

# **BOLLETTINO DELLO STATO DELLA VEGETAZIONE FORESTALE**

Elaborazione di dati satellitari per il monitoraggio della siccità

N° 11/2024 del 13 settembre 2024

Periodo di osservazione:  
01/09 - 10/09

A cura dell'Osservatorio Clima

## **Sommario**

<b>Metodologia</b>	<b>2</b>
<b>Indicatori per il monitoraggio della siccità da telerilevamento</b>	<b>3</b>
Anomalia di NDVI	3
Andamento NDVI per macroarea	4
Andamento dell'anomalia di NDVI per area naturale e macroarea	6
Indice della salute della vegetazione - VHI	9
Soil Water Index - SWI	10
<b>Approfondimenti</b>	<b>11</b>

# Metodologia

Gli indici del presente bollettino sono ottenuti tramite l'elaborazione di dati satellitari da telerilevamento.

Il satellite utilizzato è Sentinel 3 (sensore SLSTR), appartenente al programma europeo Copernicus; a partire dal 2024 sostituisce, per le finalità del presente bollettino, i satelliti AQUA e TERRA di NASA (sensore Modis), in previsione della loro dismissione.

Sentinel 3 è stato scelto perché offre un'adeguata risoluzione spaziale (tra 500 m e 1 km, a seconda del prodotto) e un'elevata risoluzione temporale (giornaliera), elemento che incrementa la probabilità di acquisire immagini prive di nubi.

I dati ottenuti a partire dal 2024 sono solo qualitativamente confrontabili con i bollettini degli anni precedenti, in quanto le immagini sono ottenute da sensori diversi e vengono elaborate con differenti metodologie. Per questo motivo non è più possibile sfruttare la serie storica di dati acquisiti dai satelliti TERRA e AQUA (in funzione rispettivamente dal 2000 e dal 2002) ma solo quella acquisita da Sentinel 3 dall'inizio della sua operatività. Il periodo di riferimento per le anomalie in questo bollettino parte dal 2016.

Il passaggio a un nuovo dataset è stato occasione di un profondo rinnovamento del bollettino che, oltre al perfezionamento dei contenuti preesistenti relativi all'indicatore Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), vede l'aggiunta di due indicatori, Vegetation Health Index (VHI) e Soil Water Index (SWI), al fine di offrire una visione più completa e diversificata della siccità da telerilevamento.

Gli indici NDVI e VHI si riferiscono alle sole macroaree regionali con un'alta percentuale di copertura di vegetazione forestale (macroaree A, C, E, G), mentre l'indice SWI copre tutta la regione. La scelta di aggiungere l'indice SWI, un indicatore relativo al contenuto idrico del suolo, deriva dalla volontà di fornire un quadro più completo a supporto dell'interpretazione e dell'utilizzo dei dati relativi agli altri due indicatori. Ad esempio, lo SWI abbinato agli altri indici può dare un'indicazione della vulnerabilità del territorio al rischio di incendio. Inoltre, rappresentando il grado in corso della saturazione dei primi 5 cm di suolo, può fornire un'indicazione della tendenza futura dello stato della vegetazione forestale.

Per tutti gli indicatori, le immagini sono acquisite quotidianamente su un periodo di 10 giorni:

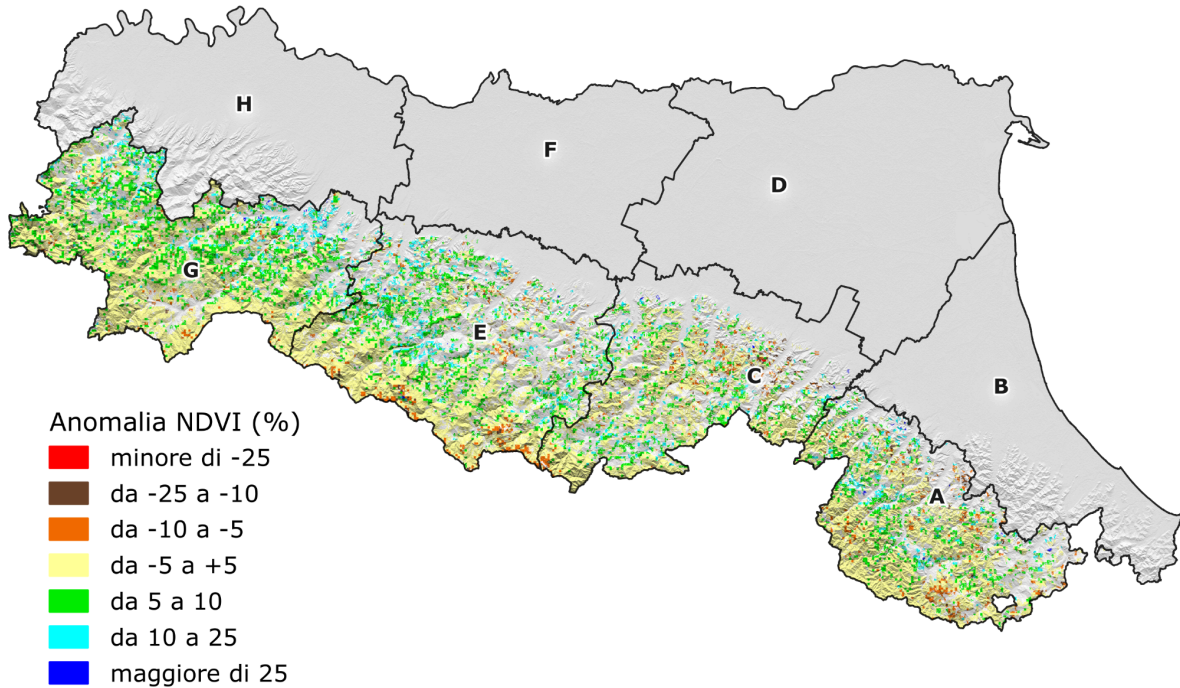
- NDVI: la mappa rappresenta l'anomalia della mediana di NDVI, calcolata a partire dai valori massimi osservati sul periodo di riferimento, per minimizzare l'influenza delle nuvole;
- VHI: la mappa viene calcolata sul periodo di riferimento a partire dai valori mediani degli indici NDVI e LST (Land Surface Temperature); per evitare l'influenza delle nuvole si utilizzano immagini preelaborate dal servizio Copernicus, che comprendono già la maschera delle nubi e correzioni atmosferiche del dato;
- SWI: il prodotto rappresenta il valore medio di contenuto idrico del suolo nei primi 5 cm circa, in percentuale, per il periodo di riferimento.

Le macroaree utilizzate nel presente bollettino seguono la suddivisione in [bacini idrografici](#) ad esclusione delle aree al di fuori dei confini amministrativi della regione.

Il bollettino copre il periodo dal 21 maggio al 10 ottobre di ogni anno, con cadenza decadale.

# Indicatori per il monitoraggio della siccità da telerilevamento

## Anomalia di NDVI



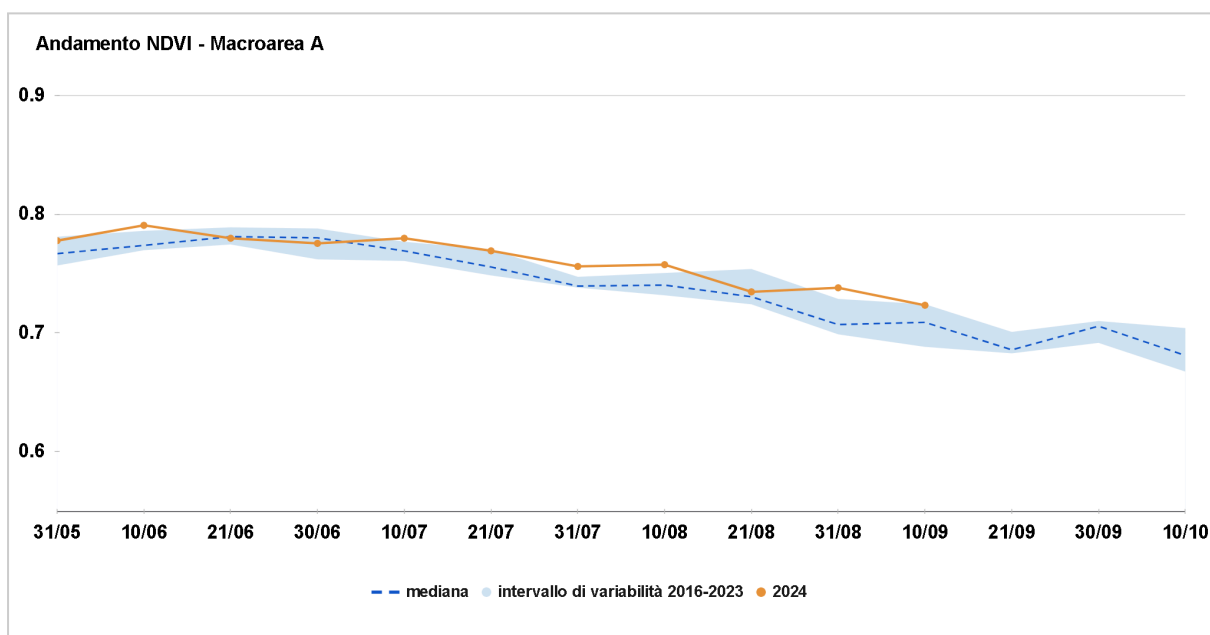
**Figura 1** - Anomalia di NDVI sulle macroaree a elevata copertura forestale rispetto alla serie 2016-2023

### NDVI (Normalized difference vegetation index)

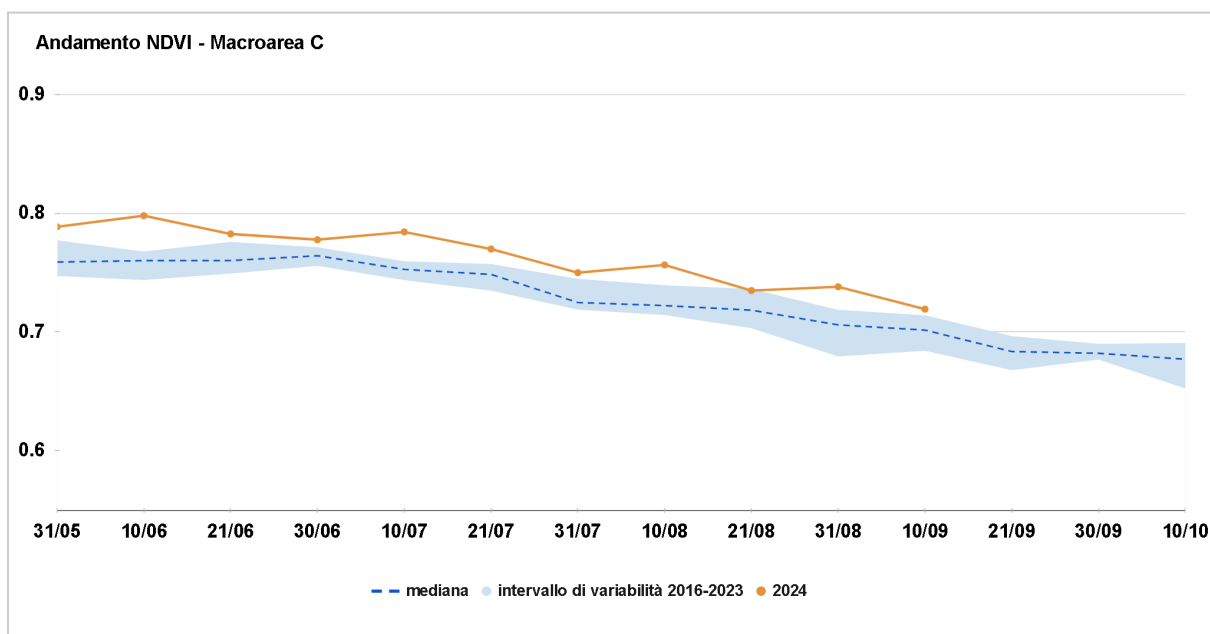
L'indice di vegetazione della differenza normalizzata è il principale indicatore da satellite della presenza di vegetazione sulla superficie terrestre e del suo evolversi nel tempo.

L'indice viene calcolato partendo da immagini satellitari Sentinel 3, prodotte da sensori che acquisiscono nelle bande spettrali del rosso (R: 0.7  $\mu\text{m}$ ) e vicino infrarosso (NIR: 0.9  $\mu\text{m}$ ), valutando la presenza di attività fotosintetica. I valori dell'indice sono tipicamente compresi tra -1 e +1. La presenza di vegetazione assume valori maggiori di 0.2. Nel calcolo dell'anomalia di NDVI, percentuali positive indicano assenza di siccità, percentuali intorno allo zero indicano condizioni nella media, percentuali tra -5 e -10 rappresentano leggera siccità, da -10 a -25 moderata siccità e oltre il -25 condizioni di severa siccità.

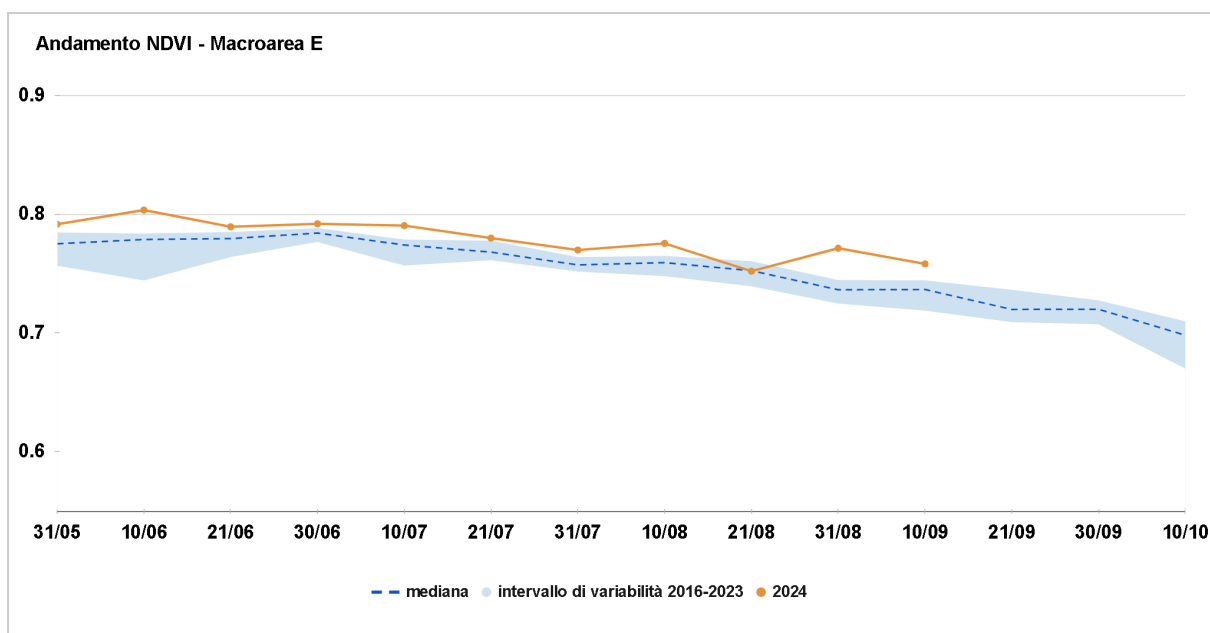
## Andamento NDVI per macroarea



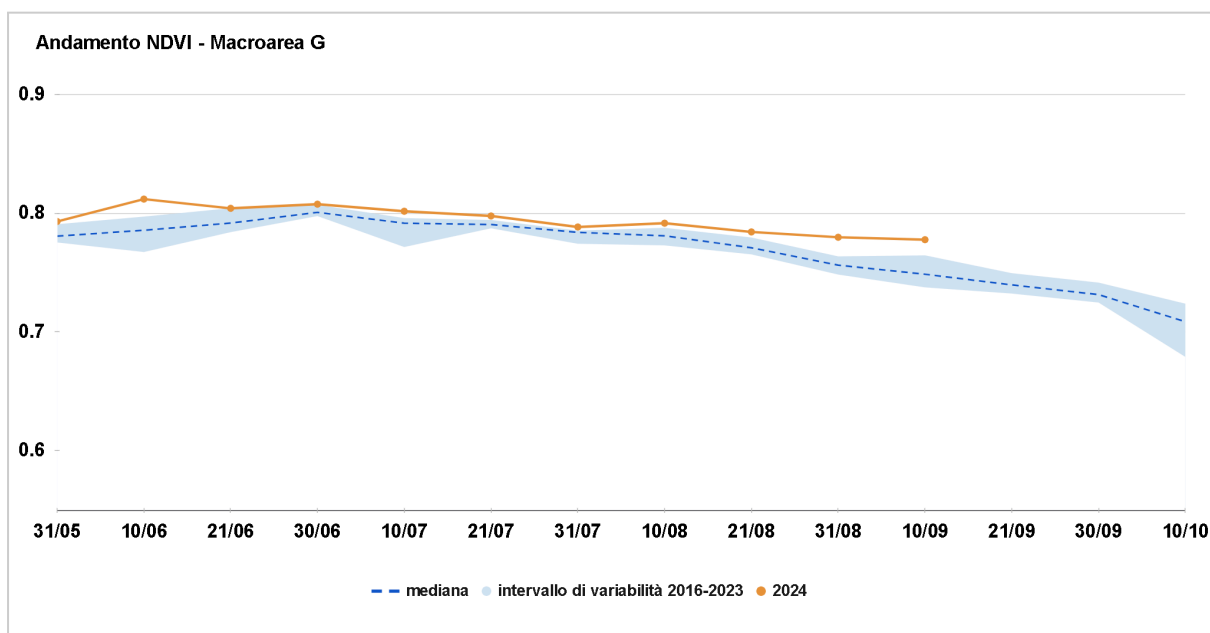
**Figura 2** - Macroarea A: il grafico mostra l'andamento della mediana dell'indice NDVI dell'anno in corso (linea arancione) confrontato con la mediana del periodo 2016-2023 (linea tratteggiata) e l'intervallo di variabilità (fascia azzurra), delimitato in alto dal 75° e in basso dal 25° percentile.



**Figura 3** - Macroarea C: il grafico mostra l'andamento della mediana dell'indice NDVI dell'anno in corso (linea arancione) confrontato con la mediana del periodo 2016-2023 (linea tratteggiata) e l'intervallo di variabilità (fascia azzurra), delimitato in alto dal 75° e in basso dal 25° percentile.



**Figura 4** - Macroarea E: il grafico mostra l'andamento della mediana dell'indice NDVI dell'anno in corso (linea arancione) confrontato con la mediana del periodo 2016-2023 (linea tratteggiata) e l'intervallo di variabilità (fascia azzurra), delimitato in alto dal 75° e in basso dal 25° percentile.



**Figura 5** - Macroarea G: il grafico mostra l'andamento della mediana dell'indice NDVI dell'anno in corso (linea arancione) confrontato con la mediana del periodo 2016-2023 (linea tratteggiata) e l'intervallo di variabilità (fascia azzurra), delimitato in alto dal 75° e in basso dal 25° percentile.

## Andamento dell'anomalia di NDVI per area naturale e macroarea

Le tabelle mostrano, per ogni macroarea, l'andamento dell'anomalia di NDVI sulle aree forestali ottenute dalla Carta dell'Uso del Suolo di dettaglio 2020, edizione 2023, della Regione Emilia-Romagna<sup>1</sup>.

I codici relativi alle aree forestali sono classificati come segue:

- 3111 - boschi a prevalenza di faggi
- 3112 - boschi a prevalenza di querce, carpini e castagni
- 3113 - boschi a prevalenza di salici e pioppi
- 3115 - castagneti da frutto
- 3120 - boschi di conifere
- 3130 - boschi misti di conifere e latifoglie
- 3210 - praterie e brughiere d'alta quota
- 3331 - aree calanchive

La colorazione delle celle mostra se i valori dell'anno in corso sono sotto la media (rosso) o sopra (blu), con intensità che rappresenta la grandezza della deviazione dalla media del periodo 2016-2023.

**Tabella 1** - Macroarea A: anomalie di NDVI in base alla suddivisione in aree forestali, ottenute dall'uso del suolo RER 2020

A	3111	3112	3113	3120	3130	3210	3331	3115
21/05 - 31/05	2,80	0,81	0,07	0,89	1,78	0,52	-0,91	3,65
01/06 - 10/06	2,83	1,71	0,08	1,62	1,70	3,94	-1,00	3,09
11/06 - 20/06	1,34	0,13	-1,15	0,30	0,74	0,28	-0,74	0,04
21/06 - 30/06	0,52	0,10	2,34	0,01	-0,40	-1,30	-2,57	-0,63
01/07 - 10/07	1,64	1,53	9,23	1,61	1,69	0,13	-1,53	1,95
11/07 - 20/07	1,33	1,21	-3,66	1,29	1,34	1,10	-0,92	1,44
21/07 - 31/07	1,46	1,07	2,46	1,54	0,91	0,11	-2,11	1,81
01/08 - 10/08	2,46	2,07	-4,84	2,68	1,94	0,29	-1,93	2,18
11/08 - 20/08	0,69	-0,37	-7,12	0,16	-0,14	-5,47	-6,78	0,58
21/08 - 31/08	3,70	3,71	-1,40	3,49	3,82	2,75	0,07	4,32
01/09 - 10/09	-0,39	2,13	-6,25	1,60	1,48	-3,65	1,79	0,34
11/09 - 20/09								
21/09 - 30/09								
01/10 - 10/10								

<sup>1</sup>

<https://geoportale.regione.emilia-romagna.it/catalogo/dati-cartografici/pianificazione-e-catasto/uso-del-suolo/layer-14>

**Tabella 2** - Macroarea C: anomalie di NDVI in base alla suddivisione in aree forestali, ottenute dall'uso del suolo RER 2020

C	3111	3112	3113	3120	3130	3210	3331	3115
21/05 - 31/05	3,08	3,50	5,20	3,69	2,79	-4,61	0,80	2,96
01/06 - 10/06	4,28	4,82	7,81	4,22	4,04	1,41	3,50	3,08
11/06 - 20/06	1,46	2,62	4,01	1,59	2,32	1,31	-1,75	1,59
21/06 - 30/06	-0,01	1,82	5,83	0,63	0,56	-0,96	-2,44	1,94
01/07 - 10/07	1,37	4,10	5,53	2,52	2,58	2,23	4,16	2,66
11/07 - 20/07	-0,16	2,72	6,80	0,87	1,52	-0,51	1,30	1,27
21/07 - 31/07	0,07	2,29	4,30	1,07	1,40	-0,65	-0,47	1,24
01/08 - 10/08	1,35	3,68	5,20	2,04	3,82	-0,02	-0,64	3,83
11/08 - 20/08	-1,35	2,21	5,83	0,69	2,07	-5,49	-2,20	2,23
21/08 - 31/08	1,98	5,35	7,88	3,21	4,72	1,68	3,79	3,79
01/09 - 10/09	0,03	2,51	10,75	1,53	2,95	-4,76	-0,63	2,18
11/09 - 20/09								
21/09 - 30/09								
01/10 - 10/10								

**Tabella 3** - Macroarea E: anomalie di NDVI in base alla suddivisione in aree forestali, ottenute dall'uso del suolo RER 2020

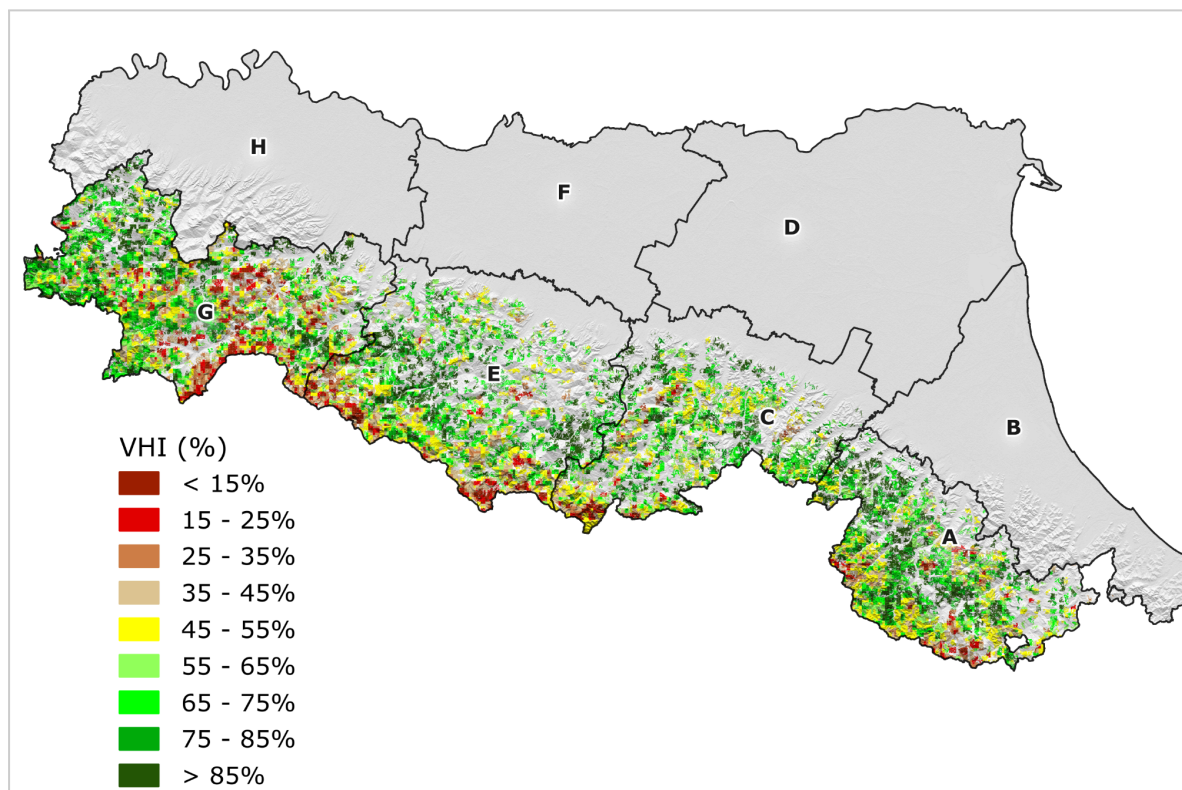
E	3111	3112	3113	3120	3130	3210	3331	3115
21/05 - 31/05	2,78	2,78	-1,23	1,96	1,71	-5,10	2,61	2,76
01/06 - 10/06	3,41	4,72	-0,13	3,28	4,11	3,32	6,13	4,57
11/06 - 20/06	0,54	1,05	-12,71	0,56	0,73	0,28	0,05	0,82
21/06 - 30/06	-0,11	1,88	-2,17	-0,03	0,80	-1,56	1,50	0,24
01/07 - 10/07	1,19	4,51	5,20	1,16	3,20	0,22	7,91	1,64
11/07 - 20/07	-0,26	2,77	4,74	0,67	1,61	-1,18	6,16	-0,94
21/07 - 31/07	-0,52	2,99	2,18	0,65	1,58	-1,48	4,66	-0,43
01/08 - 10/08	0,87	3,77	2,93	1,70	2,00	-1,20	4,49	1,35
11/08 - 20/08	-1,35	1,91	-8,86	-1,34	-0,28	-5,82	0,91	-0,13
21/08 - 31/08	2,48	6,33	-1,78	3,39	4,90	0,60	9,58	3,39
01/09 - 10/09	0,67	4,60	-3,77	1,65	2,55	-3,99	1,82	1,01
11/09 - 20/09								
21/09 - 30/09								
01/10 - 10/10								



**Tabella 4** - Macroarea G: anomalie di NDVI in base alla suddivisione in aree forestali, ottenute dall'uso del suolo RER 2020

G	3111	3112	3113	3120	3130	3210	3331
21/05 - 31/05	0,33	1,55	-5,50	0,53	0,29	-2,88	0,90
01/06 - 10/06	2,94	3,15	0,23	2,55	2,20	1,65	2,97
11/06 - 20/06	0,87	1,03	-3,79	-0,79	-0,51	0,68	0,43
21/06 - 30/06	0,32	1,10	-5,00	-0,18	0,30	0,28	4,63
01/07 - 10/07	1,25	2,83	-4,52	2,62	1,08	1,77	9,40
11/07 - 20/07	0,06	1,20	-3,33	1,40	0,59	0,73	7,40
21/07 - 31/07	0,58	1,61	7,18	0,42	0,87	0,65	7,30
01/08 - 10/08	0,69	2,27	15,32	1,16	0,33	-0,68	8,36
11/08 - 20/08	1,13	2,33	1,39	0,16	0,83	0,03	8,09
21/08 - 31/08	2,14	3,73	2,27	3,02	2,27	2,05	10,49
01/09 - 10/09	2,78	3,89	0,72	4,15	3,32	1,30	5,54
11/09 - 20/09							
21/09 - 30/09							
01/10 - 10/10							

## Indice della salute della vegetazione - VHI

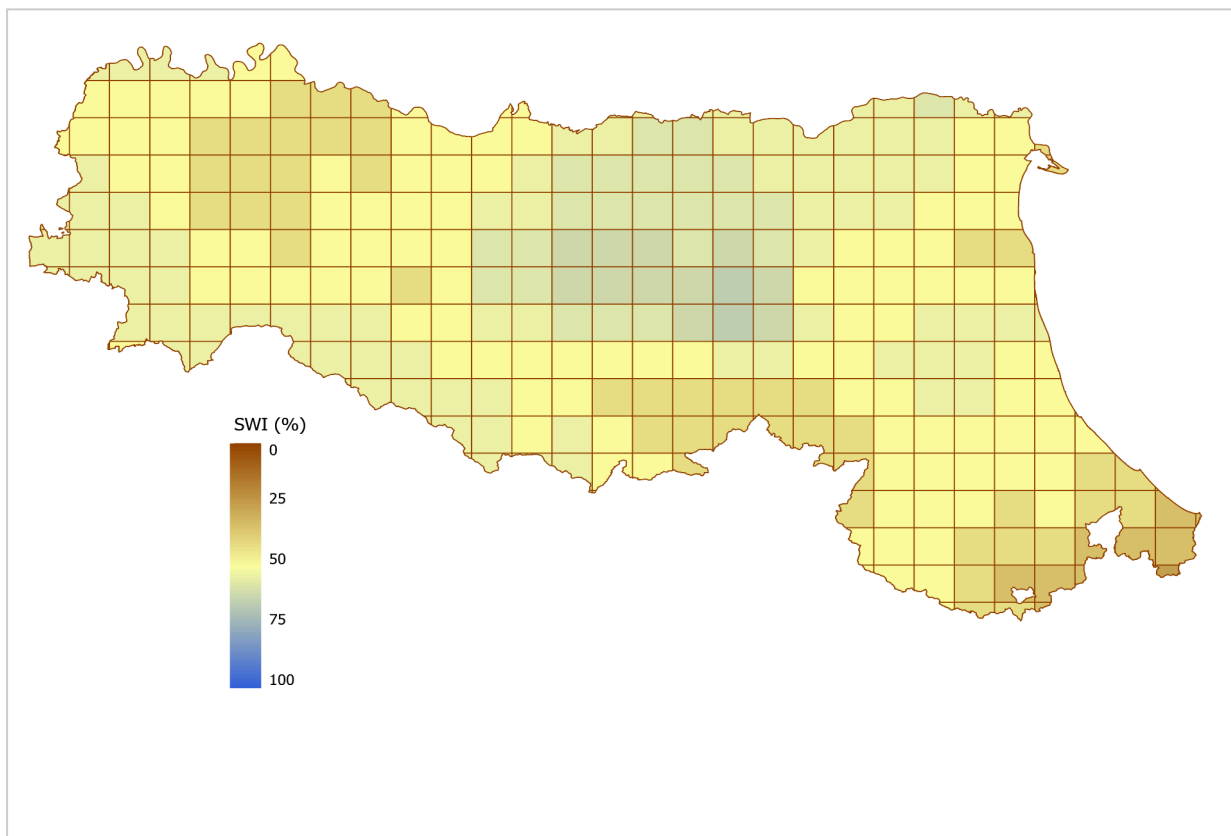


**Figura 6** - Indice VHI sulle macroaree a elevata copertura forestale.

### VHI (Vegetation Health Index)

È un indicatore impiegato in telerilevamento per la stima dello stato di salute della vegetazione e viene ampiamente utilizzato nella misura dello stress vegetativo causato dalla siccità. Il VHI combina informazioni di stato della vegetazione e temperatura, fornite rispettivamente dal [Vegetation Condition Index \(VCI\)](#) e dal [Temperature Condition Index \(TCI\)](#). Il VCI confronta l'NDVI osservato con i valori minimi e massimi misurati in un periodo di riferimento; mentre il TCI confronta il dato LST (Land Surface Temperature) registrato con il range dei valori di LST estremi (temperatura del terreno minima e massima), registrati per lo stesso periodo di riferimento, che per questo bollettino va dal 2016 all'anno precedente quello di pubblicazione. Tipicamente livelli bassi di NDVI e valori alti di temperatura indicano condizioni di scarsa salute della vegetazione. I valori dell'indice VHI vanno da 0 (estrema siccità) a 100 (ottimo stato di salute); in assenza di siccità l'indice assume valori superiori a 40.

## Soil Water Index - SWI



**Figura 7** - Soil Water Index sul territorio regionale, risoluzione 12 km. La mappa rappresenta i valori medi di SWI sul periodo di riferimento.

### **SWI (Soil Water Index)**

Il Soil Water index (SWI) fornisce informazioni sulle condizioni di umidità a diverse profondità di suolo. L'algoritmo combina dati satellitari di umidità del suolo superficiale e dati da modello per la stima dell'infiltrazione a diverse profondità di suolo in funzione del tempo. In questo bollettino vengono considerati solo i primi 5 cm di suolo. I valori dell'indice vanno da 0 a 100 e rappresentano la percentuale di saturazione del suolo.

## Approfondimenti

Tutti i prodotti del presente bollettino derivano dai dati acquisiti dal satellite Sentinel 3; la mappa relativa all'indice SWI è direttamente acquisita da [Copernicus Land Monitoring System](#).

Maggiori informazioni e approfondimenti sono disponibili ai seguenti link:

[Siccità e desertificazione](#)

[Normalized Difference Vegetation Index](#)

[Vegetation Health Index](#)

[Copernicus Soil Moisture](#)

[Sentinel 3 data](#)

Per qualsiasi riscontro è possibile scrivere a [osservatorioclima@arpae.it](mailto:osservatorioclima@arpae.it).