

S. I. T. PER LA CLASSIFICAZIONE DEI SEDIMENTI COSTIERI DEL DELTA DEL PO

Isabella MARCHIORI (*), Gianpietro MION (*), Guido SELVI (**)

(*) S.T.A. S.r.l., Via delle Industrie 19/B 30175 Marghera - Venezia, tel. 0415093560, fax 0415093681, e-mail sta@sta-ve.it

(**) REGIONE VENETO - Ufficio Regionale del Genio Civile di Rovigo Sezione Difesa Costiera e Demanio Marittimo, Via della Pace 1/D 45100 ROVIGO, tel. 0425397369, e-mail Guido.Selvi@regione.veneto.it

RIASSUNTO

La STA SERVIZI TECNOLOGICI AMBIENTALI .s.r.l. si è aggiudicata la realizzazione di un Sistema Informativo Territoriale che raccoglie tutti i risultati della campagna di indagine ambientale, svoltasi nel litorale antistante il Delta del Po. Tali dati sono stati elaborati e inseriti in un data base georeferenziato gestibile con qualsiasi supporto GIS in grado di operare su file con estensione SHP.

Tutti gli elaborati sono stati realizzati col software Mapinfo 8.5 e risultano georeferenziati in coordinate Gauss-Boaga fuso Ovest.

ABSTRACT

The REGIONE VENETO - Unità Periferica del Genio Civile of Rovigo (Civil Engineering Peripheral Unit) appointed the firm STA Servizi Tecnologici Ambientali S.r.l. to set up of a Regional Information System (SIT) for the collection of all the results of the sampling survey performed along the coastal strip of the Po delta. The data were treated and included in a geo-referenced database set up in GIS environment, able to treat files with SHP extensions.

All the thematic maps were created by Mapinfo 8.5 and are geo-referenced with Gauss-Boaga coordinates (Ovest zone).

INTRODUZIONE

Nell'estate del 2006 la REGIONE VENETO - Unità Periferica del Genio Civile di Rovigo ha realizzato la caratterizzazione dell'intera fascia costiera del Delta del Po, dalla foce del fiume Adige alla foce del fiume Po di Goro, con lo scopo di individuare le aree più idonee dal punto di vista chimico-fisico (in base alla specifica normativa regionale) per il prelievo dei sedimenti marini e il loro riutilizzo nei ripascimenti dei tratti di litorale in erosione.

L'indagine è stata suddivisa in due fasi:

Ia FASE – Caratterizzazione a scala regionale (fase conoscitiva); effettuata su 84 punti di campionamento distribuiti su 22 transetti ortogonali al litorale, suddivisi in *9 sezioni principali*, sulle quali sono stati eseguiti 5 sondaggi, e *13 sezioni secondarie*, sulle quali sono stati eseguiti 3 sondaggi. Ad ogni punto di campionamento, sono stati prelevati due o tre campioni di sedimenti, uno dallo strato superficiale, uno dallo strato intermedio, e quando possibile, uno dallo strato profondo.

Ia FASE – Caratterizzazione dei siti di prelievo (fase autorizzativa), svolta su due griglie a maglia quadrata con passo pari a 200m tra un sondaggio e l'altro, dislocate in due aree specifiche di accumulo dei sedimenti quali la bocca della Laguna di Caleri e la foce di Busa di Tramontana. Per ogni punto di campionamento, si sono prelevati un campione rappresentativo dello strato superficiale (0-30cm) e uno rappresentativo dello strato profondo (70-100cm).

Su ciascun campione sono state condotte analisi chimiche (Metalli, Idrocarburi, IPA, PCB, Fitofarmaci), granulometriche, microbiologiche (Coliformi totali, Coliformi Fecali, Streptococchi fecali, Spore di Clostridi Solfito riduttori, Enterovirus e Salmonella). Inoltre, secondo un approccio

innovativo, sono stati eseguiti tre test di tossicità acuti (alga *Phaeodactylum tricornerutum*, battere *Vibrio fischeri*, rotifero *Brachionus plicatilis*), al fine di fornire un ulteriore strumento decisionale. Per facilitare la sintesi dei dati e ottimizzare la successiva gestione dei sedimenti marini, l'Unità di Progetto del Genio civile di Rovigo ha incaricato la ditta S.T.A. S.r.l. di creare un data-base georeferenziato in ambiente G.I.S..

TRATTAMENTO DEI DATI

I risultati delle analisi chimiche, microbiologiche e tossicologiche, sono stati forniti in diverse tabelle Excel, con diversi formati. Per poter utilizzare tali dati, al fine di eseguire interpolazioni e interrogazioni sul database, è stato necessario intervenire sul formato ancor prima di passare all'associazione degli stessi ai punti georeferenziati, convertendo i dati in formato numerico, sia esso intero, decimale o virgola mobile.

Si sono creati dataset costituiti da entità puntuali che individuano univocamente su mappa il campione sottoposto alle diverse analisi; nel caso di più campioni prelevati sullo stesso punto, a diverse profondità, gli oggetti puntuali risulteranno ovviamente visualizzati sovrapposti. Per ogni tabella si identificano le righe (*o record o elementi*) e ad ogni riga è collegato un numero variabile di colonne dette *campi*; i quali descrivono compiutamente il campione.

COMPOSIZIONE DEL DATASET

Il set completo di dati si articola su due livelli: un primo livello descrittivo denominato DBGIS_ e un secondo livello particolareggiato il cui nome varia di volta in volta e rimane comunque associato alla caratteristica principale dell'indagine (analisi chimiche, tossicità, granulometria...) (Figura 1).

L'elemento base dell'intero archivio è costituito dal **CAMPIONE**, che rappresenta l'oggetto delle diverse analisi di laboratorio effettuate ed è univocamente individuato attraverso l'**ID_POINT**. Il **PUNTO DI CAMPIONAMENTO**, invece, è composto da due o tre campioni prelevati a diverse profondità con identiche coordinate geografiche, i campioni appartenenti ad uno stesso punto di campionamento differiscono per l'ultimo carattere dell' ID_POINT (S, M o P: superficiale, medio e profondo) che indica appunto la profondità. La **SEZIONE** raccoglie in se un determinato numero di punti di campionamento (3 o 5) allineati ortogonalmente alla linea di costa; i diversi punti appartenenti alla stessa sezione differiscono per l'ottavo carattere della stringa presente nel campo ID_POINT (il campo "Sezione" è significativo solo per il livello Sezioni ma non per i livelli Caleri e Tramontana ove risulta vuoto o forzato a zero). I tre **LIVELLI PRINCIPALI** uniscono, infine, in tre tabelle distinte tutti i punti di campionamento ad essi associati. Tutti i livelli risultano visualizzabili su mappa tramite un oggetto puntuale, nel caso di più campioni nello stesso punto di campionamento questi risulteranno ovviamente sovrapposti.

I livelli e la base cartografica forniti risultano georeferenziati in coordinate Gauss-Boaga fuso Ovest.

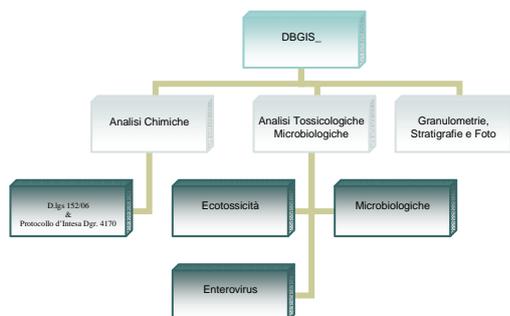


Figura 1: Tabella riassuntiva del S.I.T.

DBGIS_

All'interno di tale cartella sono riportati i livelli riassuntivi e descrittivi di quanto riportato in seguito. Ai punti georeferenziati dei campioni effettuati sui tre livelli principali è associata una tabella (Browser) contenente tutte le informazioni relative al singolo sondaggio.

I livelli principali sono raccolti in tre file SHP denominati DBGIS_SEZIONI.shp, DBGIS_CALERI.shp e DBGIS_TRAMONTANA.shp.

Ogni record, o elemento della tabella (o campione), è opportunamente caratterizzato tramite l'implementazione di 13 colonne (denominate "campi") (Tabella 1).

ID_POINT	SEZIONE	Punto	Profondità	Inizio_m_	Fine_m_	X	Y	micro	ecotox	entero	ARPAV
----------	---------	-------	------------	-----------	---------	---	---	-------	--------	--------	-------

Tabella 1 Tabella descrittiva dell'intestazione del livello DBGIS_

ANALISI CHIMICHE

Le analisi chimiche, continuando a mantenere la suddivisione tra i 3 livelli principali (Sezioni, Caleri e Tramontana), si compongono di 101 campi relativi ai parametri analizzati secondo protocollo di intesa ai sensi del Dgr 4170/2005 e secondo 152/2006.

Il primo campo della tabella (Tabella 2) riporta l>ID_POINT, tramite il quale è univocamente determinato ogni singolo campione; gli 8 campi successivi contengono le indicazioni geografiche del campione. Dal campo n°10 in poi si trovano i risultati numerici (tutti in formato FLOAT – virgola mobile) a seguire lo scheletro e il residuo secco.

Elemento	Formato	Unità
ID_point	CHAR	
8 campi con indicazioni geografiche e di posizione	varie	varie
Scheletro	FLOAT	gr/kg
Residuo secco	Float	%
Azoto totale	FLOAT	g/kg N s.s
Fosforo totale	FLOAT	mg/kg P s.s
Sostanze Organiche	FLOAT	g/kg
Metalli pesanti (Al, As, Cd, Cr totale, Hg, Ni, Pb, Cu, Zn)	FLOAT	mg/kg s.s
...	FLOAT	mg/kg s.s

Tabella 2: Tabella descrittiva del livello Analisi Chimiche

Interpolando opportunamente i dati è possibile visualizzare la distribuzione spaziale dei diversi contaminanti che interessano i sedimenti della zona litoranea. L'area interessata all'interpolazione viene suddivisa in piccole celle alle quali è associato un valore numerico (e un relativo colore su scala graduata) calcolato a partire dai valori nei punti, all'interno di un specifico raggio di influenza. I valori di questi punti vengono pesati basandosi sulla distanza e l'orientamento geografico alle singole celle utilizzando l'analisi del semivariogramma per determinare il trend direzionale (Kriging).

Il livello Analisi_Chimiche_ è composto da tre livelli principali: AnalisiChimiche_Sezioni formato da 229 record, relativamente ai singoli campioni prelevati e analizzati lungo tutto il litorale, AnalisiChimiche_Caleri, composto da 88 record e AnalisiChimiche_Tramontana:, costituito 52 record.

ANALISI TOSSICOLOGICHE-MICROBIOLOGICHE

Con riferimenti ai risultati delle analisi tossicologiche e microbiologiche ad ognuno dei tre *livelli principali* sono stati associati altri tre *livelli secondari* conformemente allo schema riportato nel seguito (Figura 2).

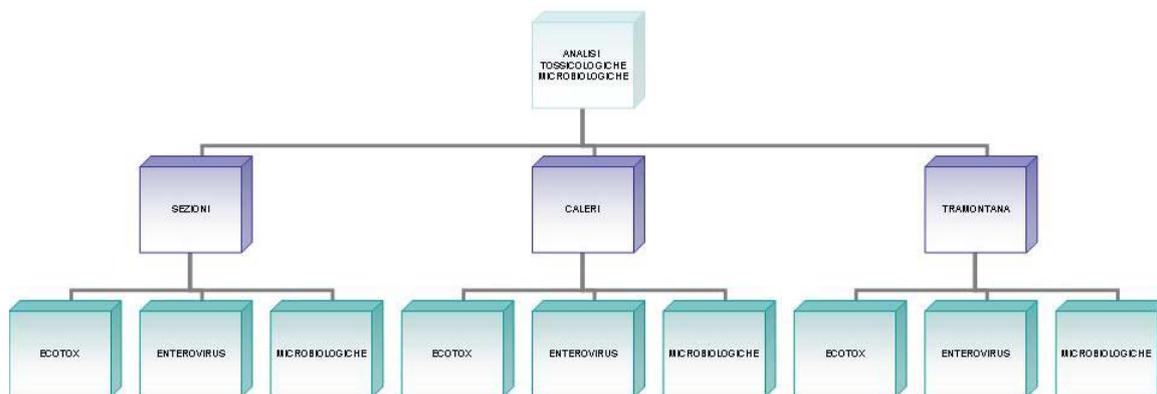


Figura 2: Tabella descrittiva del livello Analisi Tossicologiche e Microbiologiche

I nomi dei campi dei 9 sottolivelli sono stati modificati in modo da uniformarli al sistema database usato. Nel seguito vengono illustrati i nomi, il formato e l'unità di misura di ogni campo descrittivo per ogni sottolivello allegato.

Enterovirus

Il livello Sezioni_Enterovirus è formato da 41 record; il livello Caleri_Enterovirus da 8 mentre il livello Tramontana_Enterovirus da 6 elementi (Tabella 3).

nome campo	nome esteso	Unità di misura	formato
ID_POINT	Identificativo campione	-	char 5 o 10
ENTEROVIR	Enterovirus	UFC/G su s.s.	float
DATA	Data prelievo campione	gg-mm-aa	date
ARPAV	Prelievo controcampione ARPAV	-	float

Tabella 3: Tabella descrittiva del livello Enterovirus

Ecotossicità

Il livello Sezioni_Ecotox è formato da 35 record (campioni); il livello Caleri_Ecotox da 44 mentre il livello Tramontana_Ecotox da 26 elementi (Tabella 4).

nome campo	nome esteso	Unità di misura	formato
ID_POINT	Identificativo campione	-	char 5 o 10
IN_CRE_ALG	Test inibizione crescita algale	-	float
EC_50_ALG	EC 50	%	float
P_EFF_ALG	% di effetto	%	float
T_ROTIFERI	Tossicità Rotiferi		float
EC_50_ROT	EC 50	%	float
P_EFF_ROT	% di effetto	%	float
T_VIBRIO_F	Tossicità con vibrio fischeri microtox		float
STI	Tossicità complessiva/naturale	#	float
DATA	Data di campionamento	gg-mm-aa	date
ARPAV	Prelievo controcampione ARPAV	-	float

Tabella 4: Tabella descrittiva del livello Ecotossicità

Microbiologiche

Il livello Sezioni_Microbiologiche è formato da 93 record; il livello Caleri_Microbiologiche da 88 mentre il livello Tramontana_Microbiologiche da 52 elementi (Tabella 5).

nome campo	nome esteso	Unità di misura	formato
ID_POINT	Identificativo campione	-	char 5 o 10
COLIF_TOT	Coliformi Totali	MPN/g su s.s.	float
COLIF_FEC	Coliformi Fecali	MPN/g su s.s.	float
STREPT_FEC	Streptococchi Fecali	MPN/g su s.s.	float
SALMONELLA	Salmonella	/10g su s.s.	float
CLOSTRIDI	Spore Di Clostridi Solfito Riduttori	UFC/g su s.s.	float
MICETI	Miceti	UFC/g su s.s.	float
DATA	Data di campionamento	gg-mm-aa	date
ARPAV	Prelievo controcampione ARPAV	-	float

Tabella 5: Tabella descrittiva del livello analisi Microbiologiche

GRANULOMETRIE

I tre livelli denominati “CALERI”, “TRAMONTANA” o “SEZIONI”_GRANULOMETRIE riportano, campione per campione, le percentuali di sedimento passanti attraverso i diversi setacci così come individuati mediante la scala di Wentworth.

Il livello secondario SEZIONI_GRANULOMETRIE si compone di 230 record; il livello CALERI_GRANULOMETRIE è formato da 88 record mentre il livello TRAMONTANA_GRANULOMETRIE da 52 record (Tabella 6).

Ogni metadato si compone di 20 campi dove il primo riporta, come sempre, l’ID_POINT (Character 10 o 5) quale identificativo univoco per ogni singolo campione. Dal campo n°2 al campo n°12 si trovano invece riportate le percentuali del passante ai vari setacci in formato virgola mobile.

Per interpretare i dati contenuti nei campi da 2 a 12 si è eseguita un’elaborazione dei dati granulometrici, che ha restituito un valore univoco di classificazione per ogni campione analizzato, riportato nel campo “diametro medio”. Il campo della “deviazione standard” specifica la classificazione del sedimento ed è valevole solo per le sabbie. L’ultimo campo, denominato “STRATIGR”, riporta il percorso al file PDF della stratigrafia relativa, ed è in formato CHAR di lunghezza 50 caratteri.

Per il solo livello SEZIONI_GRANULOMETRIE è inoltre disponibile un campo aggiuntivo il quale riporta la fotografia della cassetta catalogatrice eseguita subito dopo il prelievo del campione.

nome campo	nome esteso	Unità di misura	formato
ID_POINT	Identificativo campione	-	char (5 o 10)
D2_00	Passante al diametro 2.00 mm	%	float
D1_40	Passante al diametro 1.40 mm	%	float
D1_00	Passante al diametro 1.00 mm	%	float
D0_710	Passante al diametro 0.71 mm	%	float
...	...	%	float
D0_063	Passante al diametro 0.063 mm	%	float
validità	Validità della classe ϕ (%sabbie>90)		char (19)
Diam_med	Classe di rappresentatività ϕ	vedi tabella	float
Dev_St	Deviazione Standard	#	float
stratigr	Stratigrafia (hotlink al file pdf)		char (50)
Foto_cassetta	Foto della cassetta catalogatrice	Solo x SEZIONI	char (50)

Tabella 6: Tabella descrittiva del livello granulometrie.

CONCLUSIONI

Il data base così strutturato si dimostra uno strumento fondamentale e insostituibile per la raccolta e gestione di tutte le informazioni raccolte nell’ambito del lavoro svolto. Esso permette di ottenere un quadro conoscitivo immediato della caratterizzazione dei sedimenti marini a scala regionale tramite, anche, l’elaborazione di mappe tematiche a più livelli di profondità che visualizzano la distribuzione spaziale dei vari parametri chimici, microbiologici, ecotossicologici e granulometrici (Figure 3 e 4). Tali elaborazioni permetteranno di individuare le aree più idonee dal punto di vista chimico-fisico (in base alla specifica normativa regionale) per il prelievo dei sedimenti marini e il loro riutilizzo nei ripascimenti dei tratti di litorale in erosione.

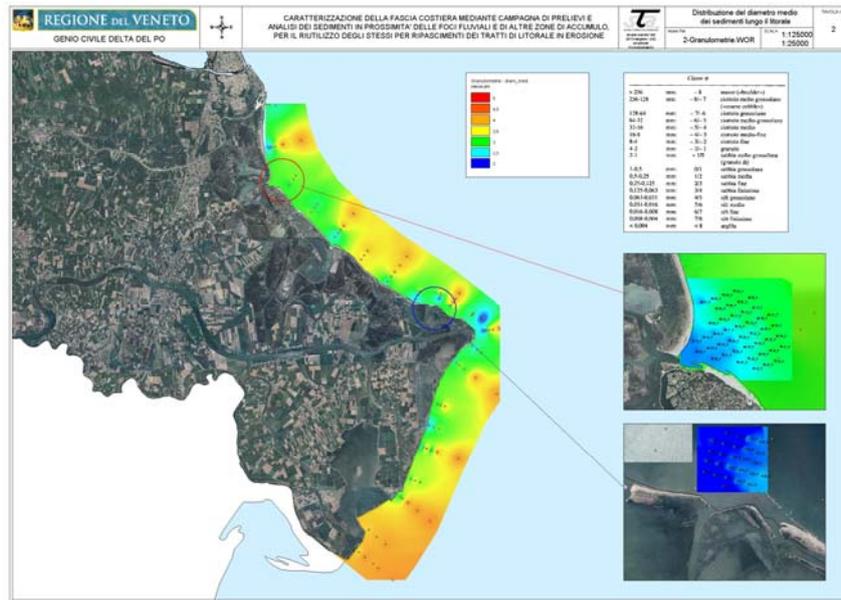


Figura 3: Distribuzione del diametro medio secondo classificazione ϕ .

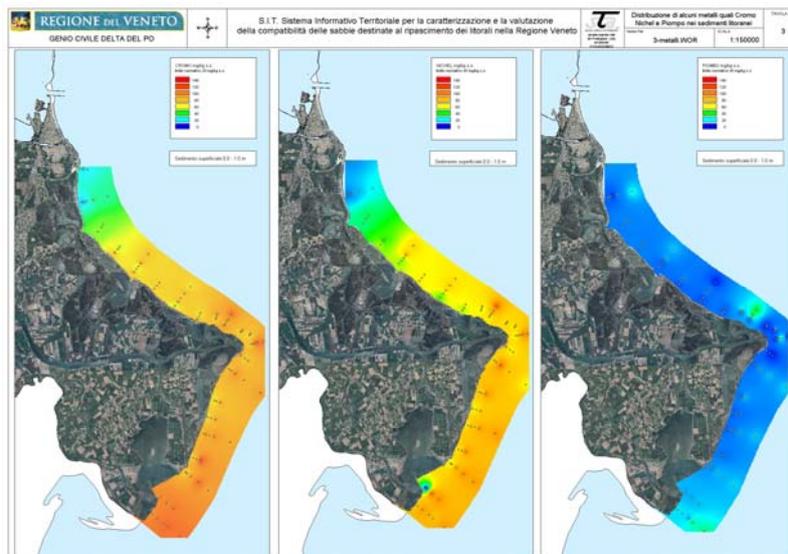


Figura 4: Distribuzione di alcuni metalli (Cromo, Nichel e Piombo) sulla fascia costiera.

BIBLIOGRAFIA

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006 - Supplemento Ordinario n. 96.

Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto n° 4170 del 30/12/05 "Direttive tecniche per la caratterizzazione e valutazione di compatibilità delle sabbie destinate al rinascimento dei litorali nella regione del veneto. Legge 31 luglio 2002 n° 179".

MapInfo Professional® - V 8.5 – Guida Utente

ArcGis ArcView™ strumenti di analisi – Marco Negretti Politecnico di Milano – Polo Regionale di Como