

## Sintesi dei dati acquisiti durante la caratterizzazione fisica ed ambientale dei depositi sabbiosi nell'area RV\_H

Gruppo di lavoro per la caratterizzazione fisica del deposito RV\_H:

Annamaria Correggiari<sup>1</sup>, Alessandro Remia<sup>1</sup>, Federica Foglini<sup>1</sup>, Andrea Gallerani<sup>1</sup>, Stefano Miserocchi<sup>1</sup>, Giorgia Moscon<sup>2</sup>, Giulia Buffon<sup>3</sup>, Roberto Piazza<sup>3</sup>, Tiziano Pinato<sup>3</sup>

<sup>1</sup> CNR-ISMAR, Sede di Bologna

<sup>2</sup> Università di Padova Dipartimento di Geoscienze

<sup>3</sup> Regione del Veneto - Direzione Difesa del Suolo

Gruppo di lavoro per la caratterizzazione ambientale del deposito RV\_H:

Luisa Nicoletti<sup>1</sup>, Daniela Paganelli<sup>1</sup>, Gianluca Franceschini<sup>1</sup>, Chiara Maggi<sup>1</sup>, Barbara La Porta<sup>1</sup>, Paola La Valle<sup>1</sup>, Loretta Lattanzi<sup>1</sup>, Marco Loia<sup>1</sup>, Alfredo Pazzini<sup>1</sup>, Raffaele Proietti<sup>1</sup>, Monica Targusi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

# Sommario

Sommario .....	3
<b>Premessa.....</b>	<b>4</b>
<b>Sintesi della caratterizzazione fisica del deposito RV_H dal 2008 al 2012 .....</b>	<b>5</b>
Deposito Area RV_H.....	6
Caratteristiche granulometriche .....	11
Contenuto di calcite e dolomite.....	15
Contenuto in metalli pesanti.....	16
Caratteristiche petrografiche .....	17
Analisi non distruttiva fluorescenza a raggi X – XRF core scanner .....	19
Analisi fluorescenza su campioni .....	21
<b>Sintesi della caratterizzazione ambientale ante operam del deposito RV_H.....</b>	<b>24</b>
Riflessioni sui dati acquisiti e su ulteriori possibili indagini in data Marzo 2017.....	29

## Premessa

Lo studio dell'evoluzione del bacino adriatico durante l'ultimo ciclo glacio-eustatico ha individuato depositi trasgressivi, interpretati come antichi sistemi costieri, modellati dai processi dell'erosione della risalita del livello del mare. Attraverso l'indagine indiretta dei profili geofisici sismoacustici ad alta risoluzione e la campionatura diretta con vibrocarotiere, sono stati individuati depositi sabbiosi di grandi dimensioni, con caratteristiche tessiturali idonee per il ripascimento costiero. Questi depositi rappresentano ciò che rimane di antichi sedimenti costieri e costituiscono oggi una delle migliori risorse per il ripascimento delle coste in erosione. Infatti i depositi sabbiosi sommersi, progressivamente sottratti al sistema costiero durante le fasi di innalzamento eustatico del livello del mare, ritornano nella spiaggia dinamica attuale e compensano, almeno in parte, la riduzione di apporti solidi dai fiumi e l'abbassamento del suolo dovuto a subsidenza e/o compattazione.

I depositi di sabbia sottomarini presenti in piattaforma sono una risorsa non rinnovabile da gestire in modo oculato, con una logica di sostenibilità ambientale ed economica. Per il buon sfruttamento della risorsa è stato ideato uno strumento, un geodatabase, pensato per gli uffici tecnici e di competenza, di aiuto nell'utilizzo in modo proficuo di tutti i dati acquisiti durante le ricerche dei depositi marini sabbiosi sommersi. Il geodatabase 'in\_Sand' è stato architettato nell'ambito di una convenzione CNR ISMAR Bologna e Regione Emilia-Romagna SSGS per archiviare, interrogare e utilizzare i dati geofisici e geognostici acquisiti dalle ricerche insistenti sulle aree dei depositi sabbiosi.

Nelle convenzioni tra Regione del Veneto e CNR-ISMAR sede di Bologna, il nostro istituto ha fornito il supporto scientifico e il controllo della qualità dei dati, per conto degli uffici competenti regionali, durante le attività di acquisizione effettuate da ditte esterne, secondo i capitolati di gara.

I dati geognostici e geofisici acquisiti da queste attività, insieme ai dati utili presenti nel database di CNR ISMAR Bologna, grazie a un progetto pilota del progetto europeo SHAPE, sono stati inseriti nel geodatabase in\_Sand.

Nell'ambito del progetto bandiera RITMARE è stato inoltre messo a punto il geodatabase 'env\_Sand' per archiviare ed elaborare i dati della caratterizzazione ambientale dell'area RV\_H che ISPRA ha eseguito per valutare la compatibilità ambientale di attività di dragaggio ai fini di ripascimento.

La presente nota sintetica è stata redatta per riassumere tutti i dati elaborati per definire le caratteristiche tessiturali dei depositi sabbiosi presenti nell'area RV\_H e i dati necessari alla sua caratterizzazione ambientale.

I depositi sabbiosi sommersi per essere considerati potenzialmente sfruttabili devono avere volume estraibile di circa 1 milione di m<sup>3</sup>; granulometria prevalentemente sabbiosa compatibile con quella delle spiagge da ripescare; spessore del livello sabbioso superiore al metro; estensione pari a circa 1,5 km<sup>2</sup>; non avere copertura pelitica per non creare fenomeni di torbidità durante le operazioni di dragaggio.

La caratterizzazione ambientale *ante operam* prevede la realizzazione di tre distinte fasi di indagine, condotte a un dettaglio via via crescente: una prima indagine a scala regionale, basata sulla raccolta di dati di letteratura (Fase A); una seconda fase di integrazione dei dati disponibili con indagini sperimentali condotte alla scala della macroarea (scala vasta) (Fase B); e la terza fase di indagine condotta a scala di dettaglio, ovvero alla scala dei siti di intervento (Fase C1). I dati sperimentali raccolti, oltre a permettere la valutazione della compatibilità ambientale del dragaggio, potranno essere utilizzati come dati di confronto nell'ambito dei successivi monitoraggi.

Per la descrizione dettagliata dei risultati si rimanda alle relazioni originali consegnate in forma cartacea/digitale il 27 Marzo 2017 ( prot. CNR n. 0002552 del 20/03/2017).

## Sintesi della caratterizzazione fisica del deposito RV\_H dal 2008 al 2012

Inizialmente per definire la progettazione delle campagne di acquisizione di dettaglio dei dati geofisici e geognostici nelle aree più promettenti sono stati raccolti i dati disponibili negli archivi CNR ISMAR. Successivamente sono stati interpretati i dati acquisiti in 11 aree della piattaforma adriatica settentrionale e su 3 aree potenzialmente più idonee per il dragaggio di sedimento sabbioso da utilizzare per il ripascimento costiero si è focalizzata la ricerca di dettaglio (Fig. 1). Infine, per risolvere alcuni problemi interpretativi, sono stati acquisiti nel 2012, durante la campagna NAD12 (N/O Urania) di CNR-ISMAR, altri profili sismici ad alta risoluzione e batimetrie *multibeam*.

Di seguito verranno in sintesi descritti tutti i dati relativi all'area RV\_H.

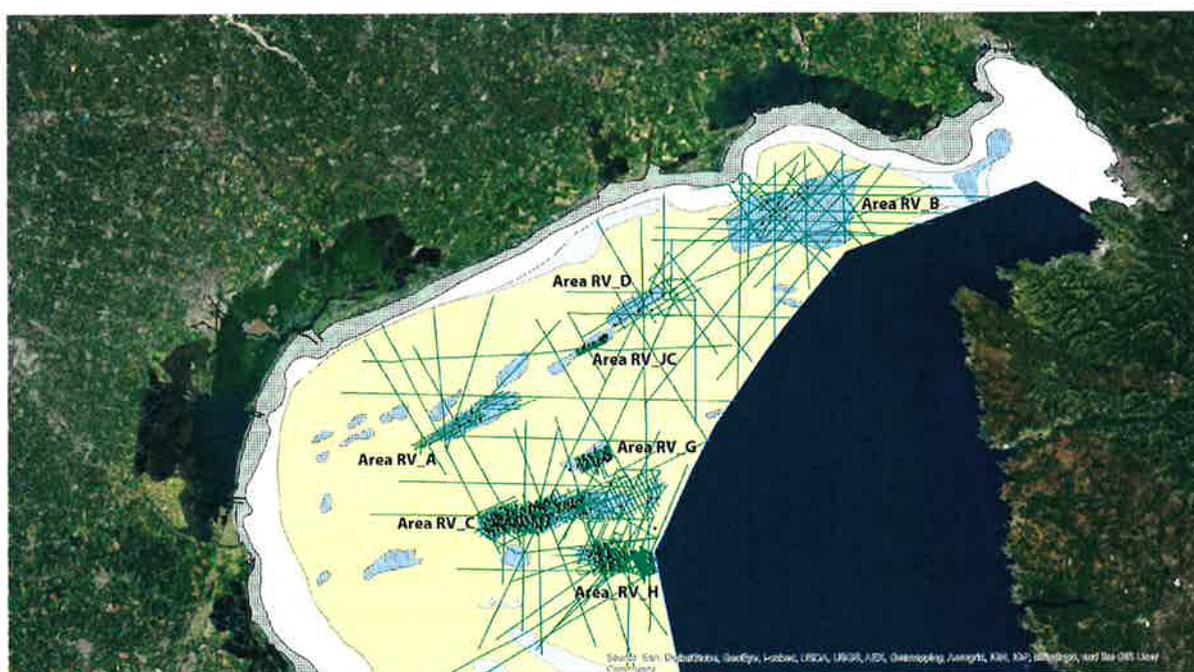


Fig. 1 - Distribuzione dell'intero complesso dei dati inseriti nel geodatabase in\_Sand relativi ai giacimenti sabbiosi oggetto delle ricerche finanziate dalla Regione del Veneto. La cartografia di base è estratta dalla Carta Geologica dei Mari Italiani a scala 1:250000 foglio Venezia NL33-7 (Trincardi et al 2011). Le aree RV\_G, RV\_C ed RV\_H sono state oggetto della ricerca di dettaglio.

**Campagna RV08-** La campagna RV08 ha acquisito, all'interno dell'area RV\_H, 60 km di linee sismiche Chirp come dato geofisico e come dato geognostico 16 vibrocarotaggi che sono stati aperti, descritti, fotografati, campionati e sui quali è stata misurata la suscettività magnetica. Su 4 vibrocarotaggi sono state effettuate 11 analisi granulometriche, 6 analisi mineralogiche e 7 analisi di calcimetria. Due livelli campionati in un vibrocarotaggio sono stati caratterizzati chimicamente dai laboratori Arpav, per valutare il contenuto nel sedimento di metalli pesanti

**Campagna RV11-** La campagna RV11 ha acquisito, all'interno dell'area RV\_H, 177 km di linee sismiche Chirp e 24km<sup>2</sup> di batimetria MB come dato geofisico, e come dato geognostico 23 vibrocarotaggi che sono stati aperti, descritti, fotografati, campionati e sui quali è stata misurata la suscettività magnetica. Su questi vibrocarotaggi sono state effettuate 75 analisi granulometriche, su 11 vibrocarotaggi sono state effettuate 25 analisi di calcimetria, su 2 carotaggi, 4 analisi mineralogiche.

**Campagna NAD12-** La campagna NAD12 organizzata da CNR ISMAR Sede di Bologna si è svolta a bordo della N/O Urania e ha acquisito 10 km<sup>2</sup> di multibeam e 170 km di profili chirp estendendo verso est l'area indagata dalle campagne precedenti.

## Deposito Area RV\_H

Profondità dai 31 ai 29 m

Distanza da costa da Jesolo 40 km circa (23 miglia nautiche) direzione SSE

Estensione circa 23 km<sup>2</sup>

L'area RV\_H situata a circa 23 miglia nautiche dal Lido di Jesolo e 26 miglia nautiche da Chioggia, si presenta come un dosso sviluppato in senso est ovest. (Fig. 2).

Con l'utilizzo di tutti i dati disponibili sono stati tracciati i riflettori relativi alla base della sabbia e dopo essere stati digitalizzati sono stati calcolati gli spessori di sedimento sabbioso disponibile nel deposito ed i relativi volumi. Il deposito sabbioso presente nell'area RV\_H ha un volume molto elevato la sua base è abbastanza tabulare ed omogenea ed il suo spessore raggiunge i 4,5 m.

Nei due profili sismo-acustici di figura 2 la porzione priva di segnale e colorata in giallo è costituita da sedimento sabbioso mentre sono riconoscibili una serie di riflettori, interpretati come livelli argillosi e torbosi campionati nelle aree limitrofe, che costituiscono la base del deposito sabbioso.

Il volume totale del deposito sabbioso (figs 3 e 4) è di 60,5 milioni di m<sup>3</sup>. Il volume potenzialmente utilizzabile, considerato 0.50 cm di rispetto da mantenere alla base del deposito è di 51,8 milioni di m<sup>3</sup>.

La tavola 1 mostra, attraverso le sezioni morfologiche, i profili sismici e gli schemi stratigrafici dei vibrocarotaggi, l'assetto del deposito sabbioso RV\_H, i dati granulometrici di tutto il deposito e in particolare della porzione proposta per il dragaggio.

La porzione dell'area RV\_H, profonda tra -30,89 e 29,38 metri, e delimitata dai vertici in tabella 1 ha un'estensione di 2 km<sup>2</sup>, una superficie di 2,16 km<sup>2</sup> e presenta spessori di sabbia di 4 metri il cui volume complessivo è di 8,6 Mm<sup>3</sup> totali.

Dando atto del mantenimento di un livello minimo di rispetto di 0,5 metri per conservare il substrato sabbioso originario per favorire il ripopolamento dell'habitat bentonico, il volume utilizzabile in questa porzione dell'area RV\_H è di 7,6 Mm<sup>3</sup>.

Vertice	Lat WGS 84	Long WGS 84
A	45.178302	12.909594
B	45.178302	12.935257
C	45.169151	12.935231
D	45.169154	12.909782

Tabella 1

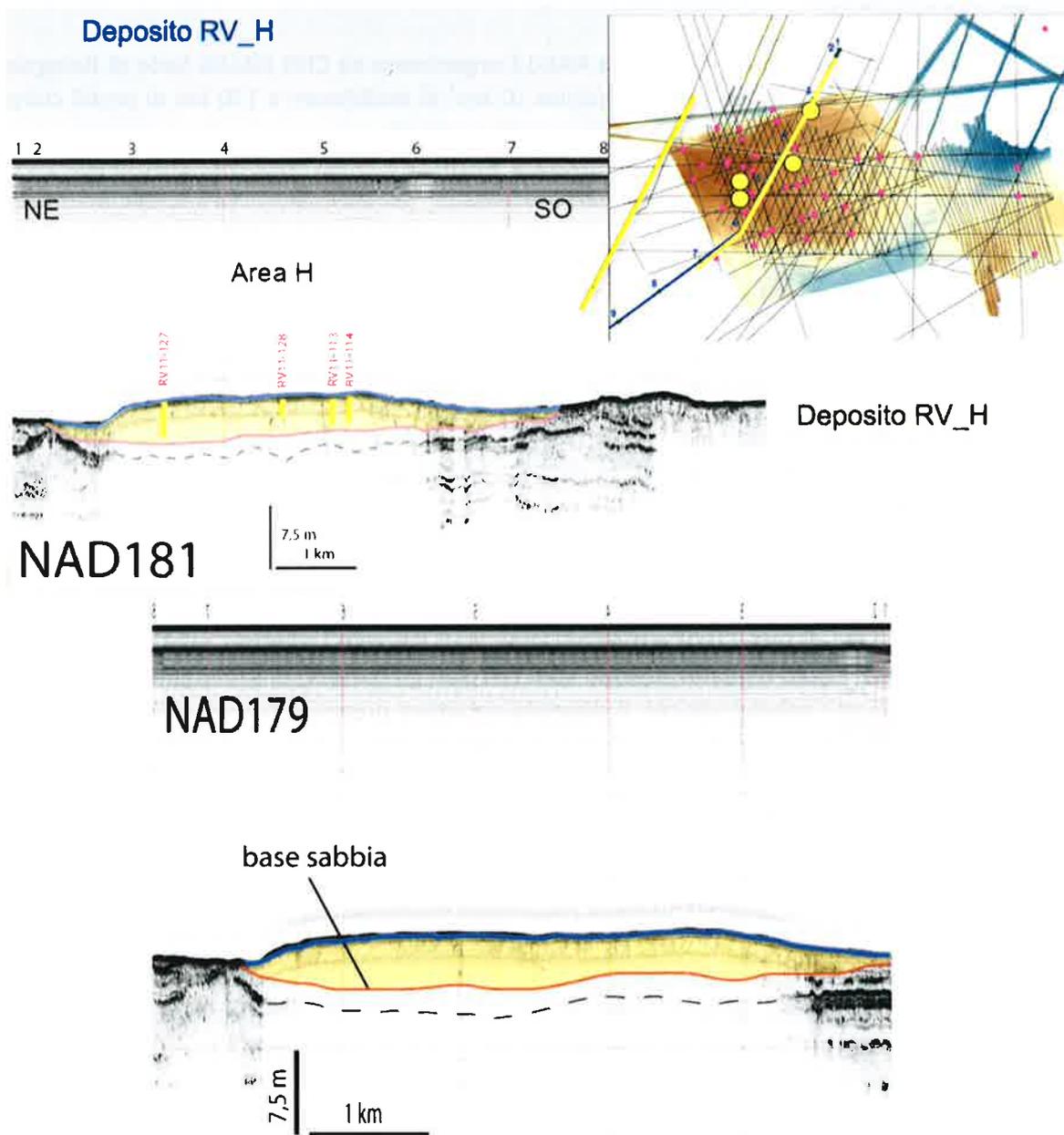


Fig. 2 Profili sismoacustici Chirp Sonar che attraversano tutto il deposito RV\_H. Si noti la base sabbia in rosso, il tetto della sabbia in blu, E nel profilo in alto sono stati proiettati i vibrocarotaggi.

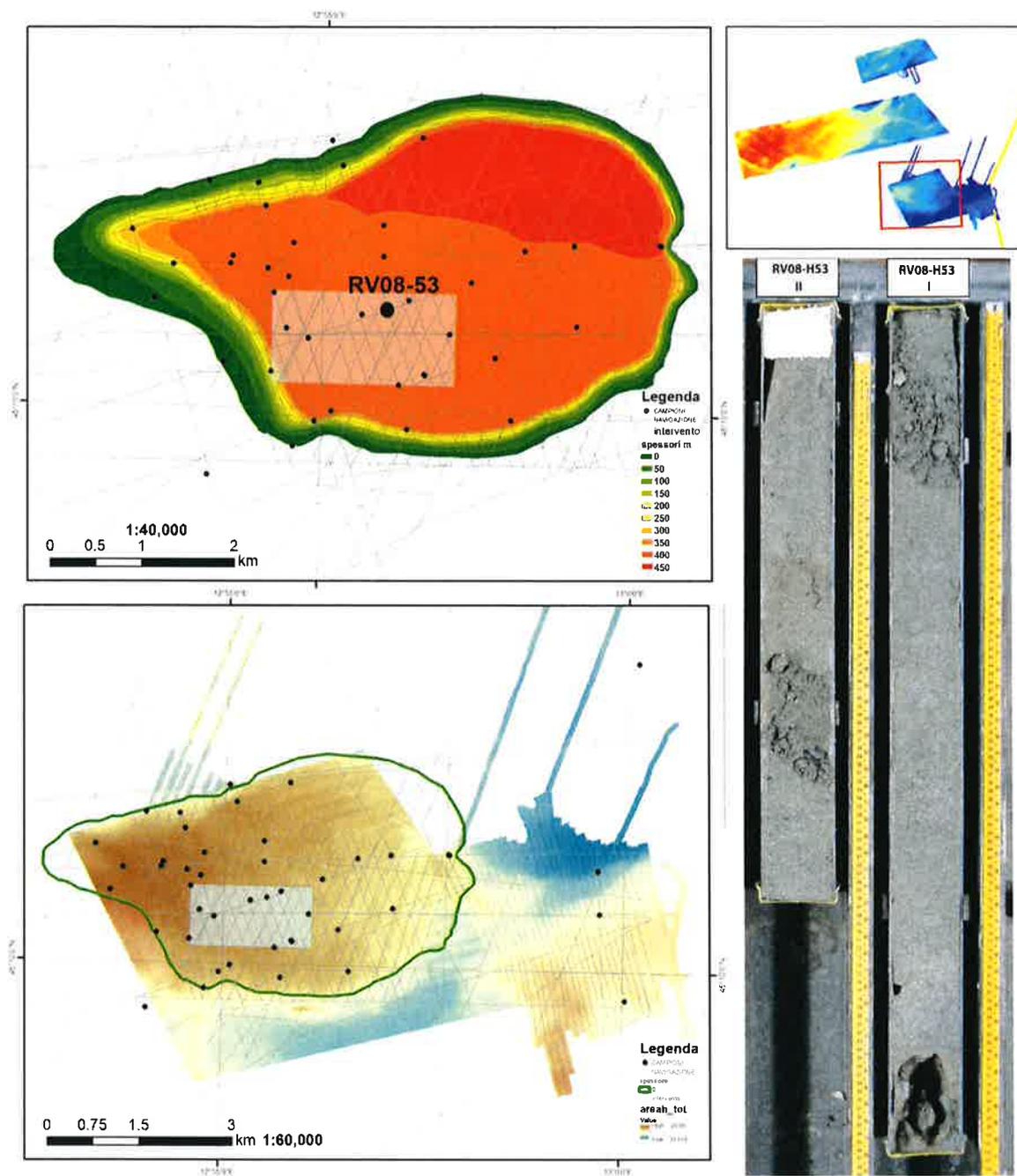


Fig. 3 In alto a sinistra, carta degli spessori del deposito sabbioso nell'area RV\_H, in basso a sinistra la mappa con i nuovi dati acquisiti nella campagna NAD12 ad est del deposito RV\_H. Si può notare la presenza di un secondo alto morfologico ad est del primo parzialmente indagato. Il riquadro all'interno del deposito si riferisce all'area oggetto dello studio ambientale condotto da ISPRA finalizzato ad una futura attività di dragaggio. A destra esempio di un vibrocarotaggio, RV08-53.

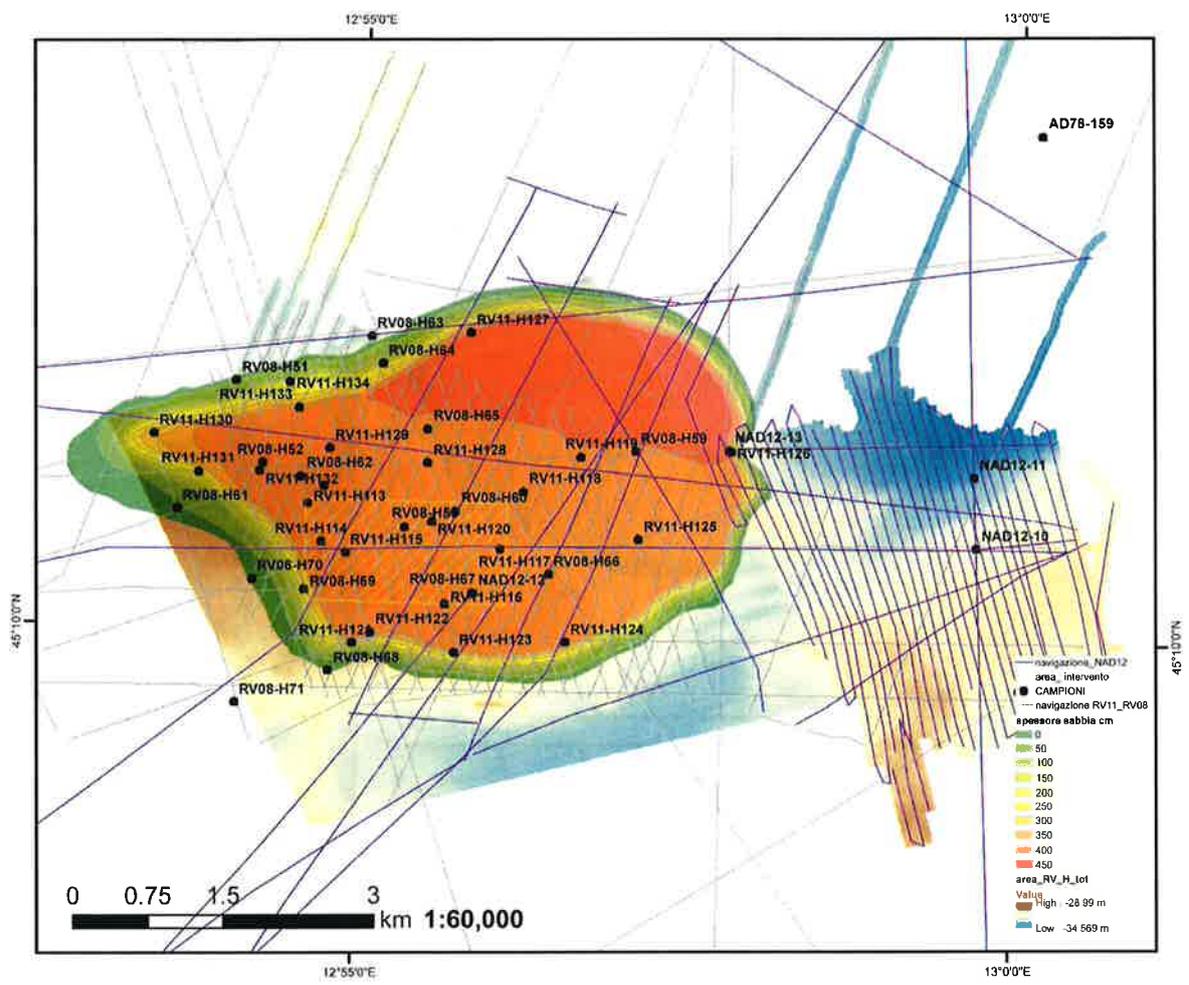


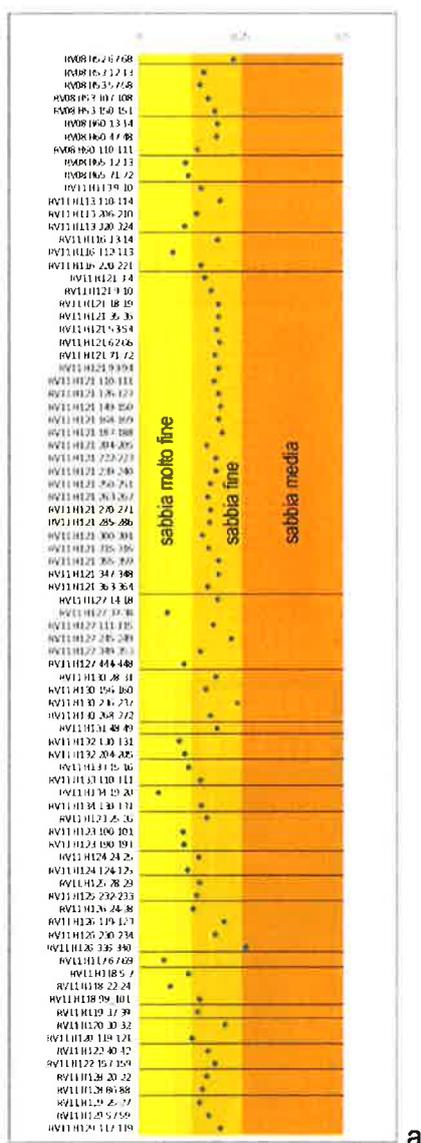
Fig. 4 Spessore del deposito sabbioso dell'area RV-H, tracce profili sismoacustici Chirp Sonar, area acquisizione multibeam e ubicazione dei vibrocarotaggi acquisiti nelle campagne RV08 ed RV11.

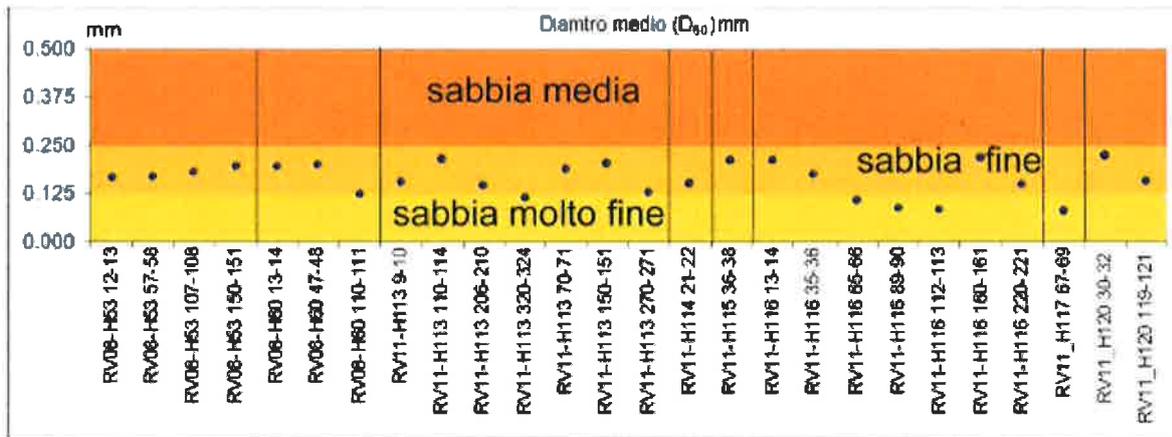


## Caratteristiche granulometriche

Il sedimento analizzato (contenuto medio di sabbia pari al 91,3%) è prevalentemente formato da sabbia fine con frammenti di bioclasti (>2mm) non superiori allo 0,7%.

Il valore di  $D_{50}$  (mediana): 0,178 mm, il diametro medio o media grafica,  $Mz=(16 \phi+50 \phi+84 \phi)/3$ : 0,168 mm; (2.573  $\phi$ ). In tabella 2 sono riportati i valori percentuali del contenuto in bioclasti > 2 mm, sabbia, pelite, e argilla, nei campioni analizzati con il sedigrafo, e i parametri statistici di Falk & Ward  $D_{50}$ , deviazione standard, Skewness, Kurtosis, e mediana.





b

Fig. 5 Rappresentazione grafica del D<sub>50</sub> calcolato dalle analisi granulometriche dei livelli campionati nei vibrocarotaggi prelevati nell'area nell'intera RV\_H (a) e nell'area proposta per l'intervento di dragaggio (b).

Campione	% bioclasti > 2mm	% sabbia	% pelite < 63µm	% argilla	D50 (µm)	D50 φ	parametri di Falk & Ward				
							D50 φ	St. Dev.	Skewness	Kurtosis	Mz (mm)
RV08 H52 67-68	0.0	94.5	5.5	0	244.00	2.035	2.11	0.63	0.39	1.57	0.232
RV08 H53 12-13	0.1	92.4	7.5	0	166.20	2.589	2.66	0.71	0.19	1.17	0.158
RV08 H53 57-58	3.1	84	12.8	0	169.71	2.559	2.75	1.53	0.39	3.05	0.149
RV08 H53 107-108	0.0	92.5	7.5	0	180.90	2.467	2.57	0.69	0.32	1.32	0.168
RV08 H53 150-151	0.0	93.4	6.6	0	195.60	2.354	2.44	0.63	0.32	1.47	0.185
RV08 H60 13-14	0.5	94.3	5.2	0	193.50	2.369	2.40	0.64	0.20	1.38	0.190
RV08 H60 47-48	0.0	91.9	8.1	0	198.81	2.331	2.41	0.68	0.28	1.44	0.189
RV08 H60 110-111	0.0	97.8	2.2	0	121.90	3.036	2.82	0.64	-0.48	0.83	0.141
RV08 H65 12-13	0.9	81.9	17.2	7.9	162.40	2.623	3.15	1.94	0.69	3.62	0.113
RV08 H65 71-72	0.0	89.8	10.2	0	110.60	3.176	3.08	0.79	-0.18	0.90	0.118
RV11 H113 9-10	0.2	92.1	7.6	1.9	154.00	2.699	2.74	0.87	0.23	1.60	0.150
RV11 H113 110-114	0.0	95.1	4.9		214.60	2.220	2.33	0.73	0.33	1.01	0.198
RV11 H113 206-210	0.0	90.4	9.6	2.8	145.50	2.781	2.85	1.03	0.38	2.56	0.139
RV11 H113 320-324	0.0	87.6	12.4	2.5	115.60	3.113	3.19	1.09	0.37	2.60	0.110
RV11-H114 21-22	0.0	96,3	3,7	0,7	152,40	2,714	2,72	0,63	0,06	1,11	0,152
RV11-H115 36-38	0,7	94,4	5	0,8	211,30	2,243	2,28	0,62	0,33	1,99	0,206
RV11 H116 13-14	0.3	91.2	8.5		212.10	2.237	2.40	0.76	0.43	1.31	0.190
RV11 H116 112-113	0.0	79.3	20.7	2.6	82.62	3.597	3.63	0.61	-0.04	0.83	0.081
RV11 H116 220-221	0.0	91.0	9		148.60	2.750	2.73	0.77	0.07	1.02	0.151
RV11 H121 9-10	0.1	95.3	4.6		182.80	2.452	2.51	0.63	0.23	1.22	0.176
RV11 H121 62-66	0.0	93.7	6.3		199.20	2.328	2.36	0.67	0.27	1.32	0.195
RV11 H121 239-240	0.0	93.0	7.0		200.70	2.317	2.42	0.74	0.32	1.10	0.187
RV11 H121 263-267	3.0	86.7	10.3	2.6	173.80	2.525	2.58	1.19	0.36	2.25	0.167
RV11 H121 355-359	0.0	94.5	5.5		197.80	2.338	2.36	0.68	0.25	1.21	0.194
RV11 H121 35-36	0.0	94.9	5.1	1.9	194.00	2.366	2.37	0.61	0.17	1.12	0.193
RV11 H121 53-54	0.0	94.1	5.9	1.9	192.40	2.378	2.41	0.80	0.28	1.66	0.189
RV11 H121 93-94	0.0	94.2	5.8	1.3	199.10	2.329	2.37	0.74	0.31	1.46	0.193
RV11 H121 126-127	0.0	93.9	3.1	1.3	200.70	2.317	2.37	0.79	0.35	1.60	0.193
RV11 H121 168-169	0.0	94.8	5.2	1.1	195.10	2.358	2.37	0.67	0.26	1.26	0.193
RV11 H121 204-205	2.0	85.4	12.2	4.3	180.30	2.472	2.60	1.49	0.45	3.05	0.165
RV11 H121 250-251	6.1	84.0	9.9	2.4	183.10	2.449	2.54	1.60	0.11	3.29	0.172
RV11 H121 285-286	0.4	96.1	3.6		177.00	2.498	2.55	0.65	0.18	1.11	0.171
RV11 H121 315-316	3.7	86.8	9.4	1.9	176.00	2.506	2.56	1.28	0.32	2.54	0.170
RV11 H121 363-364	0.0	92.7	7.3	1.0	170.70	2.550	2.59	0.95	0.27	1.81	0.166
RV11 H121 3-4	0.0	94.6	5.4	0.8	166.60	2.585	2.64	0.68	0.17	1.26	0.160
RV11 H121 18-19	0.0	95.7	4.3		199.40	2.326	2.37	0.61	0.19	1.13	0.194
RV11 H121 71-72	0.0	93.3	6.1	1.3	189.40	2.401	2.45	0.77	0.33	1.54	0.183
RV11 H121 110-111	0.0	94.7	5.3	1.1	192.70	2.375	2.46	0.70	0.11	1.27	0.181
RV11 H121 149-150	0.0	93.6	6.4	1.4	202.20	2.306	2.34	0.81	0.34	1.49	0.197
RV11 H121 187-188	1.4	93.8	4.8		199.90	2.322	2.31	0.66	0.19	1.19	0.201
RV11 H121 222-223	5.5	86.0	8.5	2.8	188.80	2.405	2.42	1.58	0.10	3.40	0.187
RV11 H121 270-271	9.0	80.1	10.0	2.1	178.60	2.485	2.53	1.65	0.07	3.35	0.173
RV11 H121 300-301	1.7	87.7	10.5	2.2	165.30	2.597	2.70	1.18	0.41	2.33	0.154
RV11 H121 347-348	0.4	93.5	6.0	0.8	190.30	2.393	2.36	0.88	0.12	1.75	0.194
RV11 H127 14-18	1.6	93.6	4.8		192.20	2.379	2.39	0.61	0.16	1.36	0.190
RV11 H127 37-38	0.3	78.4	21.3	10.4	171.90	2.540	3.87	2.74	0.79	3.11	0.069
RV11 H127 111-115	0.2	96.7	3.1		182.60	2.453	2.47	0.51	0.07	1.05	0.181
RV11 H127 245-249	0.0	97.0	3.0		230.90	2.115	2.15	0.54	0.23	1.17	0.225
RV11 H127 349-353	0.0	95.9	4.1		150.20	2.735	2.75	0.51	0.17	1.39	0.149

RV11 H127 444-448	0.0	85.2	14.8	2.9	105.90	3.239	3.21	1.16	0.18	2.05	0.108
RV11 H130 28-31	1.5	92.9	5.6		191.30	2.386	2.43	0.72	0.20	1.22	0.186
RV11 H130 156-160	0.0	94.2	5.8		163.80	2.610	2.63	0.69	0.14	1.29	0.161
RV11 H130 236-237	0.0	96.2	3.8		263.50	1.924	2.06	0.63	0.44	1.31	0.239
RV11 H130 268-272	0.0	96.5	3.5		176.40	2.503	2.53	0.48	0.14	1.07	0.173
RV11 H131 48-49	2.1	87.0	11.1	4.1	196.00	2.351	2.41	1.31	0.45	3.72	0.188
RV11 H132 130-131	0.0	84.3	15.7	3.6	99.93	3.323	3.35	0.98	0.38	2.07	0.098
RV11 H132 204-205	0.0	92.5	7.5	1.8	115.20	3.118	3.17	0.62	0.27	1.39	0.111
RV11 H133 15-16	1.2	81.8	17.0	8.5	188.60	2.406	3.06	2.16	0.77	4.47	0.120
RV11 H133 110-111	0.0	95.3	4.7		149.70	2.739	2.76	0.60	0.15	1.15	0.148
RV11 H134 130-131	0.0	90.0	10.0	2.3	170.80	2.550	2.74	1.06	0.52	2.10	0.150
RV11 H123 25-26	0.0	94.2	5.8	2.0	168.00	2.573	2.61	0.73	0.25	1.41	0.164
RV11 H123 100-101	1.7	81.0	17.3	8.1	161.30	2.632	3.24	2.09	0.70	3.69	0.106
RV11 H123 190-191	0.0	82.0	18.0	2.9	127.40	2.973	3.21	1.25	0.51	0.54	0.108
RV11 H124 24-25	0.4	83.9	15.7	7.3	169.30	2.562	2.80	1.84	0.58	3.81	0.144
RV11 H124 124-125	0.0	88.6	11.4	1.8	115.80	3.110	3.09	0.94	0.17	1.44	0.118
RV11 H125 28-29	0.5	85.3	14.2	6.5	176.00	2.507	2.77	1.73	0.62	3.71	0.146
RV11 H125 232-233	0.0	95.2	4.8	1.2	151.80	2.719	2.84	0.65	0.30	0.87	0.140
RV11 H126 24-28	2.9	81.3	15.9	5.7	145.20	2.784	2.94	1.75	0.42	2.46	0.131
RV11 H126 119-123	0.0	95.8	4.2		215.00	2.218	2.27	0.61	0.30	1.60	0.207
RV11 H126 230-234	0.0	96.3	3.7		189.10	2.403	2.45	0.57	0.19	1.24	0.183
RV11 H126 336-340	0.0	97.5	2.5		277.90	1.847	1.94	0.48	0.50	1.48	0.260
RV11 H117 67-69	0.1	64.7	35.2	6.4	79.78	6.648	4.09	1.92	0.55	1.87	0.059
RV11 H118 5-7	0.0	83.1	16.8	3.4	134.20	2.897	3.07	1.33	0.45	1.81	0.119
RV11 H118 22-24	2.8	76.6	20.6	9.4	162.50	2.621	3.75	2.53	0.76	3.04	0.074
RV11 H118 99_101	0.0	92.4	7.6	2.2	148.50	2.751	2.77	0.90	0.39	1.92	0.146
RV11 H119 37-39	0.0	93.8	6.2	1.0	144.40	2.792	2.81	0.66	0.20	1.15	0.142
RV11 H120 30-32	0.3	93.9	5.8	1.5	223.90	2.159	2.25	0.76	0.43	1.34	0.210
RV11 H120 119-121	0.1	78.8	21.2	3.8	156.50	2.676	2.96	1.69	0.54	1.48	0.128
RV11 H122 40-42	1.6	88.2	10.2	3.3	171.30	2.546	2.59	1.25	0.48	2.89	0.166
RV11 H122 157-159	0.1	95.1	4.9	1.3	192.30	2.379	2.44	0.57	0.21	1.45	0.185
RV11 H128 20-22	1.0	87.6	11.4	5.2	174.40	2.520	2.61	1.50	0.51	4.00	0.163
RV11 H128 86-88	0.0	96.4	3.6		152.90	2.710	2.70	0.51	0.09	1.27	0.154
RV11 H129 25-27	2.2	82.3	15.6	7.3	185.00	2.435	2.76	1.78	0.69	4.30	0.147
RV11 H129 57-59	0.1	95.1	4.8	1.1	180.20	2.472	2.56	0.58	0.33	1.25	0.169
RV11 H129 117-119	1.1	94.8	4.1		205.70	2.281	2.34	0.56	0.24	2.03	0.198

Tabella 2- Analisi granulometriche dei livelli campionati nei vibrocarotaggi acquisiti nel deposito RV\_H. Sono riportati i valori percentuali del contenuto in bioclasti > 1 mm, sabbia, pelite e argilla, nei campioni analizzati con il sedigrafo, e i parametri statistici di Falk & Ward D50, deviazione standard, Skewness, Kurtosis, e mediana. In rosso sono stati evidenziati i campioni che ricadono nell'area proposta per l'intervento di dragaggio.

## Contenuto di calcite e dolomite

Le analisi di calcite e dolomite (Tabella 3) sono state effettuate tramite determinazione gasvolumetrica (Jobstraibizer,1970). I campioni analizzati nell'area RV\_H contengono meno calcite e dolomite rispetto ai campioni delle altre aree investigate, la sabbia che costituisce il deposito conferma quindi una provenienza padana, caratterizzata dalla composizione dei sedimenti del fiume Po.

Campione	calcite %	dolomite %
RV08 H52 67-68	6.76	1.00
RV08 H60 47-48	9.15	2.01
RV08 H60 110-111	8.05	5.01
RV08 H65 11-12	9.93	4.52
RV08 H65 71-72	8.51	5.03
RV08 H53 107-108	7.86	4.02
RV08 H53 150-151	6.88	4.52
RV11 H127 245-249	3.46	3.98
RV11 H127 111-115	4.32	3.98
RV11 H127 444-448	3.78	4.48
RV11 H127 14-18	5.29	5.47
RV11 H127 349-353	4.75	3.98
RV11 H113 320-324	3.94	5.72
RV11 H113 206-210	3.67	4.98
RV11 H113 9-10	4.54	4.98
RV11 H119 37-39	3.89	7.96
RV11 H128 86-88	3.78	5.47
RV11 H120 119-121	4.43	5.47
RV11 H125 232-233	4.65	4.48
RV11 H125 28-29	4.11	6.97
RV11 H126 123-124	2.43	4.73
RV11 H121 35-36	3.94	5.72
RV11 H121 126-127	3.73	5.72
RV11 H121 204-205	3.78	6.47
RV11 H121 363-364	5.08	4.48
RV11 H129 117-119	3.78	4.48
RV11 H113 110-114	3.51	4.73
RV11 H126 336-340	2.21	4.73
RV11 H124 124-125	3.13	7.46
RV11 H126 24-28	5.08	8.46
RV11 H126 230-234	3.89	3.98
RV11 H126 336-340	4.11	4.98

Tabella 3 Contenuto di calcite e dolomite (%) dei livelli campionati nei vibrocarotaggi acquisiti durante le campagne RV08 e RV11 nel deposito RV\_H.

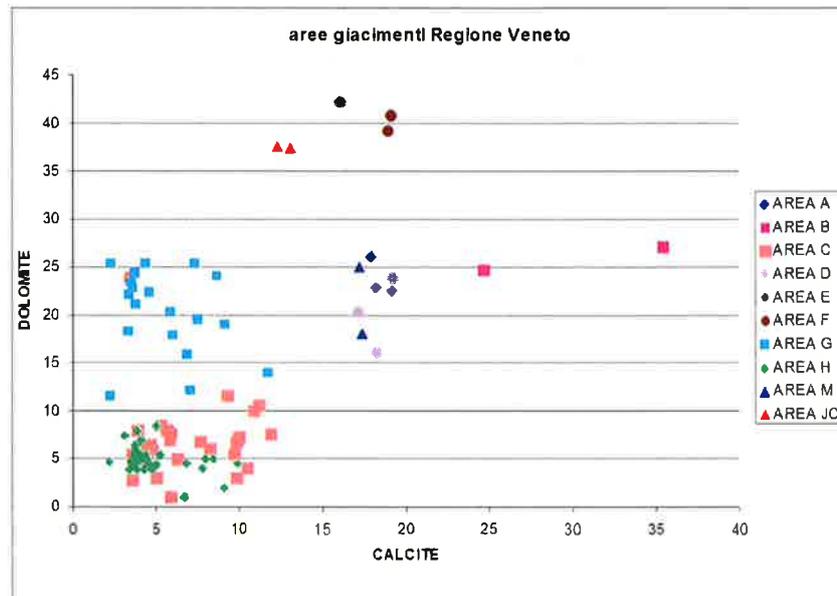


Fig. 6- Rapporto tra contenuto percentuale di calcite e dolomite dei livelli campionati nei vibrocarotaggi prelevati nell'area RV\_H (in verde), confrontato con i valori di calcite e dolomite analizzati nelle altre aree della piattaforma nord adriatica studiate in questo progetto.

## Contenuto in metalli pesanti

Per valutare il contenuto di metalli pesanti del deposito sabbioso sono stati prelevati due campioni in due diversi livelli del vibrocarotaggio RV08\_H52 (Fig. 7). Sono state effettuate le analisi del contenuto di metalli secondo il protocollo riportato nel DM 13/9/99 GU n° 248 21/10/99 e in EPA 6010C 2007 con la tecnica di spettrometria ad emissione atomica (ICP-OES) nell'ambito di un progetto di caratterizzazione chimica dei sedimenti dell'alto adriatico (Relazione per ARPAV 2010).

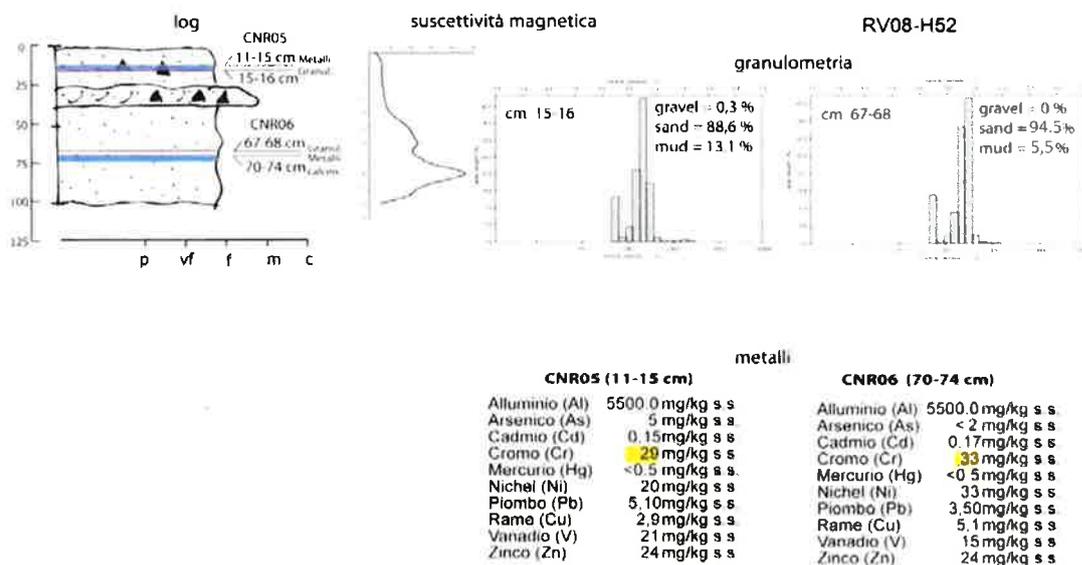
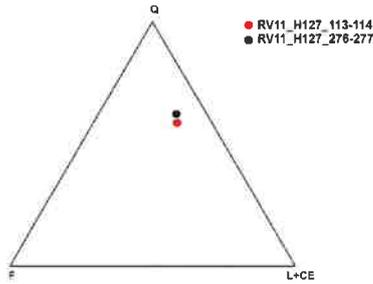


Fig. 7- Analisi dei metalli contenuti nei livelli di due vibrocarotaggi campionati nell'area RV\_H.

## Caratteristiche petrografiche

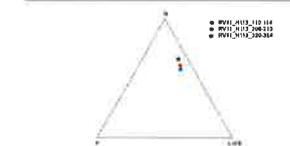
Nell'area RV\_H state eseguite 15 analisi petrografiche al microscopio polarizzatore presso l'Università di Padova Dipartimento di Geoscienze attraverso l'utilizzo di sezioni sottili di livelli campionati su 5 vibrocarotaggi che hanno evidenziato una composizione quarzolitica con predominanza di granuli quarzosi (> del 60%). La frazione litica è caratterizzata da grani di micascisti, serpentinoscisti e vulcaniti con fenocristalli. La frazione carbonatica presenta valori sempre inferiori al 20% con la componente calcitica prevalente sulla dolomia (Fig. 8a). Infine è stato evidenziato un significativo contenuto in minerali pesanti. Il confronto con i dati di letteratura suggerisce per l'area RV\_H un apporto padano (Fig. 8b).

RV11_H127_113-114 RV11_H127_276-277			
Q	Qtz monocristallino	34.7	44.7
	Qtz policristallino	5.7	4.3
	Qtz in rocce metam.	11.0	5.7
	Qtz in rocce vulcan.	3.0	2.0
	Qtz in sabbie	0.0	0.0
F	K-feld monocristallino	7.3	6.7
	K-feld in rocce metam.	0.3	0.7
	K-feld in rocce vulcan.	2.0	0.7
	Pl monocristallino	0.7	1.0
	Pl in rocce vulcan.	0.0	0.3
L	Fram. di rocce metam.	1.0	1.0
	Metamorfite quarzosa	1.7	2.7
	Serpentinoscisti	1.3	0.7
	Micasisto	1.7	1.0
	Fr rocce vulc. con fenocrist	1.0	0.0
	Fram. di rocce vulc.	2.3	3.0
	Siltite grana fine	0.3	0.3
	Siltite grana grossa	1.0	0.0
	Selce	0.3	0.0
	Calcare siliceo	0.0	0.0
	Miche e clorite	1.3	4.0
	Grani verdi	0.0	0.0
	Mica e clorite in r. metam.	0.0	0.0
	Mica e clorite in r. vulc.	0.0	0.0
	Altri min. in r. vulc.	5.3	5.3
CE	Dolomia monocristallina	2.3	3.0
	Dolomia policristallina	3.3	1.0
	Calcare monocristallino	0.7	2.3
	Calcare spatico e microspat.	6.3	4.7
	Micrite	3.7	3.7
	Siltite con comp. carb.	0.0	1.0
	Min opachi	1.3	0.3
	Fossili non planctonici/planc.	0.3	0.0
	Peloidi	0.0	0.0



RV11_H127_113-114 RV11_H127_276-277			
Q	Qtz monocristallino	34.7	44.7
	Qtz policristallino	5.7	4.3
	Qtz in rocce metam.	11.0	5.7
	Qtz in rocce vulcan.	3.0	2.0
	Qtz in sabbie	0.0	0.0
F	K-feld monocristallino	7.3	6.7
	K-feld in rocce metam.	0.3	0.7
	K-feld in rocce vulcan.	2.0	0.7
	Pl monocristallino	0.7	1.0
	Pl in rocce vulcan.	0.0	0.3
L	Fram. di rocce metam.	1.0	1.0
	Metamorfite quarzosa	1.7	2.7
	Serpentinoscisti	1.3	0.7
	Micasisto	1.7	1.0
	Fr rocce vulc. con fenocrist	1.0	0.0
	Fram. di rocce vulc.	2.3	3.0
	Siltite grana fine	0.3	0.3
	Siltite grana grossa	1.0	0.0
	Selce	0.3	0.0
	Calcare siliceo	0.0	0.0
	Miche e clorite	1.3	4.0
	Grani verdi	0.0	0.0
	Mica e clorite in r. metam.	0.0	0.0
	Mica e clorite in r. vulc.	0.0	0.0
	Altri min. in r. vulc.	5.3	5.3
CE	Dolomia monocristallina	2.3	3.0
	Dolomia policristallina	3.3	1.0
	Calcare monocristallino	0.7	2.3
	Calcare spatico e microspat.	6.3	4.7
	Micrite	3.7	3.7
	Siltite con comp. carb.	0.0	1.0
	Min opachi	1.3	0.3
	Fossili non planctonici/planc.	0.3	0.0
	Peloidi	0.0	0.0

RV11_H127_113-114 RV11_H127_276-277			
Q	Qtz monocristallino	34.7	44.7
	Qtz policristallino	5.7	4.3
	Qtz in rocce metam.	11.0	5.7
	Qtz in rocce vulcan.	3.0	2.0
	Qtz in sabbie	0.0	0.0
F	K-feld monocristallino	7.3	6.7
	K-feld in rocce metam.	0.3	0.7
	K-feld in rocce vulcan.	2.0	0.7
	Pl monocristallino	0.7	1.0
	Pl in rocce vulcan.	0.0	0.3
L	Fram. di rocce metam.	1.0	1.0
	Metamorfite quarzosa	1.7	2.7
	Serpentinoscisti	1.3	0.7
	Micasisto	1.7	1.0
	Fr rocce vulc. con fenocrist	1.0	0.0
	Fram. di rocce vulc.	2.3	3.0
	Siltite grana fine	0.3	0.3
	Siltite grana grossa	1.0	0.0
	Selce	0.3	0.0
	Calcare siliceo	0.0	0.0
	Miche e clorite	1.3	4.0
	Grani verdi	0.0	0.0
	Mica e clorite in r. metam.	0.0	0.0
	Mica e clorite in r. vulc.	0.0	0.0
	Altri min. in r. vulc.	5.3	5.3
CE	Dolomia monocristallina	2.3	3.0
	Dolomia policristallina	3.3	1.0
	Calcare monocristallino	0.7	2.3
	Calcare spatico e microspat.	6.3	4.7
	Micrite	3.7	3.7
	Siltite con comp. carb.	0.0	1.0
	Min opachi	1.3	0.3
	Fossili non planctonici/planc.	0.3	0.0
	Peloidi	0.0	0.0



RV11_H127_113-114 RV11_H127_276-277			
Q	Qtz monocristallino	34.7	44.7
	Qtz policristallino	5.7	4.3
	Qtz in rocce metam.	11.0	5.7
	Qtz in rocce vulcan.	3.0	2.0
	Qtz in sabbie	0.0	0.0
F	K-feld monocristallino	7.3	6.7
	K-feld in rocce metam.	0.3	0.7
	K-feld in rocce vulcan.	2.0	0.7
	Pl monocristallino	0.7	1.0
	Pl in rocce vulcan.	0.0	0.3
L	Fram. di rocce metam.	1.0	1.0
	Metamorfite quarzosa	1.7	2.7
	Serpentinoscisti	1.3	0.7
	Micasisto	1.7	1.0
	Fr rocce vulc. con fenocrist	1.0	0.0
	Fram. di rocce vulc.	2.3	3.0
	Siltite grana fine	0.3	0.3
	Siltite grana grossa	1.0	0.0
	Selce	0.3	0.0
	Calcare siliceo	0.0	0.0
	Miche e clorite	1.3	4.0
	Grani verdi	0.0	0.0
	Mica e clorite in r. metam.	0.0	0.0
	Mica e clorite in r. vulc.	0.0	0.0
	Altri min. in r. vulc.	5.3	5.3
CE	Dolomia monocristallina	2.3	3.0
	Dolomia policristallina	3.3	1.0
	Calcare monocristallino	0.7	2.3
	Calcare spatico e microspat.	6.3	4.7
	Micrite	3.7	3.7
	Siltite con comp. carb.	0.0	1.0
	Min opachi	1.3	0.3
	Fossili non planctonici/planc.	0.3	0.0
	Peloidi	0.0	0.0

RV11_H127_113-114 RV11_H127_276-277			
Q	Qtz monocristallino	34.7	44.7
	Qtz policristallino	5.7	4.3
	Qtz in rocce metam.	11.0	5.7
	Qtz in rocce vulcan.	3.0	2.0
	Qtz in sabbie	0.0	0.0
F	K-feld monocristallino	7.3	6.7
	K-feld in rocce metam.	0.3	0.7
	K-feld in rocce vulcan.	2.0	0.7
	Pl monocristallino	0.7	1.0
	Pl in rocce vulcan.	0.0	0.3
L	Fram. di rocce metam.	1.0	1.0
	Metamorfite quarzosa	1.7	2.7
	Serpentinoscisti	1.3	0.7
	Micasisto	1.7	1.0
	Fr rocce vulc. con fenocrist	1.0	0.0
	Fram. di rocce vulc.	2.3	3.0
	Siltite grana fine	0.3	0.3
	Siltite grana grossa	1.0	0.0
	Selce	0.3	0.0
	Calcare siliceo	0.0	0.0
	Miche e clorite	1.3	4.0
	Grani verdi	0.0	0.0
	Mica e clorite in r. metam.	0.0	0.0
	Mica e clorite in r. vulc.	0.0	0.0
	Altri min. in r. vulc.	5.3	5.3
CE	Dolomia monocristallina	2.3	3.0
	Dolomia policristallina	3.3	1.0
	Calcare monocristallino	0.7	2.3
	Calcare spatico e microspat.	6.3	4.7
	Micrite	3.7	3.7
	Siltite con comp. carb.	0.0	1.0
	Min opachi	1.3	0.3
	Fossili non planctonici/planc.	0.3	0.0
	Peloidi	0.0	0.0

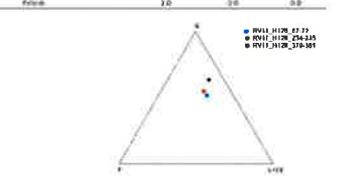
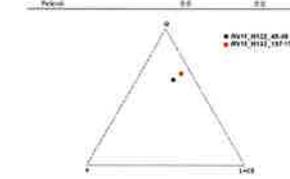


Fig. 8a – Composizione petrografica dei campioni dell'area RV\_H

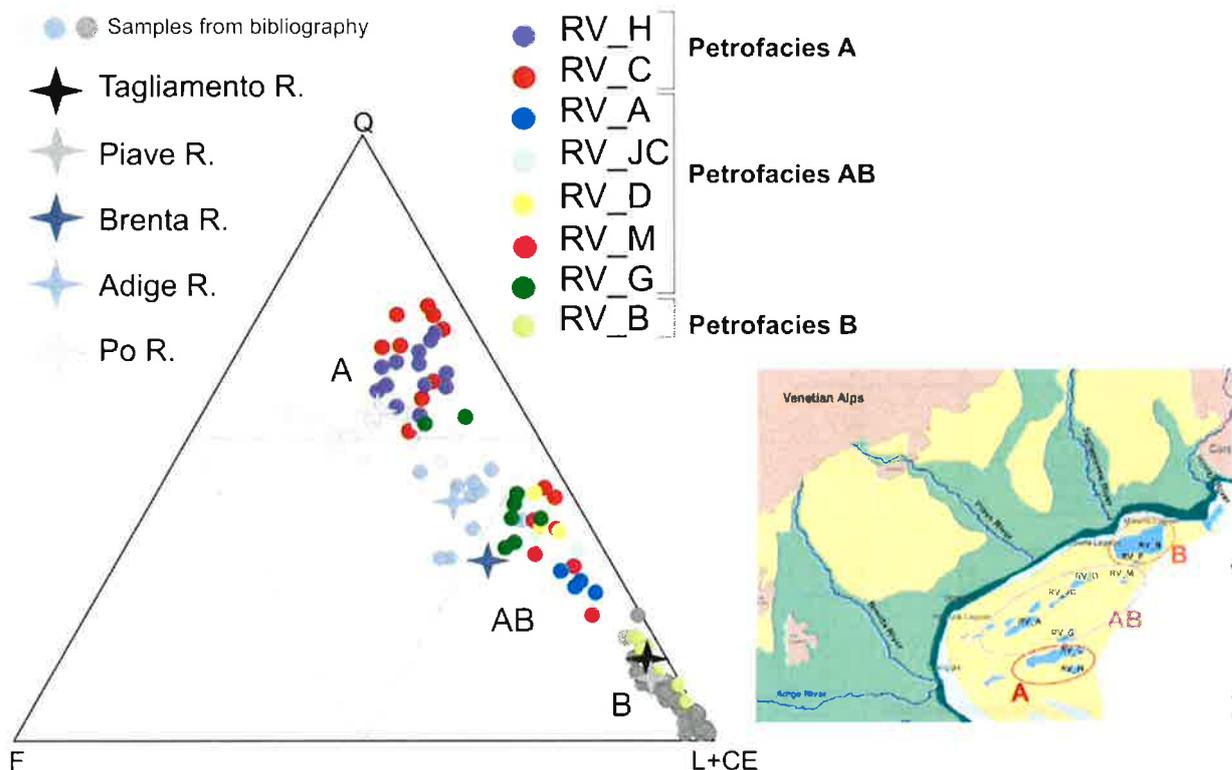


Fig.8b- Analisi petrografica dei campioni delle carote RV08 e RV11. Il confronto con i dati già presenti in letteratura ha permesso di distinguere tre diverse petrofacies che sono rappresentate nella mappa a destra e che raggruppano i vari depositi sabbiosi (Moscon G. 2015 tesi dottorato). I campioni dell'area RV\_H (in viola) sono caratterizzati da una petrofacies con provenienza padana.

## Analisi non distruttiva fluorescenza a raggi X – XRF core scanner

L'analisi sulla composizione chimica del campione è stata effettuata sul vibrocarotaggio RV11-H113, con il core scanner XRF. Questo strumento di ultima generazione determina, con un'analisi non distruttiva del campione, la composizione chimica dei sedimenti del fondo marino e ottiene una registrazione continua degli elementi lungo la sezione del carotaggio e permette quindi di evidenziare le variazioni delle proprietà del sedimento nel tempo. L'analisi XRF sottolinea due diverse unità di sabbia (Fig. 9) che non sono stati evidenziati da analisi precedenti (descrizione di base, analisi granulometrica, analisi petrografica, analisi facies sismica). Il Ba/Al, utilizzato come proxy per determinare la produttività primaria, unitamente al Br/Al, indica due diverse unità, quella superiore da 0 a 120 cm, e quella basale, da 120 a 320 cm. In particolare, la variazione evidenzia una unità di sabbie marine al top e una unità di sabbia di provenienza più terrigena alla base che testimoniano un ambiente diverso di sedimentazione. Altri rapporti degli elementi evidenziano le stesse due unità: Si/Ti, K/Ti e Al/Ti sono proxy per la distribuzione terrigena dei sedimenti e indicano la diversa provenienza del materiale detritico; questi evidenziano valori bassi in corrispondenza dell'unità marina e valori più elevati in corrispondenza dell'unità di sabbia più terrigena. Infine, il rapporto Si/Ti, aumentando in corrispondenza dell'unità basale, supporta i risultati dell'analisi petrografica dell'intero deposito trasgressivo, evidenziando un forte contributo terrigeno dovuto dalla elevata quantità di alimentazione quarzolitica.

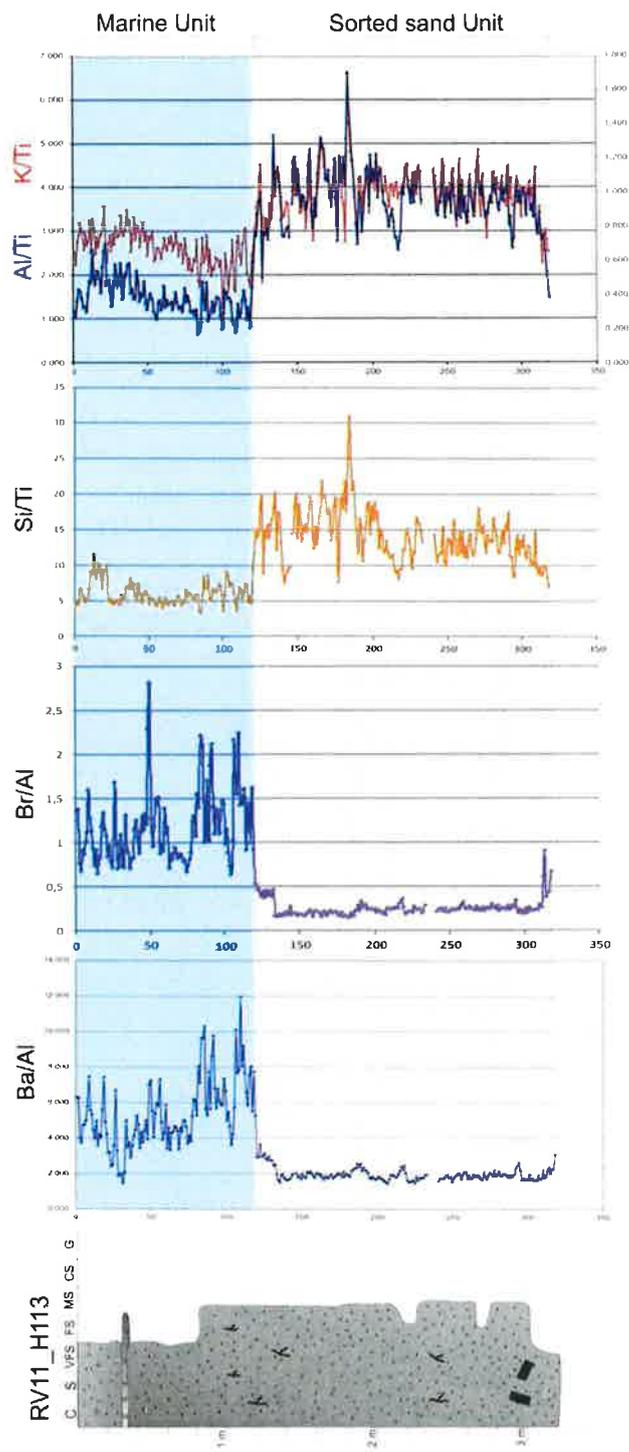


Fig. 9- Grafico dell' analisi XRF del vibrocarotaggi RV11-H113

## Analisi fluorescenza su campioni

In 6 livelli campionati di 4 vibrocarotaggi sono state effettuate le analisi chimiche attraverso spettrometria per fluorescenza a raggi-X (XRF su singoli campioni). I contenuti, riportati in Tab. 4, indicano un prevalente contenuto di sabbia quarzosa. In Fig. 10 una rappresentazione del contenuto medio degli elementi maggiori, mentre la figura 11 evidenzia il contenuto di elementi nei sedimenti dell'area RV\_ H normalizzato alla composizione media della crosta superiore.

La fig. 12 identifica il gruppo di campioni analizzati come litoareniti.

	RV08 H 52 68-70	RV08 H 53 108-110	RV08 H 53 151-153	RV08 H 60 48-50	RV08 H 60 111-113	RV08 H 65 72-74
SiO <sub>2</sub>	67.02	64.18	61.94	65.71	60.08	58.51
TiO <sub>2</sub>	0.33	0.31	0.44	0.30	0.42	0.43
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.33	8.81	8.79	8.90	8.29	9.78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.46	2.39	3.18	2.31	2.75	3.27
MnO	0.05	0.05	0.08	0.05	0.08	0.08
MgO	3.19	3.17	3.57	3.06	3.90	3.80
CaO	7.72	10.05	11.07	9.19	12.31	11.73
Na <sub>2</sub> O	1.76	1.67	1.53	1.71	1.51	1.40
K <sub>2</sub> O	2.19	2.02	1.85	2.08	1.67	2.15
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.07	0.08	0.11	0.08	0.12	0.11
L.O.I.	5.37	6.64	7.23	6.32	8.53	8.24
<b>Totale</b>	<b>99.49</b>	<b>99.38</b>	<b>99.81</b>	<b>99.71</b>	<b>99.67</b>	<b>99.50</b>
S	<30	813	3665	576	1136	2608
Zn	25	21	27	23	27	31
Cu	13	12	11	11	13	16
Sc	7	7	9	7	6	8
Ga	6	6	7	5	6	6
Ni	37	35	40	38	46	46
Co	6	6	6	5	6	5
Cr	72	60	102	58	75	80
V	43	40	52	37	51	53
Rb	60	52	48	54	42	55
Ba	288	241	233	258	227	276
Th	4	5	6	4	5	6
Nb	6	6	8	6	8	7
La	5	13	5	7	24	11
Ce	12	20	10	16	52	24
Pb	5	4	4	6	6	6
Sr	205	233	242	224	256	248
Nd	5	5	6	3	3	6
Zr	73	77	93	73	87	97
Y	12	11	15	11	15	13

Tabella 4. Risultati delle analisi per fluorescenza a raggi x dei singoli campioni. Elementi maggiori espressi come percentuale del loro ossido. Elementi in traccia espressi come ppm.

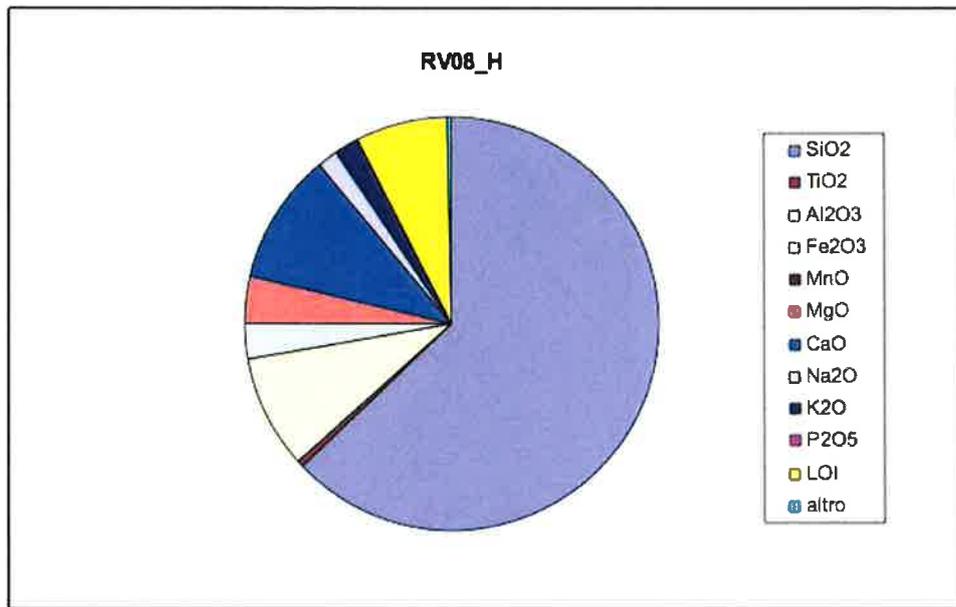
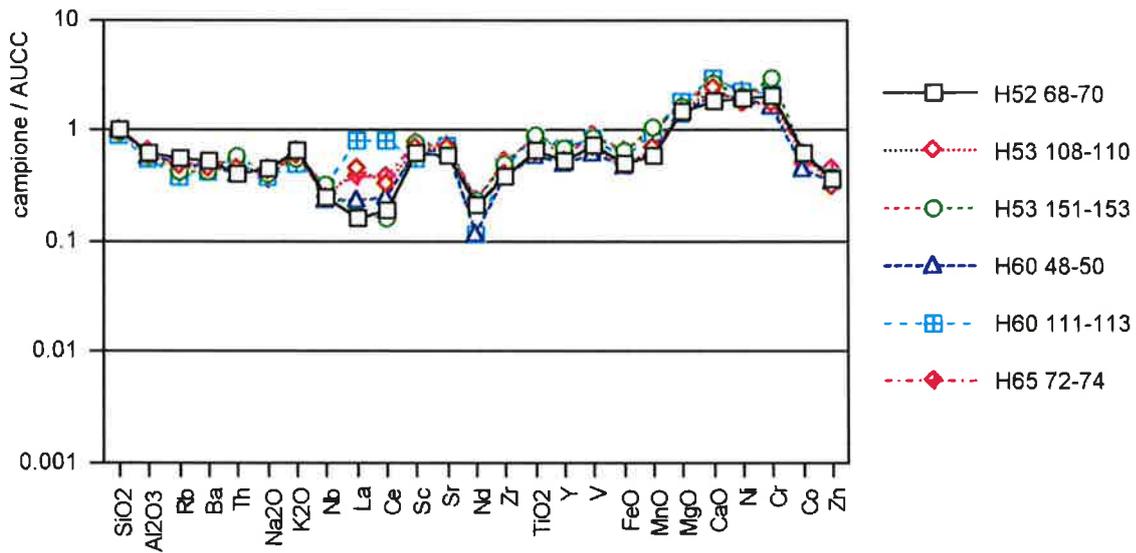


Fig.10- Grafico del contenuto medio degli elementi maggiori dei campioni dell'area RV\_ H analizzati



Diagrammi multielementari dei sedimenti. Normalizzazione alla composizione media della crosta superiore (AUCC)

Fig.11- Grafico del contenuto di elementi nei sedimenti dell'area RV\_ H normalizzato alla composizione media della crosta superiore.

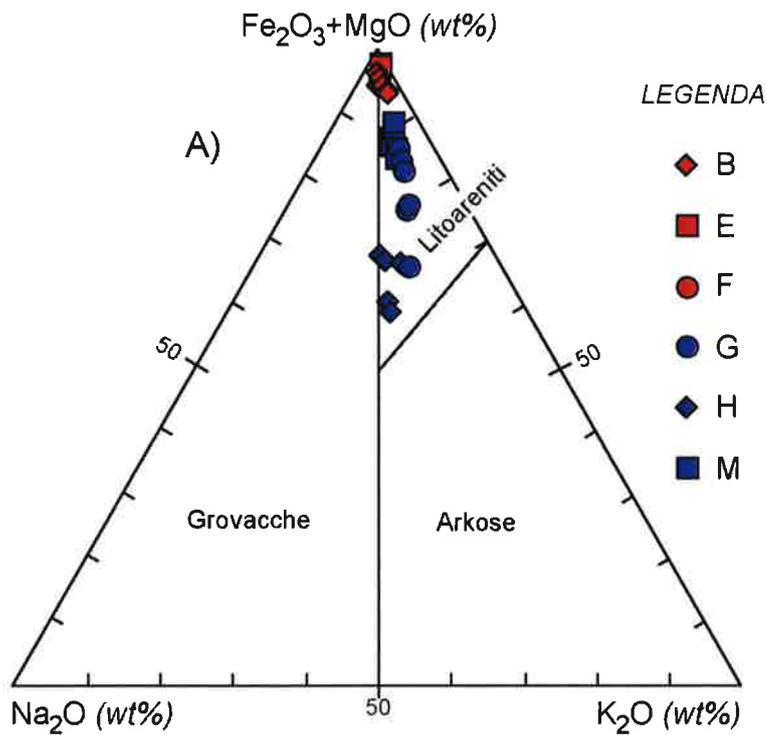


Diagramma classificativo per i sedimenti analizzati (da Blatt et al., 1980).

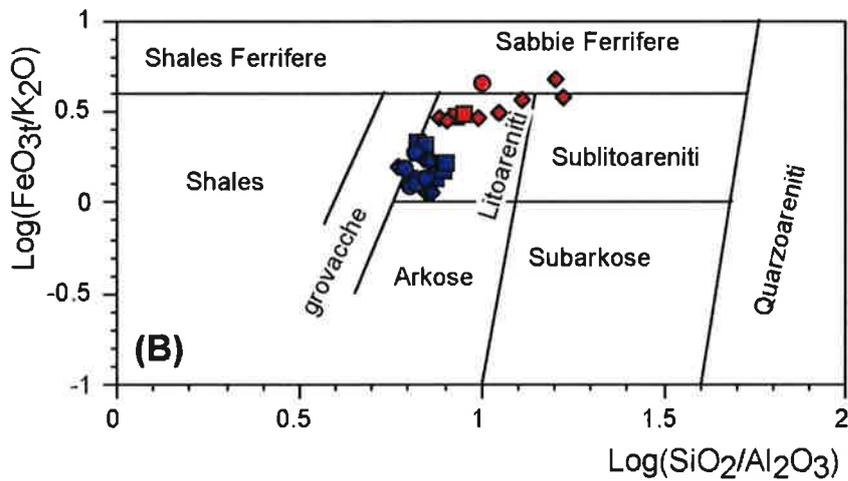


Diagramma classificativo per i sedimenti analizzati (da Herron., 1988).

Fig.12 – Diagrammi classificativi

## Sintesi della caratterizzazione ambientale ante operam del deposito RV\_H

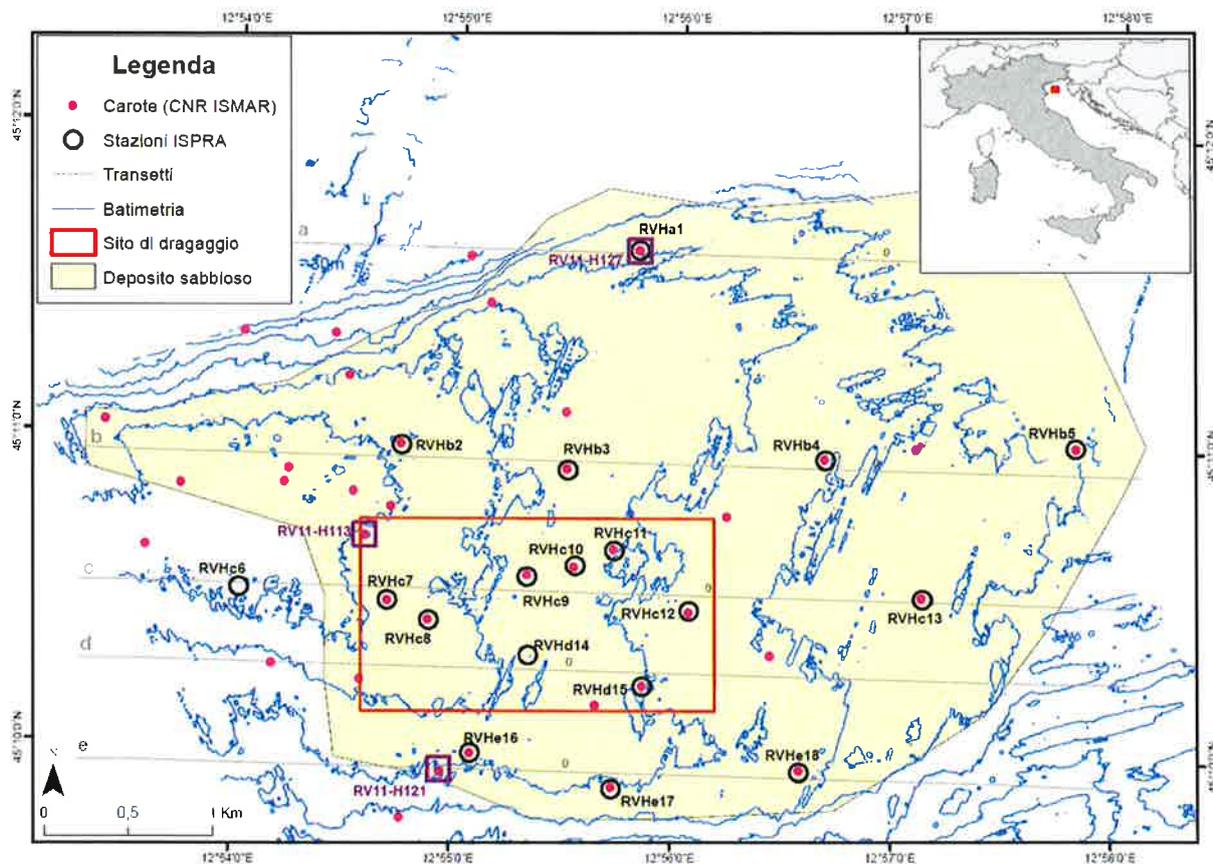


Fig. 13 – Piano di campionamento: deposito sabbioso (in giallo), sito di dragaggio (rettangolo rosso), transetti, stazioni di campionamento (ISPRA) e stazioni di carotaggio (CNR-ISMAR). Con il quadratino viola sono indicate le carote utilizzate da ISPRA per la caratterizzazione dei sedimenti profondi.

L'area è caratterizzata dalla presenza di sedimenti superficiali (ISPRA) sabbiosi, sabbia e sabbia limosa, e nella porzione profonda da sedimenti sabbiosi come risultato nelle carote per la caratterizzazione dei sedimenti profondi (CNR-ISMAR). I sedimenti campionati sono riconducibili a sedimenti sabbiosi di origine relitta, affioranti sul fondo del mare, mescolati a sedimento recente più fine (figs. 14, 15, 16).

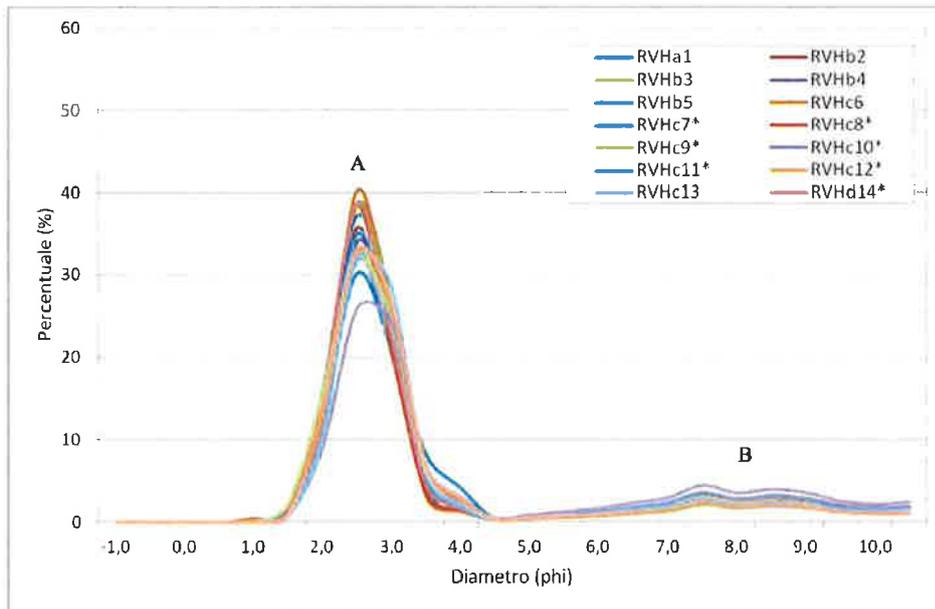


Fig. 14- Campioni superficiali: curve di frequenza semplice. L'asterisco individua le stazioni interne al sito di dragaggio.

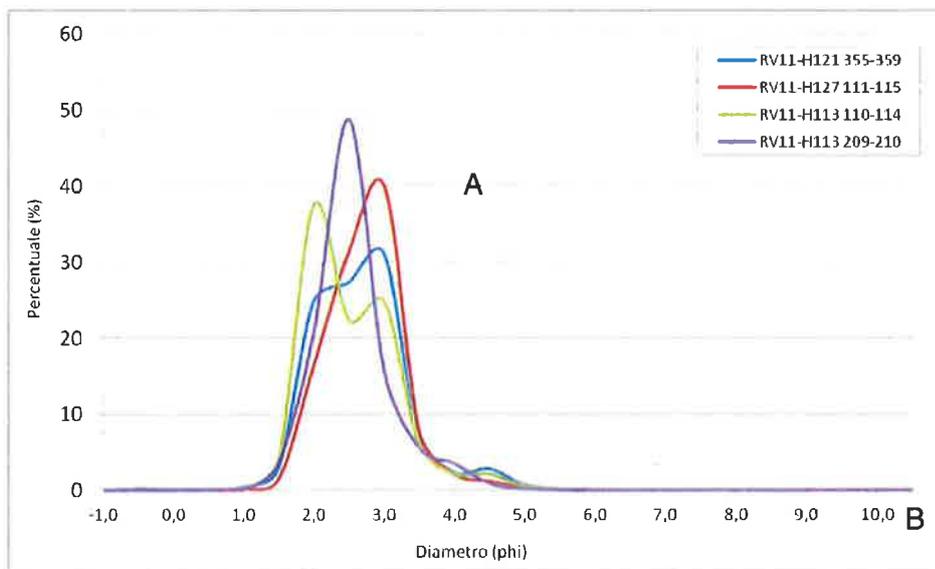


Fig. 15- Campioni profondi (il RV11-H113 carotaggio interno al sito di dragaggio): curve di frequenza semplice

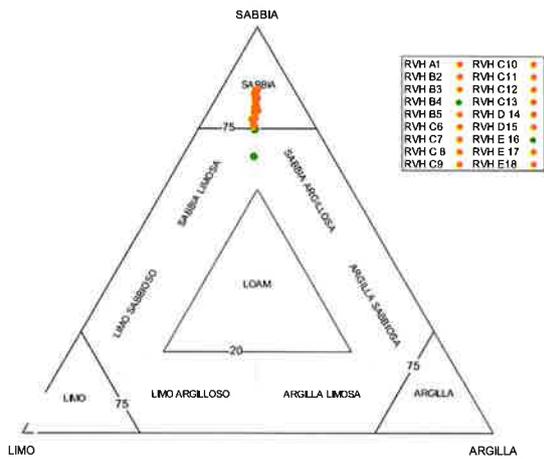


Fig. 16 - Diagramma ternario di Shepard e classificazione dei sedimenti superficiali campionati da ISPRA.

Le stazioni caratterizzate da maggior contenuto di sedimento fine (sabbia limosa) sono localizzate esternamente al sito di dragaggio (figura 17). Al di sotto dei sedimenti superficiali, è stata invece messa in evidenza la presenza di sedimenti francamente sabbiosi (sabbia > 95%), con distribuzioni granulometriche leggermente diversificate.

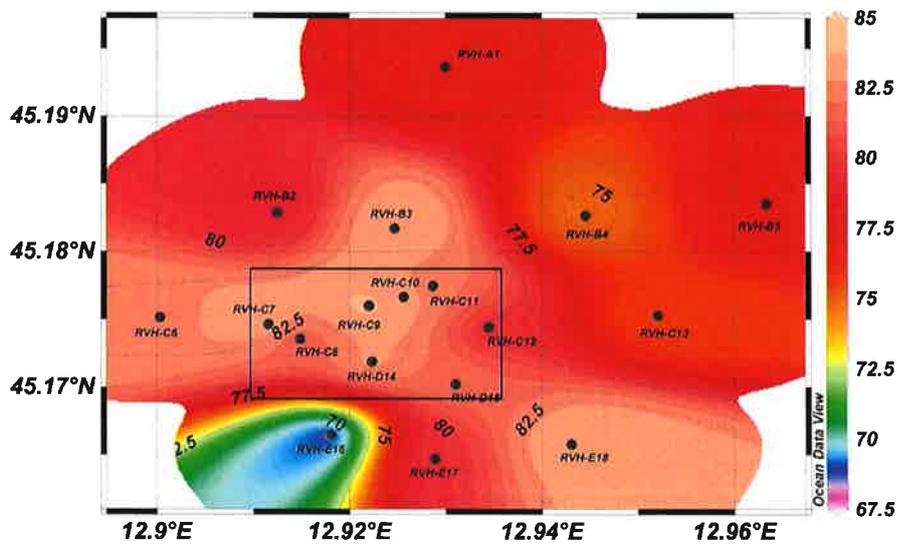


Fig. 17 - Distribuzione spaziale della percentuale di sabbia dei campioni superficiali. In nero la posizione indicativa del sito di dragaggio; sulla destra la scala cromatica relativa al contenuto di sabbia (%) nel sedimento.

Dal punto di vista della caratterizzazione chimica (metalli ed elementi in tracce) dei sedimenti superficiali, i risultati del contenuto totale di Cr, Cu, Fe, Mn, Ba, Ni, Zn, Pb, Cd, As, e Hg hanno in generale messo in evidenza concentrazioni basse.

In particolare, per gli elementi pericolosi e prioritari<sup>1</sup> (Pb, Ni, Cd, Cr, Hg e AS) sono stati registrati valori quasi sempre al di sotto dei rispettivi standard di qualità ambientale (DM56/2009), con l'eccezione del Cr e del Ni che presentano, in alcune stazioni, superamenti di piccole entità. All'interno del sito di dragaggio sono stati rilevati superamenti solo per il Cr in 3 stazioni. Il confronto con i requisiti chimici riportati nel Dgr. 1019/2010 e relativi alla qualità delle sabbie destinate al ripascimento nei litorali della Regione Veneto (tabella 5), conferma la compatibilità dei valori rilevati con quelli di riferimento regionali. Lo studio della mobilità condotta mediante estrazione sequenziale ha, inoltre, messo in evidenza come la maggior parte dei metalli analizzati sia distribuita nelle frazioni meno mobili. Alcune eccezioni sono rappresentate da As, Cd e Zn (che hanno maggiore tendenza a ripartirsi nelle frazioni più mobili) e da Fe e Mn (estratti come ossidi).

In ogni caso il contenuto totale di questi elementi è molto basso. Anche Ni e Cr vengono talvolta estratti con la frazione legata alla componente umica del sedimento, ma la proporzione è molto ridotta. La percentuale estratta complessivamente risulta tanto più bassa quanto maggiore è la concentrazione. I risultati ottenuti confermano la natura prevalentemente geochemica dei superamenti osservati nei sedimenti superficiali.

	Zona a nord della foce Adige	Zona a sud della foce Adige
<b>Cr (mg/kg)</b>	32	78
<b>Cu (mg/kg)</b>	40	40
<b>Ni (mg/kg)</b>	45	61
<b>Zn (mg/kg)</b>	200	200
<b>Pb (mg/kg)</b>	45	45
<b>Cd (mg/kg)</b>	1	1
<b>As (mg/kg)</b>	15	15
<b>Hg (mg/kg)</b>	0,5	0,5

Tabella 5 - Requisiti chimici delle sabbie destinate al ripascimento (allegato A, Dgr n.1019 23/03/2010)

Anche per quanto concerne la caratterizzazione chimica dei sedimenti profondi, le analisi condotte su metalli ed elementi in traccia hanno registrato per tutti gli elementi analizzati concentrazioni molto basse. In particolare, per gli elementi pericolosi e prioritari (Pb, Ni, Cd, Cr e Hg) sono stati registrati valori sempre al di sotto dei rispettivi standard di qualità, ad eccezione di Cr e Ni. Anche per i sedimenti profondi le estrazioni sequenziali hanno confermato come la maggior parte dei metalli analizzati si ripartisca tra la frazione estratta con acido nitrico e quella relativa al residuo insolubile. In particolare, per Ni e Cr la percentuale di frazione estratta varia in relazione al

<sup>1</sup> Direttiva 2455/2001/CE

contenuto totale, ovvero più è alta la concentrazione totale più è bassa la percentuale di metallo estraibile; in tal modo, anche in questo caso, il giudizio complessivo sulla qualità del sedimento risulta sempre positivo.

La caratterizzazione ambientale ha avuto inoltre lo scopo di indagare la qualità dei sedimenti superficiali rispetto alla possibile presenza di contaminanti organici (IPA, PCB, composti organoclorurati e composti organostannici). Le analisi condotte hanno messo in evidenza come in tutte le stazioni i valori registrati per gli IPA e i PCB e le relative sommatorie siano sempre al di sotto dei valori indicati come standard di qualità ambientale (DM 56/2009). Le concentrazioni rilevate per i singoli composti clorurati sono in generale inferiori o appena superiori al limite di quantificazione, anche le concentrazioni rilevate per i composti organostannici sono sempre inferiori al valore dello standard di qualità ambientale.

Per quanto concerne lo studio dei popolamenti bentonici nell'area di indagine è stata rilevata una grande omogeneità fra i popolamenti delle diverse stazioni, in accordo con la grande uniformità che in quest'area caratterizza quei parametri ambientali quali profondità, distribuzione granulometrica del sedimento e contenuto di sostanza organica che maggiormente influenzano la distribuzione dei popolamenti. Non sono state campionate specie protette e/o sensibili.

Per quanto concerne i popolamenti associati alle *Tegnùe* presenti in zona a sud dell'area RV\_H, esternamente all'area di dragaggio, l'analisi ha evidenziato una fauna associata caratterizzata dalla presenza di poriferi, cnidari, briozoi, molluschi, tunicati, decapodi e pesci ossei. Analogamente a quanto avviene per gli altri affioramenti presenti in alto Adriatico, essi possono essere considerati alla stregua di veri e propri *hot-spot* di biodiversità ricchi di microambienti e gradienti ecologici, rispetto al contesto monotono dei fondi nord-adriatici caratterizzati da fanghi intervallati a zone sabbiose (sabbia da medio a fine) arricchite in detrito organogeno.

Per quanto concerne le indagini condotte sul popolamento ittico demersale, i risultati ottenuti indicano che a livello di specie di valore economico, la fauna ittica in senso stretto rappresentata in grandissima parte da *Solea solea* (sogliola), mentre nei molluschi le specie importanti in numero e peso sono *Sepia officinalis* (seppia) *Eledone moschata* (moscardino), *Pecten jacobaeus* (cappasanta) e, in misura minore, *Bolinus brandaris* (murice) ed *Ostrea edulis* (ostrica). I popolamenti delle specie più importanti sono risultati costituiti in gran parte da individui adulti. Per quanto riguarda nello specifico sogliole e seppie sulla base delle conoscenze (Piccinetti *et al.*, 2012) l'area non risulta essere né area di deposizione né *nursery area*.

La megofauna epibentonica dell'area, analizzata attraverso lo scarto della pesca, ha mostrato alcune peculiarità nella composizione specifica, relative soprattutto alla spugna *Tethya aurantium*, che viene citata nella Convenzione di Barcellona (Annex II del protocollo relativo alle Aree Specialmente Protette e la Biodiversità in Mediterraneo - Protocollo ASP) nella lista delle specie in pericolo e/o minacciate dall'uomo, ed al bivalve *Atrina fragilis*. Relativamente a *T. aurantium* è stata rinvenuta in una sola cala posizionata all'esterno dell'area interessata dal dragaggio. Per quanto concerne la specie *Atrina fragilis* (Pennant, 1777), uno dei più grandi bivalvi del Mediterraneo, la sua distribuzione in Adriatico è stata ampiamente segnalata (Hall-Spencer *et al.*, 1999; Pranovi *et al.*, 2001; Simunovic *et al.*, 2001 Casellato & Stefanon, 2008). Recentemente, a questa specie è stato assegnato lo stato di "specie prioritaria per la conservazione" nel Regno Unito (Solandt, 2003; Hisock e Jones, 2004), ma misure di protezione a livello europeo non sono state finora adottate.

\*\*\*

Dai risultati sopra esposti non sembrano emergere elementi ostativi all'esecuzione del dragaggio di sabbie nel sito indicato dalla Regione.

In merito alle attività di monitoraggio ambientale da condurre durante e dopo l'eventuale dragaggio, lo studio condotto ha messo in evidenza alcuni aspetti di particolare interesse di cui tenere conto nella predisposizione di piani di monitoraggio. In particolare sebbene nel caso specifico si possa ipotizzare una ridotta incidenza della plume di torbida, si ritiene utile monitorare in corso d'opera tale fenomeno per verificarne la reale entità. Lo scopo di questo monitoraggio è principalmente quello di verificare che la plume non coinvolga affioramenti rinvenuti a sud del deposito sabbioso, sebbene distanti dal sito del dragaggio. Sarebbe poi opportuno condurre uno specifico monitoraggio *post operam* di tali affioramenti al fine di documentare lo stato di conservazione in rapporto alle attività di dragaggio.

Anche se nell'area sono risultate assenti aree di nursery e di riproduzione di specie ittiche di valore economico, che sono elementi sensibili ad un eventuale dragaggio, poiché l'area interessata è oggetto di pesca professionale, si suggerisce di condurre comunque specifiche campagne di pesca *post operam* per acquisire utili dati di confronto.

Il sito dragato presenterà inoltre, dopo l'escavo, una morfologia accidentata del fondo.

## Riflessioni sui dati acquisiti e su ulteriori possibili indagini in data Marzo 2017

Considerato che le analisi e i risultati sopra riportati risalgono a campagne oceanografiche condotte nel 2013 si ritiene opportuno sottolineare come, in previsione di un dragaggio, sarebbe opportuno ripetere alcune analisi su specifiche matrici. In particolare si ritiene opportuno condurre le analisi chimiche sui sedimenti superficiali in almeno 6 stazioni interne al sito di dragaggio; potrebbero, infatti, emergere elementi ostativi alla movimentazione, che non erano presenti nel momento della caratterizzazione eseguita nel 2013. Sarebbe poi opportuno condurre indagini sul popolamento bentonico ed ittico dell'area RV\_H per disporre di dati aggiornati da confrontare con quanto emergerà dal monitoraggio *post operam*. Questo per evitare che modifiche strutturali dei popolamenti dovuti a fluttuazioni naturali o altre cause di tipo antropico sopravvenute negli anni, vengano poi imputate alle attività di dragaggio.