



**"PON01\_02651 - Sistema di gestione integrato per l'erosione costiera"**

# “Il Sistema di Supporto alle Decisioni (SSD)”

Dr. Alessandro Greco

Dr. Ivo Tartaglia



**SISTEMI  
TERRITORIALI**

*«Obiettivo ultimo del progetto SIGIEC è la realizzazione di un **SSD** basato sulla combinazione di moderne e avanzate tecnologie informatiche inerenti l'Analisi Territoriale e la Business Intelligence»*

# Cosa è un **S**istema di **S**upporto alle **D**ecisioni

Un SSD è una piattaforma software che

- colleziona
- trasforma
- diffonde

informazioni per aiutare l'utilizzatore a prendere decisioni, senza sostituirsi ad esso.

La decisione si ottiene **combinando** le valutazioni umane con le informazioni elaborate dal sistema.



# Principali funzionalità di un SSD

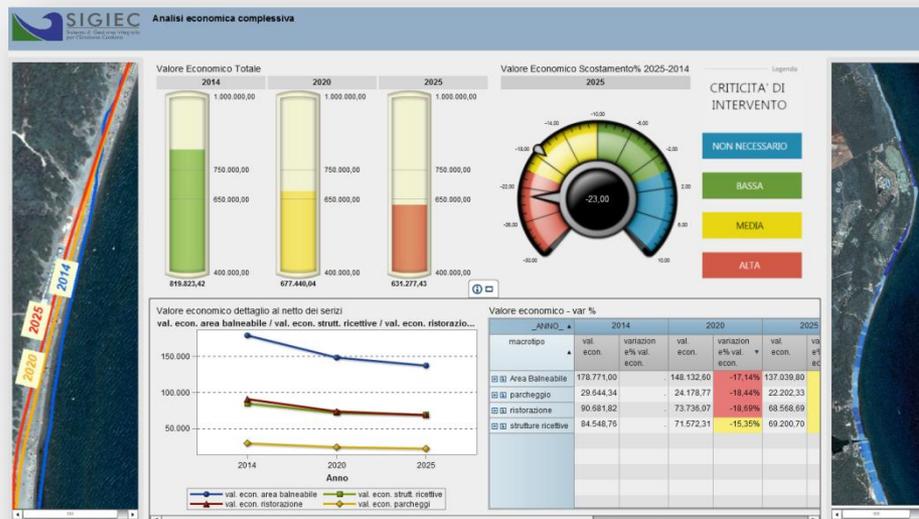
Aumentare l'efficacia delle decisioni cognitive:

- fornire all'utente, attraverso procedure interattive, tutte le informazioni necessarie per la **comprensione** del problema.
- possibilità di **ispezionare** i dati da diversi punti di vista.
- possibilità di **valutare** le conseguenze delle **scelte** compiute/da compiere.



# L'SSD del progetto SIGIEC

- **Raccoglie** tutta la conoscenza utile ai fini della valutazione di un fenomeno erosivo
- Consente **fruizione ed analisi** dei dati raccolti e la **produzione** di nuovi
- Restituisce **indicazioni previsionali** in merito a quello che succederà nel breve, medio e lungo termine
- Consente di **confrontare** vari scenari di intervento naturale e antropico per supportare le decisioni



# Le spiagge campione



# Sito di Alimini (Otranto – Puglia)

## Alimini 2004 Vs 2006

Coordinate GPS: 40,204365 N 18,458707 E



Ortofoto RGB 06.07.2004 @ 0,50 m



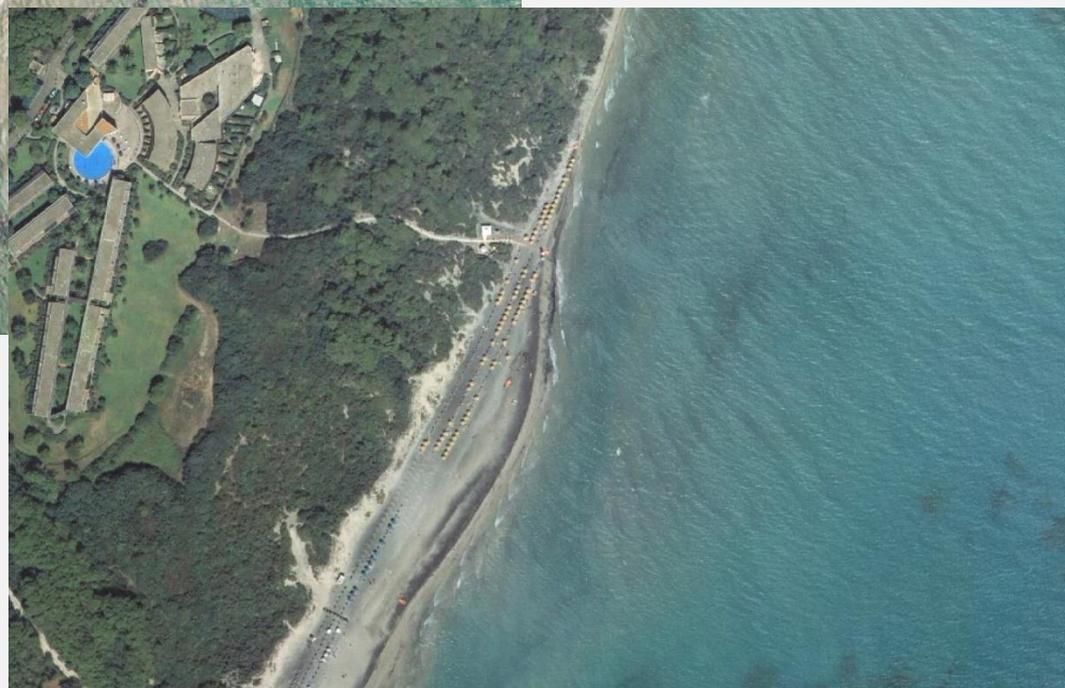
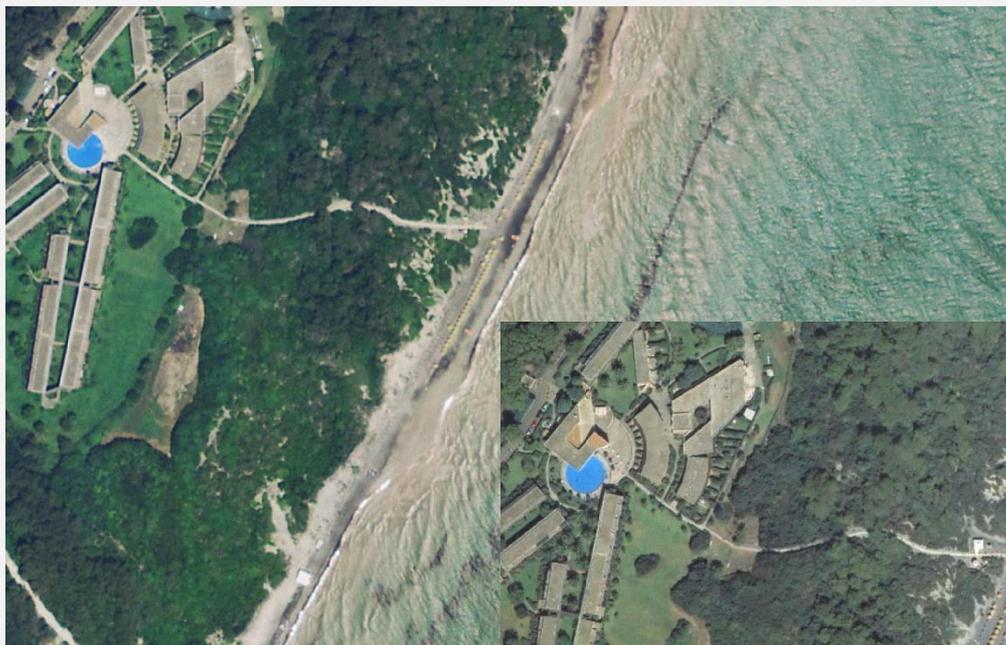
Ortofoto RGB 06.09.2006 @ 0,50 m



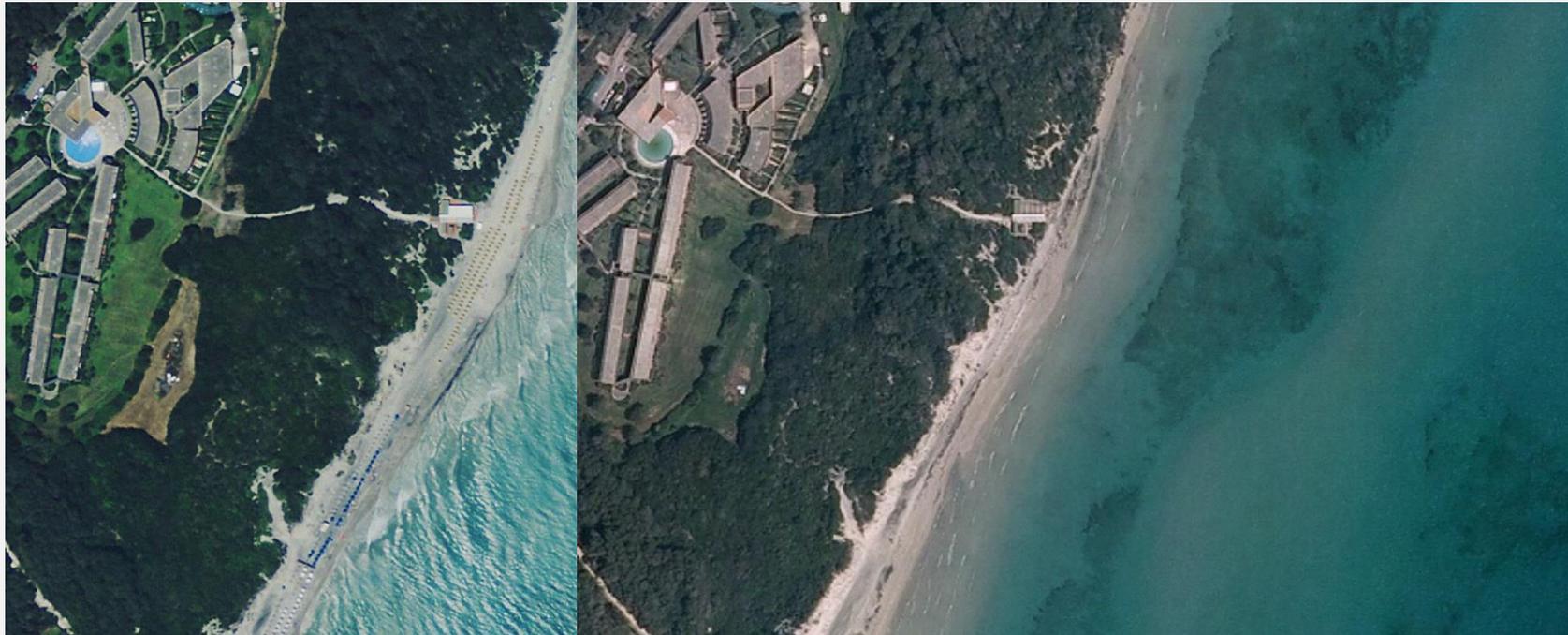
Scenari caricati nel SSD:

- evoluzione «naturale» (senza intervento)
- con intervento di contrasto (barriera “reticolare” di sacchi geosintetici per 60 metri di lunghezza)

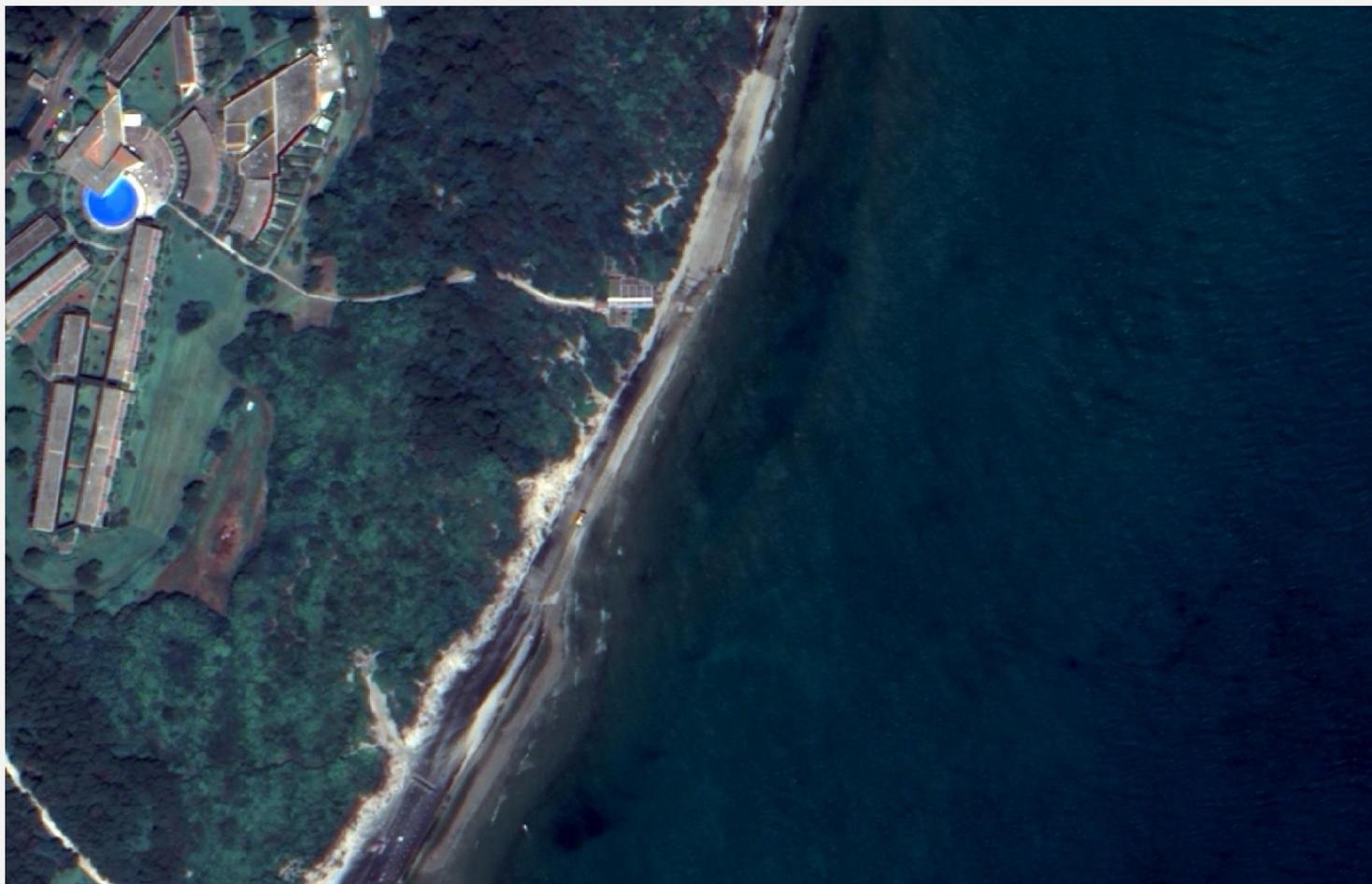
# Linea di costa ALIMINI – anni 2004 e 2006



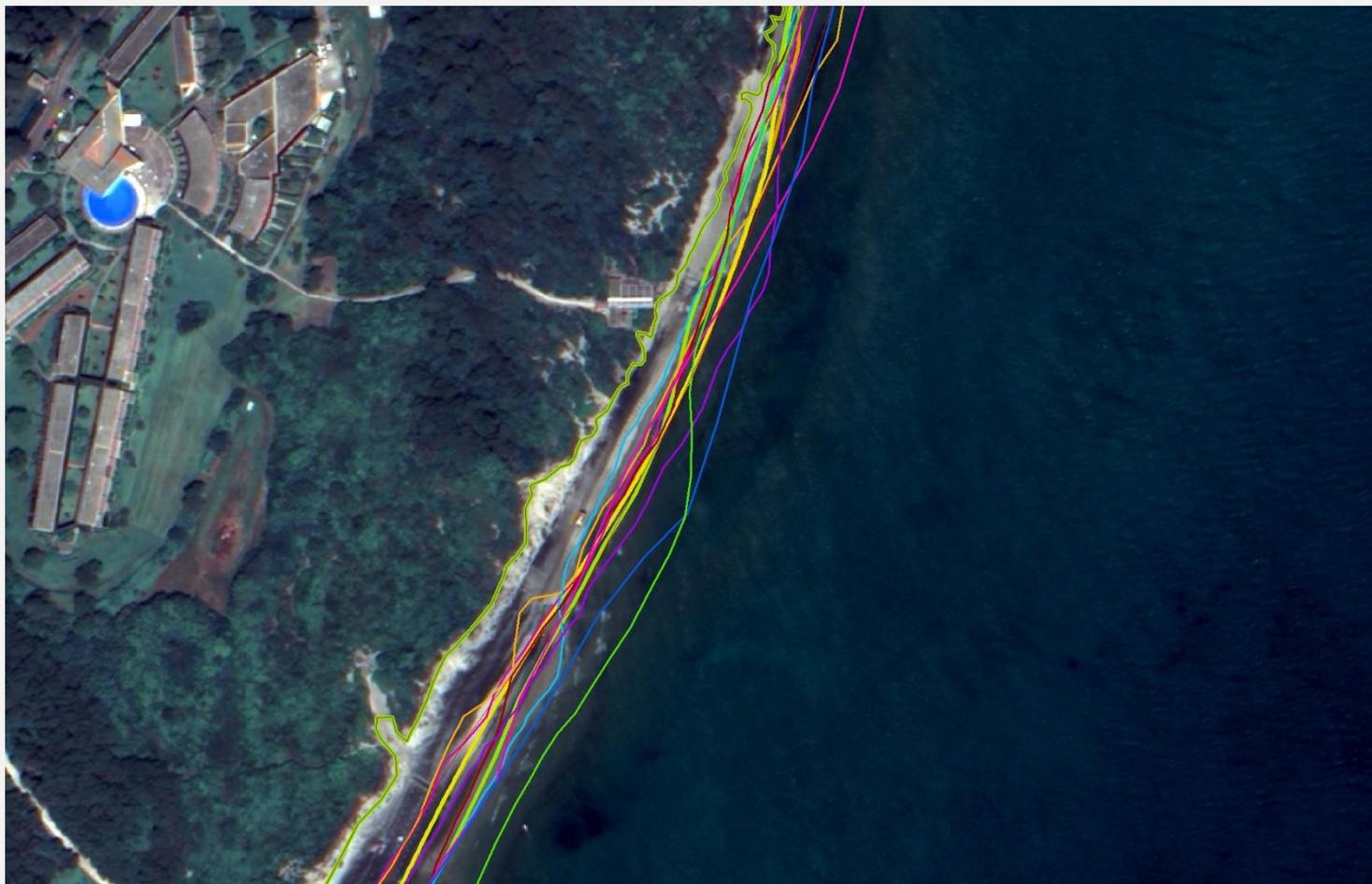
# Linea di costa ALIMINI – anni 2008 e 2010



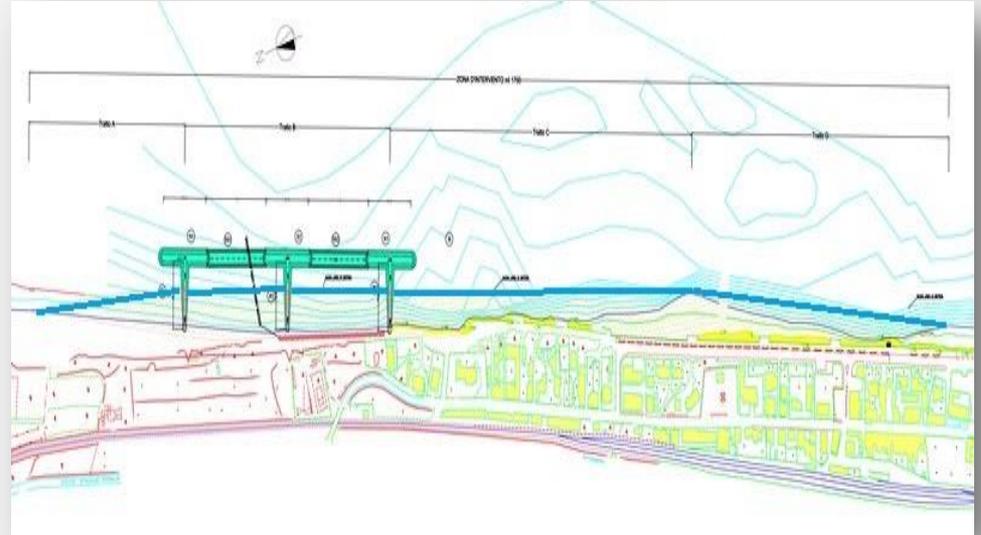
# Linea di costa ALIMINI – anno 2011



# ALIMINI - Aree Spiaggia / Linee di Riva



# Sito di Monasterace (Calabria)



Scenari caricati nel SSD:

- Intervento di contrasto (previsto nel masterplan AdB)
- Impatto alluvione Ottobre 2015

# Sito di Bagnara Calabria



Scenari caricati nel SSD:

- Evoluzione naturale senza intervento del 2007
- Evoluzione naturale post intervento 2007 (barriere soffolte)
- Evoluzione a seguito dell'alluvione Ottobre 2015

# Componenti SSD



# Componenti SSD

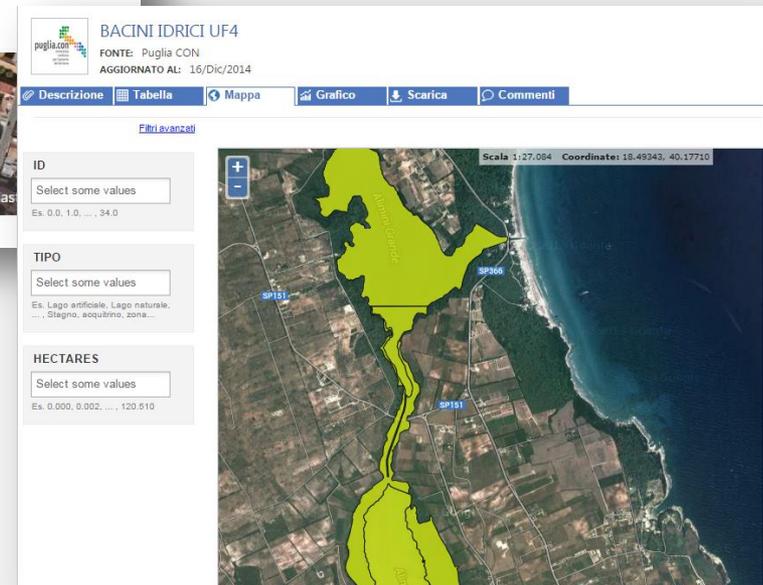
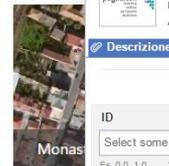


# Modulo Dati

Consente di ricercare, scaricare e visualizzare tutti i dati raccolti nel contesto del progetto



Esplora per Tema



Principale Tecnologia utilizzata:

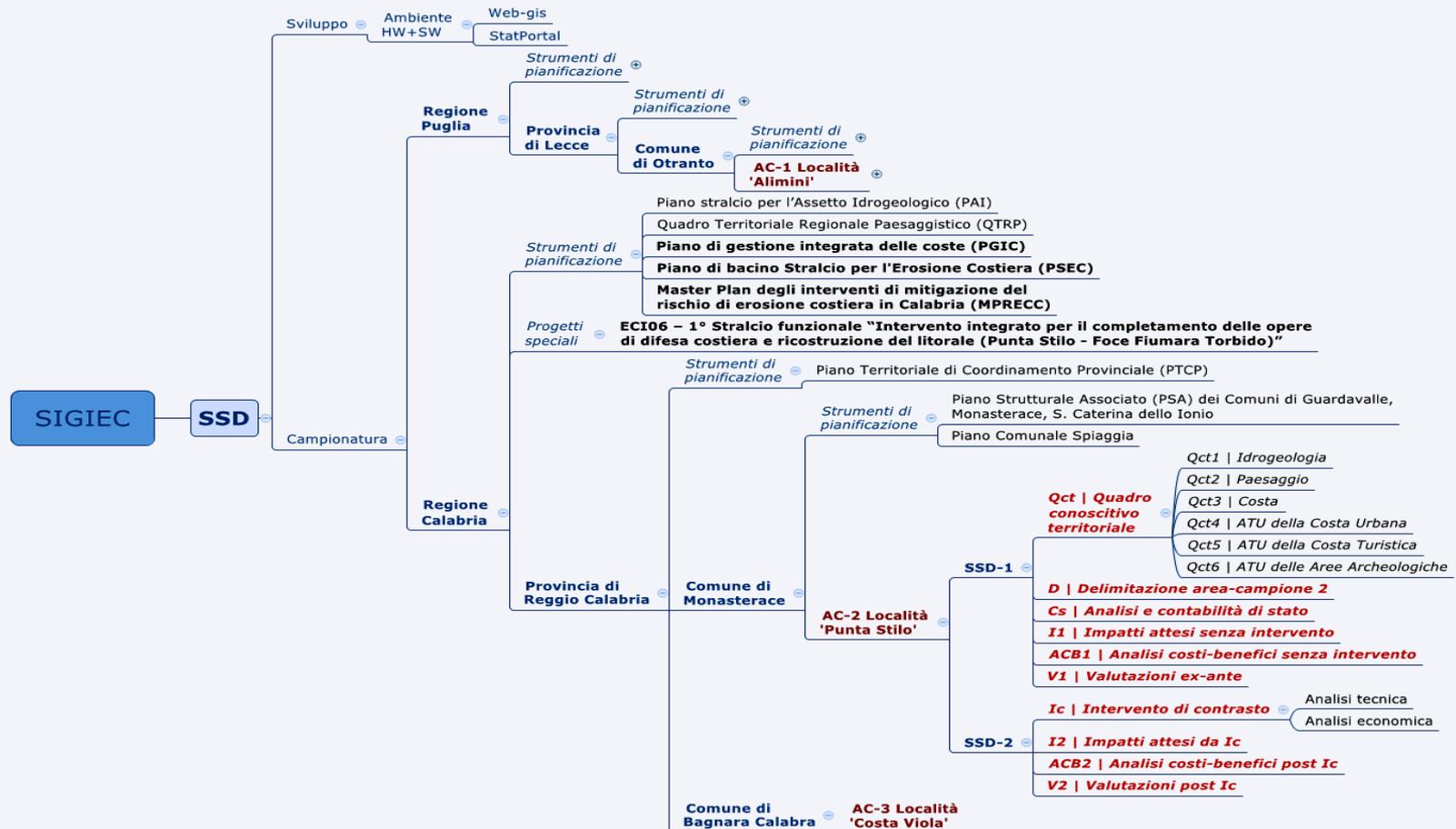


StatPortal OpenData

# Principali dati di Input

- Lidar (Ministero Ambiente e Tutela del Territorio)
- Piani spiaggia e Piani Strutturali (Comuni)
- Foto aeree, ortofoto, CTR, DTM (Regione Calabria)
- Master Plan coste (ABR-Regione Calabria)
- Dati meteo-climatici (ARPACAL) ed ondometrici (ISPRA)
- Dati socio-economici (ISTAT)
- Ricostruzione storiche di eventi meteo-marini
- Elaborazione di Ortofoto, DTM
- Fotointerpretazione e Cartografia geotematica
- Dati petro-sedimentologici
- Variazioni superficie spiaggia e di linea di riva
- Rilievi batimetrici e sismostratigrafici
- Rilievi meteorologici
- Rilievi delle biocenosi
- ...

# Struttura logica base dati SSD



# Componenti SSD



# Geo Business Intelligence

Consente di analizzare, incrociare i dati per derivare gli indicatori di input ai modelli.

**energia\_vento per dim\_direzione\_vento (Nod\_direzione\_vento) e dim\_intervallo (nod\_intervalli\_temporali\_ALIMINI)**

	dim_calendario (nod_anno_sigiec)	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<u>dim_direzione_vento</u> (Nod_direzione_vento)	<u>energia_vento</u>	<u>energia_vento</u>	<u>energia_vento</u>	<u>energia_vento</u>	<u>energia_vento</u>	<u>energia_vento</u>	<u>energia_vento</u>	<u>energia_vento</u>	<u>energia_vento</u>	<u>energia_vento</u>	<u>energia_vento</u>
01-grecale		12.438,39	21.647,31	7.829,47	7.933,94	25.833,70	17.049,58	9.737,88	49.889,49	7.939,23	17.621,89
02-levante		5.732,11	19.286,07	11.245,76	9.751,04	4.997,76	11.036,43	6.956,34	20.336,29	21.291,93	30.098,26
03-scirocco		44.260,07	56.704,97	49.142,07	51.201,39	49.031,73	71.050,60	33.341,51	57.636,13	83.260,78	104.117,08
04-ostro, austro o mezzogiorno		12.679,26	21.363,93	11.013,71	13.772,80	12.986,84	24.112,88	33.279,55	22.182,33	22.659,90	25.312,90
05-libeccio		2.486,13	2.786,86	1.616,51	4.829,74	2.481,91	25.319,96	81.091,70	5.746,28	8.284,40	10.525,45
06-ponente		28.066,62	58.641,06	47.121,95	50.148,57	48.825,55	63.977,56	101.262,74	78.007,37	111.390,30	90.883,53
07-maestrale		134.535,52	219.984,96	250.159,70	240.075,15	205.856,27	285.083,29	359.755,67	364.105,38	475.601,74	364.043,72
08-tramontana		235.238,77	368.414,14	370.083,54	300.331,40	290.756,32	250.589,93	147.936,78	406.898,18	314.561,13	154.401,01

Descrizione: Dat\_SIGIEG\_vento\_mare\_misure\_OTRANTO

Principale Tecnologia utilizzata:

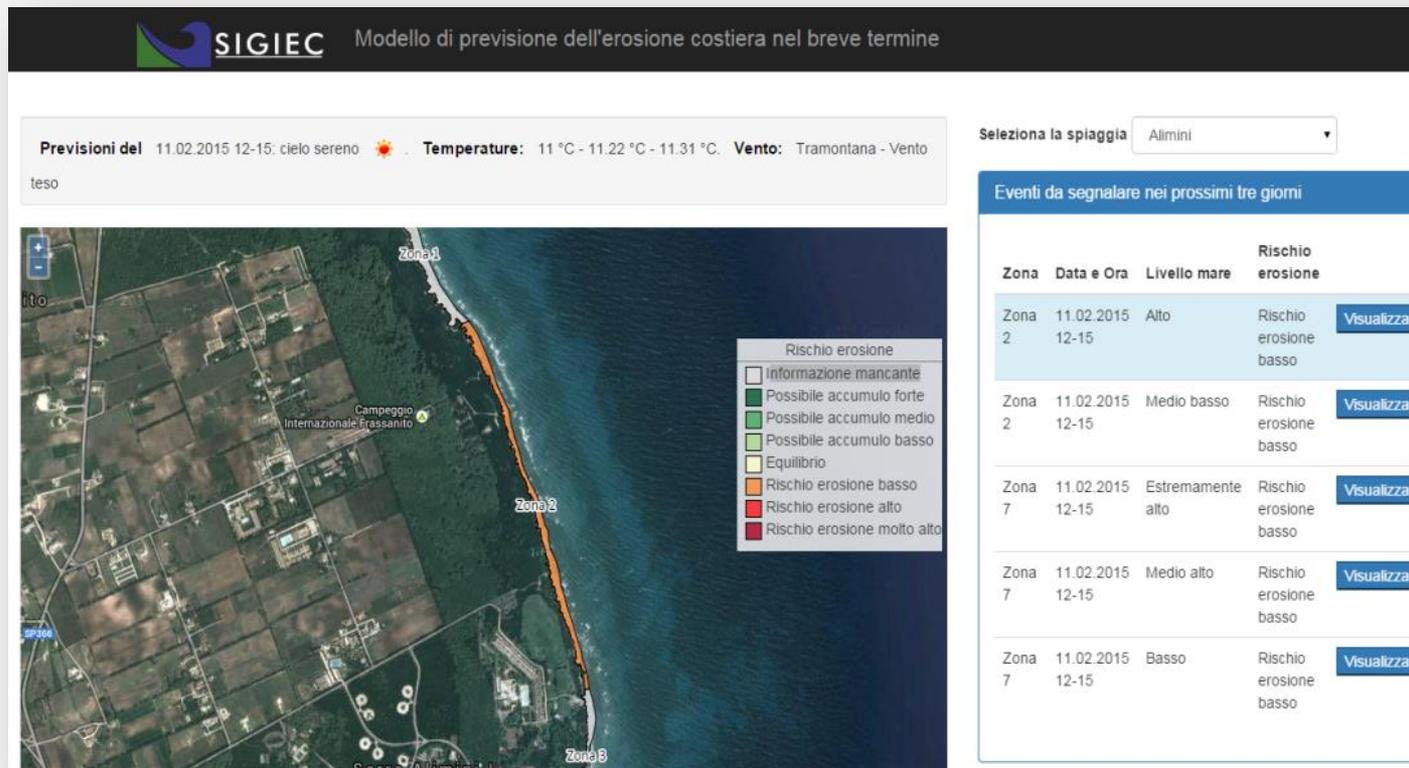


# Componenti SSD



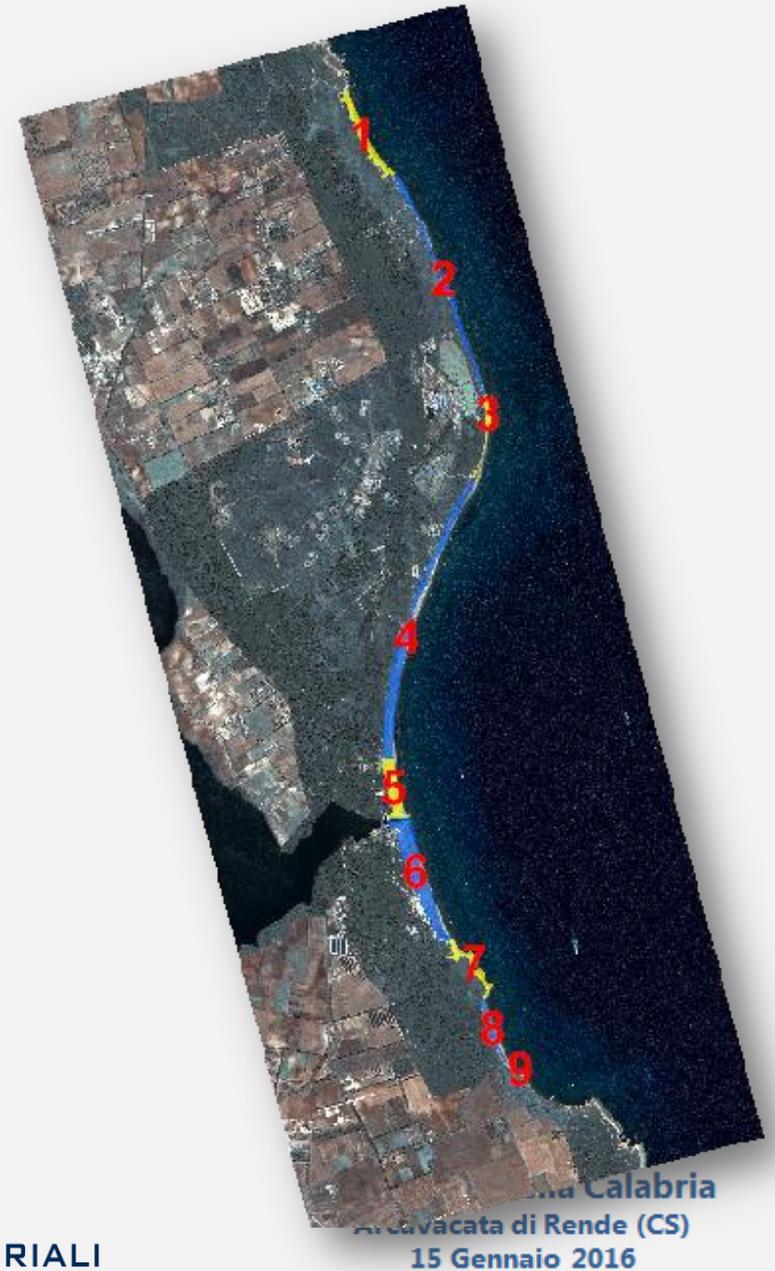
# Sistema previsione breve termine

A partire dalle previsioni meteo restituisce  
indicazioni sul potenziale rischio erosione



## Analisi dell'andamento dell'area di riferimento

- L'area spiaggia è suddivisa in **macrozone** in base a condizioni geografiche differenti (orientamento della linea di costa / morfologia)
- Si conduce un'analisi di correlazione su tutte le combinazioni possibili «**tipo di vento – livello del mare (6 classi)**»
- Per ciascun pattern si calcola l'**energia totale** che si è osservata in ciascun intervallo temporale.
- Si calcolano i **coefficienti di correlazione** tra l'**energia totale pesata** di ciascun pattern e l'**area di spiaggia (in mq)**, divisa in macrozone.



## Analisi di regressione tra fenomeni meteo marini ed area di spiaggia

- Sono state eseguite delle **regressioni semplici** per spiegare l'effetto dell'**energia media** di ciascun pattern  $p$  «**tipo di vento – livello del mare (6 classi)**» sull'**area di spiaggia**, per macrozona

$$Area_z = y_z = \gamma + \beta_p \overline{energia_p} + \varepsilon$$

- Abbiamo attribuito un **grado di rischio erosione costiera / possibilità di accumulo** alle diverse casistiche classificate in:

«**tipo di vento – livello del mare (6 classi) – classe di energia**»

Id classe rischio	Classe rischio
1	Possibile accumulo forte
2	Possibile accumulo medio
3	Possibile accumulo basso
4	Equilibrio
5	Rischio erosione basso
6	Rischio erosione alto
7	Rischio erosione molto alto

# Modello di previsione dell'erosione costiera a breve termine

Previsioni in tempo reale:

Direzione del vento (in °C)

Velocità del vento (in m/s)

**tipo di vento**  
**classe Beaufort**  
**livello del mare**

Si considerano i diversi livelli del mare come scenari di analisi distinti

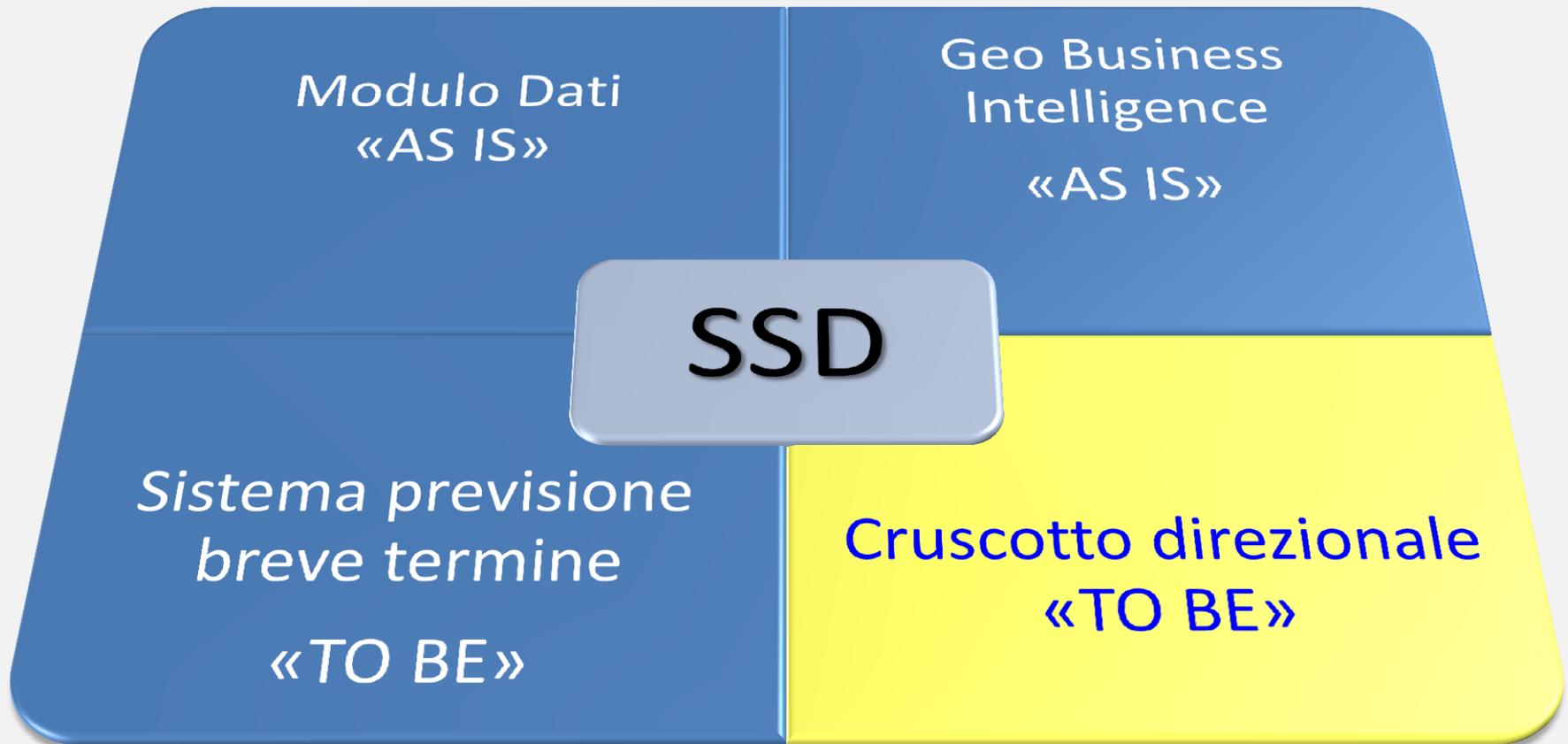
The screenshot shows the SIGIEC web application interface. At the top, it displays the title 'Modello di previsione dell'erosione costiera nel breve termine'. Below this, there is a weather forecast section for '11.01.2016 09-12' with conditions 'poche nuvole', temperature '16 °C - 16.6 °C - 16.6 °C', and wind 'Libeccio - Vento moderato'. A map on the left shows the coastline of Alimini with a red line indicating 'Zona 8'. On the right, there are two tables. The first table, 'Eventi da segnalare nei prossimi tre giorni', lists five events with columns for 'Zona', 'Data e Ora', 'Livello mare', and 'Rischio erosione'. The second table, 'Eventi', shows a selected event for '08.01.2016 15-18' at 'Medio basso' sea level, with a 'Visualizza' button.

Zona	Data e Ora	Livello mare	Rischio erosione
Zona 3	08.01.2016 15-18	Medio basso	Rischio erosione alto
Zona 8	08.01.2016 15-18	Medio basso	Rischio erosione alto
Zona 8	08.01.2016 18-21	Medio alto	Rischio erosione alto
Zona 8	08.01.2016 18-21	Medio basso	Rischio erosione alto
Zona 8	08.01.2016 21-00	Medio alto	Rischio erosione alto

Fascia oraria	Livello del mare
08.01.2016 15-18	Medio basso

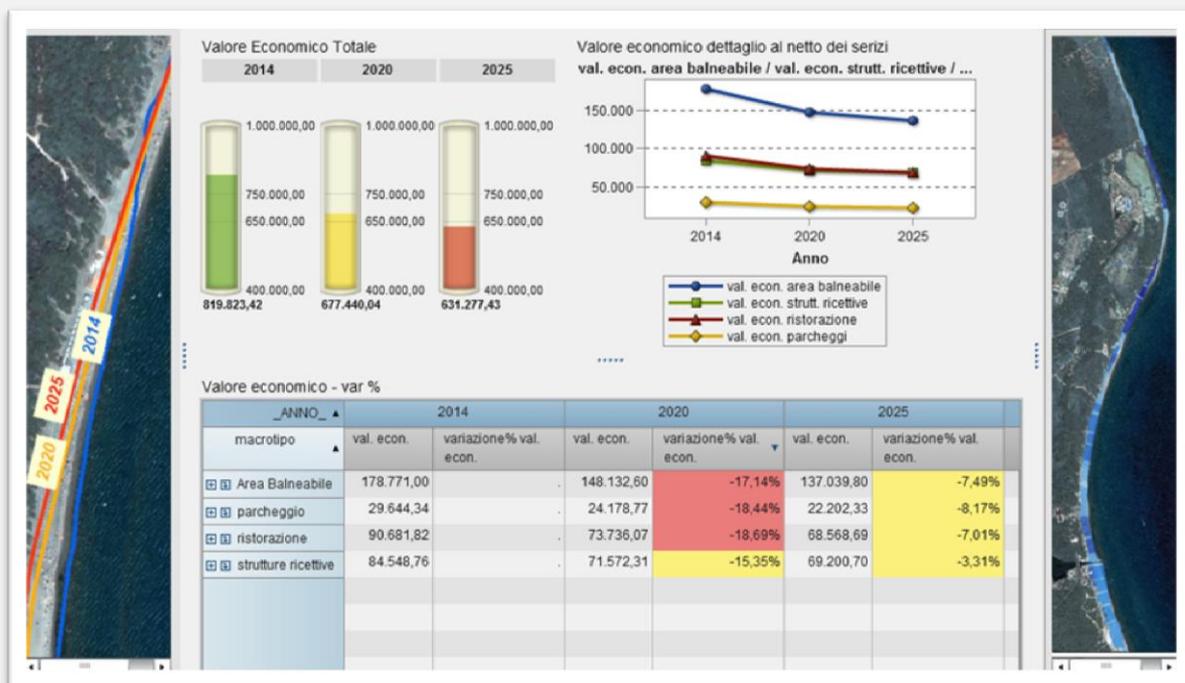
Zona	Data e Ora	Livello mare	Rischio erosione
Zona 3	08.01.2016 15-18	Medio basso	Rischio erosione alto
Zona 6	08.01.2016 15-18	Medio basso	Rischio erosione basso

# Componenti SSD



# Cruscotto direzionale

E' lo strumento che **integra** e **sintetizza** i dati dei modelli e fornisce **indicazioni** per i decisori

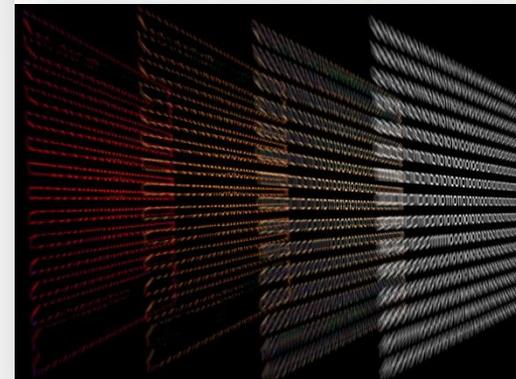
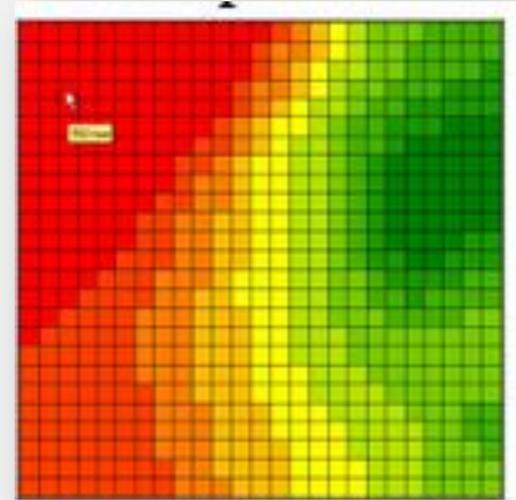


Principali Tecnologie utilizzate:



# La metodologia usata per la valutazione economica

- Approccio **Raster** (estensione di quello del progetto Eurosion)
- Territorio suddiviso in **celle** di 2 metri x 2metri
- Ad ogni cella è associata una valutazione economica basata su diversi fattori



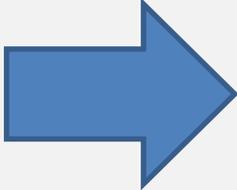
# Il processo per valutare il nesso economico di ogni singola struttura con la spiaggia

Raggiungibilità

Distribuzione  
del ricavo

Valutazione  
economica

# Fattori alla base della valutazione economica riferita a una cella

- Tipologia cella
    - Spiaggia libera
    - Spiaggia attrezzata
    - Stabilimento
- 
- Densità di bagnanti**
- Redditività di tutte le strutture turistiche che «incidono» sulle celle della spiaggia
  - Altri ricavi «di base»
    - Spesa media extra-balneare di un turista sul territorio comunale (prodotti tipici locali, attività ricreativa/culturale, altri servizi, ecc)

# Calcolo redditività delle strutture turistiche / celle

- Censimento delle strutture turistiche che incidono sulla spiaggia
- Per ogni struttura è stato stimato il ricavo giornaliero a pieno regime
- Il ricavo di ogni struttura è stato distribuito su tutte le celle in base alla raggiungibilità del servizio

$$\text{RicavoStruttura}_s = \sum_{c \in \text{celle}} (\text{densità}_c * \text{raggiungibilità}_{sc} * \text{ricavo\_unitarios})$$

I valori di *densità* e *raggiungibilità* sono stimati per ogni singola cella da un apposito modello di analisi geostatistica

# Modello valutazione economica: parametri utilizzati

## Fonti :

- UnionCamere Puglia e Calabria, Osservatori Provinciali, studi pregressi Nomisma ed altri
- Piani Comunali inclusi Piani Spiaggia
- Informazioni da singole strutture

id_com	Nome	macrotipo	tipo	sottotipo	capacità struttura (posto letto/posto auto/posto tavola)	capacità camping (posti let)	tariffa (posto letto/posto auto/posto tavola) @ giorno	tariffa posto letto camping @ giorno (€)	valore economico totale (€ al giorno)
B	C	D	E	F	G	H	I	J = G*H + H*I	
3	Tenuta Frassanito (3s)	strutture ricettive	Hotel	Hotel 3 stelle	147	0	40	5.880	
4	Primizia	strutture ricettive	Hotel	Hotel 2 stelle	190	0	30	5.700	
18	B&B I due Pini	strutture ricettive	Bed & Breakfast	Bed & Breakfast	6	0	20	120	
1	San Giorgio	strutture ricettive	Az. Agrituristic	Az. Agrituristic	12	0	25	300	
2	Salos	strutture ricettive	Az. Agrituristic	Az. Agrituristic	18	164	25	1.926	
20	Fontanelle	strutture ricettive	Az. Agrituristic	Az. Agrituristic	20	60	25	1.040	
1	Frassanito	strutture ricettive	Camping	Camping	0	1290	9	11.610	
2	La Pineta Centro Vacanze	strutture ricettive	Residenza turistica	residence	218		25	5.450	
1	San Giorgio Frassanito	parcheggio	parcheggio	parcheggio	915		5	4.575	
2	Frassanito	parcheggio	parcheggio	parcheggio	243		5	1.215	
3	Pagliaruli 3	parcheggio	parcheggio	parcheggio	72		5	360	
4	Pagliaruli 4	parcheggio	parcheggio	parcheggio	369		5	1.845	
9	Masseria dei Turchi 9	parcheggio	parcheggio	parcheggio	732		5	3.660	
10	Baia dei Turchi 10	parcheggio	parcheggio	parcheggio	606		5	3.030	
11	Baia dei Turchi 11	parcheggio	parcheggio	parcheggio	1644		5	8.220	
1	Grand Hotel Daniela - bar	ristorazione	ristorazione_spiaggia	bar			5	966	
1	Grand Hotel Daniela - ristorante	ristorazione	ristorazione_spiaggia	ristorante			12	1391	
2	Giro di boa beach - bar	ristorazione	ristorazione_spiaggia	bar			5	718	
3	Isola Frassanito - bar	ristorazione	ristorazione_spiaggia	bar			5	714	
4	Bravo Club - bar	ristorazione	ristorazione_spiaggia	bar			5	3594	
5	Serra Alimini 2 - bar	ristorazione	ristorazione_spiaggia	bar			5	1678	
5	Serra Alimini 2 - ristorante	ristorazione	ristorazione_spiaggia	ristorante			12	2416	
7	Serra Alimini 1 - bar	ristorazione	ristorazione_spiaggia	bar			5	3526	

Spesa media giornaliera a persona Anno 2012			
	Italiani	Stranieri	Totale
	euro		
<b>Pubblici esercizi</b>			
Ristoranti, pizzerie	14,90	13,03	14,64
Bar, caffè, pasticcerie	5,34	6,10	5,46
<b>Agroalimentari</b>			
Cibi e bevande acquistati in supermercati e negozi	16,52	16,56	16,52
Acquisto di prodotti enogastronomici tipici	7,60	12,25	8,30
<b>Abbigliamento</b>			
Acquisti di abbigliamento	14,88	14,45	14,80
Acquisti di calzature, accessori	13,19	11,81	12,95
Acquisto di abbigliamento per la pratica di sport	12,46	18,64	13,31
Acquisto di calzature per la pratica di sport	12,23	11,6	12,11
<b>Attività ricreative</b>			
Attività ricreative (cinema, discoteca, etc)	17,46	16,53	17,32
Stabilimenti balneari	9,31	10,1	9,40
Spettacoli teatrali, concerti etc	6,71	10,59	7,24
Biglietti/card, musei e monumenti	9,83	15,93	10,77
Visite guidate	3,99	12,4	5,63
Servizi benessere	31,05	24,47	30,27
Attività sportive (impianti)	18,28	11,5	16,86
Attività sportive (noleggio attrezzature)	21,63	11,50	19,52
Attività sportive (lezioni, scuole)	19,31	23,46	20,20
Bookshop nei musei	6,48	4,48	6,06
Fruizioni servizi noleggio barche	26,59	31,59	27,77
Audioguide nei musei	2,55	3,08	2,69
Fruizioni di altri servizi portuali	3,73	24,85	8,76
Ormeaggio posto barca	5,00	18,46	10,80
Servizi cure termali	17,62	29,50	18,56

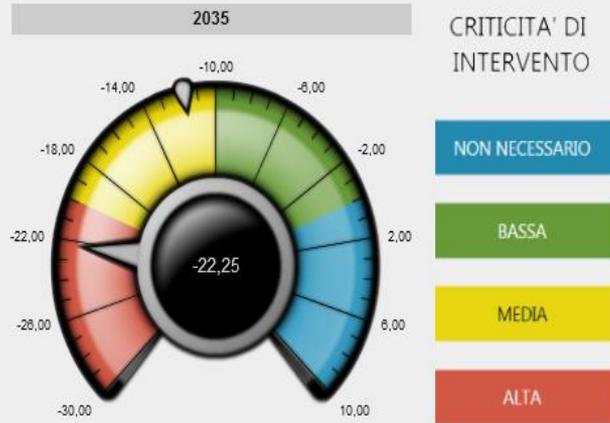
# ALIMINI – confronto scenari



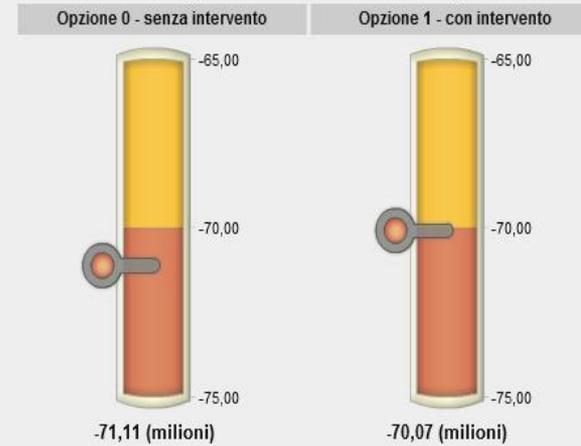
Analisi economica complessiva



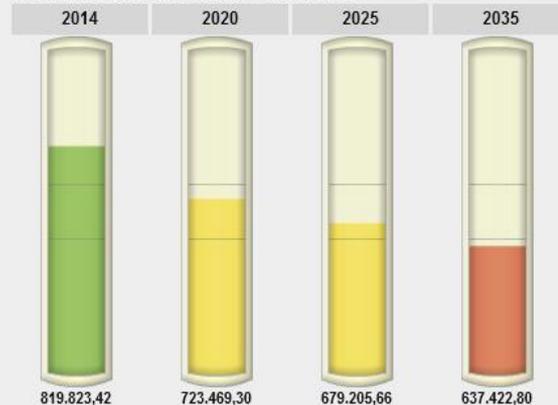
Valore Economico Scostamento% 2035-2014



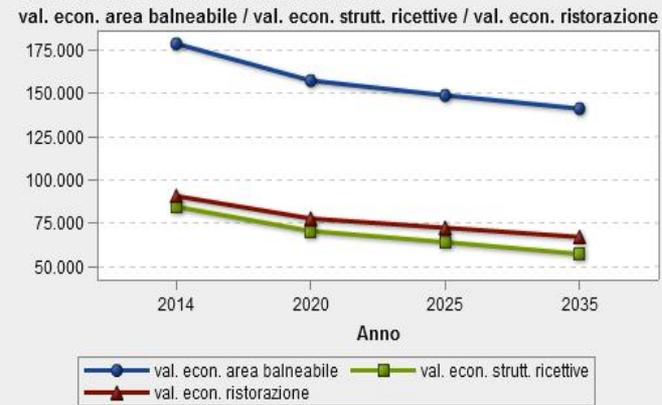
Valore Attuale Netto (periodo valutazione 2015-2025)



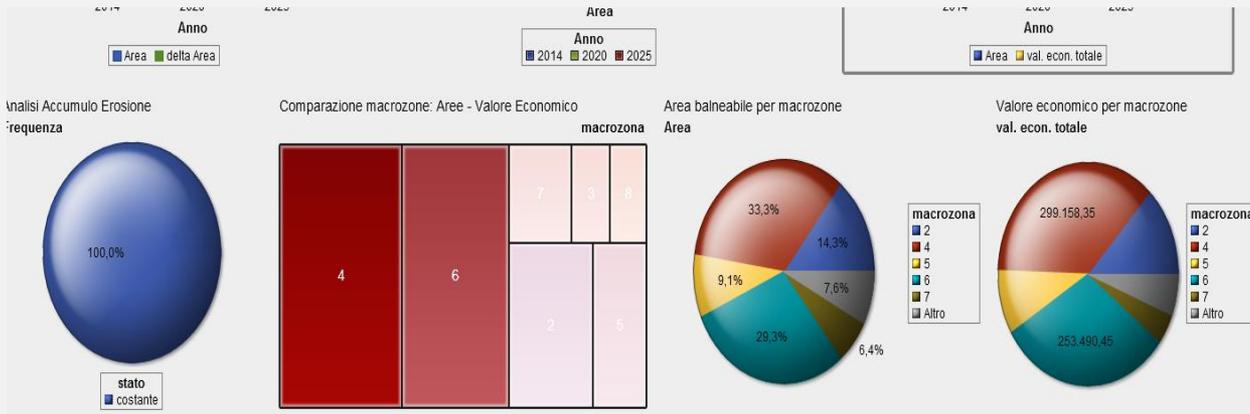
Potenziale Valore Economico Giornaliero



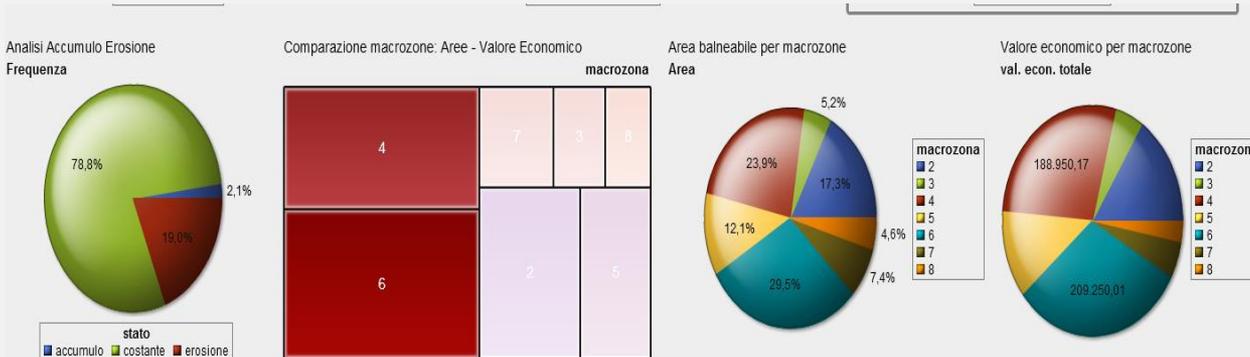
Valore economico dettaglio al netto dei serizi



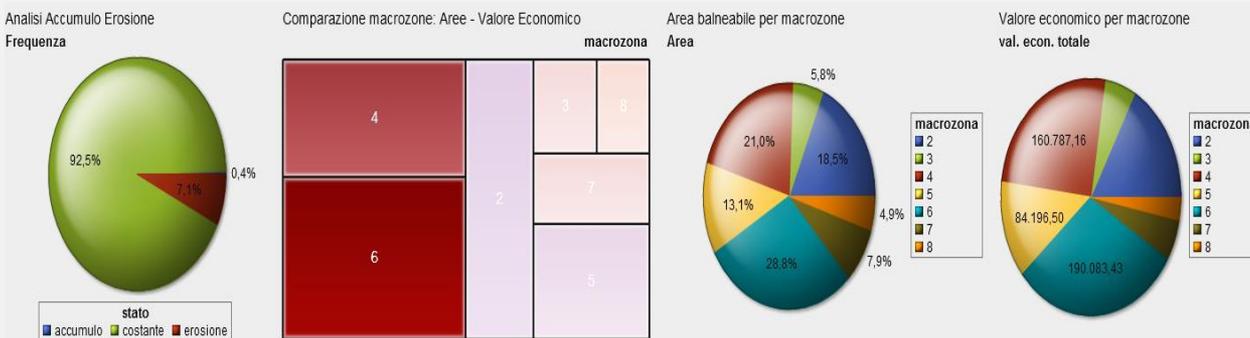
2014



2020

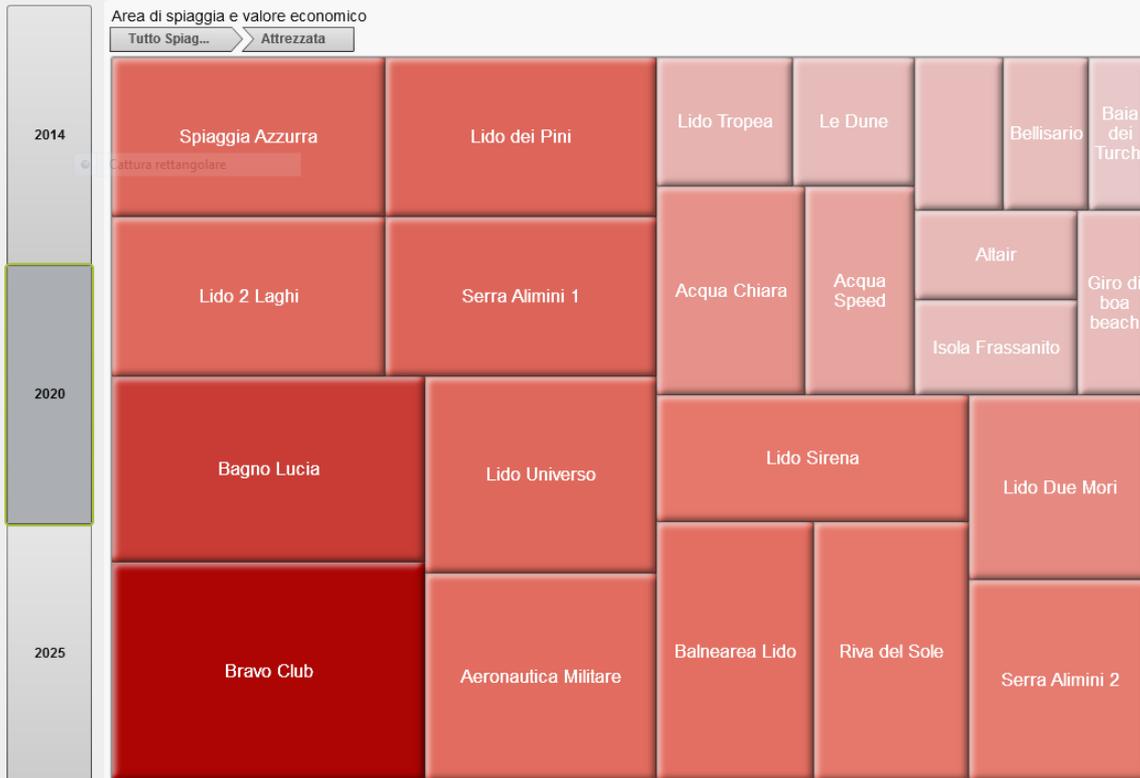


2025

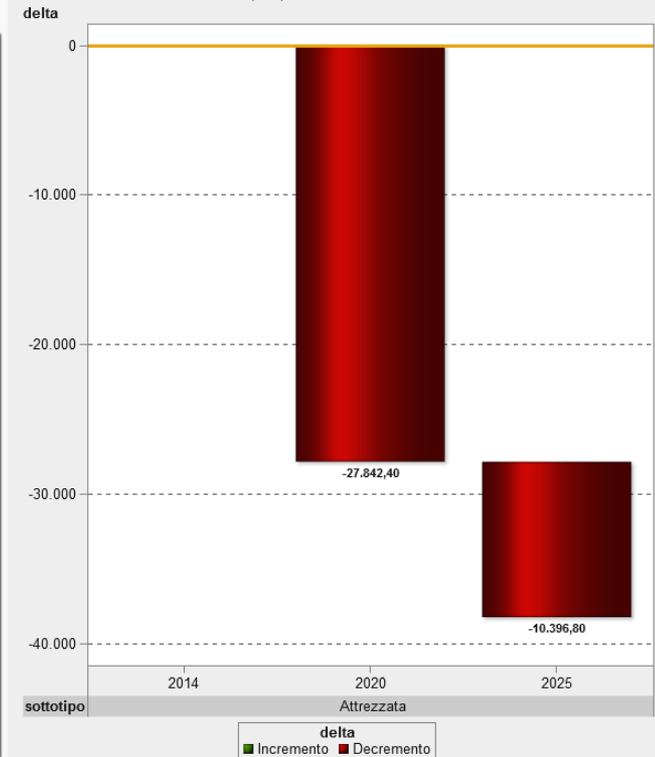


Si prevede che l'erosione maggiore si avrà nel prossimo quinquennio (19% area erosa). La zona 4 (quella a valore economico più alto) sarà la più colpita. Si prevede che nel 2025 la zona con valore economico maggiore sarà la 6.

Per il periodo selezionato il mosaico mostra il rapporto fra area (grandezza della cella) e valore economico (intensità del colore) per le spiagge di Alimini. Sulla destra il dettaglio della variazione economica per la spiaggia selezionata.



Variazioni del valore economico (in €)



# MONASTERACE –analisi costi benefici e multicriteri

Quadro di sintesi degli scenari    Analisi Costi - Benefici per scenario

Scenario ▲	Opzione 0: Senza intervento di contrasto (Tendenziale)	Opzione1: Con intervento di contrasto (progetto Regione Calabria 2014)	
Voce ▲	Valore	Valore	
Periodo di valutazione (anni)		11,00	
Costi in conto capitale		2.740.000,00	
Totale costi intero periodo di valutazione		2.890.000,00	

Analisi Costi-Benefici (costi e benefici monetari al tasso di sconto fissato)

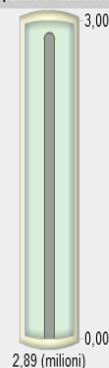
Scenario ▲	Opzione 0: Senza intervento di contrasto (Tendenziale)	Opzione1: Con intervento di contrasto (progetto Regione Calabria 2014)	
Voce ▲	Valore	Valore	
Valore attuale dei Benefici		10.346.671,02	
Valore attuale dei Costi		2.812.393,20	
Rapporto Benefici/Costi		3,68	
Valore Attuale Netto		7.534.277,82	

Analisi Multi-Criteri (ranking dei costi e benefici non monetari)

Scenario ▲	Peso ▲	Opzione 0: Senza intervento di contrasto (Tendenziale)		Opzione1: Con intervento di contrasto (progetto Regione Calabria 2014)		
		Punteggio (max 10)	Punteggio ponderato	Punteggio (max 10)	Punteggio ponderato	
Miglioramento delle condizioni di fruibilità della spiaggia (massi -> sabbia)	10%	0	0,00	10	1,00	
Riduzione aree esposte a rischio elevato	30%	0	0,00	10	3,00	
Tutela beni archeologici in area sottomarina	10%	5	0,50	0	0,00	
Tutela beni archeologici non ancora oggetto di scavi	10%	5	0,50	10	1,00	
Tutela paesaggio area Nord	20%	10	2,00	5	1,00	
Tutela paesaggio area Sud	20%	5	1,00	10	2,00	

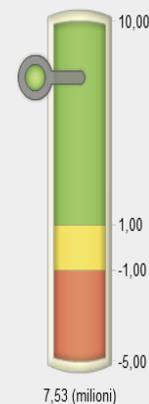
Totale dei costi (periodo di valutazione 2015-2025)

Opzione 1 - con intervento



Valore attuale netto (periodo di valutazione 2015-2025)

Opzione 1 - con intervento



# BAGNARA – confronto scenari tendenziali e post-alluvione

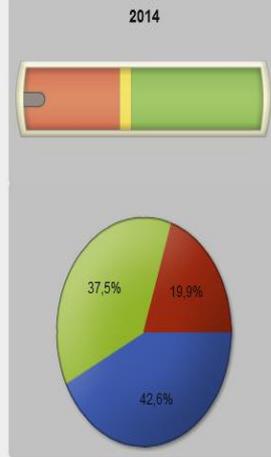
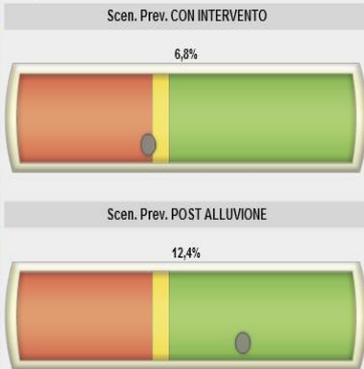
Analisi scenari - sintesi    Analisi scenari - dettaglio    Analisi scenario con intervento



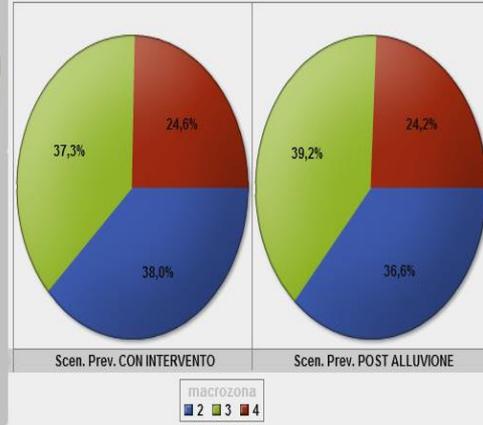
Analisi scenari - sintesi



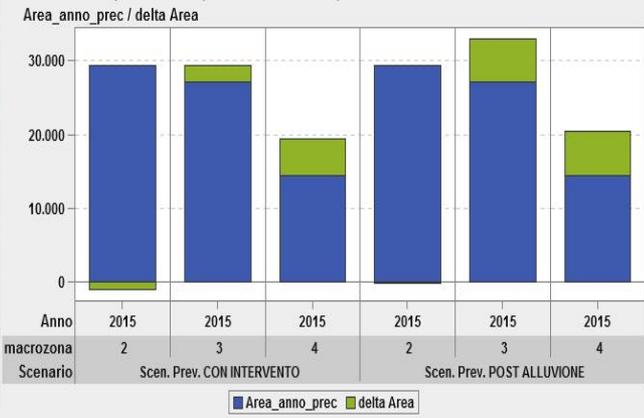
Valore Economico Totale SCENARI (comparazione con 2014)



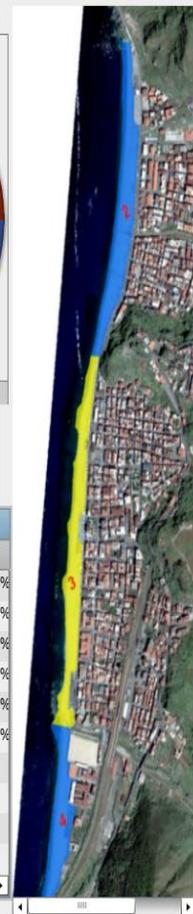
Dimesione Macrozone per Scenario



Aree Macrozone per Scenario (variazione con 2014)



Scenario	Anno	macr...	2015		
			Area	delta Area	della_area%
Scen. Prev. CON INTERVENTO	2015	2	29988	-956	-3,2%
		3	29440	2204	7,5%
		4	19396	4968	25,6%
Scen. Prev. POST ALLUVIONE	2015	2	30816	-128	-0,4%
		3	33056	5820	17,6%
		4	20412	5984	29,3%



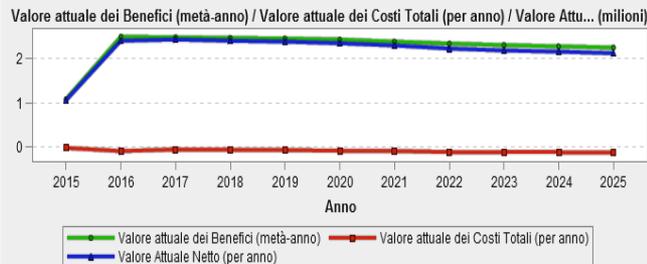
# BAGNARA – dettaglio post-alluvione

Quadro di sintesi degli scenari **Analisi Costi - Benefici per scenario**

Opzione2: Post alluvione 2015

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
	valore										
BENEFICI	1.096.191,28	2.615.064,15	2.679.979,25	2.744.896,43	2.811.978,14	2.866.108,28	2.899.004,42	2.924.766,39	2.966.871,61	3.024.109,92	3.073.027,64
COSTI CONTO CAPITALE	0,00	50.000,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
COSTI CORRENTI	-15.921,90	-43.268,40	-57.853,73	-70.517,98	-79.574,36	-93.614,13	-107.210,77	-133.919,26	-145.971,40	-156.245,19	-168.635,26

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
	valore										
Valore attuale dei Benefici (metà-anno)	1.080.109,36	2.501.649,78	2.489.077,21	2.475.116,68	2.461.752,74	2.436.059,31	2.392.251,95	2.343.214,24	2.307.715,91	2.283.725,69	2.253.074,78
Valore attuale dei Costi CC (inizio-anno)	0,00	-48.543,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Valore attuale dei Costi correnti (metà-anno)	-15.688,31	-41.391,87	-53.732,85	-63.587,18	-69.663,56	-79.567,67	-88.470,09	-107.291,14	-113.540,65	-117.992,12	-123.639,58
Valore attuale dei Costi Totali (per anno)	-15.688,31	-89.935,55	-53.732,85	-63.587,18	-69.663,56	-79.567,67	-88.470,09	-107.291,14	-113.540,65	-117.992,12	-123.639,58



I recentissimi risultati dell'Analisi Costi Benefici per lo scenario

**Bagnara Calabria post-alluvione (ottobre 2015)**

# BAGNARA – dettaglio post-alluvione



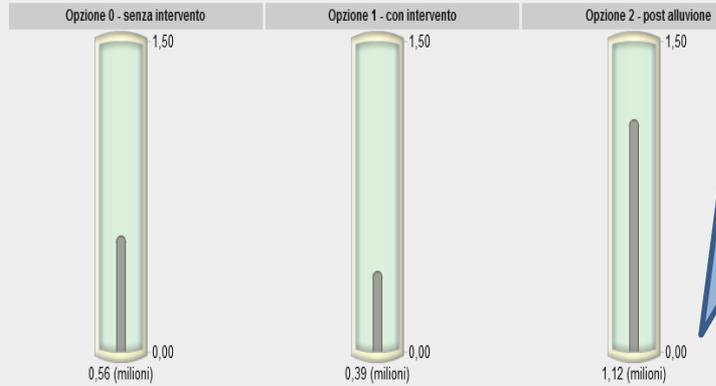
Quadro di sintesi degli scenari    Analisi Costi - Benefici per scenario

Scenario	Opzione 0: Senza intervento di contrasto (Tendenziale)	Opzione1: Con intervento di contrasto (progetto 2007)	Opzione alluvione
Voce	Valore	Valore	Valore
Periodo di valutazione (anni)	11,00	11,00	
Costi in conto capitale	0,00	0,00	
Totale costi intero periodo di valutazione	560.050,89	389.021,59	

Analisi Costi-Benefici (costi e benefici monetari al tasso di sconto fissato)

Scenario	Opzione 0: Senza intervento di contrasto (Tendenziale)	Opzione1: Con intervento di contrasto (progetto 2007)	Opzione alluvione
Voce	Valore	Valore	Valore
Valore attuale dei Benefici	11.940.058,79	12.400.924,94	
Valore attuale dei Costi	462.454,73	320.823,21	
Rapporto Benefici/ Costi	25,82	38,65	
Valore Attuale Netto	11.477.604,06	12.080.101,73	

Totale dei costi (periodo di valutazione 2015-2025)



Valore attuale netto (periodo di valutazione 2015-2025)



I recentissimi risultati dell'Analisi Costi Benefici per lo scenario

**Bagnara Calabria post-alluvione (ottobre 2015)**

# Punti di forza del modello

- Sviluppa in maggior dettaglio esperienze quali:
  - EuroSION: parametri ed indicatori su base regionale
  - Nomisma: ricavi / aree in concessione agli stabilimenti balneari
- Metodologia modulare e scalabile
- Implementato e tarato su 3 aree-campione con caratteristiche morfologiche diverse e per scenari differenti

# Possibili utilizzi futuri dell'SSD

## Analisi di tendenza

- Ipotesi di minima
- Ipotesi di massima
- Ipotesi intermedie

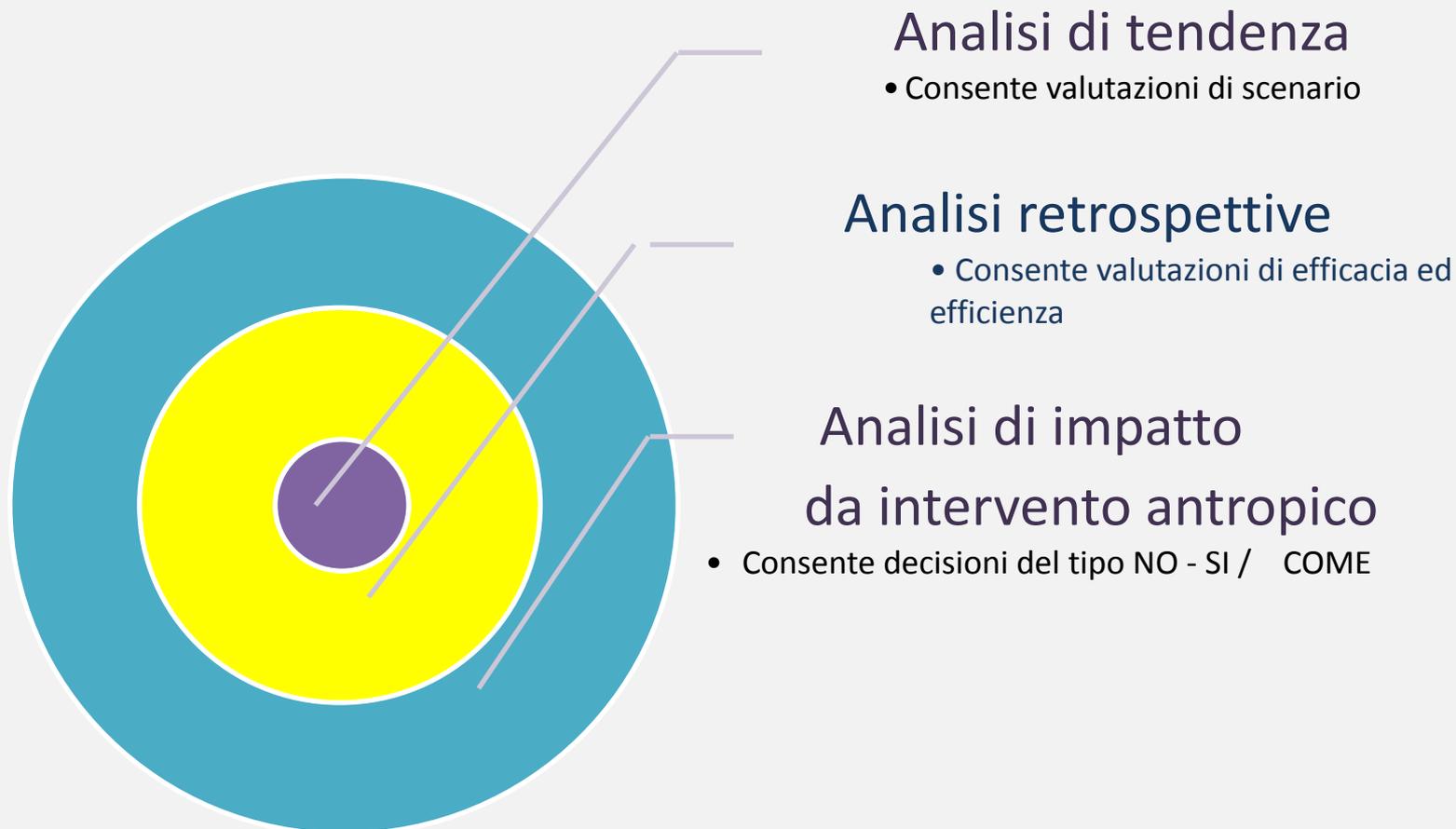
## Analisi retrospettive

- Tendenziale senza intervento
- Attuale post-intervento

## Analisi di impatto da intervento antropico

- Infrastrutture (es. portuali)
- Interventi di ripristino
- Interventi di contrasto

# Possibili utilizzi futuri dei 2 modelli



# Altri possibili utilizzi futuri

