



# MAREGGIATE

Analisi dati 2019 e aggiornamento della sintesi  
1946-2019

## **Indice**

- 1. Premessa**
- 2. Le mareggiate 2019**
- 3. Analisi dei dati periodo 2011-2019**
  - a. Impatti**
  - b. Sistema di allertamento**
- 4. Aggiornamento dati complessivi: periodo 1946 -2019**

## 1. Premessa

Il presente documento costituisce un aggiornamento, al 2019, dei rapporti 'Mareggiate analisi dati 2011-2016' e 2017-2018, disponibili presso il Servizio geologico, Sismico e dei suoli dell'Emilia-Romagna

Esso fornisce:

- una descrizione aggiornata degli eventi di mareggiata che hanno prodotto impatto sulla costa e delle località colpite
- la sintesi delle allerte emesse e delle informazioni sugli eventi
- l'analisi della risposta del 'Sistema di Allertamento Costiero, divenuto operativo nel 2012 e che, dal 2017, è entrato ufficialmente nelle 'procedure regionali di allertamento'.

Si rammenta che lo studio di riferimento, da cui si è partiti per la definizione delle soglie meteomarine di attenzione e per la definizione degli indicatori di allerta, è il lavoro condotto da SGSS, ARPA-SIMC e Unife nell'ambito del progetto Europeo Micore (2008-2011), sintetizzato nel volume: Perini L., Calabrese L., Deserti M., Valentini A., Ciavola P., Armaroli C. (a cura di) (2011) – [Le Mareggiate e gli impatti sulla costa in Emilia-Romagna](#), 1946-2010. I quaderni di Arpa, pp. 141. Arpa Emilia Romagna, Bologna, ISBN 88-87854-27-5

In primo luogo, attraverso l'analisi di tutti i dati meteo-marini associati alle mareggiate storiche, sono state definite le caratteristiche dei fenomeni che generano gli impatti più rilevanti e, incrociando tali informazioni con i rilievi di campo, sono state stabilite le soglie di impatto per le zone naturali e per quelle antropizzate (Armaroli et al. 2012).

Tipo di spiaggia	Tipo di impatto	parametro	soglie	Criterio utilizzato per la definizione
Naturale con dune	Evoluzione morfologica (erosione e/o distruzione della duna)	Altezza d'onda ( $H_s$ )	T1 wave height = 3.3 m	DSF (Dune Stability Factor)
		Livello del mare (surge + tide)	T1 WL = 0.85 m above MSL	
Antropizzata	Inondazione e/o danneggiamento delle infrastrutture	Altezza d'onda ( $H_s$ )	$H_s = 2.00$ m	Confronto tra dati dell'evento (run-up + surge + tide) massima elevazione topografica
		Livello del mare (surge + tide)	WL = 0.7 m above MSL	

Tab. 1 soglie di impatto definite nell'ambito del progetto EU Micore (2008-2011)

A partire da tali risultati e dall'analisi degli impatti realmente prodotti dalle mareggiate lungo l'intera costa regionale, sono state stabilite le **soglie di criticità** da utilizzare per la previsione e allertamento dei fenomeni.

Soglie	Livello marea	Hs onde
Solo onda		3 m
Solo marea	0.8 m	
combinazione	0.7 m	2 m

Tab. 2 soglie di impatto utilizzate per le allerte di Protezione Civile

Successivamente, dal 2011 i dati sulle mareggiate sono archiviati nel database informatico denominato in\_Storm, parte del Sistema Informativo del Mare e della Costa -RER, che è stato sviluppato con lo scopo di: organizzare le informazioni sulle mareggiate, garantire l'aggiornamento del catalogo delle mareggiate storiche; avere un controllo sullo stato del litorale indispensabile per i reperibili SGSS che valutano quotidianamente le criticità costiere nell'ambito del Centro funzionale regionale.

Una descrizione dello strumento è consultabile alla pagina

[http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/costa/in\\_storm-il-sistema-informativo-per-la-gestione-delle-mareggiate](http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/geologia/temi/costa/in_storm-il-sistema-informativo-per-la-gestione-delle-mareggiate)

È importante sottolineare che le informazioni recenti, a partire dagli anni '90, sono molto più accurate di quelle storiche, soprattutto perché sono divenuti via via più numerosi i report tecnici, di gran lunga più affidabili rispetto alle segnalazioni ricavate da altre fonti, come, per esempio, dalla cronaca.

Le informazioni sui dati meteomarini, invece, sono divenute affidabili e continue solo a partire dal 2007, anno in cui è stata installata la boa ondometrica 'Nausica' al largo delle coste Regionali. Per quel che riguarda i dati mareografici, nel corso del 2019 la stazione mareografica di Porto Corsini gestita da ISPRA è stata operativa a partire dal mese di febbraio, mentre è risultata essere sempre operativa la stazione di Porto Garibaldi, istituita dalla Provincia di Ferrara ed entrata a far parte della rete osservativa di ARPAe dal 2017. Purtroppo, sia la 'Boa Nausica' che gli altri strumenti saltuariamente necessitano di manutenzione straordinaria con interruzioni nelle serie dei dati, che talvolta accadono in corrispondenza di eventi di mareggiata.

## **I dati contenuti nel DB in\_Storm**

Nel database sono archiviate diverse tipologie di dato, raggruppati nelle seguenti sezioni:

- Previsioni: dove sono raccolti gli avvisi meteo e le allerte di protezione Civile
- Rilevazioni: contengono i dati meteomarini – resi disponibili da Arpae-Simc
- STB: è la sezione dove si archiviano i report elaborati dai Servizi di Area della APC (ex STB costa)
- Mareggiata: la sezione raccoglie tutte le informazioni sugli impatti e le rilevazioni effettuate dal SGSS
- Analisi: è una sezione che permette di effettuare analisi quali-quantitative sui dati
- Report: per l'elaborazione di report annuali o pluriennali

Le informazioni sono ascrivibili alle seguenti tipologie di evento:

1. **mareggiate che sono stati oggetto di allertamento per evento costiero e/o per stato del mare (se successivamente si rileva superamento di soglia costiera)**, anche qualora non

## **2. Le mareggiate 2019**

Nel corso del 2019 sono stati solo 6 gli eventi meteomarini con caratteristiche tali da essere inclusi nel catalogo in\_Storm (superamento delle soglie di attenzione e/o per occorrenza di impatti sulla costa). Di essi, comunque, solo 3 hanno registrato impatti: la mareggiata del 1-3 febbraio, quella del 12-18 Novembre e un evento minore del 22-25 dicembre.

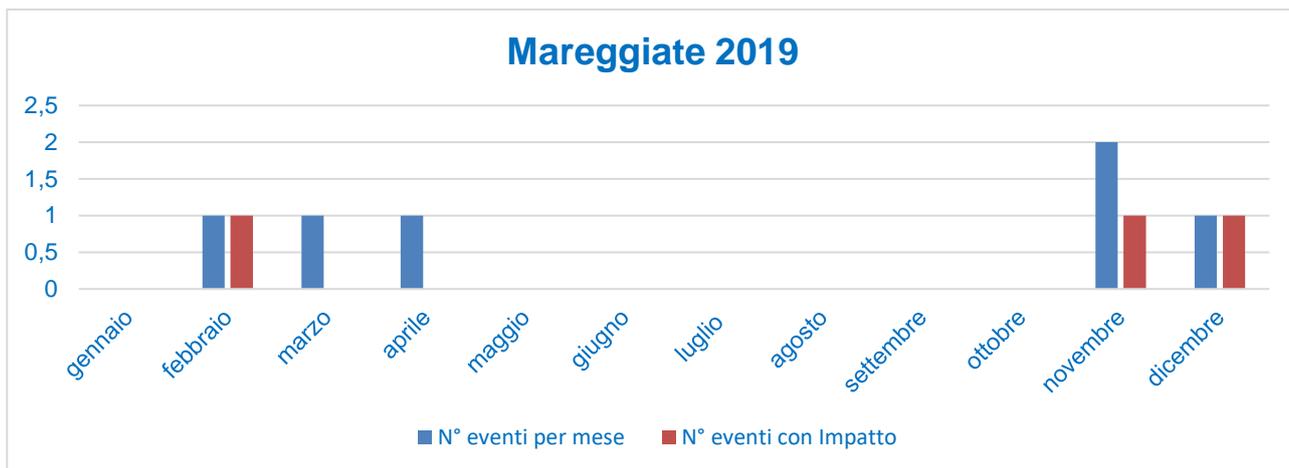


Fig. 1 Distribuzione nell'anno delle mareggiate 2019

La tabella seguente contiene la sintesi delle informazioni relative alle singole mareggiate, con particolare riferimento a:

- previsione/allertamento dell'evento
- superamento delle soglie (in previsione e in registrazione)
- impatti e relativa registrazione

CODICE	PREVISIONI										MAREGGIATE CON IMPATTI	
	Data Inizio	Data Fine	Allerte		SOGLIE			EWS				
			Stato del Mare	Criticità Costiera	Altezza d'onda	Livello del mare	Combinato	SCW	BWD			
		Rosso	Arancione	Rosso	Arancione							
2019_02_I	1 febbraio 2019	3 febbraio 2019	GIALLO	GIALLO	No	No	No					Si
2019_03_I	25 marzo 2019	27 marzo 2019	GIALLO	VERDE	No	No	No					No
2019_04_I	4 aprile 2019	5 aprile 2019	VERDE	GIALLO	No	No	No					No
2019_11_I	12 novembre 2019	18 novembre 2019	VERDE	ARANCIONE	Si	Si	No					Si
2019_11_II	23 novembre 2019	27 novembre 2019	GIALLO	ARANCIONE	No	No	No					No
2019_12_I	20 dicembre 2019	25 dicembre 2019	GIALLO	GIALLO	No	No	No					Si
					Superamento soglie							3

MAREGGIATE CON IMPATTI	RILEVAZIONI						SEGNALAZIONE DANNI		NOTE (via email del 11/12/2019)	Direzione vento	Impatto
	Marea max (m)	Giorno/Mese - Ora	Mareografo	Altezza Onda	Giorno/Mese - Ora	Ondametro	STB	ALTRO			
Si	0,91	02/02 - 22:50	Porto Garibaldi	1,25	03/02 - 1:30	nausicaa	sintesi STB FE	giornali -		80° (ENE)	ferarese - poco RA
No	0,89	25/03 - 23:30	Porto Garibaldi	3,6	26/03 - 01:30	nausicaa					
No	0,79	04/04 - 21:00	Porto Garibaldi	1,94	04/04 - 21:00	nausicaa					
Si	1,22	12/11 - 20:50	Porto Garibaldi	1,66	12/11 - 17:30	nausicaa	STB	quotidiani locali, foto e video	NBB: il superamento	90° (NE)	DIFFUSI
No	1,07	24/11 - 20:00	Porto Garibaldi	1,76	24/11 - 21:00	nausicaa					
Si	1,17	22/12 - 08:40	Porto Garibaldi	0,96	20/12 - 20:30	nausica non attiva dal 22				86° (NE)	
		marea		onda							
3	6			1							

Tab. 3 dati di sintesi delle mareggiate 2019

## L'allertamento

Come si evince dalla tabella n. 3, in due casi è stata emessa un'allerta per criticità costiera di livello arancione, non perché le previsioni meteomarine fossero effettivamente catastrofiche, ma per le condizioni di elevata vulnerabilità della costa.

Nel primo caso, che corrisponde all'evento del 12-18 novembre 2019, infatti, l'allerta arancione è subentrata il 4° giorno, a causa del perdurare delle condizioni meteomarine critiche e dello stato di fragilità della costa, già molto compromessa dalle onde dei giorni precedenti. Nei giorni precedenti l'allerta emessa era gialla.

La seconda allerta arancione, del 23-27 novembre, è stata emessa per analoghe ragioni.

Gli altri eventi in DB sono stati oggetto di allertamento di colore giallo, ad eccezione di quello del 25 marzo, per il quale l'allertamento riguardava solo lo stato del mare.

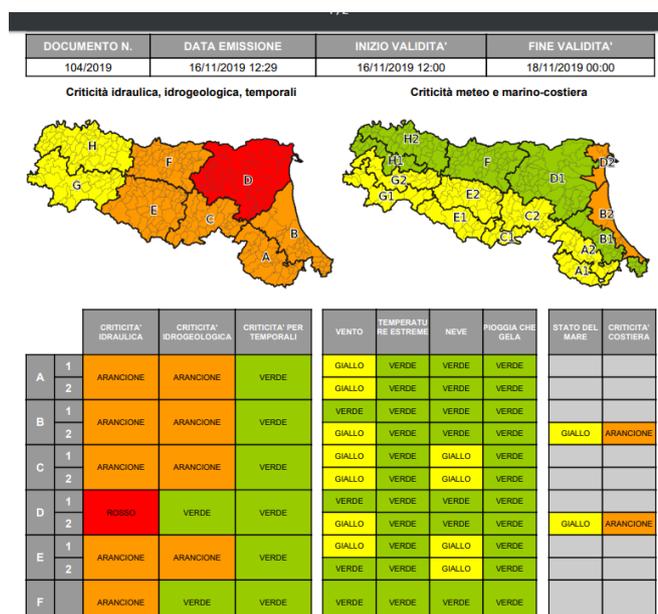


Fig2: allerta per criticità costiera 16-18 Novembre 2019

## Superamenti delle soglie meteomarine

In sintesi, con riferimento ai livelli di soglia meteomarina, utilizzati ai fini dell'allertamento e riportati nella tabella 2 del presente documento, nell'anno 2019 si sono registrati:

- 1 caso di superamento della soglia di Hs > 3 metri, in concomitanza anche di superamento di soglia di livello del mare di 0.8 m
- 6 eventi di superamento della soglia di livello del mare di 0.8 metri. **E' importante tuttavia precisare che due di questi eventi, quello del 12-18 novembre e del 22-25 dicembre, sono multipli e caratterizzati ciascuno da ripetuti superamenti delle soglie critiche.**
- 1 superamento combinato ma caratterizzato anche da superamento dei 2 precedenti

Il valore massimo di livello del mare di 1.22 metri è stato registrato in occasione dell'evento del 12/11, in fase con un'onda con Hs di circa 1.2 m alla Boa Nausica.

## Gli impatti 2019

Anche nel 2019 il territorio ferrarese risulta essere quello che ha registrato il maggior numero di impatti. Si tratta in particolare di fenomeni erosivi, danneggiamenti di argini di difesa in terra (sia a febbraio che a novembre) e danneggiamento delle infrastrutture balneari presenti sulla spiaggia, soprattutto dovuti a inondazione e scalzamento.

Nell'anno non si è registrato alcun evento catastrofico di inondazione di centri abitati. L'unica segnalazione in tal senso è relativa all'allagamento di una porzione urbana a Valverde in occasione dell'evento del 12-18 Novembre

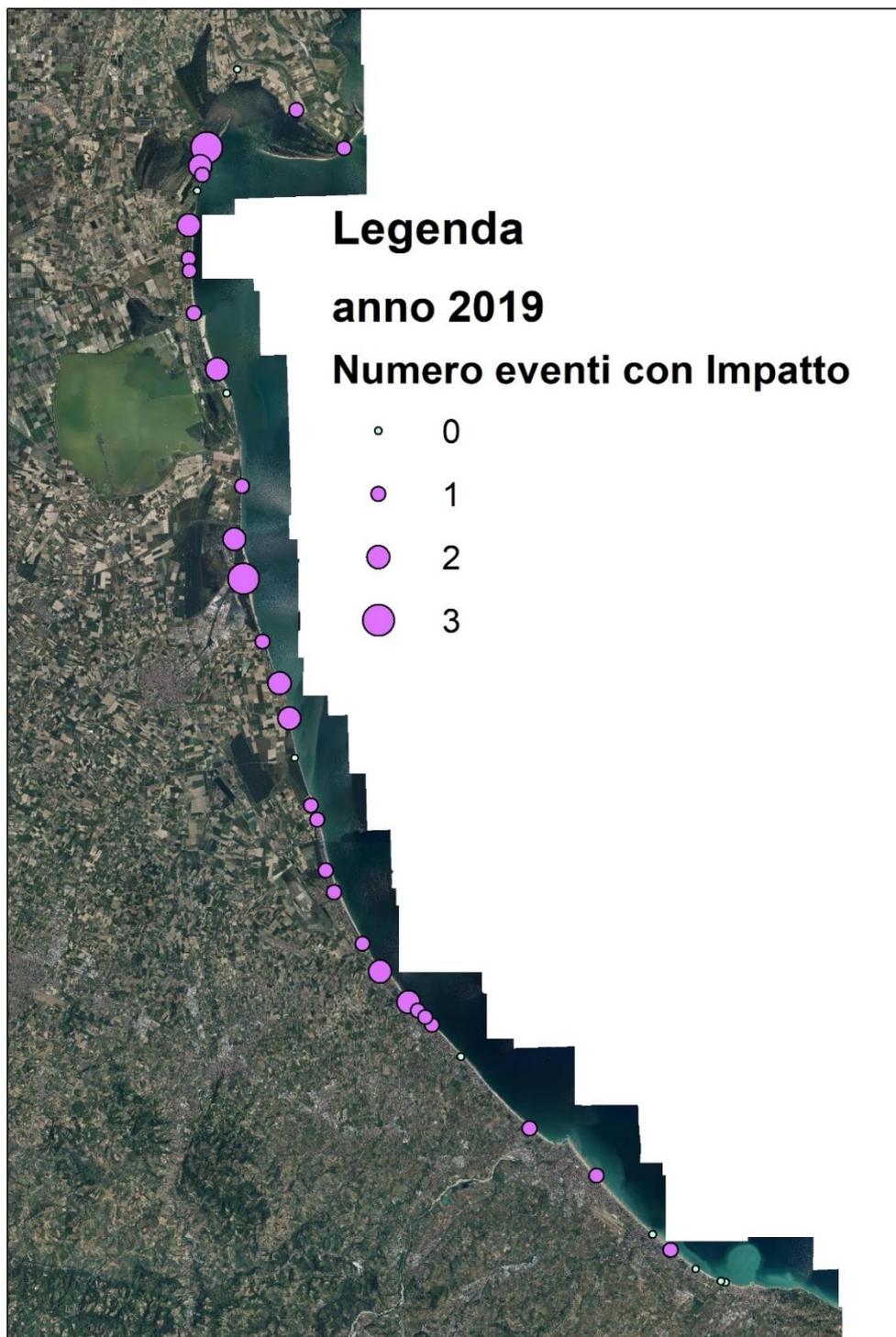


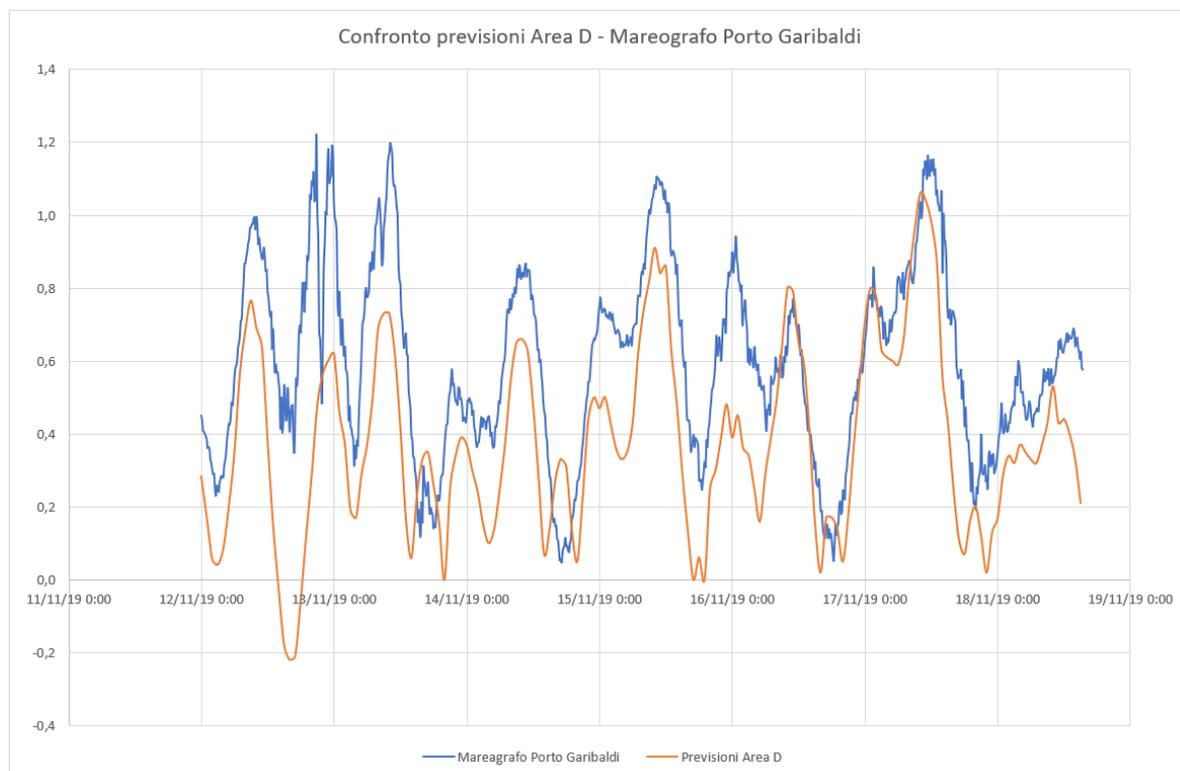
Fig3: Località colpite e numero di eventi nel 2019

L'evento più significativo dell'anno è stato **quello multiplo** che si è abbattuto tra il **12 e il 18 Novembre**. In tale occasione si è infatti sviluppato un evento di 'storm surge' eccezionale per durata (6 giorni consecutivi) tanto che rientra tra gli eventi meteomarini più interessanti dal 1946, come testimoniato da diversi articoli comparsi in web nei giorni successivi (es. Ferrarin et al 2019 – CNR.)

Come descritto nella relazione di evento (Relazione\_mareggiata\_12-18\_novembre2019\_SGSS), in quell'occasione si è verificata un'acqua alta eccezionale che a Venezia è stata paragonabile solo a quella del 4 novembre 1966.

La caratteristica peculiare dell'evento è stata, inoltre, che i modelli di 'storm surge' utilizzati in Adriatico hanno previsto valori decisamente inferiori a quelli registrati strumentalmente, a causa dell'occorrenza di venti impulsivi che hanno determinato locali intensificazioni. Si ritiene pertanto che sarebbe importante effettuare un approfondimento su questo tema al fine di migliorare i sistemi di previsione e allerta.

A titolo di esempio si riporta uno dei grafici contenuti nella suddetta relazione in cui si confrontano il dato misurato del mareografo di porto Garibaldi e la previsione sulla relativa macroarea del sistema di allertamento.



*Fig4: Confronto Mareografo di Porto Garibaldi e grafico previsione in area D*

### **Inquadramento meteorologico**

Il 12 novembre 2019 era presente sul Tirreno centro-meridionale una profonda depressione barica (Fig 4) che ha generato forti venti di Scirocco lungo l'asse principale del Mare Adriatico, mentre, contestualmente, nel nord Adriatico avveniva un richiamo di venti di Bora. Questa configurazione sinottica è normalmente causa di eventi di acqua alta nella Laguna di Venezia, con lo Scirocco che spinge le acque dell'Adriatico verso nord e la Bora che localmente ne deflette l'accumulo verso le coste occidentali.

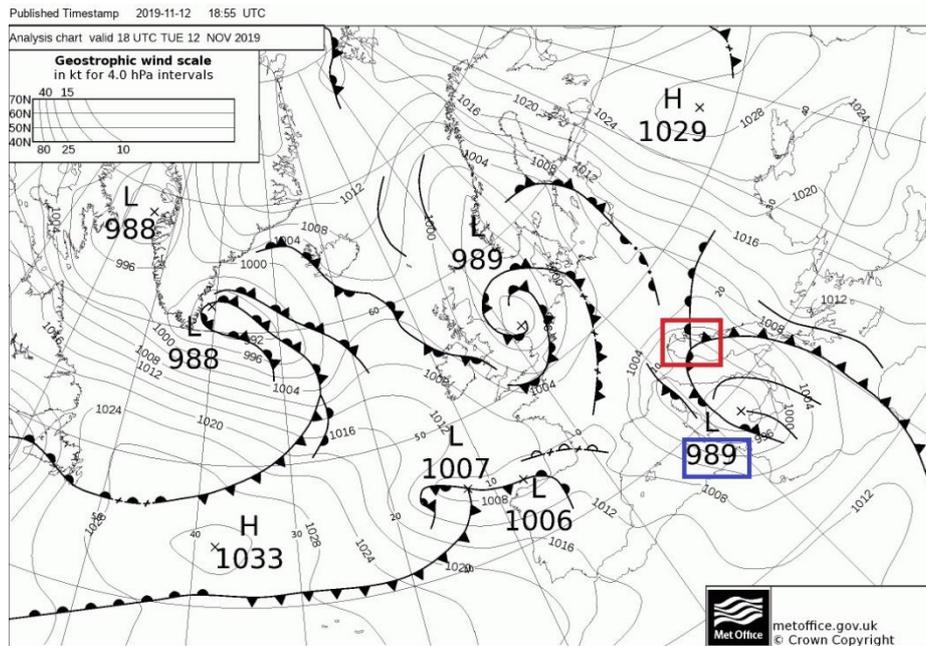


Fig5: Carta di analisi della pressione e dei fronti al suolo, ore 18 UTC del 12 novembre 2019 (fonte: [MetOffice](#)). Il minimo barico di 989 hPa poco a Nord della Sicilia causa forti venti di scirocco soprattutto tra lo Ionio e l'Adriatico, scatenando una straordinaria marea sulla laguna veneta e su tutto l'alto Adriatico. In aggiunta a questa configurazione "a larga scala", il nord Adriatico è stato interessato dal passaggio di un vortice ciclonico secondario in rapida rotazione e traslazione che si è rapidamente approfondito (cioè intensificato) causando venti molto forti (70 km/h di media e 110 km/h di raffica). Questo secondo minimo di pressione molto pronunciato ha creato un ulteriore aumento del livello idrico per effetto del cosiddetto effetto barometrico inverso (il livello del mare tende ad alzarsi quando la pressione atmosferica a livello del mare si abbassa, e viceversa (Ferrarin et al. 2019)).

### 3. Analisi dei dati: periodo 2011-2019

Nell'intervallo temporale 2011-2019, il numero totale degli 'eventi meteomarini' registrati in in\_Storm, con riferimento alle tre categorie sopra elencate, sono **stati 83**. Come si evince dal grafico di Fig. 6, il mese in cui si registra la massima frequenza degli eventi è novembre, seguito dai mesi di febbraio e di marzo.

L'alta frequenza dei mesi di febbraio e marzo, che supera l'attuale ricorrenza del mese di dicembre, si discosta dal trend sul lungo periodo (1946-2010) in cui i mesi caratterizzati da mareggiate con impatto erano prevalentemente novembre e dicembre (vedi confronto in fig.8). Va sottolineato, tuttavia, che il periodo di analisi è troppo breve per trarre conclusioni definitive, questa informazione può essere utilizzata però come campanello di allarme, rimandando a un prossimo futuro eventuali disamine sulle variazioni dei trend.

Degli 83 eventi, **57** sono stati caratterizzati da superamento di almeno 1 delle soglie meteomarine utilizzate ai fini dell'allertamento.

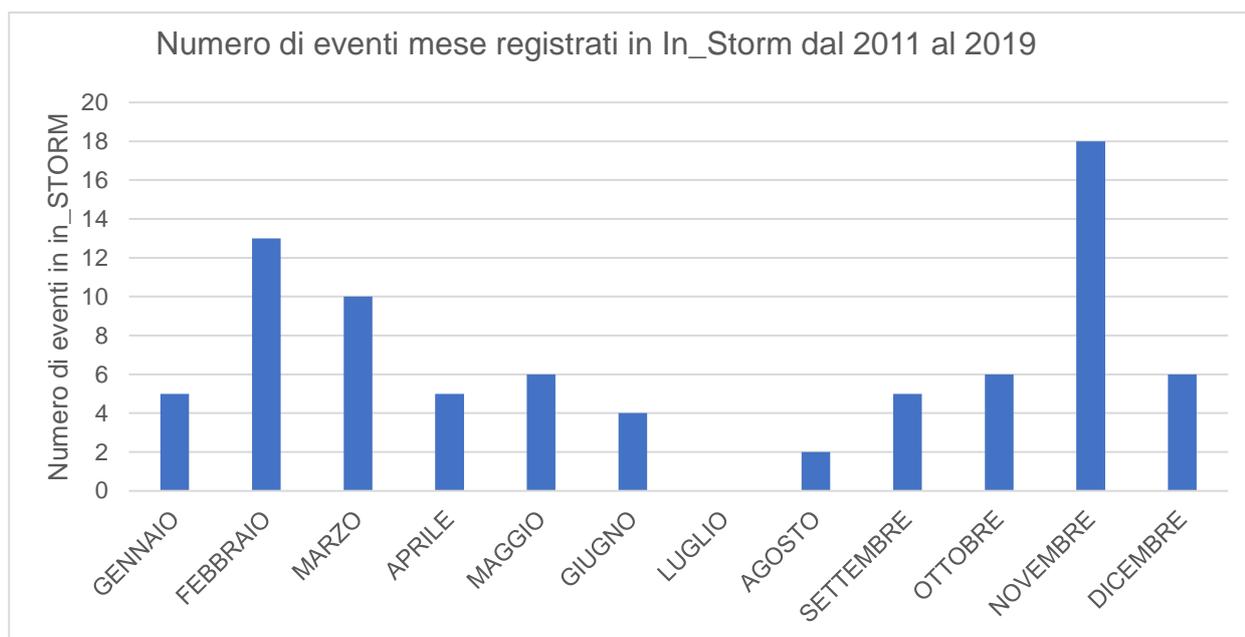


Fig 6: Numero di eventi per mese, con riferimento all'intervallo 2011-2019

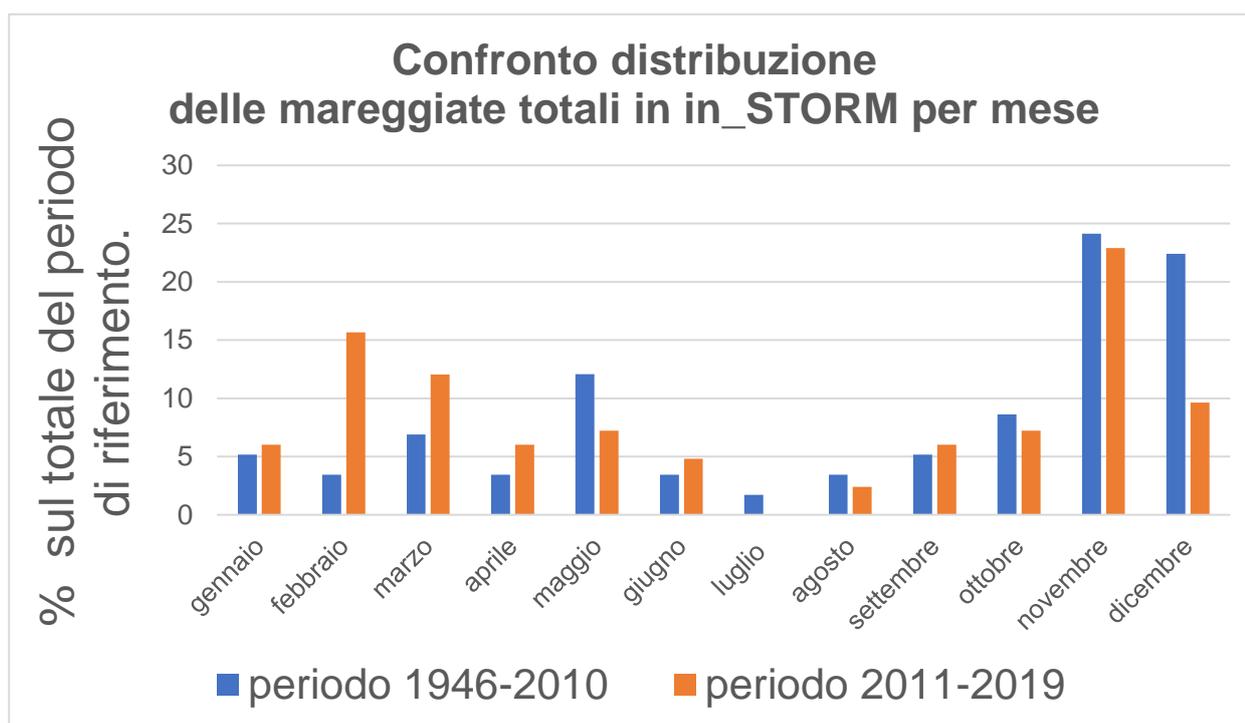


Fig. 7 Valori percentuali di mareggiate con impatto normalizzati al totale del periodo per i 2 intervalli di tempo: 1946-2010 e 2011-2019

Per quanto attiene alle **Mareggiate con Impatto**, da gennaio 2011, fino a dicembre 2019, sono stati conteggiati **41 eventi** che hanno colpito le coste della regione. Anche in questo caso domina il mese di novembre, a cui seguono i mesi di febbraio e maggio. (Fig.8). Questo ultimo dato è importante poiché evidenzia che, anche i mesi tardo primaverili/estivi, in cui la costa è maggiormente esposta a rischio, meritano grande attenzione ai fini dell'allertamento. Rimane comunque da osservare che non tutte le mareggiate con impatto hanno la stessa importanza. Sono infatti limitati gli eventi che interessano tutta la costa regionale e/o che generano tutte le tipologie di impatto. Si osservano,

infatti, località con un numero di eventi e di impatti anche 3 volte maggiore rispetto ad altre zone. (vedi fig. 9).

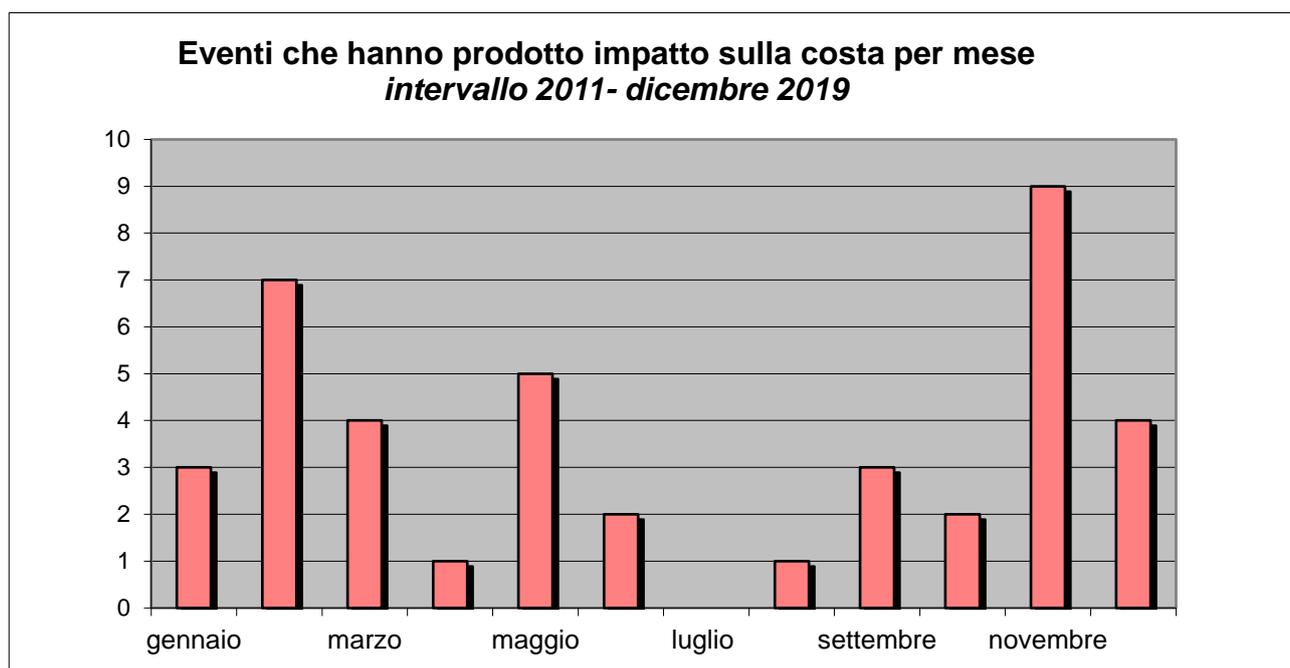


Fig. 8 Mareggiate con impatto: periodo 2011-2018 – distribuzione per mese

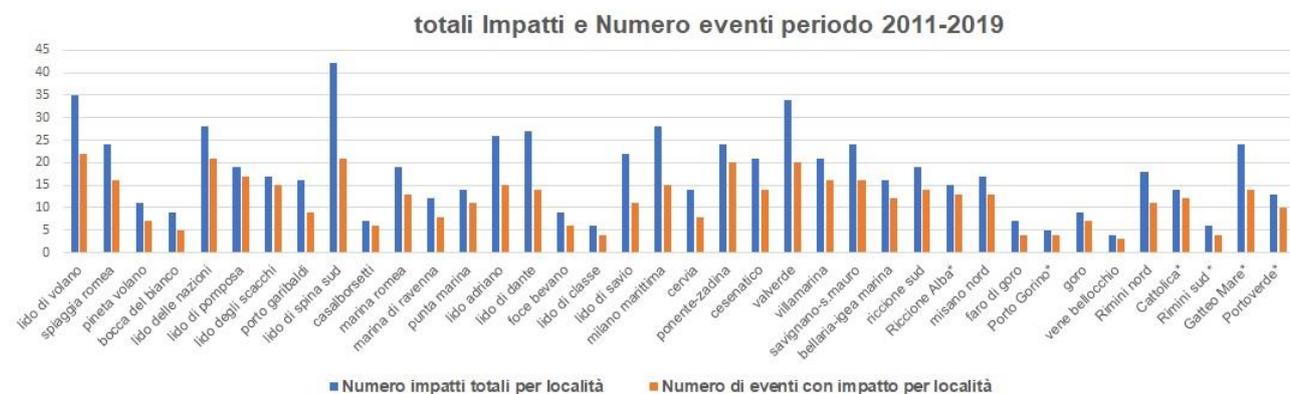


Fig. 9 Località colpite: periodo 2011-2019

Se si osserva il grafico di figura 10, si evince che il fenomeno nettamente più diffuso è: **l'erosione dei litorali** (404 segnalazioni), seguito dai seguenti fenomeni:

- inondazione di stabilimenti e/o retrospiaggia (132 segnalazioni)
- danni agli stabilimenti balneari (65 segnalazioni)
- danni alle opere di difesa (59 segnalazioni)
- tracimazione di canali (16 segnalazioni)

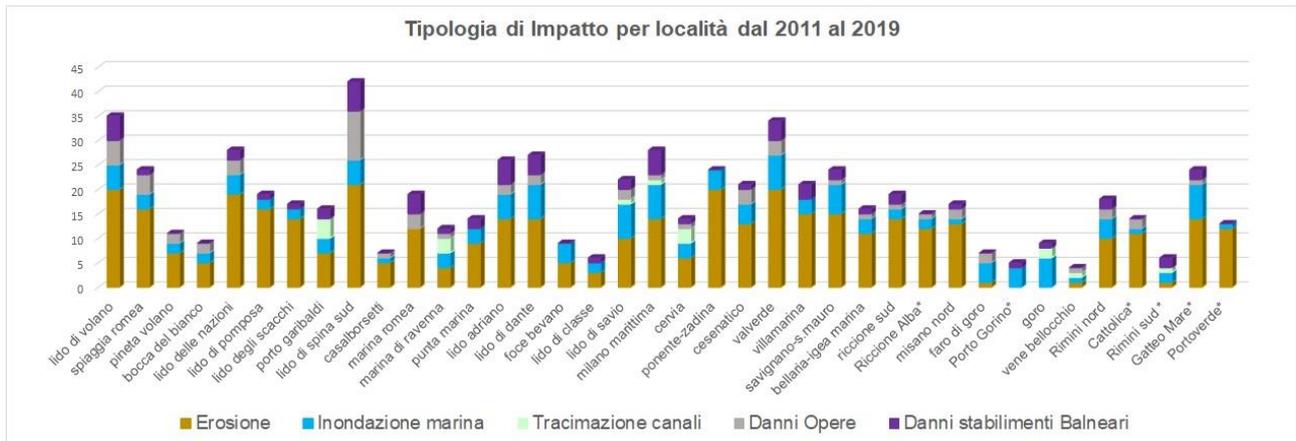


Fig. 10 dettaglio delle tipologie di impatto per località: periodo 2011-2019

### Tipologie di eventi

Come si evince dal grafico di figura 11, il numero maggiore degli eventi che hanno prodotto impatto sulla costa sono:

- mareggiate del I quadrante in assenza e/o associate a fenomeni di acqua alta
- in subordine fenomeni meteomarini associate a venti di levante che oscillano tra il I e II quadrante, sempre in presenza di acqua alta

Va sottolineato, tuttavia, che le mareggiate del I° quadrante non risultano essere in assoluto le mareggiate più numerose, ma quelle che determinano il numero maggiore di danni. Non si osservano nemmeno trend evolutivi in tal senso, come risulta dal lavoro di Valentini (Arpae 2016)

Va sottolineato inoltre che l'analisi della direzione degli eventi necessita di ulteriori approfondimenti perché nel corso di un evento la direzione del vento e dell'onda cambiano nel tempo e dovrebbe essere definito un criterio univoco per attribuire il campo.

In fig12, infine, sono riportati i massimi valori di marea registrati nel periodo. La massima marea dell'intervallo risulta essere quella che ha caratterizzato l'evento del 5-6 Febbraio 2015, pari a 1.30 m registrato alla stazione di Porto Garibaldi.

L'anno che ha avuto il maggior numero di episodi di superamento della soglia di marea 0.8 m è stato il 2013, con 10 eventi.

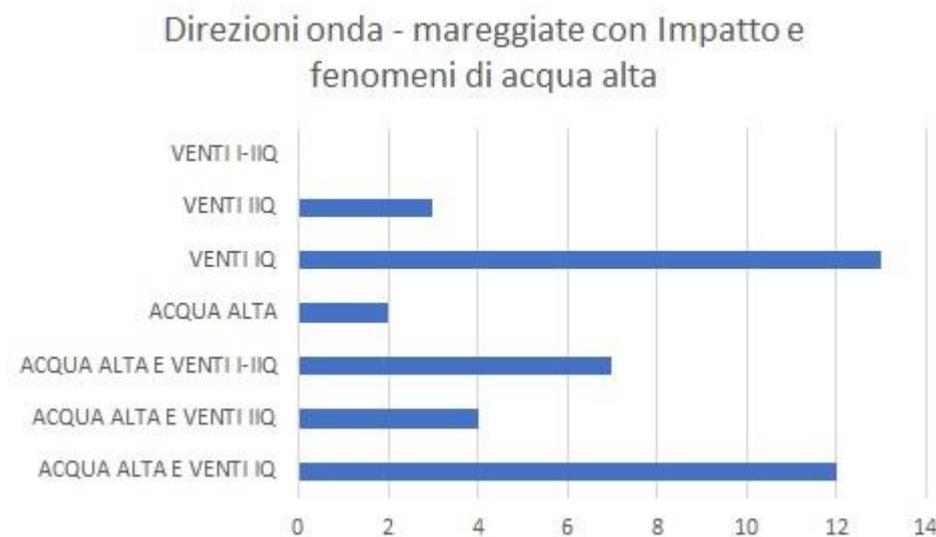


Fig. 11 caratteristiche delle mareggiate con impatto 2011-2019



Fig. 12 Massime maree 2011-2019

## Risposta del Sistema di allertamento a partire dal 2012

Come anticipato, gli eventi catalogati nel database **in\_Storm** dal 2011 al 2019 sono **83**, mentre dal 2012, anno in cui è entrato in sperimentazione il sistema di allertamento costiero (EWS), sono stati **75**, **35** dei quali hanno prodotto impatto sul territorio.

L'analisi sulla risposta del sistema di allertamento si è quindi concentrata su questi eventi, ricordando, tuttavia, che solo dal maggio 2017 il sistema è divenuto ufficiale perché recepito dalla regione con DGR 417/2017.

Come si evince dalla tabella n. 4 le **35 mareggiate con impatto** sono così distinte:

- **28** sono state caratterizzate da superamento di soglia meteomarina (differenza tra sopra soglia totali e no impatto ma superamento)
- **7** sono state invece mareggiate **sotto soglia**, 4 delle quali caratterizzate da parametri molto prossimi alle soglie di onda, o marea o combinata

Anno	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	totali
Eventi In_Storm (PREVISTI+OSSERVATI)	9	14	12	6	7	11	10	6	75
Mareggiate con impatto	6	8	6	1	2	4	5	3	35
Sopra soglia per onda	3	2	4	4	2	5	2	1	23
Sopra soglia per marea	4	10	5	2	3	2	4	6	36
Sopra soglia combinata	3	7	4	4	1	3	5	1	28
Sopra soglia totali	7	10	8	5	5	7	5	6	53
Eventi con impatto e sotto soglia	1	2	2	0	0	0	2	0	7
Allerte/no impatto/no sopra soglia	1	1	2	1	2	4	3	0	14
No impatto e superamento	2	5	4	4	3	2	2	3	25

Tab. 4 sintesi delle informazioni relative al sistema di allertamento costiero 2012-2019

Come già evidenziato nel rapporto all'anno 2018, si osserva che sono ben **14** eventi che sono stati oggetto di allerta costiera (e/o, prima del 2017 stato del mare + criticità costiera) non hanno dato esito a impatto né superamento di soglia.

Dei 14, 7 registrano comunque valori di onda e/o marea molto vicini al livello di soglia.

In definitiva si può dire che i veri **falsi allarmi** siano stati **7**.

Solo in **2 circostanze**, invece, si sono verificati impatti senza che fosse stata emessa un'allerta **(mancati allarmi)**

In entrambe i casi (giugno 2016 e settembre 2014) si è trattato di evento estivo caratterizzato da un repentino sopralzo di marea e da condizioni di esposizione predisponenti.

Nel caso del 2014 l'evento è stato impulsivo, e caratterizzato dalla combinazione di onda e marea sopra soglia, forse definibile come *'Meteotsunami'* o tsunami metereologico.

**Per quanto riguarda l'anno 2019, tuttavia, è importante sottolineare nuovamente la peculiarità degli eventi del 12-18 novembre e di dicembre che sono stati solo parzialmente coperti da allerta costiera, quindi, per alcuni aspetti dovrebbero essere catalogati come mancati allarmi.**

**In occasione dell'evento del 12-18 Novembre 2019, infatti, l'impulso di marea più rilevante e impattante su tutta la costa regionale è avvenuto il 12, giorno in cui l'allerta era stata emessa solo per la macroarea D (ferrarese).**

**In occasione dell'evento del 20-25 dicembre, invece, le allerte erano state emesse solo per i giorni 20 e 21, mentre i superamenti di soglia massimi e gli impatti si sono registrati il giorno 22 dicembre.**

**In tutte queste circostanze si è verificata una importante discrepanza tra il modello di previsione Adriaroms e la marea osservata.**

**Altro aspetto rilevante, anche ai fini dell'analisi sui cambiamenti climatici, è stata la durata del fenomeno di acqua alta e la ripetizione dei picchi.**

**In occasione del primo evento considerato (12-18 Novembre), infatti, per ben 9 volte è stata superata la soglia di livello del mare di 0.8 metri.**

**Durante l'evento del 22-25 novembre, invece, la stessa soglia è stata superata 5 volte.**

#### **4. Aggiornamento dati complessivi 1946 -2019**

Di seguito si riportano alcuni dati chiave sugli impatti registrati lungo le coste dell'Emilia-Romagna nel periodo 1946-2019.

Come si evince dalla mappa di figura 13, alcune località della costa regionale risultano particolarmente afflitte dagli eventi di mareggiata.

Tra esse spiccano: **Lido di Volano, Lido di Spina sud, Ponente Zadina e Valverde** che registrano **circa 40** eventi con impatto. Dal grafico riportato a destra della stessa figura si osserva che alcune località registrano molteplici tipologie di danno in occasione degli eventi, che rendono particolarmente critico il territorio in quelle circostanze. Tali località sono: **Lido di Volano, Lido di Spina sud, Lido Adriano, lido di Dante e Lido di Savio**, dove il totale degli impatti quasi raddoppia il numero degli eventi

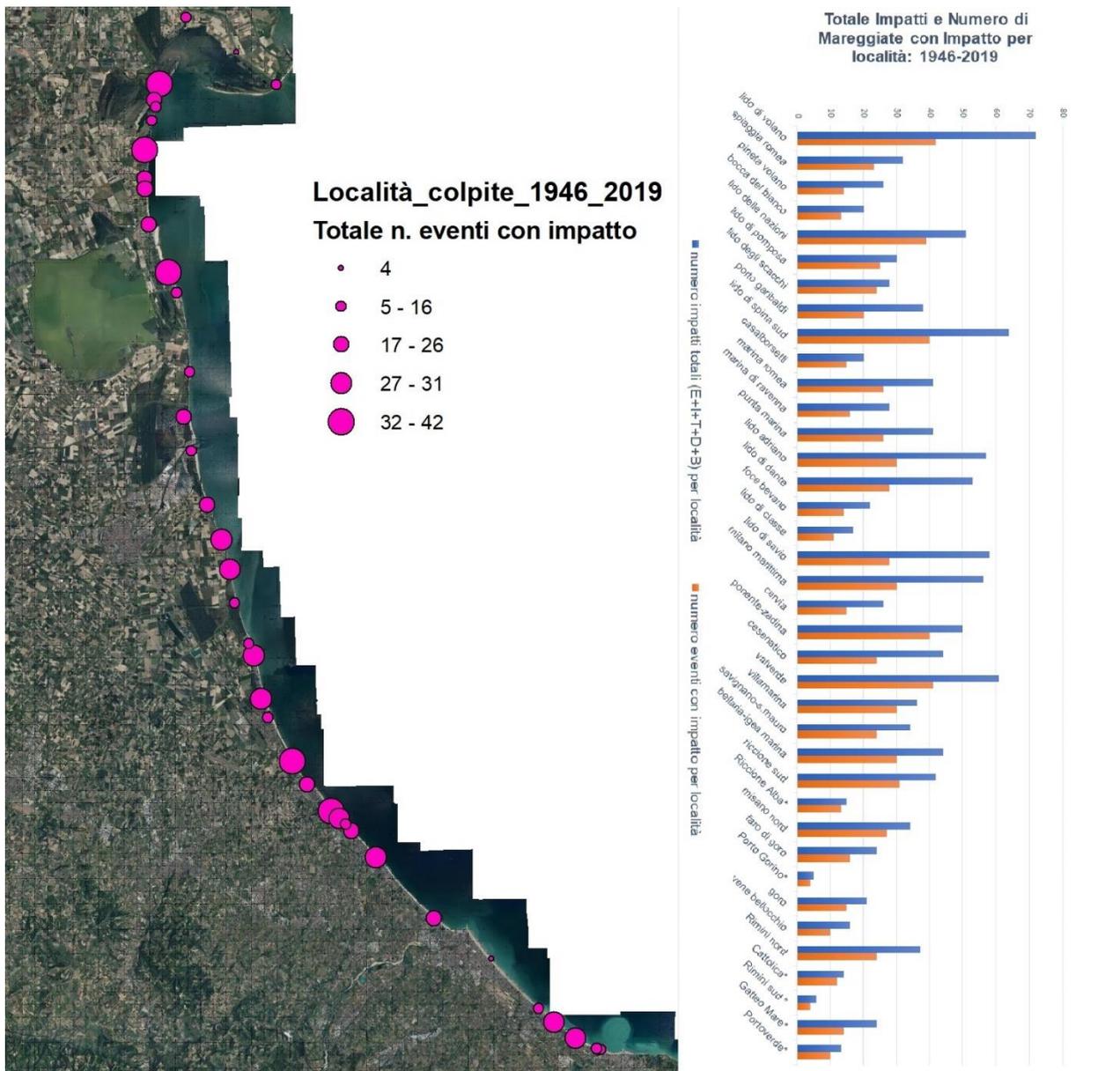


Fig. 13

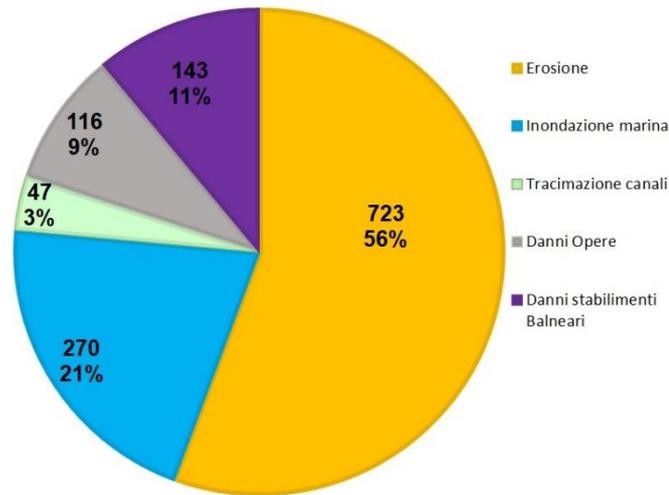
Se si osserva la distribuzione delle diverse tipologie di impatto per località, in figura 14, si può notare che, anche sul lungo periodo, dominano le segnalazioni per il fenomeno erosivo (723 segnalazioni), a cui segue il fenomeno dell'inondazione (270 segnalazioni), danni agli stabilimenti balneari (143 segnalazioni), danni alle opere di difesa (116 segnalazioni) e infine la tracimazione di canali (47 segnalazioni)

Le località maggiormente colpite dal fenomeno erosivo (S>20 segnalazioni) sono: Lido di Volano, Lido delle Nazioni, Lido di Pomposa, Lido di Spina sud, Marina Romea, Punta Marina, Lido Adriano, Lido di Dante, Lido di Savio, Milano Marittima, Ponente-Zadina, Valverde, Villamarina, Savignano-S.Mauro, Bellaria-Igea Marina, Riccione sud, Misano nord e Rimini nord

A superare le 20 segnalazioni per il fenomeno dell'inondazione marina è invece solo Lido i Savio. Va precisato, tuttavia, che soprattutto per le mareggiate più vecchie, le informazioni sugli impatti sono state ricostruite solo sulla base della cronaca e quindi, se il fenomeno erosivo fosse quello dominante, le altre informazioni potrebbero essere state trascurate.

L'altro aspetto cruciale è l'entità del danno che, in questa analisi non è analizzata in dettaglio.

## TOTALI IMPATTI PER TIPO DAL 1943 AL 2019



## Tipologia di Impatto per Località dal 1946 al 2019

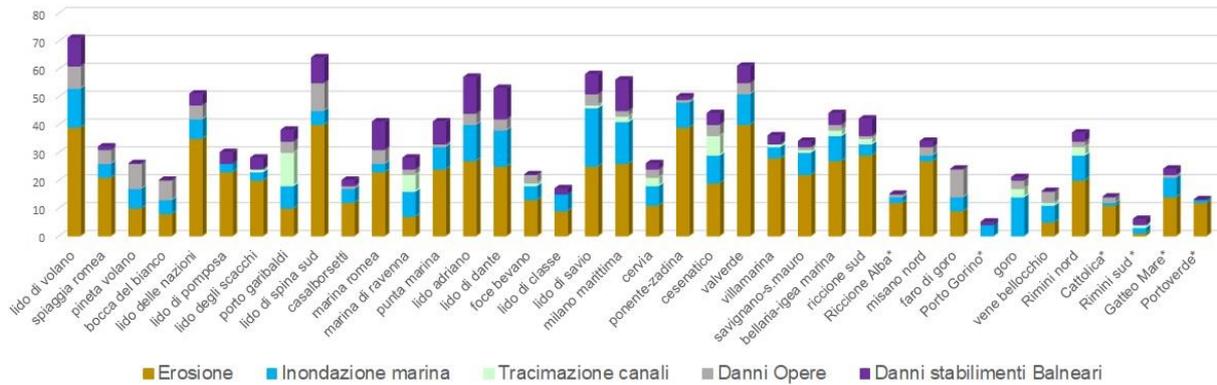


Fig. 14

## Bibliografia di riferimento

Armaroli, C., Ciavola, P., Perini, L., Calabrese, L., Lorito, S., Valentini, A., & Masina, M., 2012. Critical storm thresholds for significant morphological changes and damage along the Emilia-Romagna coastline, Italy. *Geomorphology* 143-144, 34-51. doi: 10.1016/j.geomorph.2011.09.006

Perini, L., Calabrese, L., Deserti, L. M., Valentini, A., Ciavola, P., & Armaroli, C., 2011. *Le Mareggiate E Gli Impatti Sulla Costa in Emilia-Romagna, 1946-2010*. Bologna: I Quaderni di ARPA – Regione Emilia-Romagna.

Perini L., Calabrese L., Lorito S., Luciani P. (2015). Il Rischio da mareggiata in Emilia-Romagna: l'evento del 5-6 Febbraio 2015. *Il Geologo* Volume n. 53 p. 8-17.

Valentini A. 2016, Review of Climate change impacts on sea storm occurrence. Report progetto Life Primes. Azione A1.