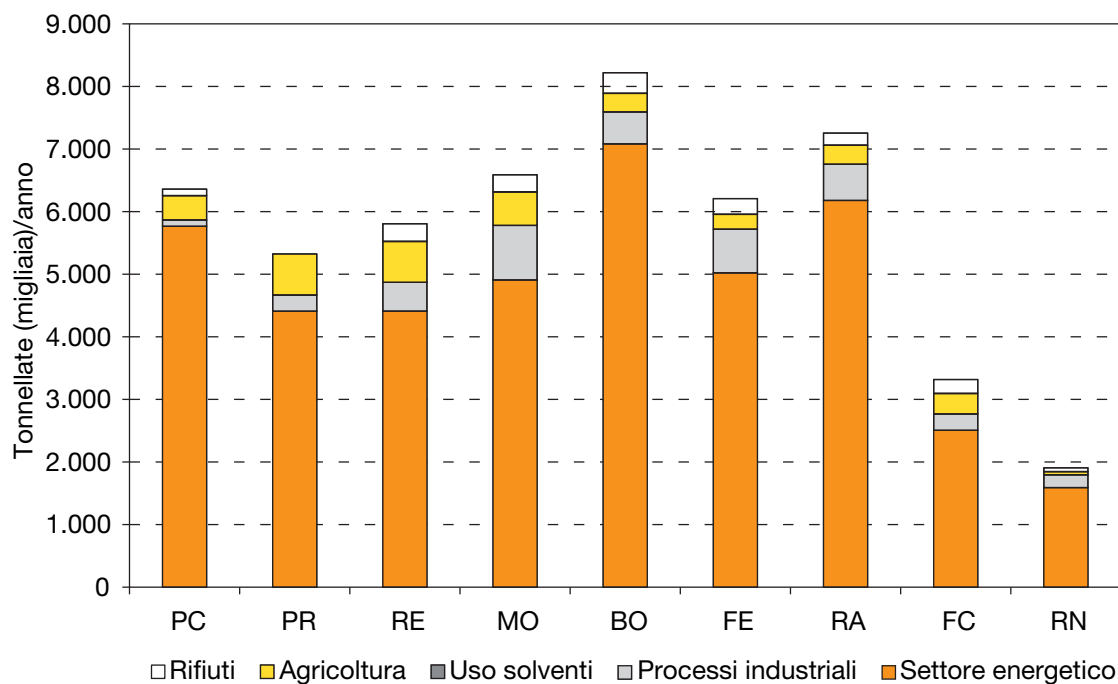
Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Emissioni di gas climalteranti (CO ₂ eq)	DPSIR	P
UNITÀ DI MISURA	Tonnellate	FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia	COPERTURA TEMPORALE DATI	Stime al 2010
AGGIORNAMENTO DATI		ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Aria
RIFERIMENTI NORMATIVI	DLgs 171 del 21/05/2004, provvedimento attuazione Direttiva NEC DLgs 152 del 3/4/2006 e ss.mm.ii. (DLgs 128/2010) Parte V - Norme in materia di tutela dell'aria e di riduzione delle emissioni in atmosfera DLgs 30 del 13/3/2013 attuazione Direttiva 2009/29/Ce - Sistema comunitario per lo scambio di quote di emissione di gas a effetto serra (Emission Trading) nell'ambito dell'applicazione del Protocollo di Kyoto per la riduzione dei gas a effetto serra		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Metodologia IPCC; metodologia CORINAIR		



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.8: Distribuzione percentuale delle emissioni (senza assorbimenti) di gas serra, riferite all'anno 2010, espresse in termini di CO₂ eq, per macrosettore IPCC



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.9: Emissioni (senza assorbimenti) di gas serra espresse come tonnellate (migliaia) di CO₂ eq, per provincia e per macrosettore IPCC (2010)

Commento

Le emissioni regionali di gas serra, anno 2010, provengono principalmente dal settore energetico – oltre l'80% – che comprende tutte le attività che prevedono processi di combustione (traffico, industrie manifatturiere, riscaldamento etc.).

Il totale regionale delle emissioni ammonta a circa 47,4 Mt CO₂ eq (inclusi gli assorbimenti del settore LULUCF¹).

Nota:

¹ Land Use, Land Use Change and Forestry



Anomalia della temperatura minima e massima dell'anno 2012

Descrizione

Le anomalie delle temperature estreme giornaliere (Tmin e Tmax) sono calcolate come la differenza tra i valori osservati nell'anno di riferimento (2012) e il clima del periodo 1961-1990. Le anomalie termiche dell'anno 2012 sono state valutate a livello stagionale e annuale, partendo dai dati giornalieri delle stazioni (circa 70 stazioni con dati per il 2012) e dal valore climatico

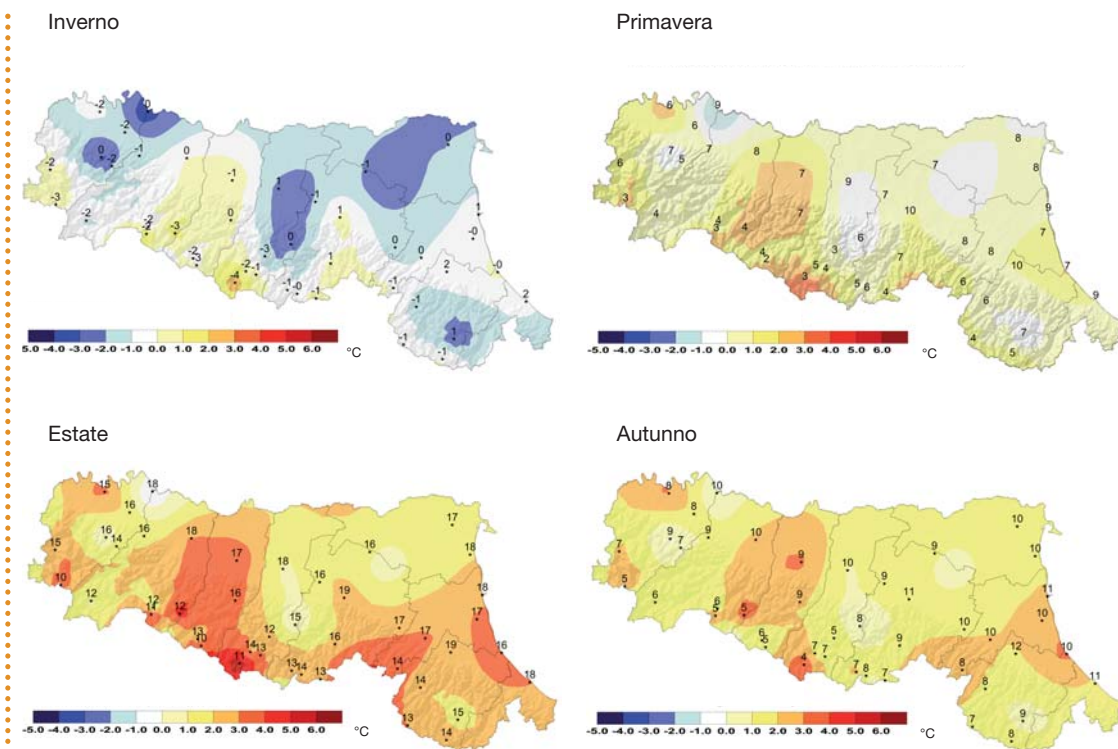
di riferimento calcolato su un sottoinsieme di stazioni (circa 50 stazioni), interpolati sull'intero territorio regionale.

Scopo

Tale indicatore permette di evidenziare, per l'anno 2012, le aree dove la temperatura è stata in linea con i valori climatici di riferimento e dove, al contrario, si sono riscontrate delle anomalie termiche.

Metadati

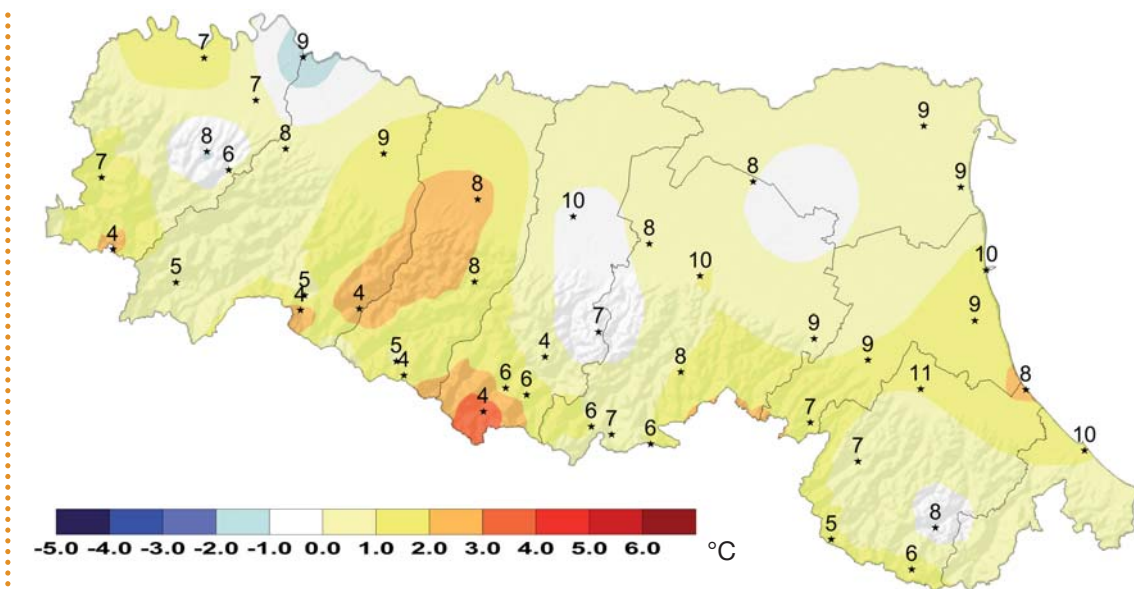
NOME DELL'INDICATORE	Anomalia della temperatura minima e massima dell'anno 2012 rispetto al clima di riferimento (periodo 1961-1990); valori stagionali e annuali		
	DPSIR	S	
UNITÀ DI MISURA	Gradi centigradi	FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia	COPERTURA TEMPORALE DATI	1961-2012
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Aria, Suolo
RIFERIMENTI NORMATIVI	Non esistono dei riferimenti normativi di legge. Per le elaborazioni si fa riferimento alle specifiche proposte dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM)		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Controllo di qualità dei dati, valutazione della omogeneità delle serie temporali, interpolazione, calcolo dei trend e significatività statistica. Valutazione dei valori medi e delle anomalie dell'anno 2012 rispetto al periodo climatico di riferimento 1961-1990		



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.10: Anomalia della temperatura minima - valori stagionali (2012)

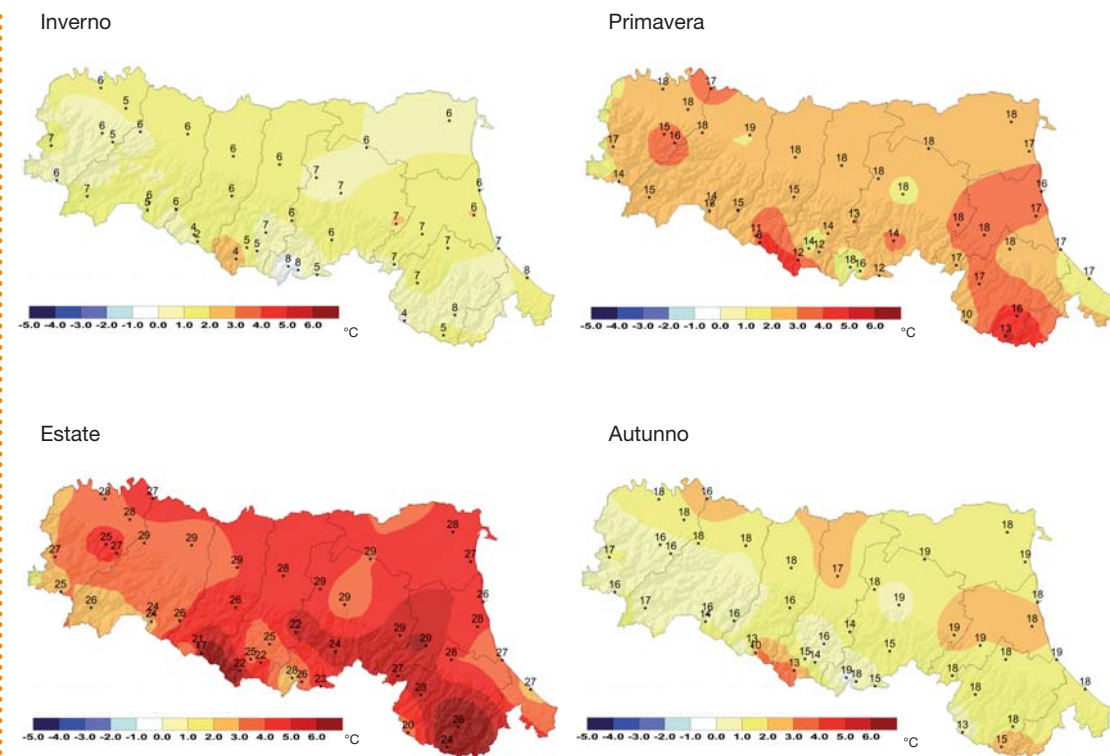
LEGENDA: Sopra il simbolo della stazione sono riportati i valori climatici di riferimento, calcolati sul periodo 1961-1990



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.11: Anomalia della temperatura minima - valori annuali (2012)

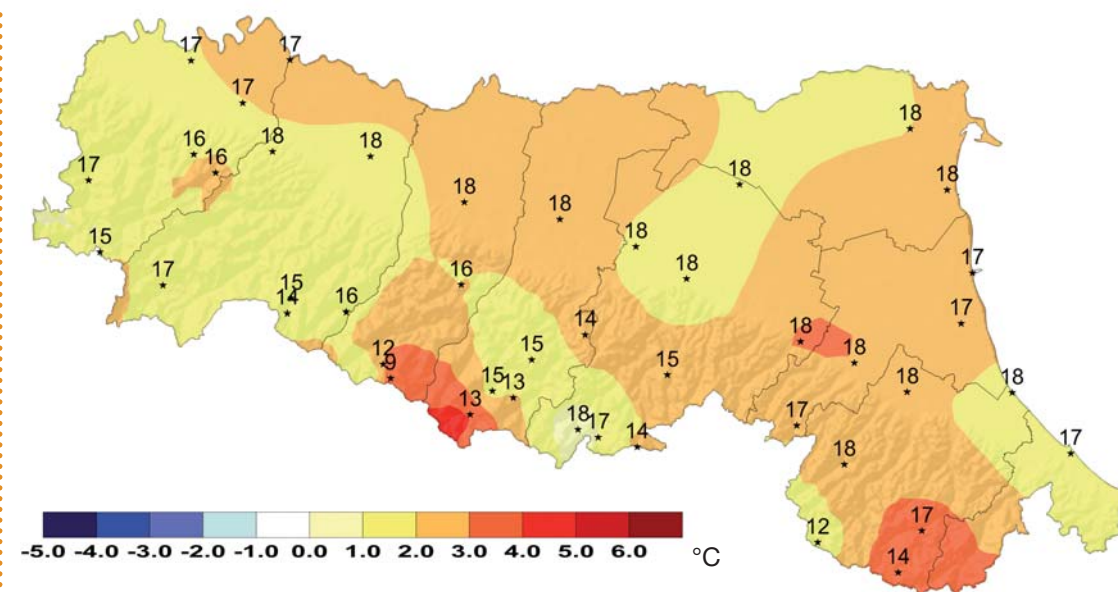
LEGENDA: Sopra il simbolo della stazione sono riportati i valori climatici di riferimento, calcolati sul periodo 1961-1990



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.12: Anomalia della temperatura massima - valori stagionali (2012)

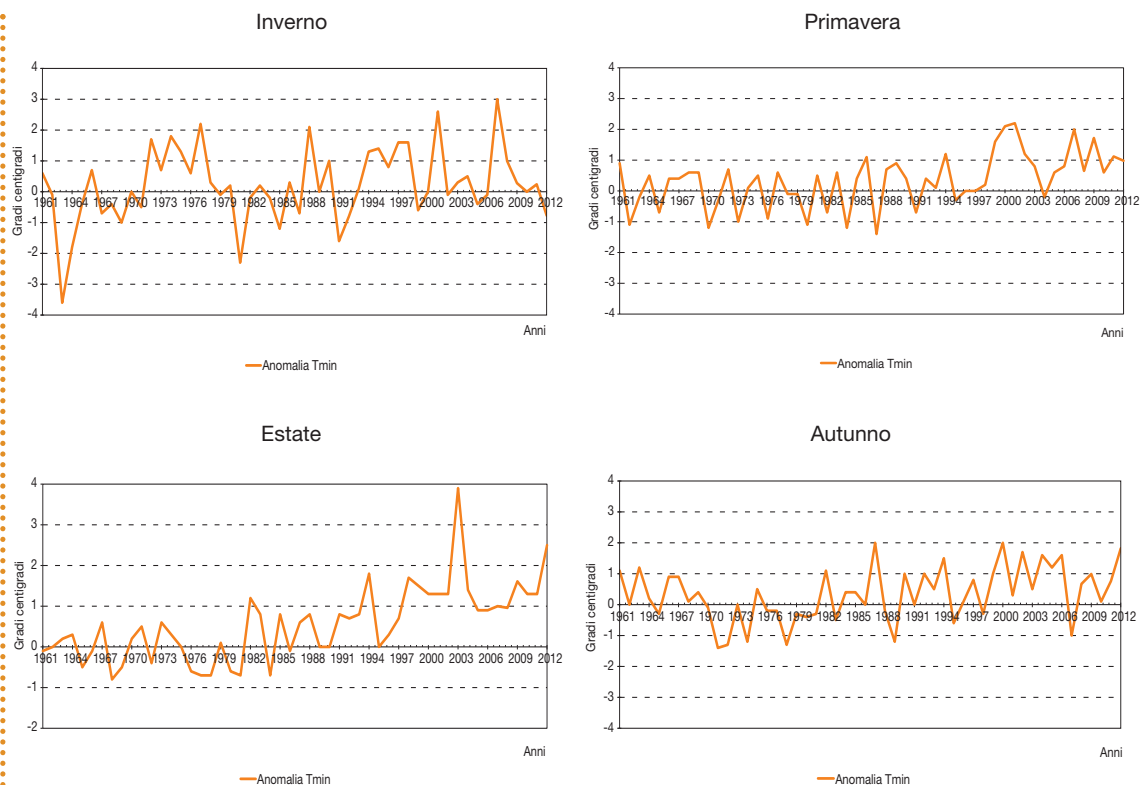
LEGENDA: Sopra il simbolo della stazione sono riportati i valori climatici di riferimento, calcolati sul periodo 1961-1990



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

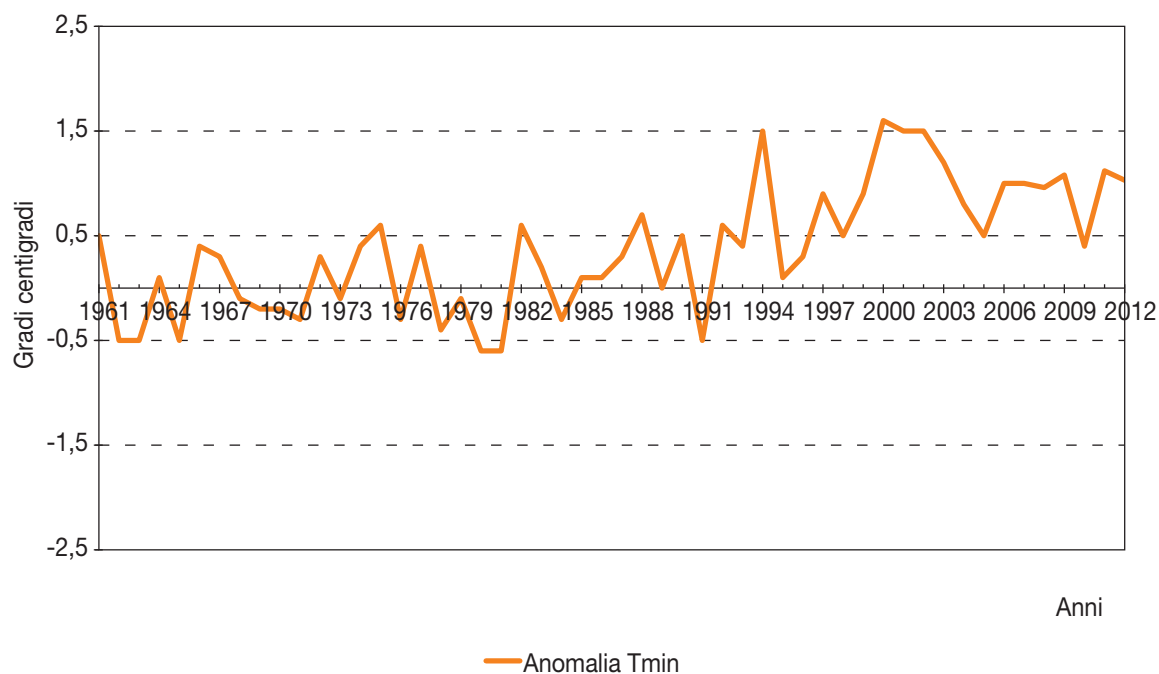
Figura 2.13: Anomalia della temperatura massima - valori annuali (2012)

LEGENDA: Sopra il simbolo della stazione sono riportati i valori climatici di riferimento, calcolati sul periodo 1961-1990



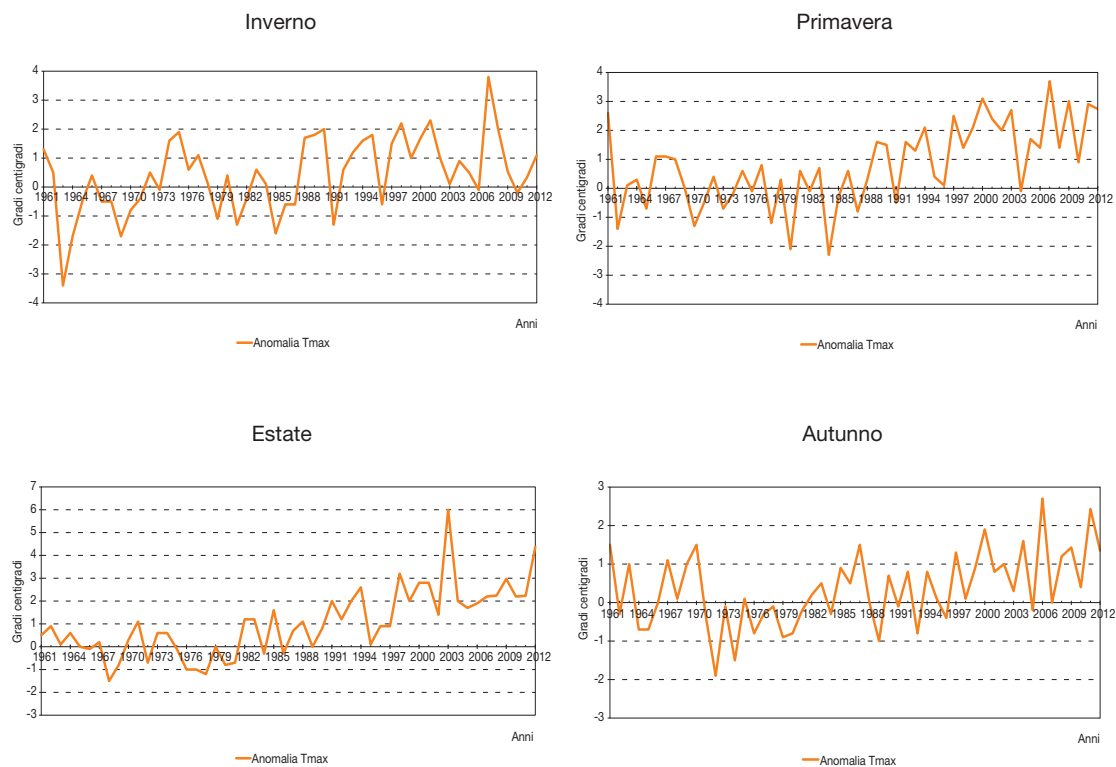
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.14: Andamento temporale (stagionale) dell'anomalia di temperatura minima mediata sull'intero territorio regionale nel periodo 1961-2012



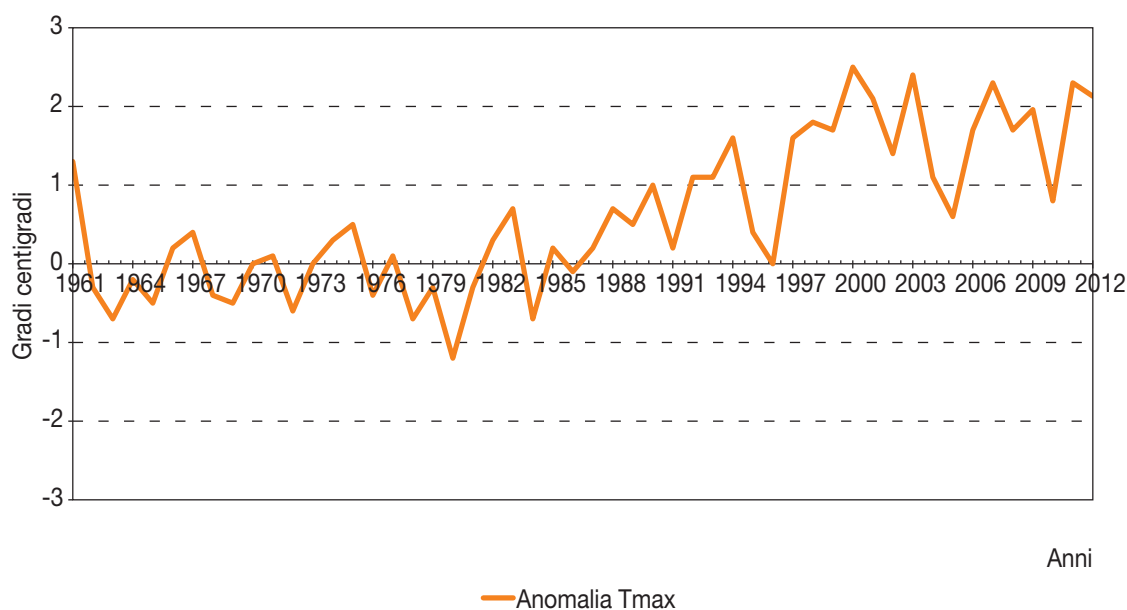
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.15: Andamento annuale dell'anomalia di temperatura minima mediata sull'intero territorio regionale nel periodo 1961-2012



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.16: Andamento temporale (stagionale) dell'anomalia di temperatura massima mediata sull'intero territorio regionale nel periodo 1961-2012



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.17: Andamento annuale dell'anomalia di temperatura massima mediata sull'intero territorio regionale nel periodo 1961-2012

Anomalia Temperatura minima

L'inverno 2012 è stato caratterizzato a livello regionale da un'anomalia negativa di circa 0,8 °C. Analizzando in dettaglio la configurazione spaziale delle anomalie invernali, si nota come quasi tutto il territorio regionale, a eccezione dell'Appennino centrale e di un numero ridotto di stazioni delle province di Parma, Reggio Emilia e Bologna, è stato caratterizzato da anomalie negative, più intense nelle province di: Ferrara, Forlì-Cesena, Parma (parte settentrionale). Questi valori negativi di anomalia sono dovuti alle basse temperature minime registrate nelle due settimane centrali del mese di gennaio (fino a -3°C nella provincia di Ferrara) e nelle prime due decadi del mese di febbraio, quando in pianura la temperatura minima è scesa fino a -18°C, portando il mese ad avere intense anomalie negative fino a 5°C.

Anomalie positive, estese su tutto il territorio regionale, sono state invece registrate durante la stagione *primaverile*. Il segnale di anomalia è stato abbastanza uniforme, di circa 1°C, con punte più intense (entro 2,5°C) su un numero ridotto di stazioni delle province di Parma e Reggio Emilia.

Questo segnale di anomalia positiva si è mantenuto anche durante l'estate, ma con intensità diversa. Analizzando la configurazione spaziale delle anomalie si notano valori massimi fino a 4°C soprattutto nelle province di Parma, Reggio Emilia, nell'Appennino modenese e in alcune stazioni della provincia di Forlì-Cesena. A livello regionale, la temperatura minima estiva è stata superiore al valore climatico di riferimento con circa 2,5°C (clima di riferimento: 1961-1990).

Durante la stagione *autunnale* le temperature minime mantengono una anomalia positiva su tutta la regione, con una media regionale di circa 1,8 °C. Il contributo importante alla stagione è dovuto soprattutto al mese di novembre, quando sono state registrate anomalie molto intense sia in pianura (ad esempio Bologna, circa 3°C di anomalia) sia sui rilievi. A livello *annuale* anomalie positive sono state registrate su quasi tutta la regione, con punte di circa 3°C per le province di Parma e Reggio Emilia.

Anomalia Temperatura massima

Durante la stagione *invernale* le anomalie sono state al di sopra del valore climatico di riferimento per quasi tutto il territorio regionale, con una media di circa 1°C. Analizzando l'andamento delle temperature massime durante i mesi invernali è stato notato come gennaio abbia registra-

to valori prossimi alla norma in pianura e superiori sui rilievi, mentre durante la prima decade del mese di febbraio sono stati osservati valori di temperatura massima sotto zero per circa 10 giorni, soprattutto in pianura (nominati anche giorni di gelo senza disgelo). In seguito le temperature sono aumentate, ma i valori medi del mese di febbraio sono rimasti sotto il valore climatico di riferimento. Tuttavia queste anomalie negative sono state mitigate dalle temperature del mese di gennaio (2012) e dicembre (2011), portando la stagione ad avere una anomalia superiore al valore climatico di riferimento.

La *primavera* 2012 è stata, invece, caratterizzata da anomalie positive su tutta la regione, con un valore medio regionale di circa 3°C. Analizzando la distribuzione spaziale delle anomalie si nota come valori piuttosto alti di anomalia, fino a 4°C, sono stati registrati nella parte sud-orientale della regione e, per un numero ridotto di stazioni, sull'Appennino centrale. Queste valori sono particolarmente elevati, poiché nella seconda parte del mese di marzo sono state registrate anomalie di 6-7°C (in pianura e sui rilievi). Il mese di aprile comincia con valori lievemente inferiori alla norma, mentre il mese di maggio ha tenuto valori in linea con la media climatologica.

Anomalie positive piuttosto elevate hanno interessato tutta la regione anche durante la stagione *estiva*, con un valore medio di circa 4,5°C. Analizzando in dettaglio i mesi estivi, è possibile evidenziare come valori elevati di temperatura siano stati registrati nel mese di giugno (40°C a Faenza il 30 giugno; 38,6°C a Imola il 20 giugno; 36°C a Bologna il 30 giugno). L'ondata di calore ha continuato anche nel mese di luglio, quando i valori sono stati sempre superiori alla norma di riferimento, raggiungendo punte di 39°C nella pianura centro-orientale, dove si sono registrate temperature massime oltre 35°C per 15 giorni. Valori elevati sono stati registrati anche nel mese di agosto, con punte di circa 41°C a Faenza il 24 agosto e sino a 20 giorni con temperature massime superiori a 35°C.

Un'anomalia positiva ed estesa su tutta la regione è stata registrata anche durante la stagione *autunnale*, con un valore medio di anomalia regionale di 1,5°C. Le temperature massime registrate nel mese di settembre sono state in media con i valori climatici di riferimento, mentre i mesi di ottobre e novembre hanno registrato valori leggermente superiori alla media climatologica del periodo 1961-1990, in particolare sul settore centro-orientale.

A livello *annuale* le temperature massime

mostrano un'anomalia positiva su tutta la regione con valori più intensi sulla parte centro-orientale e lungo l'asta del Po. Il valore medio regionale di anomalia è di circa 2°C, dovuto principalmente alle elevate temperature registrate durante la primavera ed estate.

Andamenti temporali e trend

Nel periodo 1961-2012 si mantiene una tendenza positiva per i valori medi annuali e stagionali delle temperature minime e massime. Il

trend annuale per le temperature massime rimane superiore a quello delle temperature minime (0,48°C/10 anni contro 0,28°C/10 anni). Per quanto riguarda i valori stagionali delle temperature minime, la tendenza più forte si mantiene ancora per la stagione estiva (0,41°C/10 anni), seguita poi da primavera, autunno e inverno (attorno a 0,26°C/10 anni). Tendenze positive per la temperatura massima estiva (0,68°C/10 anni), seguita da primavera (0,5°C/10 anni), inverno (0,38°C/10 anni) e autunno (0,26°C/10 anni).



Anomalia della precipitazione totale dell'anno 2012

Descrizione

L'anomalia della precipitazione è calcolata come la differenza tra la precipitazione totale dell'anno di riferimento (2012) e il clima del periodo 1961-1990. Le anomalie pluviometriche dell'anno 2012 sono state valutate a livello stagionale e annuale, partendo dai dati giornalieri delle stazioni (200 stazioni con dati per il 2012) interpolati sull'intero territorio regionale.

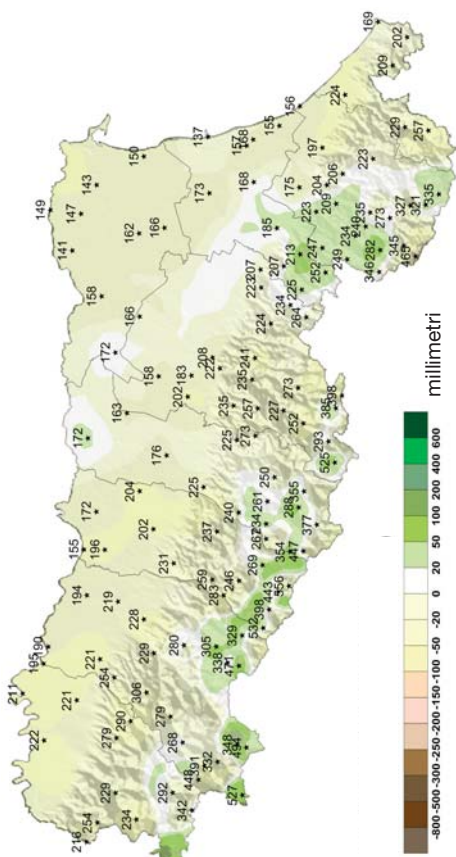
Scopo

Tale indicatore permette di evidenziare le aree dove, nel 2012, la precipitazione è stata in linea con i valori climatici di riferimento o dove, al contrario, sono stati riscontrati degli scostamenti.

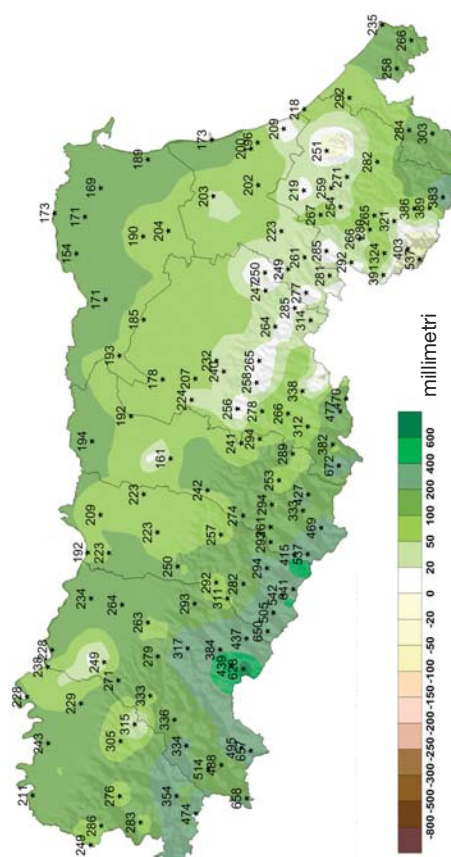
Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Anomalia della precipitazione totale dell'anno 2012 rispetto al clima di riferimento (periodo 1961-1990); valori stagionali e annuali		DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	Millimetri	FONTE	Arpa Emilia-Romagna	
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia	COPERTURA TEMPORALE DATI	1961-2012	
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Aria, Suolo	
RIFERIMENTI NORMATIVI	Non esistono dei riferimenti normativi di legge. Per le elaborazioni si fa riferimento alle specifiche proposte dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM)			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Controllo di qualità dei dati, valutazione della omogeneità delle serie temporali, interpolazione, calcolo dei trend e significatività statistica. Valutazione dei valori medi e delle anomalie dell'anno 2012 rispetto al periodo climatico di riferimento 1961-1990			

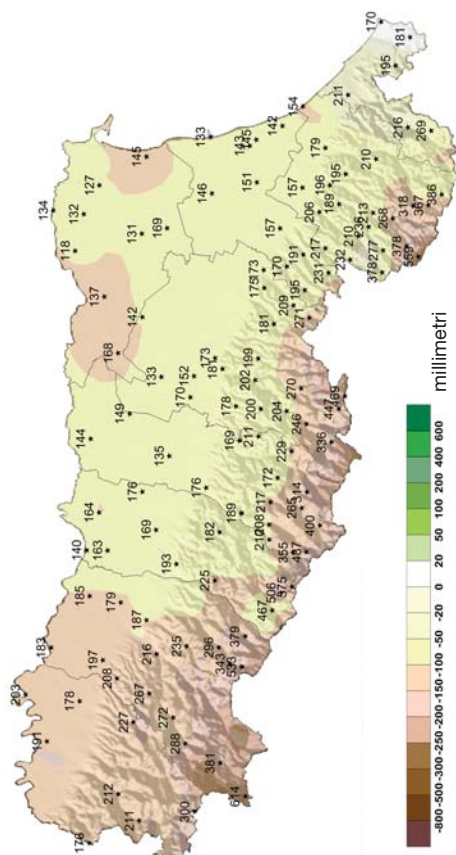
Primavera



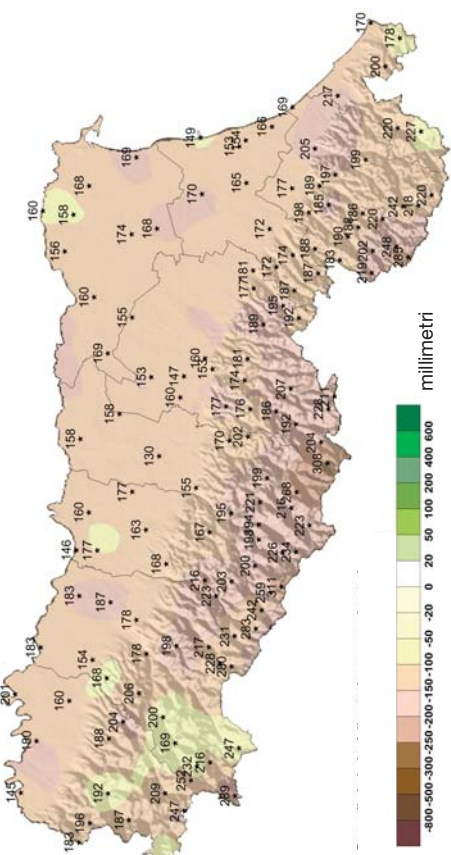
Autunno



Inverno



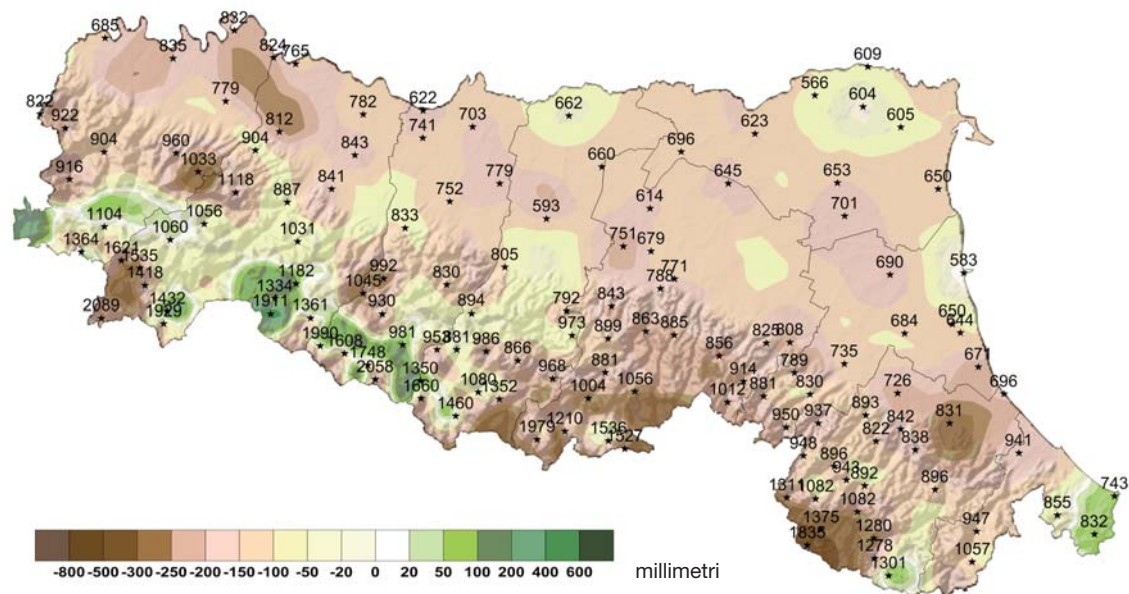
Estate



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.18: Anomalia delle precipitazioni - valori stagionali (2012)

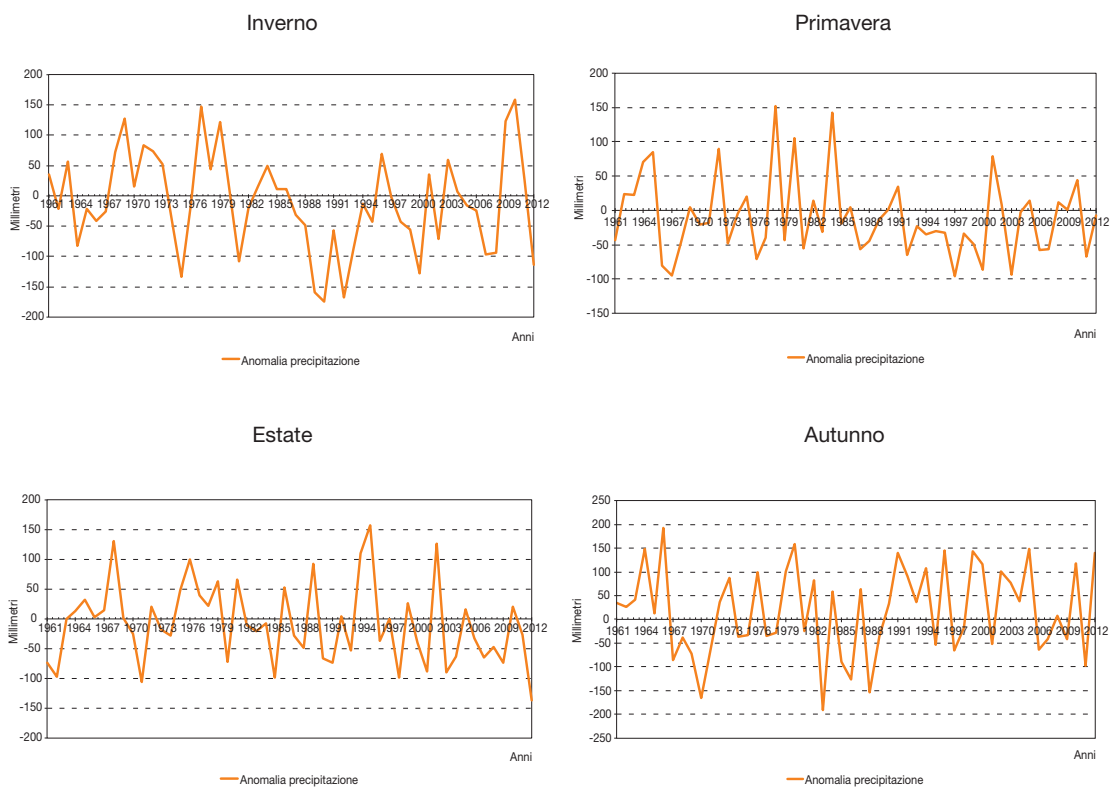
LEGENDA: Sopra il simbolo della stazione sono riportati i valori climatici di riferimento, calcolati sul periodo 1961-1990



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

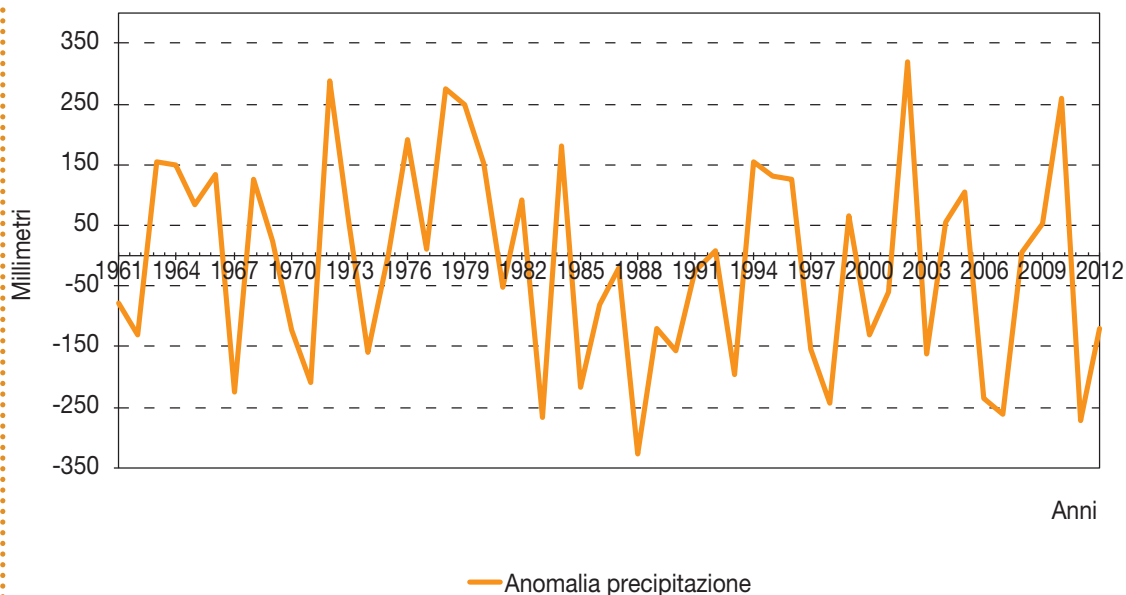
Figura 2.19: Anomalia delle precipitazioni - valori annuali (2012)

LEGENDA: Sopra il simbolo della stazione sono riportati i valori climatici di riferimento, calcolati sul periodo 1961-1990



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.20: Andamento temporale (stagionale) dell'anomalia di precipitazione mediata sull'intero territorio regionale nel periodo 1961-2012



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.21: Andamento temporale (annuale) dell'anomalia di precipitazione mediata sull'intero territorio regionale nel periodo 1961-2012

Commento

Durante l'*inverno* sono state osservate anomalie di precipitazione negative su tutto il territorio regionale. Precipitazioni inferiori al clima di riferimento sono state registrate nei mesi di dicembre (2011) e gennaio (2012), mentre la prima metà del mese di febbraio è stata caratterizzata da forti precipitazioni a carattere nevoso, in particolare sulla Romagna. Gli accumuli di neve sono stati compresi in pianura tra 100 e 200 cm in Romagna e tra 50 e 100 cm sul resto della regione, con valori più bassi nel ferrarese e lungo l'asta del Po. Valori elevati dello spessore del manto nevoso sono stati invece registrati sulle cime dell'Appennino romagnolo, con valori fino a 300 cm. Le abbondanti precipitazioni registrate nel mese di febbraio non sono riuscite tuttavia a compensare il deficit dei mesi di dicembre e gennaio, caratterizzando perciò la stagione invernale con un deficit regionale di circa 110 mm (media sulle stazioni disponibili).

La *primavera* è stata caratterizzata da una lieve anomalia negativa di precipitazione su quasi tutta la regione, tranne per alcune stazioni dell'Appennino, dove sono state registrate anomalie positive di circa 50 mm. La stagione è iniziata con il mese di marzo caratterizzato da un deficit di precipitazioni, aprile con precipitazioni nella norma in pianura e superiori alle medie sui rilievi e il mese di maggio con precipitazioni superiori alla norma, soprattutto lungo la fascia appenninica. La media stagionale delle anomalie

di precipitazioni, calcolata prendendo in considerazione le stazioni disponibili, evidenzia tuttavia una anomalia negativa di circa 10 mm.

Nella stagione *estiva* anomalie negative di precipitazioni sono state registrate su tutto il territorio regionale, con punte di 150 mm in pianura e di 170 mm sui rilievi. Il deficit di precipitazioni è stato registrato in tutti i mesi estivi, ma con un massimo nel mese di agosto. La media spaziale calcolata su tutte le stazioni indica un'anomalia stagionale negativa di circa 140 mm.

L'*autunno* è stato, invece, caratterizzato da una anomalia positiva su tutto il territorio regionale, con valori più elevati di precipitazioni nella parte occidentale della regione, soprattutto sui rilievi dove le anomalie hanno raggiunto valori anche di 300 mm, lungo l'asta del Po e sul ferrarese (fino a 150 mm sopra il periodo climatico di riferimento). Il resto del territorio ha registrato valori positivi, contenuti entro i 100 mm. Analizzando in dettaglio i mesi autunnali è stato osservato che durante il mese di settembre abbondanti precipitazioni sono cadute nel ferrarese e sui rilievi parmensi; a ottobre le precipitazioni hanno interessato tutta la regione, ma con intensità maggiori sul settore reggiano e piacentino (oltre 100 mm); a novembre le precipitazioni sono state nella norma sul settore centro-orientale e superiori sul resto del territorio regionale. Complessivamente la media regionale

delle anomalie evidenzia un aumento rispetto al valore di riferimento di circa 150 mm.

Le anomalie positive di precipitazione registrate nella stagione autunnale non hanno compensato il deficit di precipitazione registrato durante l'inverno, la primavera, ma soprattutto durante l'estate, conferendo a livello *annuo* una configurazione caratterizzata da un deficit di precipitazione su quasi tutta la regione,

tranne che per un numero ridotto di stazioni dell'Appennino emiliano. L'anomalia media regionale è stata di circa 120 mm al di sotto della media climatica.

In generale, sul periodo 1961-2012 permane una tendenza negativa dell'andamento annuale delle precipitazioni, così come a livello stagionale per l'inverno, la primavera e l'estate; le precipitazioni mantengono invece una tendenza positiva per la stagione autunnale.



Anomalia del numero di giorni con gelo e con $T_{max} > 30^{\circ}\text{C}$

Descrizione

Il numero di giorni di gelo, ossia i giorni con temperatura minima inferiore a 0°C , è stato calcolato per il periodo 1961-2012 a livello stagionale (inverno, primavera e autunno), partendo dai dati giornalieri interpolati su tutto il territorio regionale. Per la stagione estiva è stato calcolato, invece, il numero di giorni con temperatura massima maggiore di 30°C .

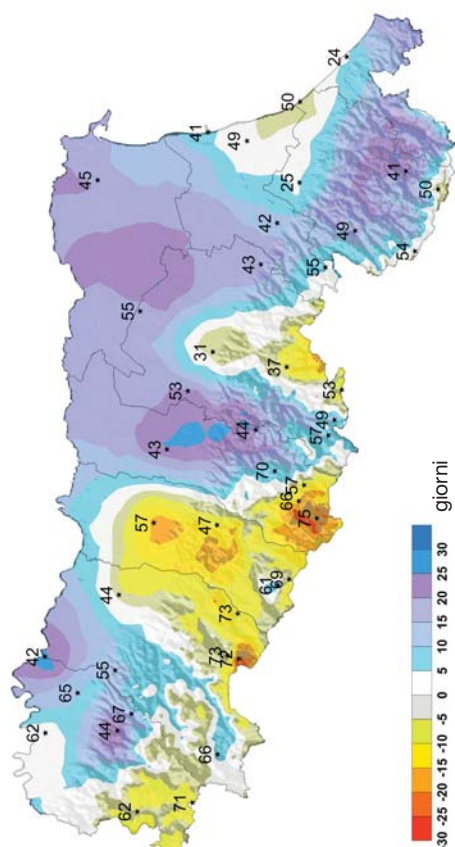
Scopo

Valutare eventuali anomalie termiche per quanto riguarda i giorni con gelo e i giorni più caldi.

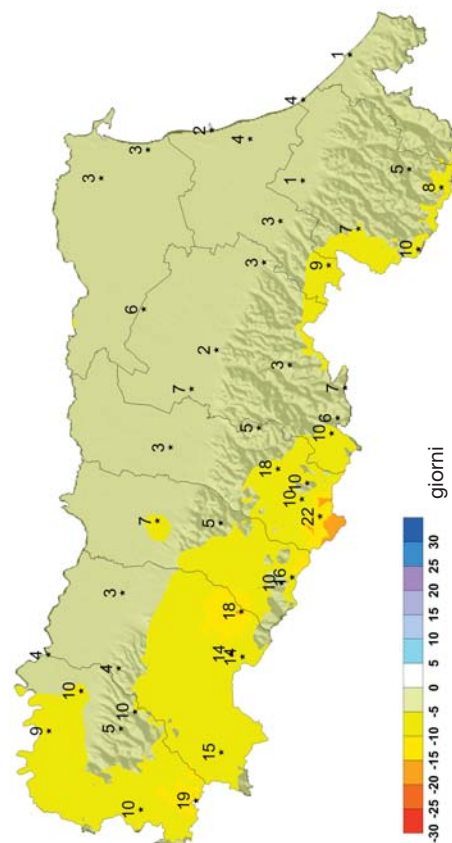
Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Anomalia del numero di giorni con gelo ($T_{min} < 0^{\circ}\text{C}$) e del numero di giorni con $T_{max} > 30^{\circ}\text{C}$ rispetto al clima di riferimento (periodo 1961-1990)		DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	Giorni	FONTE	Arpa Emilia-Romagna	
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia	COPERTURA TEMPORALE DATI	1961-2012	
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Aria, Suolo	
RIFERIMENTI NORMATIVI	Non esistono riferimenti di legge. Le elaborazioni sono basate sulle specifiche definite dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM)			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Dopo una fase di controllo di qualità dei dati e interpolazione spaziale, sono stati calcolati gli istogrammi di frequenza, dai quali sono stati estratti gli indicatori di valori estremi (decimo e novantesimo percentile)			

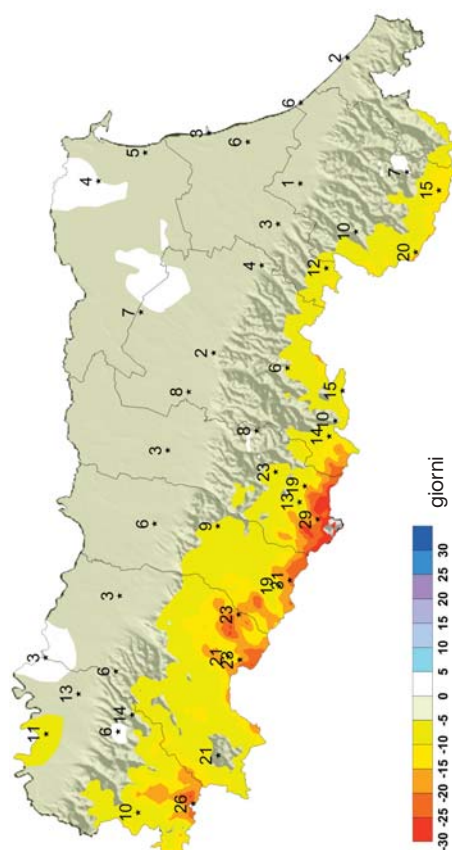
Inverno



Autunno



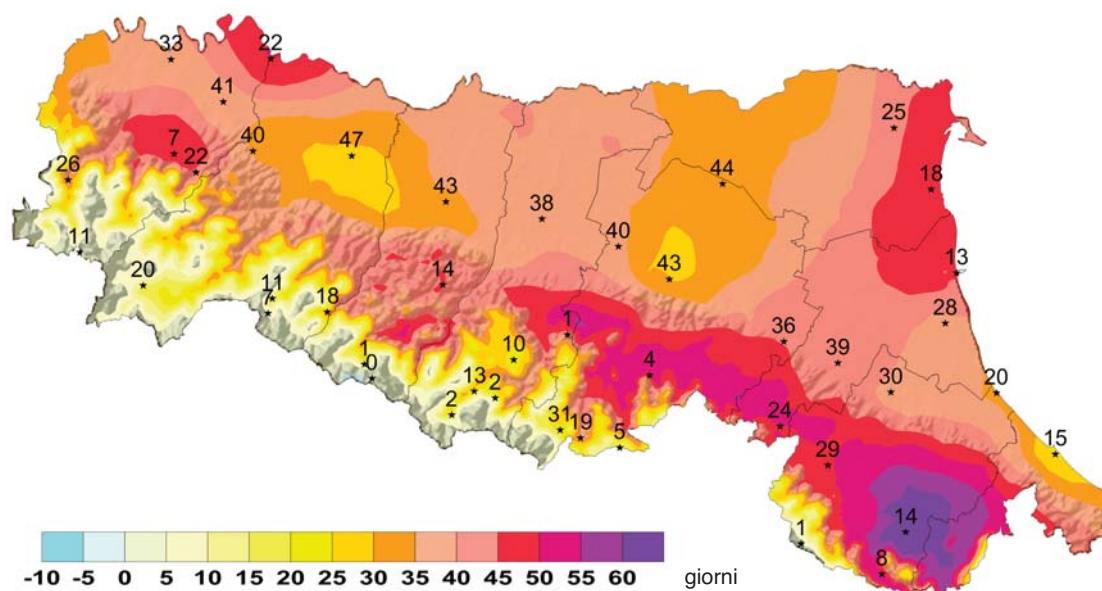
Primavera



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.22: Anomalia del numero di giorni con gelo - valori stagionali (2012)

LEGENDA: Sopra il simbolo della stazione sono riportati i valori climatici di riferimento, calcolati sul periodo 1961-1990



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.23: Anomalia del numero di giorni con temperatura massima superiore a 30°C - valori estate 2012

LEGENDA: Sopra il simbolo della stazione sono riportati i valori climatici di riferimento, calcolati sul periodo 1961-1990

Commento

Durante l'estate 2012 il numero di giorni con temperatura massima superiore a 30°C è stato superiore al valore climatico di riferimento su tutta la regione. Analizzando in dettaglio la distribuzione spaziale dell'indicatore, si nota come le anomalie positive dell'indicatore siano state molto elevate soprattutto lungo la fascia appenninica centro-orientale (fino a 60 giorni di anomalia) e per un numero ridotto di stazioni delle province di Ferrara, Ravenna e della parte settentrionale delle province di Piacenza e Parma. Il contributo importante a queste anomalie positive su tutta la regione è dato sia dai valori elevati di temperatura massima registrati nei mesi di luglio e agosto sia dal numero di giorni superiori a 30°C.

La distribuzione spaziale del numero di giorni di gelo per l'inverno 2012 vede anomalie positive su gran parte della regione, tranne che sulla fascia appenninica e nelle province di Parma (settore orientale) e Reggio Emilia dove invece sono stati

registrati valori anomali negativi. Le anomalie positive dell'indicatore hanno raggiunto fino a 25 giorni nelle province di Ferrara, Bologna e Forlì-Cesena e sono dovute soprattutto alle temperature minime molto basse registrate nel mese di febbraio.

Durante la primavera il segnale di anomalia del numero di giorni con gelo presenta valori negativi su tutta la regione, con valori più bassi (-5 giorni) nella pianura e lungo la fascia pedemontana e valori più alti lungo la fascia appenninica (fino a -30 giorni).

Anomalie negative dell'indicatore sono state ottenute anche durante la stagione autunnale su tutto il territorio regionale, con valori più intensi (-10 giorni) nella provincia di Piacenza e nell'Appennino tosco-emiliano. Nel resto del territorio le anomalie hanno avuto valori più bassi (compresi tra 0 e -5 giorni).



Anomalia numero giorni con precipitazione >90^{mo} percentile

Descrizione

Tale indicatore rappresenta il numero di giorni nel quale la precipitazione è stata superiore al 90^{mo} percentile della distribuzione della pioggia giornaliera osservata. Tale soglia è il limite per cui la probabilità di occorrenza di un valore superiore risulta inferiore al 10%. Per l'anno 2012 è stata calcolata l'anomalia dell'indicatore rispetto al periodo di riferimento (1961-1990). Questo indicatore fornisce una misura del numero di eventi estremi di pioggia.

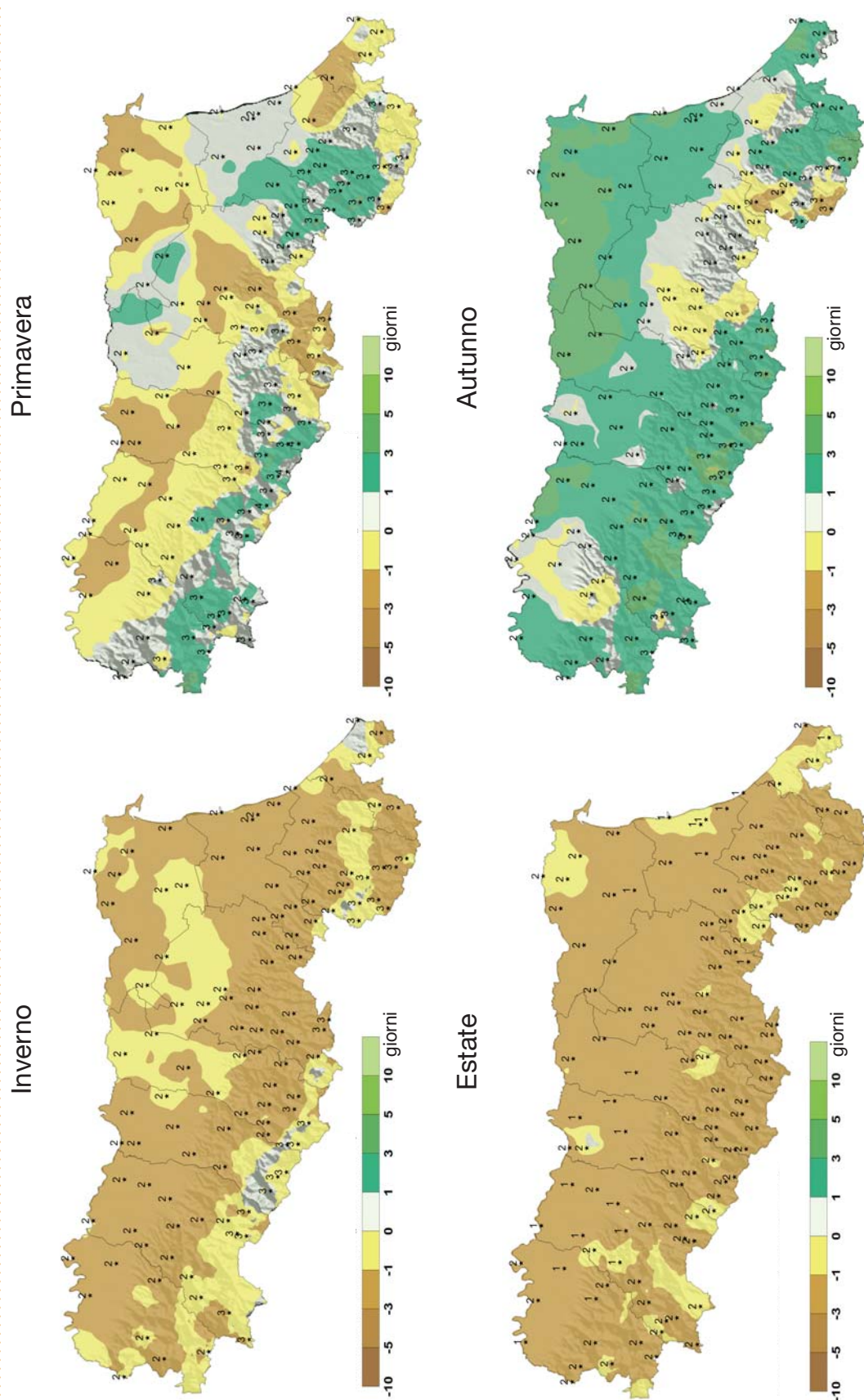
Scopo

Evidenziare le eventuali anomalie riscontrate nell'anno 2012, per quanto riguarda in particolare l'occorrenza di eventi estremi.

Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Anomalia del numero di giorni con precipitazione superiore al 90 ^{mo} percentile rispetto al clima di riferimento (periodo 1961-1990)	DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	Giorni	FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia	COPERTURA TEMPORALE DATI	1961-2012
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Aria, Suolo
RIFERIMENTI NORMATIVI	Non esistono riferimenti di legge. Le elaborazioni sono basate sulle specifiche definite dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM)		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Dopo una fase di controllo di qualità dei dati, interpolazione, sono stati calcolati gli istogrammi di frequenza, dai quali sono stati estratti gli indicatori di valori estremi (decimo e novantesimo percentile)		

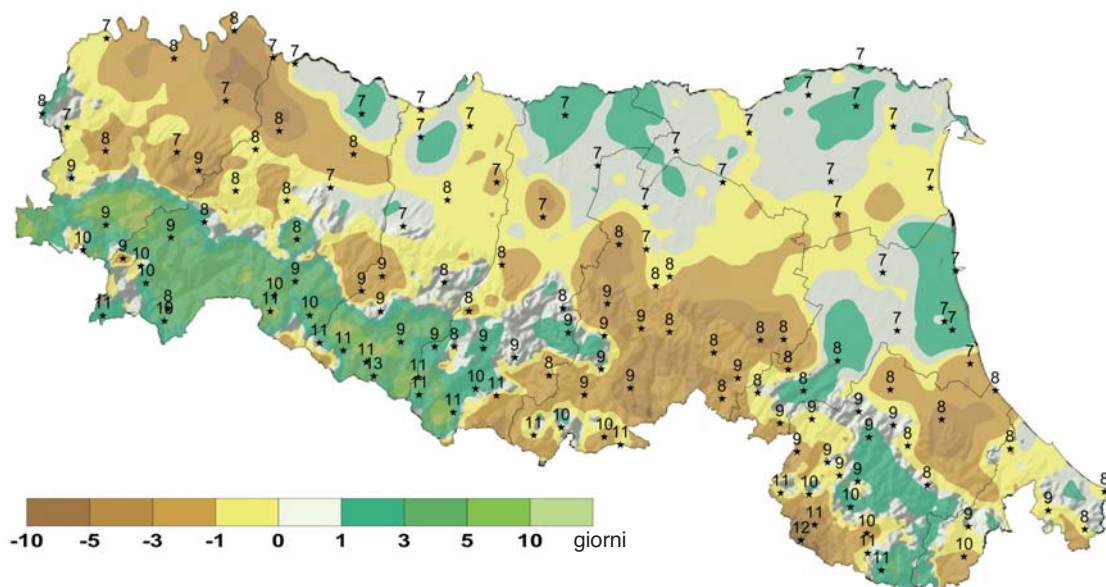
Grafici e tabelle



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.24: Anomalia del numero di giorni con precipitazione superiore al 90^{mo} percentile - valori stagionali (2012)

LEGENDA: Sopra il simbolo della stazione sono riportati i valori climatici di riferimento, calcolati sul periodo 1961-1990



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.25: Anomalia del numero di giorni con precipitazione superiore al 90^{mo} percentile - valori annuali (2012)

LEGENDA: Sopra il simbolo della stazione sono riportati i valori climatici di riferimento, calcolati sul periodo 1961-1990

Commento

Durante l'*inverno* 2012, il numero di giorni con precipitazione superiore al 90^{mo} percentile ha registrato una lieve anomalia negativa (circa 1 giorno in meno rispetto al periodo climatico di riferimento).

La stagione *primaverile* è stata caratterizzata da una configurazione più complessa dell'indicatore, con anomalie positive di circa 2 giorni lungo l'Appennino emiliano e sulla Romagna (province di Forlì-Cesena e Ravenna), mentre il resto della regione ha registrato una anomalia negativa di circa 1 giorno.

Un numero ridotto di giorni con precipitazioni intense è stato registrato durante l'*estate* 2012 su tutto il territorio regionale. Infatti, analizzando la distribuzione spaziale dell'indicatore, si nota la presenza di una anomalia negativa confermata anche dal deficit idrico registrato nell'estate 2012.

Per quanto riguarda la stagione *autunnale* valori al di sopra della norma climatica di riferimento sono stati registrati per quasi tutto il territorio regionale, tranne la parte orientale della provincia di Piacenza e i rilievi romagnoli, dove l'indicatore è stato leggermente al di sotto del valore climatico di riferimento. Le anomalie positive dell'indicatore sono state più elevate nel ferrarese e sui rilievi centro-occidentali, dovute alle precipitazioni intense di settembre e ottobre.

A livello *annuale* la configurazione spaziale è complessa, con una lieve anomalia positiva dell'indicatore sulla parte settentrionale della regione, gran parte delle province di Ferrara, Ravenna e lungo l'Appennino emiliano, mentre il resto del territorio è stato caratterizzato da anomalie negative (3 giorni in meno rispetto al valore climatico di riferimento).



Anomalia del numero di giorni consecutivi senza pioggia

Descrizione

L'indicatore rappresenta il numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazione (inteso come precipitazioni inferiori a 1 mm) osservato nell'anno 2012. Il dato viene calcolato separatamente per le varie stagioni e anche annualmente per il periodo 1961-2012. L'anomalia dell'anno 2012 viene calcolata rispetto al periodo di riferimento 1961-1990. Valori elevati di questo indicatore evidenziano periodi siccitosi.

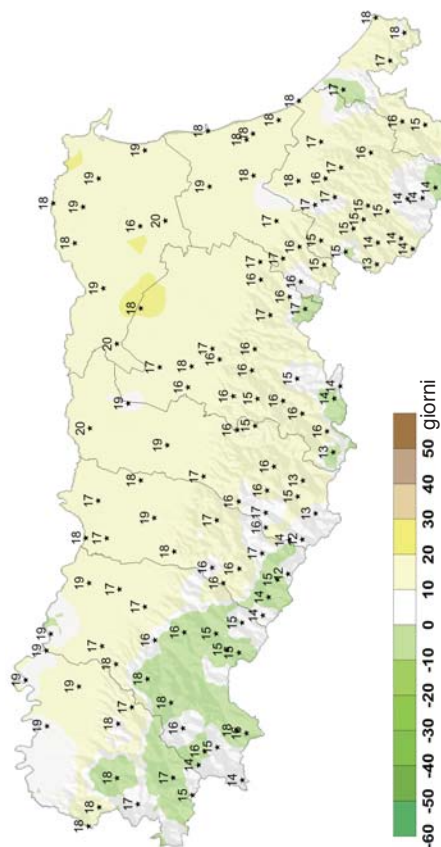
Scopo

Evidenziare le eventuali anomalie riscontrate nell'anno 2012, per quanto riguarda in particolare l'occorrenza di eventi siccitosi.

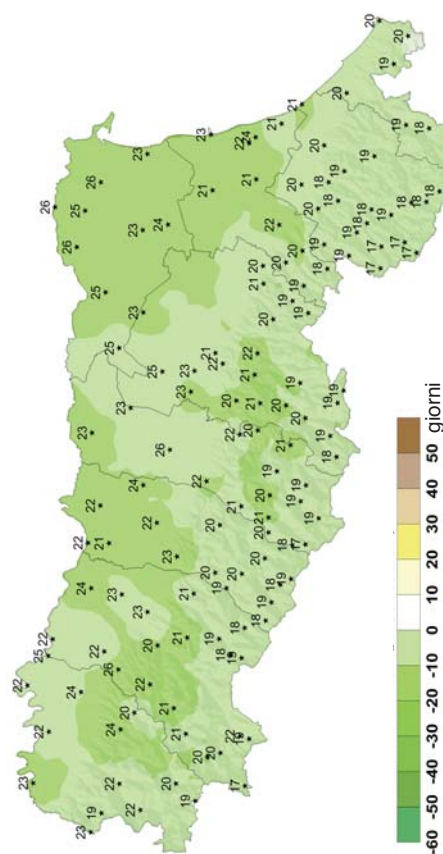
Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Anomalia del numero di giorni consecutivi senza pioggia (CDD) rispetto al clima di riferimento (periodo 1961-1990)	DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	Giorni	FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Provincia	COPERTURA TEMPORALE DATI	1961-2012
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Aria, Suolo
RIFERIMENTI NORMATIVI	Non esistono riferimenti di legge. Le elaborazioni sono basate sulle specifiche definite dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM)		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Dopo una fase di controllo di qualità dei dati, interpolazione, sono stati calcolati gli istogrammi di frequenza, dai quali sono stati estratti gli indicatori di valori estremi (decimo e novantesimo percentile)		

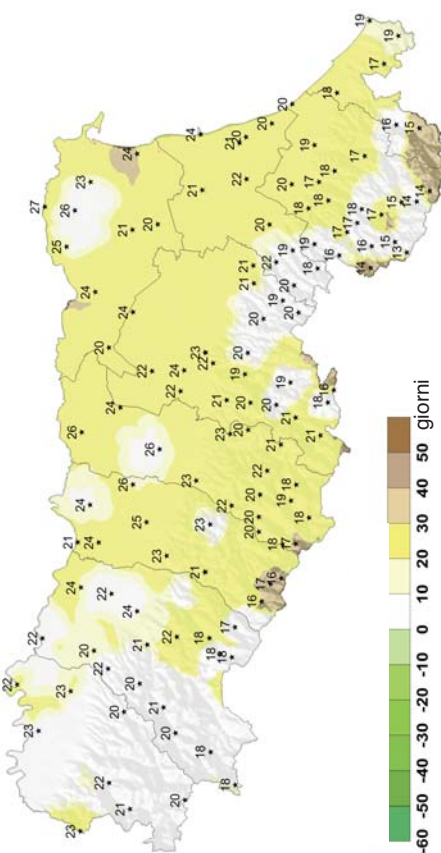
Primavera



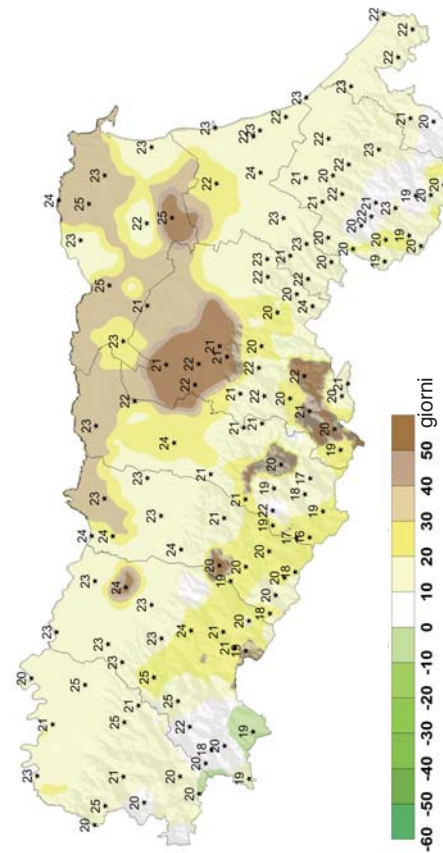
Autunno



Inverno



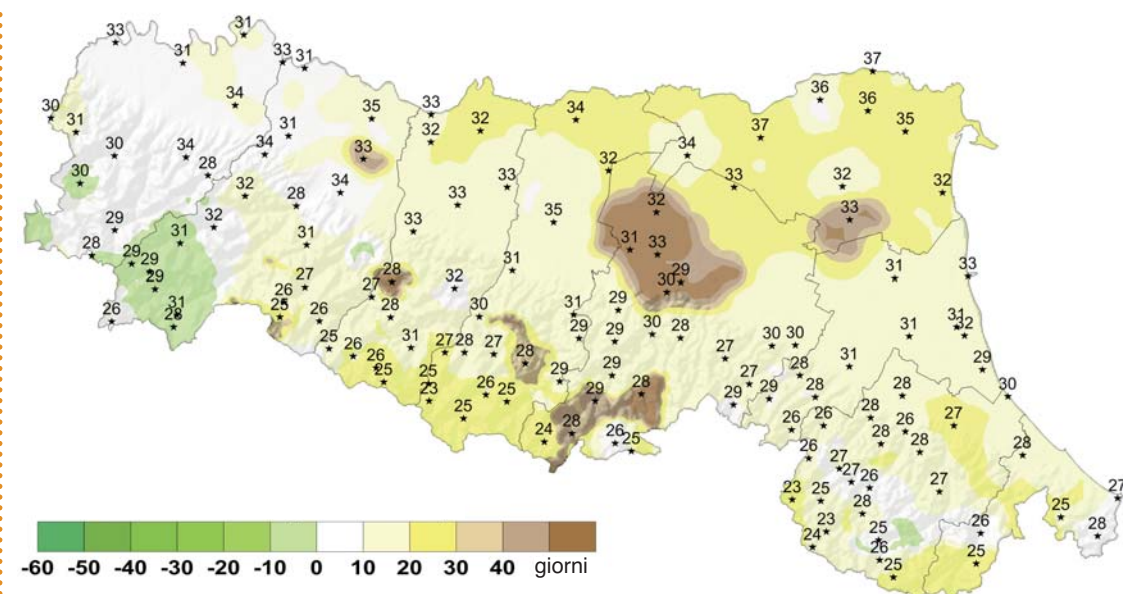
Estate



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.26: Anomalia del numero di giorni consecutivi senza precipitazione - valori stagionali (2012)

LEGENDA: Sopra il simbolo della stazione sono riportati i valori climatici di riferimento, calcolati sul periodo 1961-1990



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.27: Anomalia del numero di giorni consecutivi senza precipitazione - valori annuali (2012)

LEGENDA: Sopra il simbolo della stazione sono riportati i valori climatici di riferimento, calcolati sul periodo 1961-1990

Commento

Il numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazioni durante la stagione *invernale* del 2012 è stato al di sopra del valore climatico di riferimento su tutto il territorio regionale. Valori più bassi dell'anomalia sono stati registrati nella parte occidentale e sull'Appennino romagnolo (fino a 10 giorni), mentre il resto del territorio ha registrato valori di anomalia più elevati, fino a 25 giorni.

Il segnale di anomalia positiva su quasi tutta la regione permane anche per la stagione *primaverile*, anche se con una minore intensità (da 0 a -10 giorni). Un numero ridotto di stazioni situate nell'Appennino piacentino, parmense, reggiano hanno registrato, invece, una lieve anomalia positiva (circa 1 giorno).

La stagione *estiva* mantiene un'anomalia positiva dell'indicatore su tutta la regione, con valori fino

a 60 giorni (nella provincia di Bologna). Questi valori confermano il carattere siccitoso dell'estate 2012.

Per quanto riguarda la stagione *autunnale*, la configurazione spaziale dell'indicatore manifesta anomalie negative su tutta la regione, con valori fino a -15 giorni nella provincia di Ferrara e nella parte settentrionale della provincia di Reggio Emilia. Tali anomalie negative confermano un autunno di precipitazioni abbondanti.

A livello *annuale* prevale l'influenza della stagione estiva e la configurazione dell'indicatore è molto simile a quella registrata durante l'estate. Predominano le anomalie positive su gran parte del territorio regionale, con valori più elevati per alcune stazioni della provincia di Bologna (fino a 50 giorni).



Altezze di afflusso mensile alle sezioni dei fiumi Po e Reno

Descrizione

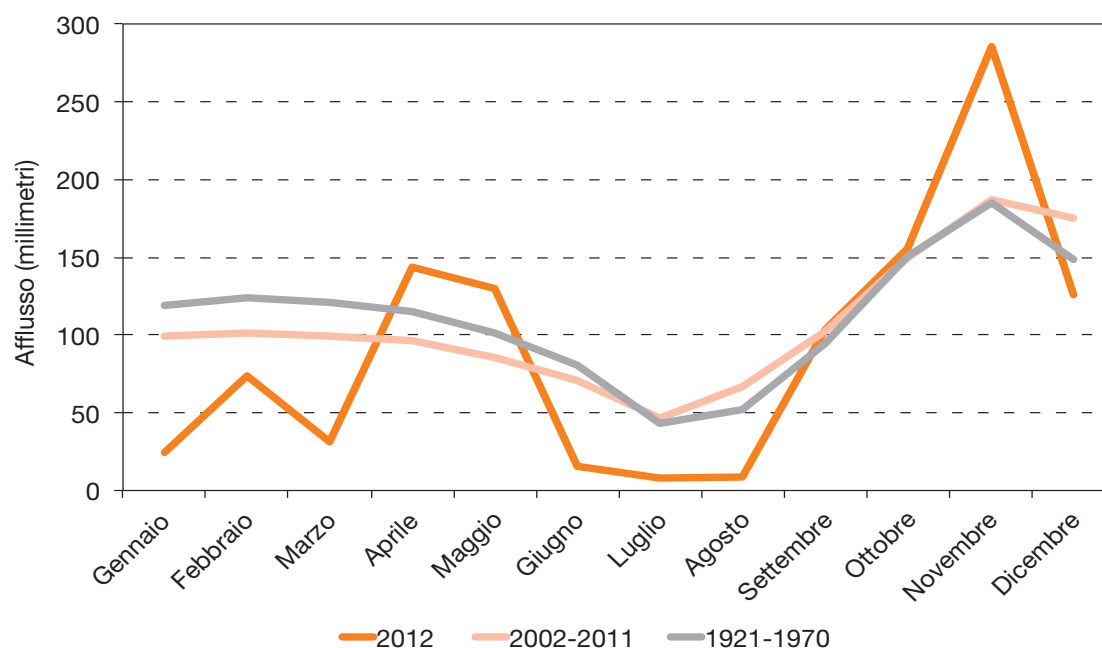
L'altezza di afflusso meteorico rappresenta l'apporto d'acqua a un bacino di interesse; il confronto con l'afflusso su un periodo di riferimento permette di valutare la variazione nel tempo dell'apporto meteorico, evidenziando eventuali tendenze a un mutamento climatico nel tempo. L'anno 2012 è stato, pertanto, confrontato con il lungo periodo (corrispondente al cinquantennio 1921-1970 per il Reno e 1923-1972 per il Po) e il medio periodo (2002-2011), mediando i valori di afflusso mensile e annuale alle sezioni di chiusura dei fiumi Po, a Pontelagoscuro, e Reno, a Casalecchio.

Scopo

L'altezza di afflusso meteorico permette di rappresentare, in un quadro sintetico, le disponibilità idriche dei bacini dei fiumi Po e Reno; la scelta di tre distinti periodi viene utilizzata, oltre che per individuare gli intervalli temporali con afflussi più o meno abbondanti, anche per verificare le tendenze sul medio e lungo periodo. Queste ultime possono evidenziare una varianza ciclica e periodica, con un andamento talvolta sinusoidale, o una vera e propria tendenza a un mutamento idrologico costante nel tempo, oppure, infine, variazioni brusche.

Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Altezze di afflusso mensile alle sezioni dei fiumi Po e Reno	DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	Millimetri	FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Bacino idrografico	COPERTURA TEMPORALE DATI	2012
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Acqua
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Afflussi medi annui e mensili per gli intervalli temporali considerati		



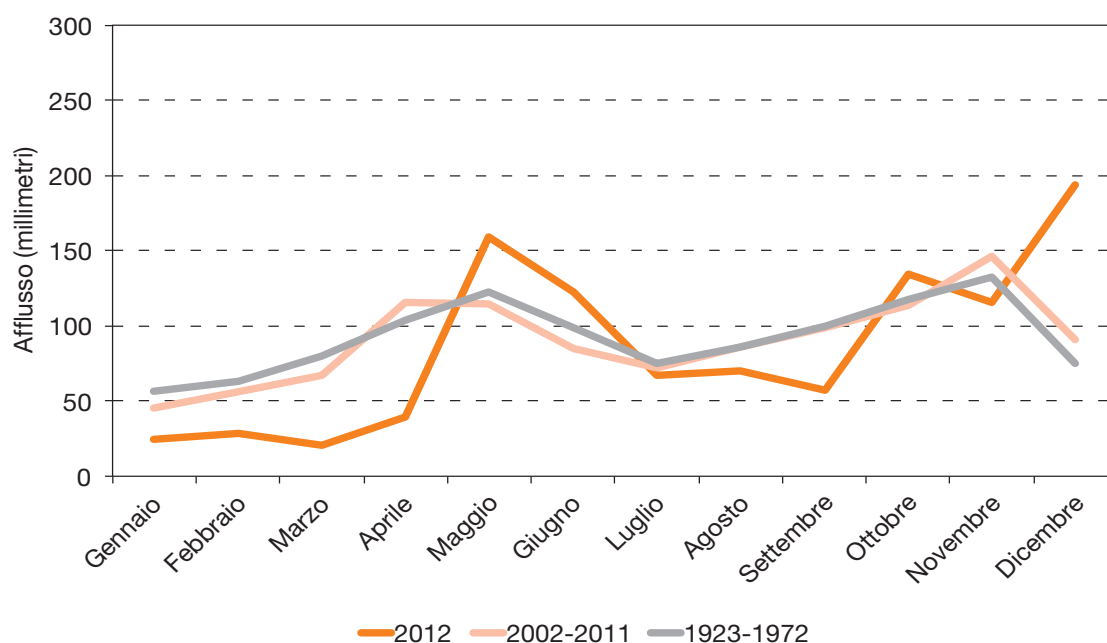
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.28: Andamenti temporali degli afflussi mensili alla sezione idrometrica del fiume Reno a Casalecchio nell'anno 2012, nel periodo 2002-2011 e nel cinquantennio 1921-1970

Tabella 2.7: Andamenti temporali degli afflussi mensili alla sezione idrometrica del fiume Reno a Casalecchio nell'anno 2012, nel periodo 2002-2011 e nel cinquantennio 1921-1970

ANNO	AFFLUSSI MENSILI in millimetri												
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Afflusso med. annuo
2012	24,0	74,0	31,0	144,0	130,0	16,0	8,0	9,0	103,0	155,0	285,0	126,0	92,1
2002-2011	99,1	101,5	99,4	96,4	85,9	70,7	46,6	66,7	101,8	149,7	187,2	175,3	106,7
1921-1970	119,3	124,4	121,2	115,2	101,7	80,4	43,0	51,7	94,1	150,8	185,1	148,7	111,3

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.29: Andamenti temporali degli afflussi mensili alla sezione idrometrica del fiume Po a Pontelagoscuro nell'anno 2012, nel periodo 2002-2011 e nel cinquantennio 1923-1972

Tabella 2.8: Andamenti temporali degli afflussi mensili alla sezione idrometrica del fiume Po a Pontelagoscuro nell'anno 2012, nel periodo 2002-2011 e nel cinquantennio 1923-1972

ANNO	AFFLUSSI MENSILI in millimetri											
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
2012	24,4	28,2	20,5	39,7	158,9	122,3	67,2	70,2	56,9	134,5	115,6	193,8
2002-2011	45,3	56,5	66,9	115,7	114,3	85,4	71,8	85,5	98,6	114,0	146,4	90,8
1923-1972	56,5	62,9	80,1	104,1	122,1	98,4	74,8	86,0	99,9	118,0	132,2	74,6
												Afflusso med. annuo
												86,0
												91,0
												92,5

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Commento

Lo studio della distribuzione della pioggia su di un'ampia regione con molte accidentalità orografiche, come è il bacino padano, conduce ad ammettere una certa variazione della pioggia spazio temporale, anche rispetto all'altitudine. E' possibile rappresentare sinteticamente questa variabilità spaziale attraverso un valore di afflusso espresso come l'altezza omogenea d'acqua pari al rapporto tra il contributo meteorico in volume sull'intero bacino e la superficie dello stesso.

Per la stazione del fiume Po a Pontelagoscuro si sono considerate la serie storica di afflusso per il lungo periodo 1923-1972, che è stata pubblicata, e i dati relativi al medio periodo 2002-2011, in corso di pubblicazione, che pertanto potrebbero subire variazioni in fase di validazione finale a scala interregionale. Dalla visione dei diagrammi riassuntivi del 2012 si evidenzia come i valori di afflusso calcolati alla sezione di chiusura del fiume Po a Pontelagoscuro varino tra un minimo di 21 mm nel mese di marzo e un massimo di 194 mm nel mese di dicembre; un secondo massimo si registra nel mese di maggio, con un valore pari a 159 mm, mentre un secondo minimo si evidenzia nel mese di gennaio con un afflusso pari a 24 mm. Complessivamente per la stazione in esame il valore dell'afflusso medio annuo risulta confrontabile con le medie sia del cinquantennio che del decennio in esame. Con riferimento agli afflussi mensili, essi risultano inferiori alle medie nei mesi da gennaio ad aprile, da agosto a settembre e in

novembre; afflusso mensile confrontabile con le medie nel mese di luglio; infine, afflussi mensili superiori alle medie nei mesi di maggio, giugno, ottobre e dicembre.

Il bacino del Reno presenta una minore estensione rispetto al bacino padano, oltre che una minore accidentalità orografica; pertanto la distribuzione degli afflussi alle scale considerate risulta più omogenea.

Per la stazione del fiume Reno a Casalecchio si sono considerate le serie storiche pubblicate di afflusso per il medio periodo 2002-2011 e per il lungo periodo 1921-1970.

Nel 2012 gli afflussi relativi a tale stazione variano tra un minimo di 8 mm nel mese di luglio e un massimo di 285 mm nel mese di novembre; un secondo massimo si registra nel mese di aprile, con un valore pari a 144 mm, mentre un secondo minimo nel mese di gennaio, pari a 24 mm. L'anno 2012 si presenta con afflussi mensili inferiori alle medie, da gennaio a marzo; valori di afflusso inferiori alle medie si osservano, poi, fra giugno e agosto e in dicembre; settembre e ottobre sono stati mesi con afflussi meteorici in linea con le medie di breve e lungo periodo; i mesi di aprile, maggio e novembre fanno registrare invece afflussi superiori alla media di lungo periodo. In conclusione, gli afflussi medi lungo l'anno 2012 risultano confrontabili, seppur leggermente inferiori rispetto a quelli del decennio e del cinquantennio presi a riferimento.



Standardized Precipitation Index

Descrizione

L'indice SPI (Standardized Precipitation Index) permette di quantificare l'anomalia della precipitazione rispetto al suo valore medio per diverse scale temporali e di caratterizzare la presenza di periodi meteorologicamente siccitosi, potenzialmente impattanti sulla disponibilità delle risorse idriche; in particolare può risultare un utile strumento di indagine per le valutazioni sul regime idrologico. L'indice SPI può inoltre essere utilizzato per lo studio dell'andamento dei periodi secchi e umidi. Per l'anno 2012 sono stati calcolati i valori dell'indice SPI per le durate pari a 1, 3, 6, 12 e

24 mesi, utilizzando l'afflusso relativo al bacino sotteso dalle sezioni di chiusura dei fiumi Po, a Pontelagoscuro, e Reno, a Casalecchio Chiusa.

Nella pagina corrente viene riportata la tabella di classificazione dell'indice SPI, a seconda dello stato di disponibilità idrica; valori di $SPI \leq -1$ corrispondono a periodi meteorologicamente siccitosi, mentre valori di $SPI \geq 1$ individuano condizioni umide.

Scopo

L'indice permette di quantificare l'anomalia di precipitazione rispetto al suo valore medio per diverse scale temporali, in modo da considerare gli impatti di periodi meteorologicamente siccitosi o con abbondanza d'acqua sulle differenti fonti di risorse idriche. A breve scala temporale (1-6 mesi) è l'umidità del suolo a risentire delle anomalie di precipitazione, con conseguenze immediate sul piano agricolo; al contrario, i deflussi dei fiumi e delle falde, così come il ricambio idrico degli invasi, rispondono su scale temporali più lunghe, in quanto il bacino idrologico ha una memoria lunga, che può essere quindi sollecitata da lunghi periodi di penuria o abbondanza di precipitazioni.

Tabella di classificazione dell'indice di SPI

SPI	Classificazione
$\geq 2,0$	Estremamente Umido
1,50 – 1,99	Molto Umido
1,0 – 1,49	Moderatamente Umido
-0,99 – 0,99	Normale
-1,0 – (-1,49)	Moderatamente Secco
-1,50 – (-1,99)	Molto Secco
$\leq -2,0$	Estremamente Secco

Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Standardized Precipitation Index (SPI)	DPSIR	S
UNITÀ DI MISURA	Adimensionale	FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Bacino idrografico	COPERTURA TEMPORALE DATI	2012
AGGIORNAMENTO DATI	Mensile	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Acqua, Suolo
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Inverso della normale standard applicato alla distribuzione di probabilità cumulata dell'afflusso medio su n mesi (n vale 1, 3, 6, 12, 24 mesi in genere)		

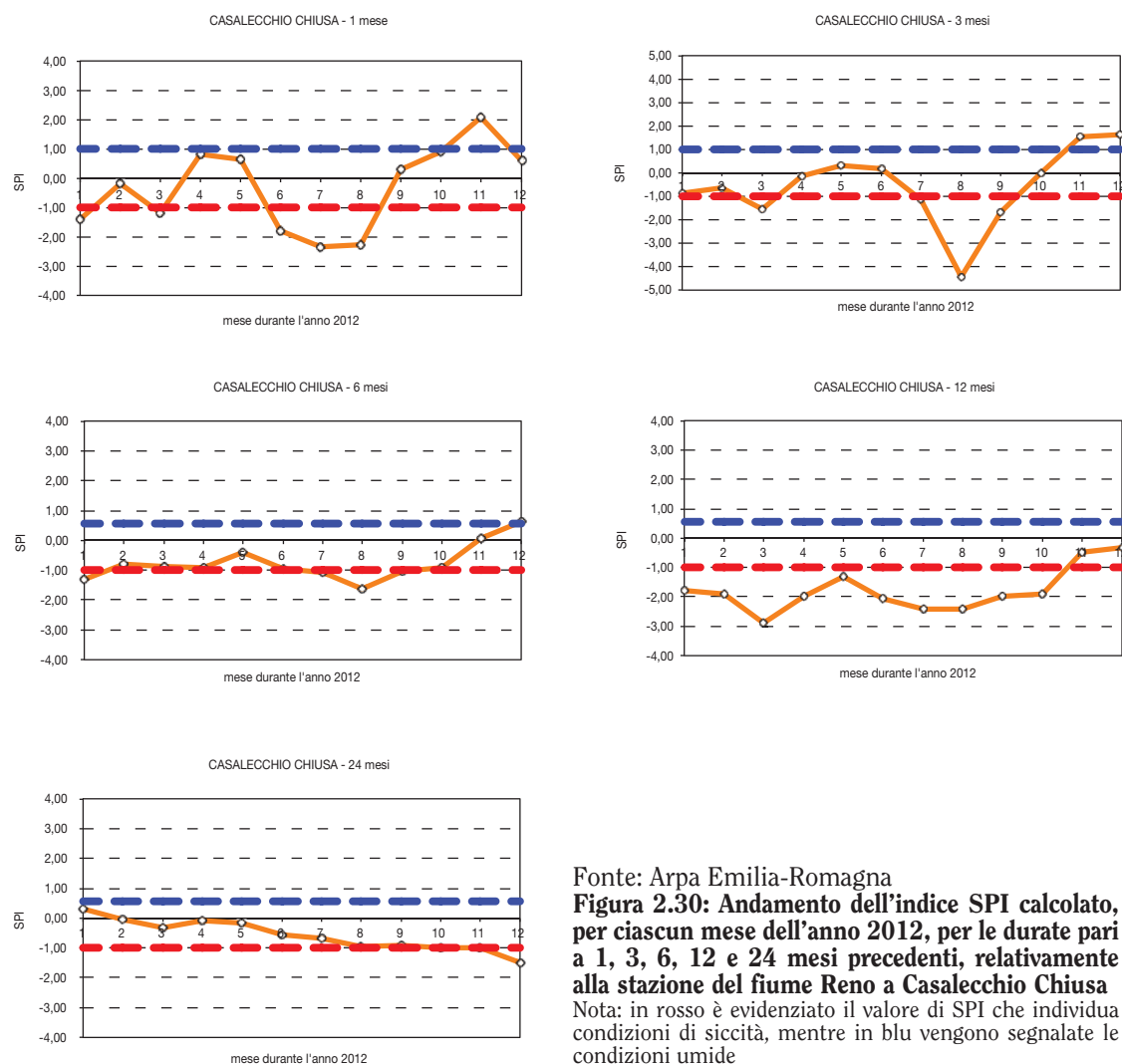
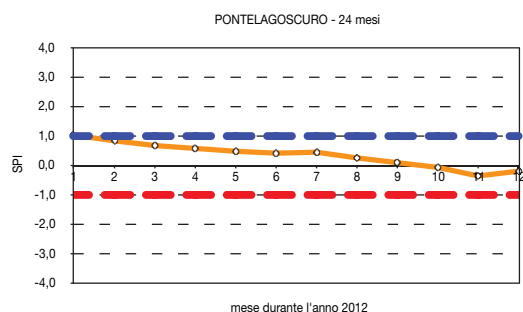
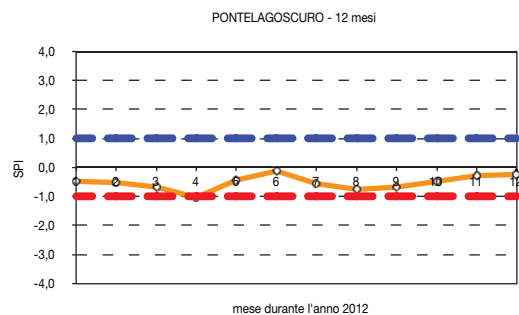
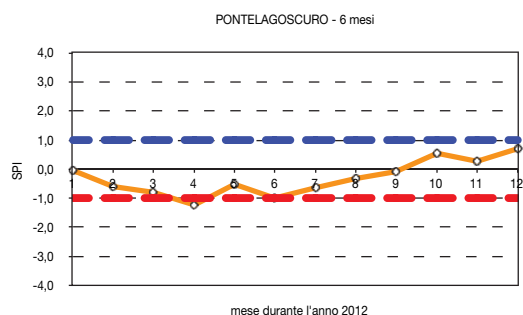
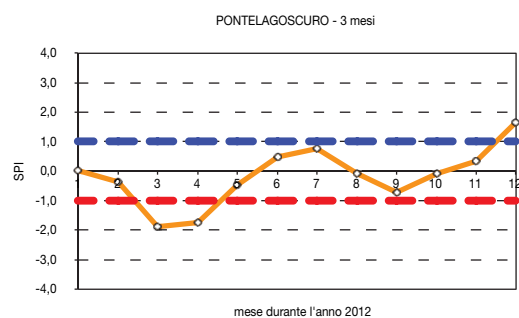
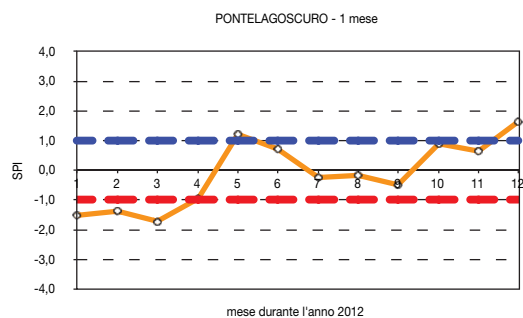


Tabella 2.9: Valori dell'indice SPI calcolato, per ciascun mese dell'anno 2012, per le durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 mesi precedenti, relativamente alla stazione del fiume Reno a Casalecchio Chiusa

data	1 mese	3 mesi	6 mesi	12 mesi	24 mesi
01/01/12	-1,4	-0,9	-1,3	-1,8	0,3
01/02/12	-0,2	-0,7	-0,8	-1,9	0,0
01/03/12	-1,2	-1,5	-0,9	-2,9	-0,3
01/04/12	0,8	-0,1	-0,9	-2,0	-0,1
01/05/12	0,6	0,3	-0,4	-1,3	-0,2
01/06/12	-1,8	0,2	-0,9	-2,1	-0,6
01/07/12	-2,3	-1,2	-1,1	-2,4	-0,7
01/08/12	-2,3	-4,4	-1,6	-2,4	-1,0
01/09/12	0,3	-1,7	-1,0	-2,0	-0,9
01/10/12	0,9	0,0	-0,9	-1,9	-1,0
01/11/12	2,1	1,5	0,1	-0,5	-1,0
01/12/12	0,6	1,6	0,6	-0,3	-1,5

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.31: Andamento dell'indice SPI calcolato, per ciascun mese dell'anno 2012, per le durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 mesi precedenti, relativamente alla stazione del fiume Po a Pontelagoscuro

Nota: in rosso è evidenziato il valore di SPI che individua condizioni di siccità, mentre in blu vengono segnalate le condizioni umide

Tabella 2.10: Valori dell'indice SPI calcolato, per ciascun mese dell'anno 2012, per le durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 mesi precedenti, relativamente alla stazione del fiume Po a Pontelagoscuro

data	1 mese	3 mesi	6 mesi	12 mesi	24 mesi
01/01/12	-1,5	0,0	0,0	-0,5	1,0
01/02/12	-1,4	-0,4	-0,6	-0,5	0,9
01/03/12	-1,7	-1,9	-0,8	-0,7	0,7
01/04/12	-1,0	-1,7	-1,2	-1,0	0,6
01/05/12	1,2	-0,5	-0,5	-0,4	0,5
01/06/12	0,7	0,5	-0,98	-0,1	0,4
01/07/12	-0,2	0,8	-0,6	-0,6	0,5
01/08/12	-0,2	-0,1	-0,3	-0,7	0,3
01/09/12	-0,5	-0,7	-0,1	-0,7	0,1
01/10/12	0,9	-0,1	0,5	-0,5	-0,1
01/11/12	0,6	0,4	0,3	-0,3	-0,4
01/12/12	1,6	1,7	0,7	-0,2	-0,2

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

I valori di afflusso mensile vengono mediati sulle durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 mesi e a tali valori medi sono associati i corrispondenti indici SPI. Ad esempio, il valore di SPI relativo al mese di maggio per la durata di 3 mesi si riferisce all'afflusso mensile mediato sui tre mesi marzo, aprile, maggio. La finestra temporale è mobile sull'anno e i grafici riportati nelle pagine precedenti evidenziano l'evoluzione temporale.

L'analisi dei diagrammi di SPI consente di verificare la disponibilità idrica meteorica, al variare della durata di aggregazione.

Alla sezione di chiusura del Po a Pontelagoscuro¹, data la notevole estensione, la complessa configurazione fisica del bacino padano e le associate condizioni meteorologiche, il dato di afflusso utilizzato per la costruzione dell'indice SPI racchiude i contributi di differenti campi mensili caratterizzati da notevole variabilità spazio-temporale.

Nel complesso l'anno 2012 è caratterizzato da una condizione normale, come indicato dall'indice SPI di dicembre nel grafico a 12 mesi di aggregazione. Estendendo l'analisi a 6 mesi, il primo e il secondo semestre risultano ancora in condizioni normali.

Dal grafico a 3 mesi risulta molto secca la stagione invernale, in condizioni normali la primavera e l'estate, mentre molto umido l'autunno. Andando a esaminare i singoli mesi: gennaio, febbraio e marzo si collocano tra moderatamente e molto secco, il mese di dicembre è molto umido, moderatamente umido maggio. Per il resto dell'anno si è in condizioni di normalità. Infine, dall'analisi del grafico a 24 mesi, si desume che il biennio 2011-2012 è caratterizzato da una condizione normale in termini di disponibilità idrica.

Il bacino del Reno presenta una minore estensione rispetto al bacino padano e una minore accidentalità orografica; pertanto, la distribuzione degli afflussi alle scale temporali considerate risulta più omogenea.

Per quanto riguarda il bacino del fiume Reno chiuso alla sezione di Casalecchio Chiusa, nel complesso l'anno 2012 è caratterizzato da una condizione di normalità, come indicato dall'indice SPI di dicembre nel grafico a 12 mesi di aggregazione. Dal grafico a 3 mesi la stagione invernale risulta molto secca, quella primaverile in condizioni normali, quella estiva estremamente secca e infine quella autunnale passa a condizioni molto umide. Estendendo l'analisi a 6 mesi, i due semestri risultano in condizioni normali.

Dall'analisi dell'indice SPI calcolato sull'afflusso del singolo mese, si evince come i mesi di febbraio, aprile, maggio, settembre, ottobre e dicembre risultino in condizioni normali, mentre sono in condizioni secche i mesi di gennaio, marzo, giugno, luglio e agosto; infine il mese di novembre ha un indice SPI estremamente umido, come si evince dal grafico a 1 mese. Dall'analisi del grafico a 24 mesi si desume che il biennio 2011-2012 è caratterizzato da una condizione moderatamente secca.

Nota:

¹ Per quanto riguarda la validazione dei dati necessari per il calcolo dell'indice SPI, si sottolinea che le precipitazioni osservate relative all'anno 2012 sono in corso di pubblicazione e, pertanto, potrebbero subire variazioni in fase di validazione finale, a scala interregionale, se si considera la stazione del Po a Pontelagoscuro



Bilancio Idro-Climatico

Descrizione

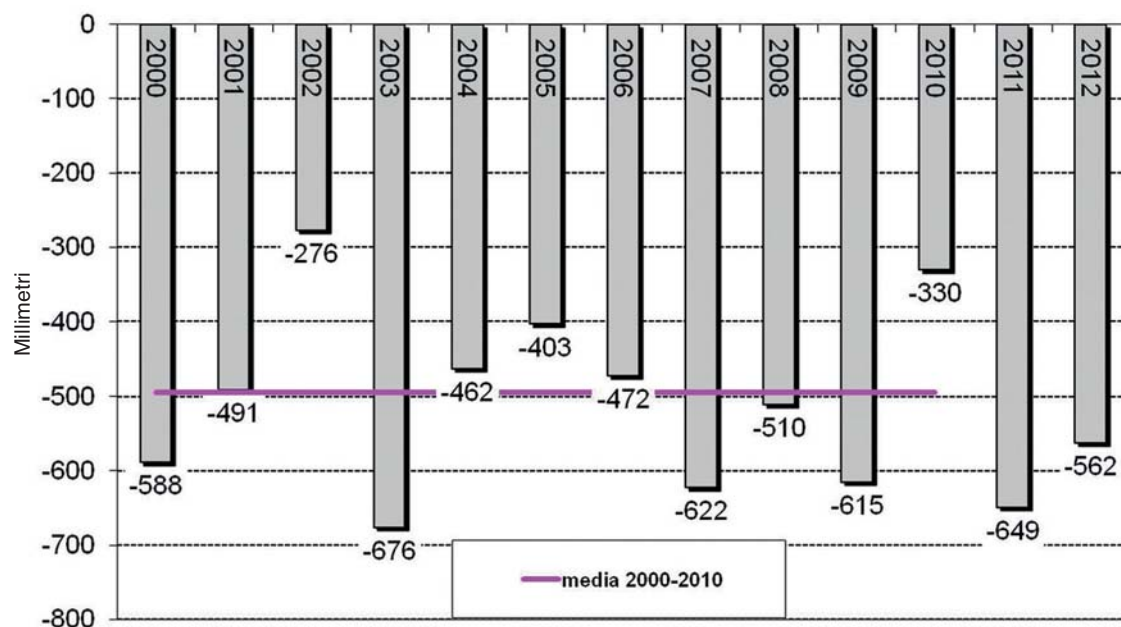
Il Bilancio Idro-Climatico (BIC) rappresenta la differenza tra le precipitazioni e l'evapotraspirazione potenziale (ETP). Il BIC è un primo indice per la valutazione del contenuto idrico dei suoli e di conseguenza delle disponibilità idriche dell'area oggetto dell'indagine. Nelle carte del bilancio idro-climatico i valori positivi indicano condizioni di surplus idrico, mentre quelli negativi rappresentano condizioni di deficit idrico.

Scopo

In considerazione dell'aumento, verificatosi nell'ultimo decennio, di situazioni di siccità, scopo dell'indicatore è mettere in evidenza i principali fattori responsabili di tali eventi e caratterizzare, sotto questo aspetto, le diverse aree della regione.

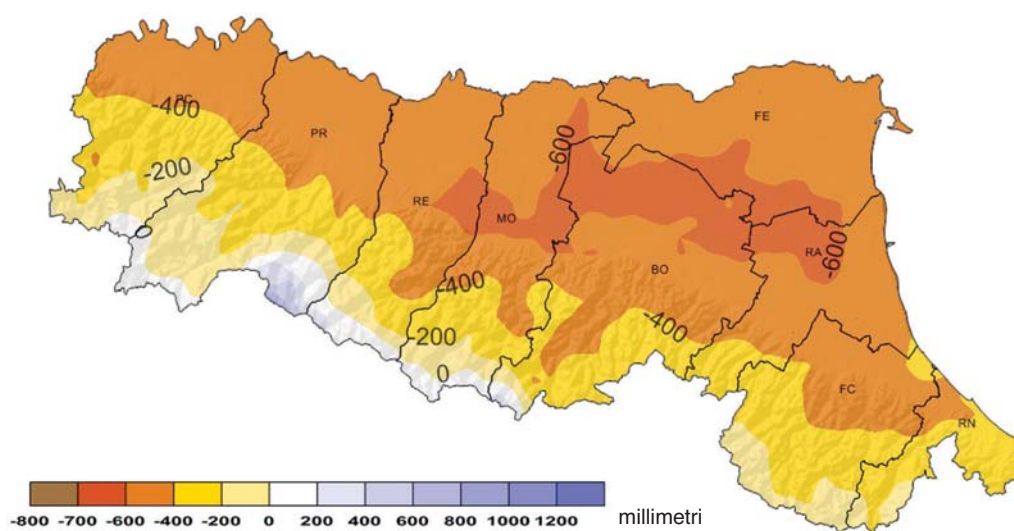
Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Bilancio Idro-Climatico (BIC) DPSIR I		
UNITÀ DI MISURA	Millimetri	FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	2000-2012
AGGIORNAMENTO DATI	Giornaliero	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<p>Il Bilancio Idro-Climatico (BIC) rappresenta la differenza tra le precipitazioni e l'evapotraspirazione potenziale. L'evapotraspirazione è l'effetto cumulato dell'evaporazione dalla superficie del terreno e della traspirazione dell'acqua dalle piante. In condizioni di disponibilità idrica non limitante, l'evapotraspirazione da un terreno ricoperto di vegetazione bassa, omogenea, in buono stato vegetativo ed esente da infezioni e malattie è determinata solo dalle condizioni meteorologiche; in queste condizioni standard l'evapotraspirazione prende il nome di evapotraspirazione potenziale (ETP). L'evapotraspirazione potenziale (ETP), che quindi stima la quantità di acqua disperdibile in atmosfera, è calcolata con il metodo di Hargreaves e necessita dei soli dati di Temperatura massima e minima giornaliere. Benchè sia possibile il calcolo giornaliero, il BIC assume significatività solo su periodi più lunghi, almeno settimanali</p>		



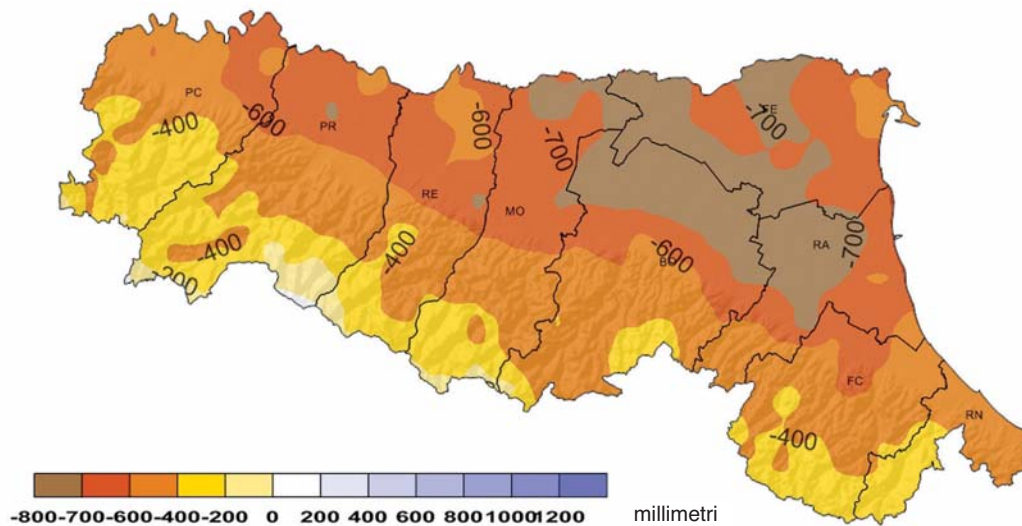
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.32: Bilancio Idro-Climatico, valore cumulato medio (aprile-settembre) dal 2000 al 2012



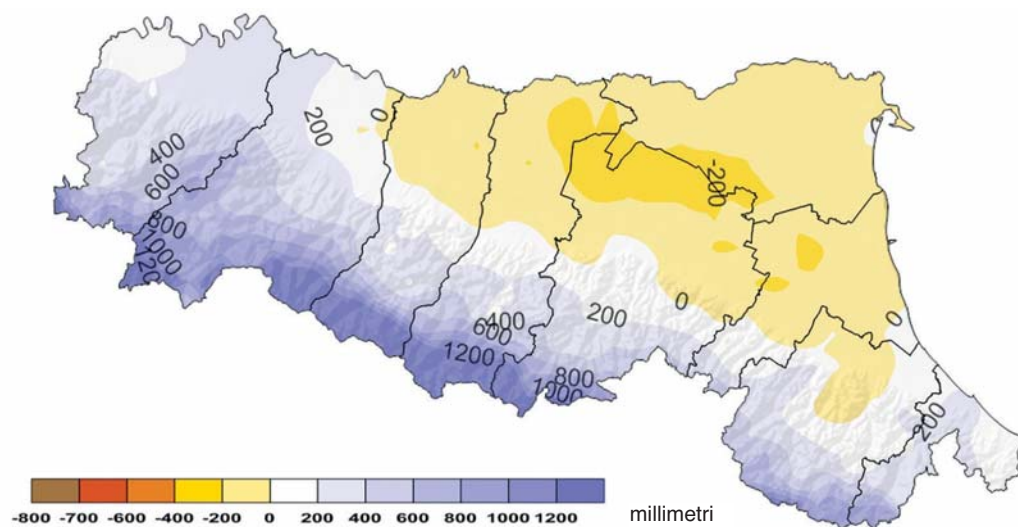
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.33: Bilancio Idro-Climatico, distribuzione territoriale dei valori (2012)



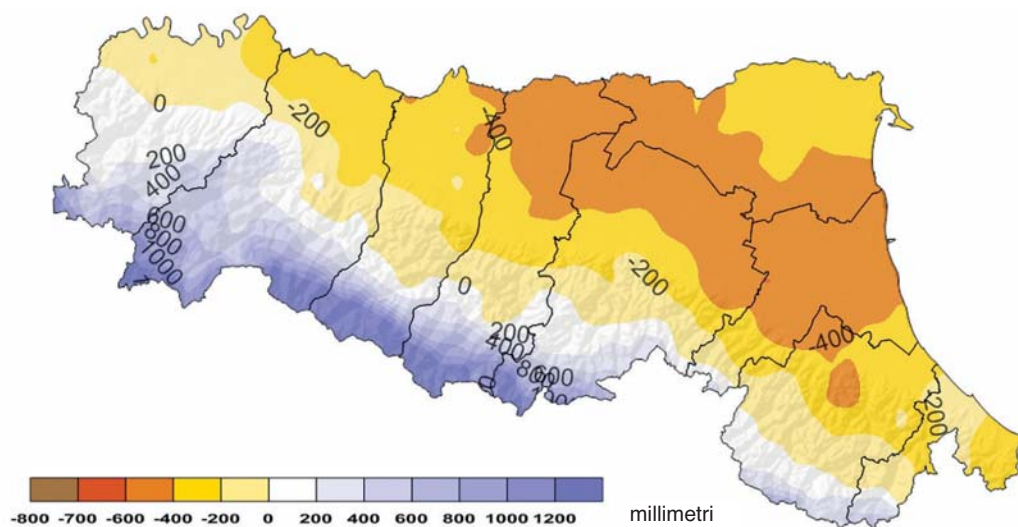
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.34: Bilancio Idro-Climatico, distribuzione territoriale dei valori (2011)



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.35: Bilancio Idro-Climatico, distribuzione territoriale dei valori (2010)



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.36: Bilancio Idro-Climatico, distribuzione territoriale dei valori (2009)

Commento

La figura 2.32 mostra l'andamento del Bilancio Idro-Climatico di aprile-settembre, calcolato come media dei valori di dieci stazioni di pianura, dal 2000 al 2012. Il periodo selezionato ha come fine l'individuazione di intensi fenomeni siccitosi, che si sviluppano climaticamente nei mesi centrali dell'anno e che potrebbero essere mascherati a livello annuale da elevate piogge nei periodi autunnali e invernali. Il deficit di bilancio calcolato nel 2012, con un valore medio di 562 mm, è superiore alla media 2000-2010, ma resta inferiore rispetto a quello delle annate più siccitose: 2011, 2009, 2007 e 2003.

Le figure 2.33, 2.34, 2.35, 2.36 mostrano le mappe della distribuzione dei valori annuali dell'indice dal 2012 indietro negli anni, sino al 2009. Oltre alla variazione annuale nei valori

dovuta allo specifico andamento termo-pluviometrico, è importante notare la distribuzione di valori sul territorio: in tutti i casi i deficit maggiori si individuano nella pianura centro-orientale, spesso con baricentro nella bassa pianura bolognese.

Le aree in cui il bilancio è in pareggio, in cui cioè le precipitazioni compensano esattamente le potenziali perdite per evapotraspirazione (ETP), risultano normalmente posizionate sui rilievi e a quote più elevate nelle annate più siccitose; l'annata 2012, come quella precedente, fa eccezione in quanto prevalgono quasi ovunque, anche sui rilievi, condizioni di deficit e il pareggio di bilancio non è raggiunto se non su una ristretta fascia di crinale appenninico occidentale.



IMPATTO

Indice di disagio bioclimatico

Descrizione

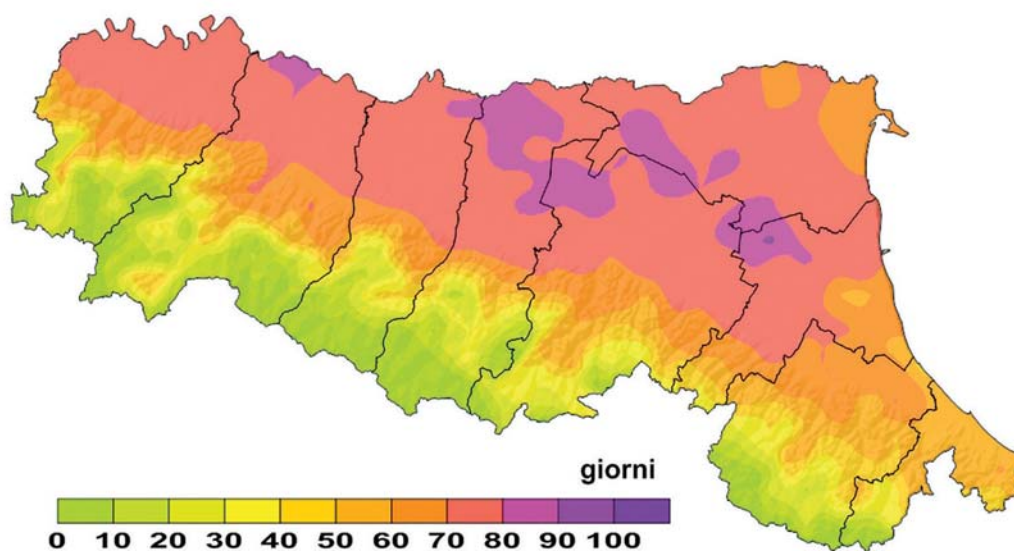
Il disagio bioclimatico, definito mediante l'indice di Thom, descrive situazioni di caldo umido tali da determinare disagio fisiologico e condizioni di stress per le persone. L'indice di Thom considera due soglie prefissate: valori dell'indice superiori a 24 indicano l'inizio di condizioni di malessere, mentre valori superiori a 28 indicano la presenza di spiccato disagio. Il dettaglio dei valori sul territorio regionale è dipendente dalla distribuzione dei dati meteo che definiscono l'indicatore (temperatura e umidità).

Scopo

In considerazione dell'aumento delle temperature, al quale stiamo assistendo negli ultimi anni, scopo dell'indicatore è mettere in evidenza condizioni meteorologiche critiche tali da determinare disagio fisiologico per l'uomo.

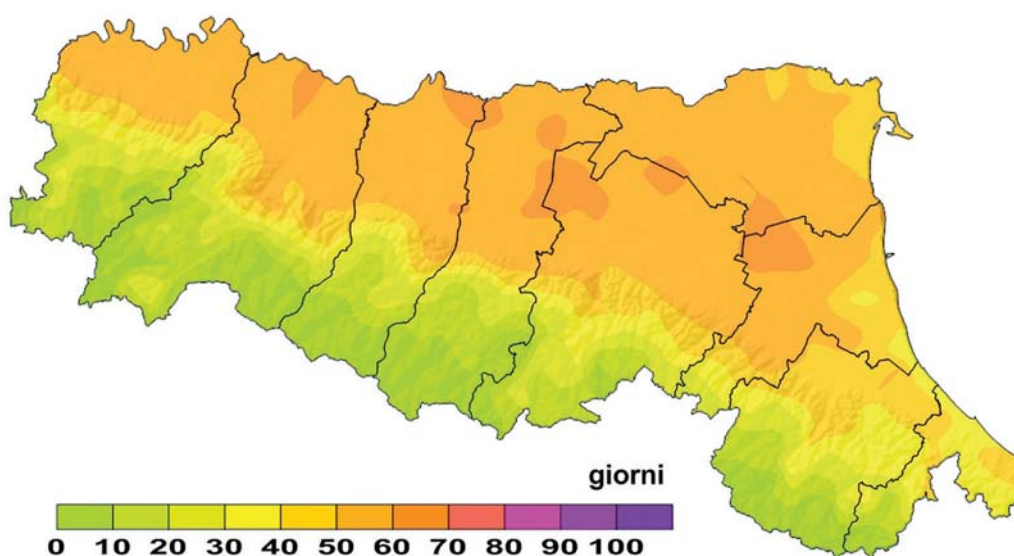
Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Indice di disagio bioclimatico (Thom)	DPSIR	I
UNITÀ DI MISURA	Adimensionale	FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	2002-2012
AGGIORNAMENTO DATI	Giornaliero	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	<p>L'indice di Thom considera due soglie prefissate: situazioni meteorologiche che determinano l'inizio del disagio (superamento della soglia di 24 dell'indice) e situazioni di spiccato disagio (valori dell'indice superiori a 28). La metodologia originale prevede il calcolo del valore orario dell'indice e l'analisi delle ore di superamento delle soglie critiche. Per mettere in evidenza la variazione delle situazioni di disagio all'interno del territorio, si è data preferenza all'impiego di informazioni di sintesi basate sulla definizione di giorno con assenza di disagio, oppure con presenza di moderato o elevato disagio bioclimatico. A tal fine è stata apportata una modifica alla procedura originale, utilizzando per il calcolo il valore massimo giornaliero di temperatura e l'umidità minima giornaliera, valori di norma coincidenti nel corso della giornata e corrispondenti alle ore del giorno a rischio maggiore. L'indice così ottenuto è stato utilizzato per caratterizzare le diverse giornate, in base al superamento o meno dei valori soglia, senza analizzare la durata dei periodi critici all'interno del giorno (numero di ore giornaliere). In questo modo è possibile osservare in modo sintetico la variabilità temporale del disagio nei diversi punti del territorio mediante grafici, oppure analizzarne la variabilità spaziale dei valori cumulati nel tempo mediante la realizzazione di mappe</p>		



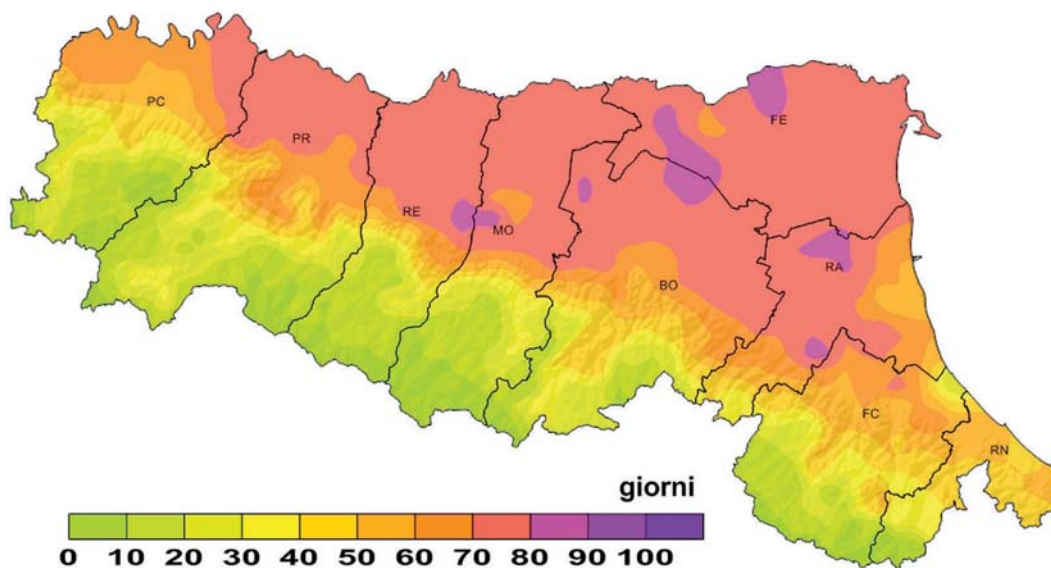
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.37: Indice di Thom, numero di giorni superiori alla soglia 24 dal 01/04/2009 al 30/09/2009



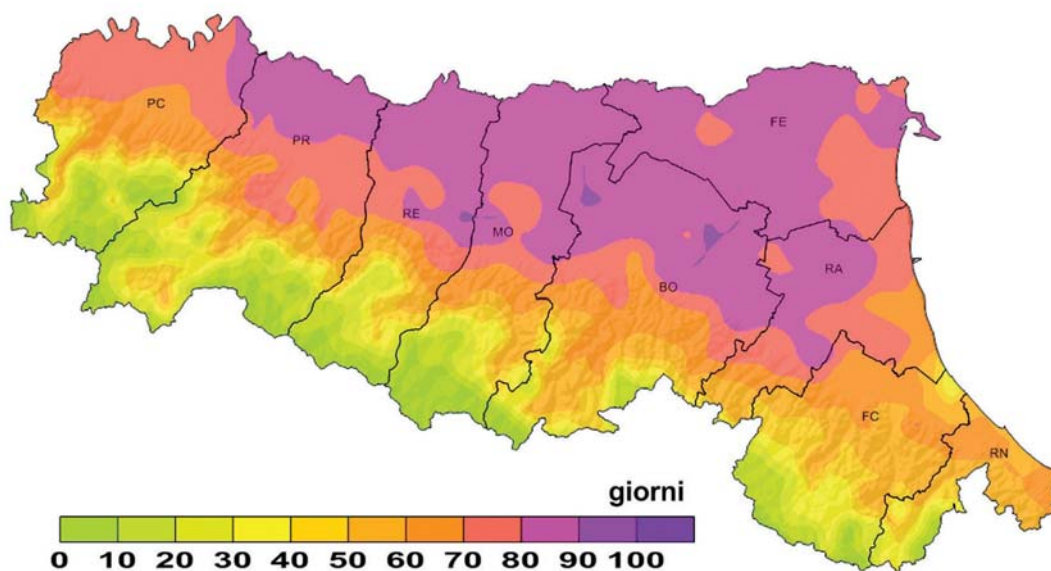
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.38: Indice di Thom, numero di giorni superiori alla soglia 24 dal 01/04/2010 al 30/09/2010



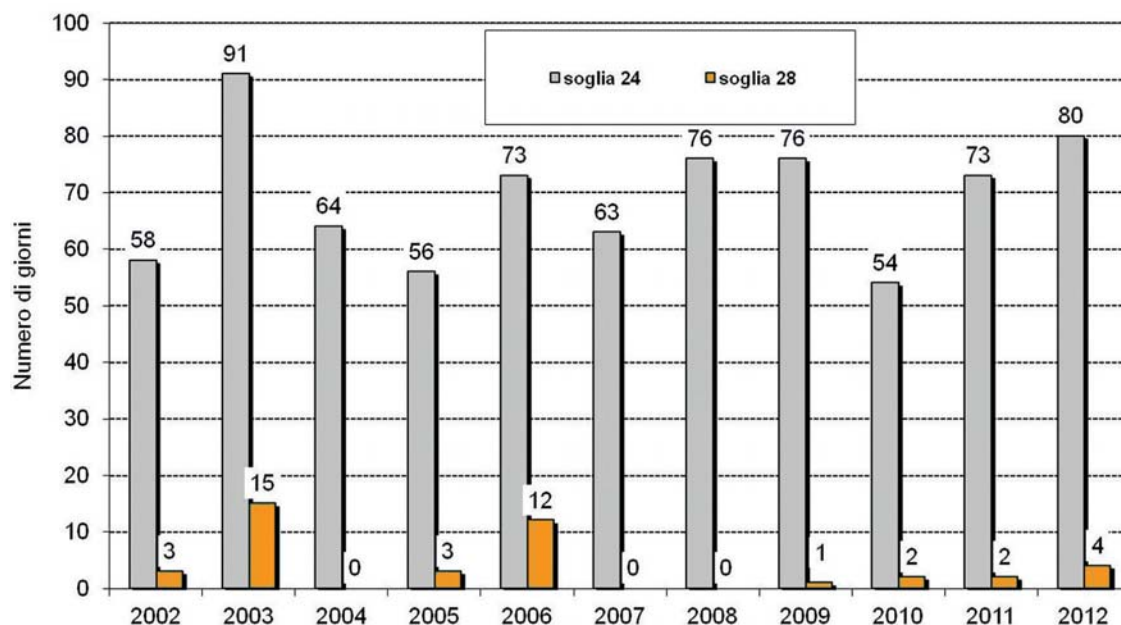
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.39: Indice di Thom, numero di giorni superiori alla soglia 24 dal 01/04/2011 al 30/09/2011



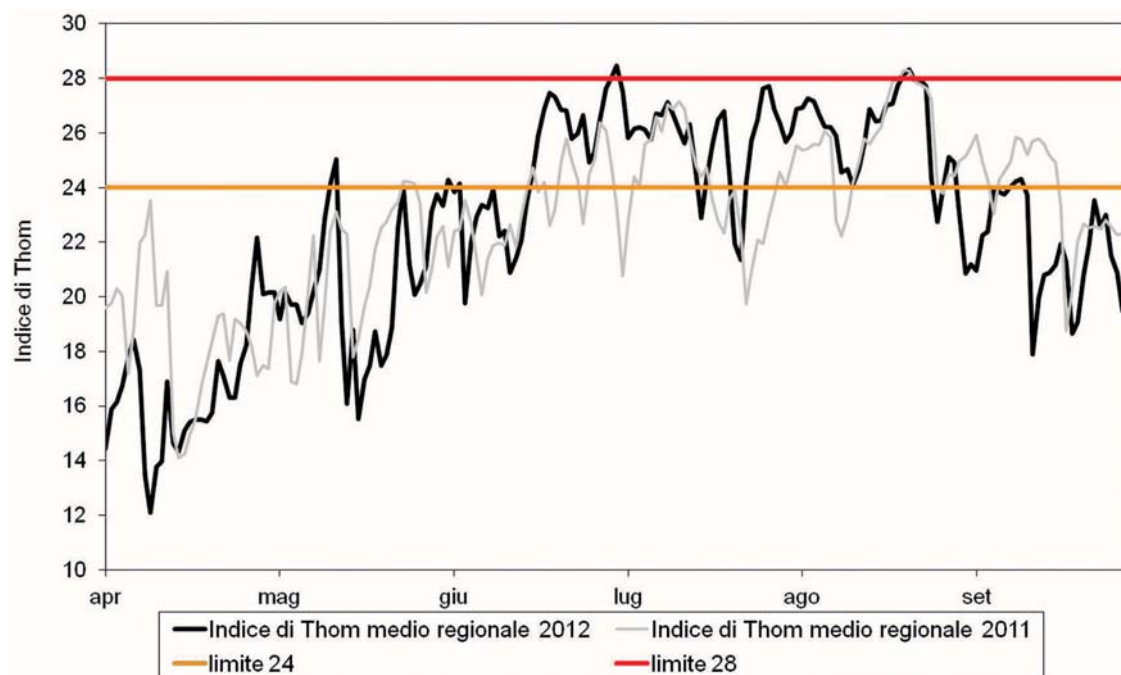
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.40: Indice di Thom, numero di giorni superiori alla soglia 24 dal 01/04/2012 al 30/09/2012



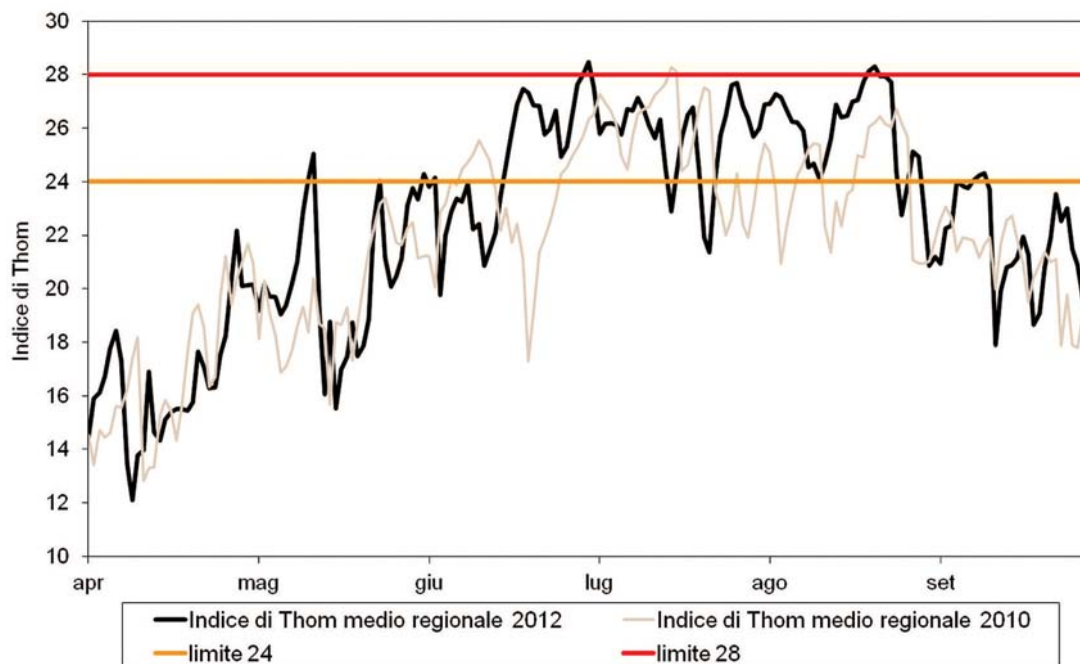
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.41: Indice di Thom, media regionale del numero di giorni superiori alla soglia 24 e 28 dal 2002 al 2012



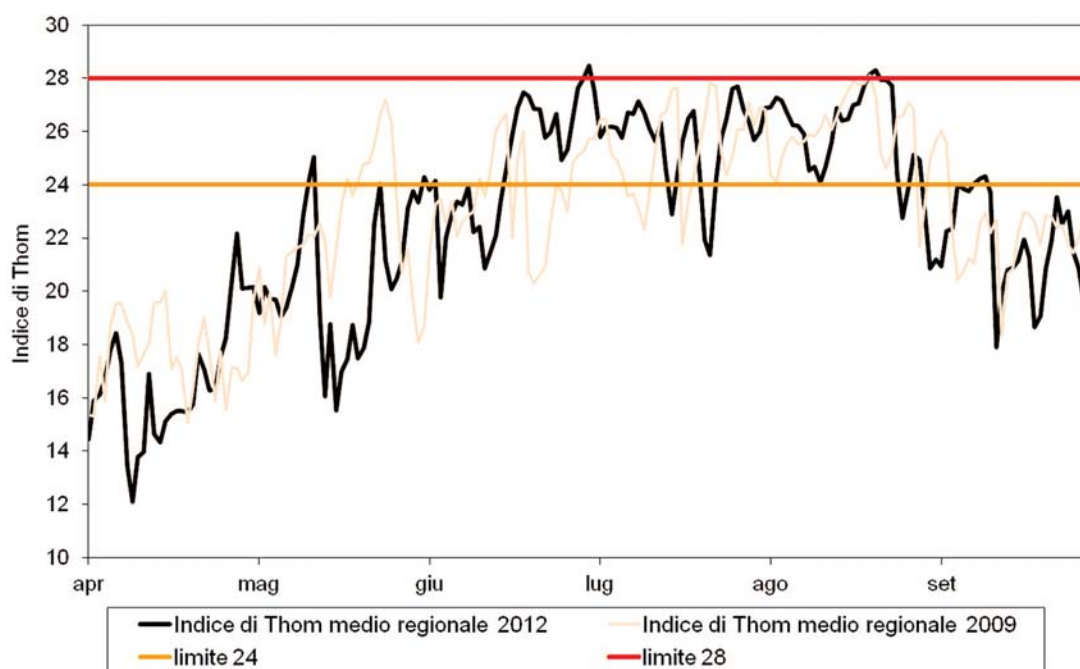
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.42: Indice di Thom medio regionale, confronto anni 2012 e 2011



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.43: Indice di Thom medio regionale, confronto anni 2012 e 2010



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.44: Indice di Thom medio regionale, confronto anni 2012 e 2009

Le figure 2.37, 2.38, 2.39, 2.40 mostrano le mappe della distribuzione dei numeri di giorni con indice superiore a 24 dal 2009 al 2012. Il grafico della figura 2.41 mette a confronto, per gli anni dal 2002 al 2012, i giorni di superamento delle soglie 24 e 28 calcolate sui dati di un campione di stazioni meteorologiche rappresentative di pianura; nei grafici delle figure 2.42, 2.43 e 2.44 è possibile confrontare l'andamento dell'indice medio regionale del 2012 con l'andamento delle tre annate precedenti, rispettivamente dal 2011 al 2009.

Il grafico di fig. 2.41, prodotto in base ai dati delle stazioni meteorologiche prese a riferimento, evidenzia le caratteristiche dell'annata 2012 in confronto alle 10 precedenti. Con 80 giorni oltre la soglia 24, l'annata si pone nettamente al di sopra della media dei 10 anni precedenti (valore calcolato in circa 68 giorni), superiore a tutti gli anni considerati e inferiore solo al 2003. Anche considerando l'intensità dei fenomeni sotto l'aspetto qualitativo, quindi il superamento soglia 28 (spiccato disagio), l'anno considerato rimane ai primi posti, con 4 giorni oltre soglia; si pone al terzo posto dopo 2003 e 2006. In conclusione, considerando i 10 anni precedenti, il 2012 può essere senz'altro definito, dal punto di vista del disagio fisiologico da caldo e umidità, un'annata caratterizzata da valori elevati.

Dall'osservazione delle mappe relative alla distribuzione dei giorni di disagio negli ultimi quattro anni (figure 2.37, 2.38, 2.39, 2.40), si osserva come siano sempre le aree interne di pianura a essere le più interessate da eventi di disagio fisiologico. Si può osservare inoltre come, nell'ultima annata, il numero totale dei giorni caratterizzati da condizioni iniziali di disagio (figura 2.40) sia decisamente il più elevato della serie, con oltre 80 giorni oltre soglia 24 dell'indicatore.

I grafici delle figure 2.42, 2.43, 2.44 mostrano l'andamento temporale dell'indice giornaliero del 2012 rispetto alle tre annate precedenti. I valori giornalieri derivano dalla media di 9 stazioni rappresentative di pianura. Dal confronto emerge, nel 2012 rispetto alle tre annate precedenti, una maggiore persistenza nell'andamento della curva oltre la soglia 24. In effetti, esclusi pochi giorni nella seconda metà di luglio, l'indice mediato sulle diverse stazioni si è mantenuto oltre la soglia 24 dalla metà di giugno alla fine di agosto.

Considerando la soglia 28, nel 2012 si osserva il superamento della soglia di spiccato disagio in due occasioni, più precisamente tra fine giugno e inizio luglio e verso il 20 di agosto; in ciascuno dei tre anni precedenti il superamento diffuso della soglia 28 era limitato a un massimo di un singolo evento.



IMPATTO

Portate medie mensili dei fiumi Po e Reno

Descrizione

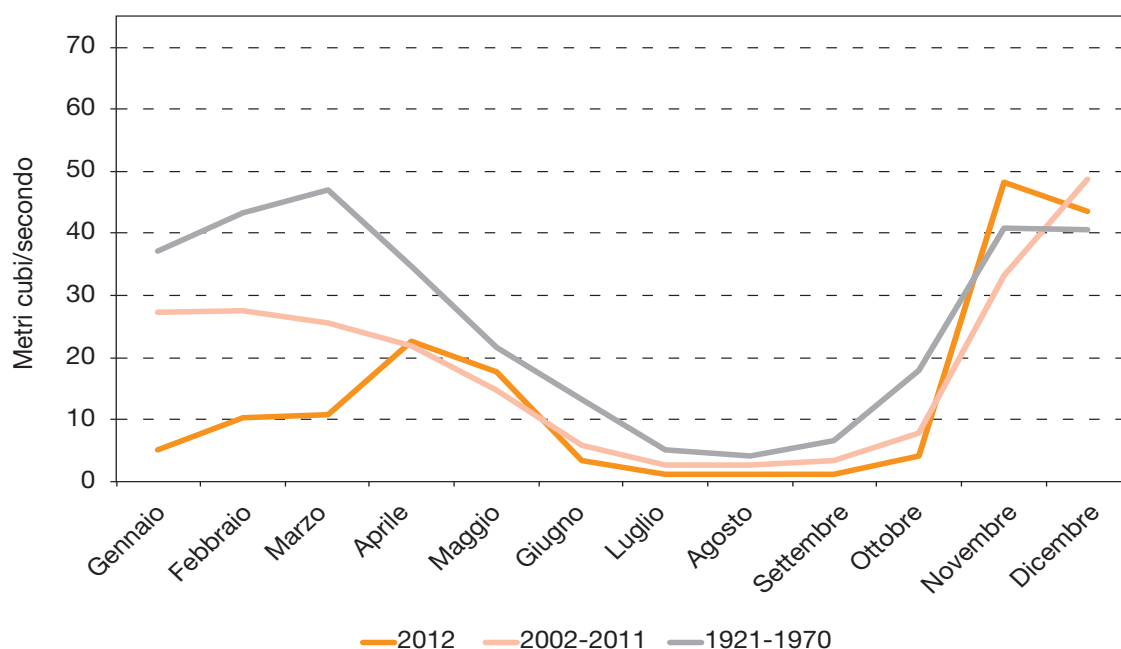
Per l'anno 2012, il periodo 2002-2011 e il cinquantennio 1921-1970 sono stati mediati i valori di portata mensile e annuale dei fiumi Po, a Pontelagoscuro, e Reno, a Casalecchio. La portata media dei fiumi, relativa a un lungo periodo di osservazione, è un indice della loro ricchezza d'acqua e la conoscenza di tale statistica è utile anche per lo studio dei fattori che intervengono a modificare l'andamento delle portate da un periodo all'altro, tra cui il cambiamento climatico antropogenico.

Scopo

Poiché l'estesa effemeride di portata permette di offrire, in un quadro sintetico, le disponibilità idriche dei fiumi Po e Reno, la scelta di tre distinti periodi viene utilizzata, oltre che per individuare gli intervalli temporali con portate più o meno abbondanti, anche per verificare le tendenze sul medio e lungo periodo. Queste ultime possono evidenziare una varianza ciclica e periodica, con un andamento talvolta sinusoidale, o una vera e propria tendenza a un mutamento idrologico costante nel tempo o, infine, un apprezzabile gradino di discontinuità.

Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Portate medie mensili dei fiumi Po e Reno	DPSIR	I
UNITÀ DI MISURA	Metri cubi/secondo	FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Bacino idrografico	COPERTURA TEMPORALE DATI	2012
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Acqua
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Medie delle portate annuali e mensili per gli intervalli temporali considerati		



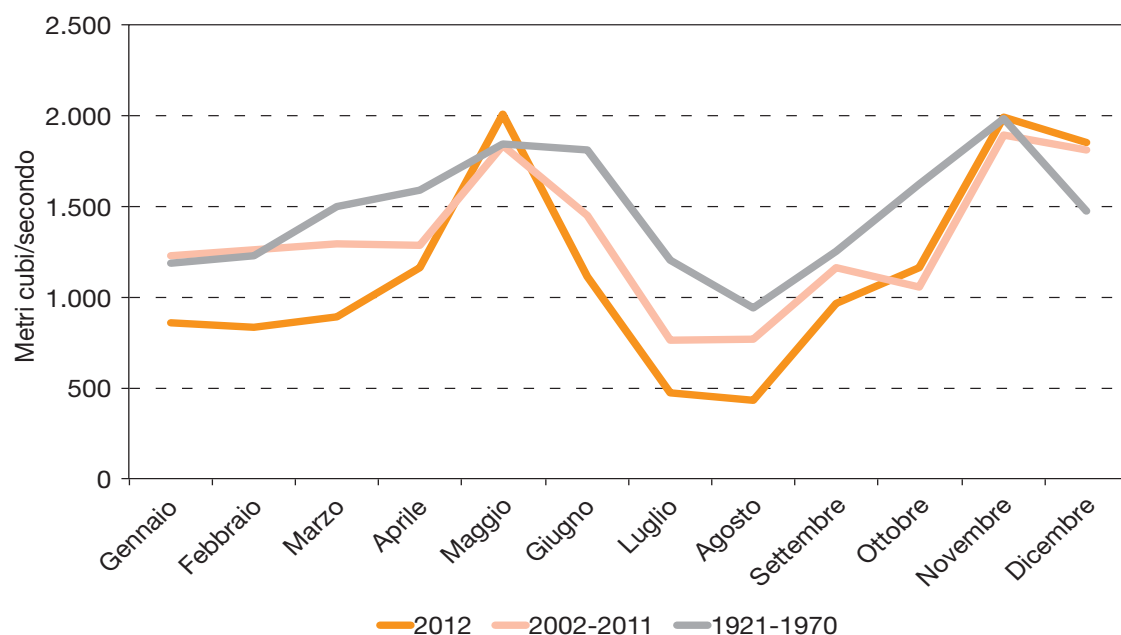
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.45: Andamenti temporali delle portate medie mensili alla sezione idrometrica del fiume Reno a Casalecchio nell'anno 2012, nel periodo 2002-2011 e nel cinquantennio 1921-1970

Tabella 2.11: Andamenti temporali delle portate medie mensili alla sezione idrometrica del Reno a Casalecchio nell'anno 2012, nel periodo 2002-2011 e nel cinquantennio 1921-1970

ANNO	PORTATE MEDIE MENSILI (metri cubi/secondo)												
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Q med. annua
2012	5,1	10,3	10,8	22,7	17,8	3,5	1,3	1,1	1,1	4,2	48,1	43,5	14,1
2002-2011	27,2	27,5	25,5	21,9	14,6	5,9	2,7	2,7	3,3	7,7	33,3	48,8	18,4
1921-1970	37,2	43,4	46,9	34,6	21,7	13,1	5,0	4,1	6,5	18,0	40,8	40,7	25,9

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.46: Andamenti temporali delle portate medie mensili alla sezione idrometrica del fiume Po a Pontelagoscuro nell'anno 2012, nel periodo 2002-2011 e nel cinquantennio 1921-1970

Tabella 2.12: Andamenti temporali delle portate medie mensili alla sezione idrometrica del Po a Pontelagoscuro nell'anno 2012, nel periodo 2002-2011 e nel cinquantennio 1921-1970

ANNO	PORTATE MEDIE MENSILI (metri cubi/secondo)												
	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Q med. annua
2012	859	832	890	1.160	2.010	1.110	475	429	963	1.160	1.990	1.850	1.144
2002-2011	1.231	1.265	1.292	1.285	1.835	1.451	762	765	1.165	1.056	1.890	1.812	1.317
1921-1970	1.190	1.230	1.500	1.590	1.840	1.810	1.200	937	1.250	1.620	1.980	1.470	1.468

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Commento

La complessa configurazione idrografica e orografica del bacino padano, composto da corsi d'acqua alpini e collinari (Piemonte), alpini regimati da laghi (Lombardia) e appenninici (Emilia), con regimi idrologici abbastanza differenziati, comporta, durante gli eventi di pioggia, una certa varietà di situazioni nel decorso delle portate lungo il Po, connessa alla diversa distribuzione spazio-temporale dei deflussi provenienti dai tributari. Tuttavia, nonostante contributi così diversi da parte degli affluenti, l'andamento delle portate medie mensili del Po a Pontelagoscuro è caratterizzato da due massimi, rispettivamente in autunno e in primavera, e da due minimi, rispettivamente in inverno e in estate.

Dalla visione dei diagrammi riassuntivi si evidenzia come le portate del fiume Po a Pontelagoscuro nel corso dell'anno 2012 risultino in generale inferiori sia ai valori del cinquantennio, sia a quelli del decennio; fanno eccezione il mese di maggio, con valore di portata maggiore rispetto ai due periodi di riferimento, e i mesi di ottobre, novembre e dicembre, in cui le portate sono confrontabili con l'ultimo decennio. In particolare, si evidenzia come le portate maggiori si registrino in maggio e novembre con valori di circa 2.000 m³/s. I valori di portata minimi invernale e estivo vengono raggiunti, invece, nei mesi di febbraio e agosto, rispettivamente pari a circa 830 m³/s e 430 m³/s.

Come si evince dai valori indicati e da un'analisi

dei diagrammi, l'anno 2012 è caratterizzato da un fenomeno di magra invernale (gennaio, febbraio, marzo) e da una successiva magra estiva (luglio e agosto). Nel complesso il 2012 può essere considerato un anno con caratteristiche idrologiche quantitativamente inferiori rispetto a quelle del medio e lungo periodo.

Dalla visione dei diagrammi riassuntivi si evidenzia come le portate del fiume Reno a Casalecchio nel corso dell'anno 2012 risultino in generale inferiori sia ai valori del cinquantennio, sia a quelli del decennio; fanno eccezione il mese di novembre, con valore di portata maggiore rispetto ai due periodi di riferimento, e i mesi di maggio e dicembre, in cui le portate si collocano in posizione intermedia rispetto ai due periodi di riferimento. In particolare, si evidenzia come le portate maggiori si registrino in novembre con valore pari a circa 48 m³/s e aprile con valore pari a circa 23 m³/s. I valori di portata minimi invernale e estivo vengono raggiunti, invece, nei mesi di gennaio e agosto-settembre e sono rispettivamente pari a circa 5 m³/s e 1 m³/s.

Come si evince dai valori indicati e da un'analisi dei diagrammi, l'anno 2012 è caratterizzato da un fenomeno di magra invernale (gennaio, febbraio, marzo) e da una successiva magra che va da luglio a settembre. Nel complesso il 2012 può essere considerato un anno con caratteristiche idrologiche quantitativamente inferiori rispetto a quelle del medio e lungo periodo.



Standardized Flow Index

Descrizione

Per l'anno 2012 sono stati calcolati i valori dell'indice SFI (Standardized Flow Index) per le durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 mesi, utilizzando le portate medie mensili osservate alle sezioni di chiusura dei fiumi Po, a Pontelagoscuro, e Reno, a Casalecchio Chiusa. L'indice SFI permette di quantificare la disponibilità idrica di un corso d'acqua per diverse scale temporali e di caratterizzare la presenza di periodi idrologicamente siccitosi o con abbondanza di acqua. Fornisce, infine, ulteriori e utili informazioni per lo studio del regime idrologico.

Scopo

L'indice consente di quantificare l'anomalia della portata di un corso d'acqua rispetto al suo valore medio, per scale temporali di aggregazione di 1, 3, 6, 12 e 24 mesi.

L'indice SFI può essere confrontato con l'indice SPI, qualora sia possibile ragguagliare l'SPI alla scala del bacino per il quale è stato calcolato l'SFI. Da tale confronto possono emergere condizioni di disponibilità idrica differenti a seconda che si considerino le piogge o le portate. Ad esempio, può accadere che l'SPI mostri una situazione di carenza idrica, mentre l'indice SFI non la segnali, grazie alla condizione di ricarica dei fiumi da parte della falda; d'altro canto, una condizione segnalata critica dall'SFI può non esserlo dal punto di vista dell'SPI, dal momento che la scarsità idrica nei fiumi può essere imputabile più al prelievo irriguo che alla scarsità di precipitazioni.

Di seguito viene riportata la tabella di classificazione dell'indice SFI, a seconda dello stato di disponibilità idrica; valori di $SFI \leq -1$ corrispondono a periodi di siccità, mentre valori di $SFI \geq 1$ individuano periodi umidi.

Tabella di classificazione dell'indice SFI

SFI	Classificazione
$\geq 2,0$	Estremamente Umido
1,50 – 1,99	Molto Umido
1,0 – 1,49	Moderatamente Umido
-0,99 – 0,99	Normale
-1,0 – (-1,49)	Moderatamente Secco
-1,50 – (-1,99)	Molto Secco
$\leq -2,0$	Estremamente Secco

L'analisi dei diagrammi di SFI consente di verificare lo stato idrologico delle sezioni fluviali, al variare della durata di aggregazione.

Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Standardized Flow Index (SFI)	DPSIR	I
UNITÀ DI MISURA	Adimensionale	FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Bacino idrografico	COPERTURA TEMPORALE DATI	2012
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Acqua
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Inverso della normale standard applicato alla distribuzione di probabilità cumulata della portata media su n mesi (n vale 1, 3, 6, 12 e 24 mesi)		

Grafici e tabelle

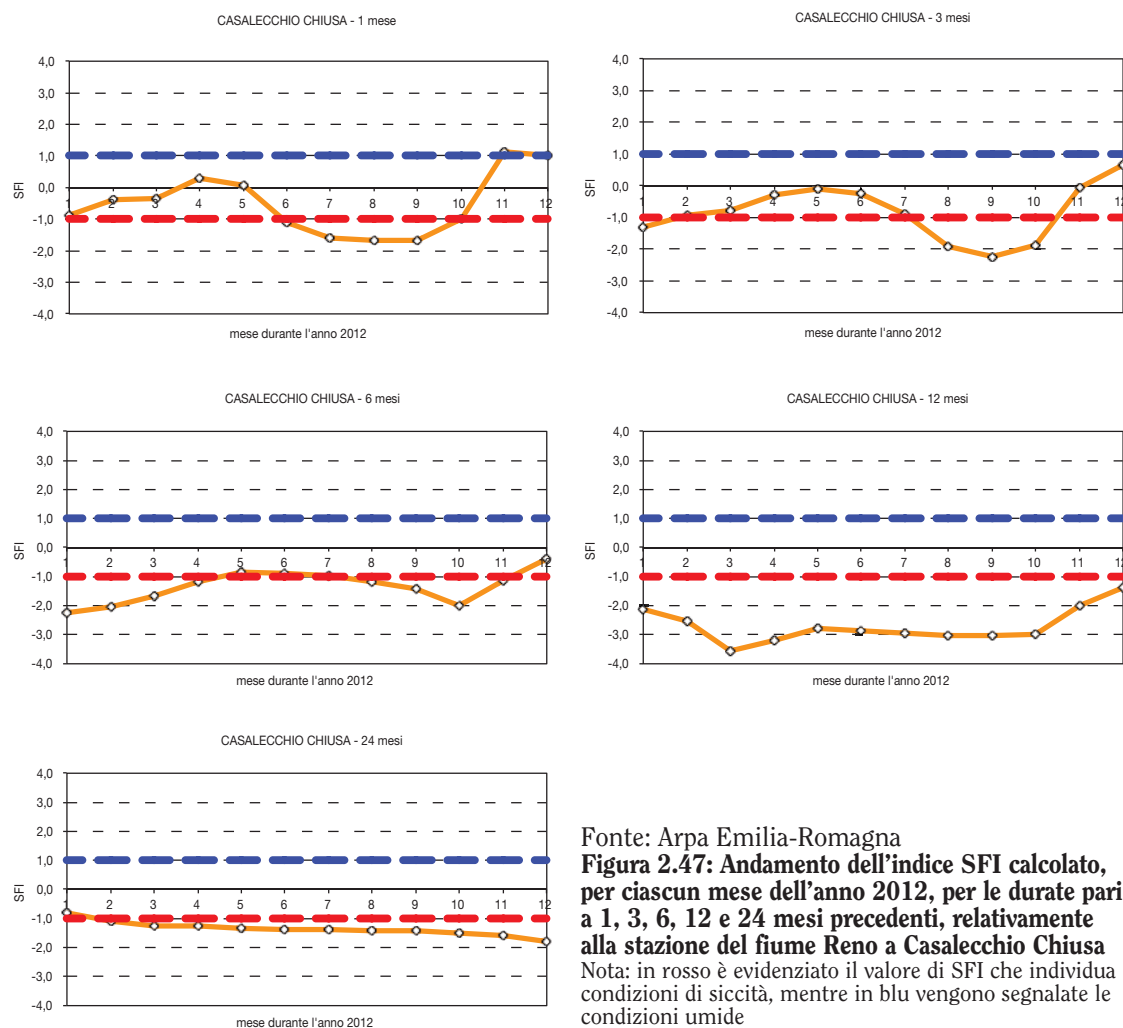


Tabella 2.13: Valori dell'indice SFI calcolato, per ciascun mese dell'anno 2012, per le durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 mesi precedenti, relativamente alla stazione del fiume Reno a Casalecchio Chiusa

data	1 mese	3 mesi	6 mesi	12 mesi	24 mesi
01/01/12	-0,9	-1,3	-2,3	-2,1	-0,8
01/02/12	-0,4	-0,9	-2,0	-2,5	-1,1
01/03/12	-0,3	-0,8	-1,7	-3,6	-1,3
01/04/12	0,3	-0,3	-1,2	-3,2	-1,3
01/05/12	0,1	-0,1	-0,8	-2,8	-1,3
01/06/12	-1,1	-0,3	-0,9	-2,9	-1,4
01/07/12	-1,6	-0,9	-1,0	-2,9	-1,4
01/08/12	-1,7	-1,9	-1,2	-3,0	-1,4
01/09/12	-1,7	-2,2	-1,4	-3,0	-1,4
01/10/12	-0,982	-1,9	-2,0	-3,0	-1,5
01/11/12	1,1	-0,1	-1,1	-2,0	-1,6
01/12/12	1,0	0,7	-0,4	-1,4	-1,8

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

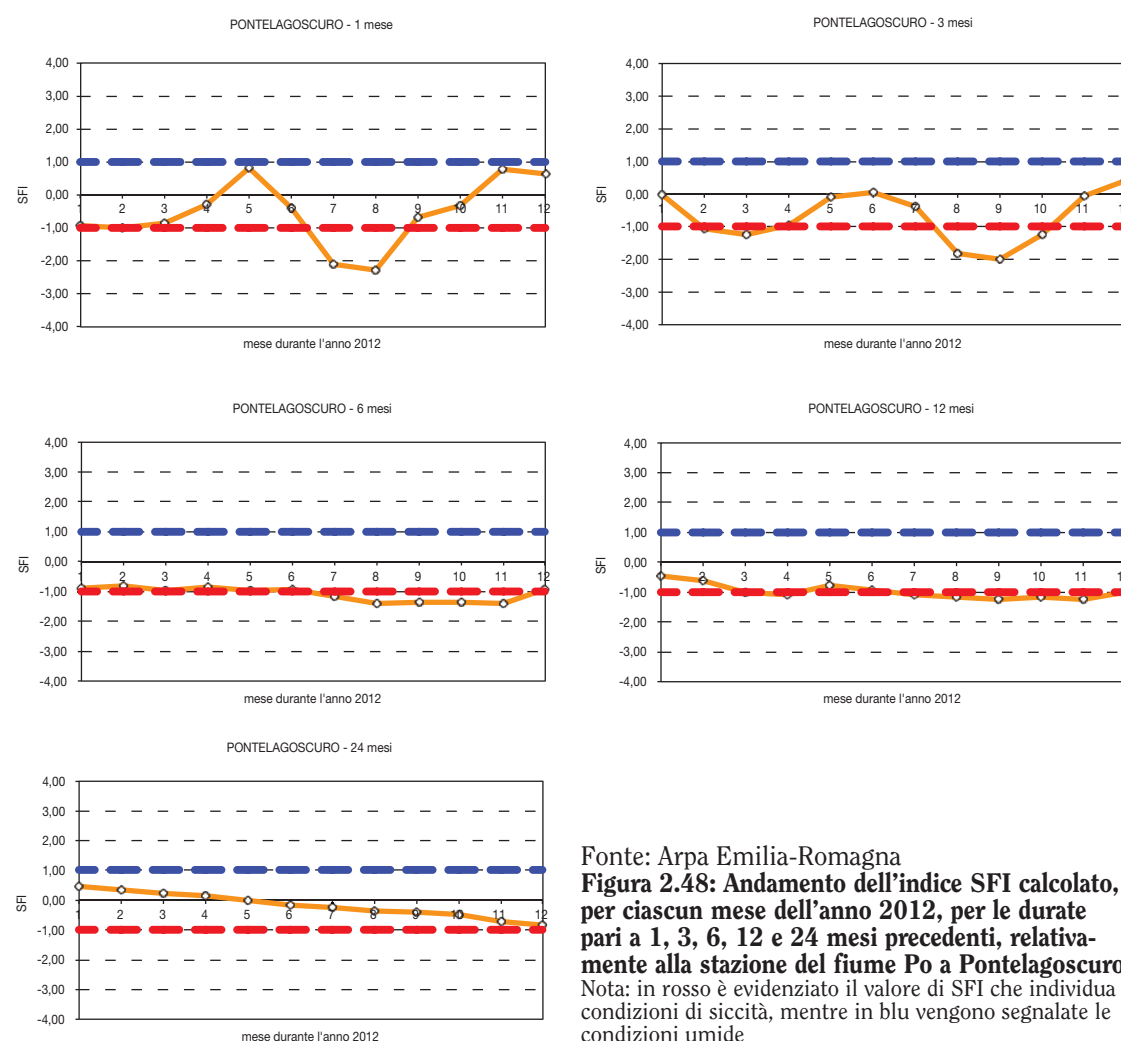


Tabella 2.14: Valori dell'indice SFI calcolato, per ciascun mese dell'anno 2012, per le durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 mesi precedenti, relativamente alla stazione del fiume Po a Pontelagoscuro

data	1 mese	3 mesi	6 mesi	12 mesi	24 mesi
01/01/12	-0,9	0,0	-0,9	-0,5	0,5
01/02/12	-1,009	-1,1	-0,8	-0,6	0,4
01/03/12	-0,8	-1,2	-1,0	-1,0	0,2
01/04/12	-0,3	-1,0	-0,8	-1,1	0,2
01/05/12	0,8	-0,1	-1,0	-0,8	0,0
01/06/12	-0,4	0,0	-0,9	-0,9	-0,2
01/07/12	-2,1	-0,4	-1,2	-1,1	-0,2
01/08/12	-2,3	-1,8	-1,4	-1,2	-0,4
01/09/12	-0,7	-2,0	-1,4	-1,2	-0,4
01/10/12	-0,3	-1,2	-1,4	-1,2	-0,5
01/11/12	0,8	-0,1	-1,4	-1,3	-0,7
01/12/12	0,6	0,4	-0,9	-1,0	-0,9

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Commento

I valori di portata mensile vengono mediati sulle durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 mesi e a tali valori medi sono associati i corrispondenti indici SFI. Ad esempio, il valore di SFI relativo al mese di maggio, per la durata di 3 mesi, si riferisce alla portata media calcolata nei mesi di marzo, aprile, maggio. La finestra temporale è mobile sull'anno e i grafici riportati nella scheda evidenziano l'evoluzione temporale dell'indice.

Alla sezione di chiusura del Po a Pontelagoscuro, il bilancio idrologico del bacino padano è influenzato dalla sua notevole estensione e complessa configurazione fisica: a regimi idrologici differenziati, che caratterizzano i corsi d'acqua alpini e collinari (Piemonte), alpini regimati da laghi (Lombardia) e appenninici (Emilia), si associa la presenza delle Alpi e, quindi, di neve e ghiacciai, unita alla capacità di accumulo dei grandi laghi e dei numerosi invasi artificiali. Questo complesso mosaico può essere sintetizzato attraverso l'applicazione dell'indice idrologico SFI.

Nel complesso l'anno 2012 è caratterizzato da una condizione moderatamente secca, come indicato dall'indice SFI di dicembre nel grafico a 12 mesi di aggregazione. Dal grafico a 3 mesi poi, la primavera e l'autunno risultano in condizioni normali, l'estate estremamente secca e l'inverno moderatamente secco. Estendendo l'analisi ai 6 mesi, si rileva una condizione normale in entrambi i semestri

dell'anno. Si segnalano i mesi di luglio e agosto come estremamente secchi e il mese di febbraio moderatamente secco, come si evince dal grafico a 1 mese. Infine, dal grafico a 24 mesi si desume che il biennio 2011-2012 è caratterizzato da una condizione normale.

Per quanto riguarda il bacino del fiume Reno alla sezione di Casalecchio Chiusa, di estensione notevolmente minore rispetto a quella del Po, nel complesso l'anno 2012 è caratterizzato da una condizione moderatamente secca, come indicato dall'indice SFI di dicembre nel grafico a 12 mesi di aggregazione. Dal grafico a 3 mesi la disponibilità idrica risulta normale nelle stagioni invernale, primaverile e autunnale, mentre l'estate assume condizioni estremamente secche. Estendendo l'analisi ai 6 mesi, entrambi i semestri risultano in condizioni normali. Si segnala invece il semestre maggio-ottobre come molto secco, a seguito del prolungato periodo di magra evidenziato nella scheda relativa alle "Portate medie mensili". Dall'analisi del grafico a 1 mese si evidenziano come moderatamente umido il solo mese di novembre, moderatamente secco giugno, molto secchi i mesi di luglio, agosto e settembre; tutti gli altri mesi hanno un indice SFI che indica condizioni di normalità. Infine, dall'analisi del grafico a 24 mesi si desume che il biennio 2011-2012 è caratterizzato da una condizione molto secca.



Indice di alterazione del regime idrologico

Descrizione

Il regime idrologico di un corso d'acqua riguarda la variabilità spazio temporale della massa e dinamica del flusso (liquido) che lo attraversa, nonché la connessione con le acque sotterranee. Nell'ambito della Direttiva quadro sulle acque (2000/60/CE "Water Framework Directive") e del Decreto di recepimento (152/2006), il regime idrologico è annoverato tra gli elementi di qualità idromorfologica e può contribuire, quindi, a valutare lo stato ecologico dei fiumi. L'alterazione del regime idrologico viene qui definita attraverso 33 parametri, sotto elencati, che compongono 5 sottoinsiemi.

Qjan	Portata media mensile di gennaio
Qfeb	Portata media mensile di febbraio
Qmar	Portata media mensile di marzo
Qapr	Portata media mensile di aprile
Qmay	Portata media mensile di maggio
Qjun	Portata media mensile di giugno
Qjul	Portata media mensile di luglio
Qaug	Portata media mensile di agosto
Qsep	Portata media mensile di settembre
Qoct	Portata media mensile di ottobre
Qnov	Portata media mensile di novembre
Qdic	Portata media mensile di dicembre
1dmin	Portata minima nella durata 1 giorno
3dmin	Portata minima nella durata 3 giorni
7dmin	Portata minima nella durata 7 giorni
30dmin	Portata minima nella durata 30 giorni
90dmin	Portata minima nella durata 90 giorni
1dmax	Portata massima nella durata 1 giorno
3dmax	Portata massima nella durata 3 giorni
7dmax	Portata massima nella durata 7 giorni
30dmax	Portata massima nella durata 30 giorni
90dmax	Portata massima nella durata 90 giorni
NZD	Numero di giorni con portata nulla
BFI	Indice di deflusso di base
Domin	Data del minimo
Domax	Data del massimo
LPC	Numero di impulsi bassi
LPD	Durata degli impulsi bassi
HPC	Numero di impulsi alti
HPD	Durata degli impulsi alti
RR	Tasso di incremento
FR	Tasso di decremento
NOR	Numero di inversioni

Il primo sottoinsieme, o gruppo, riguarda l'entità delle portate mensili da gennaio a dicembre; il secondo si riferisce all'entità dei valori minimi delle portate, nelle durate da 1 a 90 giorni, e dei valori massimi nelle medesime durate, al numero di giorni a portata nulla e al rapporto tra deflusso di base e deflusso annuale; il terzo gruppo di indicatori descrive la posizione nel calendario della data del massimo annuale della portata giornaliera e della data del minimo annuale della portata giornaliera; il quarto gruppo, poi, considera il numero e la durata (in giorni) degli eventi in cui la portata giornaliera è superiore a una soglia, indicati come high pulses, e degli eventi in cui, invece, la stessa portata è inferiore a una soglia, i cosiddetti low pulses; infine, il quinto gruppo considera l'entità degli incrementi e dei decrementi oltre al numero di inversioni idrologiche annuali. I suddetti descrittori idrologici confluiscono nell'Indice di Alterazione del Regime Idrologico (IARI), articolato come nella seguente tabella.

IARI	STATO
$0 \leq \text{IARI} \leq 0,05$	ELEVATO
$0,05 < \text{IARI} \leq 0,15$	BUONO
$0,15 < \text{IARI} \leq 0,30$	MODERATO
$0,30 < \text{IARI} \leq 0,50$	SCARSO
$\text{IARI} > 0,50$	CATTIVO

Ai fini della classificazione dello stato ecologico di un corpo idrico la Direttiva 2000/60 richiede la valutazione del solo stato elevato.

Le valutazioni sono state effettuate alle sezioni di chiusura dei fiumi Po, a Pontelagoscuro, e Reno, a Casalecchio, confrontando le portate dell'anno 2012 con le portate naturali in un periodo idrologico di riferimento (1990-2011). Per ciascuno dei 33 indicatori sopra descritti, sulla base della serie delle portate giornaliere simulate, relativa alla condizione "naturale", sono stati calcolati i percentili 25% e 75%. Per ciascun parametro si considera non alterata la condizione per la quale il valore relativo all'anno 2012 ricade entro tale fascia di confidenza.

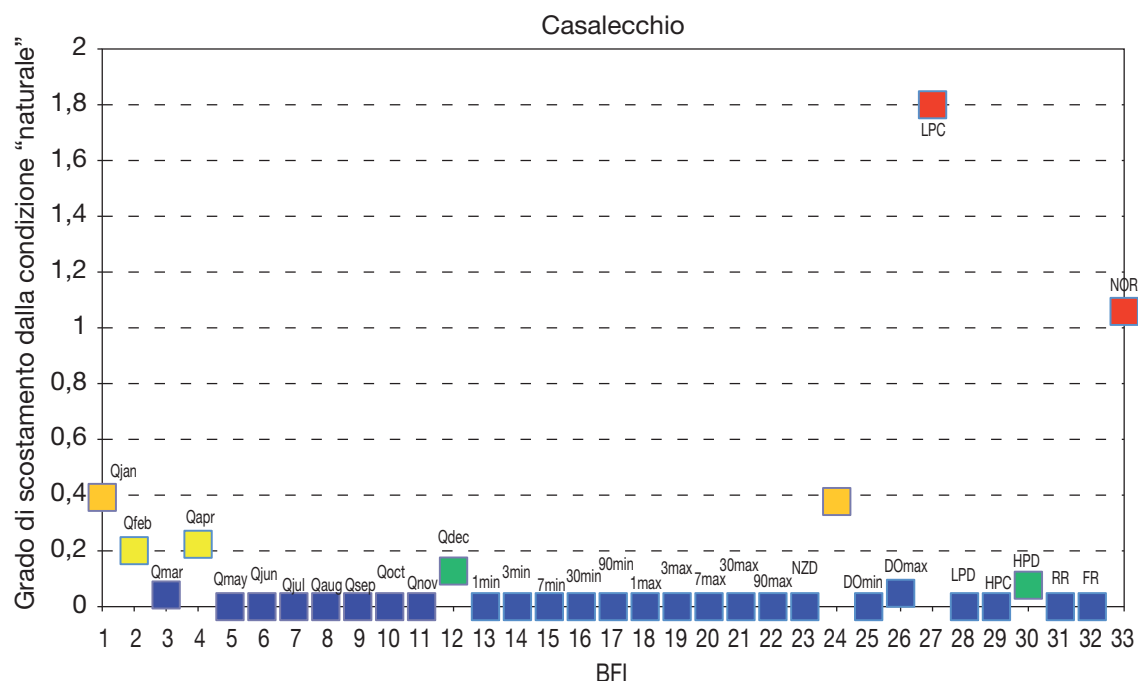
Scopo

Scopo dell'indicatore è quello di confrontare l'andamento delle portate giornaliere defluite nel 2012 con il regime idrologico naturale di riferimen-

to, al fine di mettere in luce le potenziali fonti di alterazione (antropiche e/o naturali) e fissare lo stato di partenza per i successivi approfondimenti. I parametri che compongono lo IARI valutano l'insieme dei fenomeni idrologici che definiscono le condizioni idromorfologiche di un corso d'acqua. In particolare, gli indicatori afferenti al Gruppo 1 quantificano i volumi defluiti nei diversi mesi dell'anno solare e come essi si disperdono nel periodo; il Gruppo 2 tende a rappresentare l'entità delle condizioni massime e minime per durate comprese tra il giorno e la stagione; il Gruppo 3 analizza anticipi o ritardi dei giorni in cui si presentano le portate giornaliere massima e minima dell'anno; il Gruppo 4 consente, attraverso il numero e la durata dei superamenti di opportune soglie, di valutare le pulsazioni degli eventi (variabilità secondaria); gli indicatori del Gruppo 5 considerano infine l'entità e la frequenza delle variazioni delle condizioni idrologiche e idriche (connesse al ruscellamento e ad altri contributi al deflusso superficiale, come pure alla propagazione, traslazione e diffusione delle onde di piena).

Metadati

NOME DELL'INDICATORE	<i>Indice di alterazione del regime idrologico (IARI) alle sezioni dei fiumi Po e Reno</i>	DPSIR	I
UNITÀ DI MISURA		FONTE	Arpa Emilia-Romagna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Bacino idrografico	COPERTURA TEMPORALE DATI	2012
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Acqua
RIFERIMENTI NORMATIVI	Dir 2000/60/CE DLgs 152/2006		
METODI DI ELABORAZIONE DATI	Analisi e valutazione degli aspetti idromorfologici (Ispra 2011)		



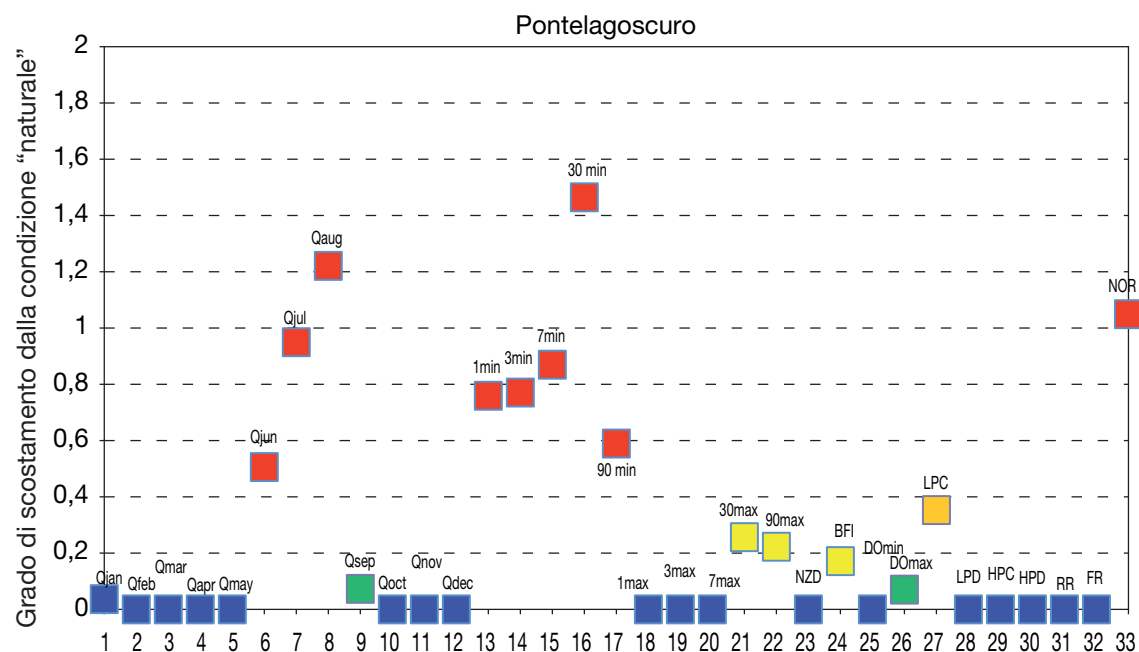
Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.49: Diagramma dei 33 parametri calcolati alla sezione di chiusura del fiume Reno a Casalecchio; grado di scostamento dei parametri per l'anno 2012 rispetto alla condizione naturale relativa al periodo 1990-2011

Tabella 2.15: Medie per gruppo degli indici calcolati per ciascuno dei 33 parametri che compongono lo IARI alla sezione di chiusura del fiume Reno a Casalecchio

Anno	Gruppo 1	Gruppo 2	Gruppo 3	Gruppo 4	Gruppo 5	IARI	STATO
2012	0,08	0,03	0,02	0,47	0,35	0,13	BUONO

Fonte: Arpa Emilia-Romagna



Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Figura 2.50: Diagramma dei 33 parametri calcolati alla sezione di chiusura del fiume Po a Pontelagoscuro; grado di scostamento dei parametri per l'anno 2012 rispetto alla condizione naturale relativa al periodo 1990-2011

Tabella 2.16: Medie per gruppo degli indici calcolati per ciascuno dei 33 parametri che compongono lo IARI alla sezione di chiusura del fiume Po a Pontelagoscuro

Anno	Gruppo 1	Gruppo 2	Gruppo 3	Gruppo 4	Gruppo 5	IARI	STATO
2012	0,23	0,43	0,04	0,09	0,35	0,28	MODERATO

Fonte: Arpa Emilia-Romagna

Commento

Il regime idrologico alla sezione di Pontelagoscuro è influenzato dalla notevole estensione e complessità del bacino padano; a esso concorrono condizioni idrologiche differenziate quali quelle dei corsi d'acqua alpini e collinari (Piemonte), alpini regimati da laghi (Lombardia) e appenninici (Emilia). Esso risente altresì della presenza di accumuli nevosi, riserve glaciali e dei volumi di invaso sia naturali che artificiali. L'insieme di questi contributi può essere sinteticamente rappresentato utilizzando i 33 parametri che concorrono, per il 2012, alla formulazione di un indice di alterazione del regime idrologico pari a 0,28, corrispondente, come nell'anno 2011, a uno stato di alterazione "moderato".

Il confronto delle portate medie mensili del 2012, da gennaio a dicembre (12 parametri), con la fascia delimitata dal 25° e 75° percentile mostra un notevole deficit estivo, nel periodo influenzato dagli utilizzi. Le condizioni estreme annuali minime (parametri da 13 a 17) sembrano confermare le condizioni di deficit per ciascuna durata in esame, come pure la lieve alterazione dell'indice relativo alla portata di base (parametro 24). Nell'anno 2012 la durata e frequenza delle condizioni estreme massime e minime (parametri 27-30) sono risultate in linea con il ventennio di riferimento, a eccezione del nume-

ro degli impulsi bassi che risulta maggiore della norma; di conseguenza il numero di inversioni (parametro 33) è risultato alterato e superiore alla norma.

Il bacino del Reno chiuso a Casalecchio presenta una minore estensione rispetto al bacino padano e una minore complessità idrologica, pur essendo sottoposto a una notevole pressione antropica. Il grado di alterazione del regime idrologico, sinteticamente rappresentato dai 33 parametri, per il 2012, è stimato pari a 0,13, corrispondente a uno stato "buono" rispetto all'alterazione idrologica, in miglioramento rispetto al 2011. Il confronto delle portate medie mensili del 2012 (12 parametri) con la fascia delimitata dal 25° e 75° percentile mostra un lieve deficit nei mesi invernali e un lieve surplus in aprile dovuto allo scioglimento di ingenti quantitativi nevosi. Le condizioni estreme annuali minime (parametri da 13 a 23), per ciascuna durata in esame, risultano nella norma, come pure la data in cui cade il minimo (parametro 25). Valori di portata giornaliera pari al valore minimo, caduto in agosto, si sono registrati anche in gennaio e settembre.

L'indice di portata di base (parametro 24) risulta lievemente in eccesso, come per altro i due gruppi di parametri "numero di impulsi bassi" (parametro 26) e "numero di inversioni" (parametro 33).



Consumo finale lordo di elettricità da fonti rinnovabili

Descrizione

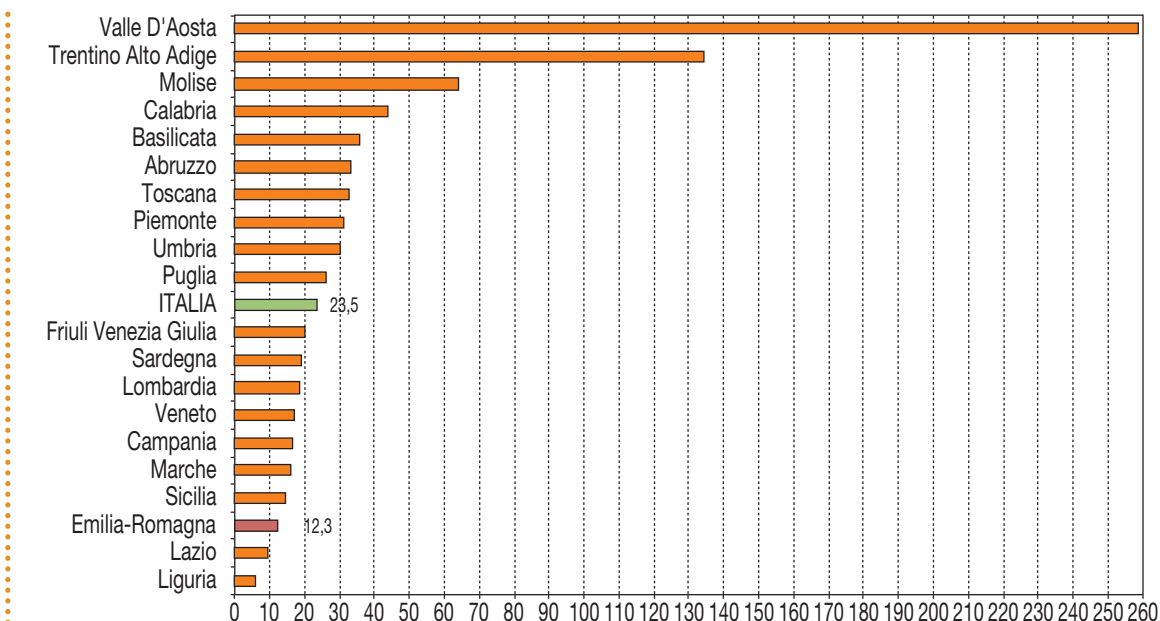
L'indicatore permette di valutare il Consumo Finale Lordo di Energia Elettrica (CFL E), soddisfatto attraverso lo sfruttamento delle Fonti Energetiche Rinnovabili del settore Elettricità (CFL FER E). I dati di produzione sono forniti annualmente dal GSE e da Terna.

Scopo

L'indicatore descrive la penetrazione dell'offerta elettrica da fonti rinnovabili in regione.

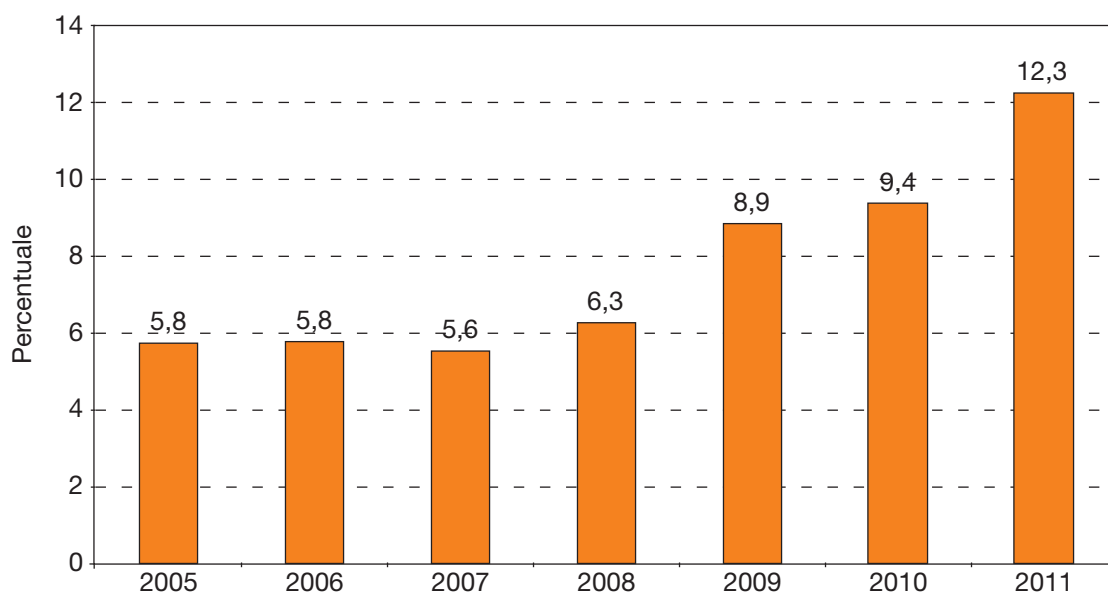
Metadati

NOME DELL'INDICATORE	Consumo Finale Lordo di elettricità da Fonti Energetiche Rinnovabili Elettriche (CFL FER E)	DPSIR	R
UNITÀ DI MISURA	Percentuale, Gigawattora	FONTE	GSE, Terna
COPERTURA SPAZIALE DATI	Nazione, Regione	COPERTURA TEMPORALE DATI	2005-2011
AGGIORNAMENTO DATI	Annuale	ALTRE AREE TEMATICHE INTERESSATE	Aria
RIFERIMENTI NORMATIVI			
METODI DI ELABORAZIONE DATI			



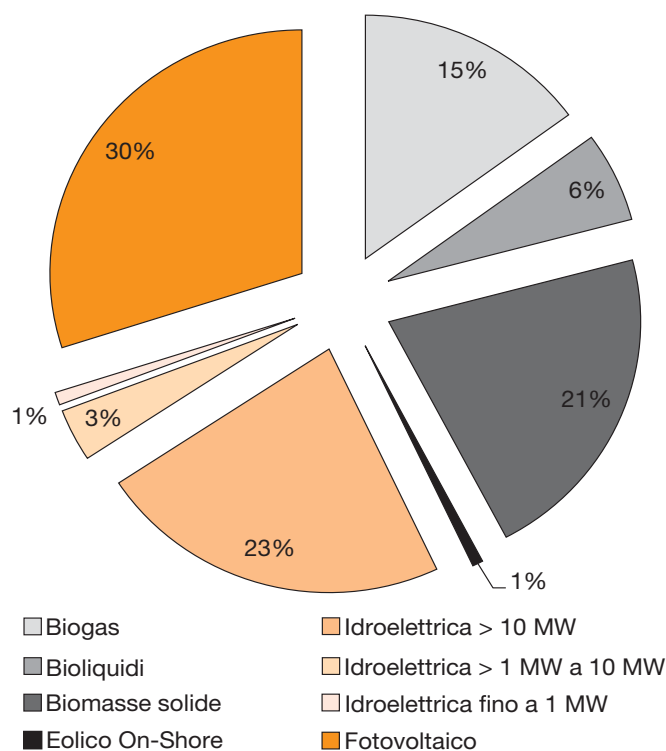
Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati GSE e Terna

Figura 2.51: Ripartizione percentuale del Consumo Finale Lordo di Fonti Energetiche Rinnovabili Elettriche (CFL FER E), per regione (2011)



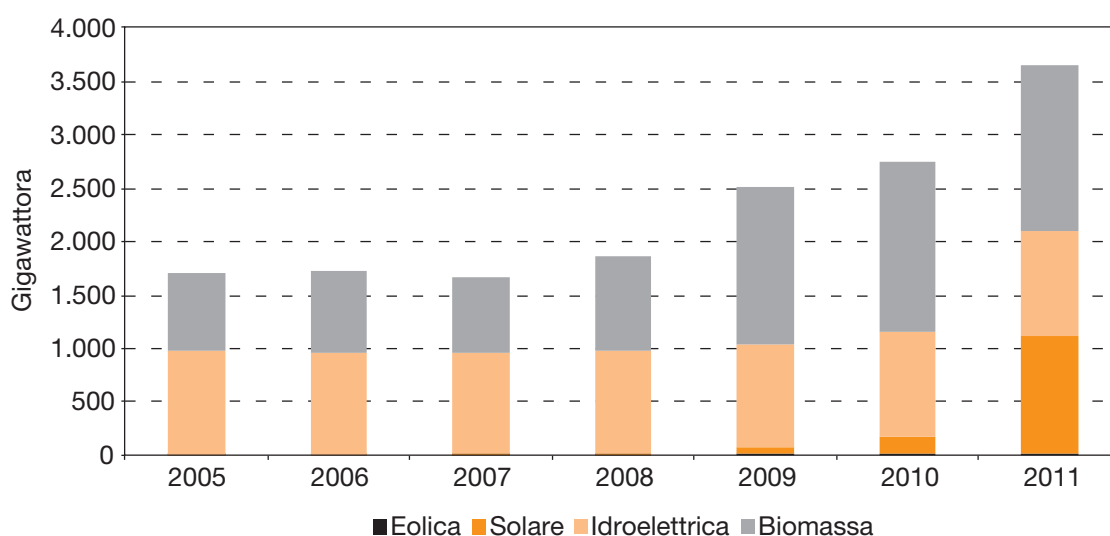
Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati GSE e Terna

Figura 2.52: Trend della percentuale del Consumo Finale Lordo di Fonti Energetiche Rinnovabili Elettriche (CFL FER E) in Emilia-Romagna (2005-2011)



Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati GSE e Terna

Figura 2.53: Ripartizione percentuale per tipologia di fonte della produzione di energia elettrica rinnovabile in Emilia-Romagna (2011)



Fonte: Elaborazione Arpa Emilia-Romagna su dati GSE e Terna

Figura 2.54: Trend della produzione di energia elettrica rinnovabile per tipologia di fonte in Emilia-Romagna (2005-2011)

Commento

Il Decreto 15 marzo 2012 del ministero dello Sviluppo economico (c.d. Decreto Burden Sharing) assegna a ogni regione un obiettivo di consumi di energia da fonti rinnovabili (FER) sul Consumo Finale Lordo di energia (CFL). Per l'Emilia-Romagna questo obiettivo (che comprende le rinnovabili elettriche e le rinnovabili calore) è fissato all'8,9%. Attualmente le statistiche permettono di valutare la sola quota di rinnovabili elettriche (FER

E) e rapportarla al Consumo Finale Lordo (CFL) per gli anni 2005-2011. Al 2011 l'Emilia-Romagna presenta un valore di CFL FER E pari al 12,3%, in crescita rispetto al valore 2010 (9,4%). Al 2011 la produzione di energia elettrica da FER è in forte crescita rispetto all'anno precedente (+32,9%) ed è coperta principalmente da biomasse (42%), fotovoltaico (30%) e idroelettrico (27%). Ancora marginale invece la produzione eolica (1%).

Riferimenti

Autori

Lucio BOTARELLI ⁽¹⁾, Rodica TOMOZEIU ⁽¹⁾, Valentina PAVAN ⁽¹⁾, Cesare GOVONI ⁽¹⁾, William PRATIZZOLI ⁽¹⁾, Gabriele ANTOLINI ⁽¹⁾, Fausto TOMEI ⁽¹⁾, Silvano PECORA ⁽¹⁾, Michele DI LORENZO ⁽¹⁾, Nicola CAPURSO ⁽¹⁾, Alessandro ALLODI ⁽¹⁾, Mauro DEL LONGO ⁽¹⁾, Giuseppe RICCIARDI ⁽¹⁾, Enrica ZENONI ⁽¹⁾, Simona MACCAFERRI ⁽¹⁾, Paolo CAGNOLI ⁽²⁾, Michele SANSONI ⁽²⁾

⁽¹⁾ ARPA SIMC, ⁽²⁾ ARPA DIREZIONE TECNICA

Bibliografia

1. Antolini G., Tomei F. (2006), PRAGA - "Programma di Analisi e Gestione di dati Agrometeorologici." Atti del convegno AIAM *Agrometeorologia e gestione delle colture agrarie*, Torino 6-8 giugno
2. Cacciamani C. et al. (2001), "Evidenza di cambiamenti climatici sul Nord Italia. Parte 1: Analisi delle temperature e delle precipitazioni", in *Quaderno Tecnico*, ARPA-SMR n. 02/2001, pag.1-43
3. Marletto V. et al. (2010), *Atlante idroclimatico della regione Emilia-Romagna*. ISBN 88-87854-24-6
4. Pavan V. et al. (2008), "Daily precipitation observations over Emilia-Romagna: mean values and extremes". *Int. J. Climatol.* DOI: 10.1002/joc.1694
5. Tomozeiu R. et al. (2002), "Cambiamenti termici in Emilia-Romagna", *Arpa Rivista*, n° 6, Novembre-Dicembre 2002, 58-60
6. Tomozeiu R. et al. (2006), "Observed temperature changes in Emilia-Romagna: mean values and extremes". *Climate Research*, 31, 217-225

Sitografia

1. <http://www.arpa.emr.it/sim>