

# Simulazione numeriche di dispersione di Marine Litter

MARLESS WP3 | ARPA-FVG CRMA | REGIONE FVG  
Dott.ssa Claudia Farris

Seminario Interno ARPA-FVG/Regione FVG  
Palmanova (UD), 12 Ottobre 2022

# Indice

1. Ottimizzazione tempi di calcolo
2. Risultati simulazioni con correnti Copernicus
3. Confronto simulazioni correnti Copernicus VS correnti modello Shyferm
4. Classificazione coste
5. Pagina web progetto MARLESS

# Ottimizzazione tempi di calcolo

| Algoritmi per una sorgente                | OLD                  |                 | NEW              |                                   |
|---|----------------------|-----------------|------------------|-----------------------------------|
|   | Tempo di calcolo     | Dimensione file | Tempo di calcolo | Dimensione file                   |
| Estrazione dati + post processing         | 25 + 40 ore = 65 ore | 22 Gb           | 14 minuti        | 11 Gb (Suddivisi in file da 2 Gb) |
| Studio spiaggiamento per singola spiaggia | 50 ore               | 10 Gb           | 12 minuti        | 6 Gb (Suddivisi in file da 2 Gb)  |
| Studio statistico per singola spiaggia    | 50 ore               | 18 Kb           | 12 minuti        | 18 Kb                             |



**165 ore VS 37 minuti**

# Risultati – correnti Copernicus

## Sorgenti e spiagge in studio



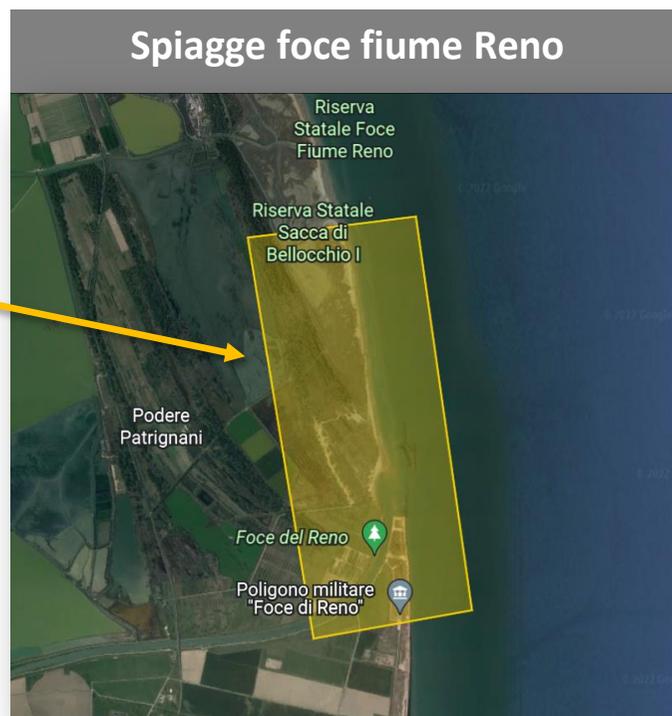
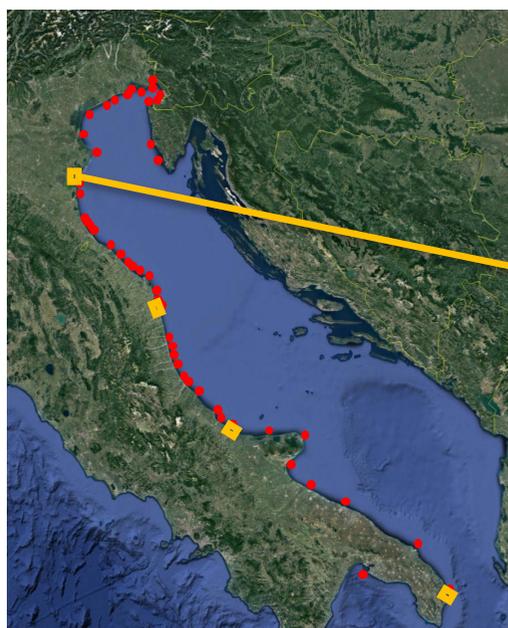
Max 9 mesi  
Dt integrazione 10 minuti  
Rilascio continuo 10 part/h

Max 12 mesi  
Dt integrazione 15 minuti  
Rilascio continuo 5 part/h

| ● Sorgenti  |                                |                   |
|---|--------------------------------|-------------------|
| Porto Pola  | Porto Marina Ravenna           | Fiume Vomano      |
| Porto Rovigno   | Porto Cesenatico               | Fiume Saline      |
| Porto Pirano  | Fiume Rubicone                 | Porto Pescara     |
| Porto Koper   | Fiume Uso                      | Porto Ortona      |
| Porto Trieste   | Porto Rimini                   | Porto Vasto       |
| Porto Monfalcone —  | Porto Pesaro                   | Fiume Trigno      |
| Fincantieri   | Fiume Metauro                  | Porto Termoli     |
| Fiume Isonzo  | Fiume Cesano                   | Fiume Biferno     |
| Laguna di Grado   | Fiume Misa                     | Lago di Varano    |
| Laguna di Marano  | Raffineria Ancona              | Porto Vieste      |
| Fiume Tagliamento   | Porto Ancona                   | Porto Manfredonia |
| Fiume Livenza   | Fiume Potenza                  | Porto Barletta    |
| Fiume Piave   | Porto Civitanova Marche        | Porto Bari        |
| Laguna di Venezia   | Fiume Chienti                  | Porto Brindisi    |
| Fiumi Brenta e Adige  | Porto San Benedetto del Tronto | Porto Otranto     |
| Fiume Po  | Fiume Tronto                   | Porto Taranto     |
| Fiume Reno  | Porto Giulianova               |                   |
| ◆ Spiagge in studio<br>Spiagge foce fiume Reno<br>Spiagge foce fiume Chienti<br>Spiagge foce fiume Biferno<br>Spiaggia Punta San Nicola |                                |                   |

# Punti di maggiore accumulo di Marine Litter

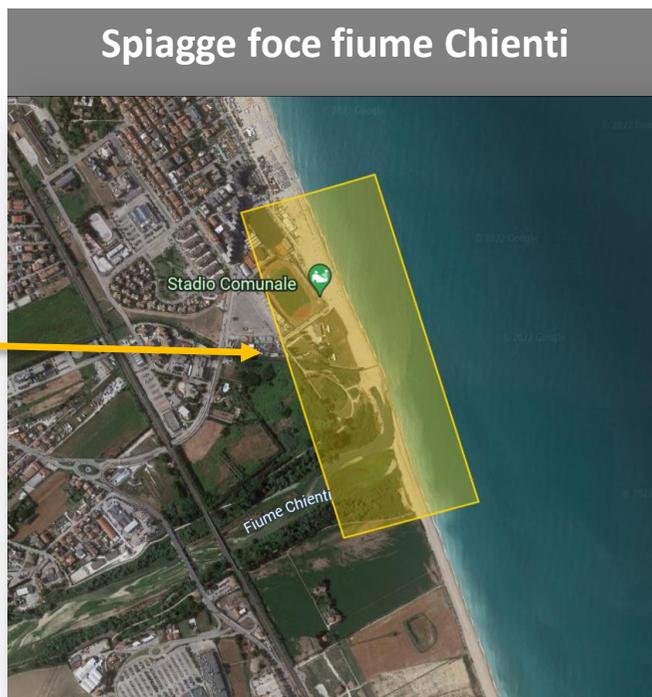
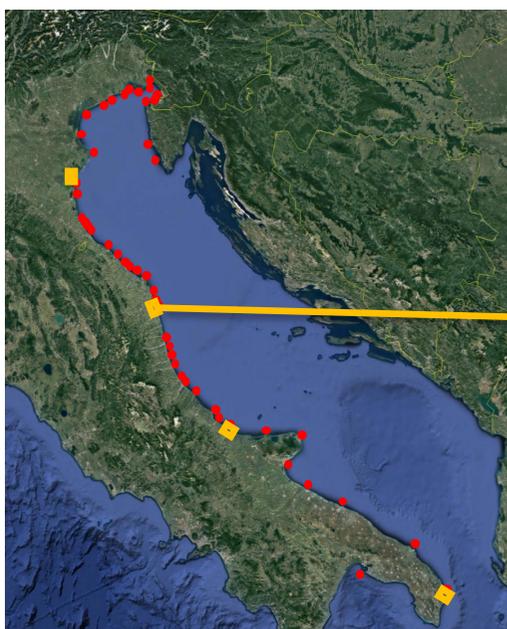
Quale **sorgente** contribuisce maggiormente all'**accumulo** di Marine Litter nelle diverse **spiagge**?



| Top 3 sorgenti e loro contributo in % |                        |
|---------------------------------------|------------------------|
| Sorgente                              | Contributo percentuale |
| <b>Fiume Reno</b>                     | <b>78%</b>             |
| Fiume Po                              | 3%                     |
| Laguna Grado                          | 2%                     |

# Punti di maggiore accumulo di Marine Litter

Quale **sorgente** contribuisce maggiormente all'**accumulo** di Marine Litter nelle diverse **spiagge**?

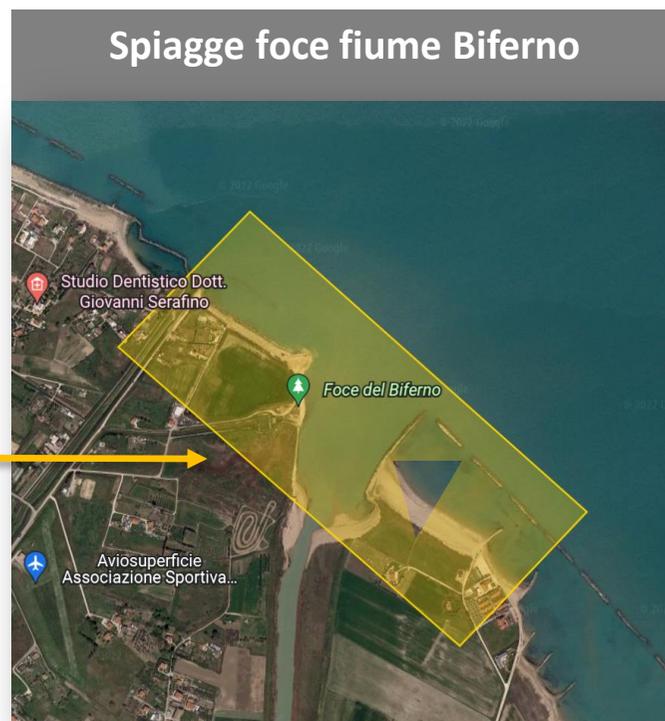


## Top 3 sorgenti e loro contributo in %

| Sorgente                | Contributo percentuale |
|-------------------------|------------------------|
| <b>Fiume Chienti</b>    | <b>89%</b>             |
| Porto Civitanova Marche | 6%                     |
| Fiume Potenza           | 2%                     |

# Punti di maggiore accumulo di Marine Litter

Quale **sorgente** contribuisce maggiormente all'**accumulo** di Marine Litter nelle diverse **spiagge**?



## Top 3 sorgenti e loro contributo in %

| Sorgente             | Contributo percentuale |
|----------------------|------------------------|
| <b>Fiume Biferno</b> | <b>80%</b>             |
| Porto Termoli        | 11%                    |
| Porto Vasto          | 2%                     |

# Punti di maggiore accumulo di Marine Litter

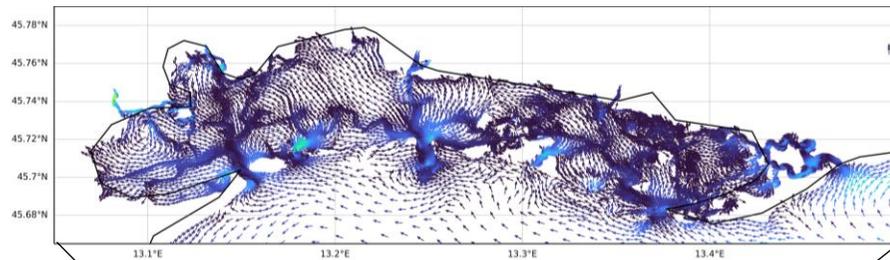
Quale **sorgente** contribuisce maggiormente all'**accumulo** di Marine Litter nelle diverse **spiagge**?



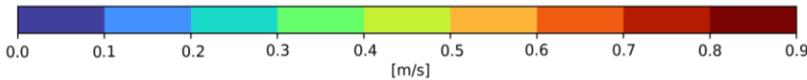
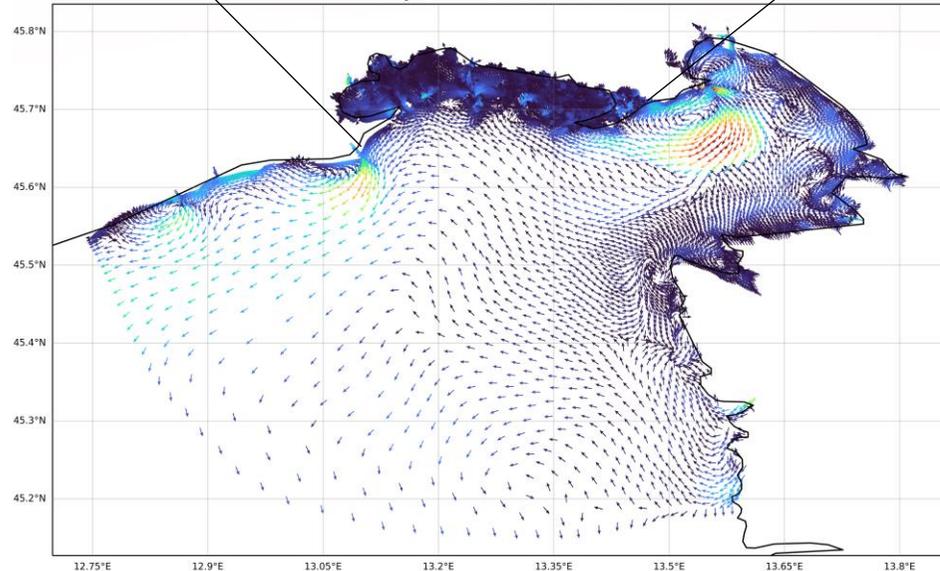
## Top 3 sorgenti e loro contributo in %

| Sorgente                | Contributo percentuale |
|-------------------------|------------------------|
| <b>Porto di Otranto</b> | <b>97%</b>             |
| Porto di Brindisi       | 1%                     |
| Porto di Vieste         | 1%                     |

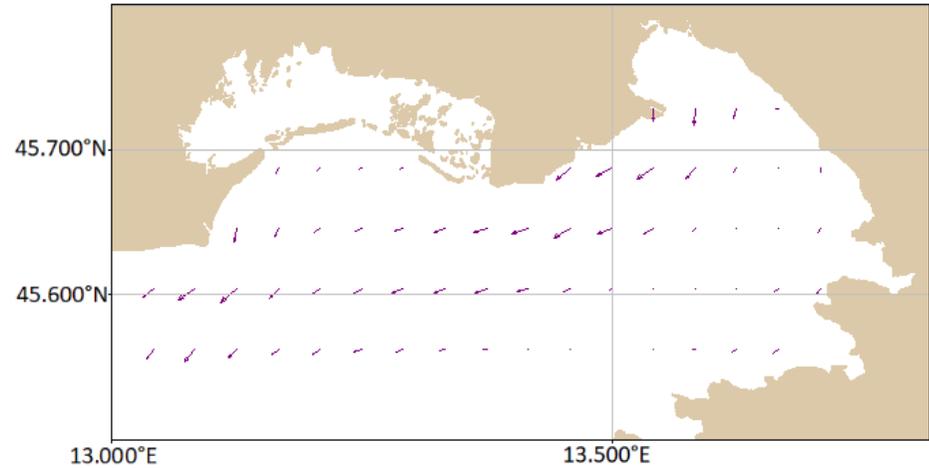
# Confronto simulazioni correnti Shyftem VS correnti Copernicus



Correnti modello Shyftem



Correnti Copernicus



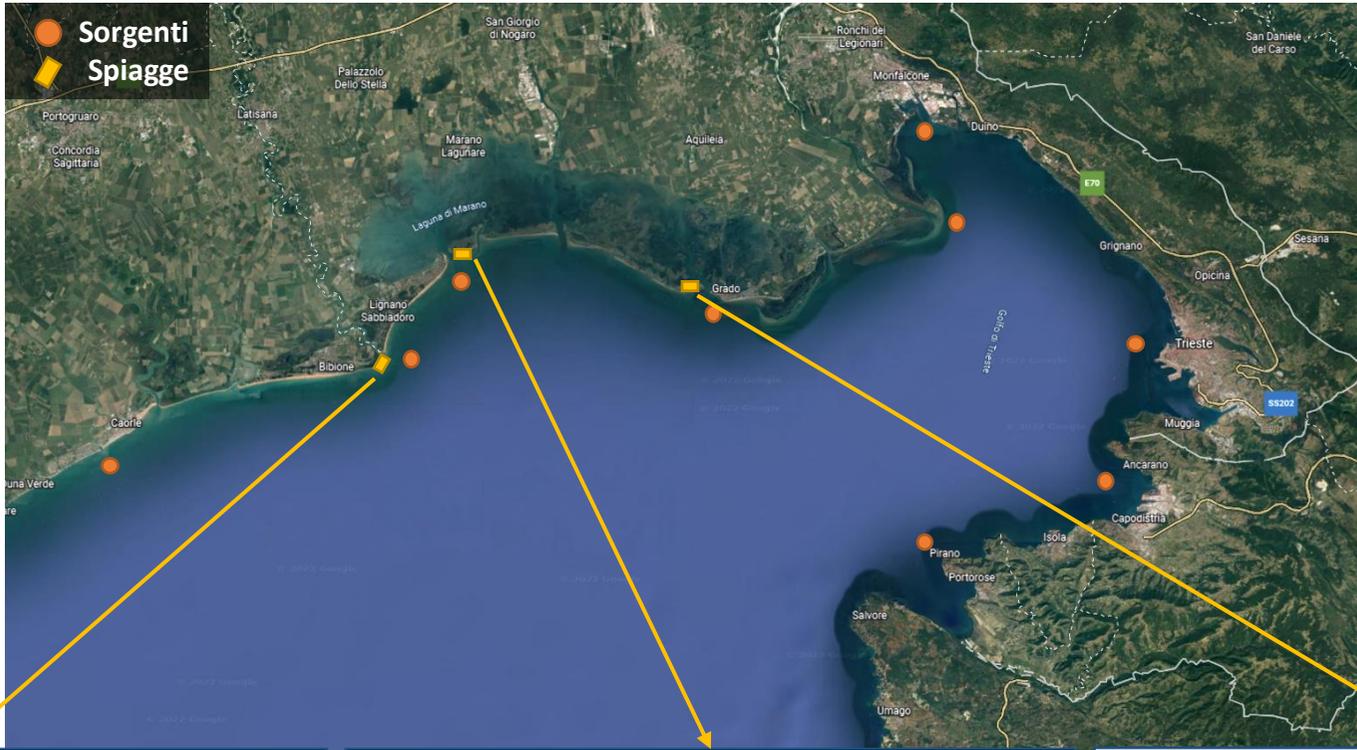
# Confronto risoluzione spaziale elementi spiaggiati

○ Elementi spiaggiati Shyferm

● Elementi spiaggiati Copernicus

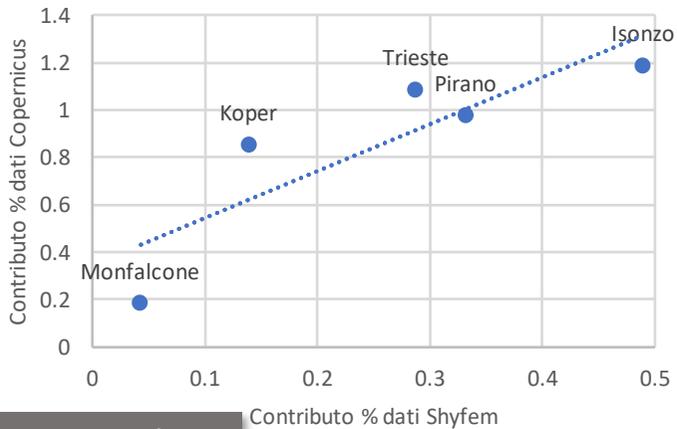


# Confronto contributo sorgenti più distanti



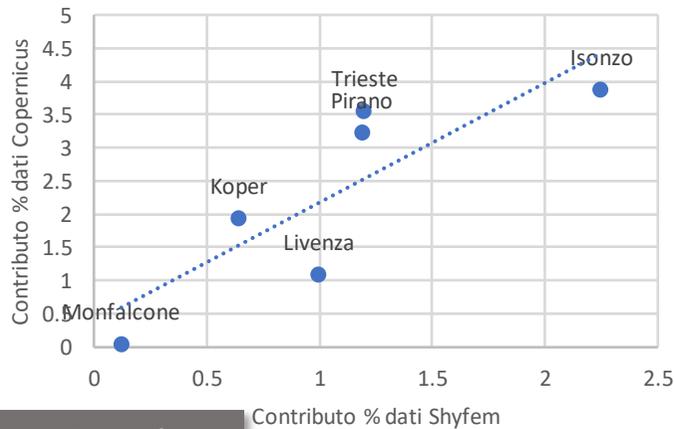
- Sorgenti**
- Pirano
- Koper
- Trieste
- Monfalcone
- Isonzo
- Grado
- Laguna di Marano
- Tagliamento
- Livenza

Confronto per spiaggia accanto foce Tagliamento



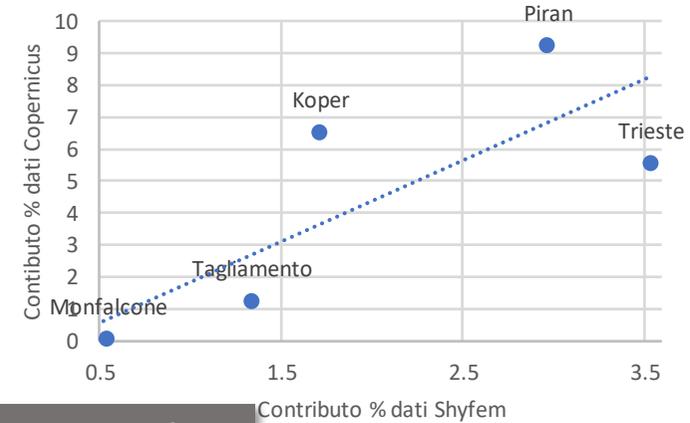
Correlazione forte  
 $\rho = 0.86$

Confronto per spiaggia Isola della Marinetta



Correlazione forte  
 $\rho = 0.84$

Confronto per spiaggia isola Banco d'Orio



Correlazione forte  
 $\rho = 0.82$

# Classificazione coste

## Linea di costa 2020

Coste - Webgis Portale Coste ISPRA

Trova indirizzo o posizione

Layer Coste

- Assetto costiero anno 2020
  - linea di costa
  - descrizione linea di costa
  - opere di difesa
  - genere opere di difesa
- litologia
  - data acquisizione ortofoto linea di costa
  - linea di retrospiaggia
  - descrizione retrospiaggia
  - data acquisizione ortofoto retrospiaggia
- Assetto costiero anno 2006
- Assetto costiero anno 2000

Alta  
Altro (lidi, pontili, ecc.)  
Bassa  
Collegamento foce del fiume  
Collegamento sponde del fiume  
Colmata  
Opere di difesa costiera  
Opere Portuali  
Sponde del fiume

Ciottolosa  
Ciottolosa con massi  
Rocciosa  
Sabbiosa  
Sabbiosa con massi

200km  
8,937 42,637 Gradi

Linea di costa anno 2020 Gpkg -> <https://sinacloud.isprambiente.it/portal/apps/sites/#/coste/pages/dati>

# ✓ Beaching

# ✗ No beaching

## Costa naturale

Costa bassa sabbiosa e sabbiosa con massi



Ciottolosa e ciottolosa con massi



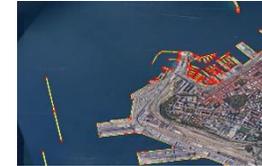
Più probabile



Meno probabile

## Opere artificiali

Colmata, opere portuali, foci armate



Opere di difesa costiera sommerse e non



## Costa naturale

Costa alta rocciosa



Costa bassa rocciosa



# Pagina web

## MARLESS Project Home

Interreg IT-HR MARLESS @ FVG - ARPA FVG - CRMA



### Case of study plots

Visualize case of study spectra plots → Go to plots

### Case of study indexes

Visualize case of study indexes heatmaps and boxplots → Go to images

### Study of the dispersion of marine litter

Sources and analysed beaches

ARPA FVG - Via Cairoli, 14 - 33057 Palmanova (UD)  
Tel +39 0432 1018111 - Fax +39 0432 1018120 - C.F. P.IVA 02096520305

### List of beaches in study

- Beaches near the Reno's mouth
- Beaches near the Biferno's mouth
- Beaches near the Chienti's mouth
- Punta San Nicola beach (Otranto)
- Morella beach (Bosco Isola Lesina)
- Siponto beach

### Statistical analysis for almost annual simulations

**Source:** source from which particles are released.

**Contribute in the accumulation of each source in %:** how much each source contributes in the accumulation on marine litter in the beach in study.

- from 100% to 60%
- from 59% to 5%
- from 4% to 1%

**First date of accumulation:** first date in which beached particles are found.

**Last date of accumulation:** last date in which beached particles are found.

**Refloating parameter (days):** refloat half-life parameters expressed in days. It is the number of hours in which half of the pollutant on a given shoreline is expected to be removed (if the value is higher than the default (1 hour) the pollutant will stick to the shoreline longer, while for very small values).

**Beached particle at the end of the simulation:** number of beached particles in the last date of the simulation.

**hourly\_min(min):** absolute minimum value of beached particles in an hour.

**hourly\_max(max):** absolute maximum value of beached particles in an hour.

**hourly\_mean(mean):** mean value of beached particles in an hour.

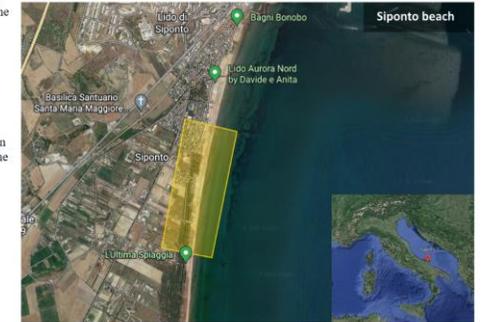
**daily\_min(median):** daily minimum of the median of beached particles.

**daily\_max(median):** daily maximum of the median of beached particles.

**daily\_mean(median):** daily mean of the median of beached particles.

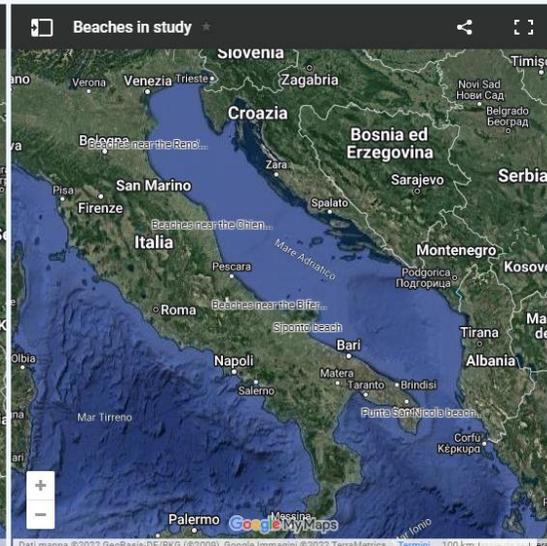
**5th percentile:** 5th percentile of the median of beached particles.

**95th percentile:** 95th percentile of the median of beached particles.



### Sources of marine litter

### Beaches in study



| Source                                 | Contribute in the accumulation of each source in % | First date of accumulation | Last date of accumulation | Number of particles in the last time step | Refloating parameter (days) | Beached particle at the end of the simulation | hourly_min(min) | hourly_max(max) |
|--|--|----------------------------|---------------------------|---|-----------------------------|---|-----------------|-----------------|
| Porto_Manfredonia                      | 97.48  | 05/12/2017                 | 18/11/2018                | 43195                                     | 273                         | 4987  | 2               | 4987            |
| Porto_Vieste                           | 1.42   | 11/04/2018                 | 18/11/2018                | 43195                                     | 273                         | 61  | 1               | 61              |
| Porto_Barletta                         | 0.27   | 04/05/2018                 | 18/11/2018                | 43195                                     | 273                         | 16  | 1               | 16              |
| Foce_Lago_di_Varano                    | 0.13   | 12/04/2018                 | 18/11/2018                | 43195                                     | 273                         | 22  | 1               | 22              |
| Porto_San_Benedetto_del_Tronto         | 0.09   | 03/05/2018                 | 18/11/2018                | 43195                                     | 273                         | 4   | 1               | 4               |
| Fiume_Vomano-Portorose_industria_Rolli | 0.09   | 17/11/2018                 | 18/11/2018                | 43195                                     | 273                         | 2   | 1               | 2               |
| Fiume_Biferno                          | 0.09   | 03/05/2018                 | 18/11/2018                | 43195                                     | 273                         | 2   | 1               | 2               |
| Marina_Ravenna                         | 0.04   | 17/11/2018                 | 18/11/2018                | 43195                                     | 273                         | 1   | 1               | 1               |
| Porto_Cesenatico                       | 0.04   | 17/11/2018                 | 18/11/2018                | 43195                                     | 273                         | 1   | 1               | 1               |
| Fiume_Usso                             | 0.04   | 18/11/2018                 | 18/11/2018                | 43195                                     | 273                         | 1   | 1               | 1               |
| Fiume_Cesano                           | 0.04   | 14/04/2018                 | 18/11/2018                | 43195                                     | 273                         | 2   | 1               | 2               |
| Porto_Giulianova                       | 0.04   | 28/05/2018                 | 18/11/2018                | 43195                                     | 273                         | 2   | 1               | 2               |
| Fiume_Saline                           | 0.04   | 11/04/2018                 | 18/11/2018                | 43195                                     | 273                         | 2   | 1               | 2               |
| Porto_Pescara                          | 0.04   | 03/05/2018                 | 18/11/2018                | 43195                                     | 273                         | 8   | 1               | 8               |
| Porto_Ortona                           | 0.04   | 12/04/2018                 | 18/11/2018                | 43195                                     | 273                         | 3   | 1               | 3               |
| Fiume_Trigno                           | 0.04   | 17/11/2018                 | 18/11/2018                | 43195                                     | 273                         | 1   | 1               | 1               |
| Porto_Termini                          | 0.04   | 17/11/2018                 | 18/11/2018                | 43195                                     | 273                         | 1   | 1               | 1               |

# Sviluppi futuri

1. Simulazioni annuali per le sorgenti nella costa adriatica non italiana
2. Iniziare lo studio sulle *back trajectories*



Albania



Croazia



Serbia e Montenegro

3. Creare delle mappe di probabilità utilizzando le informazioni dello studio sulla classificazione delle coste
4. Aggiornamento risultati nella pagina web

# Grazie per l'attenzione!

 ARPA-FVG, Via Cairoli, 14, 33057 Palmanova UD

 [claudia.farris@regione.fvg.it](mailto:claudia.farris@regione.fvg.it)



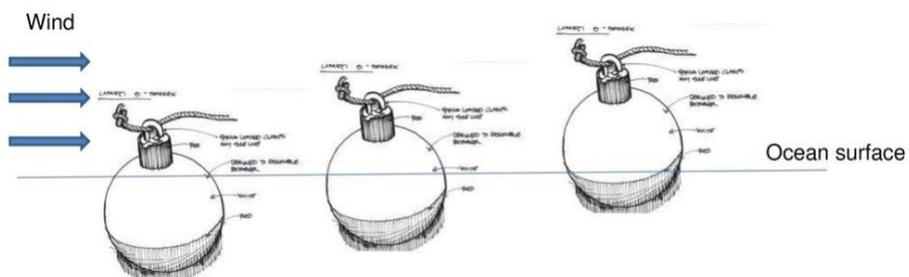
 [www.italy-croatia.eu/MARLESS](http://www.italy-croatia.eu/MARLESS)



# Come simulare la dispersione di diversi tipi di Marine Litter

Numero di ore nel quale ci si aspetta che metà dell'inquinante spiaggiato venga risospeso in mare

## Windage



**Low**  
1% of the wind



**Medium**  
2% of the wind



**High**  
4% of the wind



## Parametro di refloating

### 1) Tipo di spiaggia



Marina Julia



Marina Nova



Rimini

### 2) Quanto tempo un ML resta spiaggiato

- **[69–273] giorni:** scala temporale di risospensione di materiali plastici con grandezza differente [6]
- **76 giorni:** tempo di risospensione ottenuto per il Mar Mediterraneo con un'analisi delle traiettorie GPS di drifter galleggianti [7]

Parametri utilizzati: 76, 150, 273 giorni  
**Percentuali di accumulo nelle diverse spiagge non presentano nessuna dipendenza significativa da questo parametro**

# Contributo delle diverse sorgenti nell'accumulo in funzione del parametro di refloating

## Risultati per i diversi parametri di refloating

| Parametro di refloating | Laguna di Marano | Tagliamento | Grado | Other sources |
|-------------------------|------------------|-------------|-------|---------------|
| 76 days                 | 69.41%           | 8.82%       | 6.35% | 15.43%        |
| 150 days                | 70.58%           | 9.28%       | 6.37% | 13.77%        |
| 273 days                | 71.58%           | 9.53%       | 6.10% | 12.78%        |

Il contributo delle top 3 sorgenti non dipende dal parametro

Dipendenza riscontrata nella somma delle altre sorgenti che contribuiscono in maniera minore