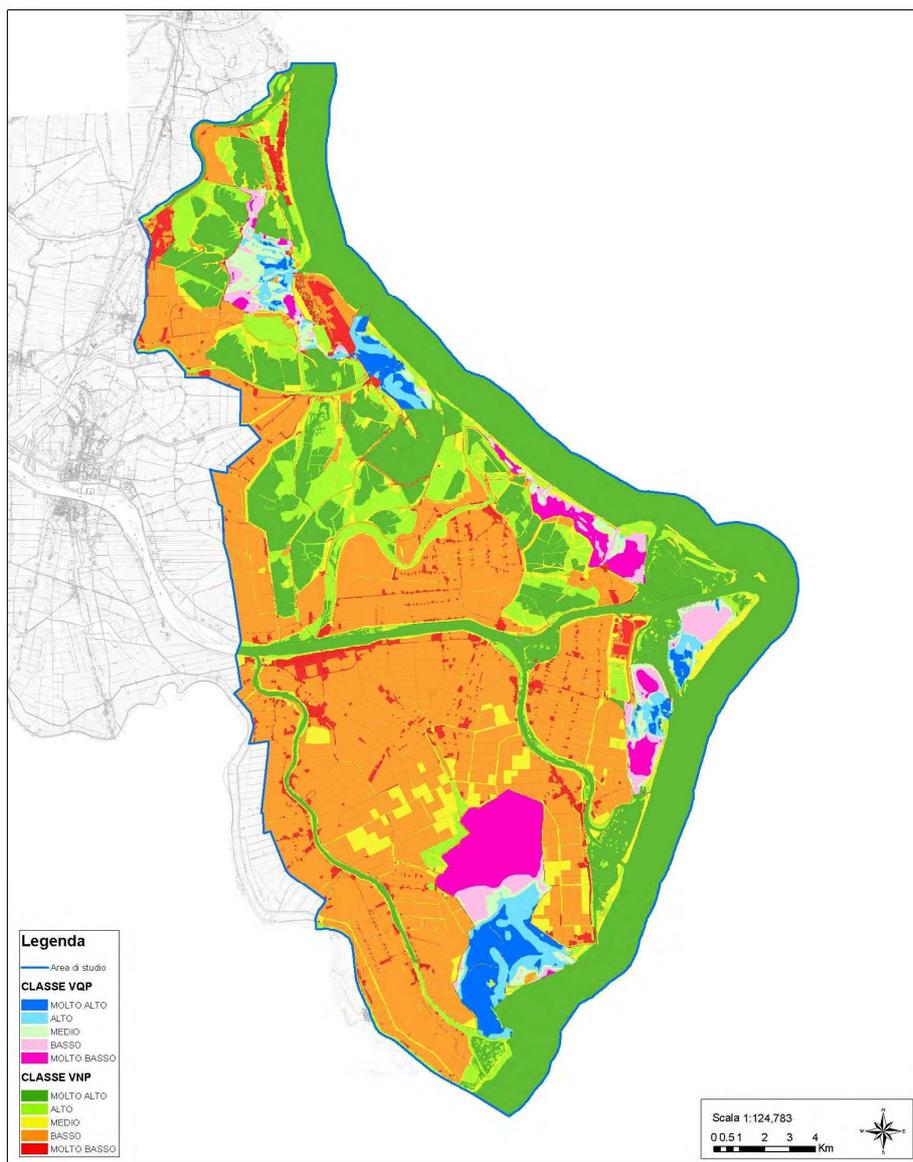




Gli Habitat del Delta del Po

Naturalità e qualità



Responsabili scientifici

Prof. Remigio Rossi
Prof. Pippo Gianoni

Redazione

Dott. Gian Andrea Pagnoni
Dott. Fabio Bertasi
Dott. Dario Bonamici
Dott. Alessandro Longo

Indice

Premessa.....	5
La qualità ambientale	5
Obiettivi dello studio.....	5
Fasi di studio.....	6
Limiti dello studio	7
Il gruppo di lavoro.....	8
Introduzione	10
Il Delta del Po	10
Area di studio.....	11
Le aree naturali protette	13
Prima fase	16
1 Studi preliminari sulla naturalità del Delta del Po	17
1.1 Mappa delle macroaree di indagine	17
1.2 La mappa di uso del suolo CORINE Land Cover 2000.....	20
1.2.1 Problemi riscontrati nell'utilizzo delle classi CORINE LC 2000	21
1.3 Stima del Valore di Naturalità in base al CORINE LC 2000	22
1.3.1 Naturalità CORINE LC da dati bibliografici	23
1.3.2 Naturalità CORINE LC da analisi multicriteriale	24
1.3.3 Trattamento dei dati	26
1.3.4 La Carta della Naturalità del Delta del Po su base CORINE LC	27
1.4 Prima fase: Conclusioni.....	30
Seconda fase	31
2 Lo studio pilota sull'Isola della Donzella	32
2.1 Obiettivi dello studio pilota.....	32
2.2 Area dello studio: l'Isola della Donzella	33
2.3 Le macroaree di indagine nell'area di studio pilota.....	34
3 Metodiche di classificazione degli habitat	37
3.1 Sistemi di classificazione degli habitat	37
3.2 La classificazione degli habitat nel Delta del Po	37
3.3 Definizioni dei termini utilizzati.....	37
3.3.1 Definizione di Habitat	38
3.3.2 Le unità territoriali.....	39
3.4 La procedura di classificazione degli habitat.....	40
3.4.1 Acquisizione base cartografica (Carta Tecnica Regionale scala 1:5.000)	41
3.4.2 Acquisizione ortofoto georeferenziate	41
3.4.3 Acquisizione dati CORINE Land Cover	41
3.4.4 Acquisizione mappe e codici Natura 2000	41
3.4.5 Applicazione classificazione EUNIS	44
3.4.6 Analisi corrispondenze codici EUNIS - CORINE LC.....	44
3.4.7 Analisi corrispondenze codici EUNIS - Natura2000	45
3.4.8 Sopralluoghi a supporto dell'analisi territoriale.....	47
3.4.9 Difficoltà emerse durante l'analisi territoriale.....	47
3.5 Gli habitat dell'Isola della Donzella	49
3.6 Mappatura delle unità territoriali - habitat	51
3.6.1 La Mappa degli habitat EUNIS dell'area di studio pilota	54
4 Valore di Naturalità del territorio	58
4.1 Il Valore di Naturalità Potenziale (VNP)	58
4.1.1 Algoritmo di calcolo del VNP	58
4.1.2 Modello di applicazione dell'algoritmo	60
4.1.3 Matrice di valutazione della tipologia di habitat.....	63
4.1.4 Matrice di valutazione delle unità territoriali	65
4.1.5 Attività del gruppo di esperti	70
4.1.6 Considerazioni sui punteggi attribuiti alle tipologie di habitat.....	71
4.1.7 La mappa del Valore di Naturalità Potenziale (VNP) del territorio della Donzella.....	79
4.1.8 Distribuzione dei valori di VNP sul territorio.....	81
4.2 Analisi qualitativa del VNP del territorio.....	82

4.2.1	Aree di riferimento	82
4.2.2	Prima proposta: Soglie qualitative del VNP in base a suddivisione lineare.....	85
4.2.3	Seconda proposta: Soglie qualitative del VNP calcolate sulla distribuzione di frequenza (metodo quintili)	87
4.2.4	Terza proposta: Soglie qualitative del VNP calcolate su soglie parametri (metodo empirico) ..	91
4.2.5	Discussione sulla valutazione della qualità territoriale sulla base del VNP	94
4.3	Robustezza del VNP.....	95
4.4	Pregi e limiti applicativi del VNP	98
4.4.1	Limiti di attendibilità del VNP	99
4.4.2	Limiti di applicabilità del VNP	100
4.4.3	Ulteriori implementazioni	100
5	Evoluzione storica del Valore di Naturalità nel Delta del Po.....	102
5.1	Dati storici di uso del suolo	102
5.2	Analisi dei dati di uso suolo	103
5.2.1	Areale di analisi.....	103
5.2.2	Tipologie di uso suolo.....	103
5.2.3	Mappe di uso del suolo 1877-2008	106
5.3	Valore di Naturalità Potenziale (VNP) delle mappe storiche.....	117
5.3.1	Matrici di valutazione.....	117
5.3.2	Analisi evolutiva del VNP nell'area di studio.....	119
6	La stima della qualità dei sistemi lagunari	124
6.1	Il contesto normativo: la Water Framework Directive.....	124
6.2	Obiettivi del lavoro	127
6.3	L'area di studio pilota "Sacca di Scardovari"	127
6.4	Lo stato delle conoscenze	129
6.5	Il gruppo di studio sull'ecologia delle lagune del Delta del Po	131
6.6	Definizioni dei parametri di stato rilevanti per la qualità dell'ambiente lagunare.....	131
6.6.1	Fonti dei dati.....	133
6.6.2	Trattamento dei dati	135
6.6.3	Analisi dei parametri forzanti principali.....	136
6.6.4	Analisi dei parametri biotici secondari	146
6.6.5	Analisi degli indicatori biotici	148
6.6.6	Elementi antropici	151
6.7	Modello valutativo della qualità delle acque.....	154
6.7.1	Individuazione delle macroaree in base ai parametri forzanti principali.....	155
6.7.2	Criteri di valutazione dei parametri forzanti principali	159
6.7.3	Il Valore di Qualità Potenziale dei parametri principali	161
6.8	Conclusioni	162
6.8.1	Validazione del metodo.....	162
6.8.2	Possibili integrazioni del metodo: i parametri secondari.....	163
7	Integrazione dei metodi.....	164
7.1	Valore Naturalità Potenziale e Valore di Qualità Potenziale.....	164
	Terza fase.....	166
8	Completamento progetto sull'area di studio	167
9	Gli Habitat del Delta del Po	168
9.1	Tipologie di habitat del Delta del Po	168
9.2	Mappa degli habitat del Delta del Po.....	176
9.3	Variazioni di rilievo rispetto alla cartografia ufficiale.....	181
9.3.1	Differenze habitat CORINE LC 2000.....	181
9.3.2	Differenze habitat Natura 2000	181
9.4	VNP degli Habitat del Delta del Po	187
9.4.1	Distribuzione dei valori di VNP nel Delta del Po.....	192
9.5	Analisi qualitativa del VNP del territorio.....	194
9.6	Conclusioni	196
10	Le lagune del Delta del Po	197
10.1	Fonti dei dati.....	197
10.2	Sacca del Canarin.....	201
10.2.1	Idrodinamica.....	201

10.2.2	Batimetria.....	202
10.2.3	Granulometria	203
10.2.4	Mappa del Valore di Qualità Potenziale.....	204
10.3	Laguna Basson.....	206
10.3.1	Idrodinamica.....	206
10.3.2	Batimetria.....	207
10.3.3	Granulometria	207
10.3.4	Mappa del Valore di Qualità Potenziale.....	208
10.4	Laguna di Barbamarco.....	210
10.4.1	Idrodinamica.....	210
10.4.2	Batimetria.....	211
10.4.3	Granulometria	211
10.4.4	Mappa del Valore di Qualità Potenziale.....	212
10.5	Laguna Vallona	214
10.5.1	Idrodinamica.....	214
10.5.2	Batimetria.....	215
10.5.3	Granulometria	217
10.5.4	Mappa del Valore di Qualità Potenziale.....	218
10.6	Laguna di Caleri	220
10.6.1	Idrodinamica.....	220
10.6.2	Batimetria.....	221
10.6.3	Granulometria	223
10.6.4	Mappa del Valore di Qualità Potenziale.....	224
10.7	Discussione e conclusioni.....	226
11	Integrazione dei metodi.....	227
11.1	Valore Naturalità Potenziale e Valore di Qualità Potenziale del Delta del Po.....	227
12	Conclusioni generali	229
13	Bibliografia	232
	Glossario	236
	Appendice A	250
	Il CORINE Land Cover	250
	Gli habitat della Rete Natura 2000	252
	La classificazione EUNIS	253
	Appendice B.....	259
	Applicazione pratica del VNP	259
	Allegati.....	266

Premessa

Il presente studio descrive la metodologia con cui è stata realizzata la Carta degli Habitat del Delta del Po, limitatamente a un'area di studio pilota (Isola della Donzella) e presenta la realizzazione di un modello per stimare il valore naturalistico del territorio del Delta del Po (Valore di Naturalità Potenziale o VNP). Il lavoro è stato realizzato da Istituto Delta Ecologia Applicata S.r.l. su commissione del Consorzio Ferrara Ricerche.

La qualità ambientale

Si definisce **qualità ambientale**, riferita a un ambiente naturale, una serie di condizioni che concorrono a mantenere gli equilibri interni di un ecosistema in uno stato organizzato e funzionale. Fanno parte di tali condizioni l'ambiente, sia nelle sue componenti abiotiche (suolo, acqua, aria, e caratteristiche chimiche e fisiche correlate), sia nelle forme di vita presenti a tutti i livelli di organizzazione (organismi, popolazioni, comunità), sia nelle funzioni ecologiche che legano tra loro le varie componenti.

Lo studio è volto alla definizione di un indice che esprima la qualità ambientale delle varie zone del Delta del Po. Il livello di qualità viene espresso da un indice sintetico, ovvero un valore unico risultante da una serie di informazioni, ciascuna rappresentante una componente dell'ambiente, che sintetizza un giudizio critico sullo stato della biodiversità sul territorio.

Obiettivi dello studio

Si sono rese disponibili in forma omogenea le moltissime informazioni esistenti nel settore delle componenti naturalistiche ed ecosistemiche, integrandole ed analizzandone le valenze ecologiche. Gli habitat del Delta del Po sono stati individuati, catalogati e restituiti in formato digitalizzato mediante un Sistema Informativo Territoriale (SIT, o GIS dall'inglese Geographic Information System). Per raggiungere gli obiettivi proposti sono state considerate le **forme di vita presenti**, i **particolari habitat dal punto di vista vegetazionale e faunistico**, le emergenze di tipo naturalistico (in particolare quelle **rare** o **endemiche**), il **grado di compromissione** attuale generato dalla pressione antropica.

Gli obiettivi perseguiti sono i seguenti:

1. Individuare, catalogare e georeferenziare gli habitat presenti nell'area del Delta del Po unificando le informazioni disponibili con i nuovi standard dei sistemi di classificazione a livello europeo.
2. Aggiornare la conoscenza sullo stato di conservazione degli habitat.
3. Individuare e quantificare, in base alle informazioni raccolte e mediante un modello di valutazione, la valenza ecologica degli ecosistemi del Delta.
4. Formulare un giudizio sulla qualità ambientale del territorio del Delta.
5. Definire gli elementi ecologici su cui formulare gli interventi e su cui attuare misure di compensazione.

La realizzazione di tali strumenti è mirata a:

- indicare in modo chiaro le valenze esistenti e potenziali, a sostegno delle scelte di piano e progettuali e delle possibili mitigazioni / compensazioni;
- definire il deficit ecologico esistente e identificare lo stato di riferimento a cui tendere (questo aspetto è sostanziale per la VINCA vista la presenza di diversi siti SIC/ZPS, in quanto di principio un ambiente tutelato deve avere uno stato di conservazione soddisfacente e la compatibilità degli interventi va valutata in funzione di questo criterio).

Fasi di studio

Lo studio nel corso di 18 mesi di lavoro si è articolato in 3 fasi:

Fase 1.

1. recupero di una carta delle macroaree (o biotopi) a scala 1:5.000;
2. georeferenziazione delle macroaree;
3. definizione di una griglia per la costruzione di una prima scala del Valore Ecologico, inteso come Naturalità degli ecosistemi, di tipo semiquantitativo (Naturalità su base CORINE Land Cover 2000);
4. identificazione di un primo Gruppo di Esperti dell'ecosistema deltizio;
5. indicazione del Valore di Naturalità per macroarea con la scala individuata;
6. prima mappa georeferenziata del Delta del Po con indicazione grafica del diverso livello di Valore di Naturalità.

Fase 2.

1. definizione di un'area studio pilota (Isola della Donzella);
2. realizzazione della mappa georeferenziata degli habitat dell'Isola della Donzella;
3. ricerca approfondita della letteratura esistente riguardante la biodiversità del Delta Polesano: aspetti vegetazionali, ittiofauna, erpetofauna, avifauna, mammiferi e micromammiferi;
4. ricerche bibliografiche su benthos lagunare;
5. applicazione di un metodo di valutazione quantitativa del grado di naturalità (VNP) (Berthoud et al., 1989) degli habitat nell'area studio pilota;
6. realizzazione di altre "mappe storiche" degli ambienti Delta per la costruzione di una serie storica del Valore di Naturalità nel Delta;
7. estensione del metodo di valutazione all'ambiente lagunare.

Fase 3.

1. indagini di campo finalizzate a colmare le lacune conoscitive e le carenze di ricerche e/o di informazione messe in evidenza dalle prime fasi;
2. mappa georeferenziata scala 1:5.000 degli habitat del Delta del Po Veneto;
3. mappa georeferenziata del Valore di Naturalità Potenziale (VNP) degli habitat del Delta del Po Veneto.
4. mappa georeferenziata del Valore di Qualità Potenziale (VQP) delle lagune del Delta del Po Veneto.

Limiti dello studio

Un aspetto di rilevante importanza che ha influenzato l'organizzazione del lavoro è la scelta della **scala spaziale di riferimento** alla quale analizzare le unità ecologiche degli ambienti in studio. La scelta di mappare le associazioni vegetazionali, in quanto costituiscono la base ambientale su cui sono strutturate le comunità animali e che determinano le funzionalità ecologiche del territorio, ha portato alla necessità di operare scelte per orientare al meglio lo sforzo indagine. Per questo motivo, si è scelto di trattare alcune aree di indagine in maniera più approfondita rispetto ad altre (es. aree agricole) per cui in certi ambiti, considerati di minor valore, il livello di approfondimento e dettaglio non è comparabile con quello ottenuto in aree a maggiore naturalità. Un secondo aspetto critico è costituito dalle difficoltà intrinseche di descrivere nel dettaglio i **sistemi ambientali più dinamici**, come gli scanni sabbiosi, soggetti a continua modifica sia per

via delle forzanti principali (vento, correnti marine, apporti fluviali, azione delle mareggiate, ecc) sia per gli interventi antropici. In tali sistemi il livello di dettaglio utilizzato porta alla realizzazione di carte tematiche che risultano caratterizzate da elevata staticità rispetto alla mutevolezza e dinamismo delle condizioni ambientali. Per questo è stato necessario "fissare" un momento dell'evoluzione del territorio per analizzarne l'assetto ambientale. Per questo motivo il presente lavoro è completamente realizzato relativamente alla situazione dell'**estate 2008**, periodo in cui sono stati eseguiti e portati a termine i rilievi in campo.

Infine è da rilevare che il presente studio è stato focalizzato su quella che rappresenta la struttura portante delle comunità viventi nel Delta, ovvero l'habitat in cui esse vivono. Questo rappresenta un primo passo verso una comprensione dei problemi, che però dovrà necessariamente essere integrata da una **conoscenza più dettagliata a livello di biologia ed ecologia delle specie minacciate**. Nell'ambito del presente lavoro è stato eseguito un primo sforzo per inserire alcune delle specie più caratteristiche degli ambienti del Delta utilizzate come "specie guida", grazie alle quali, sulla base delle preferenze alimentari, riproduttive, di rifugio di ciascuna specie, si è potuto attribuire un valore di qualità ambientale agli habitat.

Il gruppo di lavoro

Lo studio del grado di naturalità degli ambienti del Delta Polesano è stato programmato mediante un contratto tra il Consorzio di bonifica Delta Po Adige e il Consorzio Ferrara Ricerche.

La realizzazione del presente studio è stata condotta da Istituto Delta Ecologia Applicata S.r.l. su commissione del Consorzio Ferrara Ricerche. Il coordinamento scientifico del lavoro è stato eseguito dal Prof. Pippo Gianoni (IUAV).

Per la realizzazione del lavoro sono stati coinvolti vari esperti, consulenti e tecnici operanti nella realtà del Delta del Po, sia nel settore veneto che in quello emiliano-romagnolo. Alla realizzazione del lavoro e raccolta dati hanno partecipato i seguenti soggetti:

Staff Istituto Delta

Dott. Gian Andrea Pagnoni, responsabile di progetto

Dott. Fabio Bertasi, analisi dati e stesura rapporti

Dott. Dario Bonamici, Cartografia GIS

Dott. Alessandro Longo, cartografia e analisi dati in ambiente GIS

Esperti vegetazionisti:

Dott. Mauro Pellizzari (Università di Ferrara)

Daniilo Trombin (Associazione Sagittaria)

Esperti faunisti:

Dott. Gian Andrea Pagnoni, erpetofauna, avifauna, teriofauna

Dott. Fabio Bertasi, benthos lagunare

Emiliano Verza (Associazione Sagittaria), erpetofauna, avifauna, teriofauna

Danilo Trombin (Associazione Sagittaria), erpetofauna, avifauna

Dott. Andrea Noferini (Parco Delta Po Emilia Romagna), ittiofauna, avifauna

Introduzione

Il Delta del Po

Il Delta del Po rappresenta uno straordinario complesso di ambienti caratterizzati da estrema dinamicità. L'attività umana è parte integrante delle dinamiche ecologiche e, insieme alle forze naturali, concorre a strutturare il territorio e a regolare il delicato equilibrio degli assetti idrogeologici. La presenza di spazi naturali di elevato valore conservazionistico impongono all'attività dell'uomo oltre che attenzione agli equilibri ambientali anche il mantenimento dei valori ad essi legati. La natura e la sua tutela, al di là delle questioni ecologiche, sono ormai entrate a far parte della cultura contemporanea, e tutto ciò che in qualche modo richiama la nostra attenzione ad esse e si propone come stile di comportamento rispettoso del patrimonio naturale, va incontro ad una sempre più diffusa domanda sociale.

Per operare applicando il concetto di sostenibilità ambientale (Bruntland, 1987) si rende necessario quantificare il grado di naturalità dell'ambiente e le variazioni che le azioni umane producono su di esso. Poiché le azioni che riducono il grado di naturalità non sono considerate sostenibili, occorre che gli interventi che comportano una riduzione del grado di naturalità siano accompagnati da misure compensative in aumento, in modo che il bilancio tra perdita di naturalità e guadagno sia almeno in pareggio.

Per effettuare questo bilancio è necessario quantificare sia l'impatto negativo dell'intervento, sia l'impatto positivo ad esempio di azioni di rinaturalizzazione: ciò significa disporre di un indice quantitativo del grado di naturalità.

Il termine zone umide (wetlands) viene utilizzato per descrivere aree non completamente, o solamente, acquatiche o terrestri. La ragione di fondo della loro importanza sta nella loro straordinaria produttività biologica, che sostiene una biodiversità inferiore, per quantità e qualità, solo alla foresta tropicale fluviale ed alle barriere coralline. Le zone umide sono tra i pochi ecosistemi al mondo oggetto di un trattato internazionale di protezione (RAMSAR, 1971).

Alla fine del XVI secolo il Po sfociava nel cosiddetto Delta Rinascimentale presso Rosolina. Gli idraulici veneziani, temendo che i sedimenti del Po potessero chiudere le bocche della laguna veneta, ne deviarono il tratto terminale verso sud-est. Il cosiddetto Taglio di Porto Viro, completato nel 1604, ha segnato l'inizio della costruzione del Delta Moderno. I Veneziani hanno chiuso tutti i rami deltizi rivolti verso nord potenziando l'efficienza dei più grandi rami rivolti a sud, il Po di Gnocca ed il Po di Tolle. Quest'ultimo era il ramo maggiore nel secolo scorso, mentre oggi il più grande è divenuto il Po di Pila.

Questi interventi hanno determinato lo sviluppo delle due grandi penisole che conferiscono forma lobata al lato meridionale dell'attuale delta del Po: la penisola del Po di Goro e di Gnocca, che si è

formata a partire dal 1730, e quella del Po di Tolle, formatasi a partire dal 1810. Queste due penisole hanno definito due lagune, la Sacca di Goro e la Sacca di Scardovari (Bondesan, 1990).

L'odierna area deltizia del Po, compresa tra i rami di Levante e di Goro ospita una varietà di habitat acquatici e terrestri che rendono il territorio deltizio estremamente peculiare e ricco di valore dal punto di vista paesaggistico, naturalistico ed ecologico. Il delta del Po è un complesso di zone umide e terre emerse che si estende in tre province e due regioni, Veneto ed Emilia Romagna. Nella provincia di Rovigo si trova la parte attiva del delta attraverso cui giunge mare la maggior quantità d'acqua del fiume Po.

Oggi l'area deltizia del Po ricadente nella Regione Veneto si estende per circa 96.000 ha tra il Po di Goro a sud-ovest e la statale Romea a nord-ovest fino alla foce del fiume Brenta. In tale area sono compresi il tratto di mare di 3 miglia dalla costa, oltre 8.000 ha di valli da pesca, circa 8.150 ha di lagune, 4.000 ha di rami del Po (che includono lanche, golene ed isole fluviali) ed altre migliaia di ettari di coltivi, con canali di bonifica, risaie, dune fossili sabbiose e abitati.

I rami del Po si snodano come un sistema circolatorio e, superato il cordone delle dune fossili (con leccio, pino e macchia mediterranea), sfociano in mare dando origine lateralmente a valli e lagune. Ospitano per quasi tutto il loro corso un rigoglioso bosco igrofilo, spesso allagato, di salici e pioppi. Prima di gettarsi in mare formano vaste estensioni di canneto di *Phragmites*, dette "bonelli". I rami naturalisticamente più interessanti sono quello principale, Po di Venezia, ed il Po di Maistra (Verza, 2008).

Area di studio

Il Delta del Po veneto, rappresentata in Figura 1, è l'area compresa tra i rami del Po di Levante e del Po di Goro, fino al mare comprendente la linea di costa e una porzione di mare compresa all'interno di 3 miglia dalla linea di costa.

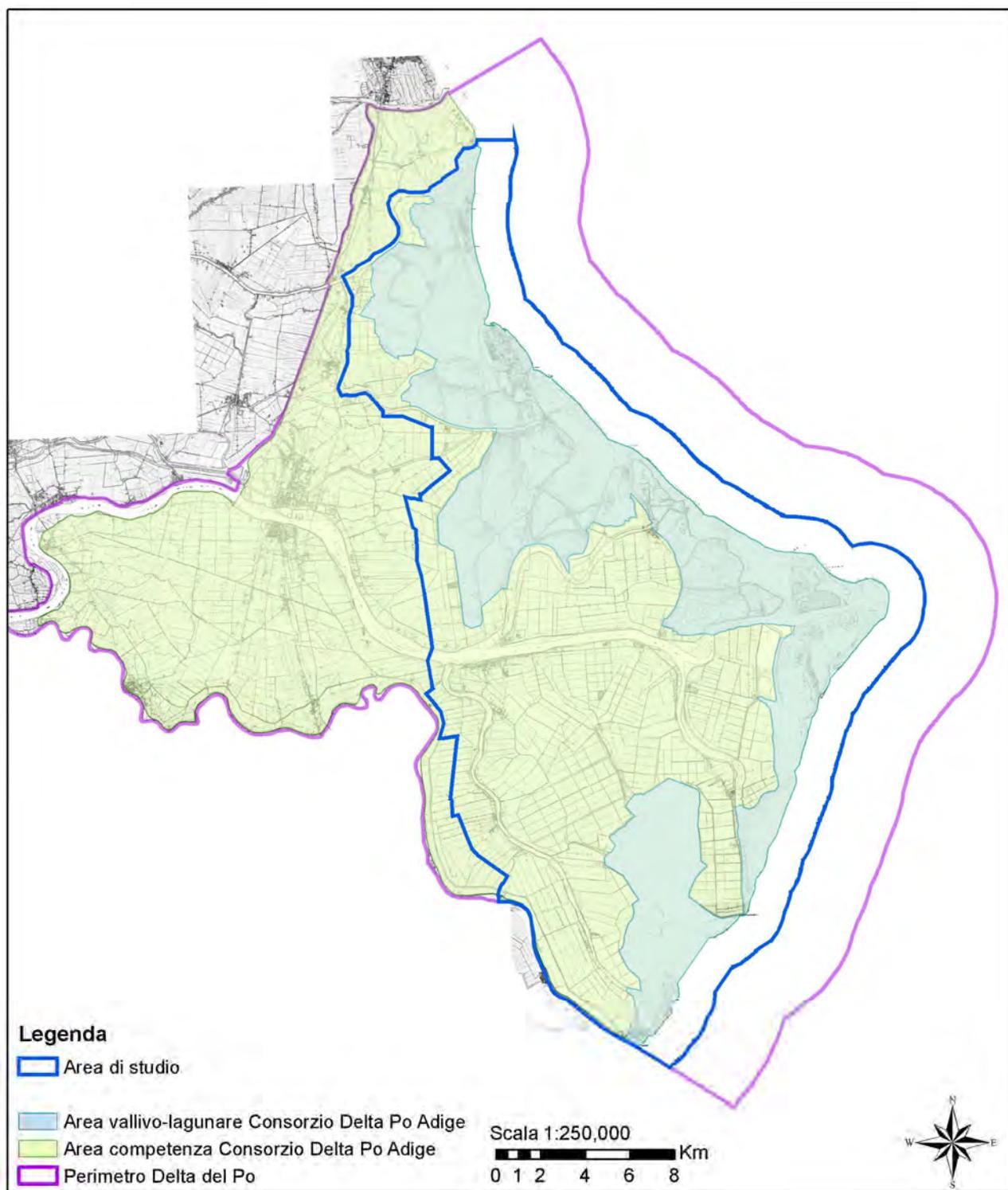


Figura 1 – Perimetro del Delta del Po veneto (linea viola), con evidenziate l’area di competenza del Consorzio (area verde), i confini delle aree vallive e lagunari di intervento del Consorzio (area azzurra) e l’area di studio oggetto del presente lavoro (linea blu)

All’interno di questo comprensorio vasto circa 96.535 Ha si inserisce l’area di competenza del Consorzio Delta Po Adige (Figura 1) che interessa prevalentemente la parte terrestre, in predominanza agricola (43.005 Ha), fino alla linea di costa includendo le lagune e le valli (19.775 Ha), per un totale di 62.780 Ha.

L'area di studio considerata per la realizzazione del presente lavoro costituisce una porzione del Delta del Po, di superficie totale pari a 52.671 Ha (Figura 1). Tale area include le aree a più elevato interesse naturalistico presenti nel Delta, mentre esclude la parte più occidentale, di minor interesse in quanto occupata prevalentemente da terreni agricoli. L'area di studio, dal punto più settentrionale segue il profilo della sponda sinistra dell'Adige fino alla strada statale n°309 Romea, scende verso sud seguendo la statale, poi costeggiando lo scolo Rosolina, per un tratto bordeggia la sponda destra del Po di Levante, segue il canale Vallesina, per poi tagliare attraverso diversi fondi agricoli fino ad oltrepassare il Po di Venezia prima della biforcazione con il Po di Gnocca; da qui in poi segue il confine tra i comuni di Ariano Polesine e Taglio di Po, per poi seguire in corrispondenza dell'idrovora Goro la sponda destra del Po di Goro fino al mare. L'area di studio comprende, oltre alla linea di costa, la fascia di 1 miglio marino di tratto di mare prospiciente (Figura 1 e Figura 2).



Figura 2 – L'area di studio nel Delta del Po veneto vista da ortofoto satellitare

Le aree naturali protette

Una cospicua parte degli ecosistemi ad elevata naturalità presenti nel Delta del Po fanno parte del Parco Regionale Veneto del Delta del Po (Figura 3), istituito nel 1997, e che insiste

complessivamente su 12.000 ettari, di cui 9126 Ha presenti nell'area di studio, comprendenti i rami del Po, il 40% della superficie di ogni valle e due lagune con "bonelli" (Isola della Batteria e Foci del Po di Gnocca).

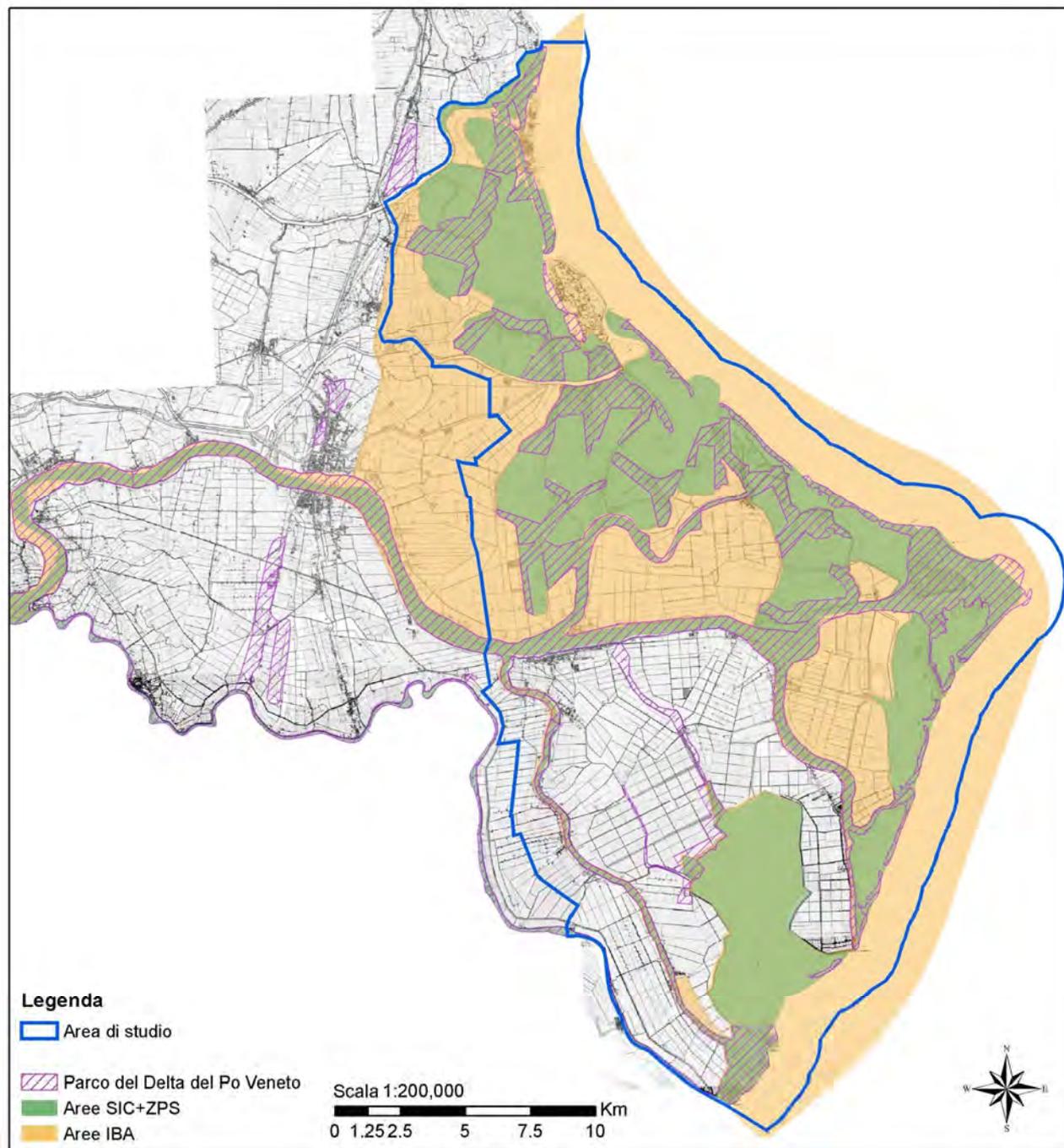


Figura 3 - Le aree protette nell'area di studio. Sono rappresentati i limiti del Parco del Delta del Po, le zone SIC-ZPS, le aree IBA

Nell'area di studio sono presenti i seguenti Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone a Protezione Speciale (ZPS):

- SIC IT3270017 - Delta del Po: tratto terminale e delta veneto
- ZPS IT3270023 - Delta del Po

Le aree SIC/ZPS coprono 22.282 ettari (Figura 3) e comprendono le valli da pesca, ex lagune ora arginate, utilizzate per l'allevamento del pesce e la caccia agli uccelli acquatici. Tra le più conosciute, grazie a posizione e ricchezza faunistica, vanno ricordate le Valli: Ca' Pisani, Scanarello, Chiusa, Ripiego e Ca' Zuliani. Altre aree ad ampia valenza naturalistica sono quelle interessate dalla presenza di zone barenicole, sistemi lagunari e loro interfacce con il mare. Le lagune, specchi acquei salmastri comunicanti con il mare mediante una o più bocche, sono difese dall'azione del mare dagli "scanni", isole sabbiose sottili ed allungate, con una tipica vegetazione erbacea psammofila pioniera. Gli scanni si estendono per decine di km, cingendo come una corona tutto il Delta; questa situazione fa del Delta veneto il tratto di costa italiano meno antropizzato.

Una estesa porzione delle zone umide del Delta del Po, pari a 50.240 ettari, riveste notevole importanza per l'avifauna di interesse comunitario e corrisponde alle zone IBA (Important Bird Areas) (Figura 3) che ospitano, tra le specie a maggior valenza, *Circus cyaneus*, *Circus pygargus*, *Caprimulgus europaeus*, *Lanius collurio*, *Lanius minor* (Fracasso et al., 2003). Per questo motivo tali aree sono tutelate nella lista delle Important Bird Areas (IBA) (Brunner et al., 2002) e codificate come segue:

- IBA070 Delta del Po
- IBA070M fascia marina del Delta del Po

Oltre a queste istituzioni, sono presenti altre riserve, quali la Riserva Naturale Bocche di Po, Il Giardino Botanico di Porto Caleri, L'Oasi di Ca' Mello.

Prima fase

1 Studi preliminari sulla naturalità del Delta del Po

1.1 Mappa delle macroaree di indagine

Durante la prima fase dei lavori è stata eseguita la ricerca e individuazione di macroaree in cui suddividere l'area di studio (Figura 4; Tabella 1). Una tale ripartizione in porzioni territoriali minori è stata ritenuta utile sia per motivi logistici di indagine (sopralluoghi mirati in aree geograficamente ben distinte, e.g. Bonello Bacucco), sia per l'interesse in termini gestionali. Molte aree del Delta sono infatti aziende faunistico-venatorie o valli da pesca a gestione privata, per cui l'applicazione di piani di gestione deve tener conto anche di limitazioni dovute alle possibilità di intervento nei vari ambiti. Alcune aree sono state tenute in considerazione in virtù dei vincoli di tutela preesistenti (es. SIC, ZPS, riserve, oasi, ecc.). In altri casi, la suddivisione del territorio è stata fatta in base all'interruzione netta e riconoscibile delle caratteristiche topologiche e fisiografiche principali (es. argini dei corsi d'acqua principali, argini principali delle valli da pesca, confini lagunari, linee di riva degli scanni, biotopi confinati, ecc.). Tale modalità di suddivisione tende ad evidenziare in fase preliminare le aree soggette a diverse forzanti ambientali. La definizione di tali macroaree costituisce uno strumento per l'individuazione e la discussione delle logiche di gestione delle criticità ambientali ad una scala spaziale superiore rispetto agli habitat, che verranno in seguito definiti.

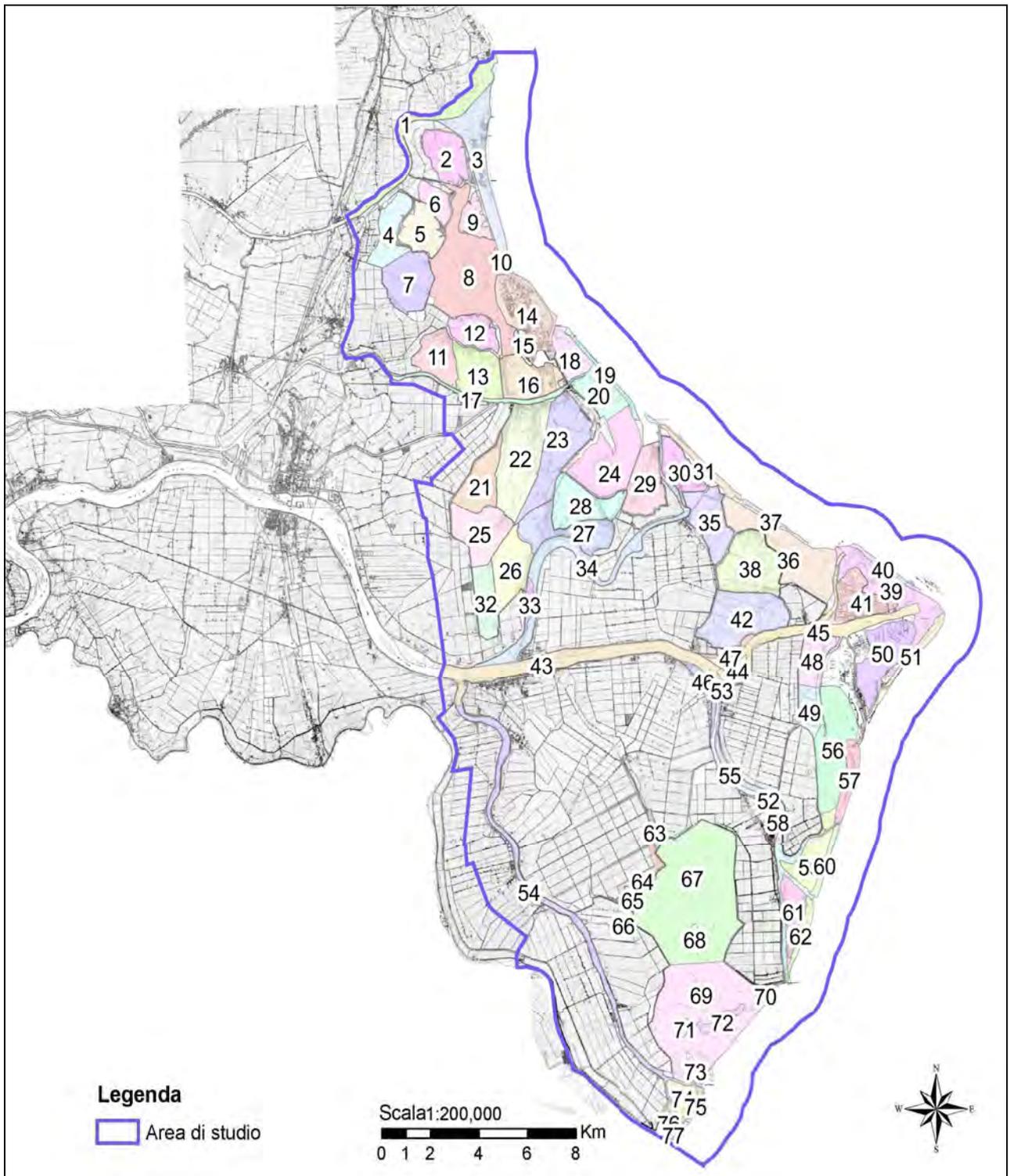


Figura 4 – Mappa delle macroaree in analisi localizzate nel Delta del Po e all'interno dell'area di studio. Per la legenda si veda la Tabella 1.

ID	Nome Macroarea	ID	Nome Macroarea
1	Foce Adige	40	Scanno della Batteria
2	Valle Boccavecchia	41	Isola Batteria
3	Pineta di Rosolina	42	Valle Ca' Zuliani
4	Valle Morosina	43	Po di Venezia
5	Valle Spolverina	44	Bonello Ca' Zuliani

6	Valle Cannelle	45	Po della Pila
7	Valle Segà	46	Bonello di Tolle
8	Laguna di Caleri	47	Oasi di Volta Vaccari
9	Valle Passarella	48	Centrale ENEL
10	Giardino botanico di Porto Caleri	49	Lustraura
11	Valle Veniera	50	Laguna Basson
12	Valle Capitania	51	Scanno Boa
13	Valle Sagreda	52	Po di Tolle
14	Isola Albarella	53	Bonello di Polesine Camerini
15	Valle Vallesina	54	Po di Gnocca
16	Valle Pozzatini	55	Golena Giarette Nord
17	Po di Levante	56	Sacca del Canarin
18	Laguna Marinetta	57	Scanno Bastimento Nord
19	Scanno Cavallari	58	Golena Giarette Sud
20	Sacca Cavallari	59	Bonelli Levante Nord
21	Valle Canocchione	60	Scanno Bastimento Sud
22	Valle Sacchetta	61	Bonelli Levante Sud
23	Valle Bagliona	62	Scanno Barricata
24	Laguna Vallona	63	Oasi di Ca' Mello
25	Valle Moraro	64	Bosco della Donzella
26	Agricola Val Pisani	65	Biotopo Bonello
27	Agricola Ravagnan	66	Pineta di Cassella
28	Valle S.Leonardo	67	Sacca di Scardovari
29	Valle Scanarello	68	Isola Centro Scardovari
30	Valle Chiusa	69	Sacca di Bottonera
31	Scanno Palo	70	Scanno Barricata Sud
32	Valle Ca' Pasta	71	Scanno Piccolo Scardovari
33	Golena Ca' Pisani	72	Scanno Centrale Scardovari
34	Po di Maistra	73	Scanno della Bottonera
35	Valle Ripiego	74	Bonello Bacucco
36	Laguna Barbamarco	75	Scanno del Bacucco Nord
37	Scanno Gallo	76	Bonelli Gorino Sullam
38	Valle S.Carlo	77	Scanno del Bacucco Sud
39	Laguna Burcio	78	Po di Goro

Tabella 1 - Macroaree in analisi individuate nel Delta del Po. ID: codice identificativo della macroarea; Nome Macroarea: nome comune della macroarea

Gli ambiti territoriali non compresi nelle 78 macroaree sopra definite includono: i fondi agricoli in loc. Portesine (tra Foce Adige e Valle Boccavecchia), i fondi agricoli di Rosolina, di Porto Viro, di Ca' Venier, di loc. Scanarello (tra il Po di Maistra e Valle Scanarello-Agricola Ravagnan), di Pila, di Gorino (tutta la fascia compresa tra il Po di goro e della Donzella), dell'Isola della Donzella e dell'isola di Polesine Camerini. Inoltre, l'abitato di Rosolina Mare, gli argini e i canali di confine tra le valli, l'isola di Santa Margherita, il Bonello del Polesine e tutta la fascia di mare antistante il Delta. Tali ambiti sono stati inquadrati geograficamente e riportati in .

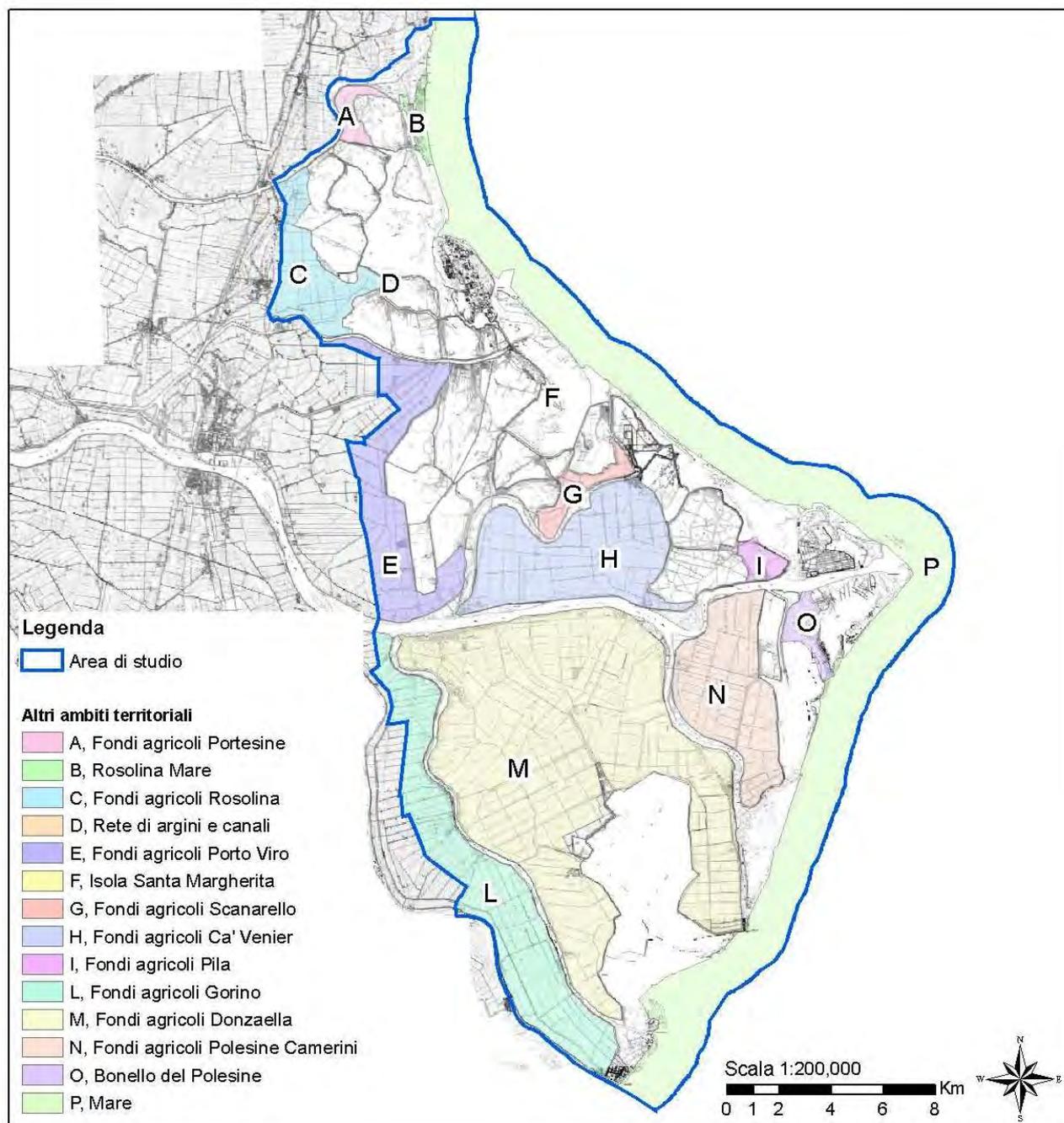


Figura 5 - Mappa degli ambiti territoriali di minor rilievo localizzati all'interno dell'area di studio.

1.2 La mappa di uso del suolo CORINE Land Cover 2000

L'ecologia applicata ha sviluppato due filoni metodologici per quantificare il valore ecologico di un ambiente: il primo, più semplice, si basa su tecniche di ordinamento cardinale di classi di indicatori di valore ecologico; il secondo, più complesso, si basa sulla modellizzazione matematica dell'ecosistema per ricavarne indici quantitativi del valore ecologico (Socco, 2008).

Per una preliminare stima del valore di naturalità del delta si è utilizzato, con un approccio simile a quello utilizzato da Corticelli *et al.*, 2004) nel Parco Regionale del Po dell'Emilia-Romagna, il rilievo dell'uso del suolo della mappa 1:50.000 CORINE Land Cover 2000.

Durante la prima fase dei lavori è stata realizzata una mappa della naturalità del territorio del Delta basata sulla carta di uso del suolo CORINE Land Cover 2000. La carta è stata ottenuta utilizzando le classi CORINE LC 2000 livello 4 (vedi Appendice A) presenti sul territorio, e attribuendo ad ogni classe un valore di naturalità definito su una scala ordinale. I valori vengono attribuiti in base alle descrizioni con cui vengono definite le classi CORINE LC basandosi sull'esperienza tratta da una serie di approcci similari applicati in letteratura. Un primo tentativo di qualificare la tipologia degli habitat presenti nell'area di studio dell'intero Delta è partito dall'acquisizione della mappa dell'uso del suolo 1:50.000 CORINE Land Cover 2000 fornita dal Ministero dell'Ambiente e dall'APAT in formato shapefile e scaricabile, previa registrazione, dal sito <http://www.clc2000.sinanet.apat.it/> (Figura 6).

1.2.1 Problemi riscontrati nell'utilizzo delle classi CORINE LC 2000

Si può immediatamente notare dalla legenda che la determinazione delle tipologie di uso del suolo risente di imprecisioni in quanto è indicata la presenza di classi quali "4.2.2 Saline" che nel Delta del Po veneto non sono presenti. Pertanto, la disposizione degli elementi appartenenti alla classe "4.2.2 Saline" risulta non attendibile.

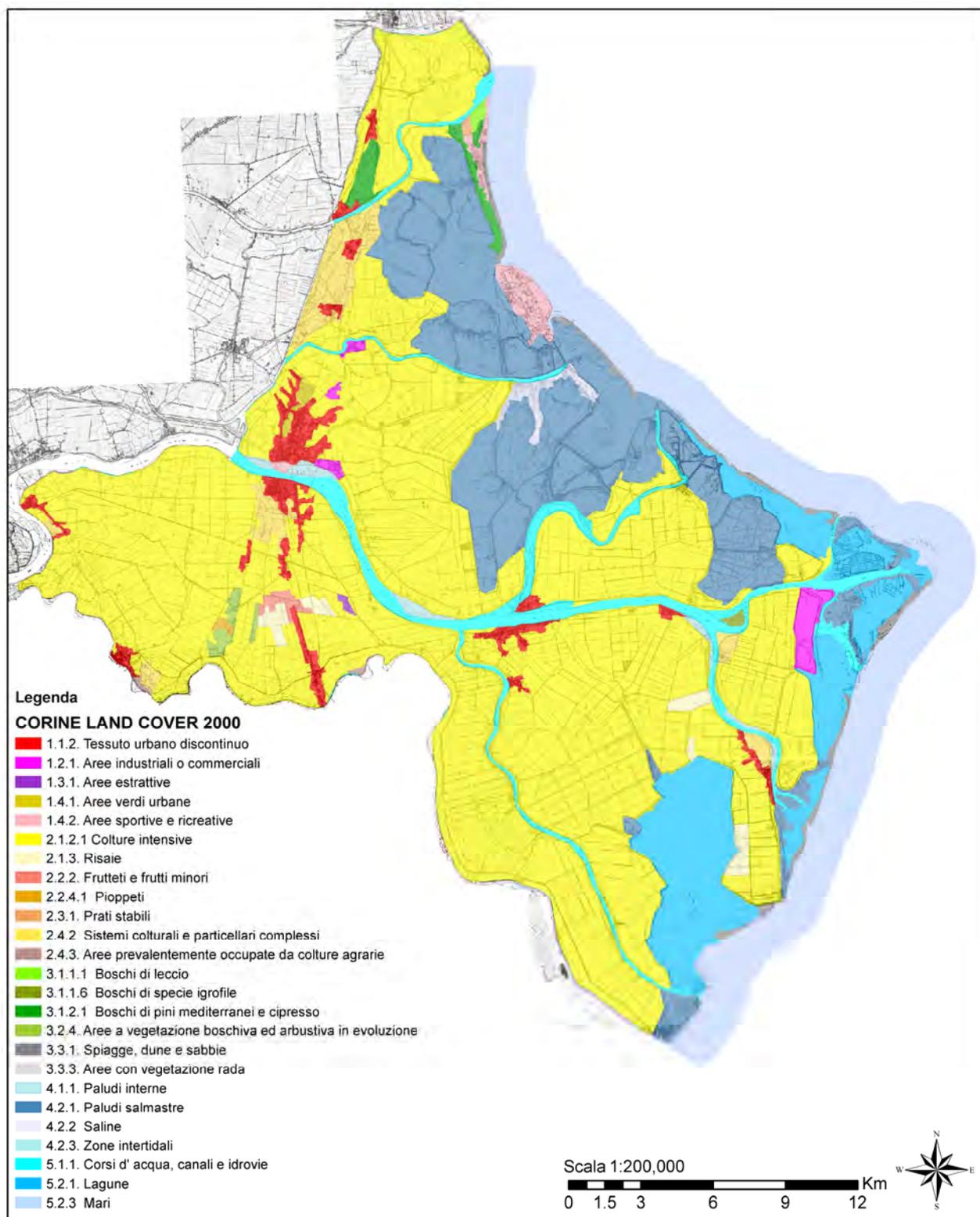


Figura 6 - Mappa dei tematismi CORINE Land Cover 2000 livello 4 per il Delta del Po fornita dal Ministero dell'Ambiente e APAT (<http://www.clc2000.sinanet.apat.it>)

1.3 Stima del Valore di Naturalità in base al CORINE LC 2000

La semplicità del sistema di classificazione CORINE Land Cover, essenzialmente basato su fotointerpretazione, costituisce la base per una definizione preliminare dello stato di naturalità a

larga scala degli ambiti presenti sul territorio delizioso. La struttura gerarchica della classificazione CORINE LC permette l'attribuzione di un valore di naturalità potenziale ai livelli superiori (e.g. ambiti industriali = naturalità nulla; ambiti agricoli = naturalità bassa; zone umide = naturalità alta, ecc.). Tali valori possono essere ulteriormente raffinati e graduati a seconda del grado di naturalità del livello gerarchico successivo.

Appare immediatamente evidente che l'attribuzione di un valore di naturalità ai vari livelli CORINE LC, sebbene pratica e rapida, è suscettibile di forte soggettività da parte dell'operatore. Per ovviare a tale inconveniente si è cercato di mettere a punto una serie di criteri di valutazione tesi a ridurre il grado di arbitrarietà della valutazione.

La valutazione si è basata su:

1. letteratura disponibile
2. parametri individuati in base all'analisi multicriteriale (Machado, 2004)

1.3.1 Naturalità CORINE LC da dati bibliografici

Da un'analisi della letteratura si nota come le classi del CORINE, sebbene diffuse ad ampia scala, come strumento per la caratterizzazione dell'uso del territorio, siano ancora poco utilizzate per la classificazione del valore naturalistico del paesaggio. E' comunque possibile utilizzare vari approcci di classificazione delle unità paesaggistiche ricavabili dalla letteratura e riferibili alla classificazione CORINE. Di seguito una serie di interpretazioni del grado di naturalità delle classi CORINE LC derivate da lavori di precedenti autori:

- 1. Pizzolotto & Brandmayr, 1996:** l'approccio di studio propone di associare diverse classi della nomenclatura CORINE a valori dell'Indice di Naturalità della Vegetazione (IVN, Index of Vegetation Naturalness) che si basa su tipologie vegetali a diverso valore gerarchico nella sistematica fitosociologica. Tali valori sono ordinati secondo un criterio di grado di naturalità crescente e in scala da 0 a 10; dato che i valori estremi, corrispondenti a massimo grado di naturalità sono caratterizzati da valori unicamente qualitativi (10a, 10b e 10c) si sono tradotti tali valori in scala quantitativa secondo il seguente criterio: 10a = 10; 10b = 11; 10c = 12.
- 2. Mancebo Quintana et al., 2007:** il gruppo di studiosi spagnoli ha proposto la suddivisione delle classi CORINE LC in 5 gruppi con la seguente valenza naturalistica: 0 per le aree più artificiali, 0.2 per le aree agricole che giungono a mantenere fino a un 20% di grado di naturalità; 0.4 per mosaici di zone naturali ed agricole; 0.6 aree agroforestali; e 1 per zone con piccolo intervento, e.g. aree forestali.

3. **Ayad, 2005:** Per le aree costiere utilizza una classificazione semplificata costituita da 8 classi di uso del suolo principali (dune, campi agricoli, frutteti, campi arati, prati e pascoli, aree urbane, zone salmastre inondate, zone salmastre vegetate) a loro volta divise in 3 macroclassi di riferimento quali: "aree artificiali", "aree semi-naturali" e "aree naturali". A queste macroclassi vengono attribuiti valori (da un minimo di 1 a un massimo di 3) che descrivono la loro importanza dal punto di vista del grado di naturalità visuale.

1.3.2 Naturalità CORINE LC da analisi multicriteriale

Oltre agli indici proposti dagli autori sopra descritti, è stata applicata la scala di naturalità in base ai criteri di valutazione proposti da Machado, (2004). Mediante un sistema di valutazione che prevede la seguente serie di criteri diagnostici:

- presenza di elementi biotici nativi;
- presenza di elementi biotici esotici;
- presenza di artefatti antropici;
- presenza di inquinanti;
- input di materie e/o energia;
- alterazioni fisiche sul territorio;
- estrazione di elementi.

In base alla risposta a ciascuno dei criteri sopra elencati viene prodotta una serie di valori di naturalità (Tabella 2) attribuibili a una qualsiasi porzione di territorio. Per poter applicare i criteri riportati in Tabella 2 alle unità di uso del suolo CORINE LC sono state analizzate le caratteristiche descrittive delle classi definite dal manuale di metodo di individuazione delle classi (CORINE, 2000).

Valore naturalità	Elementi biotici		Elementi artificiali		Input di energia e/o materia	Alterazioni fisiche	Estrazione di elementi	Livello di frammentazione	Dinamica	
	Nativi	Esotici	Artefatti	Inquinanti					Acqua	Generale
10	Esclusivo	Assente - irrilevante	Nessuno o non significativi	Nessuno o non significativi	Nessuno, solo naturale	Nessuna	Solo vettori naturali	Nessuno o non significativi	Scorrimento libero, naturale	Naturale
9	Dominante	Pochi, effetti non rilevanti	Puntuali, irrilevanti	Possibile, irrilevante	Nessuno, solo naturale	Nessuna o irrilevante	Nessuna o irrilevante	Nessuno o non significativi	Scorrimento libero, naturale	Naturale
8	Dominante con alterazioni	Concentrato, frammentato a basso impatto	Occasionali, alcune strade	Occasionale, biodegradabile	Nessuno, solo naturale	Nessuna o irrilevante	Nessuna o qualche risorsa rinnovabile	Nessuno o irrilevante	Scorrimento libero, utilizzo non rilevante	Naturale, alterazioni non rilevanti
7	Dominante, in calo	Consolidato, non dominante	Scarsi (strade o vecchi edifici)	Occasionale o regolare, biodegradabile	Irrilevante	Solo scarse	Moderata, risorsa rinnovabile	Nessuno o basso, no effetti qualitativi	Alterazioni minori	Naturale, lievi alterazioni
6	Ridotto, in lieve minoranza	In natura, occasionalmente dominante	Scarsi o aggregati	Basso impatto, biodegradabile	Occasionale non dominante	Solo minori	Risorse rinnovabili, limitata importanza	Nessuno o moderato	Deviazioni, controllo non significativo	Naturale, in alcuni casi accelerato
5	Controllato, molto alterato	Coltivato, in ambiti delimitati, non controllo	Cospicui, ma non dominante	Acqua e suolo, contaminazione apprezzabile	Basso, regolare, occasionale o periodico	Moderate (e.g. muretti di pietre)	Sostenibile, possibile importanza	Nessuno o rilevante (a chiazze)	Nessuno o poco controllo, passivo	Orientato, ma auto-sostenuto
4	Frammisto, a chiazze o in corridoi	Dominante, a regime controllato	Presenza importante	Acqua e suolo, contaminazione media	Moderato, fattore determinante	Importanti (e.g. canali, terrazze)	Regolare, maggiore intensità (export)	Moderato con o senza corridoi	Controllo sensibile, eventuali input	Forzato dall'uomo
3	In notevole regresso	Abbondante, a chiazze	Abbondanza	Acqua e suolo, contaminazione intensa, moderata nell'aria	Intensivo, fattore determinante	Più o meno estese (inclusi scavi)	Moderata, molto intensa (escavi)	Intenso, molto esteso	Controllo moderato o forte, input esterni	Molto forzato, non connesso, dipendente
2	Scarso	Poco abbondante, oppure poco presente	Maggioranza	Acqua e aria permanente	Intensivo, dipendenza importante	Estese (inclusi scavi)	Ampie fluttuazioni (escavi)	Molto intenso, senza corridoi	Controllo intensivo, input esterni	Forte dipendenza da input esterni
1	Vestigia	Abbondante, in giardini confinati	Netta dominanza	Acqua e aria forte	Molto intensivo, assoluta dipendenza	Alterazioni quasi totali, poco terreno	Ampie fluttuazioni (escavi)	Massimale	Controllo totale, input esterni	Piena dipendenza da input

Tabella 2 – Sistema multicriteriale di valutazione (Machado, 2004). Le varie classi CORINE vengono valutate singolarmente mediante i criteri diagnostici riportati in testa alla tabella e per ogni classe si stabilisce un punteggio medio sulla base degli indicatori dello stato del sistema.

Alle varie classi CORINE LC è stato attribuito un valore (da 1 a 10, rispettivamente minima e massima naturalità). I valori rappresentano categorie di naturalità che esprimono i seguenti giudizi sulle categorie CORINE LC analizzate:

1. completamente artificiale o fortemente trasformato;
2. semi-trasformato;
3. elevata influenza antropica;
4. colturale assistito;
5. colturale auto-mantenuto;
6. semi-naturale;
7. quasi-naturale;
8. sub-naturale;
9. naturale;
10. naturale vergine.

1.3.3 Trattamento dei dati

Tutti i valori di naturalità per le classi CORINE sopra descritti, sia quelli ricavati dalla letteratura, che quelli prodotti in base ai criteri interpretativi della Tabella 2, sono stati riportati alla stessa scala di riferimento (min = 1; Max = 10) mediante standardizzazione. Dai diversi valori ottenuti è stata calcolata la media per ricavare un *Valore di Naturalità Medio* associato ad ogni classe CORINE presente nell'area di studio (Tabella 3).

Codice CORINE	Descrizione CORINE	ref1	ref2	ref3	ref4	Valore Naturalità Medio
1.1.2	Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado	1	1	1	2	1
1.2.1	Aree industriali o commerciali	1	1	1	1	1
1.3.1	Aree estrattive	1	1	1	1	1
1.4.1	Aree verdi urbane	1.75	1	1	3	2
1.4.2	Aree sportive e ricreative	1.75	1	1	3	2
2.1.2.1	Colture intensive	2.5	2.8	5.5	4	3
2.1.3	Risaie	2.5	2.8	5.5	5	3
2.2.2	Frutteti e frutti minori	2.5	2.8	5.5	4	3
2.2.4.1	Pioppeti	3.25	4.6	5.5	4	4
2.3.1	Prati stabili	5.5	4.6	5.5	6	5
3.1.1.1	Boschi di leccio	7	10	10	8	9
3.1.1.6	Bosco di specie igrofile	7	10	10	8	9
3.1.2.1	Bosco di pini mediterranei	8.5	10	10	7	9
3.2.1	Aree a pascolo naturale	8.5	10	10	7	9
3.2.4	Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione	8.5	10	10	8	9
3.3.1	Spiagge, dune, sabbie	nc	nc	10	9	10
3.3.3	Aree con vegetazione rada	nc	nc	10	9	10
4.1.1	Paludi interne	nc	nc	10	9	10

Codice CORINE	Descrizione CORINE	ref1	ref2	ref3	ref4	Valore Naturalità Medio
4.2.1	Paludi salmastre	nc	nc	10	8	9
4.2.3	Zone intertidali	nc	nc	10	10	10
5.1.1	Corsi d'acqua	nc	nc	10	9	9
5.2.1	Lagune	nc	nc	10	9	10
5.2.3	Mare	nc	nc	10	10	10

Tabella 3 - Punteggi del livello di naturalità attribuiti ai biotopi CORINE (livello 4), del Delta Veneto in base alle seguenti fonti: (ref1) Pizzolotto & Brandmayr (1996); (ref2) Mancebo Quintana et al. (2007); (ref3) Ayad (2005); (ref4) punteggi attribuiti alle classi CORINE in base ai criteri definiti da Machado (2004). L'indice di naturalità medio è ottenuto dalla media dei valori ref1, ref2, ref3, ref4. Da notare l'assenza delle classe a naturalità "ALTA", dovuta ai valori molto elevati di alcune classi attribuiti in base alle fonti bibliografiche.

nc = non classificato

1.3.4 La Carta della Naturalità del Delta del Po su base CORINE LC

L'attribuzione di un valore di naturalità alle classi CORINE Land Cover (Tabella 3) identificate nell'area di studio porta alla realizzazione della carta della classe di Naturalità dell'area di studio (Figura 7).

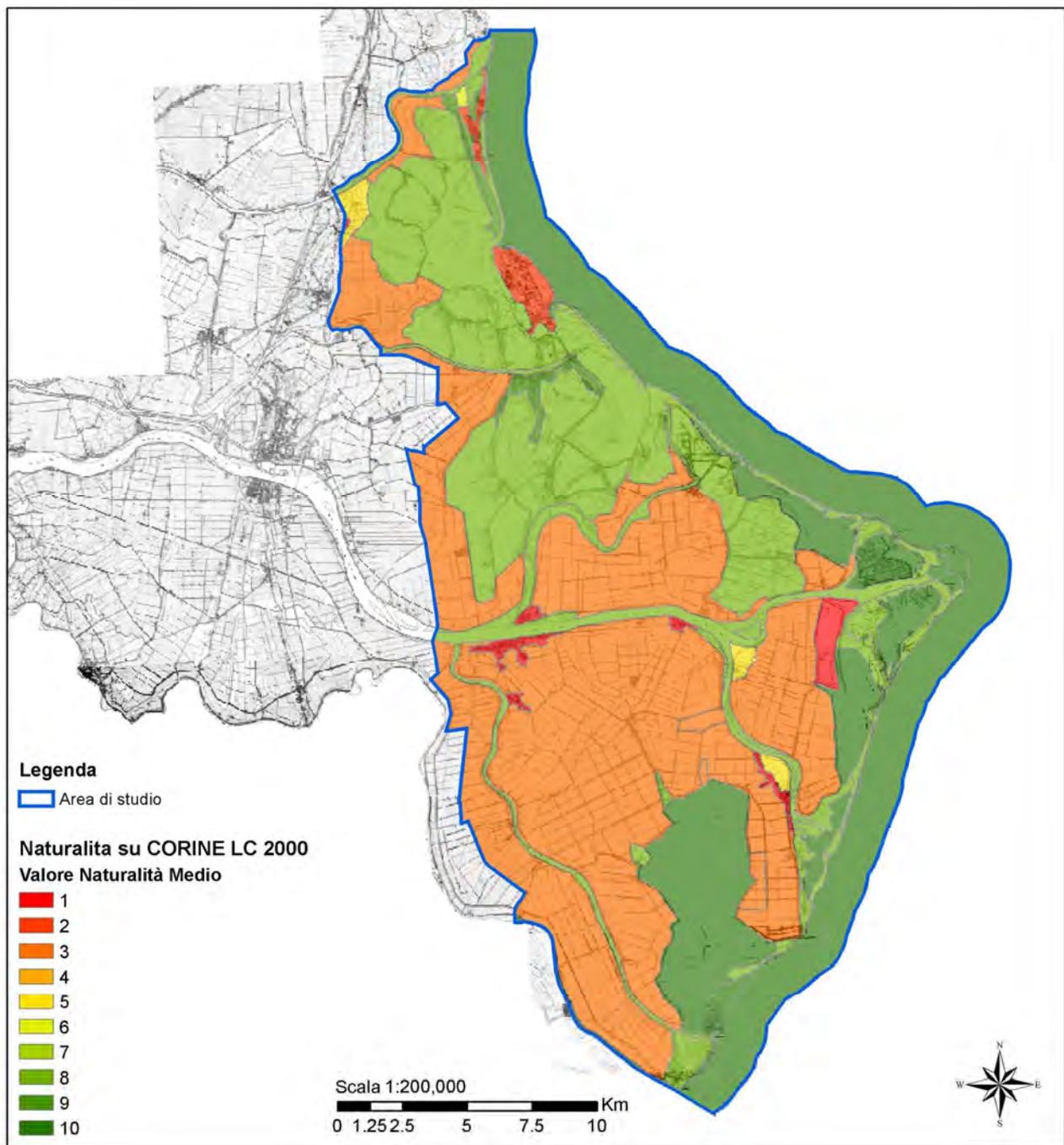


Figura 7 - Mappa del Valore di Naturalità Medio stimato su base dati CORINE LC 2000. Si notano i valori più elevati nelle aree legate agli ambiti acquatici, nelle zone di interfaccia col mare (scanni e barene), nelle valli e nei rami del Po e golene fluviali. I valori intermedi sono soprattutto nelle zone classificate come risaie I I valori bassi sono diffusi nelle aree agricole e nelle aree residenziali.

Il confronto tra i valori di copertura territoriale delle classi di naturalità (Figura 7) mette in evidenza l'esistenza di un netto livello di separazione tra gli ambienti urbano - agricoli, entrambi fortemente semplificati ed essenzialmente composti di seminativi intensivi, e gli ambienti lagunare - vallivo, con caratteristiche più naturali e interventi antropici meno rilevanti. Emergono come aree fortemente critiche l'area industriale della centrale di Porto Tolle e l'Isola di Albarella. Il basso

valore associato all'Isola di Albarella è dovuto alla sua classificazione come "area ricreativa o sportiva", quindi appartenente alla categoria degli ambiti ad elevata influenza antropica, caratterizzati da bassi valori. Nel resto del Delta le aree vallive, lagunari e la fascia di mare antistante portano valori estesamente molto elevati.

Il Valore di Naturalità Medio, variabile da un minimo di 1 a un massimo di 10, è stato raggruppato in 5 classi per ottenere un giudizio sullo stato di naturalità da associare a ogni classe CORINE LC 2000. Le classi sono state definite in questo modo:

- Naturalità MOLTO BASSA - valori di naturalità media 1-2
- Naturalità BASSA - valori di naturalità media 3-4
- Naturalità MEDIA - valori di naturalità media 5-6
- Naturalità ALTA - valori di naturalità media 7-8
- Naturalità MOLTO ALTA - valori di naturalità media 9-10

In Figura 8 sono riportati i valori di copertura areale per la varie classi di naturalità individuate, sia in termini assoluti che relativi all'interno dell'area di studio.

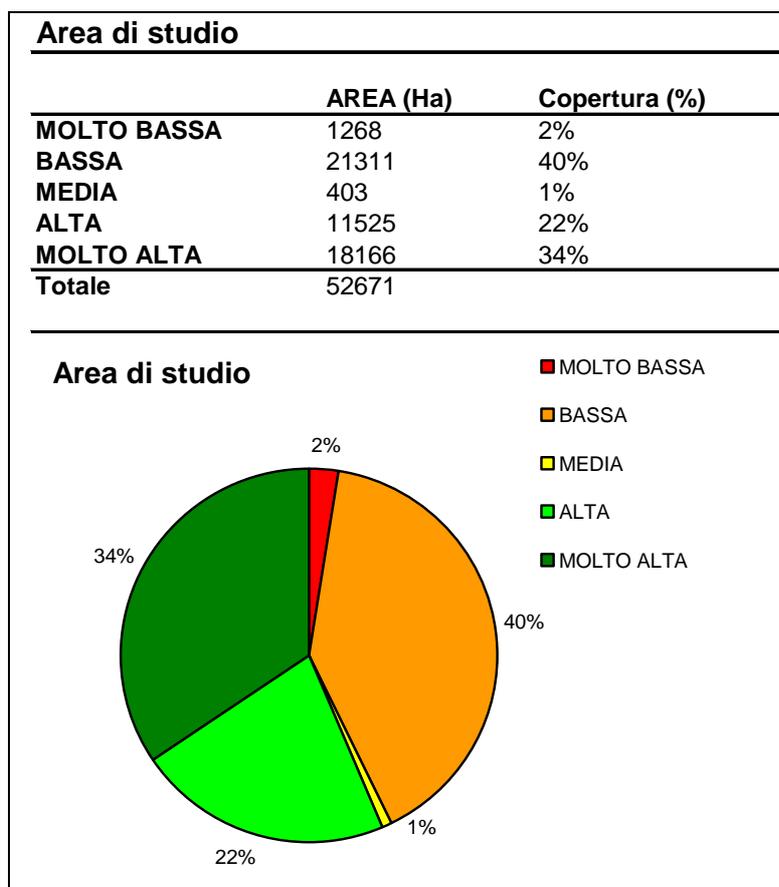


Figura 8 – Valori di copertura areale assoluti (in ettari) e relativi (copertura percentuale) delle classi di naturalità ricavate su classi CORINE LC 2000 nell'area di studio.

Risulta immediatamente l'elevata copertura di superficie delle classi "BASSA", "ALTA" e "MOLTO ALTA", mentre le classi "MOLTO BASSA" e "MEDIA" risultano poco rappresentate. Come evidenziato in Figura 7 e Figura 8 la maggior parte degli ambiti valutati a naturalità più elevata sono contenuti all'interno dell'area di studio.

1.4 Prima fase: Conclusioni

I risultati emersi evidenziano carenze nel metodo di attribuzione dei valori. L'applicazione *a priori* di un valore di naturalità a classi di uso del suolo permette un'applicazione rapida, pur se deficitaria di una adeguata conoscenza della realtà territoriale locale. Il metodo presenta aspetti critici in fase di attribuzione dei valori (Tabella 3), soprattutto per via di carenze di valutazione nelle classi corrispondenti agli ambienti costieri.

Valori di naturalità attribuiti a porzioni territoriali molto estese, quali quelle identificate dalle classi CORINE LC 2000, portano ad ampie approssimazioni nei risultati, accettabili solamente se l'analisi viene condotta su ampia scala (es. 1:250.000). Da questo punto di vista, risulta evidente come l'estensione delle classi CORINE LC 2000 non permetta di effettuare analisi di dettaglio. L'approccio seguito può risultare utile nella pianificazione a scala regionale, ma non porta contributi significativi alla definizione delle criticità ambientali legate alla presenza di habitat o specie protette. La tecnica delle scale cardinali è comunque una tecnica sufficientemente affidabile e di non eccessivo onere applicativo, utile per valutare progetti preliminari o dove vi sia il problema di confrontare rapidamente alternative di localizzazione.

Questa tecnica rivela però tutti i suoi limiti quando si passa a valutazioni più raffinate, quali quelle che devono accompagnare il progetto definitivo di un'opera: in questo caso ciò che si richiede è un vero e proprio indice del grado di naturalità, che non è altro che un modello matematico di una teoria della naturalità (Socco, 2008).

I risultati ottenuti durante la prima fase con l'approccio sopra descritto hanno evidenziato la necessità di:

- approfondire il livello di studio ad una scala di maggior dettaglio;
- realizzare un modello di valutazione con caratteristiche di maggiore scientificità e legame con la realtà territoriale;
- condurre verifiche in campo per testare e migliorare l'affidabilità del metodo.

Pertanto, nel corso della seconda fase dei lavori si è approfondita la scala di indagine con l'obiettivo di soddisfare queste esigenze.

Seconda fase

2 Lo studio pilota sull'Isola della Donzella

2.1 Obiettivi dello studio pilota

Scopo principale del lavoro condotto sull'area di studio pilota è la realizzazione e messa a punto dei metodi di valutazione territoriale da esportare nel resto dell'intera area di studio Delta del Po. Si è preferito concentrare in una zona più ristretta del Delta gli sforzi necessari per la raccolta e la interpretazione dei dati ambientali: la zona dell'Isola della Donzella e della Sacca di Scardovari è stata scelta per la presenza di una varietà di ambienti che risultano rappresentativi di molte altre aree del Delta. Nel corso di questa fase ci si è preoccupati di consolidare i seguenti metodi:

1. definizione area studio pilota;
2. rilevamento degli habitat da ortofoto e loro interpretazione;
3. acquisizione di dati pregressi sulla copertura del suolo e sulle tipologie di habitat Natura 2000;
4. analisi della letteratura scientifica disponibile sui sistema lagunare della Sacca di Scardovari;
5. consolidamento dei dati con uscite in campo da parte di esperti vegetazionisti e faunisti;
6. catalogazione degli habitat individuati mediante il sistema EUNIS;
7. individuazione delle principali forzanti abiotiche su cui sono modellate le comunità biotiche della Sacca (benthos, plancton, ittiofauna);
8. individuazione di macroaree della Sacca di Scardovari condizionate da diversi regimi delle forzanti di cui sopra;
9. ricerca delle corrispondenze tra i tre sistemi di classificazione utilizzati a livello europeo (EUNIS, Natura 2000 e CORINE LC) e realizzazione di una banca dati in cui gli habitat siano individuati in base all'unione delle corrispondenze dei tre sistemi principali;
10. realizzazione di una mappa scala 1:5.000 degli habitat EUNIS dell'Isola della Donzella;
11. messa a punto di un modello di valutazione del grado di naturalità degli habitat emersi che esprima il grado di naturalità, ovvero lo stato di conservazione delle funzionalità ecologiche degli stessi;
12. realizzazione di un modello preliminare di valutazione delle valenze ecologiche delle macroaree della Sacca di Scardovari.

La scansione dei metodi messi a punto in questa fase (cfr. diagramma Figura 9) costituisce la base per la realizzazione dello studio a livello di scala superiore, ovvero all'area di studio principale.

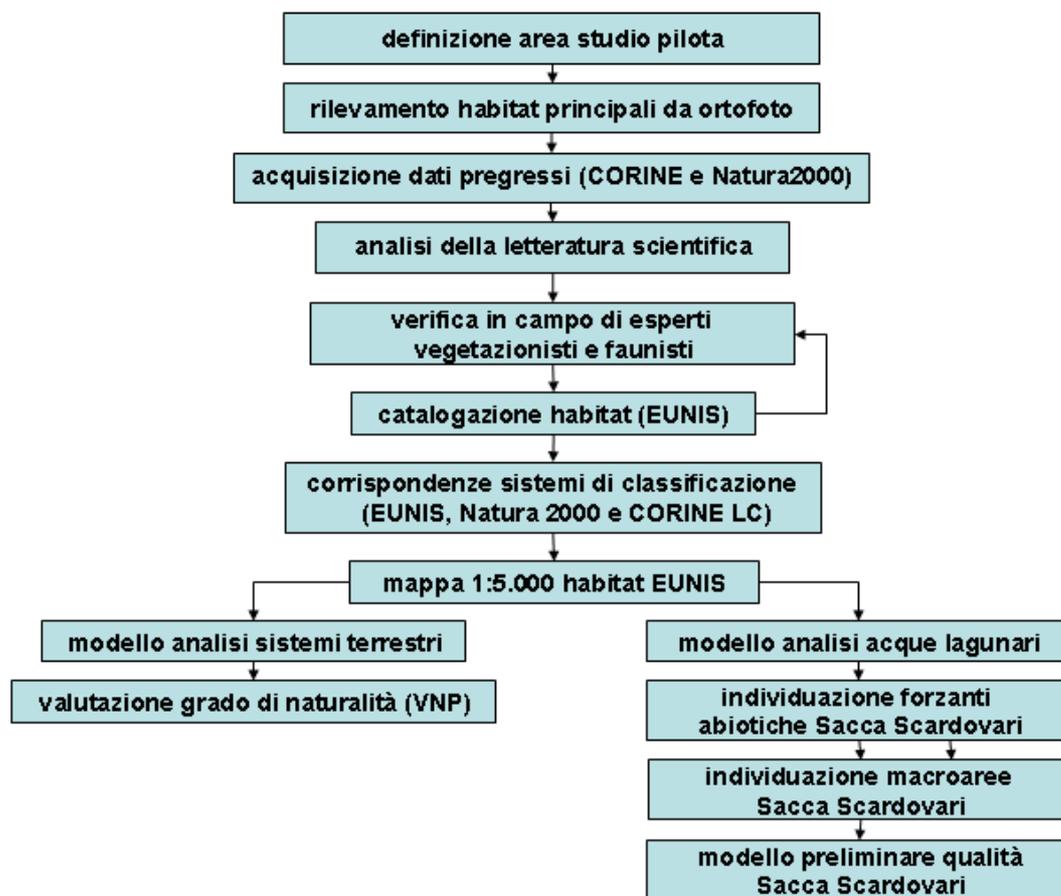


Figura 9 – Schema logico della procedura di analisi eseguita nell’area di studio pilota Isola della Donzella

2.2 Area dello studio: l’Isola della Donzella

L’area su cui è stata messa a punto la metodica di classificazione e valutazione degli habitat è quella compresa tra i corsi del Po di Gnocca ad Ovest, del Po di Venezia a Nord, del Po di Tolle ad Est e comprendente i rami fluviali, le golene, gli argini, l’intero territorio dell’isola della Donzella, gli argini della Sacca di Scardovari e tutti gli ambienti lagunari presenti all’interno della laguna fino alle bocche a mare e includendo un tratto di mare compreso tra la linea di costa e 1 miglio marino verso mare (Figura 10). Sono state comprese nell’area di studio alcuni ambienti a basso impatto antropico quali le aree di foce comprese tra il Po di Gnocca e il Po di Goro (i.e. Bonello Bacucco, oasi Gorino-Sullam e relativi scanni). Complessivamente l’area di studio pilota sopra definita copre una superficie di 15.857 ettari.

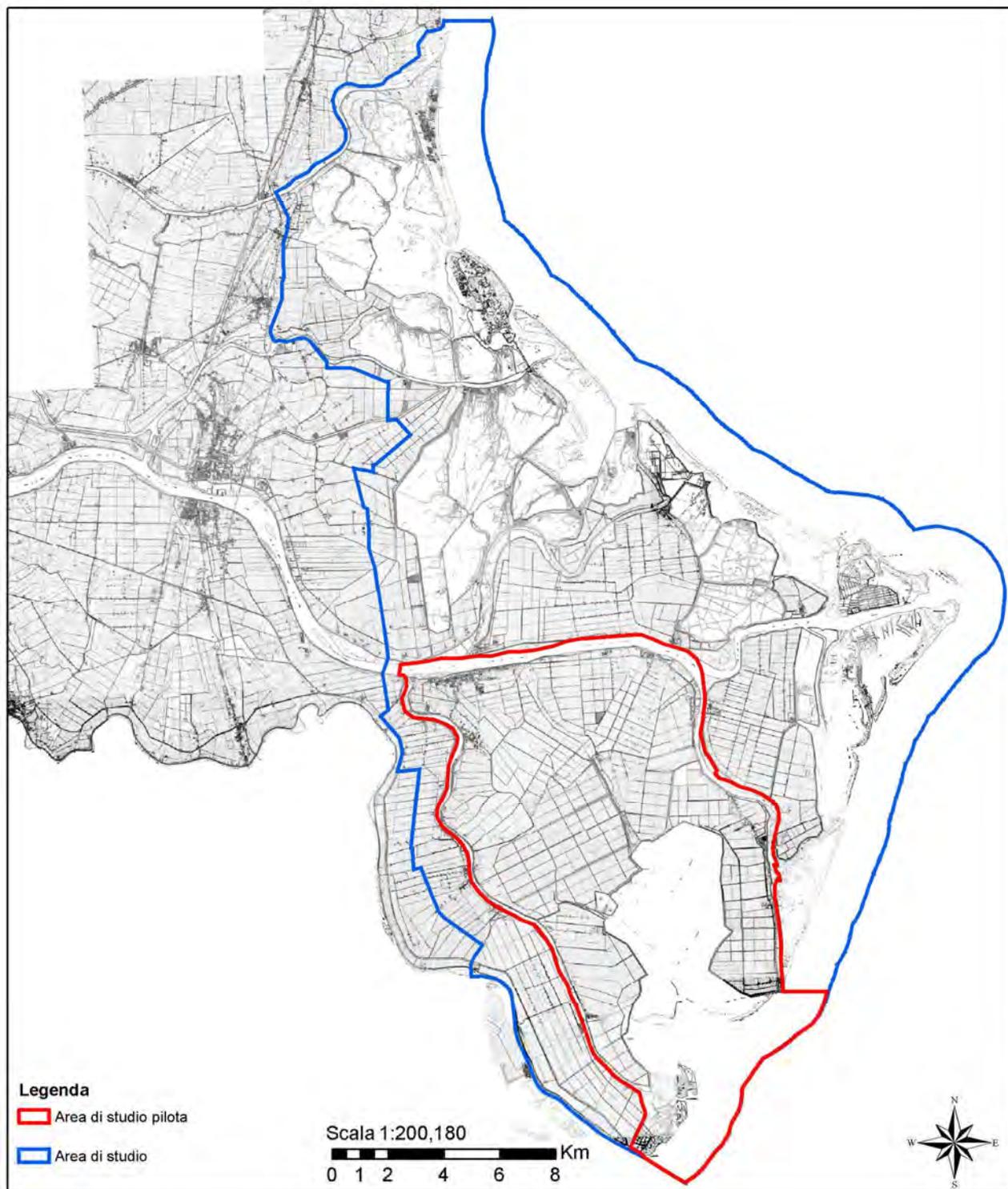


Figura 10 - Area di studio pilota (evidenziata in rosso) corrispondente all'Isola della Donzella

2.3 Le macroaree di indagine nell'area di studio pilota

In base alla definizione in macroaree proposta nel capitolo 1.1, l'area di studio pilota è risultata suddivisa in 18 macroaree di indagine (Figura 11). In questo settore del Delta i criteri per la delimitazione di tali macroaree hanno tenuto conto del grado di isolamento (es. scanno), della presenza di chiare strutture ecotonali che li caratterizzano (es. Biotopo Bonello) e delle dinamiche

ambientali cui sono sottoposte. Ad esempio, nel caso del Bonello Bacucco, esiste un gradiente naturale che porta dalla linea di battigia al retro scanno. La parte di scanno sabbioso (Scanno del Bacucco Nord) presenta una struttura influenzata da un complesso di fattori idrologici estremamente dinamici (flusso delle acque dolci della foce del Po, delle correnti marine e movimenti mareali) che ne determinano una rapida modificazione del profilo su una scala temporale anche di pochi mesi; dall'altro lato, l'ambiente palustre a canneto retrostante (Bonello Bacucco) è topograficamente più "stabile" e soggetto a modificazioni più lente, per cui si è deciso di considerare i due sistemi come appartenenti a due macroaree separate.

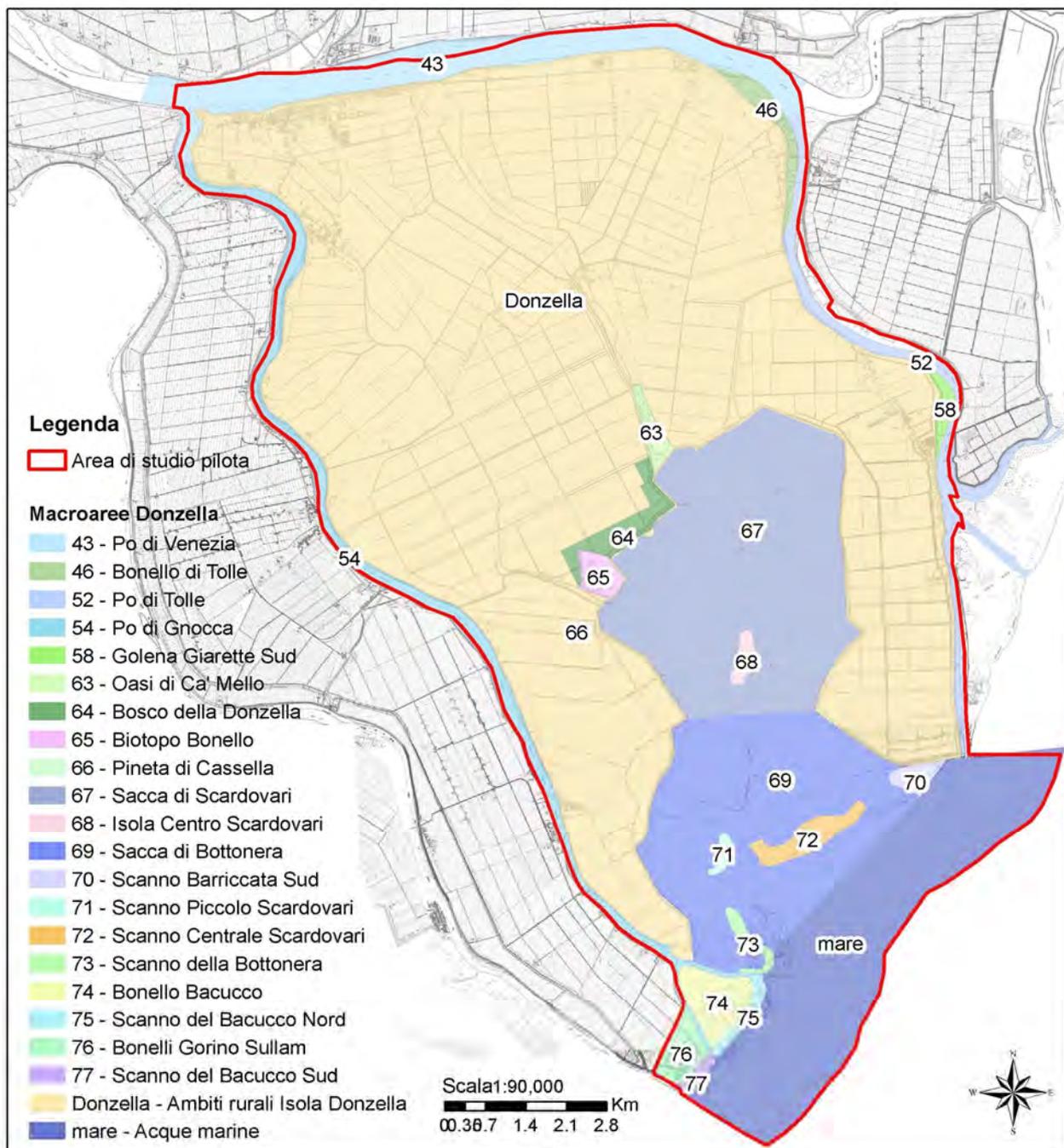


Figura 11 – Mappa delle macroaree di indagine nell’area di studio pilota (Isola della Donzella)

3 Metodiche di classificazione degli habitat

3.1 Sistemi di classificazione degli habitat

La base per una valutazione della qualità degli ambienti del delta parte necessariamente da una precisa definizione di quelle che possono essere considerate le unità ecosistemiche di indagine, ovvero gli habitat. In Appendice A sono elencati i principali sistemi di classificazione territoriale e ambientale riconosciuti a livello della Comunità Europea.

3.2 La classificazione degli habitat nel Delta del Po

Lo stato delle conoscenze attuali riguardo la presenza e la localizzazione degli habitat nel contesto del territorio del Delta è frammentaria e spesso è stata condotta a livello di macrosistemi (Gariboldi et al., 1997). Allo stato attuale, non è ancora stata intrapresa una catalogazione accurata e sistematica delle tipologie di uso suolo e della vegetazione. Il presente lavoro costituisce un contributo al consolidamento dello stato delle conoscenze sulla biodiversità e sullo stato della conservazione degli ecosistemi sull'intero Delta. Pertanto, si è provveduto a realizzare il rilievo e la catalogazione delle tipologie del suolo raccogliendo le informazioni secondo i tre maggiori sistemi di classificazione: CORINE Land Cover, Natura 2000 e EUNIS (per una esaustiva descrizione dei sistemi di classificazione vedi Appendice A). Ciò permette di unificare in una unica banca dati diversi livelli informativi, in modo da costituire una base di consultazione rapida. In questo modo per ogni punto del territorio sono ottenibili informazioni su:

- la forma principale di uso del suolo e le problematiche correlate, in base alle informazioni CORINE LC;
- l'eventuale presenza di habitat e/o specie di interesse comunitario e il livello di priorità per la conservazione, in base alla presenza di habitat Natura 2000;
- informazioni sulla tipologia dominante di vegetazione presente oppure sulle associazioni vegetazionali, oppure sulle principali comunità animali, in base alla classificazione con metodo EUNIS.

La catalogazione degli habitat mediante l'unione dei tre sistemi di classificazione è stata realizzata per garantire un processo di identificazione aderente a precise regole standardizzate che permettano revisioni accurate del metodo e successive implementazioni.

3.3 Definizioni dei termini utilizzati

Come evidenziato da Olenin & Ducrottoy (2006), il linguaggio della scienza è una entità vivente in cui il significato dei termini utilizzati cambia con il loro utilizzo. Nondimeno, come in tutte le

scienze, l'ecologia richiede precisione e la terminologia utilizzata necessita di supportare i concetti teorici. Purtroppo ciò non è accaduto negli ultimi 20 anni in cui alcuni termini come "habitat" sono stati utilizzati simultaneamente con diversi significati. Altri termini sono spesso stati utilizzati come sinonimi. Ad esempio, i concetti di 'biotopo' e 'habitat', termini nati in contesti diversi e con diverse accezioni, si sono evoluti in diverse direzioni intersecandosi e spesso confondendosi (Dauvin et al., 2008). Pertanto, in mancanza di definizioni precise ed unitarie è necessario definire i termini che verranno utilizzati nel contesto del seguente studio per evitare errate interpretazioni.

3.3.1 Definizione di Habitat

Attorno al concetto di habitat e alla sua prima formulazione proposta da Darwin (1859) – "lo spazio in cui una pianta o un animale vive" – esiste un'ampia letteratura che cerca di dare ulteriori approfondimenti e specifiche. La Direttiva Habitat 92/43/EEC fornisce le seguenti definizioni per gli habitat: *habitat naturali*: "aree terrestri o acquatiche distinte per caratteristiche geografiche, abiotiche e biotiche sia interamente naturali che semi-naturali"; *habitat di specie*: "ambiente definito da specifici fattori biotici e abiotici in cui una data specie vive in ogni stadio del suo ciclo vitale"

Un tentativo di dare una più precisa e organica definizione a questi termini, sia riguardo alla Direttiva Habitat che alla standardizzazione di tale Direttiva per tutta l'Europa, è stato proposto da Davies & Moss (1999) nella classificazione EUNIS che assimila, tra gli altri, i concetti proposti dal gruppo di lavoro ICES (2001) che si occupa della classificazione e mappatura degli habitat marini. Su tali concetti, la classificazione EUNIS propone una definizione che risulta tra le più utili per localizzare un habitat, dato che include fattori biotici e abiotici su varie scale. Per questi motivi nel contesto del presente lavoro si fa riferimento alla seguente definizione di habitat:

Definizione di Habitat: "un gruppo di piante e/o comunità di animali (fattori biotici) che operano insieme a una determinata scala che, insieme ai fattori abiotici (e.g suolo, clima, disponibilità di acqua e sua qualità) caratterizza uno specifico ambiente" (EUNIS, 2002)

Gli habitat sono necessariamente definiti entro una ben definita scala spaziale. Alcuni habitat EUNIS come "funghi e licheni della tundra" o "fanghi dei mari profondi" possono essere di vasta estensione. Altri possono essere rientranze delle rocce o sorgenti, che sono di estensione molto più limitata se non tendenti al puntiforme. Tutti gli habitat EUNIS individuati in questo studio occupano una superficie di almeno 20 m². Non è definito un limite superiore alla scala spaziale. Gli habitat possono essere raggruppati in "complessi di habitat" che sono combinazioni ricorrenti frequentemente o mosaici di tipologie di habitat individuali che occupano almeno 10 ha e che

possono essere inter-dipendenti. In questo senso un buon esempio è rappresentato dagli estuari (codice EUNIS X01, rappresentati nel presente studio dai rami del Po), aree in cui coesistono acque dolci, acque di marea e altri habitat non cartografabili. Conformemente a Davies & Moss (1999) la scala proposta per definire un habitat è quella a cui sono percepibili modifiche della struttura dell' ambiente a piccoli vertebrati e grandi invertebrati ed è comparabile a quella utilizzata per la classificazione della comunità nella fitosociologia tradizionale.

Quindi, in base a questa definizione, le macroaree definite in Tabella 1 sono complessi di habitat.

3.3.2 Le unità territoriali

Una volta definita l'unità ecologica del presente studio, ovvero l'habitat, si ha a disposizione uno strumento per localizzare associazioni di piante e/o comunità di animali che si possono ripetere nello spazio. Esistono diverse **tipologie di habitat**, definite dalle caratteristiche vegetazionali (es. canneti a Phragmites) o del substrato (es. comunità delle sabbie intertidali) oppure da una combinazione di entrambe. Ciascuna di queste tipologie di habitat occupa uno spazio definito sul territorio e perciò cartografabile. Lo spazio fisico sul territorio occupato da una tipologia di habitat viene definito **unità territoriale**. Ovviamente, l'unità territoriale deve essere definita entro una scala d'indagine che sia adeguata a rappresentare unità territoriali omogenee in base alla definizione di habitat adottata. La scala adottata in questo studio è la scala 1:5.000.

Pertanto, la definizione dell'unità territoriale è la seguente:

unità territoriale: "ambito territoriale caratterizzato da una tipologia di habitat omogeneo e riconoscibile al livello spaziale di indagine di scala 1:5.000"

In base alla scala scelta le unità territoriali rilevabili sono porzioni di territorio con area superiore o uguale a 20 m². Lo studio della composizione e dell'arrangiamento spaziale di queste caratteristiche permette di individuare elementi del mosaico del territorio distinguibili da quelli circostanti, per cui ciascun elemento caratteristico è percepito, identificato, cartografato e studiato come un insieme intero (Figura 12). In questo modo si è potuto definire le unità territoriali di riferimento, ciascuna delle quali, come vedremo meglio in seguito, è caratterizzata esaurientemente dalle seguenti due proprietà:

- 1) proprietà tipologica: l'unità presenta una struttura omogenea dal punto di vista delle proprietà fisiche e delle comunità vegetale e animali residenti (tipologia di habitat);
- 2) proprietà topologica: l'unità possiede una precisa e univoca connotazione geografica (margini e una superficie) in relazione al contesto in cui è collocata.

TIPOLOGIE DI HABITAT

 A2.522 - Vegetazione pioniera a Salicornia

 B1.31 - Dune mobili embrionali

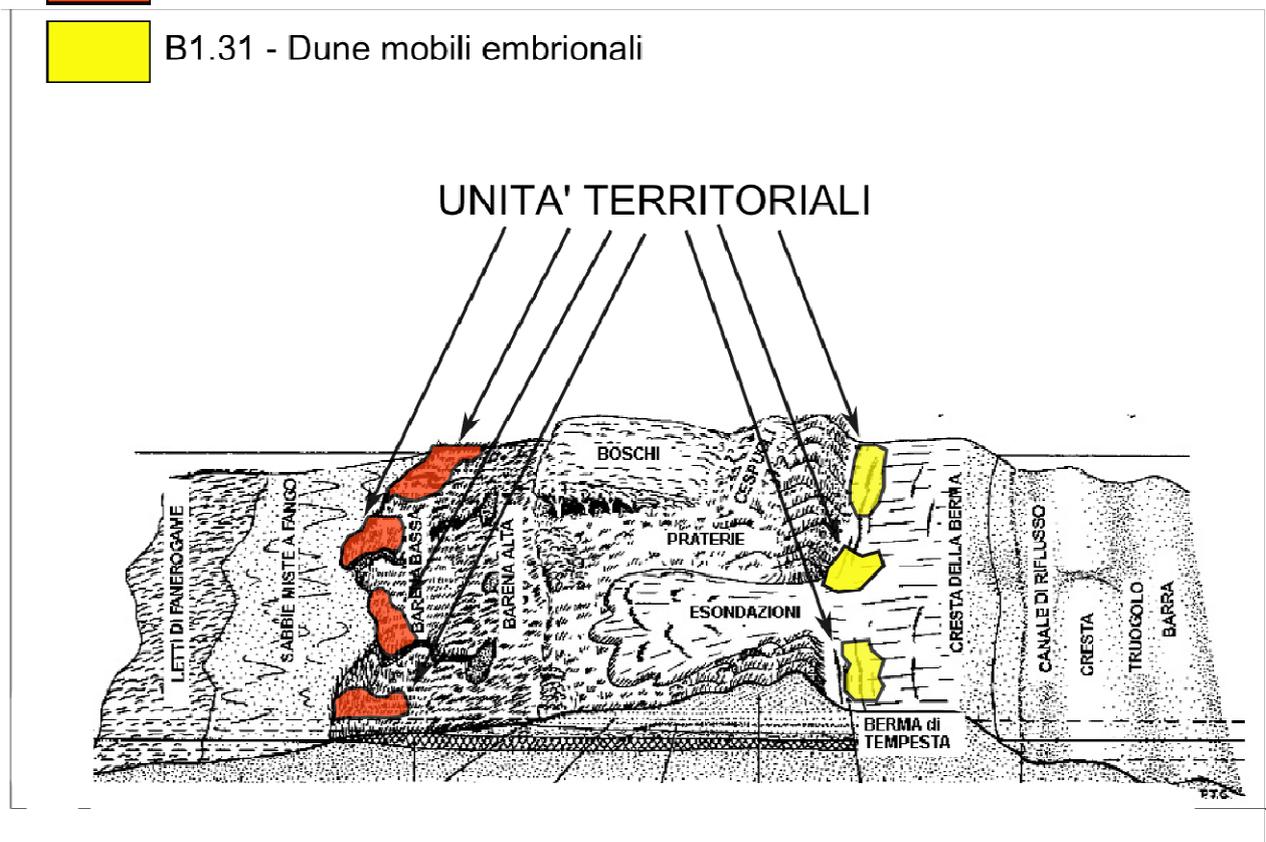


Figura 12 – Schema esplicativo dei concetti di tipologia di habitat e di unità territoriale: l’habitat è definito dalle caratteristiche delle componenti vegetazionali o abiotiche, mentre l’unità territoriale è la porzione di territorio occupata da una tipologia di habitat. Nell’ambito rappresentato in figura, a 2 tipologie di habitat corrispondono 7 unità territoriali (4 per l’habitat a Salicornia e 3 per l’habitat delle dune mobili embrionali)

La prima proprietà è definita dalla composizione e dal pattern dei fattori biotici e abiotici, la seconda dalla univoca collocazione spaziale e geografica della porzione di territorio cartografata. Tale suddivisione delle proprietà del territorio viene utilizzata per l’applicazione dell’algoritmo di calcolo per la stima del Valore di Naturalità Potenziale.

3.4 La procedura di classificazione degli habitat

Gli habitat identificati all’interno dell’area di studio pilota sono stati classificati e catalogati sovrapponendo i sistemi EUNIS, CORINE LC e Natura2000.

Inoltre, per assicurare una più precisa identificazione delle caratteristiche delle unità territoriali, le corrispondenze dei codici EUNIS con i codici CORINE Land Cover liv.4 (Capitolo 0) e i codici dei sistemi Natura 2000 (Capitolo 0) sono state verificate utilizzando il database online <http://eunis.eea.europa.eu>. Il Database EUNIS fornisce, tra altre opzioni, uno strumento per la

verifica delle corrispondenze tra diversi sistemi di classificazione; ciò ha permesso, caso per caso, di identificare le combinazioni di codici che meglio si adattavano a descrivere l'associazione vegetazionale presente o la tipologia di substrato o le condizioni ambientali presenti in una porzione di territorio.

Utilizzando le definizioni fornite dal sistema EUNIS e le linee guida per l'identificazione degli habitat, mediante un sistema GIS sono state classificate e digitalizzate tutte le unità territoriali presenti nel territorio dell'isola della Donzella.

3.4.1 Acquisizione base cartografica (Carta Tecnica Regionale scala 1:5.000)

La base cartografica utilizzata per la costruzione del reticolo di calcolo è rappresentata dalla Carta Tecnica Regionale. La CTR, pur essendo in alcune sue parti, nonostante gli aggiornamenti effettuati, poco aderente all'attuale morfologia dei luoghi, a causa delle notevoli modificazioni intervenute negli anni più recenti, fornisce nella sua versione numerica una base di lavoro indispensabile. Il sistema cartografico di riferimento adottato è il sistema Gauss Boaga fuso Ovest.

3.4.2 Acquisizione ortofoto georeferenziate

Le ortofotocarte, che rappresentano la foto aerea digitale georeferenziata relativa ad un volo del 2003, si integrano perfettamente con tale cartografia e forniscono un'immagine molto accurata ed aggiornata del territorio che completa le informazioni desumibili dalla CTR. Il processo di classificazione è stato effettuato mediante l'ausilio delle seguenti ortofoto georeferenziate:

- Ortofoto IT2003 (risoluzione 1 m)
- Ortofoto Agea 2006 (risoluzione 1 m)
- Volo CDBPA 10/082008 (solo Sacca Scardovari; risoluzione 2 m)
- Volo CDBPA 10/082008 (solo Sacca Scardovari; risoluzione 2 m)

3.4.3 Acquisizione dati CORINE Land Cover

Si è provveduto ad una riclassificazione su scala 1:5.000 delle classi CORINE LC utilizzando come base di partenza le informazioni derivate dalla carta dell'uso del suolo CORINE LC (Figura 6).

3.4.4 Acquisizione mappe e codici Natura 2000

Nel corso del 2008 all'interno dei Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e delle Zone a Protezione Speciale (ZPS) presenti nell'intero delta del Po sono stati censiti e mappati gli Habitat Natura

2000. Il censimento di tali habitat è stato eseguito nel corso del 2007-2008 da un gruppo di esperti incaricati dal Parco Regionale del Delta del Po Veneto e dalla Regione Veneto.

I layer relativi ai siti Natura 2000 sono disponibili sul sito della Regione Veneto <http://www.regione.veneto.it/Ambiente+e+Territorio/Territorio/Reti+Ecologiche+e+Biodiversit%C3%A0/Cartografia/Habitat.htm> (Figura 13).

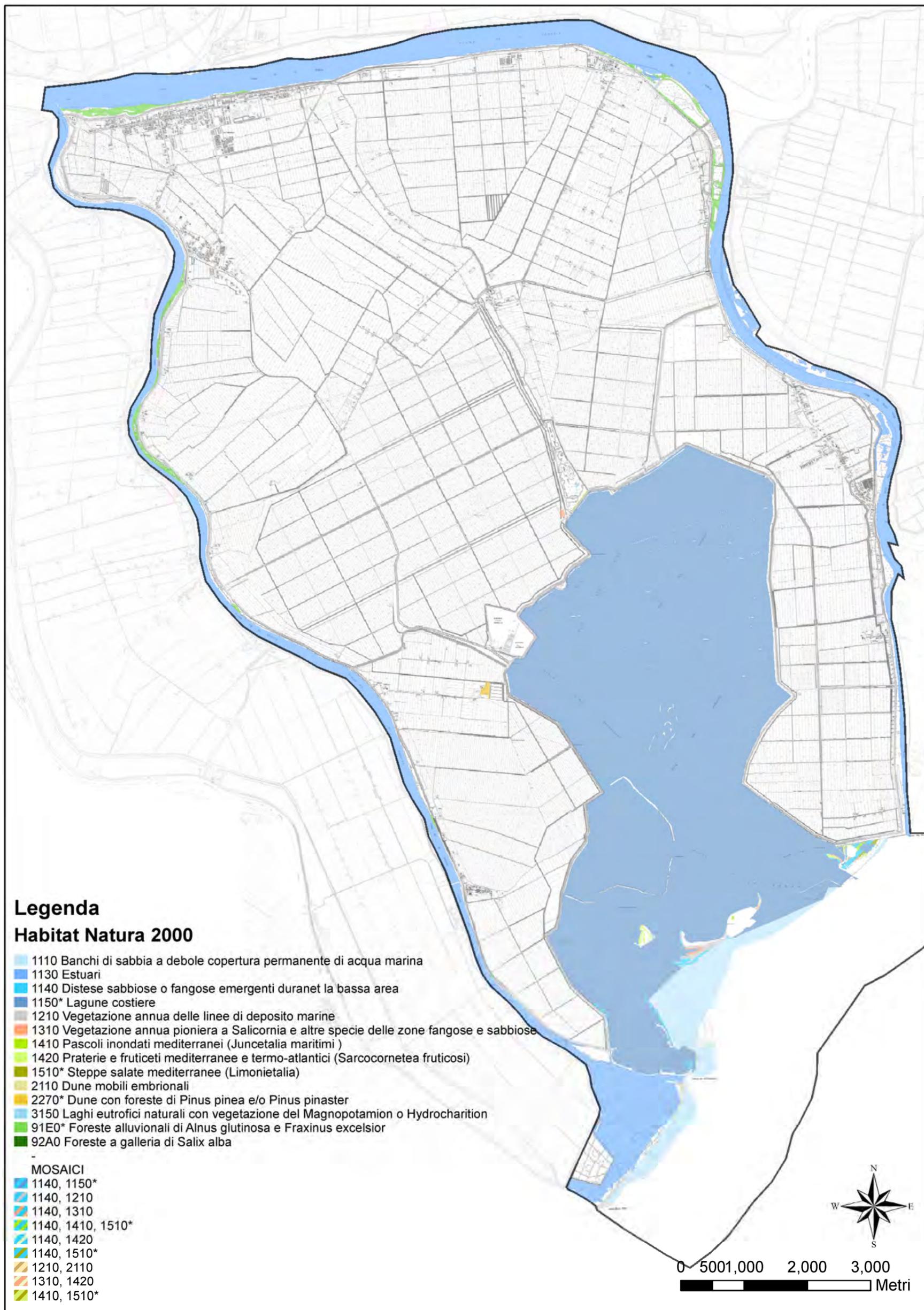


Figura 13 - Mappa degli habitat Natura 2000 per l'Isola della Donzella fornita da Regione Veneto e Parco del Delta del Po Veneto. Da notare che la classificazione degli habitat non si estende a tutta l'area di studio ma rimane limitata alle aree identificate come SIC e/o ZPS individuati in Figura 3

3.4.5 Applicazione classificazione EUNIS

I codici EUNIS utilizzati per la classificazione in questo studio sono relativi alla revisione più recente dei codici (2006/11). Per un'analisi delle corrispondenze con le versioni precedenti, in particolare con la EUNIS Habitat Classification 2002/02 (APAT, 2004), fare riferimento alla Tabella 57 in Appendice A.

La carta degli habitat Natura 2000 (Figura 13) e i relativi codici sono stati utilizzati in sovrapposizione alle ortofoto digitali come base di analisi preliminare.

Per applicare le classi EUNIS al territorio in analisi si è operato come segue:

- acquisizione nel GIS della ortofoto georeferenziata ottenuta dal volo CDBPA del 10/08/2008;
- sovrapposizione GIS del layer della mappa habitat CORINE LC;
- sovrapposizione GIS del layer della mappa habitat Natura 2000;
- analisi combinata dei vari livelli per individuare le intersezioni con i sistemi di codifica già esistenti e per introdurre i codici EUNIS corrispondenti.

3.4.6 Analisi corrispondenze codici EUNIS - CORINE LC

All'interno delle unità territoriali evidenziate come habitat CORINE LC e non coperte da habitat Natura 2000 (es. le aree agricole e urbane dell'Isola della Donzella) si è eseguita analisi digitometrica di ortofoto eseguita a **scala 1:5.000**. È stato effettuato il riconoscimento visivo delle unità territoriali individuate in base alla omogenea copertura di una determinata tipologia di suolo o di vegetazione. Contestualmente si è provveduto alla loro georeferenziazione e digitalizzazione su supporto GIS in formato shapefile. Ogni unità territoriale, in base alla copertura vegetazionale, della tipologia di uso del suolo o alla presenza di corpi idrici, è stata codificata secondo le classificazioni EUNIS e CORINE LC al massimo livello di dettaglio praticabile. Per i codici EUNIS e i criteri di codifica si è fatto riferimento al database online disponibile in rete (sito web <http://eunis.eea.europa.eu>). La codifica utilizzata è relativa al Contestualmente si è eseguita la revisione della tipologia di utilizzo del suolo e, ove necessario, nuovamente classificata utilizzando il manuale di classificazione CORINE (CORINE, 2000) fino a realizzare una mappa di uso del suolo CORINE LC di maggior dettaglio, con approfondimento in alcuni ambiti di particolare interesse fino al livello 4. La legenda descrittiva delle classi CORINE LC è stata ottenuta dal documento di applicazione del CORINE LC al territorio italiano (APAT, 2005).

3.4.7 Analisi corrispondenze codici EUNIS - Natura2000

All'interno delle aree evidenziate come habitat Natura 2000 si sono assimilati i codici Natura 2000 e ricercati i corrispondenti codici EUNIS. E' stato effettuato il riconoscimento visivo delle unità territoriali individuate in base alla omogenea copertura di una determinata tipologia di suolo o di vegetazione. Contestualmente si è provveduto alla georeferenziazione e digitalizzazione su supporto GIS in formato shapefile. In ogni unità territoriale sono stati assimilati i codici Natura 2000 e, in base alla copertura vegetazionale, della tipologia di uso del suolo o alla presenza di corpi idrici, è stata codificata secondo le classificazioni EUNIS e CORINE LC al massimo livello di dettaglio praticabile. Contestualmente, sono stati ricercati ulteriori dettagli da evidenziare e si sono individuati punti di interesse da approfondire con sopralluoghi in campo.

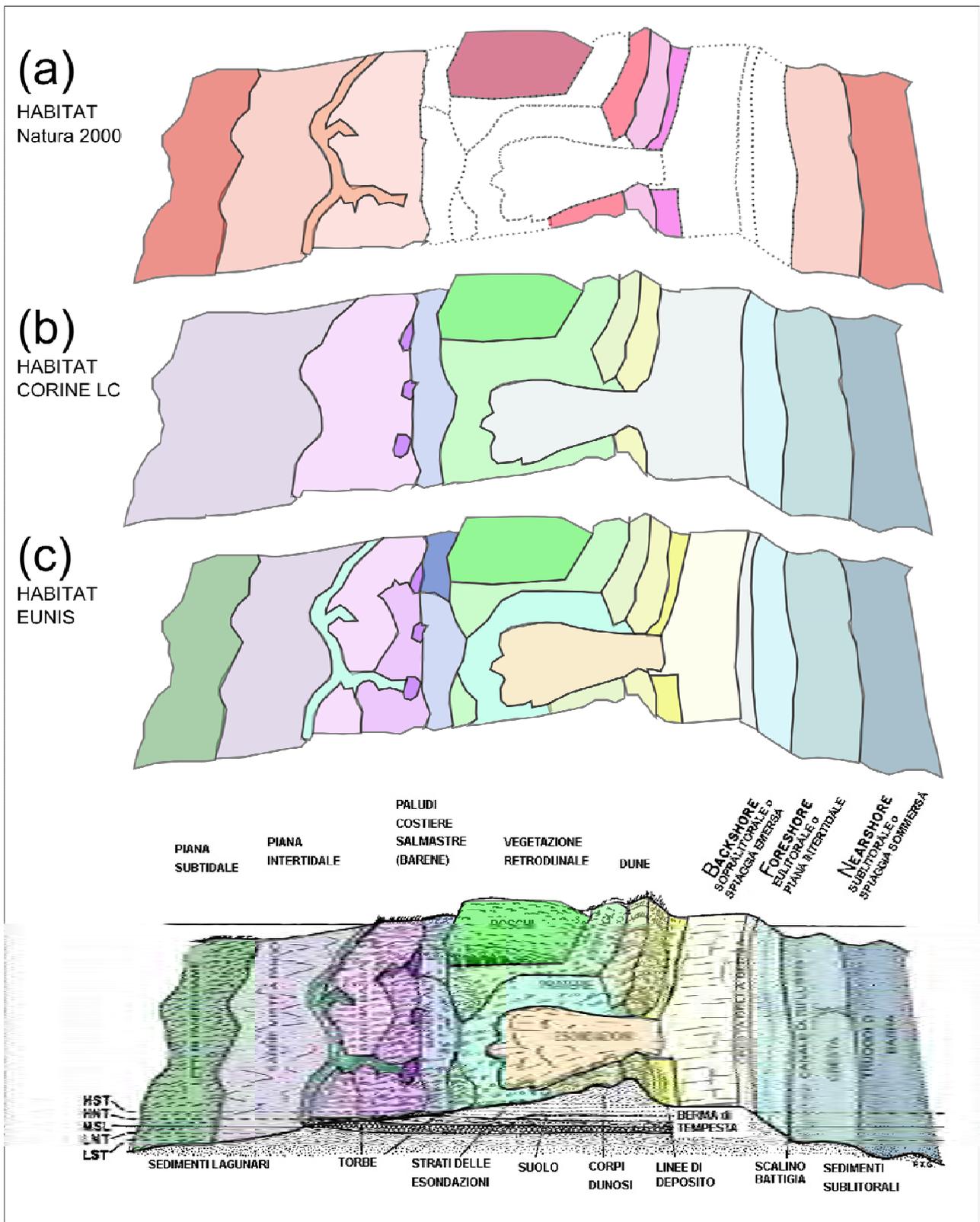


Figura 14 - Esempio esplicativo della individuazione degli habitat sul profilo di uno scanno classificati secondo i criteri (a) Natura 2000, (b) CORINE LC e (c) EUNIS. Si noti come il maggior dettaglio raggiunto dalle tipologie EUNIS porti a identificare un maggior numero di tipologie di habitat e, di conseguenza, a un maggior frazionamento del territorio in unità territoriali

3.4.8 Sopralluoghi a supporto dell'analisi territoriale

Per verificare l'attendibilità delle informazioni ottenute dalla fotointerpretazione e per completare le carenze informative sulle tipologie di habitat presenti nelle zone soggette a maggiore dinamismo naturale (es. scanni), nel corso dell'estate-autunno 2008 si sono effettuati una serie di sopralluoghi in campo da parte di esperti vegetazionisti e faunisti. Il risultato dei sopralluoghi è stata la verifica, il consolidamento e la revisione delle informazioni già presenti. Inoltre, i sopralluoghi sono stati pianificati nelle porzioni territoriali in cui gli habitat individuati da ortofoto presentavano problemi di classificazione. I rilievi hanno permesso l'identificazione di tipologie di habitat non identificabili da ortofoto. Durante i rilievi in campo è emersa spesso l'esistenza di sovrapposizioni o intersezioni di diverse tipologie di vegetazione o di utilizzo del suolo. In questi casi sono stati forniti due o più codici EUNIS per render conto della complessa natura a mosaico di questi habitat.

3.4.9 Difficoltà emerse durante l'analisi territoriale

Durante il lavoro di classificazione degli habitat sono state assimilate le informazioni della localizzazione degli habitat Natura 2000 e sono state confrontate con i rilievi eseguiti per la classificazione EUNIS. Sebbene sia stata riscontrata una stretta corrispondenza nelle associazioni vegetazionali che caratterizzano le tipologie di habitat identificati, in corso d'opera si sono incontrate alcune discrepanze di georeferenziazione degli elementi evidenziati sulle carte vegetazionali che caratterizzano gli habitat. Ciò si verifica soprattutto:

1. in corrispondenza delle aste fluviali, dove il livello di portata del fiume Po modifica nel corso dei mesi la topografia degli elementi rilevabili;
2. in corrispondenza dello scanno sulla bocca a mare della Sacca di Scardovari, dove la morfodinamica costiera è soggetta a una altissima variabilità spaziale imposta dall'idrodinamismo;
3. in corrispondenza delle linee di riva, dove, a seconda del momento della marea, la linea della battigia può risultare spostata sull'ortofoto di diversi metri.

In tali ambiti non è stato possibile integrare le informazioni in maniera completamente sovrapponibile. Probabilmente alla base del problema risiede il fatto che in ambiti a forte dinamismo la cartografia risulta suscettibile dell'istante in cui viene eseguito il rilievo (Figura 15).



Figura 15 - A sinistra una sequenza delle modifiche della forma dello scanno di Scardovari in due momenti del 2008; a) febbraio 2008; b) agosto 2008. A destra si nota come gli habitat Natura 2000 (c) riflettano una non perfetta sovrapposizione delle unità territoriali con gli elementi rilevati al suolo: probabilmente ciò dipende da sopralluoghi effettuati dal personale del Parco in momenti antecedenti al momento in cui è stata scattata l'ortofoto. Gli habitat codificati secondo il sistema EUNIS in questo studio (d) sono stati confrontati con le ortofoto più recenti (agosto 2008) e la sovrapposizione risulta più precisa.

In secondo luogo è da sottolineare come non esista una precisa corrispondenza tra habitat Natura 2000 e habitat EUNIS, come già discusso nel capitolo 3.3.1. Spesso i codici Natura 2000 sotto la dicitura "habitat" raggruppano in realtà complessi di habitat molto eterogenei. Ad esempio il codice Natura 2000 "1150 – *Lagune costiere*", raduna in sé ben 27 tipologie di habitat distinti secondo la classificazione. Ciò ha portato all'identificazione di più habitat EUNIS all'interno di classi uniche Natura 2000 (Tabella 4).

Cod. EUNIS	Cod. Natura 2000	DESCRIZIONE
A2.324	1150(*)	Stagni salmastri lagunari
A5.21	1150(*)	Sabbie e sabbie fangose sublitorali in ambiente lagunare
A5.31	1150(*)	Fanghi e fanghi sabbiosi sublitorali in ambiente lagunare

Tabella 4 – Esempio di suddivisione di una unica classe Natura 2000 in tre classi EUNIS

Oltre a ciò gli habitat Natura 2000, in virtù della compenetrazione e della intersezione delle tipologie vegetazionali presenti sul suolo, spesso non cartografabili alla scala 1:5.000, possono essere espressi come mosaico di differenti unità di habitat in cui coesistono diverse tipologie di suolo e di associazioni vegetazionali (Tabella 5).

Cod. EUNIS	DESCRIZIONE
C3.2111, F3.1	Letti a Phragmites misti a cespuglieti decidui delle aree temperate
F3.1, G1.3	Cespuglieti decidui delle aree temperate misti a boschi igrofilii
J3.3, B1.21	Sabbie di residui di scavo non vegetate
J5.32, A1.49	Allevamento mitili
E6.112, A2.522, A2.2	Steppe salate (Limonietalia) in associazione a Juncus emegenti in bassa marea
A2.526, A2.2	Praterie e fruticeti mediterranei su sedimenti emegenti in bassa marea
E6.112, A2.2	Steppe salate mediterranee (Limonietalia) su sedimenti emegenti in bassa marea
A2.522, C3.2112	Stagni mediterranei salmastri a Juncus maritimus e Phragmites

Tabella 5 – Esempio di mosaici di habitat rilevati nell’area di studio e classificati mediante la combinazione di più codici EUNIS

3.5 Gli habitat dell’Isola della Donzella

Il processo di identificazione degli habitat ha portato alla realizzazione di una banca dati in formato database “.dbf” in cui sono state raggruppate le tipologie di habitat individuate nell’area di studio pilota, per ciascuna della quale sono espressi i codici delle classificazioni CORINE LC, Natura 2000 ed EUNIS (Tabella 6). Complessivamente si sono ottenute **71 tipologie di habitat** che rappresentano la copertura dell’intero territorio dell’Isola della Donzella (inclusi gli habitat acquatici). Ogni tipologia di habitat è definita da:

- Codice EUNIS (singolo oppure multiplo in presenza di mosaici)
- Codice Natura 2000 (singolo oppure multiplo in presenza di mosaici)
- Codice CORINE LC a seconda della tipologia di uso suolo prevalente
- Descrizione sintetica della tipologia di habitat

ID HABITAT	Cod. EUNIS	Cod. Natura 2000	Cod. CORINE LC	DESCRIZIONE
1	A2.2	1140	423	Sedimenti sabbiosi marini (sabbia > 75%) emergenti durante la bassa marea
2	A2.2, B1.1	1140, 1210	423	Vegetazione annua delle distese fangose o sabbiose intertidali
3	A2.324	-	421	Stagni salmastri
4	A2.52	-	421	Fasce superiori degli stagni salmastri a Spartina, Agropyron, Phragmites, Juncus
5	A2.522	1410	421	Stagni mediterranei salmastri a Juncus (Juncetalia maritimi)
6	A2.522, C3.2111	1410	421	Stagni mediterranei salmastri a Juncus con Phragmites
7	A2.526	1420	421	Praterie e fruticeti mediterranei (Sarcocornetea fruticosi)
8	A2.526, A2.5513	1310, 1420	421	Praterie e fruticeti mediterranei con vegetazione pioniera a Salicornia
9	A2.53C	-	4212	Letti salmastri estuarini a Phragmites
10	A2.55, I1.1	1310	212	Comunita' pioniera a Salicornia in campi agricoli
11	A2.5513	1310	421	Vegetazione annua pioniera a Salicornia e specie delle zone

ID HABITAT	Cod. EUNIS	Cod. Natura 2000	Cod. CORINE LC	DESCRIZIONE
				fangose e sabbiose
12	A2.552	-	421	Comunita' pioniere alo-nitrofile
13	A5.2	-	523	Sabbie sublitorali (mare)
14	B1.1	1210	3311	Vegetazione annua delle linee di deposito marine
15	B1.1, B1.31	1210, 2110	3311	Vegetazione delle linee di deposito marine e delle dune mobili embrionali
16	B1.2	-	331	Spiagge sabbiose sopra la linea di battigia
17	B1.21	-	3311	Sabbie non vegetate sopra la linea di battigia
18	B1.24	-	3312	Margini delle spiagge sabbiose scarsamente vegetate
19	B1.31	2110	331	Dune mobili embrionali
20	B1.4	-	3313	Vegetazione erbacea delle dune costiere
21	B1.4, F3.1	-	3313	Vegetazione erbacea delle dune costiere mista a cespuglieti decidui
22	B1.7	2270(*)	3121	Dune con foreste di Pinus pinea e Pinus pinaster
23	C1.3	-	512	Laghi e stagni eutrofici permanenti
24	C1.3, C3.2111	-	512	Laghi e stagni eutrofici permanenti con vegetazione a Phragmites
25	C1.5	-	512	Laghi e stagni salmastri permanenti
26	C3.2111	-	4111	Letti di acqua dolce a Phragmites
27	C3.2111, F3.1	-	4111	Letti a Phragmites misti a cespuglieti decidui delle aree temperate
28	D5.11	-	4212	Letti asciutti di Phragmites
29	E2.22	-	321	Prati da sfalcio
30	E2.6	-	142	Tappeti erbosi di prati, giardini, parchi, aree sportive
31	E5.1	-	321	Comunita' di erbe nitrofile antropogeniche
32	E5.43	-	321	Comunita' di erbe delle frange umide arborate
33	F3.1	-	322	Cespuglieti decidui delle aree temperate
34	F3.1, G1.3	-	322	Cespuglieti decidui delle aree temperate misti a boschi igrofili
35	F9.313	-	322	Vegetazione arbustiva a Tamarix
36	F9.35	-	322	Cespuglieti ripariali di piante invasive (Amorpha fruticosa)
37	G1.224, G1.112, G1.31	91E0(*), 92A0	3116	Boschi fluviali del Po a Quercus, Fraxinus, Alnus, Salix e Populus
38	G1.3	-	3116	Boschi igrofili mediterranei
39	G1.A	-	311	Boschi meso-eutrofici a Quercus, Carpinus, Fraxinus, Acer, Ulmus
40	G1.C	-	311	Rimboschimenti
41	G1.C1	-	2241	Piantagioni di Populus
42	G1.D4	-	222	Coltivazioni di piante da frutto
43	G5.1	-	324	Filari di alberi lungo le strade
44	G5.2	-	324	Alberature artificiali poco estese di latifoglie
45	H5.61	-	122	Strade sterrate

ID HABITAT	Cod. EUNIS	Cod. Natura 2000	Cod. CORINE LC	DESCRIZIONE
46	I1.1	-	212	Seminativi intensivi
47	I1.2	-	212	Coltivazioni miste florovivaistiche e orticole
48	I1.4	-	213	Coltivazioni inondate, risaie
49	I1.5	-	321	Coltivazioni abbandonate e terreni smossi
50	I2.23	-	141	Aree verdi urbane
51	J1.2	-	111	Centri abitati
52	J1.4	-	121	Aree industriali
53	J2.1	-	112	Aree residenziali a tessuto discontinuo
54	J2.4	-	112	Edifici rurali
55	J2.53	-	1225	Opere antropiche, dighe
56	J2.7	-	133	Cantieri in ambito rurale
57	J3.3, A2.4	-	3311	Depositi litorali artificiali di sedimenti misti
58	J3.3, B1.21	-	3311	Sabbie di residui di scavo non vegetate
59	J4.2	-	122	Strade e altre superfici rigide artificiali
60	J4.5	-	123	Aree portuali
61	J4.6	-	142	Aree ricreative
62	J5	-	122	Opere idrauliche
63	J5.32	-	5122	Stagni artificiali per l'itticoltura
64	J5.32, A1.49	-	521	Allevamento mitili
65	J5.4	-	5113	Canali artificiali (larghezza > 6m)
66	X01	1130	522	Estuari
67	X01, C1.6	1130	522	Stagni temporanei salmastri estuarini
68	X03, A2.2	1140, 1150(*)	423	Sedimenti sabbiosi lagunari (sabbia >75%) emergenti durante la bassa marea
69	X03, A2.4	1140, 1150(*)	423	Sedimenti misti lagunari emergenti durante la bassa marea
70	X03, A5.3	1150(*)	521	Sedimenti sabbiosi e fangosi sublitorali in ambiente lagunare
71	X31, J5.32	-	512	Peschiere (bacini di allevamento intensivo in valli da pesca)

Tabella 6 – Lista delle tipologie di habitat individuate nell'Isola della Donzella risultanti dall'incrocio degli habitat ricavati classificando le porzioni di territorio secondo i criteri EUNIS, CORINE LC e Natura 2000. Per la lista completa vedi Tabella 47 e Allegato A1

Tale lista di habitat è ovviamente da ritenere aperta alle modifiche e a eventuali aggiornamenti in quanto il sistema informativo è stato realizzato in modo da permettere revisioni e affinamenti ai codici. Inoltre è stata tenuta in considerazione l'eventualità che nelle fasi successive avvenga sia il riconoscimento di ulteriori habitat che la eliminazione di quelli già individuati e tabulati.

3.6 Mappatura delle unità territoriali - habitat

Il processo di mappatura degli habitat descritti in Tabella 6 è stato eseguito mediante supporto GIS e ha portato alla digitalizzazione in formato vettoriale delle unità territoriali (cfr. Capitolo

3.3.2), ovvero le porzioni di territorio contenenti le tipologie di habitat identificate. Complessivamente **la procedura ha portato alla digitalizzazione di 1954 unità territoriali** rappresentate da poligoni in formato shapefile. Il file degli attributi (".dbf", file database) dello shapefile contiene i campi descritti in Tabella 7.

Intestazione campo	Descrizione	Tipo campo
FID	Numero identificativo del poligono GIS	Numero
ID_MACROAR	Numero identificativo della macroarea	Numero
MACROAREA	Nome della macroarea	Testo
CODUNITERR	Codice identificativo dell'unità territoriale ("ID_MACROAR"_"FID")	Testo
ID_HABITAT	Numero identificativo della tipologia di habitat	Numero
EUNIS	Codice classificazione EUNIS della tipologia di habitat	Testo
NATURA2000	Codice classificazione Natura 2000 della tipologia di habitat	Testo
N2K_PRIOR	Priorità dell'habitat Natura 2000	Binario
CORINELC	Codice classificazione CORINE LAND COVER 2000 della tipologia di habitat	Testo
DESCRIZION	Descrizione sintetica della tipologia di habitat	Testo
AREA	Area dell'unità territoriale	Numero
PERIMETER	Perimetro dell'unità territoriale	Numero

Tabella 7 – Lista dei campi contenuti nella tabella degli attributi dello shapefile che descrive gli habitat dell'Isola della Donzella

L'informazione presente nel campo "ID_HABITAT" corrisponde ai valori del campo "ID" della tabella degli habitat (Tabella 6): il valore è unico per ogni unità territoriale (ovvero ad ogni unità territoriale corrisponde una sola tipologia di habitat) e viene compilato dall'operatore al momento della digitalizzazione.

In questo modo è possibile tenere separata l'informazione tipologica del tipo dell'habitat (tabella degli habitat) dall'informazione topologica della localizzazione degli habitat sul territorio (elementi vettoriali GIS e relativa tabella delle unità territoriali). La mappa degli habitat si ottiene mediante l'unione ("join") delle informazioni contenute nelle due tabelle mediante una relazione "uno a uno", per cui in base al valore del campo "ID_HABITAT" una unità territoriale viene associata ad una e una sola tipologia di habitat. Uno schema esemplificativo della procedura di realizzazione della mappa degli habitat è riportato in Figura 16.

(a)

TABELLA TIPOLOGIE DI HABITAT

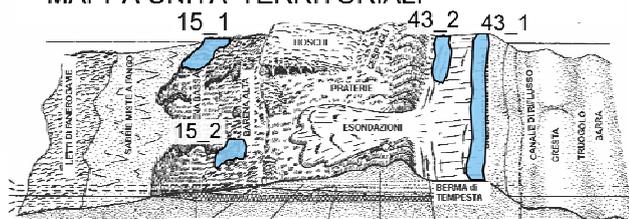
ID	EUNIS	CORINE_LC	NAT2000	DESCRIZIONE
8	A2.522, C3.2112	4.2.1	1410	Stagni mediterranei salmastri a <i>Juncus maritimus</i> e <i>Phragmites</i>
9	A2.526	4.2.1	1420	Praterie e fruticeti mediterranei (<i>Sarcocornetea fruticosi</i>)
10	A2.526, A2.5513	5.2.1	1310, 1420	Praterie e fruticeti mediterranei con vegetazione pioniera a <i>Salicornia</i>
11	A2.526, A2.2	5.2.3	1140, 1420	Praterie e fruticeti mediterranei su sedimenti emergenti in bassa marea
24	B1.2	3.3.1	-	Spiagge sabbiose sopra linea di battigia
27	B1.31	3.3.1	2110	Dune mobili embrionali
...

(b)

TABELLA UNITA' TERRITORIALI

MACROAREA	UNITA_TERR	ID_HABITAT	AREA	PERIMETRO
15	15_1	10	106.4	42.3
15	15_2	8	126.9	150.1
43	43_1	24	595.2	101.4
43	43_2	27	849210.3	31941.2
...

MAPPA UNITA' TERRITORIALI



(c)

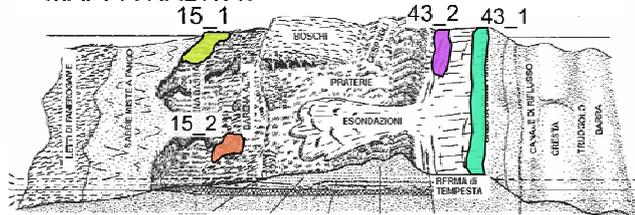
JOIN

TABELLA HABITAT

MACROAREA	UNITA_TERR	ID_HABITAT	AREA	PERIMETRO	ID	EUNIS	CORINE_LC	NAT2000	DESCRIZIONE
15	15_1	10	106.4	42.3	10	A2.526, A2.5513	5.2.1	1310, 1420	Praterie e fruticeti mediterranei con vegetazione pioniera a <i>Salicornia</i>
15	15_2	8	126.9	150.1	8	A2.522, C3.2112	4.2.1	1410	Stagni mediterranei salmastri a <i>Juncus maritimus</i> e <i>Phragmites</i>
43	43_1	24	595.2	101.4	24	B1.2	3.3.1	-	Spiagge sabbiose sopra linea di battigia
43	43_2	27	849210.3	31941.2	27	B1.31	3.3.1	2110	Dune mobili embrionali
...

(d)

MAPPA HABITAT



Legenda

- praterie e fruticeti mediterranei con vegetazione pioniera a *Salicornia*
- stagni mediterranei salmastri a *Juncus maritimus* e *Phragmites*
- spiagge sabbiose sopra la linea di battigia
- dune mobili embrionali

Figura 16 – Modello di realizzazione della mappa degli habitat. (a) realizzazione della tabella delle tipologie di habitat; (b) digitalizzazione delle unità territoriali; (c) unione delle unità territoriali con una tipologia di habitat; (d) creazione della mappa degli habitat

3.6.1 La Mappa degli habitat EUNIS dell'area di studio pilota

In base alla metodica di analisi descritta si è prodotta per l'area di studio pilota la mappa a scala 1:5.000 degli habitat codificati secondo EUNIS individuati sul territorio (Figura 17).

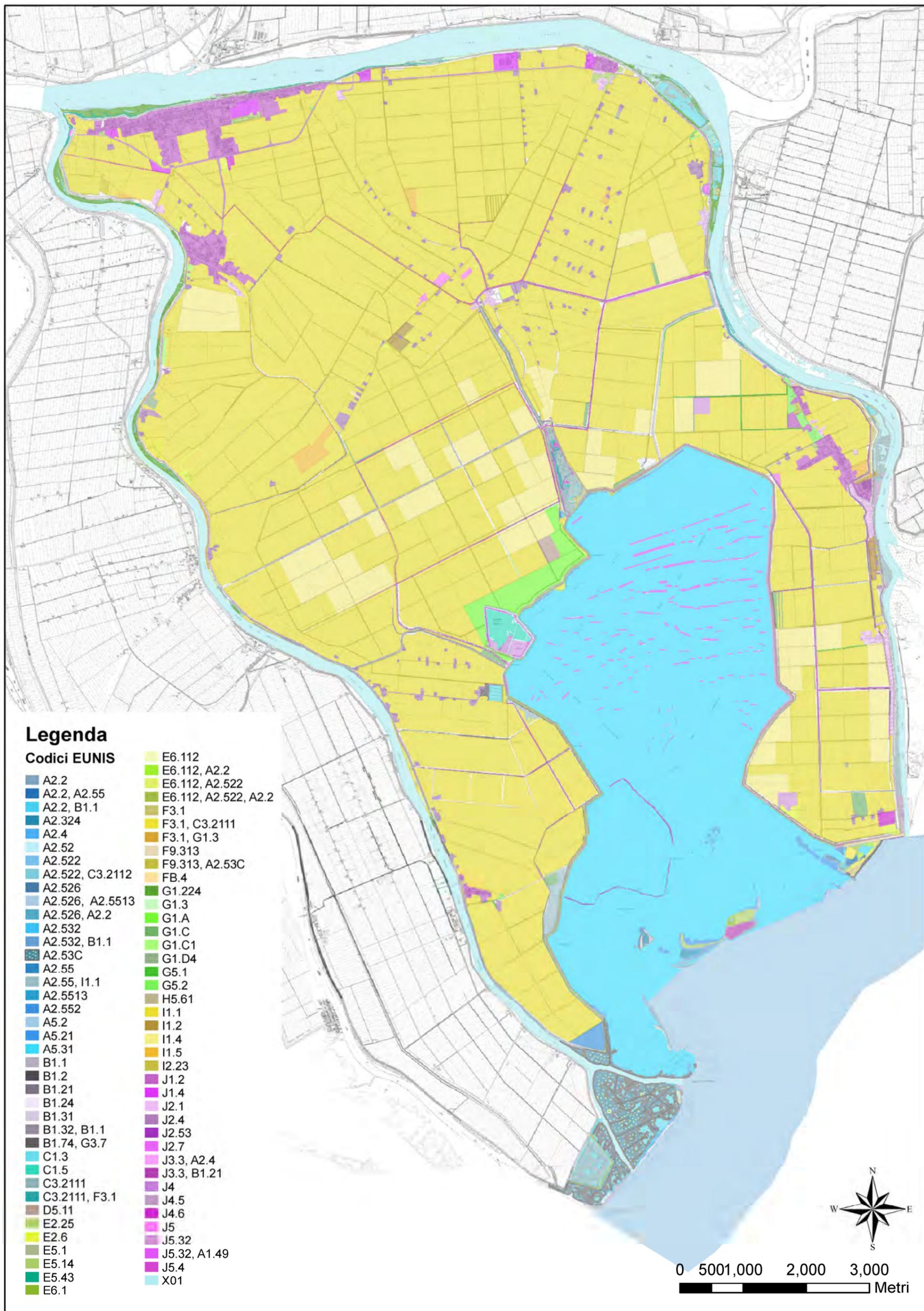


Figura 17 – Mappa degli habitat dell'Isola della Donzella per l'anno 2008 codificati secondo il sistema EUNIS. Per la descrizione dei codici fare riferimento alla Tabella 6

Mediante il supporto GIS è stata valutata la copertura in ettari delle principali tipologie di habitat EUNIS corrispondenti al livello 1 della classificazione.

Classe EUNIS 1° livello	Definizione	Copertura (Ha)	Copertura %
A	Habitat marini	4583	28.90%
B	Habitat costieri	15	0.10%
C	Acque interne di superficie	252	1.59%
D	Habitat fangosi, terreni paludosi, acquitrini	35	0.22%
E	Habitat a praterie e terreni dominati da muschi, licheni ed erbacee	464	2.93%
F	Brughiere, sterpaglie e tundra	69	0.44%
G	Boschi, foreste e terreni boscati	225	1.42%
H	Habitat non vegetati o scarsamente vegetati	2	0.01%
I	Habitat agricoli, orticoli e domestici regolarmente o recentemente coltivati	8543	53.87%
J	Habitat di costruzioni, industriali o artificiali	697	4.40%
X	Complessi di habitat	971	6.12%
	Totale	15857	

Tabella 8 – Copertura in ettari e copertura percentuale delle varie tipologie di habitat EUNIS 1° livello nell'area di studio pilota

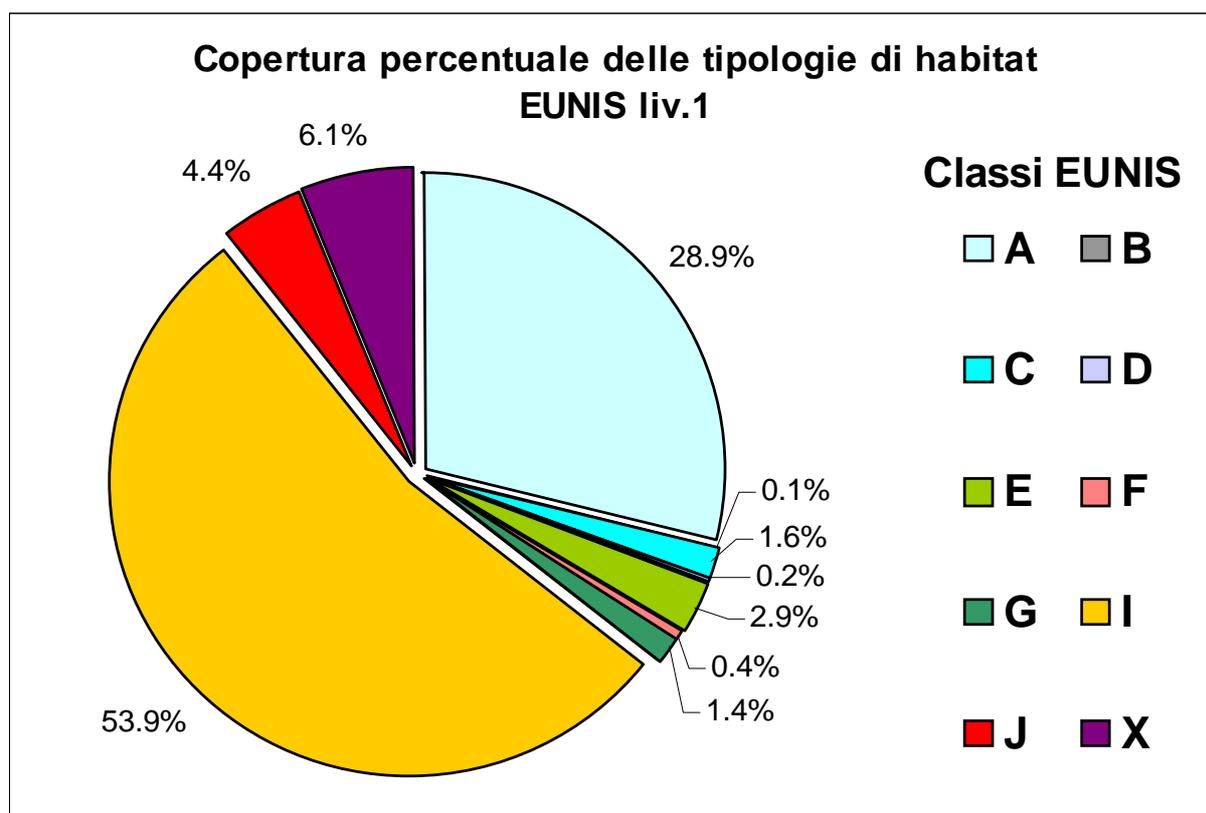


Figura 18– Copertura percentuale delle varie tipologie di habitat EUNIS 1° livello nell'area di studio pilota. Per la legenda fare riferimento alla Tabella 6

Si nota come gli habitat corrispondenti agli ambiti agricoli rappresentino oltre la metà del territorio dell'area di studio pilota, mentre gli habitat marini e costieri ne rappresentano il 29%. Seguono come importanza i complessi di habitat (6.1%). Da notare la scarsa presenza sul territorio degli habitat delle classi B, D, F e H, che negli ambienti del Delta del Po allo stato attuale sono relegati a fasce ecotonali.

4 Valore di Naturalità del territorio

Per stimare il valore di naturalità degli habitat dell'Isola della Donzella e produrre le relative mappe, si è seguito il modello di valutazione del Valore di Naturalità Potenziale (VNP) secondo l'algoritmo di Berthoud et al. (1989). Nei prossimi capitoli si passa in rassegna il metodo e i risultati ottenuti dalla sua applicazione.

4.1 Il Valore di Naturalità Potenziale (VNP)

Una stima del valore ecologico è stata effettuata sulle tipologie di habitat individuate (Tabella 6) applicando un indice sintetico che stima il **Valore di Naturalità Potenziale** (da qui in avanti **VNP**) costruito sulla base dell'approccio analitico messo a punto da Berthoud et al. (1989), all'interno del Programma Nazionale di Ricerca per l'utilizzazione del suolo svizzero. La metodologia proposta da Berthoud et al. (1989) si basa sull'analisi critica di una vasta bibliografia preesistente sull'analisi del territorio, delle varie componenti ecologiche associate e delle loro funzioni. In base a tale analisi Berthoud et al. (1989) identifica una serie di fattori chiave che rappresentano in maniera efficace i **fattori principali** del valore ecologico di un habitat (Qualità, Capacità e Funzione). Tali fattori sono quantificabili per ogni singolo habitat attraverso la stima di **parametri** scelti seguendo criteri di solidità scientifica (ogni parametro rappresenta metriche che descrivono gli aspetti ecologici fondamentali di un ecosistema, sia dal punto di vista compositivo che funzionale) ma anche di semplicità operativa in modo da essere facilmente misurabili e ottenibili sia da osservazioni dirette, sia dalla letteratura, che dalla conoscenza dell'ambiente di esperti faunisti e vegetazionisti.

4.1.1 Algoritmo di calcolo del VNP

L'Indice di VNP utilizzato per la valutazione della naturalità degli habitat del Delta del Po Veneto è una variante dell'indice originariamente proposto da Berthoud et al. (1989). La modifica dell'indice si è resa necessaria per ovviare ad alcune carenze evidenziate nell'algoritmo originale che tendono a sottostimare il grado di naturalità degli habitat estuarini, a carattere tipicamente ecotonale e caratterizzati da ridotta estensione ma elevata valenza.

Parametro	Sigla	Range valori	Criterio
diversità vegetazionale	DiV	min=1 max=10	Stima della diversità della vegetazione con particolare riferimento alle specie protette dall'Allegati II, IV e V della Direttiva Habitat
diversità faunistica	DiF	min=1 max=10	Stima della diversità della fauna con particolare riferimento alle specie protette dall'Allegati II, IV e V della Direttiva Habitat

Parametro	Sigla	Range valori	Criterio
rarietà	Ra	min=1 max=10	Stima della rarità dell'habitat nella regione biogeografica di riferimento, nel nostro caso corrispondente al bacino Alto Adriatico
struttura vegetazionale	St	min=1 max=4	Stima di complessità strutturale sulla base del tipo di vegetazione prevalente nell'habitat (es. non vegetata, prativa, arbustiva, arborea)
superficie	Sp	Espressa in m ² min=20 max=1000000	Calcolo dell'area mediante GIS
ecotono utile	Ca1	min=0 max=5	Stima della qualità dei margini in termini di recettività per flora e fauna
corridoio ecologico	Ca2	min=1 max=5	Stima della funzione di corridoio ecologico per il movimento delle specie animali
assenza di antropizzazione	Ca3	min=1 max=5	Stima del grado di assenza di perturbazioni antropiche
funzione di riproduzione	FRi	min=1 max=5	Stima della funzione di sito riproduttivo per le specie guida
funzione di rifugio	FRf	min=1 max=5	Stima della funzione di sito di rifugio per le specie guida
funzione trofica	FNu	min=1 max=5	Stima della funzione di sito trofico per le specie guida

Tabella 9 – Lista dei parametri descrittivi necessari per il calcolo del VNP di ogni tipologia di habitat. Sono riportate le sigle, i valori massimo e minimo attribuibili ad ogni parametro, il criterio di valutazione utilizzato per l'attribuzione dei valori

La formulazione dell'indice è la seguente:

$$VNP = \prod(Q, C, F)$$

In cui i fattori principali, Q, C e F sono così definiti:

Q = Indice di Qualità	C = Indice di Capacità	F = Indice di Funzione
$Q = \frac{\sum(Di, Ra, Ca)}{3}$ <p>con:</p> $Di = \text{MAX}(DiF, DiV)$ $Ca = \frac{\sum(Ca1, Ca2, Ca3)}{3} \cdot 2$	$C = \frac{\text{Log}_{10}(Sp \times St)}{6.6} \cdot 10$	$F = \frac{\sum(FNu, FRi, FRf)}{3} \cdot 2$

Tabella 10 – Calcolo degli indici di qualità (Q), capacità (C) e funzione (F) in base ai parametri definiti in Tabella 9

I fattori principali che compongono l'indice (Q, C, F) hanno valore variabile tra un minimo di 1 e un massimo di 10. Questo porta a un indice di Valore di Naturalità Potenziale standardizzato che può assumere valore minimo 1 (minima naturalità) e 1000 (massima naturalità).

Da questa premessa si evince che il **VNP di un sito è definito in un sistema multidimensionale (in questo caso tre dimensioni) e corrisponde al volume determinato dai fattori Qualità, Capacità e Funzione.**

4.1.2 Modello di applicazione dell'algoritmo

Il calcolo del VNP viene effettuato a partire da due matrici distinte: la matrice degli habitat e la matrice delle unità territoriali. Come si è visto nel capitolo 3.3, le tipologie di habitat vengono catalogate e codificate in un database separato rispetto alle unità territoriali. Questo permette di isolare in ogni punto del territorio proprietà "tipologiche", ovvero di qualità ecologica legata al tipo di habitat e alle biocenosi tipo potenzialmente presenti, rispetto alle proprietà "topologiche", cioè valori legati alla realtà territoriale (connettività, grado di perturbazioni presenti, estensione, ecc.). Le proprietà "tipologiche" degli habitat sono definite dal seguente set di parametri necessari per il calcolo del VNP:

- Diversità vegetazionale (DiV)
- Diversità faunistica (DiF)
- Rarità (Ra)
- Struttura vegetazionale (St)

Le proprietà "topologiche" delle unità territoriali sono definite dal seguente set di parametri necessari per il calcolo del VNP:

- Superficie (Sp)
- Ecotono utile/margine totale (Ca1)
- Corridoio ecologico (Ca2)
- Antropizzazione (Ca3)
- Funzione sito riproduzione (FRi)
- Funzione sito rifugio (FRf)
- Funzione sito trofica (FNU)

Oltre a tali valori le due matrici contengono i campi identificativi ("ID" nella matrice habitat, "ID_HABITAT" nella matrice unità territoriali) in base a cui è possibile unire i contenuti delle due tabelle.

Nel modello di valutazione del territorio le due matrici sono collegate da una funzione di unione ("join"). La funzione di "join" agisce in base all'uguaglianza dei valori contenuti in due campi che definiscono la tipologia di habitat presente nella porzione di territorio. La funzione unisce ciascuna unità territoriale definita dal suo campo "ID_HABITAT" alla corrispondente tipologia di habitat e crea una nuova tabella in cui sono presenti i valori dei parametri riferiti agli habitat. In tale modo si genera la matrice di calcolo che contiene l'intero set di valori dei parametri necessari per il calcolo del VNP. **Il metodo calcola un valore per ogni unità territoriale in modo che a ogni porzione di territorio corrisponda un Valore di Naturalità Potenziale.**

Una rappresentazione grafica del modello di calcolo del VNP è riportata in Figura 19.

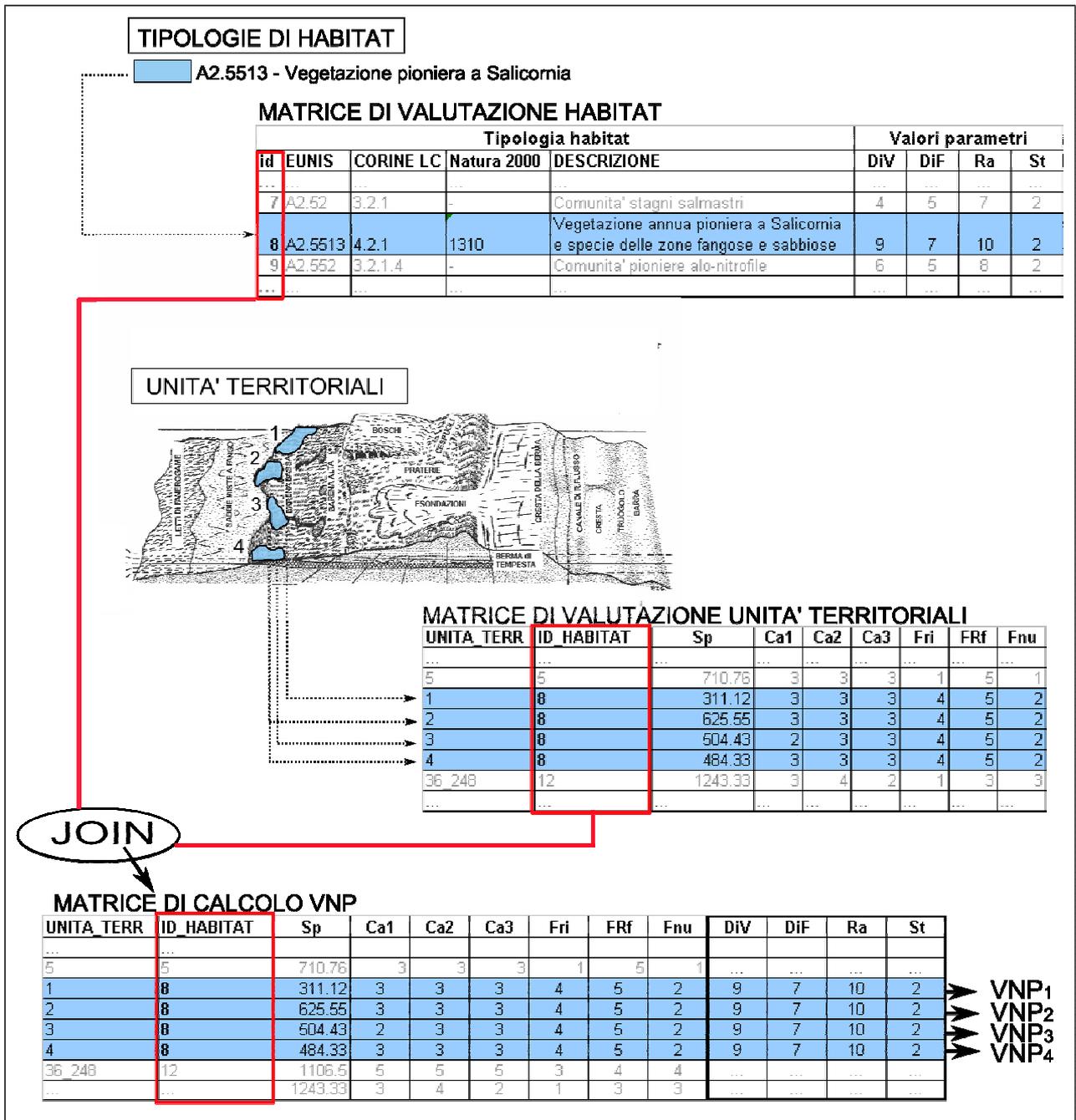


Figura 19 – Esempio sul modello di calcolo del VNP. Una tipologia di habitat EUNIS: “A2.5513 Vegetazione pioniera a Salicornia” è contenuto in 4 unità territoriali. La matrice di valutazione degli habitat contiene i valori dei parametri Div, DiF, Ra, St. La matrice di valutazione della unità territoriali contiene i valori dei parametri Ca1, Ca2, Ca3, Fri, FRf, Fnu. Mediante la funzione di “join” (unione) i valori contenuti nelle due matrici vengono uniti in base alla corrispondenza del codice identificativo dell’habitat (“ID”) e del “ID_HABITAT”; in base al join viene generata la matrice di calcolo su cui viene applicato l’algoritmo finale per il calcolo del VNP.

4.1.3 Matrice di valutazione della tipologia di habitat

Il metodo sopra descritto viene applicato a partire da una matrice di valutazione in cui ad ogni **tipologia di habitat** vengono attribuiti i valori per i seguenti parametri: *DiV*, *DiF*, *Ra*, *St*, *FNu*, *FRI*, *FRf*.

La matrice di valutazione viene compilata mediante i seguenti criteri:

- struttura (*St*) esprime il grado di complessità strutturale dell'habitat: viene stimato sulla base della categoria di struttura vegetazionale prevalente nell'habitat (es. non vegetata, prativa, arbustiva, arborea) e attribuendo un valore da 1 a 4 rispettivamente alla minima e massima complessità.
- rarietà (*Ra*): viene stimata in maniera inversamente proporzionale al grado stimato di presenza della tipologia di habitat considerato all'interno della regione biogeografica di riferimento, nel nostro caso corrispondente all'ambito del bacino Alto Adriatico (valori da 1 a 10).
- diversità floristica (*DiV*): viene stimata la presenza di specie vegetali con particolare riferimento alle specie protette dall'Allegati II, IV e V della Direttiva Habitat in base a rilievi e censimenti eseguiti in campo da esperti di settore; in base alle presenze rilevate e alle caratteristiche degli habitat viene attribuito ad ogni habitat il valore di diversità (valori da 1 a 10);
- diversità faunistica (*DiF*): viene stimata la presenza di specie animali con particolare riferimento alle specie protette dall'Allegati II, IV e V della Direttiva Habitat in base a rilievi e censimenti eseguiti in campo da esperti di settore; in base alle presenze rilevate e alle caratteristiche degli habitat viene attribuito ad ogni habitat il valore di diversità (valori da 1 a 10);

NOTA: i due indici di diversità non esprimono un valore assoluto di ricchezza in specie, bensì il un valore ponderato tra ricchezza vegetazionale e il valore delle specie minacciate o soggette a tutela che la tipologia di habitat può potenzialmente ospitare. Si sottolinea che sono presenti sia habitat intrinsecamente poveri di specie (e.g. le spiagge sabbiose emerse) ma di elevato valore conservazionistico, che habitat più ricchi dal punto di vista vegetazionale (e.g. prati di erbe nitrofile antropogeniche) ma di scarsa qualità. In base a queste osservazioni, gli indici sono stati compilati dagli esperti confrontando le tipologie di habitat presenti () ed esprimendo un giudizio di merito di ogni tipologia di habitat in base al confronto del loro potenziale valore

conservazionistico. I valori da 1 a 10 sono pertanto il risultato di una ponderazione che esprime la qualità dei singoli habitat nel sostenere specie di importanza prioritaria, di salvaguardare endemismi e nella conservazione di ruoli funzionali essenziali per le specie sottoposte a tutela. In questi termini i valori di *DiV* e *DiF* non sono da considerare valori di ricchezza specifica assoluta bensì esprimono un valore di ordine relativo tra gli habitat presenti sul territorio.

In base ai criteri sopra definiti e mediante la consulenza e l'integrazione dei pareri di diversi esperti vegetazionisti e faunisti operanti da diversi anni sul delta del Po, è stata compilata la **matrice di valutazione per le 71 tipologie di habitat individuate** (Tabella 6).

ID HABITAT	DESCRIZIONE	DiV	DiF	Ra	St
1	Sedimenti sabbiosi marini (sabbia > 75%) emergenti durante la bassa marea	2	10	10	4
2	Vegetazione annua delle distese fangose o sabbiose intertidali	2	1	10	2
3	Stagni salmastri	4	10	10	2
4	Fasce superiori degli stagni salmastri a <i>Spartina</i> , <i>Agropyron</i> , <i>Phragmites</i> , <i>Juncus</i>	6	5	7	2
5	Stagni mediterranei salmastri a <i>Juncus</i> (<i>Juncetalia maritimi</i>)	4	6	9	2
6	Stagni mediterranei salmastri a <i>Juncus</i> con <i>Phragmites</i>	7	8	9	3
7	Praterie e fruticeti mediterranei (<i>Sarcocornetea fruticosi</i>)	7	10	9	2
8	Praterie e fruticeti mediterranei con vegetazione pioniera a <i>Salicornia</i>	9	10	10	2
9	Letti salmastri estuarini a <i>Phragmites</i>	4	9	9	2
10	Comunità pioniera a <i>Salicornia</i> in campi agricoli	7	3	7	2
11	Vegetazione annua pioniera a <i>Salicornia</i> e specie delle zone fangose e sabbiose	9	7	10	2
12	Comunità pioniera alo-nitrofile	6	5	8	2
13	Sabbie sublitorali (mare)	2	10	2	4
14	Vegetazione annua delle linee di deposito marine	9	5	9	2
15	Vegetazione delle linee di deposito marine e delle dune mobili embrionali	4	7	9	2
16	Spiagge sabbiose sopra la linea di battigia	3	4	7	1
17	Sabbie non vegetate sopra la linea di battigia	1	5	7	1
18	Margini delle spiagge sabbiose scarsamente vegetate	2	6	9	2
19	Dune mobili embrionali	9	7	9	2
20	Vegetazione erbacea delle dune costiere	5	5	7	2
21	Vegetazione erbacea delle dune costiere mista a cespuglieti decidui	5	5	7	3
22	Dune con foreste di <i>Pinus pinea</i> e <i>Pinus pinaster</i>	8	8	9	4
23	Laghi e stagni eutrofici permanenti	6	9	7	2
24	Laghi e stagni eutrofici permanenti con vegetazione a <i>Phragmites</i>	6	9	7	2
25	Laghi e stagni salmastri permanenti	7	9	8	2
26	Letti di acqua dolce a <i>Phragmites</i>	4	6	6	2
27	Letti a <i>Phragmites</i> misti a cespuglieti decidui delle aree temperate	4	8	7	3
28	Letti asciutti di <i>Phragmites</i>	4	3	4	2
29	Prati da sfalcio	6	6	6	2
30	Tappeti erbosi di prati, giardini, parchi, aree sportive	2	1	1	1
31	Comunità di erbe nitrofile antropogeniche	2	2	2	2
32	Comunità di erbe delle frange umide arborate	5	7	7	2
33	Cespuglieti decidui delle aree temperate	4	5	6	3

ID HABITAT	DESCRIZIONE	DiV	DiF	Ra	St
34	Cespuglieti decidui delle aree temperate misti a boschi igrofili	4	7	6	3
35	Vegetazione arbustiva a Tamarix	3	4	5	3
36	Cespuglieti ripariali di piante invasive (<i>Amorpha fruticosa</i>)	2	4	3	3
37	Boschi fluviali del Po a <i>Quercus</i> , <i>Fraxinus</i> , <i>Alnus</i> , <i>Salix</i> e <i>Populus</i>	10	10	9	4
38	Boschi igrofili mediterranei	8	10	9	4
39	Boschi meso-eutrofici a <i>Quercus</i> , <i>Carpinus</i> , <i>Fraxinus</i> , <i>Acer</i> , <i>Ulmus</i>	7	6	8	4
40	Rimboschimenti	6	6	5	4
41	Piantagioni di <i>Populus</i>	2	4	3	4
42	Coltivazioni di piante da frutto	2	4	2	3
43	Filari di alberi lungo le strade	2	4	2	3
44	Alberature artificiali poco estese di latifoglie	3	4	2	4
45	Strade sterrate	1	1	1	1
46	Seminativi intensivi	1	2	1	2
47	Coltivazioni miste florovivaistiche e orticole	2	2	1	2
48	Coltivazioni inondate, risaie	5	5	5	2
49	Coltivazioni abbandonate e terreni smossi	2	3	3	2
50	Aree verdi urbane	2	1	1	2
51	Centri abitati	1	1	1	1
52	Aree industriali	1	1	1	1
53	Aree residenziali a tessuto discontinuo	1	1	1	1
54	Edifici rurali	2	1	2	1
55	Opere antropiche, dighe	1	1	5	1
56	Cantieri in ambito rurale	1	1	1	1
57	Depositi litorali artificiali di sedimenti misti	2	5	8	1
58	Sabbie di residui di scavo non vegetate	1	3	4	1
59	Strade e altre superfici rigide artificiali	1	1	1	1
60	Aree portuali	1	1	1	1
61	Aree ricreative	1	1	1	1
62	Opere idrauliche	1	1	1	1
63	Stagni artificiali per l'itticoltura	2	4	5	1
64	Allevamento mitili	1	3	3	2
65	Canali artificiali (larghezza > 6m)	2	6	3	2
66	Estuari	5	9	9	1
67	Stagni temporanei salmastri estuarini	6	9	7	2
68	Sedimenti sabbiosi lagunari (sabbia >75%) emergenti durante la bassa marea	2	10	10	4
69	Sedimenti misti lagunari emergenti durante la bassa marea	2	10	10	4
70	Sedimenti sabbiosi e fangosi sublitorali in ambiente lagunare	2	10	10	4
71	Peschiere (bacini di allevamento intensivo in valli da pesca)	3	4	4	1

Tabella 11 – Matrice di valutazione delle tipologie di habitat; per ogni tipologia di habitat sono riportati i valori dei parametri *DiV*, *DiF*, *Ra*, *St* necessari per la stima del VNP

4.1.4 Matrice di valutazione delle unità territoriali

Alcuni parametri necessari al calcolo del VNP (*Ca1*, *Ca2*, *Ca3*, *Sp*, *Fri*, *FRe*, *FNu*) esprimono le caratteristiche topologiche (esprese dall'unità territoriale) di ogni tipologia di habitat, ovvero le sue proprietà spaziali (es. superficie occupata), le relazioni topologiche tra habitat adiacenti (es. metri lineari di margini in comune tra due habitat) e le proprietà funzionali di un habitat inserito

all'interno di una data unità territoriale. In merito alle relazioni funzionali la scelta di attribuire un valore ad ogni porzione del territorio avviene proprio per caratterizzare le dinamiche naturali ed ecologiche che non si distribuiscono omogeneamente sul territorio semplicemente in base alla copertura vegetazionale. Infatti, una stessa tipologia di habitat "cespuglieto deciduo misto a canneto – cod. EUNIS F3.1, C3.2111" può avere scarsa funzionalità in una porzione di territorio, mentre può avere elevato valore in un'altra, es. ospitare una garzaia. Per questi motivi la determinazione dei valori dei parametri *Ca1*, *Ca2*, *Ca3*, *Sp*, *FRi*, *FRe*, *FNu* avviene per ogni unità territoriale tenendo in considerazione la tipologia di habitat in essa contenuta. E' proprio in questo modo che la contiene, per cui viene contestualmente applicato ad ogni unità territoriale vengono da cui vengono calcolati i valori per i parametri, ovvero:

- qualità degli ecotoni (*Ca1*): viene calcolata per ogni unità territoriale in maniera direttamente proporzionale alla porzione di margine qualitativamente recettivo per la fauna: tale funzione dipende non solo dalla qualità dei margini dell'habitat che caratterizza l'unità territoriale, ma anche dalla qualità dei margini degli habitat limitrofi, per cui non può essere generalizzato per ogni tipologia di habitat ma va valutato in ogni porzione di territorio (valori da 0 a 5);
- corridoio ecologico (*Ca2*): viene stimata per ogni unità territoriale in maniera direttamente proporzionale alla funzione di corridoio ecologico per la fauna: tale funzione dipende non solo dalla qualità dell'habitat che caratterizza l'unità territoriale, ma anche dalla qualità degli habitat limitrofi, per cui non può essere generalizzato per ogni tipologia di habitat ma va valutato in ogni porzione di territorio (valori da 1 a 5);
- grado di antropizzazione (*Ca3*): viene stimato per ogni unità territoriale in maniera inversamente proporzionale al grado di presenza di perturbazioni antropiche. Anche in questo caso i valori non dipendono solamente dal grado di naturalità dell'habitat che caratterizza l'unità territoriale, ma anche dal grado di naturalità degli habitat limitrofi, per cui non può essere generalizzato per ogni tipologia di habitat ma va valutato in ogni porzione di territorio. Il calcolo viene effettuato sia in base alla appartenenza alle classi CORINE LC che alle verifiche in campo; i valori vengono attribuiti in base ai criteri di naturalità della Tabella 2 riconvertendo i valori secondo il seguente schema:

Indice di Naturalità (Machado, 2004)	Valori di <i>Ca3</i>
1, 2	1
3, 4	2
5, 6	3
7, 8	4
9, 10	5

Tabella 12 - Tabella di conversione dei valori dell'Indice di Naturalità, ottenuti mediante il modello multicriteriale mostrato in Tabella 12, in valori del parametro di naturalità (*Ca3*) per il calcolo del VNP

- superficie (*Sp*): viene calcolata attraverso il sistema GIS in cui sono contenute le informazioni spaziali georeferenziate delle unità territoriali a cui è stato attribuito ogni habitat. La superficie è espressa in metri quadri.
- Funzione trofica (*FNu*), funzione riproduttiva (*FR*) e funzione di rifugio (*FRf*): per ogni tipologia di habitat vengono stimate la potenzialità che tale tipologia ha di soddisfare le esigenze ecologiche di una serie di "specie guida" scelte tra l'erpetofauna (7 specie), ittiofauna (7 specie), avifauna (18 specie) e teriofauna (6 specie). Le specie guida sono state selezionate per la funzione di indicatori ecologici che per la appartenenza a liste di specie protette (e.g. Direttiva Habitat, Allegato II). Segue in Tabella 13 la lista di specie guida per Ittiofauna, Erpetofauna e Teriofauna scelte per la valutazione della funzionalità degli habitat in rapporto al loro habitat preferenziale.

specie	Descrizione habitat preferenziale	cod. Habitat Natura 2000	Cod. CORINE LC
Ittiofauna			
<i>Alosa fallax</i>	specie eurialina		
<i>Aphanius fasciatus</i>	lagune e valli	1150*	521
<i>Knipowitschia panizzae</i>	lagune e valli e corpi idrici minori in gronda	1150*	521
<i>Rutilus erythrophthalmus</i>	acque dolci lente e ricche di vegetazione	3150 - 3260	
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	acque dolci lente e ricche di vegetazione	3150 - 3260	
<i>Chondrostoma soetta</i>	acque correnti pulite a fondale misto		
<i>Alburnus alburnus</i>	acque dolci a debole corrente		
Erpetofauna			
<i>Podarcis siculus</i>	dune fossili e dune costiere	2110 - 2120 - 2130*	3311
<i>Emys orbicularis</i>	corpi idrici d'acqua dolce	3150	512

specie	Descrizione habitat preferenziale	cod. Habitat Natura 2000	Cod. CORINE LC
	o moderatamente salina		
<i>Natrix natrix</i>	corpi idrici d'acqua dolce	3150	512
<i>Lacerta bilineata</i>	ecotoni		
<i>Rana dalmatina</i>	boschi igrofili	91E0* - 91F0	3116
<i>Caretta caretta</i>	acque marine e lagunari, estuari	1110 - 1130 - 1150*	521 - 522 - 523
<i>Pelobates fuscus</i>	palude con falasco, stagni retrodunali	91E0 - 7210* - 2190	
Teriofauna			
<i>Crocidura leucodon</i>	boschi mesofili e aree ad agricoltura non intensiva		
<i>Suncus etruscus</i>	dune fossili e boschi termofili	2270* -	3121
<i>Microtus savii</i>	incolti, prati da sfalcio, colture pluriennali, margini boschivi e lembi di boschi mesofili		
<i>Arvicola terrestris</i>	corpi idrici anche moderatamente salini con copertura vegetale	3150 - 1150*	521 - 512 - 4111 - 522
<i>Neomys anomalus</i>	corpi idrici vegetati	3150	512
<i>Micromys minutus</i>	boschi igrofili e canneti	91E0* - 3150	512 - 3116 - 512 - 4111

Tabella 13 – Lista di specie guida della ittiofauna, erpetofauna e teriofauna utilizzate per la valutazione delle funzionalità degli habitat

Per l'Avifauna, date le caratteristiche ecologiche delle specie che sono in grado di sfruttare in maniera estremamente specializzata differenti habitat in diversi momenti per le esigenze del ciclo vitale, oltre all'habitat preferenziale si sono valutati anche separatamente gli habitat per le funzioni trofica, riproduttiva e di rifugio (Tabella 14).

specie	habitat preferenziale	habitat per riproduzione	habitat per rifugio stagionale	habitat per nutrizione	cod. habitat Natura 2000	Cod. CORINE LC
<i>Phalacrocorax pygmeus</i>	corpi idrici d'acqua dolce	91E0*	golene del Po, 91E0*, per dormitori - barene, filari di tamerici per riposo e rimessa diurna	3150, 1150*, 1130	3150	512
<i>Gavia arctica</i>	acque marine e lagunari	TUNDRA ARTICA	1150*, 1130, 1110	1150*, 1130, 1110	1150* - 1130 - 1110	521 - 523
<i>Ardeola ralloides</i>	fiumi e stagni d'acqua dolce	91E0*	3150, 91E0*	3150	3150 - 91E0*	512 - 3116
<i>Ardea purpurea</i>	canneti	canneti di foce,	3150, 1150*	3150, 1150*	3150, 1150*	522 - 4111

specie	habitat preferenziale	habitat per riproduzione	habitat per rifugio stagionale	habitat per nutrizione	cod. habitat Natura 2000	Cod. CORINE LC
<i>Anas penelope</i>	valli salmastre	TUNDRA ARTICA	1150*	1150*	1150*	521
<i>Circus pygargus</i>	praterie di retroscanno	2130*, 2230	2130*, 2230	argini, colture basse, 2130*, 2230	2130*	3214
<i>Calidris alpina</i>	piane di marea	TUNDRA ARTICA	barene lagunari e vallive - 1310, 1420, 1510*	1140	1140	523
<i>Haematopus ostralegus</i>	vegetazione pioniera degli scanni	2110, 2120	2110, 2120	1140, 1150*, 1310	2110 - 2120	3311
<i>Pluvialis apricaria</i>	prati da sfalcio	lande nordiche	coltivi (erba medica)			231
<i>Charadrius alexandrinus</i>	sabbie nude	1210 - 2110 - 2120	barene lagunari e vallive - 1310, 1420, 1510*	1140, 1310, 2110	1210	3311
<i>Numenius arquata</i>	habitat barenicoli	lande nordiche	barene lagunari e vallive - 1310, 1420, 1510*	1140, 1310	1420 - 1410-1510*-1310 - 1320	523 - 421
<i>Merops apiaster</i>	dune consolidate e fossili	2130*, argini e sponde sabbiose		prati arginali, coltivi	2130*	
<i>Sylvia melanocephala</i>	boscaglia e macchia	2250*, 2130*, 2160	2250*, 2130*, 2160	2250*, 2130*, 2160		322
<i>Galerida cristata</i>	coltivi	campi coltivati	idem	idem		212
<i>Passer montanus</i>	habitat suburbani	campi coltivati, incolti	idem	idem		111
<i>Oriolus oriolus</i>	bosco igrofilo	91E0*	91E0*	91E0*	91E0*	3116 - 2241
<i>Delichon urbica</i>	habitat urbani	-	-	-		111
<i>Garrulus glandarius</i>	pineta lecceta e	2270*, 91E0*	aree boscate anche urbane e suburbane	2270*, 91E0*	2270*	3121 - 311

Tabella 14 - Lista di specie guida dell'avifauna utilizzate per la valutazione delle funzionalità degli habitat

In base ai criteri sopra definiti e mediante la consulenza e l'integrazione dei pareri di diversi esperti vegetazionisti e faunisti operanti da diversi anni sul delta del Po, è stata compilata la **matrice di valutazione per le 1952 unità territoriali individuate**. La matrice è riportata per

intero in Allegato A (in unione ai valori della matrice di valutazione degli habitat e ai valori calcolati dei fattori Q, C, F e del valore di VNP).

4.1.4.1 Nota applicativa riguardo agli habitat acquatici

Negli ambienti acquatici ben delimitati dal punto di vista territoriale (habitat vallivi, stagni salmastri, canali artificiali), nonostante alcune difficoltà inerenti l'interpretazione di struttura della componente vegetazionale, risulta sufficientemente agevole l'attribuzione dei punteggi ai parametri che ne definiscono le proprietà topologiche (qualità degli ecotoni, corridoio ecologico e grado di antropizzazione, rispettivamente *Ca1*, *Ca2* e *Ca3*). Diversamente, per gli ambienti acquatici a maggior estensione e volume (lagune, fiumi, estuari, mare) la metodologia di attribuzione dei punteggi per i parametri qualità degli ecotoni (*Ca1*), corridoio ecologico (*Ca2*) e grado di antropizzazione (*Ca3*) risente inevitabilmente di mancanza di solidità. Per questo motivo in questi habitat viene attribuito ai parametri un valore puramente indicativo per consentire l'applicazione del metodo del VNP. La valutazione del grado di qualità di tali habitat, soprattutto per le lagune, viene effettuata attraverso una diversa metodologia descritta più avanti (Capitolo 6).

4.1.5 Attività del gruppo di esperti

Gli esperti vegetazionisti e faunisti che sono stati interpellati in base alle competenze e che hanno collaborato per la stesura delle matrici di valutazione (Tabella 11 e Allegato A) sono i seguenti:

Esperti vegetazionisti:
Dott. Mauro Pellizzari (Università di Ferrara)
Danilo Trombin (Associazione Sagittaria)
Esperti faunisti:
Dott. Gian Andrea Pagnoni, erpetofauna, avifauna, teriofauna
Dott. Fabio Bertasi, benthos lagunare
Emiliano Verza (Associazione Sagittaria), erpetofauna, avifauna, teriofauna
Danilo Trombin (Associazione Sagittaria), erpetofauna, avifauna
Dott. Andrea Noferini (Parco Delta Po Emilia Romagna), ittiofauna, avifauna

Tabella 15 – La lista di esperti contattati per realizzare le matrici di valutazione degli habitat e delle unità territoriali

La compilazione delle matrici di valutazione è avvenuta sulla base di incontri coordinati da Istituto Delta Ecologia Applicata in cui sono stati messe a confronto esperienze derivate da studi precedenti (Pellizzari, 2006), si sono discussi i sistemi di valutazione in letteratura (Spellemborg, 1992, Geneletti, 2002), si sono programmate uscite in campo in ambienti di particolare pregio o caratterizzati da criticità di valutazione e in cui si sono realizzate tabelle di confronto funzionale tra

gli habitat (Tabella 13, Tabella 14). Gli incontri tecnici si sono svolti presso la sede di Istituto Delta Ecologia Applicata.

4.1.6 Considerazioni sui punteggi attribuiti alle tipologie di habitat

I punteggi attribuiti alle tipologie di habitat nascono da considerazioni sulla tipologia di uso del suolo prevalente, sugli aspetti degli habitat, esperienza in campo degli esperti interpellati e ricerche bibliografiche sugli aspetti ecologici e funzionali delle principali tipologie di habitat individuati. Per l'attribuzione dei valori si sono seguiti alcuni criteri generali. Si riportano di seguito alcune considerazioni sui punteggi attribuiti agli habitat contenuti negli ambiti ecosistemici principali.

4.1.6.1 Habitat degli ambiti semisommersi marini e lagunari

Sono riconducibili agli habitat EUNIS con codice di primo livello contraddistinto dalla lettera A:

Cod EUNIS	Descrizione
A2.2	Sedimenti sabbiosi (sabbia >75%) emergenti durante la bassa marea
A2.324	Stagni salmastri lagunari
A2.4	Sedimenti misti emergenti durante la bassa marea
A2.52	Fasce superiori degli stagni salmastri a <i>Spartina</i> , <i>Agropyron</i> , <i>Phragmites</i> , <i>Juncus</i>
A2.522	Stagni mediterranei salmastri a <i>Juncus maritimus</i> e <i>Juncus acutus</i>
A2.526	Praterie e fruticeti mediterranei (<i>Sarcocornetea fruticosi</i>)
A2.532	Praterie alo-psammofile mediterranee
A2.53C	Letti salmastri estuarini a <i>Phragmites</i>
A2.55	Vegetazione pioniera a <i>Spartina</i> , <i>Salicornia</i>
A2.5513	Vegetazione annua pioniera a <i>Salicornia</i> e specie delle zone fangose e sabbiose
A2.552	Comunita' pioniere alo-nitrofile
A5.2	Sabbie sublitorali a debole copertura permanente di acqua marina
A5.21	Sabbie e sabbie fangose sublitorali in ambiente lagunare
A5.31	Fanghi e fanghi sabbiosi sublitorali in ambiente lagunare
A5.541	Vegetazione di acque salmastre dominata da <i>Phragmites australis</i>

Tabella 16 - Lista dei principali habitat marini e lagunari individuati nell'area di studio

Si tratta di habitat di interfaccia tra il dominio terrestre e quello acquatico in cui lo stato di naturalità tende a valori molto elevati. I sedimenti sono prevalentemente sabbiosi o composti da sabbie miste a fanghi. La vegetazione è scarsamente presente e poco strutturata e offre scarso riparo alla fauna, ma per le caratteristiche ecologiche delle specie vegetali pioniere è caratterizzata da una elevata qualità floristica. La comunità di invertebrati che occupa i sedimenti sabbiosi e delle sabbie miste a fango sostiene una rete trofica molto ben strutturata che tende a supportare un'elevata diversità di specie. I sedimenti più fini e coesivi tendono ad ospitare meno

specie per via della difficoltà alla penetrazione da parte dell'ossigeno. Le interazioni antropiche sono basse e sporadiche, eccetto in alcuni casi isolati. Le superfici sono totalmente di origine naturale. Sono i sistemi più dinamici e soggetti a modificazioni rapide su scale temporali di poche settimane. In questi ambiti sono elevati i valori per la diversità faunistica, meno quelli per la diversità floristica. Sono tra gli habitat più rari a livello biogeografico e possiedono soprattutto una elevata funzione trofica per l'avifauna.

NOTA: in alcuni ambiti (A5.2, A5.21, A5.31) non è stato possibile attribuire con precisione i valori ai parametri per il calcolo del VNP, dato che si tratta di estesi ambienti acquatici completamente sommersi. In questi ambiti sarà applicato il metodo di valutazione appositamente messo a punto sugli ambienti lagunari.

4.1.6.2 Habitat degli ambiti di spiaggia e dunali

Sono riconducibili agli habitat EUNIS con codice di primo livello contraddistinto dalla lettera B:

Cod EUNIS	Descrizione
B1.1	Vegetazione annua delle linee di deposito marine
B1.2	Spiagge sabbiose sopra linea di battigia
B1.21	Sabbie non vegetate sopra la linea di battigia
B1.24	Margini delle spiagge sabbiose scarsamente vegetate
B1.31	Dune mobili embrionali
B1.32	Comunità ad <i>Ammophila</i> delle dune bianche e vegetazione linee di deposito marine
B1.74	Dune con foreste di <i>Pinus pinea</i> e <i>Pinus pinaster</i>

Tabella 17- Lista dei principali habitat degli ambiti di spiaggia e di duna individuati nell'area di studio

Sono habitat costieri tipicamente rappresentati da ambiti sopra al limite delle linee di marea sizigiali. Sono caratterizzati dalla prossimità al mare, possono risentire dell'influsso degli spruzzi trasportati dal vento e di un moderato tenore di salinità. Le linee di deposito marine e le comunità pioniere delle dune sono ambiti di particolare pregio floristico, seppur non caratterizzate da elevata diversità e da vegetazione strutturata. La complessità della vegetazione generalmente aumenta a livello dei cordoni dunosi e spostandosi nelle aree retrodunali, fino a raggiungere una composizione vegetazionale stabile nelle aree a copertura boschiva (e.g. Pineta di Rosolina). Questi ambienti, per l'esposizione a fattori ambientali fortemente limitanti e associati a condizioni generali di grande stress ambientale (salinità, vento, ecc.) hanno frequentemente selezionato elementi vegetali ed animali peculiari e specializzati, fortemente adattati e spesso presenti esclusivamente in questi habitat. Il valore naturalistico di questi popolamenti litoranei, al di là della ricchezza assoluta di specie, che è relativamente bassa, è quindi dato proprio dalla coesistenza di molteplici elementi di origine biogeografica differente, accomunati però da elevati livelli di specializzazione trofica, di esclusività e di fedeltà all'habitat, e quindi da comuni

caratteristiche di buoni "indicatori" della complessiva qualità biologica degli ecosistemi in cui siano ancora presenti.

In questi ambiti i valori per la diversità faunistica sono medi come quelli per la diversità floristica. Sono tra gli habitat più rari a livello biogeografico e possiedono soprattutto una buona funzione trofica e in qualche caso sono essenziali per la nidificazione di alcune specie, quali il fraticello (*Sterna albifrons*). Le aree retrodunali sono un buon rifugio per l'avifauna, piccoli mammiferi e alcuni rappresentanti dell'erpetofauna.

4.1.6.3 Habitat degli ambiti di acque interne, palustri e degli stagni

Sono riconducibili agli habitat EUNIS con codice di primo livello contraddistinto dalla lettera C:

Cod EUNIS	Descrizione
C1.3	Laghi e stagni eutrofici permanenti
C1.3	Laghi eutrofici naturali con vegetazione del Magnopotamion o Hydrocharition
C1.5	Laghi e stagni salini e salmastri permanenti
C3.2111	Letti di acqua dolce a Phragmites
J5.4	Canali artificiali (larghezza > 6m)
X01	Estuari

Tabella 18 – Lista dei principali habitat degli ambiti delle acque interne, palustri e degli stagni individuati nell'area di studio

Le acque dolci interne non influenzate dalle acque marine includono una varietà di ambienti naturali o semi-naturali che supportano comunità, talvolta molto ricche, sia di piante che di animali. Nell'area di studio sono presenti bacini per l'acquacoltura, che sebbene a gestione antropica mantengono alcuni aspetti semi-naturali: tali habitat, caratterizzati da bassa diversità faunistica e floristica, possono avere funzione trofica e di rifugio per alcuni rappresentanti dell'avifauna. Più importanti da un punto di vista naturalistico i bacini d'acqua a volume variabile in prossimità degli alvei del Po nelle golene, caratterizzati da fauna e flora più ricche, soprattutto sui margini che possono ospitare numerose specie dell'erpetofauna. Spesso i corpi d'acqua dolce sono accompagnati dalla presenza della cannuccia di palude (*Phragmites australis*) che rappresenta una presenza costante delle aree umide del Delta del Po. Estesi canneti hanno funzione di rifugio per l'avifauna e riproduttiva per alcune specie quali l'airone rosso (*Ardea purpurea*). Sono compresi in questa classe i bacini palustri dell'Oasi di Ca' Mello, uno dei punti a maggior valore conservazionistico nell'area di studio.

Canali artificiali. Fanno eccezione nella nomenclatura EUNIS per essere caratterizzati soprattutto dal regime di gestione umana che li caratterizza come "artificiali" (quindi appartenenti alla classe J). In realtà diversi canali dell'area di studio possiedono una fauna ittica abbastanza ricca che solo in pochi casi presenta margini vegetati di buona qualità. La fauna ittica dei corsi d'acqua del delta

del Po risulta depauperata ed alterata in quanto a composizione specifica; le specie autoctone ecologicamente più esigenti si stanno rarefacendo sia in numero che in quanto ad abbondanza mentre si stanno sempre più diffondendo altre specie alloctone molto resistenti alle varie forme di inquinamento e competitivamente avvantaggiate (Castaldelli et al., 2008). Nell'area di studio i corsi d'acqua principali sono rappresentate da canali irrigui o di bonifica che formano un reticolo molto sviluppato particolarmente importante per la coltivazione del riso. Considerando l'importanza complessiva dell'elemento acquatico che sostiene dal punto di vista trofico tutte le componenti (ittiofauna, erpetofauna, avifauna) e la funzione di corridoi ecologici di tali ambiti si sono attribuiti valori funzionali elevati, accompagnati a valori bassi per la diversità floristica e medio-alti per la diversità faunistica.

Rami del po (estuari). Anche in questo caso costituiscono un'eccezione della nomenclatura. I rami del Po che contornano l'area di studio sono da classificare nella macroclasse "X" dedicata ai sistemi a mosaico complessi. Dal momento che le acque del fiume sia del Po della Donzella sia del Po di Tolle risentono nell'ambito di analisi dell'effetto della marea, tecnicamente entrambi i rami del fiume sono da classificare come "estuario". Anche in questo caso la compilazione dei valori dei parametri per il calcolo del VNP è puramente indicativa, dato che si tratta di ambienti sommersi. Lo strumento di valutazione per tali ambienti è tuttora in fase di sviluppo.

4.1.6.4 Habitat delle distese erbacee

Sono riconducibili agli habitat EUNIS con codice di primo livello contraddistinto dalla lettera E:

Cod EUNIS	Descrizione
E2.22	Prati da sfalcio
E2.6	Tappeti erbosi di prati, giardini e parchi
E5.14	Comunità di erbe nitrofile antropogeniche
E5.43	Comunità di erbe delle frange umide arborate
E6.1	Steppe salate mediterranee
E6.112	Steppe salate mediterranee (Limonietalia)
E6.112, A2.2	Steppe salate mediterranee (Limonietalia) su sedimenti emegenti in bassa marea
E6.112, A2.522	Steppe salate mediterranee (Limonietalia) in associazione a Juncus

Tabella 19 - Lista dei principali habitat delle distese erbacee

In questo gruppo rientra una varietà di habitat di pregio naturalistico estremamente variabile. Da un lato sono presenti le steppe salate mediterranee, caratterizzate da associazioni di piante estremamente specializzate a vivere in ambienti ipersalini e variegata in base al gradiente di salinità; in questi habitat di elevato valore conservazionistico la diversità non è molto elevata per via delle restrittive condizioni abiotiche al contorno, ma le funzioni ecologiche sono elevate, soprattutto per l'avifauna che le utilizza come siti di nidificazione e di nutrimento. Ben

rappresentati anche i rettili che sono tolleranti alla salinità. Dall'altro lato sono comprese le comunità di erbe nitrofile antropogeniche, comuni negli ambiti più disturbati, vicini a strutture edificate o anche in aree industriali, i tappeti erbosi di giardini e parchi in contesti urbani e periurbani, entrambe caratterizzate da bassissimi valori di naturalità. Di valore medio-alto invece le comunità di erbe delle frange umide erborate rinvenibili rade delle golene fluviali, e di valore medio i prati da sfalcio presenti soprattutto lungo agli argini del Po. Questi ambienti sono infatti preclusi a molti anfibi, mentre ospitano numerose specie di rettili, uccelli e mammiferi che in questi prati nidificano e si cibano di una ricca varietà di insetti e invertebrati.

4.1.6.5 Habitat degli ambiti arbustivi

Sono riconducibili agli habitat EUNIS con codice di primo livello contraddistinto dalla lettera F:

Cod EUNIS	Descrizione
F3.1	Cespuglieti decidui delle aree temperate
F9.313	Vegetazione arbustiva a Tamarix
FB.4	Vigneti

Tabella 20 - Lista dei principali habitat degli ambiti arbustivi

In questa categoria di habitat sono comprese un numero non ben precisato di specie arbustive che si sviluppano spontaneamente soprattutto in ambienti mesofili, spesso plurispecifiche in cui si inseriscono rovi (*Rubus ulmifolius*) e altre entità autoctone o alloctone. Costituiscono luoghi di rifugio per una ricca micro- e macrofauna, nonché elementi indispensabili di raccordo della rete ecologica di pianura. I valori di diversità floristica sono medi così come quelli di diversità faunistica. Non rientrano in questa tipologia alcuni filari singoli di alberi distanziati, ai lati di strade di campagna.

4.1.6.6 Habitat degli ambiti boschivi

Sono riconducibili agli habitat EUNIS con codice di primo livello contraddistinto dalla lettera G:

Cod EUNIS	Descrizione
G1.224	Boschi fluviali del Po a Quercus, Fraxinus, Alnus
G1.3	Boschi igrofilo mediterranei
G1.A	Boschi meso-eutrofici a Quercus, Carpinus, Fraxinus, Acer, Ulmus
G1.C	Rimboschimenti
G1.C1	Piantagioni di Populus
G1.D4	Coltivazioni di piante da frutto
G5.1	Filari di alberi lungo le strade
G5.2	Alberature artificiali poco estese di latifoglie

Tabella 21 – Lista dei principali habitat degli ambiti boschivi

Tali ambiti comprendono i boschi igrofilo ripariali delle golene del Po, in cui la struttura e la diversità della vegetazione del sottobosco offre riparo per molte specie dell'erpeto fauna, dell'avifauna e per i mammiferi. In questi ambiti i valori sono tendenzialmente molto alti. Valori alti sono attribuiti anche alla categoria dei boschi meso-eutrofici in cui è incluso il Bosco della Donzella sul margine settentrionale della Sacca di Scardovari. Nei rimboschimenti in ambito agrario, elementi in fase di evoluzione verso stadi più maturi, i valori per la diversità floristica e faunistica sono intermedi, pur mantenendo un valore funzionale elevato per la nidificazione e il rifugio.

Gli elementi a carattere più artificiale e lineare, come i filari di alberi lungo le strade sono caratterizzati da valori funzionali e di diversità floristica e faunistica bassi.

4.1.6.7 Habitat degli ambiti agrari

Sono riconducibili agli habitat EUNIS con codice di primo livello contraddistinto dalla lettera I:

Cod EUNIS	Descrizione
I1.1	Seminativi intensivi
I1.2	Coltivazioni miste florovivaistiche e orticole
I1.4	Coltivazioni inondate, risaie
I1.5	Coltivazioni abbandonate e terreni smossi
I2.23	Aree verdi urbane

Tabella 22 - Lista dei principali habitat degli ambiti agrari

Nell'area di studio si tratta degli habitat dall'estensione dominante. L'agricoltura intensiva sviluppatasi dall'inizio degli anni '70 ha portato alla realizzazione di estesi terreni agricoli senza margini vegetati apprezzabili. Per questi motivi il loro valore dal punto di vista della diversità floristica è molto basso. Alcune specie animali di uccelli e piccoli mammiferi fruiscono della possibilità di alimentazione (granivori e loro predatori).

Risaie. Sebbene nella nomenclatura EUNIS le risaie (I1.4) siano accorpate alla classe degli ambienti agrari, per le caratteristiche ecologiche di tali habitat è possibile accorparli ai corpi idrici degli stagni, dato che, pur se ambienti temporanei, sono soggetti a periodi di allagamento che li rende estremamente peculiari. L'ossigeno disciolto raggiunge valori minimi nei primi giorni immediatamente seguenti la sommersione, per aumentare nel periodo seguente e raggiungere il massimo a tarda primavera o all'inizio dell'estate, in seguito allo sviluppo di una ricca flora algale. Il variare nel tempo delle condizioni idrologiche porta l'ambiente di risaia da una iniziale condizione di oligotrofia (cioè di scarsità di sostanze nutrienti) successiva all'inondazione sino ad una condizione di eutrofia elevata. Questa caratteristica li rende siti temporanei con valore di

supplementarietà per l'elevata funzione trofica che svolgono per l'avifauna (Fasola & Ruiz, 1996), per l'erpetofauna e per la rete trofica in generale.

4.1.6.8 Habitat degli ambiti urbani e altamente artificiali

Sono riconducibili agli habitat EUNIS con codice di primo livello contraddistinto dalla lettera J:

Cod EUNIS	Descrizione
J1.2	Centri abitati
J2.1	Aree residenziali a tessuto discontinuo
J2.4	Edifici rurali
J1.4	Aree industriali
J1.51	Aree abbandonate urbane e suburbane
H5.61	Strade sterrate non asfaltate
J4	Strade e altre superfici rigide artificiali
J5	Opere idrauliche
J2.53	Opere antropiche, dighe
J4.5	Aree portuali
J2.7	Cantieri in ambito rurale

Tabella 23 - Lista dei principali habitat degli ambiti urbani e altamente artificiali

Si tratta di habitat in cui il grado di antropizzazione è totale. Le superfici sono totalmente o in buona parte artificiali, le specie animali e vegetali sono introdotte oppure opportuniste sinantropiche. Il valore di naturalità e i valori generali di sostegno per le funzioni ecosistemiche sono minimi, se non nulli.

4.1.6.9 Habitat salmastri delle valli da pesca

Cod. EUNIS	Descrizione
A5.541	Canneti a Phragmites in valli da pesca
A5.541, E2.22	Canneti a Phragmites in valli da pesca misti a prati da sfalcio
C1.3, X03	Valli da pesca d'acqua dolce o moderatamente saline
X03, A5.4	Valli da pesca salmastre con sedimenti misti sublitorali
X31	Fasce litorali con mosaici di substrati mobili e non mobili
X31, J5.32	Peschiere (bacini di allevamento intensivo in valli da pesca)
X31, J5.32, A5.541	Peschiere con letti a Phragmites
X31, J5.32, A5.541, F3.1	Peschiere con letti a Phragmites e cespuglieti decidui
X31, J5.32, A5.541, F9.313	Peschiere con vegetazione a Phragmites e Tamarix
X31, J5.32, F3.1	Peschiere con cespuglieti decidui delle aree temperate
X31, J5.32, F9.313	Peschiere con vegetazione arbustiva a Tamarix
X31, J5.1	Complesso di canali e barene
X31, J5.1, A2.55	Complesso di canali e barene con comunità a Salicornia
X31, J5.1, A2.552	Complesso di canali e barene con vegetazione alofila pioniera
X31, J5.1, F9.313	Complesso di canali e barene con vegetazione arbustiva a Tamarix
X31, J5.1, F9.313, A2.55	Complesso di canali e barene con Tamarix mista a comunità a Salicornia
X31, J5.1, F9.313, A2.552	Complesso di canali e barene con Tamarix mista a vegetazione alofila

Tabella 24 - Lista dei principali complessi di habitat presenti negli ambiti delle valli da pesca

I bacini da pesca di Rosolina, Porto Viro e Porto Tolle, sono ambienti salmastri dove elementi altamente artificiali (bacini da pesca intensivi) coesistono con aree semi-naturali di grande pregio. Opera dell'uomo, la "valle da pesca" è un allevamento di pesca estensivo in cui l'afflusso di acqua dolce e salata è regolato artificialmente da chiaviche (chiuse). Le valli da pesca si differenziano dagli habitat costieri a regime completamente naturale in quanto in questi ultimi, il deposito dei materiali da parte dei fiumi che sfociano in mare, si bilancia con l'azione sia erosiva che di deposito da parte del mare, portando alla continua formazione o distruzione di sbarramenti, che favoriscono il mantenimento o meno delle aree umide. Pertanto, se dal punto di vista morfologico possono essere classificate come laghi costieri, in quanto rappresentano bacini relativamente ben delimitati e separati dal mare, d'altro canto rappresentano aree umide costiere, costituendo un'interfaccia assai variabile e mutevole fra area emersa e mare, sia per posizione che per estensione.

La classificazione degli habitat presenti negli ambienti vallivi si è presentata estremamente complessa per la varietà degli accostamenti di ambienti aerei, subaerei e acquatici, e per la variabilità a piccola scala delle componenti vegetazionali associate. Per la loro natura di habitat seminaturali complessi ed estremamente peculiari, la classificazione EUNIS non possiede codici adeguati che li definiscano. Per questo motivo sono state usate combinazioni di codici che rendano conto dei mosaici di habitat presenti, spesso non rappresentabili singolarmente in cartografia per via della variabilità e labilità dei confini nelle unità territoriali indagate, e della loro molteplice funzione. Per i corpi idrici si è seguita la tassonomia delle aree umide elaborata nell'ambito della Convenzione di Ramsar che, per le fasce costiere, **distingue fra lagune e paludi costiere debolmente o fortemente salmastre**. All'interno delle valli da pesca si sono individuate 4 tipologie fondamentali di mosaici:

- Valli da pesca d'acqua dolce o moderatamente saline (cod. "A5.4, X03"): caratterizzate soprattutto dall'eterogeneità dei sedimenti di ambiente salmastro e marino-costiero (cod. "A5.4") e dalla gestione estensiva che le rendono simili a sistemi lagunari (cod. "X03"); a questi corpi idrici viene riconosciuta la stessa importanza ecologica degli ambienti lagunari naturali, per cui viene attribuito loro il codice Natura 2000 "1150* - Lagune";
- Valli da pesca salmastre (cod. "C1.3, X03"): caratterizzate soprattutto per la presenza di acque dolci stagnanti (cod. "C1.3") e per la gestione estensiva che le rendono simili a sistemi lagunari (cod. "X03"), sebbene per via della presenza delle acque dolci non possano essere riconosciute come tali nel sistema Natura 2000;

- Complessi di canali, argini e barene (cod. "X31, J5.1"): costituisce la rete idrografica attraverso cui sono gestite le valli, di origine antropica (cod. "J5.1") e caratterizzata dalla presenza di varie tipologie di arginature, emerse, semisommerse e sommerse (cod. "X31") che possono ospitare varia vegetazione alofila;
- Peschiere (cod. "X31, J5.32"): bacini minori spesso delimitati da fitti reticoli di arginelli e barene (cod. "X31") e destinati all'allevamento intensivo (cod. "J5.32");

In base alla presenza di componenti vegetazionali, a queste 4 tipologie fondamentali sono stati aggiunti i codici relativi alla componente vegetazionale prevalente.

Gli ambienti vallivi sono tendenzialmente sede di importanti processi ecologici che coinvolgono un'ampia varietà di flora e fauna; tali processi sono controllati dall'attività umana che nelle aree "estensive" promuove il mantenimento della biodiversità e dei suoi processi, mentre in quelle "intensive" sacrifica tali aspetti alla produzione di beni commerciali. Pertanto, in questi ambiti vengono valutati caso per caso i diversi gradi di diversità floristica e faunistica così come la funzionalità degli habitat presenti.

4.1.7 La mappa del Valore di Naturalità Potenziale (VNP) del territorio della Donzella

In base ai valori attribuiti ai parametri nelle matrici di valutazione delle tipologie di habitat (Tabella 11) e delle unità territoriali è stato applicato il modello di calcolo del VNP ottenendo per ogni unità territoriale, ovvero per ogni habitat contenuto in ogni porzione di territorio, un Valore di Naturalità Potenziale. La lista completa delle unità territoriali con il rispettivo valore di VNP è riportata in Appendice B. La distribuzione sul territorio dei valori di VNP è riportata in Figura 20. I valori di VNP sono stati classificati in un gradiente di 20 classi utilizzando l'algoritmo dei "natural breaks (Jenks)" fornito in ArcGIS. L'algoritmo di classificazione "natural breaks" determina la miglior separazione dei valori in classi comparando iterativamente la somma delle differenze quadratiche tra i valori osservati in ogni classe e la media di ogni classe. La "miglior" classificazione identifica le soglie delle classi nella distribuzione ordinata dei valori che minimizza le differenze delle somme dei quadrati all'interno di ogni classe. In questo modo è possibile ottenere una suddivisione delle classi compatibile con una rappresentazione grafica ottimale (Jenks & Coulson, 1963).

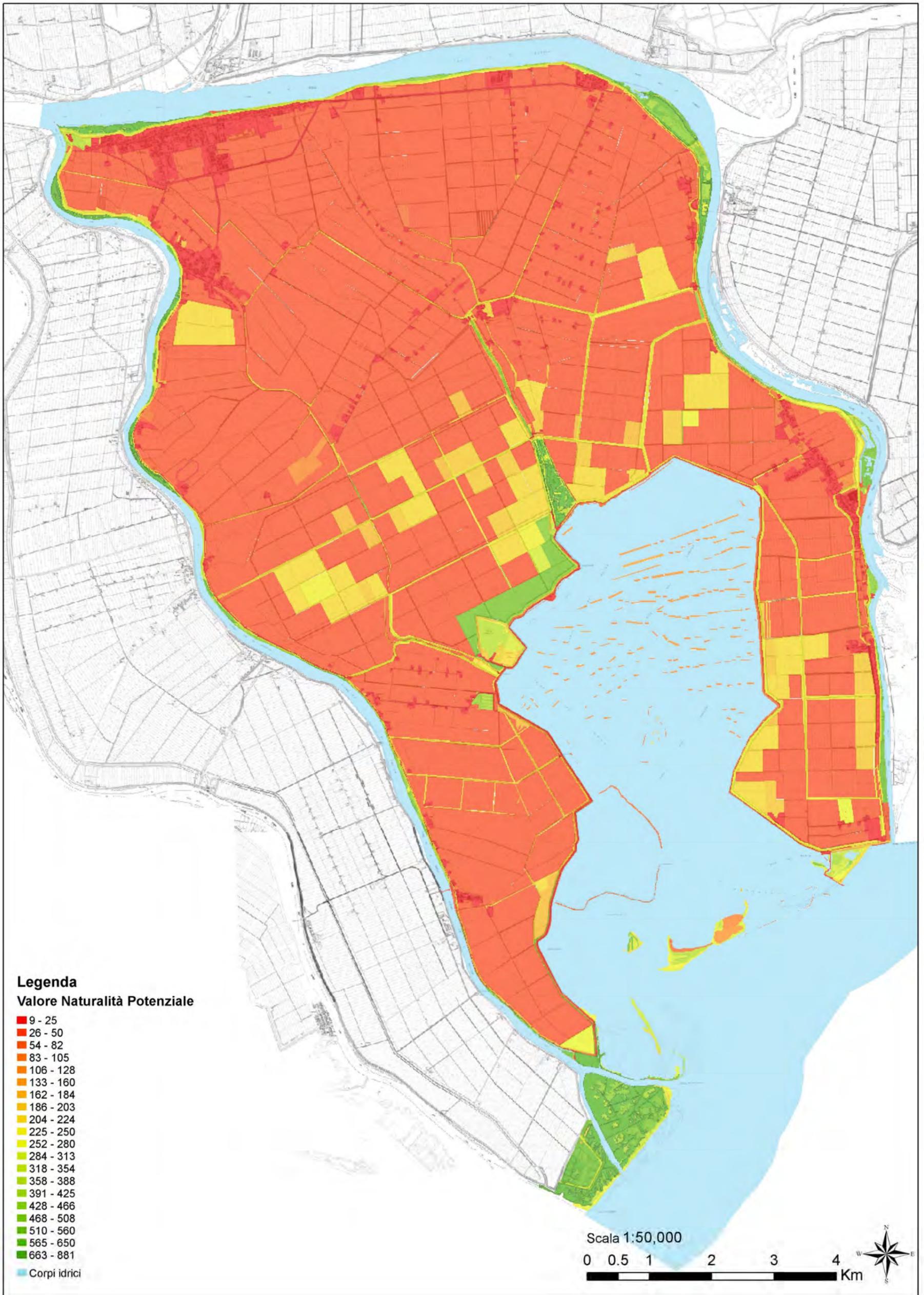


Figura 20 – Mappa dei Valore di Naturalità Potenziale degli habitat contenuti in ogni porzione di territorio per tutta l'Isola della Donzella. Sono esclusi dall'analisi i corpi idrici

4.1.8 Distribuzione dei valori di VNP sul territorio

Analizzando la Figura 20 si nota come i valori più bassi di VNP sono espressi dal colore rosso (soprattutto ambiti urbani e ambiti agricoli) mentre i valori più elevati sono espressi dal colore verde (golene del Po, Bonello Bacucco, Oasi Gorino-Sullam, Oasi di Ca' Mello, Bosco della Donzella). I valori assoluti più elevati sono stati ottenuti nei canneti del Bonello Bacucco (VNP = 881). Da notare che il valore teorico massimo (VNP = 1000) non è stato raggiunto in nessun ambito. In Figura 21 è riportata la distribuzione dei valori di VNP calcolati sul territorio dell'area di studio pilota

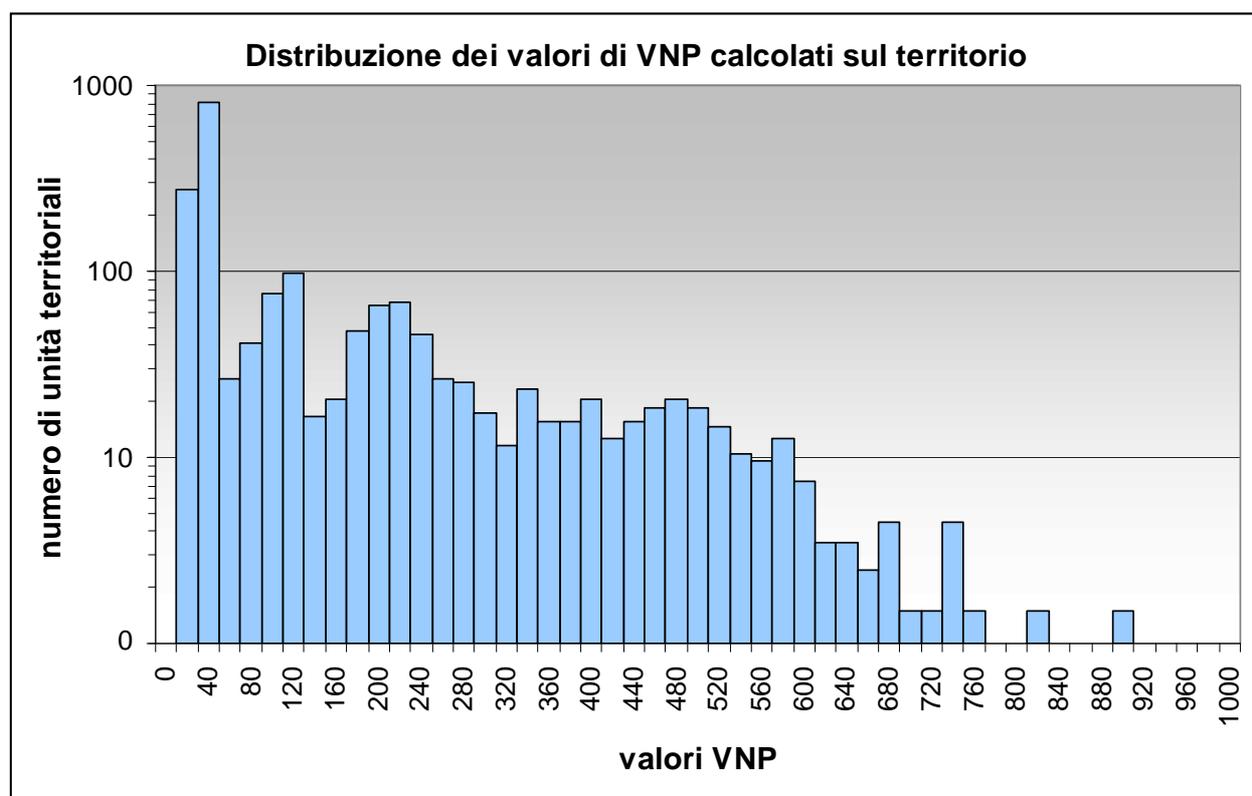


Figura 21 – Distribuzione su scala logaritmica dei valori del VNP calcolati per ogni unità territoriale nell'area di studio pilota.

La distribuzione dei valori di tale funzione è caratterizzata da frequenze molto elevate nel dominio della funzione corrispondente ai valori inferiori a 600, mentre le frequenze dei valori superiori a 600 sono molto meno frequenti. Ciò è essenzialmente dovuto al fatto che gli habitat appartenenti ad ambiti agricoli e antropizzati (classi I e J di EUNIS), a basso valore di naturalità, costituiscono una porzione molto estesa del territorio analizzato (Figura 18). Il peso degli ambiti agricoli nell'analisi del VNP aumenta ulteriormente dal momento che le classi corrispondenti agli ambiti a copertura acquatica (classi A e X) e che costituiscono 5345 ettari, (pari al 33.7% del territorio) non sono state analizzate.

4.2 Analisi qualitativa del VNP del territorio

La possibilità di quantificare il valore di naturalità di una porzione di territorio è il primo passo per una valutazione quantitativa delle valenze ecologiche potenzialmente presenti o esprimibili dal territorio. Su questa base è possibile esprimere un giudizio di qualità della naturalità delle varie porzioni territoriali individuate. Si è cercato di realizzare un metodo oggettivo per conferire una valutazione di qualità al valore di VNP restituito dall'algoritmo applicato. La determinazione delle soglie delle classi di qualità è stata realizzata seguendo i seguenti metodi:

1. divisione predefinita delle classi su sequenza lineare;
2. studio della distribuzione di frequenza della funzione VNP;
3. calcolo empirico delle soglie su valori prestabiliti.

4.2.1 Aree di riferimento

Le classi definite da ciascuno dei tre sistemi sono state testate su alcune aree di riferimento per cui, sia in base a riferimenti in letteratura che secondo il giudizio degli esperti, è possibile definire "a priori" un valore di qualità ambientale complessiva. Sono state scelte a questo proposito aree considerate come rappresentative di diverse situazioni in cui la qualità ambientale può assumere valore variabile da MOLTO BASSO a MOLTO ALTO. Le aree selezionate come riferimento sono:

1. **Bonello Bacucco**: ampia area a canneto sulla bocca del Po di Gnocca, inframmezzato a monelli e canali, costituisce un sito di elevato valore considerata in altri lavori come area di riferimento per il suo valore naturalistico (Gariboldi et al., 1997). Tale area è caratterizzata da elevata naturalità e da valenze funzionali quali sito di nidificazione per molti anatidi e per l'airone rosso, nonché sito di rifugio dall'attività venatoria e di alimentazione per la ricca fauna ad invertebrati presente nell'interfaccia acqua-canneto; tali funzionalità per la fauna sono espresse ai massimi livelli in questo ambito, per cui il valore atteso per gli habitat contenuti in questa macroarea è incluso tra i valori ALTO e MOLTO ALTO.
2. **Ca' Mello**: ecosistema relitto rappresentativo delle vaste aree palustri che dominavano fino agli anni '50 l'Isola della Donzella: attualmente è un'oasi naturalistica. Riveste rilevante importanza come zona umida d'acqua dolce, in particolar modo per alcune specie di uccelli legati all'ambiente del canneto presenti nelle diverse stagioni dell'anno, tra cui numerose specie di passeriformi, tra i quali il cannareccione, la cannaiola, l'usignolo, il pettazzurro e il basettino (Associazione Faunisti Veneti, 2005, 2007). Il sito, oltre che per la funzione di sostegno alla biodiversità rappresenta un importante area di rifugio stagionale

e di riproduzione. Il valore atteso per gli habitat contenuti in questa macroarea è incluso tra i valori ALTO e MOLTO ALTO.

3. **Golena Ca' Dolfin:** golena fluviale presente di fronte alla biforcazione in cui il Po di Venezia si scinde in Po di Tolle e Po di Pila; ospita tra la vegetazione boschiva igrofila un sottobosco di cespugli frammisti a piccoli specchi d'acqua, residui ora rinaturalizzati di attività di acquacoltura, e canneti in cui è presente una comunità di anatidi che trovano in questo habitat l'ambiente ideale per lo svernamento. Nel sito è presente l'habitat protetto dalla rete Natura 2000 "91E0- Boschi fluviali a Quercus, Fraxinus, Alnus". Il valore atteso per gli habitat contenuti in questa zona è incluso tra i valori ALTO e MOLTO ALTO.
4. **Scanno Centrale Scardovari:** residuo dalla freccia litorale lunga più di 1 km che fino alla fine degli anni '70 partiva dalla bocca del Po di Pila e scendeva verso sud-ovest chiudendo parzialmente la bocca a mare della Sacca di Scardovari. Dopo il taglio della freccia litoranea, e l'escavazione del canale sub-lagunare, questa parte dello scanno ha subito un processo di erosione e rimodellamento costante da parte delle correnti di marea, oltre a interventi di consolidamento per tentare di mantenerne stabile la geomorfologia. Nella sua conformazione odierna presenta alcuni elementi di naturalità nelle zone più dinamiche ed esposte agli agenti che regolano i processi di deposizione ed erosione della spiaggia, ma la presenza di manufatti e i continui interventi necessari al rifacimento delle sabbie soggette a erosione mantengono le comunità ad uno stato di naturalità che alterna aree a vegetazione alofila ben strutturata ad altre aree soggette a colonizzazione da parte di comunità di erbe alte nitrofile sinantropiche. Il valore globale atteso per gli habitat contenuti in questa macroarea è incluso tra i valori BASSO e MEDIO.
5. **Scanno Barricata:** residuo a terra della freccia litoranea precedentemente descritta (di cui era parte lo Scanno Centrale Scardovari) rimasto dopo il taglio dello scanno originario. Attualmente ospita un cespuglieto di tamerici alloctone impiantate per consolidare i sedimenti e uno stabilimento balneare. Tali elementi ne compromettono uno stato di buona naturalità dovuto alla presenza frammentaria di diversi habitat prioritari. Complessivamente il valore globale atteso è MEDIO.
6. **Biotopo Bonello:** relitto dell'omonima valle da pesca che fino al 1966 si estendeva per 372 ha. Le valli da pesca dell'Isola furono bonificate negli anni '70, con la sola eccezione di una piccola parte di questa valle, ultima testimonianza del paesaggio vallivo ed oggi zona umida di elevato valore naturalistico. Il biotopo è caratterizzato da acque salmastre, da antichi dossi (bonelli) ricchi di vegetazione che delimitano le peschiere e da tratti di acque dolci derivanti dai canali di scolo delle bonifiche. Nello specchio d'acqua principale si effettua una vallicoltura di tipo estensivo, dove gli animali allevati si nutrono utilizzando la

produttività naturale dell'ambiente. Nei piccoli bacini, invece, si effettua una vallicoltura semi-intensiva, con alimentazione pressoché artificiale. Il valore atteso per gli habitat contenuti in questa macroarea è incluso tra i valori MEDIO e ALTO.

7. **Ambiti agricoli:** le ampie zone coltivate presenti nell'Isola della Donzella sono spesso caratterizzate dall'ampia estensione dei fondi, soprattutto nella zona meridionale, e dalla ridotta o nulla presenza di elementi vegetali (siepi, frangivento, incolti) che mitigano l'effetto delle attività colturali. Per questi motivi le aree agricole sono stimate con un valore atteso di naturalità tra MOLTO BASSO e il BASSO.
8. **Risaie:** all'interno degli ambiti agricoli di scarso valore, le risaie, durante il periodo in cui vengono inondate svolgono un ruolo vicariale delle zone umide per l'avifauna e gli anfibi. Nello strato d'acqua si sviluppa infatti una complessa comunità a invertebrati che costituisce una importante fonte trofica per la fauna a vertebrati. Il ruolo ecologico rivestito da questi ambienti effimeri è confermato dal fatto che in alcune risaie nei pressi di Ca' Mello è stata segnalata la presenza effimera di habitat della rete Natura 2000 ("3150 - Laghi eutrofici naturali con vegetazione del Magnopotamion o Hydrocharition", Danilo Trombin, pers. comm.). Per queste caratteristiche le aree a risaia sono valutate con un valore atteso incluso tra i valori MEDIO e ALTO.
9. **Abitato di Porto Tolle:** il centro abitato di Porto Tolle è la zona a maggior concentrazione antropica di tutta l'area di studio pilota; per l'estesa presenza di reti viarie, infrastrutture, abitazioni e manufatti è da considerare l'area a minor pregio, per cui il valore atteso è MOLTO BASSO;

Nella tabella riassuntiva (Tabella 25) sono espressi i punteggi attesi per le macroaree di riferimento:

Macroarea di riferimento	Valore qualitativo atteso
Bonello Bacucco	ALTO - MOLTO ALTO
Ca' Mello	ALTO - MOLTO ALTO
Golena Ca' Dolfin	ALTO - MOLTO ALTO
Biotopo Bonello	MEDIO - ALTO
Risaie	MEDIO - ALTO
Scanno Barricata	MEDIO
Scanno Centrale Scardovari	BASSO - MEDIO
Ambiti agricoli	MOLTO BASSO - BASSO
Abitato di Porto Tolle	MOLTO BASSO

Tabella 25 – Tabella riassuntiva delle macroaree di riferimento e del loro valore qualitativo atteso

4.2.2 Prima proposta: Soglie qualitative del VNP in base a suddivisione lineare

Il primo approccio per definire le classi di qualità è stato quello di suddividere linearmente il range di valori teorico del VNP (0 – 1000) in base a 5 soglie di uguale ampiezza. I valori si ottengono dividendo il punteggio massimo per 5 e si ottengono le seguenti soglie, corrispondenti alle 5 classi di qualità:

Valori soglia di VNP	Classe di qualità	Tematismo della legenda
1 – 200	MOLTO BASSA	ROSSO
200 – 400	BASSA	ARANCIONE
400 – 600	MEDIA	GIALLO
600- 800	ALTA	VERDE
800 - 1000	MOLTO ALTA	VERDE SCURO

Tabella 26 - Valori del VNP che determinano le soglie delle classi di qualità individuate in base a suddivisione lineare dei valori

Le soglie descritte nella Tabella 26 sono state applicate ai valori di VNP calcolati per gli habitat presenti sul territorio ottenendo la corrispondente mappa delle classi di qualità VNP (Figura 22).

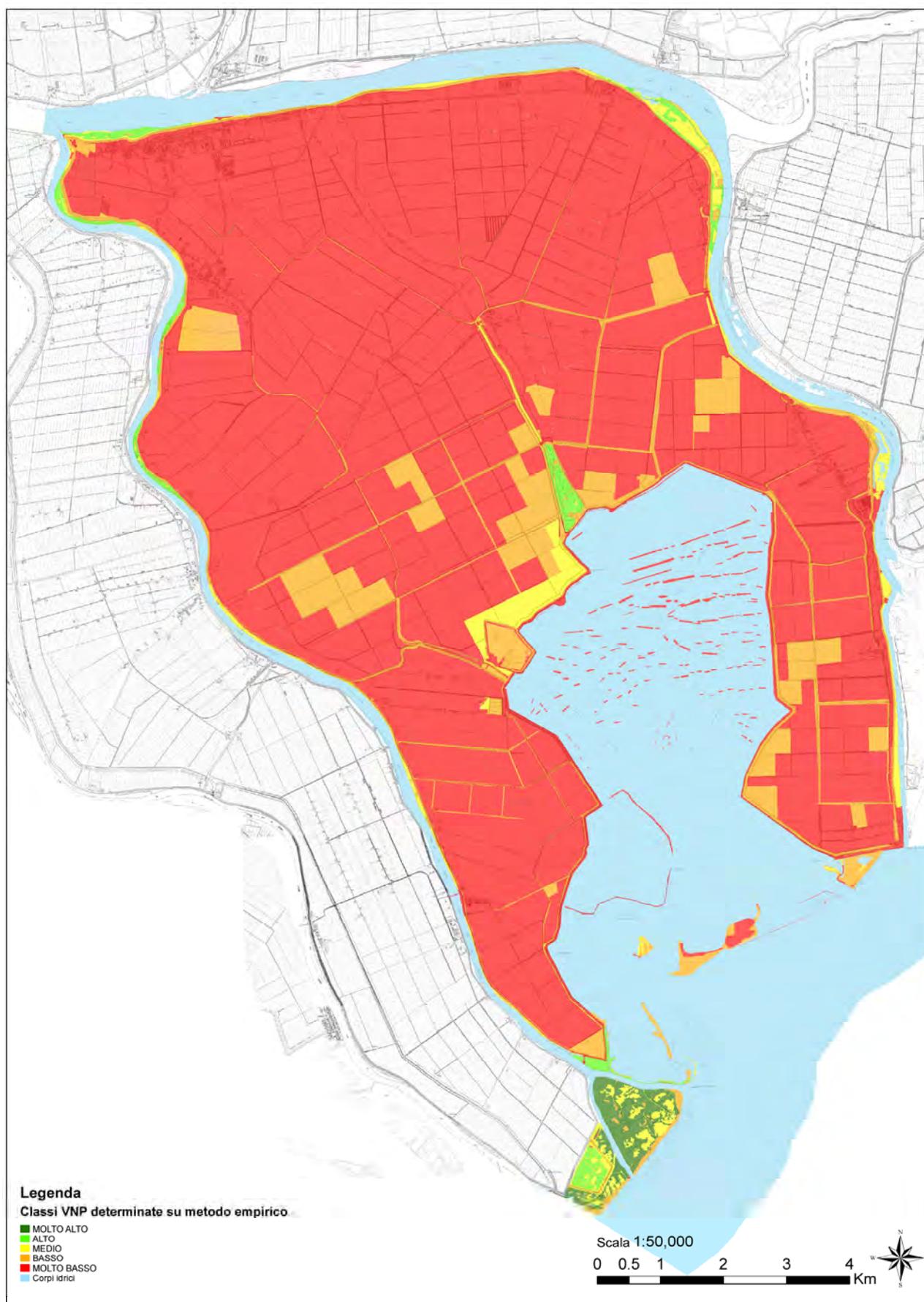


Figura 22 - Mappa delle classi di Naturalità Potenziale degli habitat dell'Isola della Donzella individuate secondo il metodo della suddivisione lineare (vedi Tabella 26). Sono esclusi dall'indagine gli ambiti acquatici

Il metodo di suddivisione lineare applicato al caso di studio pilota viene confrontato con i valori di qualità attesi per le aree di riferimento (Tabella 25). Si evidenzia una riduzione rispetto al grado di qualità atteso a livello di tutte le unità territoriali; soltanto le aree corrispondenti agli ambiti agricoli e l'abitato di Porto Tolle mostrano corrispondenza tra valori attesi e osservati. Solamente nell'area del Bonello Bacucco e di Ca' Mello i valori appaiono in un range prossimo all'atteso (Tabella 25).

Macroarea di riferimento	Valore qualitativo atteso	Valore qualitativo VNP (suddivisione lineare)
Bonello Bacucco	ALTO - MOLTO ALTO	ALTO - MOLTO ALTO
Ca' Mello	ALTO - MOLTO ALTO	ALTO
Golena Ca' Dolfin	ALTO - MOLTO ALTO	MEDIO - ALTO
Biotopo Bonello	MEDIO - ALTO	BASSO
Risaie	MEDIO - ALTO	MOLTO BASSO - BASSO
Scanno Barricata	MEDIO	BASSO
Scanno Centrale Scardovari	BASSO - MEDIO	MOLTO BASSO - BASSO
Ambiti agricoli	MOLTO BASSO - BASSO	MOLTO BASSO
Abitato di Porto Tolle	MOLTO BASSO	MOLTO BASSO

Tabella 27 – Confronto tra i valori attesi di qualità e i valori ottenuti da analisi qualitativa VNP con divisione lineare delle classi:

Sulla scorta di tali considerazioni la suddivisione dei valori su una scansione lineare non sembra rappresentare adeguatamente la realtà delle valenze ecologiche rilevate in campo.

4.2.3 Seconda proposta: Soglie qualitative del VNP calcolate sulla distribuzione di frequenza (metodo quintili)

Considerando le caratteristiche della distribuzione di frequenza dei valori di VNP e l'andamento non lineare dei valori ottenuti (cfr. capitolo 4.1.8) è stato proposto un metodo di suddivisione che tenga in considerazione tali caratteristiche. Il metodo è basato sulla procedura di calcolo di una serie di valori di VNP teorici:

1. è stata ottenuta una serie di valori teorici di VNP applicando l'algoritmo di calcolo a una serie di habitat fittizi ($n = 65000$) i cui valori dei parametri (es. diversità fanale, floristica, rarità, superficie, struttura, ecc.) sono stati generati in maniera casuale da un calcolatore, mentre le aree erano campionate casualmente tra quelle misurate nelle unità territoriali;
2. è stata calcolata la distribuzione di frequenza di tali valori teorici di VNP per classi di ampiezza pari a 5 (Figura 23);

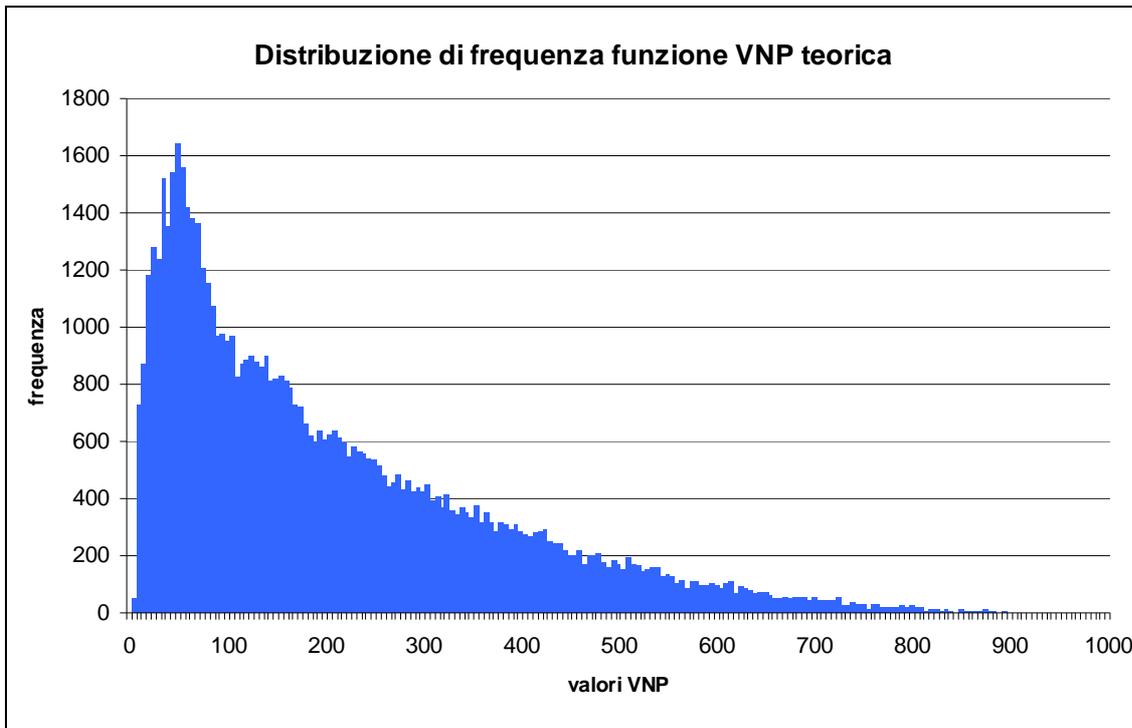


Figura 23 – Distribuzione teorica dei valori di VNP ottenuta mediante 65000 habitat fittizi per ciascuno dei quali è stata eseguita una generazione casuale dei valori dei parametri

3. su tale distribuzione di frequenza sono stati calcolati i quintili, ovvero quei valori del VNP per cui la distribuzione di frequenza viene divisa in 5 gruppi di classi contenenti un uguale numero di valori;

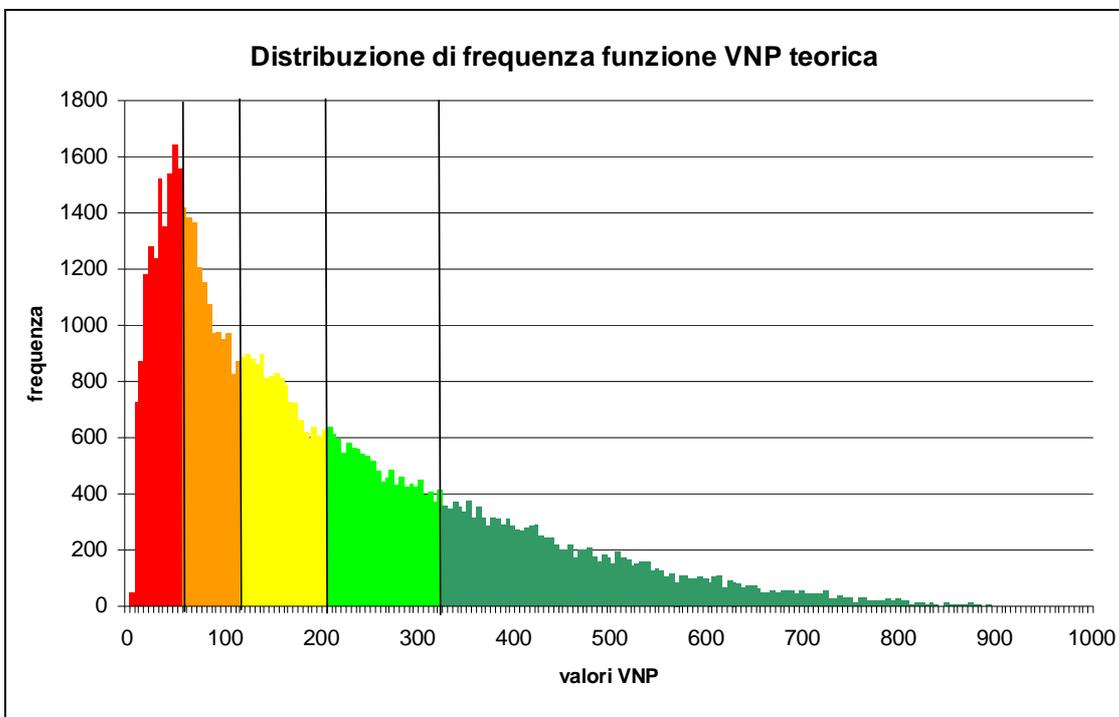


Figura 24 – Suddivisione delle classi di frequenza in base ai quintili della distribuzione; i quintili determinano le soglie dei valori di qualità

4. i quintili sono stati scelti come soglie che determinano le 5 classi di qualità di VNP, ordinate in un gradiente da MOLTO BASSA a MOLTO ALTA, come riportato in Tabella 28.

Valori soglia di VNP	Classe di qualità	Tematismo della legenda
1 – 56	MOLTO BASSA	ROSSO
56 – 116	BASSA	ARANCIONE
116 – 201	MEDIA	GIALLO
201- 338	ALTA	VERDE
338 - 1000	MOLTO ALTA	VERDE SCURO

Tabella 28 - Valori del VNP che determinano le soglie delle classi di qualità individuate in base ai quintili della distribuzione teorica

Le soglie descritte nella Tabella 28 sono state applicate ai valori di VNP calcolati per gli habitat presenti sul territorio ottenendo la corrispondente mappa delle classi di qualità VNP (Figura 25).

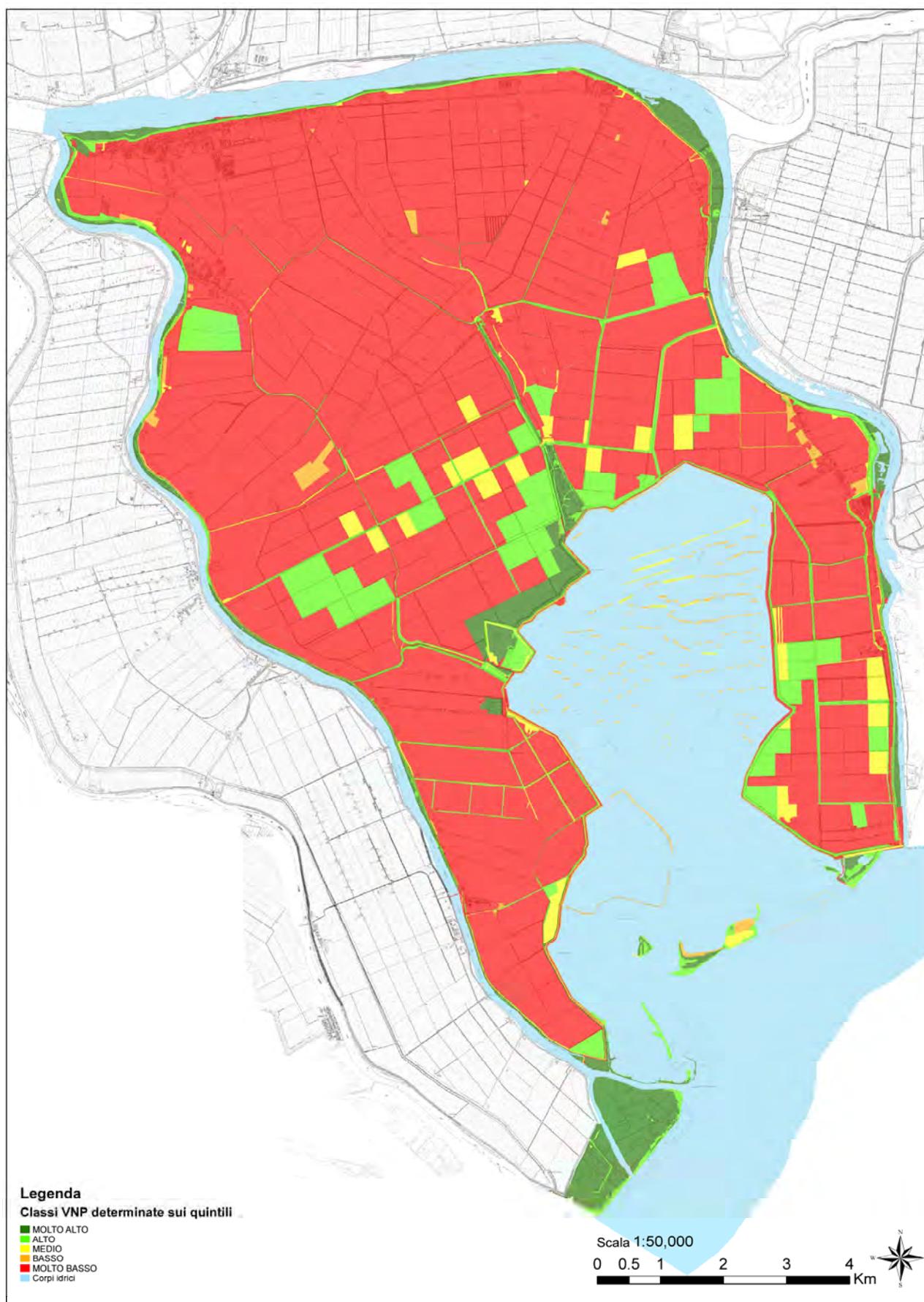


Figura 25 - Mappa delle classi di Naturalità Potenziale degli habitat dell'Isola della Donzella individuate secondo il metodo dei quintili (vedi Tabella 28). Sono esclusi dall'indagine gli ambiti acquatici

Il metodo di suddivisione per quintili applicato al caso di studio pilota viene confrontato con i valori di qualità attesi per le macroaree di riferimento (Tabella 25). Si evidenzia una suddivisione in classi di qualità delle unità territoriali che in buona parte sovrastima le valenze attese sul territorio. In tutte le aree di riferimento, infatti, i valori risultano superiori ai valori qualitativi attesi, fatta eccezione per gli ambiti agricoli e l'abitato di Porto Tolle (Tabella 25).

Macroarea di riferimento	Valore qualitativo atteso	Valore qualitativo VNP (suddivisione quintili)
Bonello Bacucco	ALTO - MOLTO ALTO	MOLTO ALTO
Ca' Mello	ALTO - MOLTO ALTO	MOLTO ALTO
Golena Ca' Dolfin	ALTO - MOLTO ALTO	MOLTO ALTO
Biotopo Bonello	MEDIO - ALTO	ALTO - MOLTO ALTO
Risaie	MEDIO - ALTO	ALTO
Scanno Barricata	MEDIO	ALTO - MOLTO ALTO
Scanno Centrale Scardovari	BASSO - MEDIO	MEDIO - ALTO
Ambiti agricoli	MOLTO BASSO – BASSO	MOLTO BASSO
Abitato di Porto Tolle	MOLTO BASSO	MOLTO BASSO

Tabella 29 – Confronto tra i valori attesi di qualità e i valori ottenuti da analisi qualitativa VNP con divisione per quintili delle classi

4.2.4 Terza proposta: Soglie qualitative del VNP calcolate su soglie parametri (metodo empirico)

Una terza proposta di individuazione delle soglie qualitative viene presentata per cercare di ovviare ad alcune incongruenze evidenziate sul territorio in base alla proposta di suddivisione per quintili. Per determinare le classi su cui suddividere i valori del VNP, si è considerata un'area tipo di superficie massima (1000000 m²) a struttura vegetazionale più elevata (copertura boschiva, St = 4), e su tale area tipo si sono trovati i valori di ogni parametro che determinano la soglia qualitativa superiore (Tabella 30). Applicando l'algoritmo di calcolo del VNP ad ogni area tipo è possibile calcolare i valori dei fattori principali (Q, C e F) e del corrispondente VNP che definiscono il limite estremo superiore di ogni classe.

AREA m ²	Ca1	Ca2	Ca3	DiV	DivF	Ra	St	F Ri	F Nu	F Rf	Q	C	F	VNP	Soglia superiore classe_VNP
1000000	0	1	1	2	2	2	4	1	1	1	2	10	2	36	MOLTO BASSO
1000000	2	2	2	4	4	4	4	2	2	2	4	10	4	160	BASSO
1000000	3	3	3	6	6	6	4	3	3	3	6	10	6	360	MEDIO
1000000	4	4	4	8	8	8	4	4	4	4	8	10	8	640	ALTO
1000000	5	5	5	10	10	10	4	5	5	5	10	10	10	1000	MOLTO ALTO

Tabella 30 - Valori dei parametri che determinano la soglia qualitativa superiore per un'area tipo di 1000000 m² a copertura boschiva (St = 4); applicando l'algoritmo di calcolo del VNP si trovano i valori soglia di VNP che identificano il limite superiore di ogni classe di qualità

I valori di VNP che corrispondono alle soglie che determinano le 5 classi di qualità, sono ordinati in un gradiente crescente di naturalità da MOLTO BASSA a MOLTO ALTA, come riportato in Tabella 31:

Valori soglia di VNP	Classe di qualità	Tematismo della legenda
1 - 36	MOLTO BASSA	ROSSO
36 - 160	BASSA	ARANCIONE
160 - 360	MEDIA	GIALLO
360- 640	ALTA	VERDE
640 - 1000	MOLTO ALTA	VERDE SCURO

Tabella 31 - Valori del VNP che determinano le soglie delle classi di qualità individuati in base al metodo empirico

Le soglie descritte nella Tabella 31 sono state applicate ai valori di VNP calcolati per gli habitat presenti sul territorio ottenendo la corrispondente mappa delle classi di qualità VNP (Figura 26).

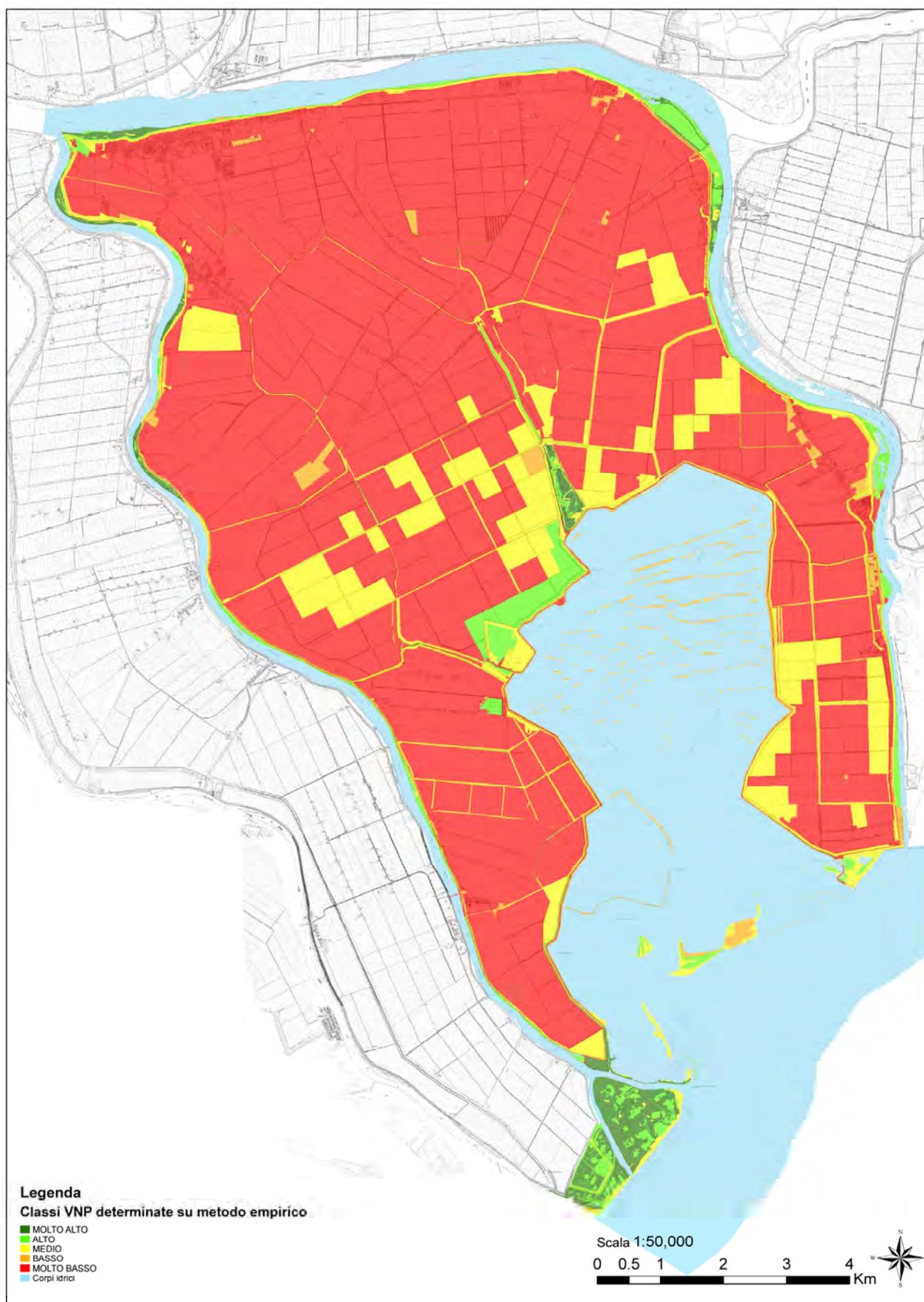


Figura 26 - Mappa delle classi di Naturalità Potenziale degli habitat dell'Isola della Donzella individuate secondo il metodo empirico (Tabella 31). Sono esclusi dall'indagine gli ambiti acquatici

Il metodo di suddivisione empirico applicato al caso di studio pilota viene confrontato con i valori di qualità attesi per le aree di riferimento (Tabella 25). Si evidenzia una suddivisione in classi di qualità delle unità territoriali in buona parte corrispondente alle valenze attese sul territorio; in particolare nelle aree di riferimento del Bonello Bacucco, di Ca' Mello, del Biotopo Bonello, dello Scanno Centrale Scardovari e dell'abitato di Porto Tolle i valori ricadono nella stessa classe di qualità dei valori attesi, mentre risultano in lieve sottostima per la Golena di Ca' Dolfin, per le risaie e per gli ambiti agricoli. Si nota una lieve tendenza alla sovrastima nell'ambito dello Scanno Barricata (Tabella 25).

Macroarea di riferimento	Valore qualitativo atteso	Valore qualitativo VNP (suddivisione empirica)
Bonello Bacucco	ALTO - MOLTO ALTO	ALTO - MOLTO ALTO
Ca' Mello	ALTO - MOLTO ALTO	ALTO - MOLTO ALTO
Golena Ca' Dolfin	ALTO - MOLTO ALTO	ALTO
Biotopo Bonello	MEDIO – ALTO	MEDIO - ALTO
Risaie	MEDIO – ALTO	MEDIO
Scanno Barricata	MEDIO	MEDIO - ALTO
Scanno Centrale Scardovari	BASSO – MEDIO	BASSO - MEDIO
Ambiti agricoli	BASSO – MOLTO BASSO	BASSO
Abitato di Porto Tolle	MOLTO BASSO	MOLTO BASSO

Tabella 32 – Confronto tra i valori attesi di qualità e i valori ottenuti da analisi qualitativa VNP con divisione con metodo empirico delle classi

La suddivisione dei valori del VNP in base al metodo empirico identifica classi di qualità che sembrano cogliere i valori ecologici generali che la sensibilità degli operatori ha indicato. Quindi, rispetto alla proposta di suddivisione in classi basata su criteri lineari e sui quintili, il metodo empirico sembra fornire una scansione della qualità ambientale più adeguata.

4.2.5 Discussione sulla valutazione della qualità territoriale sulla base del VNP

Il metodo del VNP nasce fondamentalmente come metodo per quantificare con un valore, teoricamente variabile tra 1 e 1000, il grado di integrità e, quindi, di naturalità di un habitat o biotopo. L'applicazione del metodo ad ambienti estuarini e di transizione, per la prima volta realizzata in questo lavoro, ha necessitato di un ulteriore sforzo per attribuire una valutazione di qualità ai valori di VNP in ambiti in cui sono emerse diverse limitazioni imposte dagli elementi naturali. Per questo motivo è stata presentata l'analisi di diverse modalità possibili per la stima del grado di qualità ambientale: la proposta che è sembrata riflettere al meglio le peculiarità degli ambienti del Delta è quella basata su una scansione delle 5 classi di naturalità mediata da un metodo empirico di attribuzione delle soglie. La scansione mediante soglie calcolate empiricamente presenta il pregio di garantire una scelta non soggettiva e, entro certi limiti,

confrontabile con la percezione qualitativa degli ambienti del Delta ottenuta sulla base della letteratura e del confronto degli esperti di settore. In base alla distribuzione dei valori del VNP ottenuta in questo studio pilota, una suddivisione in classi di ugual distanza (ovvero con soglie a 200, 400, 600 e 800, vedi Tabella 26), né il metodo dei quintili (Tabella 28) sembrano ottimali in quanto risultano scarsamente coerenti rispetto al grado di naturalità attesa nella quasi totalità degli habitat trattati.

In ogni caso, i metodi presentati in questo lavoro necessitano di essere testati in maniera più estensiva. Generalmente la valutazione della qualità richiede una procedura per comparare lo stato di un ambito territoriale con un termine di paragone oggettivo ed affidabile (Hip & De Haes, 1995). Al momento, non esistono strumenti di assoluta oggettività che possano portare a una scelta univoca di uno dei due metodi, dato che approcci di valutazione ecosistemica paragonabile al metodo proposto non sono mai stati prodotti per l'area in analisi. Di fronte ad una carenza di termini di confronto, sebbene il realismo suggerisca di fare riferimento a modelli e parametri valutativi accolti dalla comunità scientifica, la presente proposta di analisi è da considerare a tutti gli effetti come preliminare e come oggetto di discussione. Sarà da prevedere perciò ampio spazio alla critica di tale metodo, con considerazioni sulle scelte e sui criteri di tutela e di ripristino ambientale, e per tutti quegli aspetti che comunque rientrano in modo insufficiente e forzato nell'attuale modello di analisi. In particolar modo, sarà da valutare soprattutto se il metodo sia in grado di riflettere i dinamismi e i processi riferiti alle peculiarità delle aree su cui si opera, ponendo in prioritaria evidenza le relazioni funzionali tra le formazioni ed evoluzioni degli assetti geomorfologici e gli assetti floro-faunistici. Questo approccio è fondamentale per la futura ottimizzazione ed estensione del metodo.

Sarà necessario, inoltre, individuare ed applicare dei correttivi che integrino i valori ricavati da indici più comunemente utilizzati con quelli noti, per i quali gli indici siano apparsi inadeguati o insufficienti. Una scelta definitiva potrà essere condotta solamente estendendo il metodo all'intera area di studio (Delta del Po) e confrontando i valori qualitativi presenti e quelli potenzialmente ottenibili con i risultati ottenuti in base all'applicazione di scelte gestionali, in un processo che possa consentire una ulteriore verifica, taratura e raffinamento del metodo.

4.3 Robustezza del VNP

Si definisce "*robustezza*" di un modello il grado di insensibilità degli esiti rispetto a deviazioni dagli assunti su cui poggia. Testare la robustezza di un modello significa mettere alla prova la replicabilità del risultato a dispetto di variazioni nei valori dei parametri che lo compongono.

Per testare la robustezza del modello del VNP si è proceduto considerando la serie di valori di VNP ottenuti per ogni unità territoriale in base ai valori dei parametri listati in Allegato A (ovvero i

valori reali): tali valori di VNP definiscono lo "stato reale" del modello applicato alle unità territoriali dell'Isola della Donzella. Successivamente, la matrice di Allegato A è stata modificata portando i valori del primo parametro (e.g. *Div*, vedi Tabella 9) ai valori minimi consentiti per il parametro considerato ($Div = 1$): su tale matrice modificata per il primo parametro è stata prodotta l'intera serie di valori di VNP per l'area di studio pilota derivanti dalla sottostima del primo parametro. In questo modo viene prodotto una serie di valori di VNP che rappresenta lo "stato di sottostima" del modello relativo al primo parametro. La procedura sopra descritta è stata replicata iterativamente per tutti gli 11 parametri principali in modo da ottenere una serie di 11 matrici di valori di VNP che rappresentano altrettanti stati di sottostima per ciascun parametro. Per ogni unità territoriale si sono confrontate le differenze tra i valori di VNP dello "stato reale" con i valori del VNP dello "stato di sottostima" ottenuti per ciascun parametro. Le differenze medie percentuali ricavate dai confronti sono state rappresentate in Figura 27.

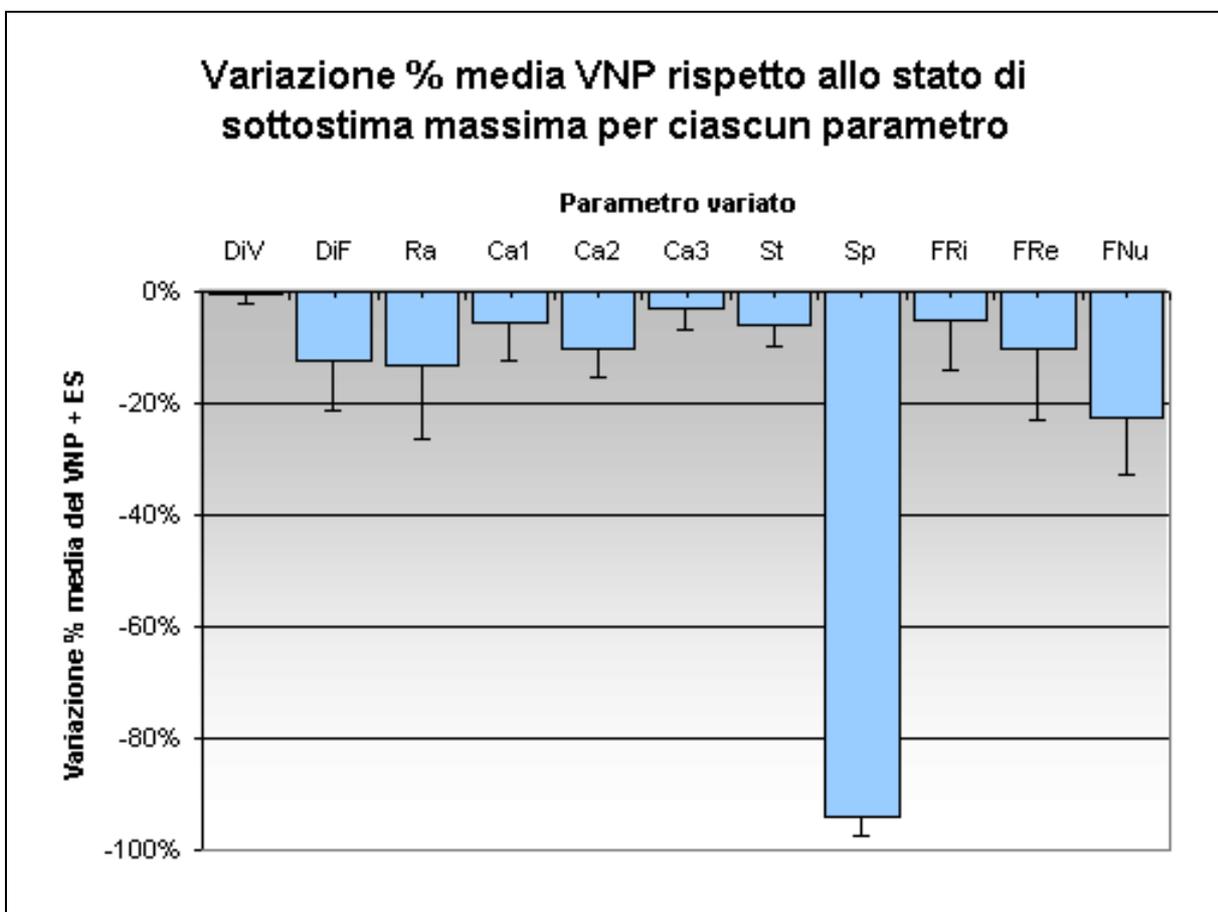


Figura 27 – Variazione media del VNP (+ errore standard) ottenuta confrontando i valori di VNP reali con quelli ottenuti sottostimando di volta in volta ogni singolo parametro al minimo valore possibile ("stato di sottostima")

La Figura 27 mette in evidenza che la massima riduzione del valore medio di VNP rispetto allo stato reale si ottiene riducendo al minimo il valore dell'area (*Sp*) delle unità territoriali in indagine.

Riduzioni medie del valore del VNP superiori al 20% sono ottenute sottostimando ai minimi valori possibili il parametro *FNu*, mentre la sottostima dei parametri *DiF*, *Ra*, *Ca2*, *FRe* porta a una riduzione media dei valori di VNP circa del 10%. Da sottolineare che la riduzione dei valori del parametro *Sp* al livello minimo (il che equivale, per esempio, a sottostimare l'estensione di una superficie di vari ettari al valore di 20 m²) costituisce un evento puramente teorico e altamente improbabile. Infatti, i valori della superficie di ogni unità territoriale vengono ricavati direttamente mediante ausilio di software GIS, che alla scala di indagine presenta un errore di rappresentazione nell'ordine di pochi metri.

Analogamente, si può confrontare lo "stato reale" del modello con la situazione di uno "stato di sottostima", ovvero quando i singoli parametri vengono sovrastimati ad uno ad uno secondo i valori massimi consentiti. Le differenze medie percentuali ricavate dai confronti sono rappresentate in Figura 28.

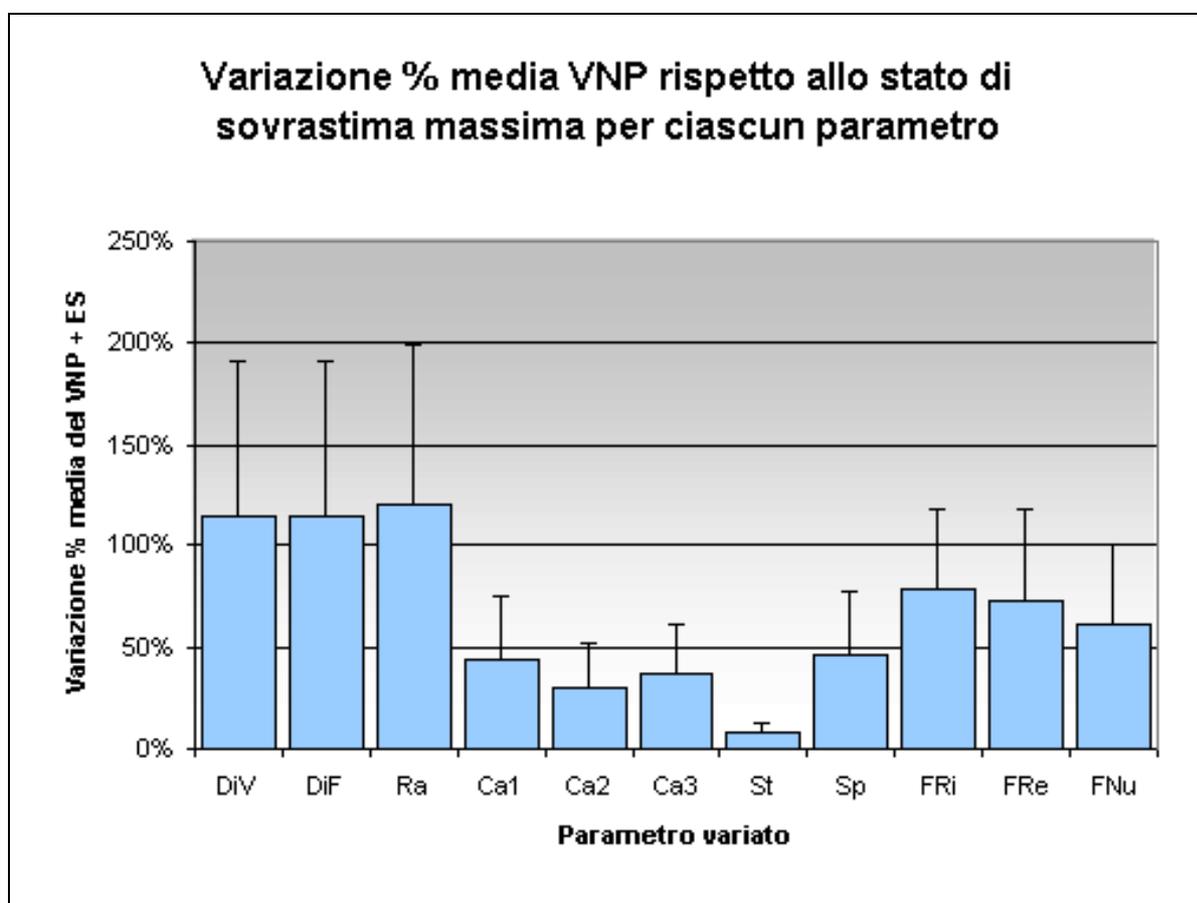


Figura 28 - Variazione media del VNP (+ errore standard) ottenuta confrontando i valori di VNP reali con quelli ottenuti sovrastimando di volta in volta ogni singolo parametro al massimo valore possibile ("stato di sovrastima")

I parametri *DiV*, *DiF* e *Ra*, quando sovrastimati, provocano un incremento del valore medio delle unità territoriali superiore al 100%. Tale incremento medio scende a valori compresi tra il 50-75% in caso di sovrastima dei parametri *FRI*, *FRe* e *FNu*. In questo caso è da evidenziare che gli

elevati incrementi percentuali misurati nel VNP sono parzialmente dovuti alla presenza di un elevato numero di unità territoriali di scarso valore (terreni agricoli dell'Isola della Donzella) in cui i valori dei parametri *DiV*, *DiF*, *Ra*, *FRI*, *FRe* e *FNu* sono particolarmente bassi. Conseguentemente, nello "stato reale" la maggior parte delle unità territoriali presentano un VNP che varia attorno al valore 36, mentre nel modello dello "stato di sovrastima" per le medesime unità territoriali tali valori si innalzano attorno al valore di 96, portando a un considerevole aumento percentuale medio dei valori di VNP. Da sottolineare che, comunque, anche in questo caso si tratta di variazioni al limite (habitat a valore molto basso di diversità o rarità valutati alla stregua di habitat pregiatissimi) da ritenere altamente improbabili in presenza di valutazioni condotte da personale esperto.

In definitiva, il VNP appare sensibile soprattutto a variazioni dello stato dei parametri che misurano la diversità delle componenti floristiche, faunistiche e le funzioni dell'habitat. Ciò impone cautela soprattutto in quelle situazioni in cui sono presenti elevate porzioni del territorio di basso valore ecologico.

4.4 Pregi e limiti applicativi del VNP

I parametri utilizzati per il calcolo dell'Indice VNP rappresentano stime del grado di valore delle associazioni vegetazionali e faunistiche presenti sul territorio, del loro grado di interconnessione e di conservazione, e della misura con cui la fauna utilizza uno specifico habitat per riprodursi, per nutrirsi o per trovarvi rifugio stagionale.

Oltre a quantificare l'assetto delle varie componenti che costituiscono il mosaico paesaggistico del Delta del Po, il VNP esprime anche il grado di interconnessione dei vari elementi del territorio. I parametri *Ca1*, *Ca2* e *Ca3* riassumono caratteristiche di interconnessione spaziale degli elementi naturali all'interno di altri elementi più antropizzati, per cui intrinsecamente il VNP esprime una stima del grado di complementarietà dei sistemi ecologici analizzati. In questo senso nella componente della Qualità il VNP ha la potenzialità per poter valutare la strutturazione degli elementi di una rete ecologica in termini di **connettività**. L'acquisizione delle esigenze ecologiche di alcune specie animali, ovvero le "specie guida", rappresentative di altre specie con esigenze simili, e la stima delle funzionalità delle varie porzioni di territorio in termini di spazi per la riproduzione, per la nutrizione e per il rifugio, rende il modello compatibile con altri progetti di realizzazioni di reti ecologiche.

L'algoritmo del VNP è classificabile come un "sistema esperto", ovvero un modello che prende come input pareri di esperti di settore e produce un output di giudizio finale sulla qualità del sistema. La sua struttura non impedisce, comunque, di integrare i giudizi degli esperti con parametri ricavati in base a misurazioni e censimenti.

Nonostante questa apparente limitazione, la possibilità di interpellare un numero di esperti e di stimare lo stato del sistema attraverso la conoscenza delle dinamiche ecologiche che si sviluppano sul territorio, concede un vantaggio considerevole in termini di tempo e di sforzo di campionamento su ampia scala geografica. Considerando il basso rapporto costi/benefici del metodo, e considerando il fatto che si presta anche a implementazioni di dati di natura più oggettiva (es. dati storici di osservazioni e campionamenti) su cui calcolare indici che possono essere parametrizzati secondo le necessità del modello, il VNP può essere inserito tra gli strumenti di valutazione e gestione delle risorse naturali del delta del Po.

Un esempio di utilizzo pratico del VNP come strumento di stima degli interventi di compensazione sul territorio è riportato in Appendice B.

4.4.1 Limiti di attendibilità del VNP

Nonostante la definizione di criteri che guidano l'operatore alla compilazione della matrice di valutazione degli habitat (Tabella 11), è da sottolineare che i valori inseriti non derivano da misurazioni strettamente quantitative in campo, bensì dall'integrazione di osservazioni, censimenti, rilievi e dal grado di conoscenza dello stato dell'ambiente nell'area di studio. Per questo motivo, tali dati risentono inevitabilmente di un certo grado di soggettività e di incertezza. Nonostante questa sua caratteristica intrinseca, l'indice utilizzato per il calcolo del VNP (Berthoud et al., 1989) non prevede la determinazione del grado di variabilità (e.g. deviazione standard) dei valori restituiti. Per ottenere una stima dell'attendibilità dei valori è necessario partire dalle matrici di valutazione e fornire una stima del grado di incertezza dei valori immessi in tali matrici.

Dato che i valori vengono immessi nel sistema da un gruppo di esperti, è stato richiesto a tali esperti di esprimere il grado di difficoltà incontrato nel proporre il punteggio per ogni parametro del VNP (esclusa la superficie in m², che rappresenta l'unico parametro calcolato in maniera totalmente quantitativa dal GIS). I giudizi del grado di incertezza medio sono di seguito indicati:

Parametro	Sorgente di incertezza	Grado di incertezza
DiV	stima della diversità vegetazionale dell'habitat	BASSO
DiF	stima della diversità faunistica dell'habitat	MEDIO
Ra	stima della rarità dell'habitat	BASSO - MEDIO
Ca1	stima della qualità degli ecotoni dell'habitat	MOLTO BASSO
Ca2	stima della funzione di interfaccia dell'habitat	MOLTO BASSO
Ca3	stima della antropizzazione dell'habitat	BASSO
St	stima della struttura dell'habitat	BASSO
Sp	-	-
FRi	stima della funzione riproduttiva dell'habitat	MEDIO
FNu	stima della funzione trofica dell'habitat	ALTO

Parametro	Sorgente di incertezza	Grado di incertezza
FRf	stima della funzione di rifugio dell'habitat	MEDIO

Tabella 33 – Principali sorgenti di incertezza e fonti di errore nel sistema di valutazione del VNP

La tabella sopra indicata può fornire un primo approccio per indagare quali siano le componenti del sistema di valutazione che sono soggette a una sensazione di incertezza da parte dell'operatore. Una più precisa definizione del range di variabilità associabile ai valori di output dell'algoritmo del VNP richiederebbe la realizzazione di uno studio ad hoc su area pilota di studio e con un campione di esperti cui richiedere l'attribuzione dei punteggi. Una volta ottenuti i punteggi dal campione di esperti sarebbe possibile stimare il grado di variabilità di ogni singolo parametro e la conseguente risposta del modello. Data la complessità richiesta da tale analisi e dato che essa va oltre gli scopi di questo studio si rimanda tale valutazione in altra sede.

4.4.2 Limiti di applicabilità del VNP

Dall'analisi preliminare è possibile notare come alcune metriche di questo indice risultino, a parere degli esperti, migliorabili nella valutazione delle componenti ecosistemiche. In particolare si evidenziano le maggiori difficoltà che nell'applicazione dell'Indice di Berthoud emergono negli ambiti acquatici, per esempio, nel sistema lagunare della Sacca di Scardovari. Infatti, tale indice è stato ideato per ottenere il valore ecologico in ambito terrestre su suoli vegetati, su coperture vegetazionali e/o agricole facilmente identificabili e classificabili anche da ortofoto. Oltre ai problemi legati all'identificazione di habitat sommersi, molti parametri necessari per il calcolo del VNP non sono stimabili nei sistemi acquatici (e.g. *St* = struttura della vegetazione, *Ca1* = qualità dell'ecotono) dato che sono caratterizzati da dinamiche ecologiche completamente differenti rispetto ai sistemi emersi.

4.4.3 Ulteriori implementazioni

Da sottolineare che al momento attuale molte informazioni legate a componenti faunistiche "minori" (nel nostro caso, entomofauna e altri invertebrati), spesso di elevato valore in quanto comprendenti molte specie endemiche dei litorali del Delta, non sono disponibili a causa di un'insufficiente volume di studi di base. Spesso, per motivi culturali e, non secondariamente, per esigenze di riduzione dei costi di monitoraggio ambientale, tali componenti faunistiche rimangono escluse dai programmi di rilevamento. Tali carenze si riflettono in una incompletezza di informazioni che consentano di comprendere a pieno le peculiarità funzionali dei sistemi. Si sottolinea pertanto che lo sforzo nella produzione del metodo è stato orientato a mantenere il

sistema di analisi "aperto" alla possibilità di inserire nuove fonti di dati e a ulteriori implementazioni.

5 Evoluzione storica del Valore di Naturalità nel Delta del Po

Lo strumento di valutazione della qualità ambientale territoriale (VNP) è stato utilizzato con opportuni adattamenti e semplificazioni, per stimare l'evoluzione del valore di naturalità degli habitat dell'Isola della Donzella negli ultimi 130 anni.

La base di dati su cui è stato condotto il lavoro è essenzialmente cartografica. Lo studio delle mappe IGM della fine dell'Ottocento e dei primi anni del Novecento ha consentito di identificare le principali tipologie di uso del suolo presenti nel passato e ha permesso la ricostruzione di mappe digitalizzate del passato.

L'analisi è stata condotta su finestra spaziale ben definita, corrispondente al bacino della Sacca di Scardovari, scelta in base alla completa disponibilità dei dati cartografici sull'intero arco temporale analizzato. per via della non completa integrazione dei dati

5.1 Dati storici di uso del suolo

Per le analisi si sono raccolte e analizzate le mappe relative ai seguenti anni:

- I.G.M. 1877 – scala 1:75.000
- I.G.M. 1893 – scala 1:25.000 uso del suolo
- I.G.M. 1911 – scala 1:25.000 uso del suolo
- I.G.M. 1936 – scala 1:25.000 uso del suolo
- Ortofoto volo I.G.M. 1949
- Ortofoto volo G.A.I. 1955
- Ortofoto volo I.G.M. 1977
- Ortofoto volo ReVen PD-RO 1983
- Ortofoto volo Consorzio DeltaPoAdige 2008

Mediante il supporto GIS, ogni mappa e ogni ortofoto è stata georeferenziata in base a capisaldi identificabili sul territorio (incroci delle strade principali, ponti, edifici storici). Per le mappe degli anni 1877, 1893, 1911 e 1936, si è realizzata l'interpretazione dei tematismi riportati sulle mappe, con riferimento anche al lavoro interpretativo di Dalpasso (1990), e la digitalizzazione dei tematismi di uso del suolo, archiviati in formato shapefile. Per le ortofoto le tipologie di uso del suolo sono stati ricavati in base a fotointerpretazione e, analogamente alle mappe I.G.M., i tematismi sono stati archiviati in formato shapefile.

5.2 Analisi dei dati di uso suolo

5.2.1 Areale di analisi

L'analisi è stata condotta all'interno di un'area definita da una cornice (Figura 29) che include l'attuale Sacca di Scardovari e alcuni macroaree di interesse (Ca' Mello, Biotopo Bonello, Pineta di Cassella). All'interno di tale cornice è stato stimato il Valore di Naturalità Potenziale nei vari momenti storici fino alla situazione attuale.



Figura 29 – L'areale di indagine utilizzato per l'analisi delle carte storiche (rettangolo rosso) include la Sacca di Scardovari e gli scanni nella loro attuale configurazione

5.2.2 Tipologie di uso suolo

La definizione delle tipologie di uso del suolo deve necessariamente tener conto dell'incertezza di interpretazione dei dati, soprattutto nei periodi storici antecedenti il 1949 in cui non è possibile

testare l'interpretazione con immagini aeree. Per rendere conto del grado di incertezza associato all'interpretazione territoriale nel passato, e consentire i confronti sull'intera scala temporale di analisi, le varie tipologie di habitat (vedi Tabella 6) sono state ridotte di dettaglio accorpandole in **macroclassi** generiche e sovrapponendo le macroclassi alle mappe storiche. Il livello di dettaglio è stato ridotto in due passaggi successivi creando due set di macroclassi: uno per il periodo 1877-1936 e uno per il periodo 1949-2008.

Habitat 2008	Macroclassi 1949-2008	Macroclassi 1877-1936
Spiagge sabbiose sopra linea di battigia	Arenili (non vegetati)	Arenili
Sabbie non vegetate sopra la linea di battigia		
Depositi litorali artificiali di sedimenti misti		
Sedimenti sabbiosi (sabbia >75%) emergenti durante la bassa marea		
Sedimenti misti emergenti durante la bassa marea		
Vegetazione annua delle distese fangose o sabbiose intertidali		
Praterie e fruticeti mediterranei su sedimenti emergenti in bassa marea		
Praterie alo-psammofile mediterranee	Arenili (vegetazione rada)	
Dune mobili embrionali		
Vegetazione annua alo-psammofila delle linee di deposito marine		
Vegetazione annua delle linee di deposito marine		
Margini delle spiagge sabbiose scarsamente vegetate		
Praterie alo-psammofile mediterranee		
Comunità ad <i>Ammophila</i> delle dune bianche e vegetazione linee di deposito marine	Arenili (vegetazione densa)	
Dune con foreste di <i>Pinus pinea</i> e <i>Pinus pinaster</i>		

Tabella 34 - Esempio di accorpamento delle tipologie di habitat (cfr. Tabella 6) per la creazione delle macroclassi utilizzate per gli anni 1949-2008 e per gli anni 1877-1936.

L'interpretazione dell'uso del suolo si è svolta mediante la seguente procedura:

macroclassi uso suolo 1949-2008

- accorpamento delle tipologie di habitat individuate allo stato attuale (vedi Tabella 6) in un set di **macroclassi** valide per il periodo 1949-2008 (Tabella 34);
- interpretazione dell'uso suolo ricavato dalle mappe storiche (ortofoto 1949-2008) sulla scorta del set di macroclassi 1949-2008;

- creazione degli shapefile (uno per ogni mappa) contenenti i tematismi delle macroclassi 1949-2008.

Le macroclassi utilizzate per classificare l'uso suolo nel periodo 1949-2008 sono le seguenti:

Macroclassi 1949-2008
Acquitrini
Aree barenicole
Arenili (non veget.)
Arenili (veget. densa)
Arenili (veget. rada)
Boschi igrofilo
Boschi planiziaro
Centri abitati
Aree industriali
Estuari
Fiumi
Golene fluviali
Isole fluviali
Lagune
Mare
Paludi interne
Paludi salmastre
Pioppeti
Prati stabili
Risaie
Seminativi
Seminativi arborati
Stagni salmastri
Canali artificiali
Valli da pesca

macroclassi uso suolo 1877-1936

- accorpamento del set di macroclassi 1949-2008 in un set ulteriormente ridotto di macroclassi valide per il periodo 1877-1936 (Tabella 34);
- interpretazione dell'uso suolo ricavato dalle mappe storiche (ortofoto 1949-2008) sulla scorta del set di macroclassi 1877-1936;
- creazione degli shapefile (uno per ogni mappa) contenenti i tematismi delle macroclassi 1877-1936.

Le macroclassi utilizzate per classificare l'uso suolo nel periodo 1877-1936 sono le seguenti:

Macroclassi 1877-1936
Acquitrini
Bosco igrofilo
Bosco planizario
Centro abitato
Estuari
Fiume

Macroclassi 1877-1936
Golena fluviale
Isola fluviale
Lagune
Paludi interne
Paludi salmastre
Pioppeto
Risaie
Sabbie sublitorali (mare)
Seminativo
Spiagge sabbiose (scanni)
Terreni di bonifica
Valli da pesca
Dossi dunosi

5.2.3 Mappe di uso del suolo 1877-2008

Sono riportate le mappe di uso suolo derivanti dall'interpretazione delle mappe storiche I.G.M. e delle ortofoto dall'anno 1877 all'anno 2008 (Figura 30, Figura 31, Figura 32, Figura 33, Figura 34, Figura 35, Figura 36, Figura 37 e Figura 38).

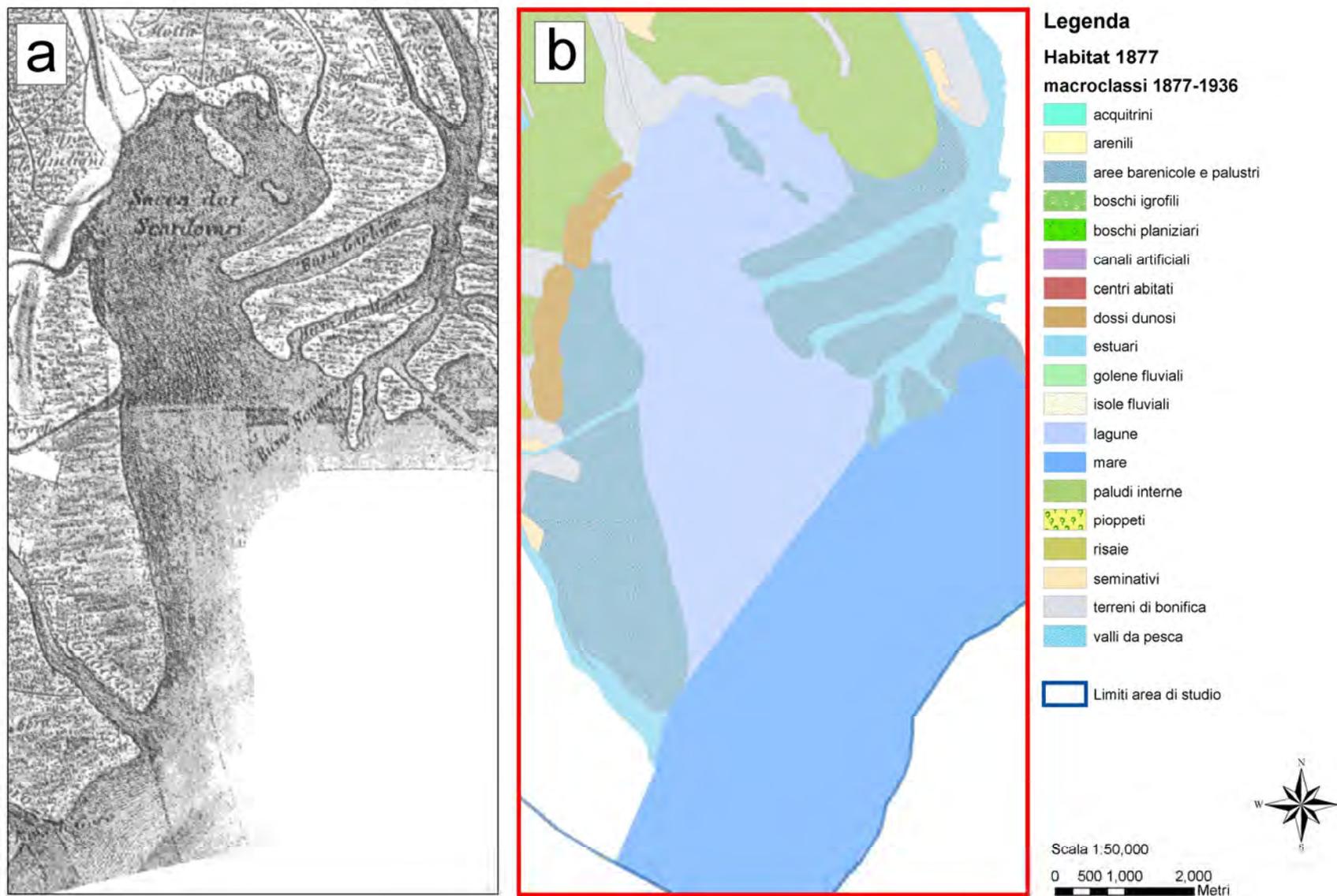


Figura 30 – (a) Mappa IGM 1877 (b) relativa interpretazione secondo le macroclassi di uso del suolo usate per il periodo 1877-1936

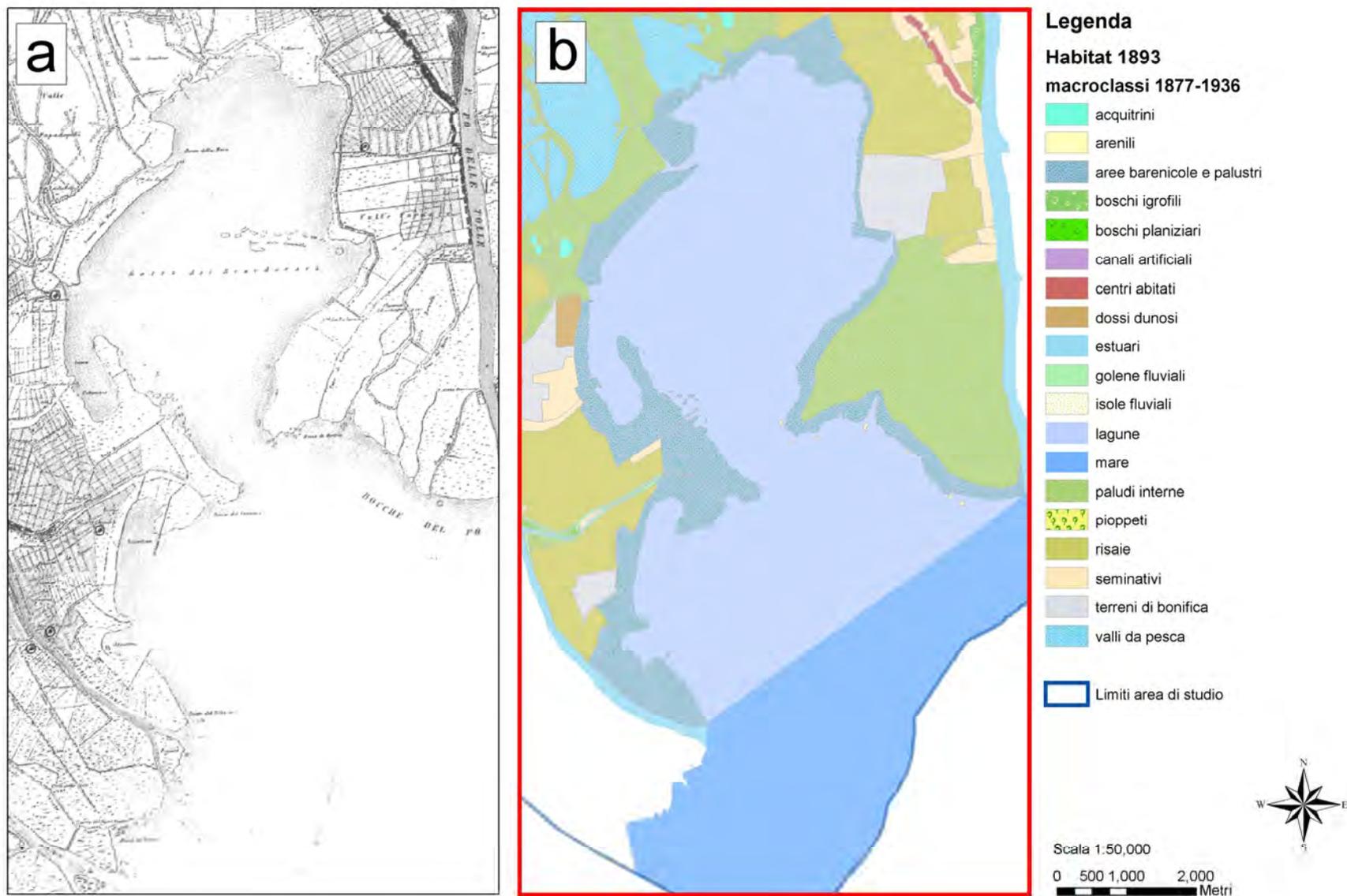


Figura 31– (a) Mappa IGM 1893 (b) relativa interpretazione secondo le macroclassi di uso del suolo usate per il periodo 1877-1936

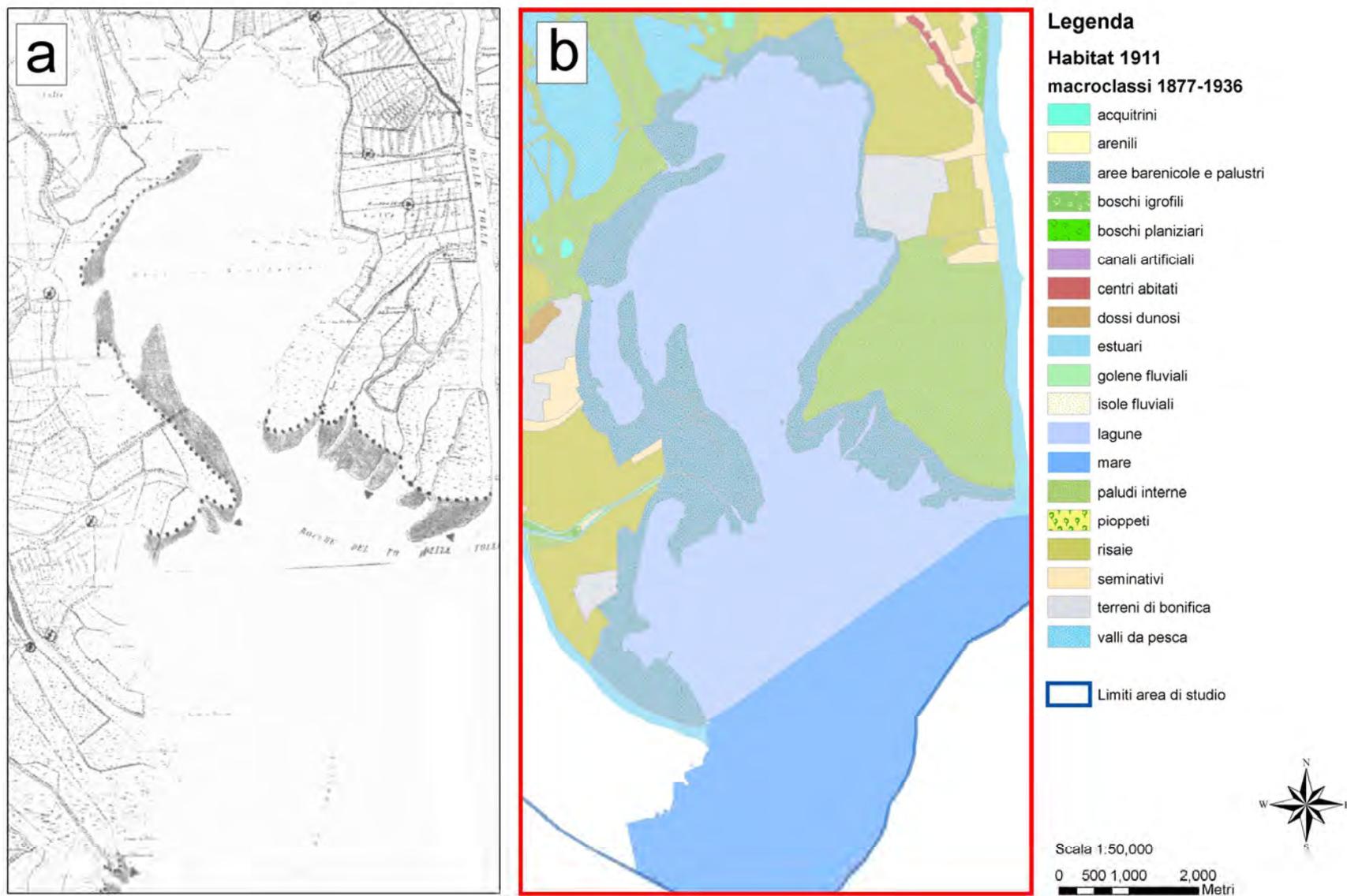


Figura 32 – (a) Mappa IGM 1911 (b) relativa interpretazione secondo le macroclassi di uso del suolo usate per il periodo 1877-1936

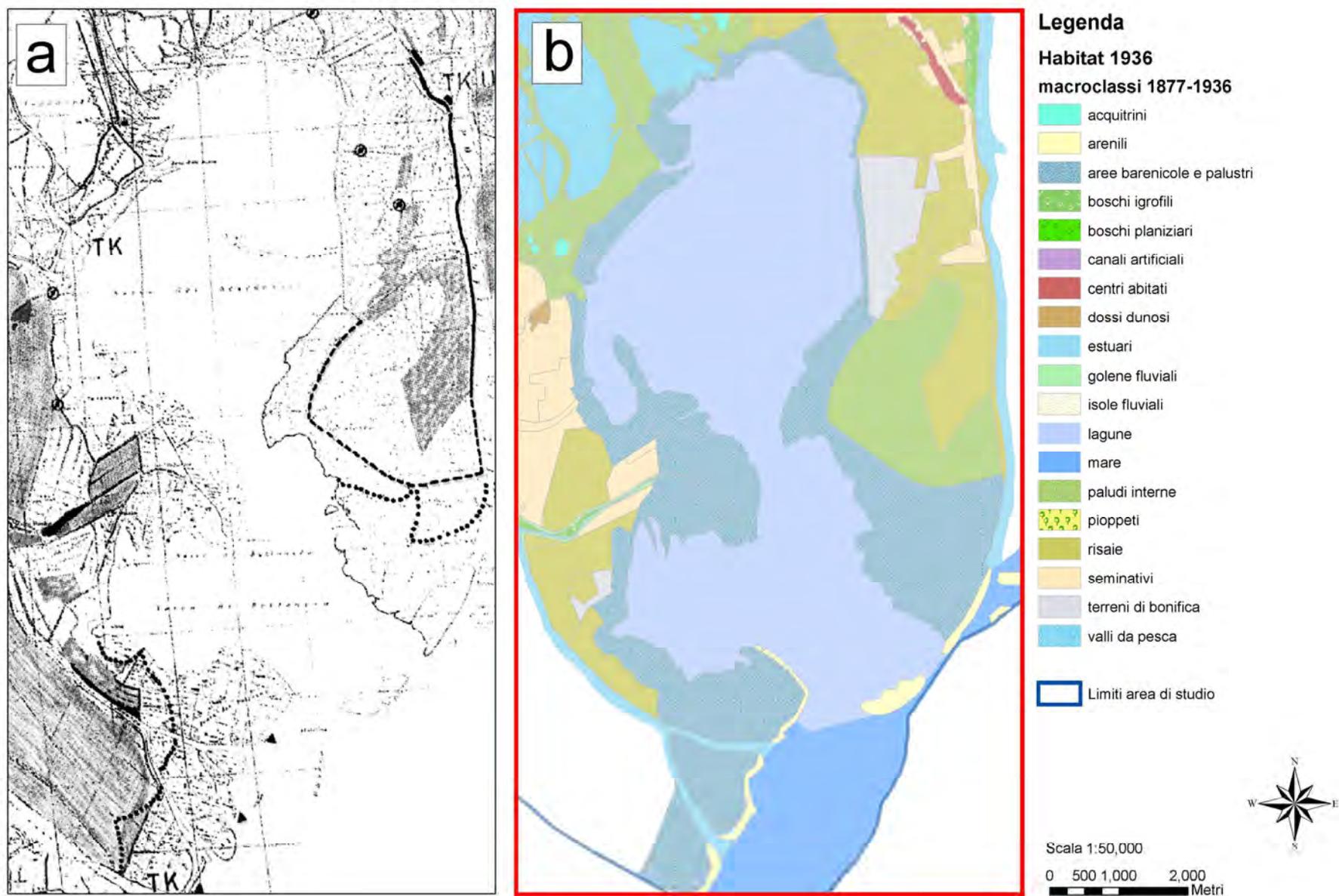


Figura 33 – (a) Mappa IGM 1936 e (b) relativa interpretazione secondo le macroclassi di uso del suolo usate per il periodo 1877-1936

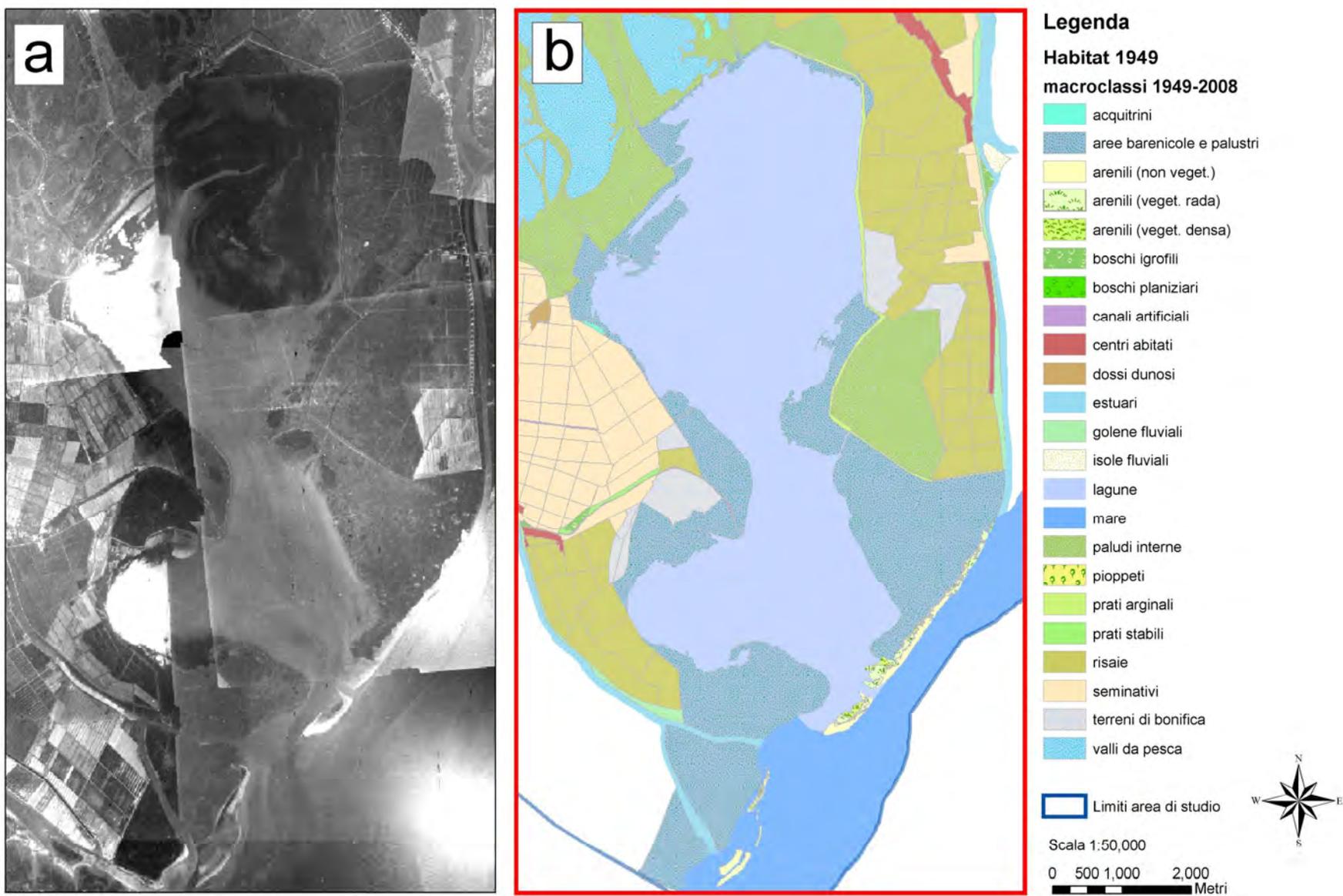


Figura 34 – (a) Ortofoto volo IGM 1949 e (b) relativa interpretazione secondo le macroclassi di uso del suolo usate per il periodo 1949-2008

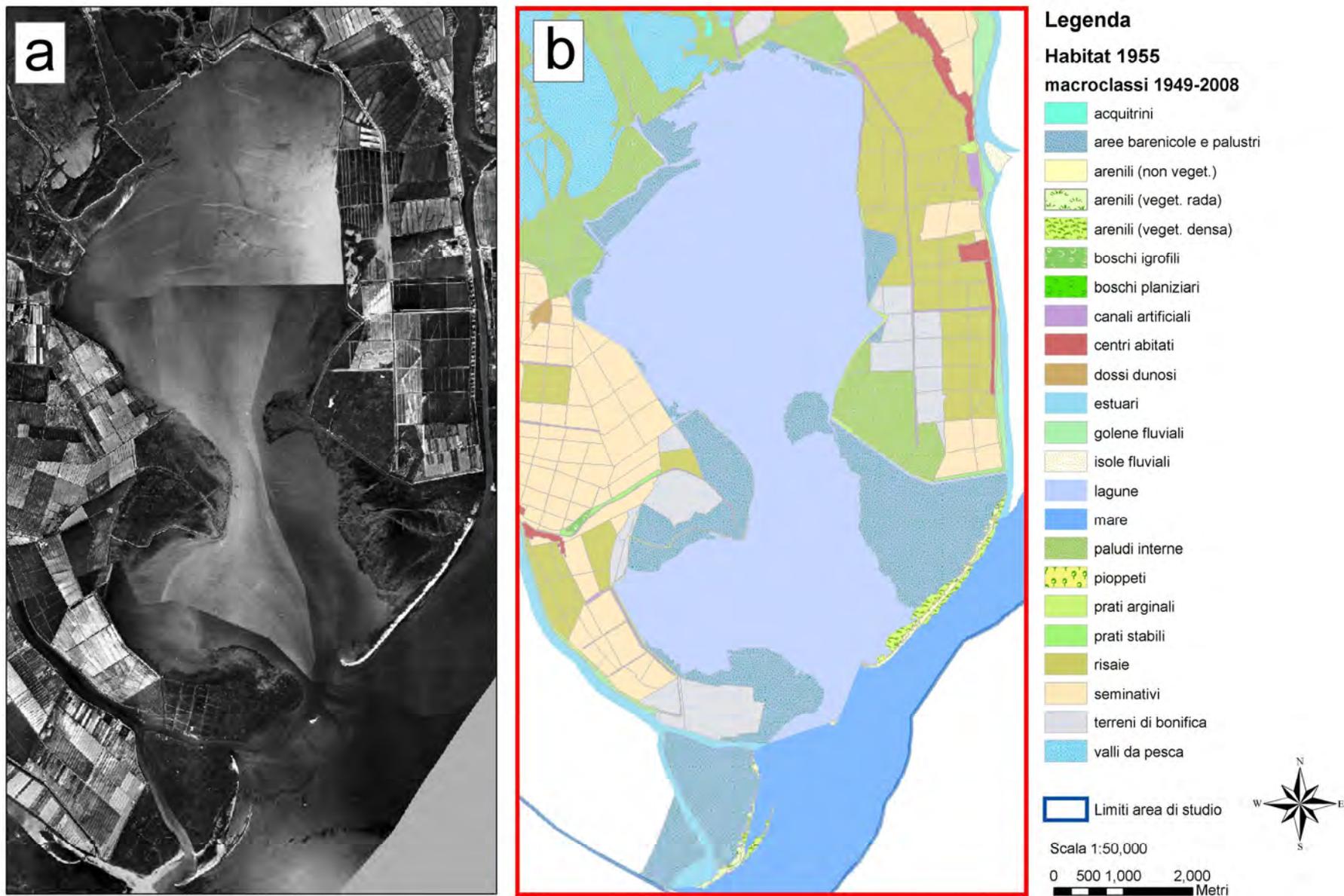


Figura 35 – (a) Ortofoto volo GAI 1955 e (b) relativa interpretazione secondo le macroclassi di uso del suolo usate per il periodo 1949-2008

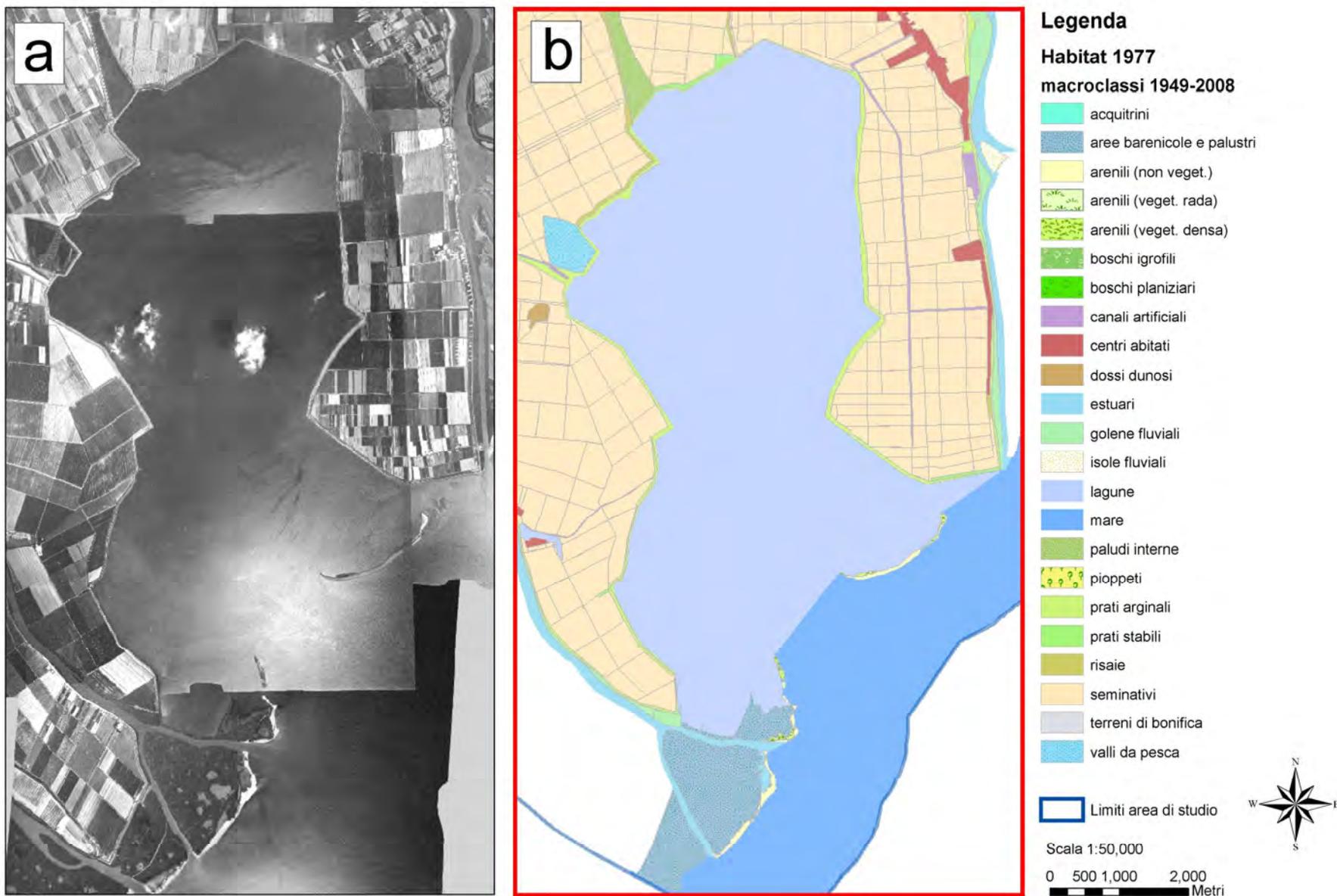


Figura 36 – (a) Ortofoto volo IGM 1977 e (b) relativa interpretazione secondo le macroclassi di uso del suolo usate per il periodo 1949-2008

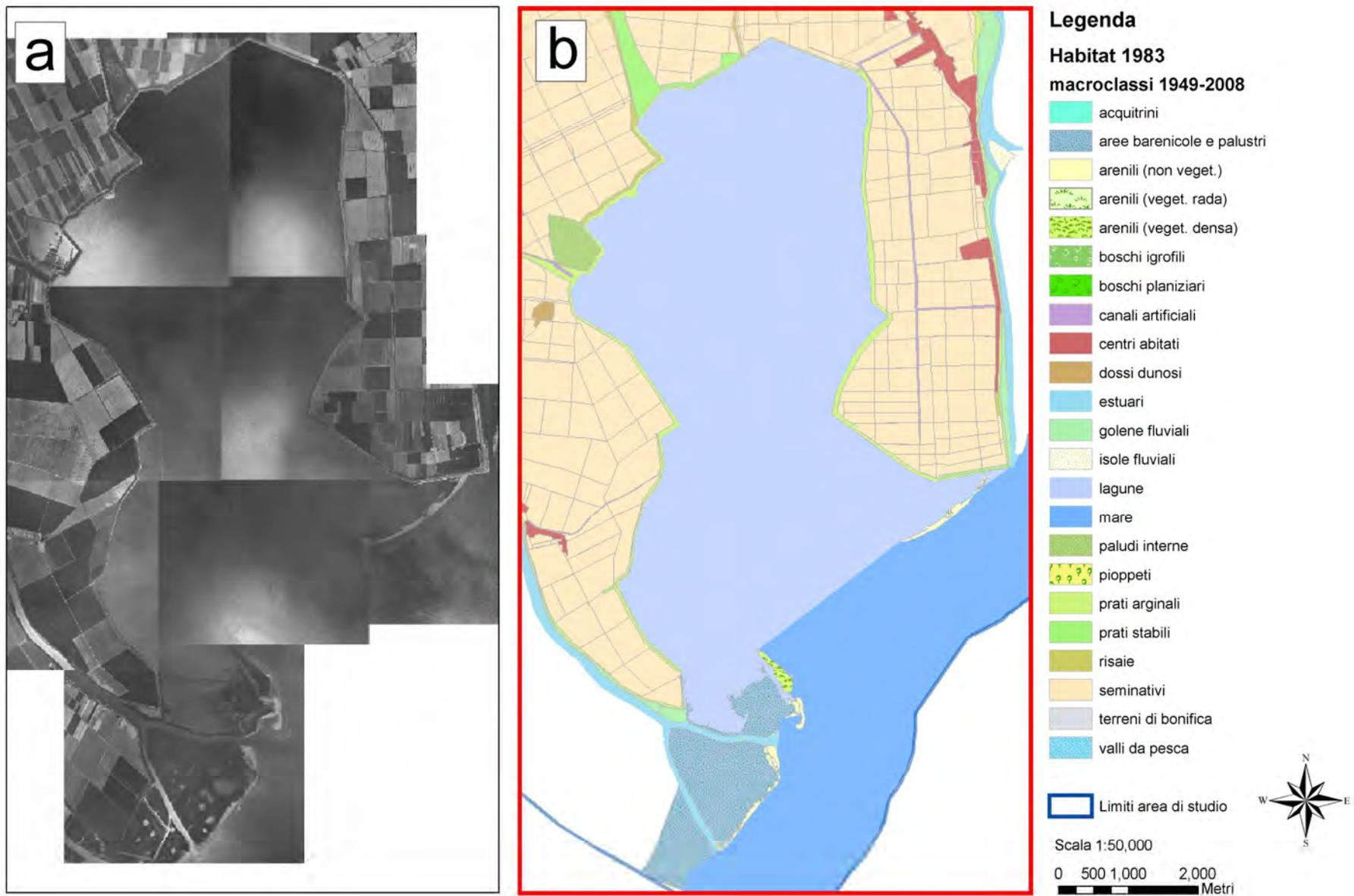


Figura 37– (a) Ortofoto volo Reg. Veneto 1983 e (b) relativa interpretazione secondo le macroclassi di uso del suolo usate per il periodo 1949-2008

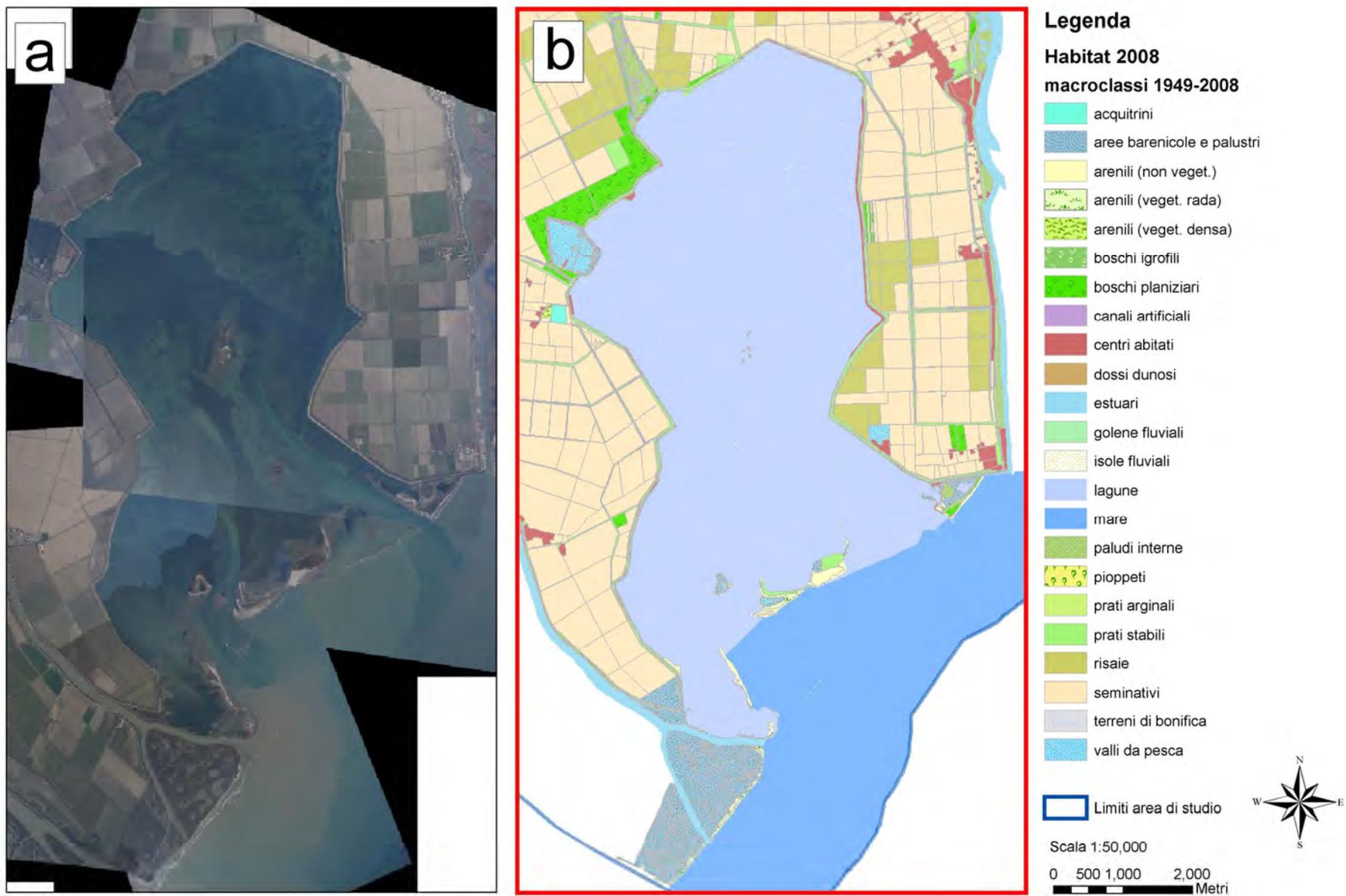


Figura 38 – (a) Ortofoto volo DeltaPoAdige 2008 e (b) relativa interpretazione secondo le macroclassi di uso del suolo usate per il periodo 1949-2008

Come si può notare soprattutto nella mappa relativa all'anno 1877 (Figura 30) il grado di incertezza e di approssimazione spaziale dovuta all'imprecisione delle mappe dell'epoca è elevato. Nonostante ciò è possibile constatare la scarsissima presenza di ambiti territoriali antropizzati e la predominanza di aree palustri e barenicole ad evoluzione completamente naturale. Nel corso degli anni successivi, grazie all'aumentata affidabilità degli strumenti cartografici, le mappe riportano più fedelmente le tipologie di uso del suolo unitamente a un più preciso posizionamento geografico. Nonostante ciò rimane difficoltosa l'attribuzione delle macroclassi di uso suolo per gli habitat a maggiore naturalità. Confrontando le carte relative agli anni 1893, 1911 e 1936 (rispettivamente Figura 31, Figura 32 e Figura 33) si nota una rapida evoluzione delle aree palustri di interfaccia tra il mare e la Sacca di Scardovari, all'epoca più nettamente divisa in una porzione settentrionale e in una meridionale (Sacca della Bottonera). A fronte dell'espansione del territorio del Delta seguono le attività di bonifica che recuperano porzioni sempre più significative di territorio. Il processo di bonifica si esplica con una successione di attività che passa dalla regimentazione idrica delle valli da pesca, il recupero di aree umide in risaie, e la trasformazione definitiva in terreni agricoli. A partire dagli anni 1949 e 1955, grazie alle tecniche fotografiche di ripresa aerea, è possibile approfondire il dettaglio degli elementi territoriali e attribuire con maggior precisione le classi di uso suolo (Figura 34 e Figura 35). Si nota come nel 1949 l'evoluzione geomorfologica dello scanno mostra una tendenza all'allungamento della freccia litoranea fino alla parziale chiusura della bocca a mare della Sacca della Bottonera. Nell'intervallo di tempo tra il 1949 e il 1955 le attività di bonifica proseguono trasformando buona parte del territorio che cinge i due lati della laguna in risaie e terreni agricoli. Permangono tuttavia ampie aree palustri non bonificate e soggette a processi naturali nelle aree in prossimità della bocca a mare della sacca e alla foce del Po della Donzella. Nel periodo compreso tra il 1955 e il 1977 le attività di bonifica e il processo di antropizzazione del territorio diventano prevalenti rispetto alle dinamiche naturali. Il risultato è la completa trasformazione ad uso agricolo del territorio nell'area di studio (Figura 36), in cui rimangono solo alcuni residui isolati di aree salmastre alla foce del Po della Donzella e alcune aree relitte (valli da pesca del Biotopo Bonello e paludi dulcicole dell'Oasi di Ca' Mello). Da segnalare che la perdita delle aree barenicole e palustri è determinata in larga parte dal fenomeno della subsidenza (Figura 39), che proprio negli anni '60-'70 ha raggiunto i massimi livelli. La definitiva sommersione e perdita delle aree barenicole avviene in corrispondenza del catastrofico evento alluvionale del 1966. Dal 1977 la situazione si è mantenuta pressoché inalterata negli anni seguenti (Figura 37) fino alla situazione attuale (Figura 38).

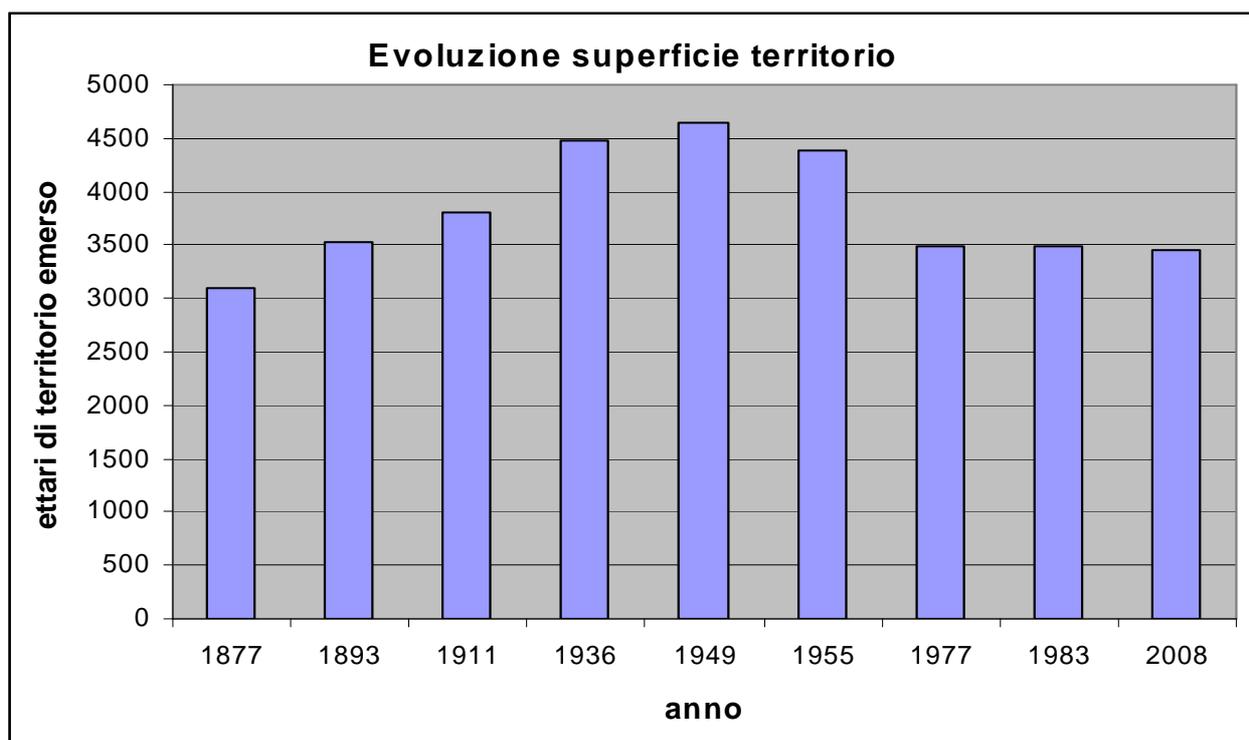


Figura 39 – Evoluzione delle superfici emerse nell’area di studio. La tendenza alla crescita del Delta nell’area di studio si mantiene inalterata fino al 1949; nel ventennio successivo i fenomeni di subsidenza portano a una perdita di terreni emersi e alla interruzione del processo di progradazione del Delta. Dal 1977 al 2008 la situazione appare sostanzialmente stabile

5.3 Valore di Naturalità Potenziale (VNP) delle mappe storiche

Analogamente allo studio condotto per valutare lo stato di naturalità dell’assetto territoriale attuale, si è realizzata una carta del Valore di Naturalità Potenziale per le macroclassi di uso del suolo identificate per ogni mappa storica analizzata. In questo modo si è ottenuta una stima dell’evoluzione del VNP sul territorio dell’area di studio nel corso dell’ultimo secolo. I metodi GIS sono analoghi a quelli utilizzati per il calcolo del VNP attuale. Per la valutazione delle unità territoriali, che per ovvi motivi occupano porzioni molto estese di territorio è stata utilizzata una procedura più semplificata rispetto al metodo illustrato nei capitoli precedenti.

5.3.1 Matrici di valutazione

Le matrici di valutazione per il calcolo del VNP delle macroclassi individuate per il periodo di riferimento 1949-2008 (Tabella 35) e per il periodo 1877-1936 (Tabella 36) sono state ottenute associando a ogni macroclasse i valori dei parametri necessari per il calcolo del VNP (*DiV*, *DiF*, *Ra*, *St*, *Ca1*, *Ca2*, *Ca3*, *FRi*, *FRf*, *FMu*). Tali valori sono stati attribuiti considerando le macroclassi di habitat al loro massimo grado di floristica, faunistica, strutturale e funzionale.

	Parametri VNP									
macroclasse 1949-2008	DiV	DiF	Ra	St	Ca1	Ca2	Ca3	FRi	FRf	Fnu
acquittrini	6	10	9	3	5	5	5	4	4	4
aree barenicole e palustri	9	10	10	3	5	5	5	5	5	5
arenili (non veget.)	3	6	8	1	5	3	5	4	5	4
arenili (veget. densa)	7	5	8	3	5	4	5	4	5	3
arenili (veget. rada)	6	6	9	2	5	4	5	4	4	3
boschi igrofilii	8	10	10	4	5	5	5	5	5	5
boschi planiziarri	7	6	8	4	5	5	5	5	5	5
canali artificiali	2	6	3	2	3	1	2	2	2	2
centri abitati	1	1	2	2	0	1	1	1	1	1
dossi dunosi	8	6	10	8	5	5	5	4	5	3
estuari	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
golene fluviali	6	6	8	4	5	5	5	4	4	4
isole fluviali	4	3	9	2	5	5	5	2	4	3
lagune	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
mare	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
paludi interne	5	8	8	3	5	5	5	5	5	5
pioppeti	2	4	3	4	2	3	2	1	2	2
prati arginali	3	3	3	2	2	3	3	2	2	3
prati stabili	4	4	4	2	3	3	3	3	3	3
risaie	5	5	5	2	4	4	4	3	4	3
seminativi	7	4	7	4	2	3	3	1	1	2
terreni di bonifica	3	5	4	2	3	4	4	3	4	4
valli da pesca	4	10	10	4	5	5	5	5	5	5

Tabella 35 – Matrice di valutazione delle macroclassi di uso suolo per il periodo di riferimento 1949-2008.

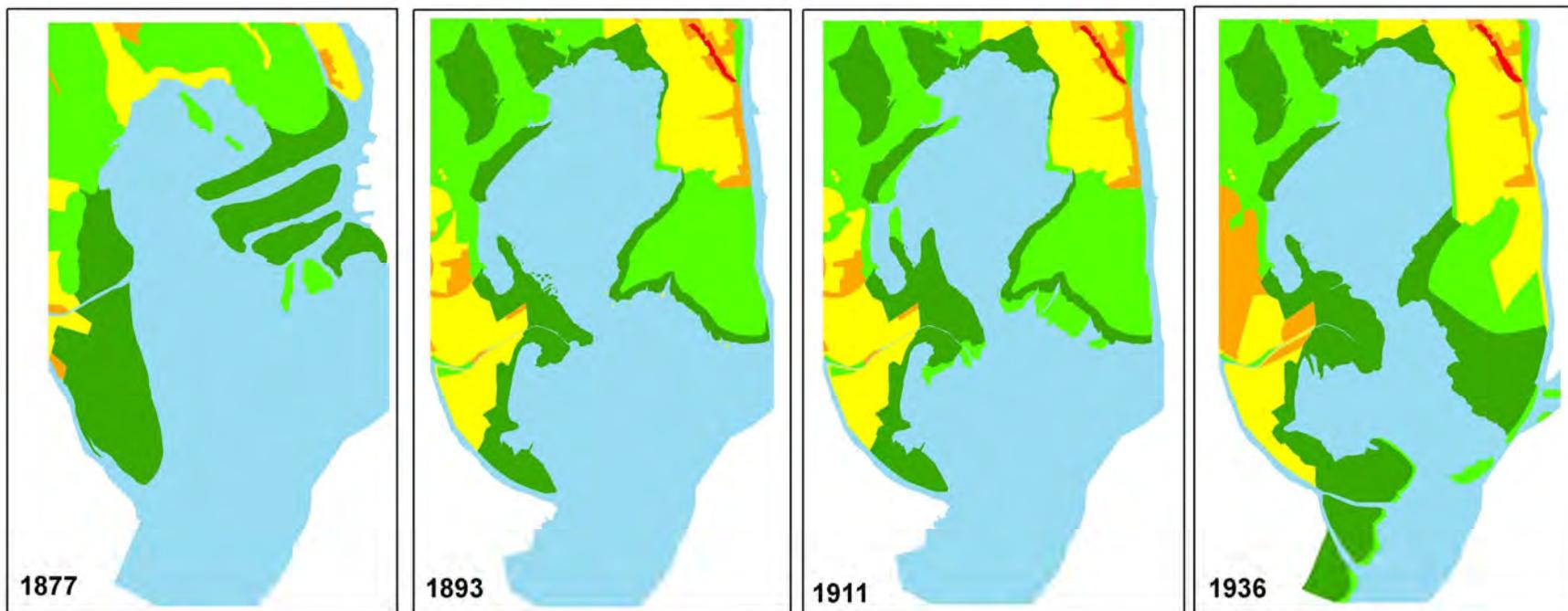
	Parametri VNP									
macroclasse 1877-1936	DiV	DiF	Ra	St	Ca1	Ca2	Ca3	FRi	FRf	Fnu
acquittrini	6	10	9	3	5	5	5	4	4	4
aree barenicole e palustri	9	10	10	3	5	5	5	5	5	5
arenili	9	10	10	2	5	5	5	4	5	4
boschi igrofilii	8	10	10	4	5	5	5	5	5	5
boschi planiziarri	7	6	8	4	5	5	5	5	5	5
canali artificiali	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
centri abitati	1	1	2	2	0	1	1	1	1	1
dossi dunosi	8	6	10	8	5	5	5	4	5	3
estuari	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
golene fluviali	6	6	8	4	5	5	5	4	4	4
isole fluviali	4	3	9	2	5	5	5	2	4	3
lagune	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
mare	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc	nc
paludi interne	5	8	8	3	5	5	5	5	5	5
pioppeti	2	4	3	4	2	3	2	1	2	2
risaie	5	5	5	2	4	4	4	3	4	3
seminativi	7	4	7	4	2	3	3	1	1	2
terreni di bonifica	3	5	4	2	3	4	4	3	4	4
valli da pesca	4	10	10	4	5	5	5	5	5	5

Tabella 36 – Matrice di valutazione delle macroclassi di uso suolo per il periodo di riferimento 1877-1936.

5.3.2 Analisi evolutiva del VNP nell'area di studio

Sulla base delle matrici di valutazione sopra esposte è stato applicato l'algoritmo di calcolo del VNP a ciascuna mappa per ogni anno considerato. Le classi di qualità VNP sono state individuate sulla base del metodo empirico illustrato in precedenza (Capitolo 4.2.4). Le mappe prodotte sono rappresentate in Figura 40 e Figura 41.

Per ogni anno è stato possibile risalire alla percentuale di copertura delle varie classi di qualità VNP e, pertanto, ottenere un giudizio complessivo dello stato di naturalità dei macrohabitat indagati.



Legenda

VNP macroclassi 1877-1936

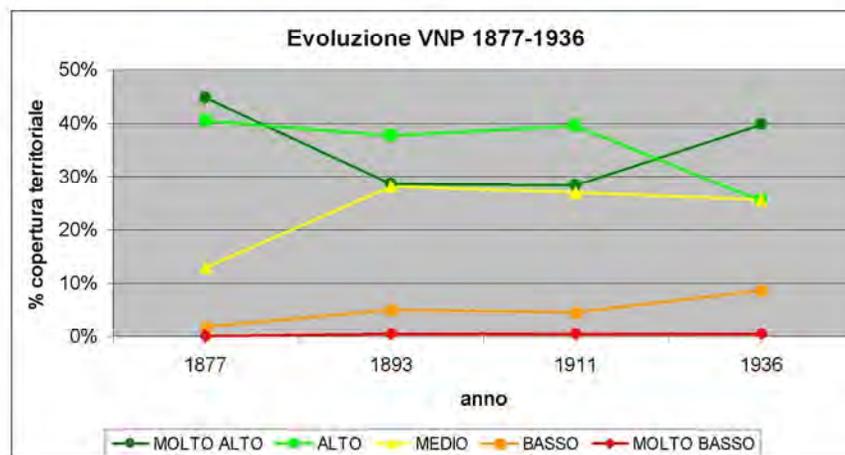
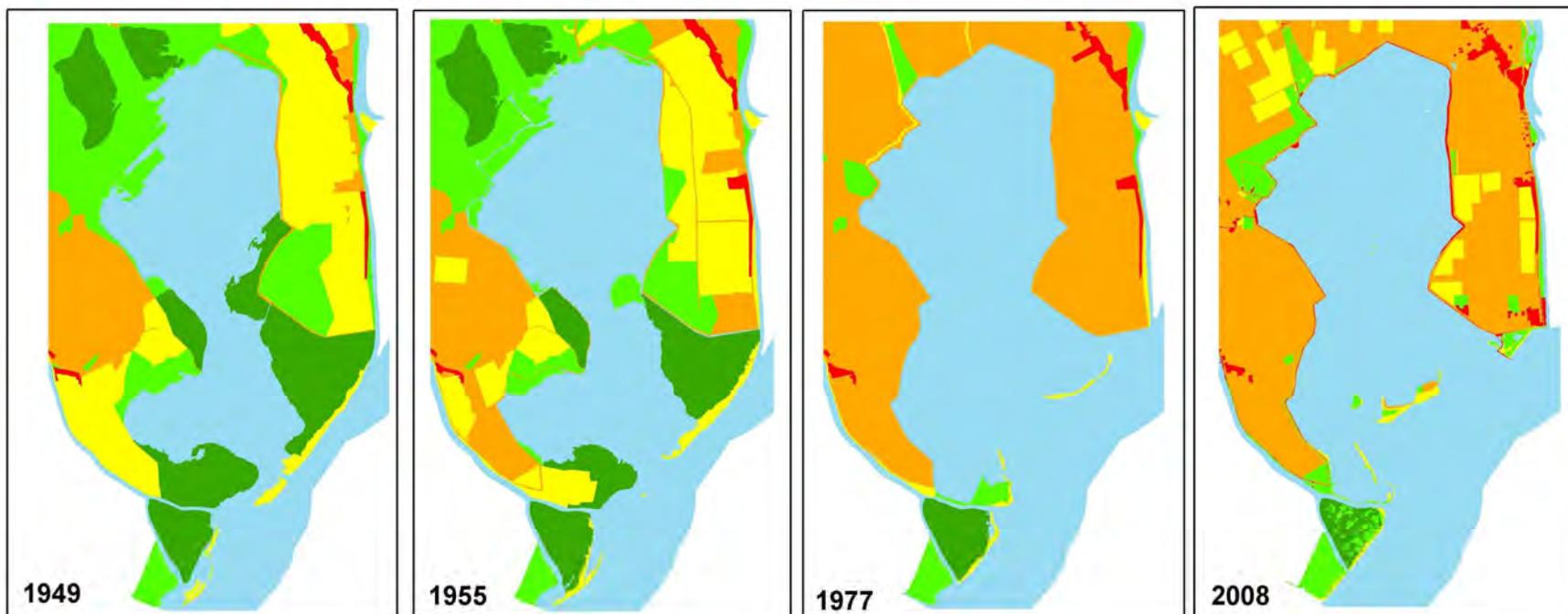


Figura 40 – Mappe tematiche della qualità di VNP per gli anni 1877, 1893, 1911 e 1936 nell’area di studio. Nel grafico è riportata l’evoluzione della copertura territoriale delle classi di qualità



Legenda

VNP macroclassi 1949-2008

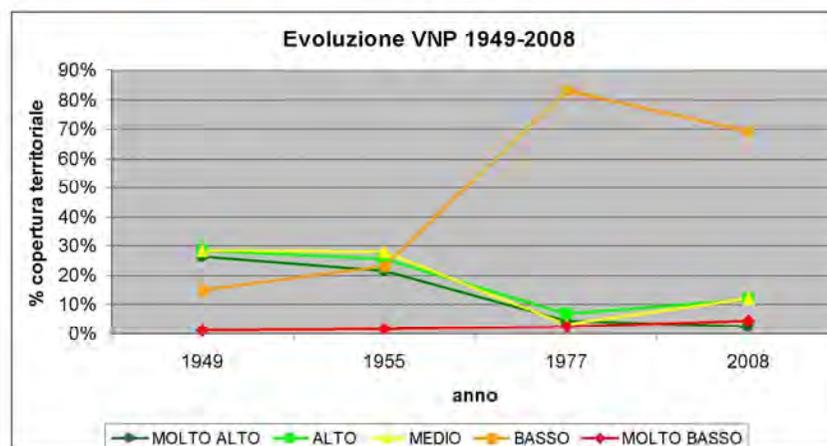


Figura 41 – Mappe tematiche della qualità di VNP per gli anni 1949, 1955, 1977 e 2008 nell’area di studio. Nel grafico è riportata l’evoluzione della copertura territoriale delle classi di qualità

La mappa relativa all'anno 1877 (Figura 40) mostra una situazione di quasi assoluta predominanza delle dinamiche naturali sul territorio dell'area di studio. Le macroclassi di maggior pregio occupano l'85% del territorio, ma il grado di incertezza spaziale della mappa è elevato, così come è approssimativa la definizione delle macroclassi di habitat. Nonostante ciò è possibile constatare la scarsissima presenza di ambiti territoriali antropizzati e la predominanza di aree palustri e barenicole ad evoluzione completamente naturale. Nel corso degli anni successivi, 1893, 1911 e 1936 (Figura 40) si nota un aumento delle classi di qualità intermedie, dovuto soprattutto alle attività di bonifica e alla trasformazione di ampie porzioni di territorio in risaie. Tale attività, comunque, non pregiudica il permanere di un buon grado di naturalità complessivo, grazie anche alle dinamiche naturali di deposizione che permettono il recupero di ampie porzioni di territorio in corrispondenza delle foci dei fiumi e della bocca a mare della laguna. Nel corso degli anni successivi (1949 e 1955, Figura 41) la perdita del valore di naturalità è sempre più intensa, mentre guadagnano spazio le zone agricole. La situazione degenera negli anni antecedenti al 1977, anno in cui si registra la più drastica riduzione degli spazi naturali rispetto al periodo precedente, in parte trasformati dall'attività umana, in parte distrutti dai fenomeni legati alla subsidenza. Un lieve cenno al miglioramento rispetto alla situazione del 1977-1983 sembra evidenziarsi durante gli ultimi anni (Figura 42) grazie all'istituzione di aree protette e alle azioni di recupero e ripristino ambientale di alcuni biotopi (es. Bosco della Donzella), tese a limitare gli errori gestionali del passato.

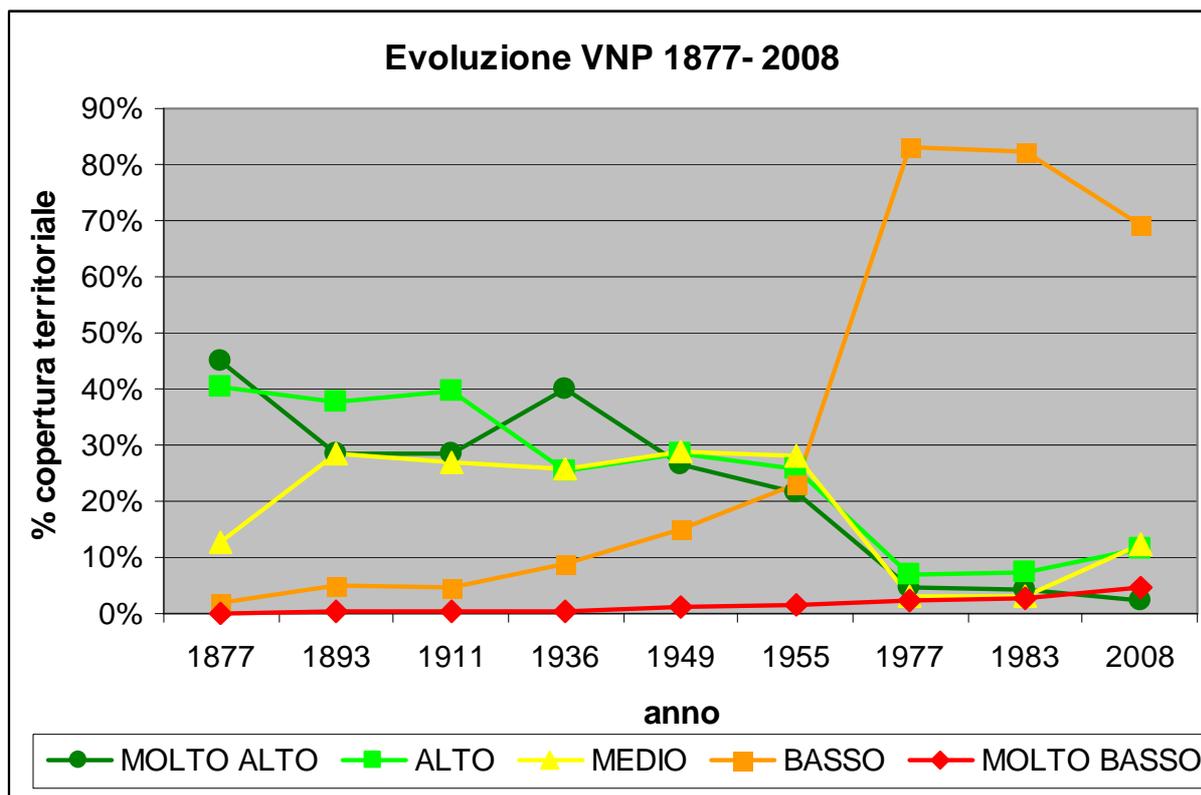


Figura 42 – L'evoluzione del grado di naturalità (VNP) nell'area di studio nel corso dell'intero periodo d'indagine. La perdita più drastica del valore di naturalità avviene in corrispondenza del ventennio compreso tra il 1955 e il 1977: in questi anni l'attività di bonifica e i fenomeni di subsidenza portano a una forte riduzione del valore di VNP su tutto il territorio

6 La stima della qualità dei sistemi lagunari

Come già accennato precedentemente, il metodo del Valore di Naturalità Potenziale (VNP) precedentemente presentato in questo studio non si adatta alla valutazione della qualità delle acque di transizione. In parte ciò è dovuto alle limitazioni intrinseche del metodo che si basa sulla discriminazione della vegetazione, dei margini dei sistemi, degli ecotoni terrestri, della connettività dei sistemi; concetti che in ambiente acquatico risultano difficilmente applicabili, se non privi di senso. In secondo luogo, per sua stessa natura gli ecosistemi lagunari sono sistemi estremamente variabili e in continuo mutamento, sia a livello giornaliero nelle escursioni dei parametri fisico-chimici (temperatura, ossigeno disciolto, idrodinamismo, salinità) che a livello stagionale nelle dinamiche ecologiche delle comunità (granulometria dei sedimenti, carichi organici, avvicendamento dei popolamenti bentonici, planctonici e ittici), nonché nella geomorfologia delle bocche a mare. Risulta immediatamente evidente che in un sistema di questo tipo, in cui concorrono diverse forzanti su diverse scale spaziali e temporali, la messa a punto di un sistema di valutazione impostato su confini rigidamente definiti, come quello del VNP, non si presenta come plausibile. Pertanto, si ritiene necessario rivolgersi alla realizzazione di un sistema di valutazione che tenga conto: i) della normativa attuale; ii) dei parametri principali fisico-chimici e geomorfologici che determinano i trend ecologici generali; iii) degli equilibri dinamici dei sistemi di interfaccia aria-acqua-terra tipici degli ambienti di transizione; e iv) che possa rendersi facilmente utilizzabile nella valutazione degli obiettivi che l'approccio gestionale intende perseguire.

6.1 Il contesto normativo: la Water Framework Directive

Per la stima della qualità delle acque di transizione al momento non esiste ancora una metodologia standard, ed il tema è ancora oggetto di ampio dibattito nella letteratura scientifica (Magni *et al.*, 2009, Mistri *et al.*, 2009, Uriate, 2009).

La realizzazione di uno strumento di valutazione che abbia come obiettivo la valutazione della qualità delle acque di transizione non può prescindere, innanzitutto, dall'acquisizione delle linee guida della Water Framework Directive (WFD). La direttiva europea 2000/60/EC è rivolta alla protezione delle falde acquifere, delle acque interne, delle acque di transizione e delle acque marine costiere. Tale normativa europea pone i seguenti obiettivi ben definiti agli Stati Membri:

1. prevenire ulteriori degradi e migliorare lo stato delle risorse idriche;
2. promuovere un uso sostenibile dell'acqua;
3. promuovere la protezione e il miglioramento degli ambienti acquatici attraverso misure specifiche di controllo dei reflui;

4. assicurare la progressiva riduzione dell'inquinamento delle falde e prevenire ulteriori sorgenti di inquinamento;
5. contribuire a mitigare gli effetti di inondazioni e processi di depauperamento idrico.

Globalmente, la direttiva impone agli Stati Membri l'obiettivo finale di raggiungere un "buono stato" delle acque entro il 2015, per cui richiede agli stessi la valutazione dello stato ecologico dei corpi d'acqua (Ecological Quality Status, EcoQ). La qualità ecologica, EcoQ, definita come il rapporto tra le condizioni di riferimento e le condizioni dello stato attuale del corpo d'acqua (Heiskanen et al., 2004), sarà quantificata sullo stato delle caratteristiche biologiche, idromorfologiche e fisico-chimiche, con particolare attenzione al comparto biotico. In particolare, nelle acque di transizione gli elementi biologici da considerare sono il fitoplancton, le macroalghe, le angiosperme, il benthos e l'ittiofauna (Tabella 37).

Elemento	Stato elevato
Elementi di qualità biologica	
Fitoplancton	La composizione ed abbondanza dei taxa fitoplanctonici sono compatibili con condizioni non disturbate. La biomassa media del fitoplancton è compatibile con le condizioni fisico-chimiche tipo-specifiche e non risultano alterate significativamente le condizioni tipo-specifiche di trasparenza. I blooms planctonici avvengono con una frequenza ed intensità che è compatibile con le condizioni fisico-chimiche tipo-specifiche
Macroalghe	La composizione dei taxa macroalgali è compatibile con condizioni non disturbate. Non ci sono modificazioni rilevabili della copertura a macroalghe dovuta ad attività umane
Angiosperme	La composizione tassonomica corrisponde totalmente o quasi totalmente a condizioni non disturbate. Non ci sono modificazioni rilevabili nell'abbondanza delle angiosperme dovuta ad attività umane
Fauna bentonica invertebrata	Il livello della diversità e abbondanza dei taxa invertebrati è all'interno del range normalmente associato alle condizioni di non disturbo. Tutti i taxa sensibili associati alle condizioni di non disturbo sono presenti
Pesci	L'abbondanza e la composizione di specie è compatibile con le condizioni di non disturbo

Tabella 37 – Definizioni dello stato degli elementi biologici associati allo stato di qualità delle acque transizionali "elevato". Tali condizioni saranno da raggiungere in tutti i corpi d'acqua degli Stati Membri entro il 2015 (Vincent et al., 2003)

In questi termini la WFD costituisce una nuova ottica di gestione delle risorse idriche in quanto, tale gestione è:

- basata su elementi biologici ed ecologici (precedentemente era basata sui parametri fisico-chimici) che portano l'ecosistema al centro dei processi decisionali;

- applicata a tutti i corpi idrici europei;
- basata sull'intero bacino idrografico, inclusa l'area costiera di competenza.

L'applicazione della WFD è subordinata alla catalogazione e tipizzazione dei corpi d'acqua che deve avvenire mediante il seguente approccio:

1. definizione del bacino idrologico;
2. divisione delle superfici acquatiche in una delle categorie principali previste (fiumi, laghi, acque di transizione, acque costiere, corpi d'acqua artificiali);
3. la suddivisione di un corpo d'acqua di una delle categorie sopra descritte in specchi d'acqua più limitati in base alle pressioni antropiche e agli impatti risultanti.

Il passaggio fondamentale è la definizione di criteri e individuazione di parametri che portino alla tipizzazione dei corpi d'acqua principali. Tali criteri sono definiti dalla WFD che prevede per le acque transizionali un sistema di tipizzazione sulla base dei seguenti parametri:

Caratterizzazione	Parametri chimici e fisici che determinano le caratteristiche delle acque transizionali e, di conseguenza, la struttura di popolazione e la composizione del biota
Parametri obbligatori	Latitudine Longitudine Escursione di marea Salinità
Parametri opzionali	Profondità Velocità della corrente Esposizione alle onde Tempo di residenza Temperatura media Range di temperatura Caratteristiche di miscelazione Torbidità Composizione del substrato Forma

Tabella 38 – Parametri chimico-fisici e morfologici principali che determinano la tipizzazione dei corpi idrici transizionali e, di conseguenza, definiscono la base della caratterizzazione delle comunità biologiche residenti (Vincent et al., 2003)

Oltre alla definizione dei parametri caratterizzanti, le guidelines per l'applicazione della WFD riportano per ogni parametro una serie di valori soglia su cui basare la tipizzazione degli specchi d'acqua (Vincent et al., 2003) con la precisazione che gli Stati Membri possono variare i range dei parametri proposti allo scopo di demarcare gli specchi d'acqua di rilevanza ecologica.

6.2 Obiettivi del lavoro

Il raggiungimento e mantenimento dello stato di buona qualità delle acque da un punto di vista biologico è un obiettivo finale che, nell'ottica della WFD, risulta prioritario. Per riuscire a soddisfare le esigenze di una buona qualità di tutto il comparto biologico è necessario che le logiche di gestione dei corpi d'acqua adottino come principale strategia il mantenimento di adeguate condizioni chimico-fisiche delle acque. Pertanto, gli obiettivi del presente lavoro saranno di creare una base analitica a supporto delle attività decisionali per una corretta gestione delle lagune del Delta del Po che permetta di raggiungere uno stato qualitativo accettabile. In questa sede saranno perseguiti i seguenti obiettivi:

- raccolta e creazione di una base di dati storici sulle lagune e sulle loro condizioni ambientali;
- definizione dei trend principali delle variabili biotiche e abiotiche su base storica;
- individuazione delle macroaree sulla base delle principali caratteristiche geomorfologiche e idrodinamiche;
- evidenziazione delle caratteristiche fondamentali delle associazioni macroalgali e delle angiosperme (fanerogame);
- evidenziazione delle caratteristiche fondamentali delle comunità bentoniche e ittiche;
- individuazione delle principali attività antropiche e problematiche ambientali correlate;
- realizzazione di uno strumento di valutazione rapida della qualità ambientale del corpo d'acqua.

In questa sede ci si rivolge primariamente al set principale di parametri abiotici e geomorfologici, sia per motivi di relativa facilità di misurazione rispetto alle comunità biologiche, che per il loro carattere di parametri forzanti principali dei sistemi di transizione. Per mettere a punto la metodica con cui realizzare gli obiettivi sopra descritti si è scelto di indirizzare gli studi su un'area di analisi pilota, la Sacca di Scardovari.

6.3 L'area di studio pilota "Sacca di Scardovari"

La Sacca di Scardovari rappresenta una laguna interclusa fra la penisola dei rami di Goro e di Gnocca e la penisola del Po di Tolle (Figura 43). Il suo lato più settentrionale corrisponde infatti alla linea di costa del primo decennio del XIX secolo, mentre gli altri due lati rappresentano le coste delle suddette penisole (lobi deltizi). Fino alla metà del presente secolo la Sacca di Scardovari era più articolata, per la presenza di delta interni formati da rami secondari del Po di Gnocca e del Po di Tolle e per un vasto sistema di aree palustri e barenicole, oggi in gran parte

sommersi a causa della subsidenza. Lo sfondamento dell'argine perimetrale della Sacca, provocato dalla mareggiata del Novembre 1966, ha portato all'allagamento di tutto il "polder" circostante (Isola della Donzella). Dopo tale evento l'argine della Sacca è stato sopraelevato fino alla quota attuale (Bondesan et al., 1995). Negli anni '60 anche l'isola che la chiudeva parzialmente verso mare era scomparsa, mentre arretravano gran parte dei lidi e delle frecce litoranee di altre lagune dei Delta. La freccia litorale, radicata presso la foce del Po di Tolle (l'attuale spiaggia Barricata) negli anni '70 aveva raggiunto la lunghezza di oltre 1 km (Figura 43). Il suo sviluppo era stato favorito da interventi appositi (posizionamento di tubi Longard e strutture per favorire la formazione di dune). Per ovviare a problemi di circolazione delle acque nelle aree più confinate della sacca (parte settentrionale e dietro allo scanno) nel 1999 è stato eseguito il taglio dello scanno e l'escavo del canale sublagunare. La sacca presenta nella sua conformazione attuale due bocche a mare: una più settentrionale tra la spiaggia Barricata e lo Scanno Centrale, difesa da una serie di barriere frangiflutti, e una più meridionale compresa tra lo Scanno Centrale e il residuo di scanno della Bottoniera, ora semisommerso (Figura 43).

La Sacca di Scardovari è utilizzata da tempo per l'itticoltura: alla pesca di anguille mediante piccoli labirinti di reti (i cosiddetti "cogolli"), si è aggiunta la coltivazione di mitili e vongole. Quest'ultima trova nella parte più meridionale della Sacca condizioni ambientali particolarmente fortunate per i fondali misti di sabbia e fango e per le condizioni di riciclo frequente dell'acqua dovute alle correnti di marea.

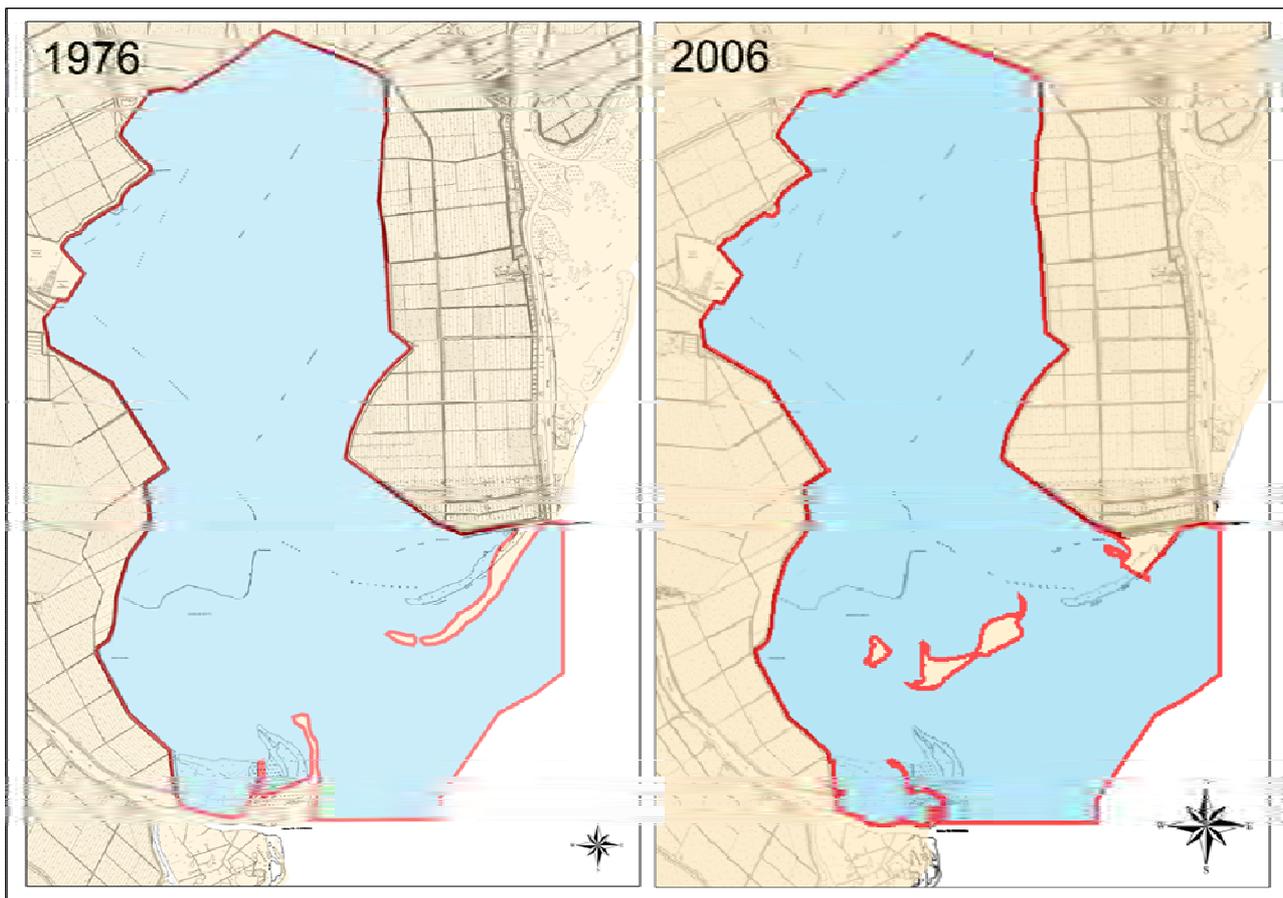


Figura 43 – L'area di studio pilota "Sacca di Scardovari" utilizzata per la messa a punto del sistema di valutazione della qualità delle acque transizionali. La perimetrazione della Sacca è rappresentata in due tempi rappresentanti l'inizio e la fine dell'arco temporale considerato nello studio, nel 1976 e nel 2006. Si nota come nel 1976 fosse presente una sola bocca a mare, mentre nel 2006 le bocche a mare siano due.

6.4 Lo stato delle conoscenze

Per valutare lo stato delle conoscenze sulle componenti ambientali biotiche e abiotiche che caratterizzano la Sacca di Scardovari si è condotta una ricerca bibliografica sugli studi scientifici condotti in questo ambiente negli ultimi 30 anni, dal 1976 al 2006. Da tale analisi è emersa un'ampia letteratura che testimonia come, a partire dalla metà degli anni '70, vari gruppi di ricerca, tra cui ecologi, chimici, ingegneri, geologi si sono interessati alle dinamiche che regolano l'ecosistema lagunare. Diversi studi hanno approfondito le conoscenze sulla geomorfologia della laguna, la circolazione delle acque, i gradienti di salinità, la concentrazione dei nutrienti, la granulometria dei sedimenti, parametri necessari per valutare la capacità portante del sistema. Questi approcci sono stati integrati con studi dettagliati sulle comunità bentoniche, planctoniche e ittiche, oltre che quelli riguardanti specie di interesse commerciale (Ceccherelli *et al.*, 1983, Rossi *et al.*, 1984, Ceccherelli *et al.*, 1985, Casellato & Caneva, 1992, Franzoi *et al.*, 1993, Fornasari *et al.*, 1995, Munari & Mistri, 2008b). Gli studi più approfonditi ed estensivi si sono susseguiti fino ai

primi anni '90, periodo in cui si è registrato un calo delle pubblicazioni derivanti da ricerche nella Sacca di Scardovari, segno forse di una perdita di interesse della comunità scientifica. Solo recentemente con gli studi nell'ambito della realizzazione della Carta Ittica Lagunare promossa dalla Provincia di Rovigo (Bettini *et al.*, 2006, Mistri *et al.*, 2007, Mistri *et al.*, 2008) si sono condotte analisi sull'ecosistema comprensive di tutti i comparti delle comunità biotiche e ad un livello di scala paragonabile a quello sostenuto dalle prime ricerche degli anni '70.

Oltre ai dati pubblicati lo sforzo è stato indirizzato anche a cercare collaborazioni con i gruppi di lavoro attualmente impegnati nelle azioni di monitoraggio ambientale. Tutti i sistemi lagunari sono caratterizzati da ampie variazioni dei parametri di stato che possono portare a rapidi cambiamenti delle condizioni del sistema. Per questo motivo l'Azienda Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Veneto (ARPAV) ha predisposto una serie di centraline di monitoraggio in cui vengono registrati in continuo i valori dei principali parametri di qualità dell'acqua.

La maggior parte degli Autori citati è concorde, nell'arco degli ultimi 30 anni, nel definire la Sacca di Scardovari un sistema costituito da tre sottosistemi il cui stato ecologico è influenzato principalmente dall'idrodinamica. Il bacino di Scardovari è divisibile a livello macroscopico nei seguenti sottosistemi:

- Il bacino settentrionale nella sua parte più orientale, caratterizzata da sedimenti limosi e da un ridotto idrodinamismo. Dal punto di vista ecologico il bacino è comunque interessato da un minor ricambio idrico in quanto la circolazione dell'acqua è essenzialmente caratterizzata da un'azione di spostamento in avanti ed indietro della medesima massa.
- La parte mediana in cui sono sporadicamente presenti sedimenti a tessitura sabbiosa, comunità bentoniche che sembrano risentire di un minore disturbo da carichi organici e un ricambio più marcato delle masse d'acqua.
- Il bacino a sud ha invece una caratterizzazione più marina. I fondali sono misti, contengono cioè una mescolanza d'argilla e sabbia in percentuali variabili a seconda delle zone. Il ricambio idrico in questo caso è intenso e l'ambiente risente costantemente dell'azione di flusso e riflusso della marea. Vi è inoltre un'azione di modificazione naturale periodica dell'imboccatura della laguna in relazione all'azione meccanica dovuta allo spostamento dei banchi di sabbia prodotto dal moto ondoso.

Sulla base dei dati reperibili è in corso uno studio ad ampio spettro sulle dinamiche ecologiche della Sacca. I dati saranno oggetto di una meta-analisi per individuare i trend delle principali variabili e forzanti che hanno condizionato l'ecologia della Sacca di Scardovari. In base ai risultati di queste analisi si cercherà di fornire una chiave di lettura delle principali funzioni ecologiche che

si esplicano nelle varie zone della Sacca, che possa eventualmente suggerire nuove logiche di gestione e possibili recuperi di funzionalità sui margini lagunari che contribuiscano al miglioramento complessivo dell'ecosistema.

6.5 Il gruppo di studio sull'ecologia delle lagune del Delta del Po

Il Consorzio Delta Po Adige ha promosso in data 30/01/2009 un incontro di coordinamento tra un pool di esperti di ambienti lagunari e di transizione per definire un primo approccio allo studio della qualità ambientale delle acque transizionali.

Hanno partecipato all'incontro:

- Prof. Remigio Rossi, Università di Ferrara
- Prof. Michele Mistri, Università di Ferrara
- Dott. Cristina Munari, Università di Ferrara
- Prof. Pippo Gianoni, IUAV
- Prof. Guido Traverso, IUAV
- Prof. Lorenzo Bonometto, IUAV
- Dott. Bruno Matticchio, IPROS
- Dott. Gian Andrea Pagnoni, Istituto Delta Ecologia Applicata
- Dott. Fabio Bertasi, Istituto Delta Ecologia Applicata

I lavori condotti presso la sede del Consorzio hanno portato alla definizione della prima fase di approccio descrittivo da applicare alla Sacca di Scardovari. Nel corso della giornata si è convenuto di definire un primo set di macrodescrittori ambientali facilmente misurabili in modo da ottenere una informazione preliminare sullo stato generale qualitativo degli specchi d'acqua individuabili nella Sacca di Scardovari.

6.6 Definizioni dei parametri di stato rilevanti per la qualità dell'ambiente lagunare

Gli equilibri ecologici all'interno dell'ecosistema lagunare sono determinati da una serie di componenti e dalle relazioni funzionali che le legano determinandone lo stato. Quando tali componenti vengono identificate spesso diventa possibile misurare l'intensità di una o più delle loro proprietà: in questo caso si parla di "parametri" che influenzano il funzionamento e lo stato di altri parametri. In Figura 44 sono rappresentati schematicamente i principali parametri presenti all'interno dell'ecosistema lagunare e le principali interazioni sussistenti tra loro. Nello schema sono stati considerati come parametri.

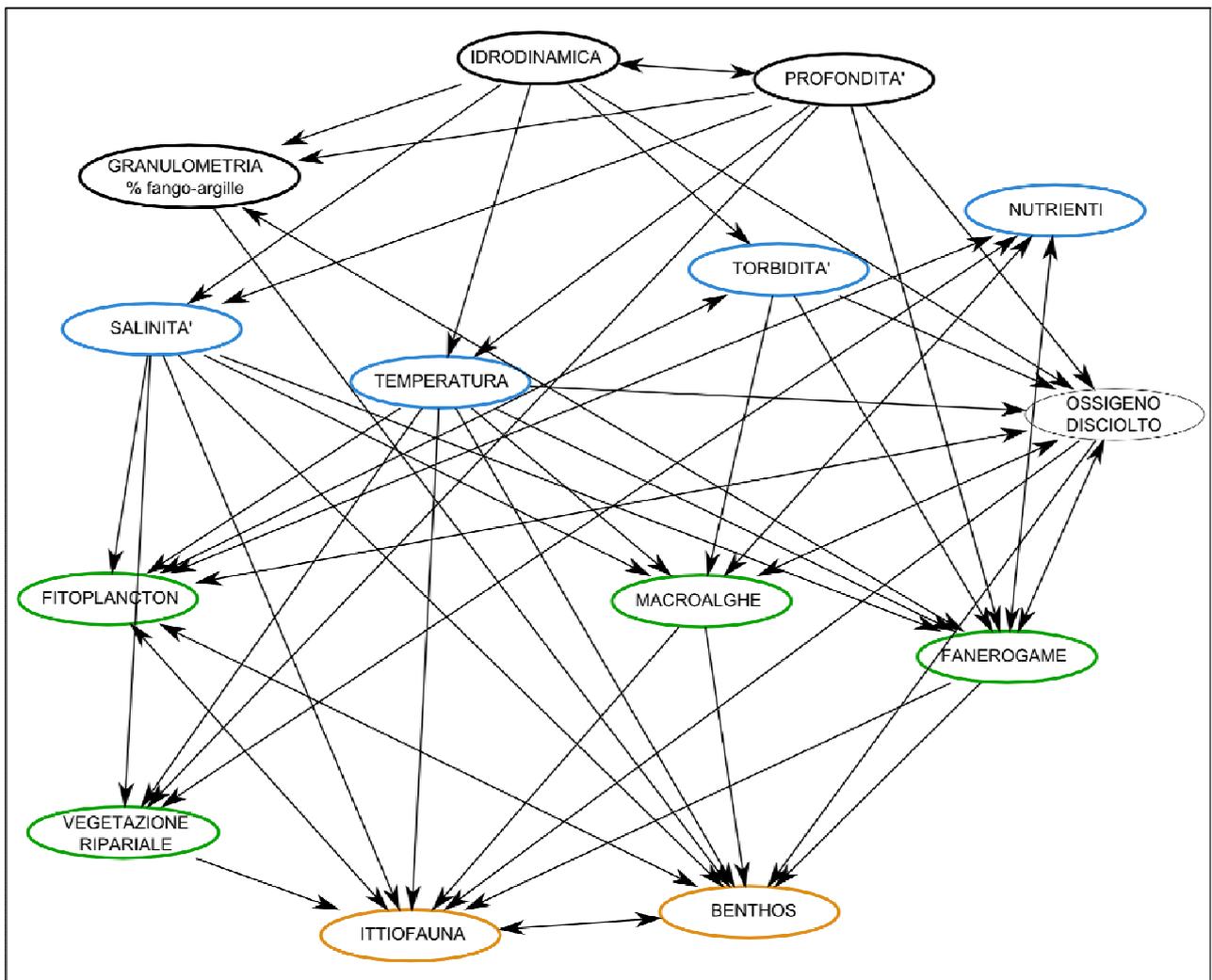


Figura 44 – Schema che rappresenta le principali componenti, o parametri di stato, che determinano il funzionamento del sistema laguna. I cerchi neri sono i parametri abiotici strutturali, i cerchi blu sono i parametri abiotici chimico-fisici, i cerchi verdi sono i parametri biotici vegetali, i cerchi arancio sono i parametri biotici animali. Le linee rappresentano le interazioni funzionali tra diversi parametri, mentre la direzione della freccia evidenzia il verso della interazione (es. l'idrodinamica influenza la torbidità; l'idrodinamica influenza la profondità, e viceversa)

Sulla base dei dati riguardanti l'area di studio pilota, "Sacca di Scardovari", ricavati dalla letteratura scientifica prodotta negli ultimi 30 anni e basandosi sulle indicazioni del gruppo di esperti sopra descritto si è individuata una serie di parametri principali come indicatori ambientali della qualità dell'ambiente lagunare. Tali indicatori possono essere raggruppati in classi in base agli obiettivi di valutazione perseguiti. In Tabella 39 sono elencati tali parametri con indicazione dell'obiettivo di valutazione a cui tali parametri possono essere indirizzati.

Parametro	Obiettivo
Parametri forzanti principali	
Idrodinamica	Definizione e valutazione delle aree funzionali nella laguna
Profondità	

Granulometria sedimenti	
Salinità	
Temperatura	
Ossigeno disciolto	
Torbidità	
Parametri secondari	
Presenza fitoplancton	Definizione e valutazione delle aree di importanza ecologica a scala locale (es. letti di fanerogame, aree di nursery localizzate)
Presenza macroalghe	
Presenza fanerogame	
Vegetazione ripariale	
Indicatori biotici	
Aree di nursery	Valutazione di qualità delle aree di importanza ecologica a scala locale (es. letti di fanerogame, distese intertidali, aree di nursery)
Comunità ittiofauna e specie protette	
Comunità benthos e specie protette	
Elementi antropici	
Strutture rigide	Definizione e valutazione delle criticità derivate da attività umane in aree a scala locale (es. letti di fanerogame, distese intertidali, aree di nursery localizzate)
Attività venericoltura	
Presenza inquinanti	
Attività dragaggio	
Altri disturbi antropici	

Tabella 39 – Parametri principali utilizzabili nelle lagune del Delta del Po per definire le aree oggetto di valutazione e le criticità ambientali da valutare

6.6.1 Fonti dei dati

I dati ambientali raccolti su Scardovari provengono da pubblicazioni scientifiche nazionali e internazionali prodotte negli ultimi 30 anni e da una serie di dati disponibili grazie al database del Consorzio di Bonifica Delta Po Adige.

6.6.1.1 Dati ARPAV

A partire dal 2006 l'Azienda Regionale per la Protezione dell'Ambiente del Veneto (ARPAV) ha predisposto nelle lagune del Delta del Po una serie di sonde di monitoraggio in cui vengono registrati in continuo i valori dei principali parametri di qualità dell'acqua: vengono monitorati l'ossigeno disciolto, la temperatura, la salinità e il pH; queste sono variabili attraverso cui è possibile seguire adeguatamente lo stato dell'ecosistema.

I dati sono pubblicati periodicamente sul sito dell'ARPAV e sono scaricabili online (http://www.arpa.veneto.it/acqua/hm/acque_transizione_dati.asp). Si riporta in Figura 45 la disposizione delle sonde ARPAV (entrambe posizionate su boe galleggianti) nella Sacca di Scardovari da cui provengono le serie di dati registrate negli anni 2006, 2007, 2008. La sonda posizionata nella parte settentrionale della sacca, denominata "Scardovari interno", esegue il rilievo su tre profili: a 0.5, 1 e 1.5 metri di profondità.

La sonda posizionata nella parte meridionale, in prossimità della bocca a mare, denominata "Scardovari mare", esegue il rilievo su un unico profilo a 0.5 metri di profondità.



Figura 45 – La posizione delle due boe di rilevamento in continuo dell'ARPAV in Sacca di Scardovari; le sonde multiparametriche rilevano i seguenti parametri dell'acqua: temperatura, salinità, ossigeno disciolto e pH.

I periodi di registrazione dei dati disponibili sulle due boe sono i seguenti:

- Boa "Scardovari interno"
 - 17 maggio – 15 novembre 2006
 - 13 giugno – 30 ottobre 2007
 - 15 aprile – 31 ottobre 2008
- Boa "Scardovari mare":
 - 3 maggio – 18 luglio 2006

- 13 giugno – 30 ottobre 2007
- 15 aprile – 23 ottobre 2008

6.6.2 Trattamento dei dati

Generalmente, negli studi ecologici i dati vengono raccolti in maniera puntiforme e successivamente, mediante tecniche di analisi statistica (clustering, analisi esplorative multivariate) vengono cercate correlazioni e similarità tra gruppi di campioni in modo da ricavare informazioni sui trend generali delle variabili ecologiche nell'ambiente. Le informazioni raccolte dalla bibliografia fanno parte di pubblicazioni scientifiche in cui, nella maggior parte dei casi il dato di misurazione originale non è disponibile. Per questo motivo nella maggior parte dei casi si è reso necessario interpretare il dato disponibile in base a mappe, grafici, tabelle, ecc. Nella maggior parte dei casi è stato possibile ricostruire i trend spaziali o temporali dei parametri più importanti. Per ogni tipologia di dato si fa riferimento all'anno di raccolta e/o produzione del dato e al periodo dell'anno per tener conto della variabilità stagionale.

Le principali modalità di acquisizione e interpretazione dei dati sono riassunte nei punti seguenti.

6.6.2.1 Dati puntiformi georeferenziati

I dati sono stati raccolti originariamente mediante tecniche di campionamento puntiforme (e.g. prelievi di campioni d'acqua, bennate, carote di sedimento, ecc.) ed è riportata con precisione accettabile la posizione geografica dei punti di campionamento. Fanno parte di questa serie di dati, per esempio, le misurazioni dell'abbondanza del benthos, le misurazioni granulometriche dei sedimenti, i prelievi dei campioni di plancton, Si procede con:

- acquisizione delle posizioni dei punti di campionamento originali in uno shapefile (file vettoriale) all'interno di un sistema GIS (georeferenziazione dei punti);
- associazione dei dati disponibili ad ogni elemento puntiforme georeferenziato.

Inoltre, se i dati puntiformi sono disponibili con una copertura territoriale accettabile si procede con:

- interpolazione spaziale dei dati mediante tecniche geostatistiche (e.g. kriging) e produzione di una mappa raster della probabile distribuzione spaziale del dato;
- applicazione di un tema in gradazione di colore alla mappa raster in modo da poter analizzare il trend generale del dato in analisi.

6.6.2.2 Dati estesi georeferenziati

I dati sono stati raccolti originariamente mediante tecniche di campionamento in continuo (e.g. ecoscandaglio), oppure sono prodotti da una modello matematico, oppure è stata prodotta una mappa interpretativa della probabile distribuzione spaziale dei valori del dato misurato in maniera puntiforme. Si provvede a:

- acquisizione delle aree o delle isolinee rappresentate nella mappa originale in uno shapefile (file vettoriale) all'interno di un sistema GIS (georeferenziazione delle aree);
- associare il dato disponibile ad ogni elemento vettoriale georeferenziato;
- produzione di una mappa raster della distribuzione spaziale del dato;
- applicazione di un tema in gradazione di colore alla mappa raster in modo da poter analizzare il trend generale del dato in analisi.

6.6.2.3 Dati puntiformi

I dati vengono interpretati e riportati in forma tabellare per ogni punto di campionamento. Se disponibili serie storiche, si analizzano i trend di variabilità temporale del dato. Non essendo presente l'informazione geografica legata al dato, non è possibile valutarne la variabilità spaziale. Fanno parte di queste serie di dati ad esempio le misurazioni dell'ossigeno disciolto, che per l'estrema variabilità non vengono monitorate su scala spaziale, ma su scala temporale in pochi punti di una laguna (es. dati ARPAV). I dati sono stati analizzati mediante grafici box & whiskers che consentono di sintetizzare i principali parametri statistici della distribuzione del dato nel periodo di riferimento.

6.6.3 Analisi dei parametri forzanti principali

6.6.3.1 Idrodinamismo

La componente idrodinamica è uno dei parametri fondamentali che determina lo stato qualitativo generale delle acque di un corpo lagunare. Le correnti di marea in entrata e in uscita modulano lo scambio delle acque dolci nelle parti più interne delle lagune con quelle salate provenienti dalla bocca a mare. L'idrologia dipende primariamente dell'azione della marea, ma anche dell'azione del vento e del moto ondoso sulla bocca a mare.

Il modello idrodinamico messo a punto da IPROS per il Consorzio di Bonifica Delta Po Adige quantifica la velocità delle correnti superficiali in entrata ed in uscita dalla laguna in assenza di vento e in condizioni di marea sizigiale. Sono riportate le due mappe dei campi di velocità espressi in $m \cdot s^{-1}$ con marea in entrata (Figura 46a) e con marea in uscita (Figura 46b).

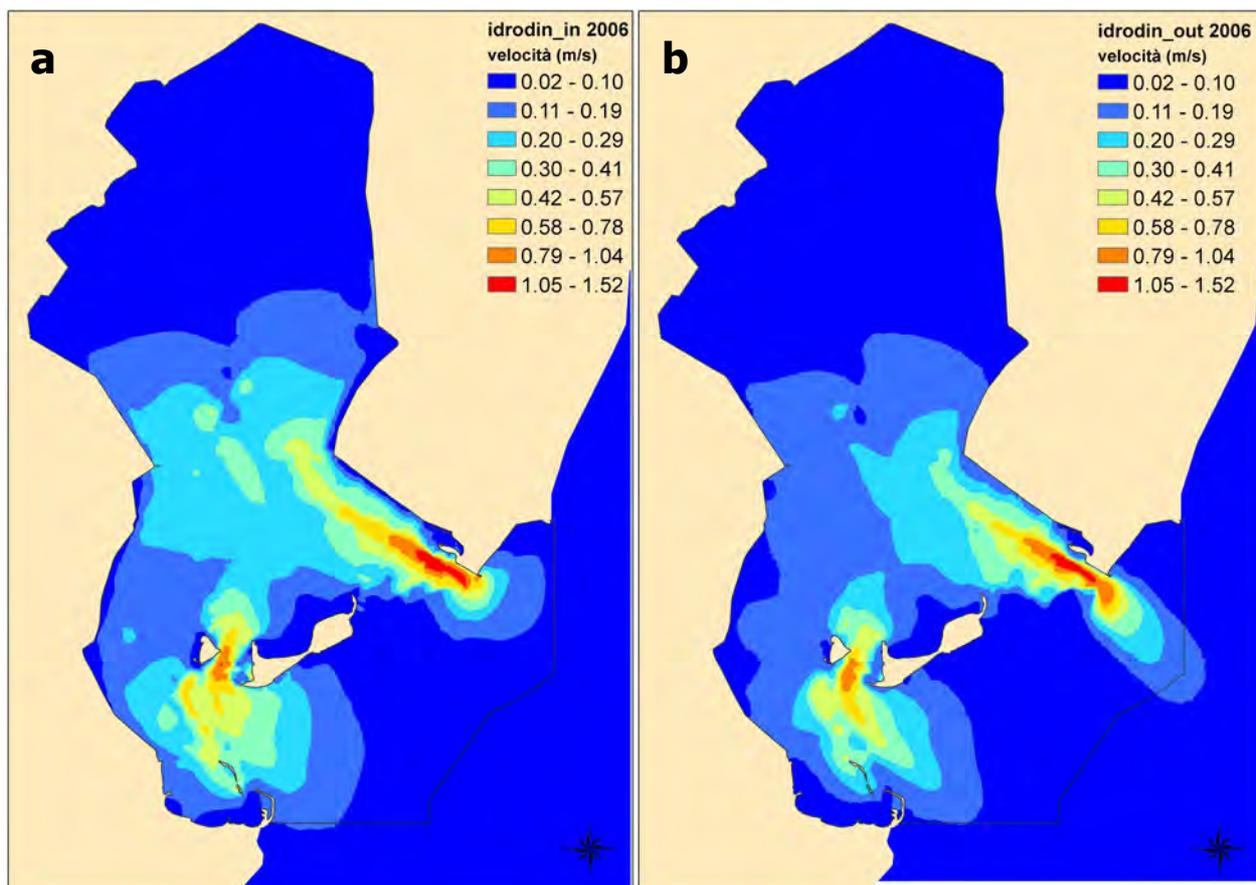


Figura 46 – Modello idrodinamico bidimensionale dei vettori di velocità delle masse d’acqua in ingresso (a) (marea entrante) e in uscita (b) (marea uscente) dalla Sacca di Scardovari

L’idrodinamica determina il tasso di ricambio delle acque, che è uno dei parametri limitanti principali nelle zone più confinate dei corpi d’acqua transizionali. Un basso valore dei valori idrodinamici si ripercuote non solo sulle caratteristiche della colonna d’acqua (ossigeno disciolto, salinità, temperatura, ecc.) ma anche sulla tessitura dei sedimenti. Spesso nelle aree più confinate lo scarso movimento delle masse d’acqua consente alle frazioni sedimentarie più fini di depositarsi, con conseguente accumulo di fango e arricchimento organico dei fondali. A sua volta, la tessitura dei sedimenti influenza le proprietà fisico-chimiche del sedimento (minor contenuto di acqua interstiziale, ridotta penetrazione dell’ossigeno nei sedimenti) ripercuotendosi sulla composizione e struttura della fauna residente (benthos). Per questi motivi la caratterizzazione dell’idrodinamismo rappresenta uno dei parametri chiave per valutare la qualità dei corpi d’acqua di una laguna. Nel caso della Sacca di Scardovari si nota come la porzione più settentrionale della laguna risenta in maniera molto limitata, se non per nulla, dei movimenti d’acqua dovuti alle correnti mareali. Questo si riflette probabilmente in un aumento dei tempi di residenza delle acque e si ripercuote negativamente sul complesso dei processi ecologici che si sviluppano nella colonna d’acqua e nei sedimenti. Da questo punto di vista la parte settentrionale della sacca appare più vulnerabile ed esposta a fenomeni distrofici che si possono verificare nei mesi estivi

quando è fisiologico un aumento della temperatura della colonna d'acqua. La situazione nella parte meridionale invece appare più dinamica con uno scambio e riciclo delle acque che consente una maggiore vivificazione.

6.6.3.2 Profondità

La profondità della colonna d'acqua è determinata dalla geomorfologia del fondale e su scala locale, può acquisire notevole valore nel promuovere processi di scambio tra il sistema lagunare e l'ambiente circostante. Oltre a influenzare l'idrologia generale, i sedimenti a debole copertura acquatica, le piane intertidali, le linee di costa costituiscono importanti ambienti ecotonali di interfaccia tra il dominio acquatico, l'aereo e il terrestre. I rilievi batimetrici più recenti con la copertura completa della sacca risalgono al marzo 2008. I rilievi sono stati corretti rispetto al livello di presente al momento dell'acquisizione dei dati con riferimento al mareografo di Diga Sud Chioggia, gestito da APAT. Sono state evidenziate le fasce batimetriche corrispondenti a zone sommerse di 0.50, 1.00 e 1.50 m rispetto al livello medio del mare. In particolare, le fasce batimetriche di 0.50 e 1.00 sono suscettibili, a seconda delle condizioni di marea, di vento e di pressione atmosferica, di temporanei periodi di emersione e costituiscono interfacce di rilevante importanza per l'avifauna che contribuiscono alla qualità degli specchi acquei.

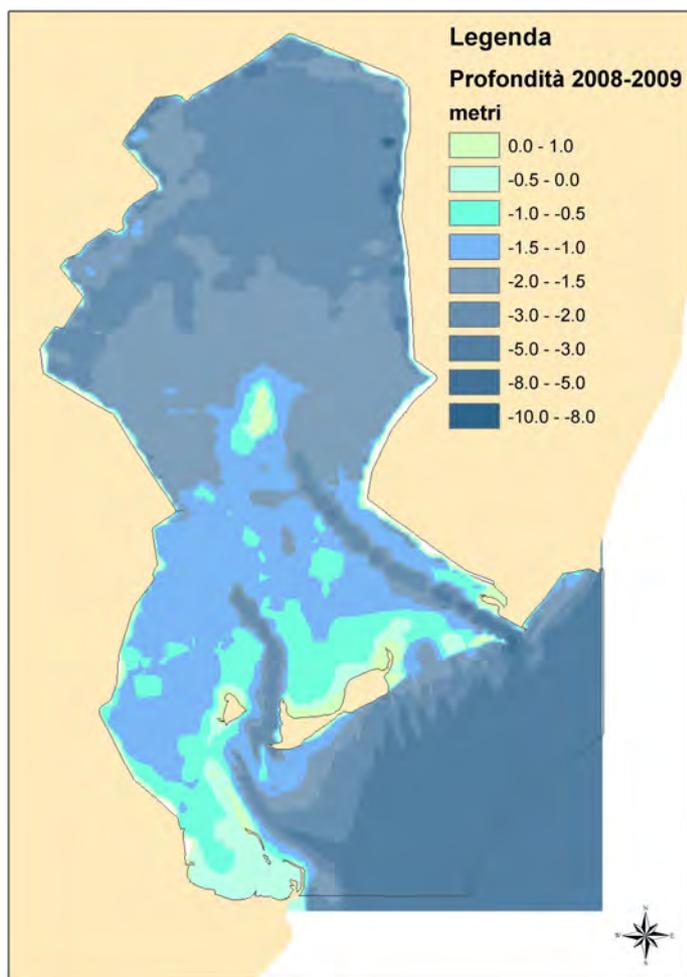


Figura 47 – Mappa della profondità rilevata su tutta l'estensione della Sacca nel marzo 2008. Sono evidenziate le aree a debole copertura di acqua, sede di importanti processi ecologici

Nell'area meridionale della sacca, in corrispondenza delle bocche a mare, la dinamica costiera crea estese zone di interfaccia, soprattutto attorno allo Scanno Centrale e in corrispondenza del semisommerso Scanno della Bottonera. Nella parte centrale della sacca sono presenti alcune velme affioranti originate da residui di scavo di origine antropica, ma nonostante questo, in via di rinaturalizzazione. Diversamente nella parte settentrionale di Scardovari, a seguito della costruzione dell'argine di difesa lungo tutto il bordo della sacca, tali aree di interfaccia sono quasi completamente assenti.

6.6.3.3 Granulometria sedimenti

La granulometria dei sedimenti è stata investigata in diverse campagne dal 1976 a oggi. Gli studi condotti ad ampia scala con una rete di campionamento adeguata a rappresentare la situazione su tutta la sacca sono gli studi condotti nel periodo 1976-1982 (Ceccherelli et al., 1985) e, più recentemente, lo studio condotto per la realizzazione della Carta Ittica delle Lagune (Mistri et al.,

2007) nel 2005. Sono riportate le due mappe dei contenuti percentuali di fango e argille nei sedimenti registrate nel 1976-1982 (Figura 48a) e nel 2005 (Figura 48b).

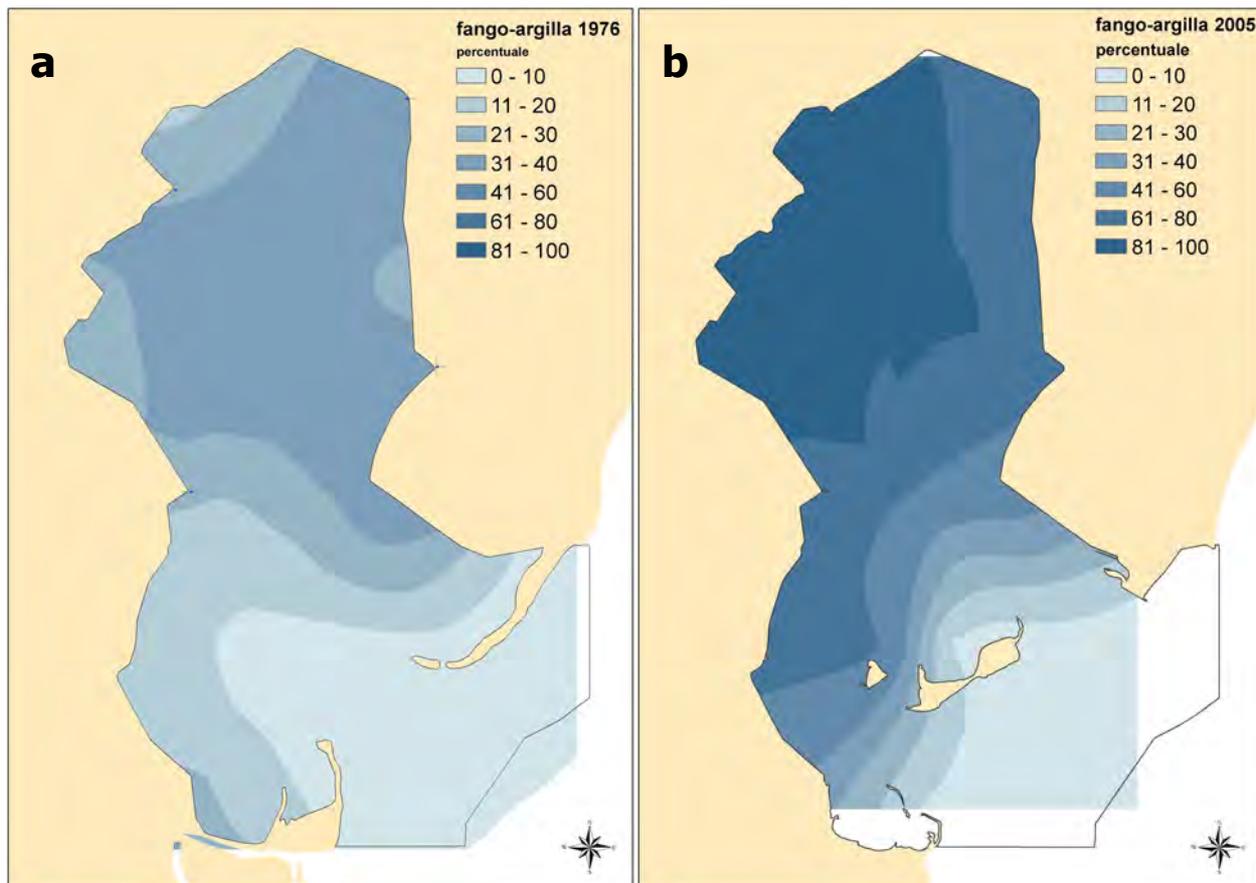


Figura 48 – Distribuzione dei fanghi e argille all'interno della Sacca di Scardovari (a) nel periodo 1976 – 1982 (da Ceccherelli et al., 1985) e (b) nel 2005 (da Mistri et al., 2007)

6.6.3.4 Salinità

La salinità può essere assunta quale indicatore di stato che definisce il contenuto di Sali disciolti nell'acqua. La salinità delle acque di transizione può oscillare tra 3.5 e 40 PPT, ma non mancano situazioni (stagni esposti all'essiccamento o evaporitici) in cui i valori possono portarsi a livelli molto più elevati (stato di iperalinità). I dati di salinità sono disponibili grazie alle misurazioni dell'ARPAV. Il ridotto numero di punti di misurazione non consente l'interpolazione sull'area della sacca dei valori misurati, per cui l'analisi di questo parametro è stata eseguita in modo da stimarne la variabilità temporale. La boa "Scardovari interno" misura la concentrazione dell'ossigeno disciolto su due profondità nella colonna d'acqua per evidenziare fenomeni di stratificazione. La boa "Scardovari mare" registra la concentrazione solo alla profondità di 0.5 m. In Figura 49 sono riportati i dati misurati nella stazione interna e quelli misurati alla bocca a mare, alla batimetrica di 0.5 m.

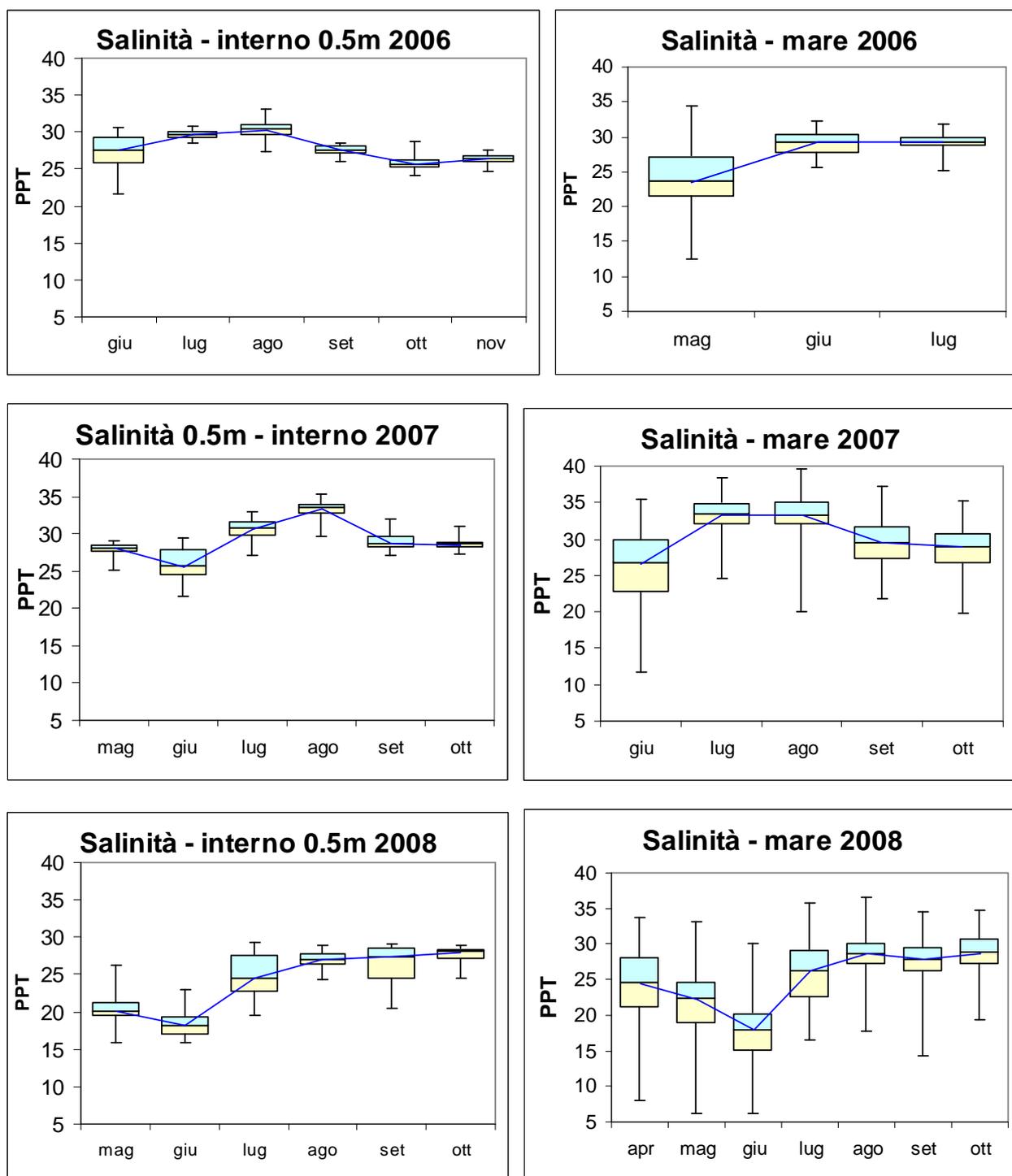


Figura 49 - Grafici box & whiskers dell'andamento dei dati di salinità (ppt) rilevati a una profondità di 0.5 m nella stazione Scardovari interno (colonna sinistra) e Scardovari mare (colonna destra) (cfr. Figura 45) nel corso del 2006, 2007 e 2008; sono rappresentati la mediana, il quartile superiore (box azzurro), il quartile inferiore (box giallo) e gli estremi massimo e minimo dei dati

I periodi di campionamento nella stazione interna e in quella a mare risultano sovrapponibili solo parzialmente. Nel corso dei 3 anni i valori della stazione interna mostrano una buona stabilità, oscillando tra un minimo di 16 ppt nel mese di maggio 2008 e valori prossimi alla salinità dell'acqua di mare durante i mesi più caldi. Al contrario, la stazione sulla bocca a mare mostra

fluttuazioni più accentuate dei valori, anche nel periodo estivo, con minimi prossimi a 5 ppt durante la primavera 2008. I dati evidenziano come la stazione a mare risenta dell'apporto di acqua dolce della foce del Po di Tolle. In Figura 50 è presentato un confronto tra i dati misurati alle batimetrie di 0.5 e 1.5 m nella stazione interna.

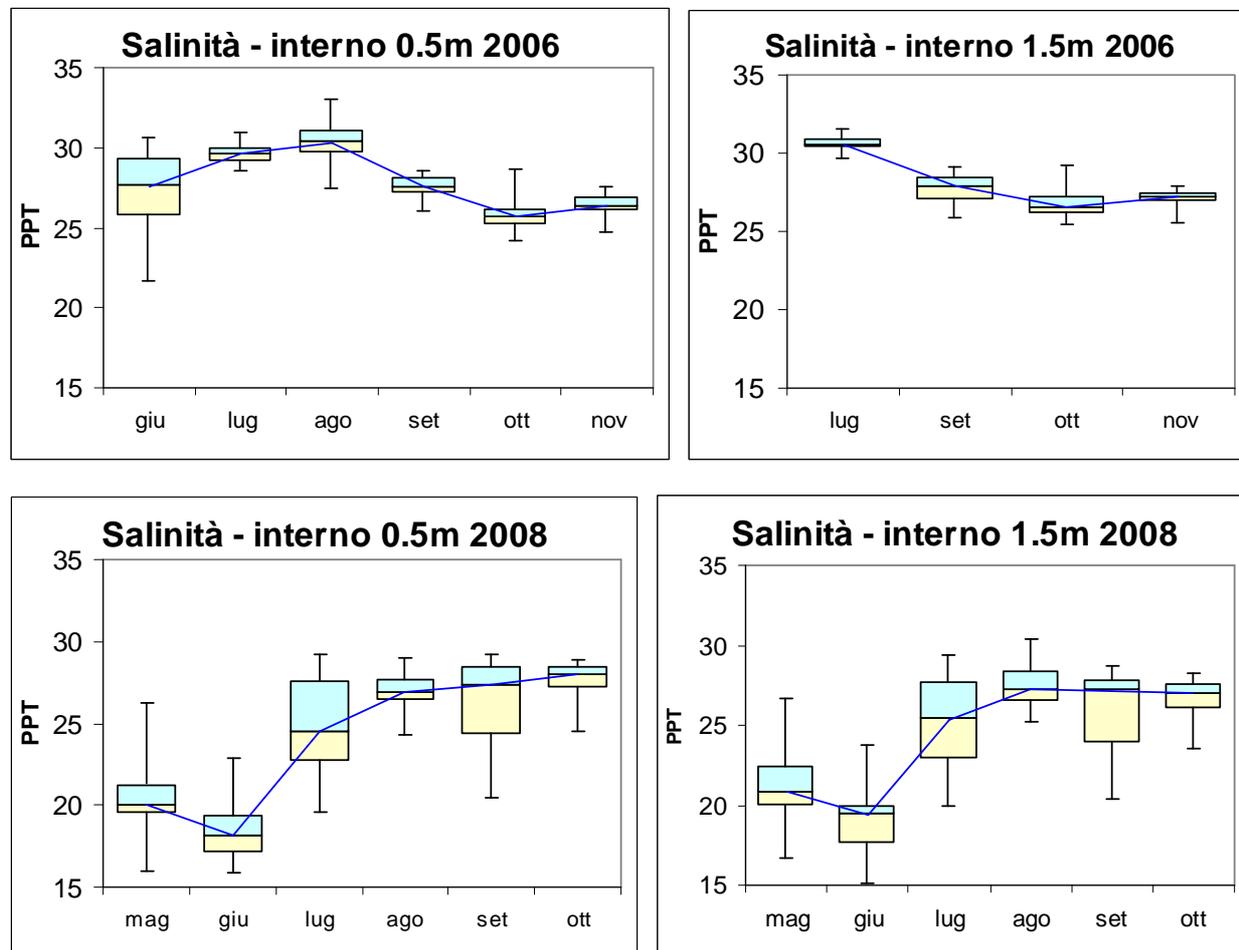


Figura 50- Grafici box & whiskers dell'andamento dei dati di salinità (ppt) rilevati nella stazione Scardovari interno (cfr Figura 45) a una profondità di 0.5 m (colonna sinistra) e di 1.5 m (colonna destra) nel corso del 2006 e 2008; sono rappresentati la mediana, il quartile superiore (box azzurro), il quartile inferiore (box giallo) e gli estremi massimo e minimo dei dati

I dati rilevati nel 2006 presentano periodi sovrapponibili solo parzialmente. Nel periodo agosto-novembre del 2006 e nel periodo maggio-ottobre 2008 i valori rilevati alle due profondità risultano sostanzialmente comparabili, sia come intervallo di variabilità sia come trend generale dei valori, mostrando l'assenza di stratificazione nell'intervallo batimetrico considerato.

6.6.3.5 Temperatura

I dati di temperatura sono disponibili grazie alle misurazioni dell'ARPAV. Il ridotto numero di punti di misurazione non consente l'interpolazione sull'area della sacca dei valori misurati, per cui

l'analisi di questo parametro è stata eseguita in modo da stimarne la variabilità temporale. I dati sono stati raccolti mediante sonde multiparametriche posizionate su boa fissa. Nella stazione interna le temperature sono rilevate a profondità di 0,5, 1,0 e 1,5 m nella colonna d'acqua: le analisi hanno mostrato che i valori alle diverse profondità sono comparabili, per cui viene riportato solo il dato di temperatura più superficiale (0,5 m profondità).

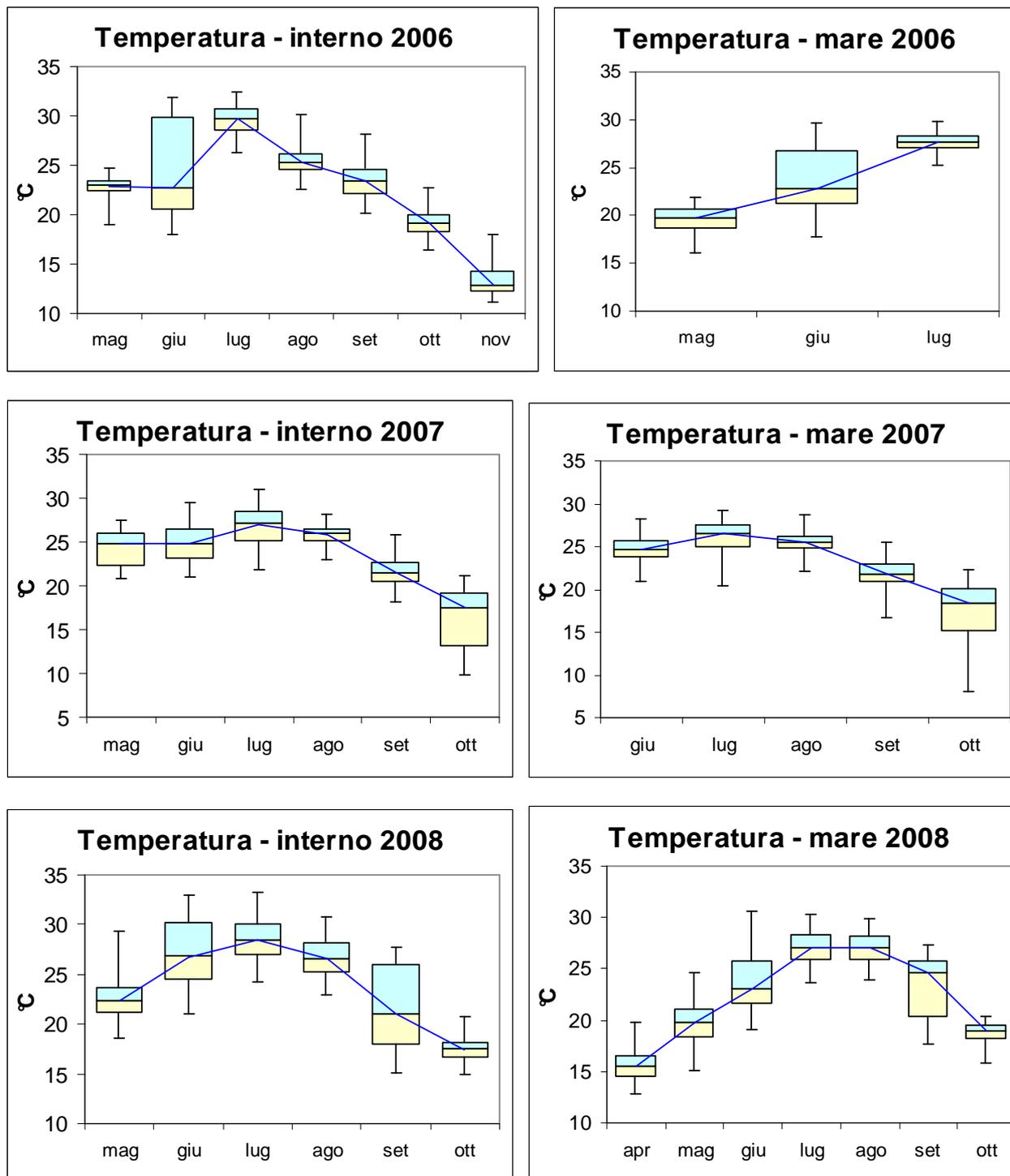


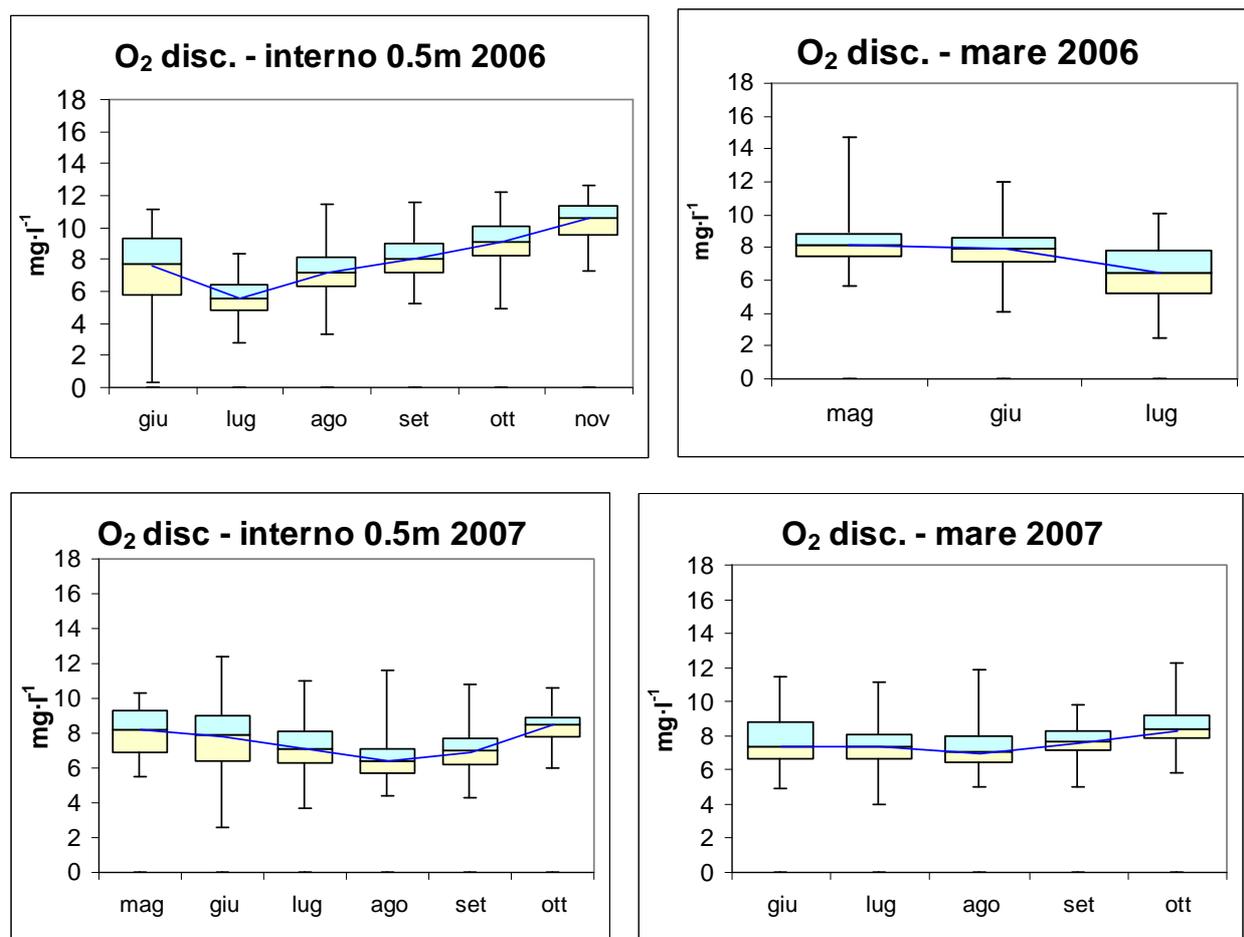
Figura 51 - Grafici box & whiskers dell'andamento dei dati di temperatura (°C) rilevati a una profondità di 0,5 m nella stazione Scardovari interno (colonna sinistra) e Scardovari mare (colonna destra) (cfr. Figura

45) a una profondità di 0.5 m nel corso del 2006, 2007 e 2008; sono rappresentati la mediana, il quartile superiore (box azzurro), il quartile inferiore (box giallo) e gli estremi massimo e minimo dei dati

I dati mostrano un andamento comparabile nel corso degli anni con il picco di temperatura raggiunto nel mese di luglio, sia nella stazione interna che nella stazione a mare. I valori di temperatura assoluta risultano più elevati nella parte interna della sacca rispetto alla parte a mare, con una differenza media di +2 °C.

6.6.3.6 Ossigeno disciolto

I dati di ossigeno disciolto sono disponibili grazie alle misurazioni dell'ARPAV. Il ridotto numero di punti di misurazione non consente l'interpolazione dei valori misurati sull'area della sacca, per cui l'analisi di questo parametro è stata eseguita in modo da stimarne la variabilità temporale. La boa "Scardovari interno" misura la concentrazione dell'ossigeno disciolto su due profondità nella colonna d'acqua per evidenziare fenomeni di stratificazione. La boa "Scardovari mare" registra la concentrazione solo alla profondità di 0.5 m. In Figura 52 è possibile confrontare i dati misurati nella stazione interna e quelli misurati alla bocca a mare, alla batimetrica di 0.5 m.



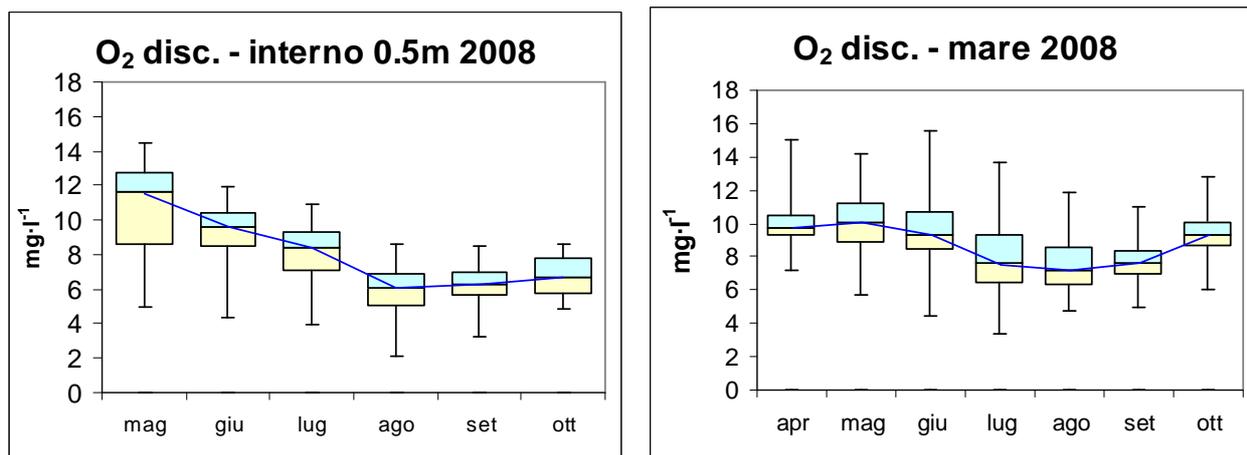
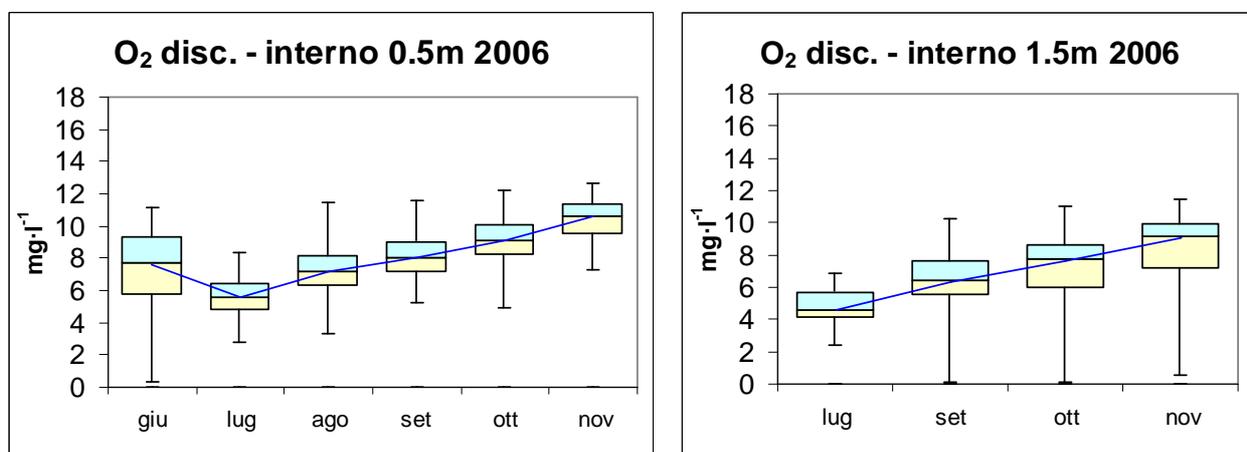


Figura 52 - Grafici box & whiskers dell'andamento dei dati di ossigeno disciolto ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) rilevati a una profondità di 0.5 m nella stazione Scardovari interno (colonna sinistra) e Scardovari mare (colonna destra) (cfr. Figura 45) nel corso del 2006, 2007 e 2008; sono rappresentati la mediana, il quartile superiore (box azzurro), il quartile inferiore (box giallo) e gli estremi massimo e minimo dei dati

I dati, nei periodi in cui le misurazioni sono sovrapponibili, presentano trend temporali comparabili tra le due stazioni, con differenze contenute nei valori medi e nell'intervallo di variabilità. Si evidenzia un fenomeno di anossia nel corso del giugno 2006 che ha interessato la parte interna della sacca (valori di ossigeno disciolto prossimi allo zero), senza però far rilevare valori analoghi nella bocca a mare. In Figura 53 è presentato un confronto tra i dati misurati alle batimetrie di 0.5 e 1.5 m nella stazione interna.



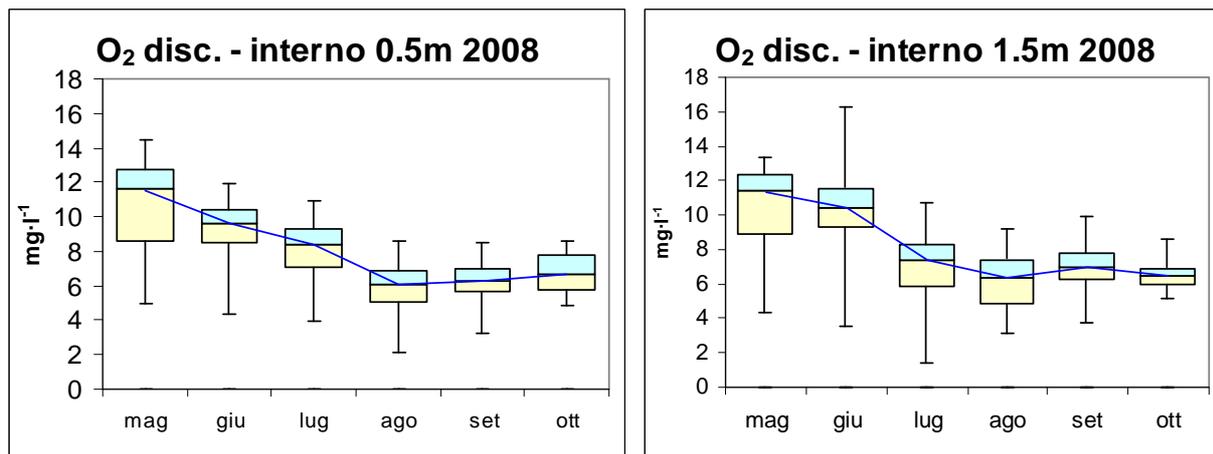


Figura 53 - Grafici box & whiskers dell'andamento dei dati di ossigeno disciolto ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) rilevati nella stazione Scardovari interno (cfr Figura 45) a una profondità di 0.5 m (colonna sinistra) e di 1.5 m (colonna destra) nel corso del 2006 e 2008; sono rappresentati la mediana, il quartile superiore (box azzurro), il quartile inferiore (box giallo) e gli estremi massimo e minimo dei dati

Il confronto tra le concentrazioni di ossigeno disciolto mostra trend temporali comparabili tra le due batimetrie, ma con una variabilità più marcata dei valori minimi e massimi alla profondità di 1.5 m nei mesi autunnali del 2006, e nei mesi estivi del 2008. I dati mostrano la presenza di stratificazione di questo parametro nella colonna d'acqua, soprattutto durante i mesi estivi. Si rilevano episodici eventi anossici in prossimità del sedimento nel corso dei mesi di settembre, ottobre e novembre del 2006.

6.6.3.7 Torbidità

La torbidità complessiva dell'acqua è determinata dalla presenza di particolato fine in sospensione, che può essere sia di origine organica (plancton, detrito) che inorganica (sedimento fine). La torbidità dell'acqua svolge un ruolo fondamentale nel determinare la quantità di luce che può penetrare nella colonna d'acqua e la profondità a cui la radiazione luminosa può consentire i processi fotosintetici, per cui determina effetti sulla produttività primaria. Inoltre, la presenza di particolato sospeso può avere effetti negativi sull'attività trofica degli organismi filtratori, bivalvi in primis, limitandone l'efficienza alimentare e causando stress e morie. Al momento non sono presenti dati storici su questo parametro.

6.6.4 Analisi dei parametri biotici secondari

6.6.4.1 Fitoplancton

Le tossine prodotte dai Dinoflagellati sono, nell'ambito di tossine di natura non proteica, tra le più potenti ad oggi conosciute. L'uomo può essere esposto a queste tossine prevalentemente attraverso il consumo di prodotti ittici soprattutto a seguito di ingestione di molluschi bivalvi.

Questi ultimi sono organismi filtratori che si nutrono di plancton e che, pur accumulando le tossine, ne subiscono gli effetti solo marginalmente. Un monitoraggio delle specie algali tossiche appartengono principalmente ai taxa delle diatomee e delle dinoflagellate viene regolarmente effettuato da ARPAV. Le fioriture di alghe tossiche, a seconda degli effetti da esse prodotti, possono essere classificate in i) fioriture di specie algali che provocano una colorazione dell'acqua con diminuzione della visibilità ed eventualmente morie di pesci e invertebrati acquatici a causa delle conseguenti condizioni di ipossia. Appartengono a questo gruppo soprattutto specie di dinoflagellati, come ad esempio la *Noctiluca scintillans*, e di diatomee, *Skeletonema costatum*; ii) fioritura di specie che producono tossine che si accumulano nella catena alimentare e che possono causare effetti nei consumatori secondari quali l'uomo e animali superiori. Si tratta di dinoflagellati quali generi come *Alexandrium*, *Gymnodinium* e *Dinophysis* e di diatomee del genere *Nitzschia*; iii) fioriture di specie che, nella maggior parte dei casi, non sono tossiche per l'uomo ma risultano dannose per pesci ed invertebrati. Esempi di queste specie sono: *Alexandrium tamarense*, *Gyrodinium aureolum*, *Chaetoceros convolutus*.

Non sono disponibili dati qualitativi sulla composizione specifica del fitoplancton. Sono altresì regolarmente effettuate campagne di monitoraggio sulla presenza di clorofilla *a* nella colonna d'acqua. Questo indice stima quantitativamente la presenza della componente fitoplanctonica e, insieme alla misura della torbidità, è un segnale dello stato eutrofico delle acque. Come accade per l'ossigeno disciolto, il parametro è soggetto a forte variabilità giornaliera, con picchi massimi diurni e minimi notturni. Per utilizzare il parametro come metodo di stima dello stato trofico è quindi opportuno fare riferimento a trend di lungo periodo (settimanali o mensili).

6.6.4.2 Macroalghe

In base ai dati bibliografici è nota la presenza di letti estesi di macroalghe (*Ulva* sp, *Gracilaria* sp.) soprattutto nei mesi più caldi. Non sono al momento disponibili dati di biomassa e copertura. Le ipotesi di lavoro riguardano le possibilità di monitorare la componente macroalgale per giungere all'applicazione di indici di qualità (R-MaQI, Rapid Macrophyte Quality Index; EEI, Ecological Evaluation Index) che consentano una rapida valutazione dello stato dell'ambiente (Orfanidis *et al.*, 2003, Sfriso *et al.*, 2007).

6.6.4.3 Fanerogame

Le fanerogame, a differenza delle alghe, sono piante vascolari in cui la funzione riproduttiva avviene per impollinazione (presentano fiori). Le fanerogame, rispetto alle piante che vivono in ambienti emersi, presentano un particolare adattamento alla vita sommersa in ambienti acquatici poco profondi. Le fanerogame creano letti vegetati di fondamentale importanza ecologica. Negli

ambienti estuarini e lagunari del Nord-Adriatico le fanerogame sostengono una fauna ittica più ricca di specie rispetto ai fondali non vegetati (Franco et al., 2006), offrono rifugio a diversi invertebrati, sia tra i rizomi che nelle fronde, e costituiscono un ideale habitat per la riproduzione (funzione di nursery) di diverse specie ittiche (Bettini *et al.*, 2006, Mistri *et al.*, 2007). Nell'areale del Delta del Po sono presenti, all'interno delle lagune, delle valli da pesca e dei canali, letti delle fanerogame *Zostera marina*, *Zostera noltii*, *Cymodocea nodosa*. La ricerca bibliografica non ha prodotto evidenze di presenza di fanerogame negli ultimi 30 anni nell'area di studio pilota della Sacca di Scardovari. Tuttora, non ne è segnalata la presenza (Marchini et al., 2008; D. Trombin, pers. comm.) in nessun ambito. La causa primaria della scomparsa delle fanerogame sembra sia da ricercarsi nell'elevato grado di eutrofizzazione di questi ambienti (Cardoso et al., 2004) influenzati dal carico organico proveniente dai rami del Po.

6.6.4.4 Vegetazione ripariale

La presenza di vegetazione ripariale viene stimata nelle varie aree della sacca a partire dalla Carta degli Habitat prodotta per gli ambienti terrestri (Figura 17).

6.6.5 Analisi degli indicatori biotici

6.6.5.1 Aree di nursery

Gli ambienti costieri poco profondi, in generale, e quelli di estuario e di laguna in particolare, rappresentano importanti aree di nursery per molte specie di pesci marini di interesse commerciale. Queste specie, dopo una fase larvale pelagica in mare più o meno lunga, entrano negli ambienti costieri di transizione allo stadio di postlarva o di avannotto. In questi ambienti i giovani pesci incontrano in genere le condizioni ottimali per la loro crescita e dopo una fase di permanenza in laguna, più o meno lunga a seconda della specie, gli individui sopravvissuti migrano nuovamente in mare. Questo periodo giovanile di permanenza negli ambienti costieri di nursery rappresenta una fase obbligata nel ciclo biologico di molte specie marine costiere di importanza commerciale ed il reclutamento nella popolazione adulta sembra essere legato all'estensione e alla qualità delle nursery costiere (Beck *et al.*, 2001). Negli ambienti deltizi e lagunari dell'Alto Adriatico la migrazione in entrata degli avannotti di specie marine eurialine viene tradizionalmente chiamata "montata o rimonta del pesce novello o del novellame", e risulta concentrata soprattutto nel periodo primaverile (Rossi, 1981). Appartengono a questo gruppo di specie: l'orata (*Sparus aurata*); il branzino (*Dicentrarchus labrax*); i mugilidi *Mugil cephalus*, *Liza aurata*, *L. ramado*, *L. saliens*, *Chelon labrosus*; i pesci piatti *Platichthys flesus* (passera) e *Solea solea* (sogliola). E' stato

evidenziato, in particolare, il ruolo di questi habitat costieri come aree elettive di nursery per l'orata (Rossi, 1986).

Dopo la riproduzione in mare durante i mesi invernali, gli avannotti di questa specie entrano in massa negli ambienti lagunari a partire dal mese di febbraio. Di norma l'intensità della montata cala, anche se il fenomeno continua fino ad aprile. In laguna l'accrescimento delle giovani orate è rapido, con gli individui che passano da una dieta a base di zooplancton ad una a base di zoobenthos all'aumentare delle loro dimensioni corporee (Ferrari & Chierigato, 1981, Rossi, 1986). Il periodo di esodo massivo in mare varia a seconda delle caratteristiche dell'ambiente lagunare; nelle sacche dell'area meridionale del delta del Po le giovani orate migrano in mare durante i mesi estivi (Rossi, 1986).

Questi aspetti, a loro volta, sono la conseguenza di una combinazione di numerosi fattori, sia biotici che abiotici, che concorrono a determinare la funzione di nursery degli ambienti lagunari e costieri. I principali parametri abiotici che sembrano influenzare la distribuzione del necton negli ambienti d'estuario sono la temperatura, la salinità, la concentrazione di l'ossigeno disciolto e la torbidità dell'acqua, e le caratteristiche granulometriche del sedimento superficiale (Beck *et al.*, 2001). Negli ultimi decenni si sono affermate una serie di metodologie legate alla modellazione delle condizioni ambientali e delle loro ripercussioni sulle componenti biotiche. Tra queste metodologie quella denominata indice di vocazionalità dell'habitat" (Habitat Suitability Index, H.S.I.) ha avuto una ampia applicazione ed elaborazione, tanto da diventare uno strumento standardizzato di valutazione delle risorse naturali (USFWS, 1981).

Nell'ambito della realizzazione della Carta Ittica delle Lagunare è stata presentata l'applicazione alle acque di transizione della Provincia di Rovigo di un modello di vocazionalità sviluppato per descrivere la distribuzione degli avannotti di orata.

L'indice di vocazionalità ambientale, o Habitat Suitability Index (HSI), rappresenta una descrizione quantitativa delle preferenze degli organismi nei confronti di particolari condizioni ambientali. Questo indice si basa sull'integrazione di singole curve di vocazionalità (Suitability Index Curves, S.I.) che descrivono la relazione funzionale tra la variazione di un fattore ambientale lungo un gradiente e la risposta degli organismi oggetto di studio, attraverso un indice di preferenza per l'habitat, espresso tra 0 e 1. Nel caso del novellame di orata le variabili ambientali considerate ai fini del modello sono: temperatura dell'acqua; salinità dell'acqua; concentrazione di ossigeno nell'acqua; percentuale di sabbia nel sedimento superficiale. Vengono riportate le mappe che rappresentano la distribuzione dell'habitat preferenziale per gli avannotti di orata nelle lagune del Delta.

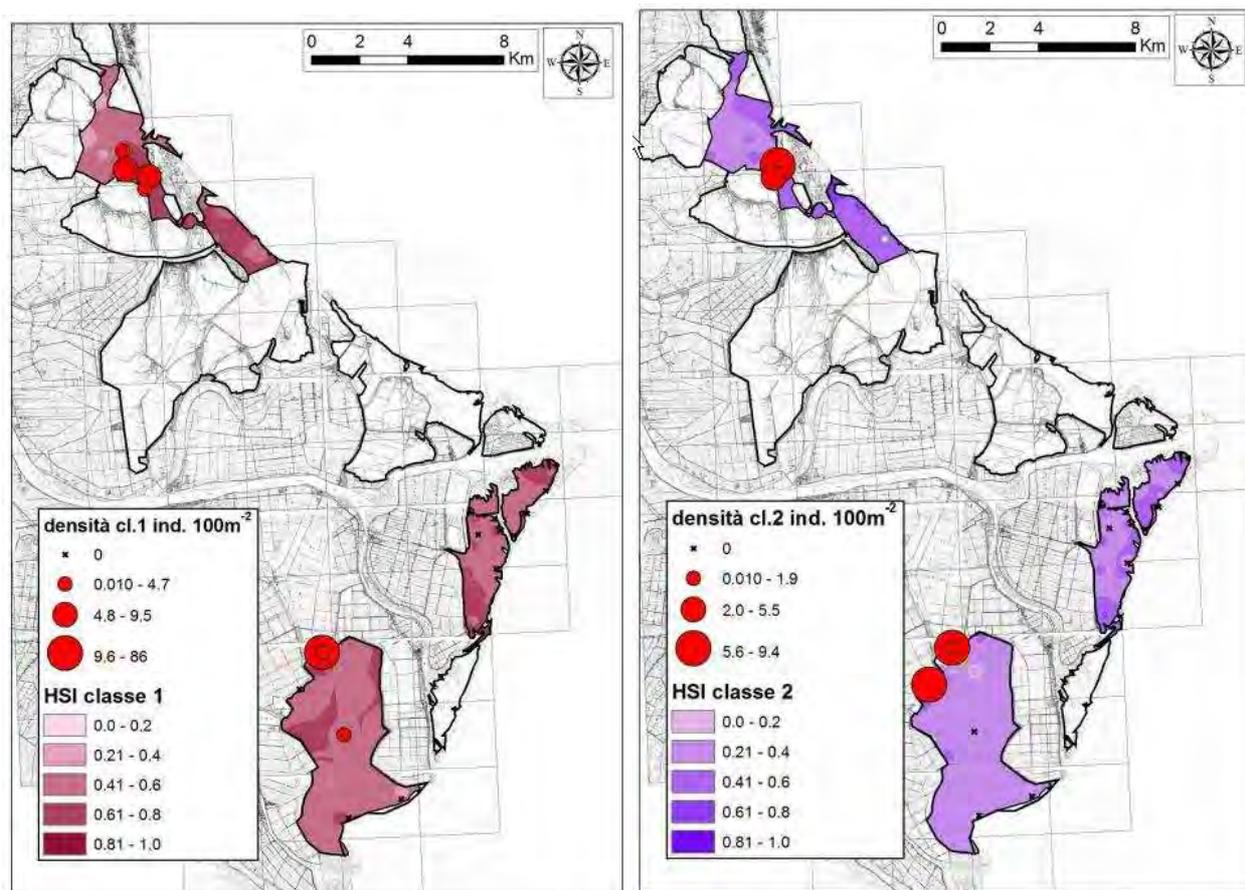


Figura 54 – Indici di idoneità ambientale (HSI – Habitat Suitability Index) per orate classe 1 e 2. I cerchi indicano le densità rilevate mediante campionamenti (da Carta Ittica Lagunare della Provincia di Rovigo, Mistri *et al.*, 2008)

6.6.5.2 Benthos

Gli organismi invertebrati che vivono nei fondi mobili sono una componente essenziale dell'ecosistema lagunare, soprattutto per la loro funzione di recupero della sostanza organica e reintroduzione nella catena trofica. Molti di questi organismi sono sessili o poco mobili e per queste loro caratteristiche costituiscono dei preziosi indicatori sullo stato di stress delle acque e dei sedimenti. L'analisi delle comunità bentoniche è ormai un consolidato ed efficace strumento per monitorare lo stato trofico di un corpo lagunare, tanto che viene indicato come uno dei primari parametri per la valutazione della qualità delle lagune. I dati disponibili in letteratura sono di Ceccherelli *et al.* (1985), Munari & Mistri (2008) e quelli prodotti nell'ambito della realizzazione della Carta ittica della Provincia di Rovigo (Bettini *et al.*, 2006, Mistri *et al.*, 2007, Mistri *et al.*, 2008).

6.6.5.3 Ittiofauna

I dati della fauna ittica sono riportati da Rossi *et al.* (1984), che ha sottolineato per la sacca la funzione di area di nursery per gli avannotti delle specie eurialine. Dati più recenti sono quelli

della Carta ittica della Provincia di Rovigo (Bettini *et al.*, 2006, Mistri *et al.*, 2007, Mistri *et al.*, 2008).

6.6.6 Elementi antropici

6.6.6.1 Strutture rigide

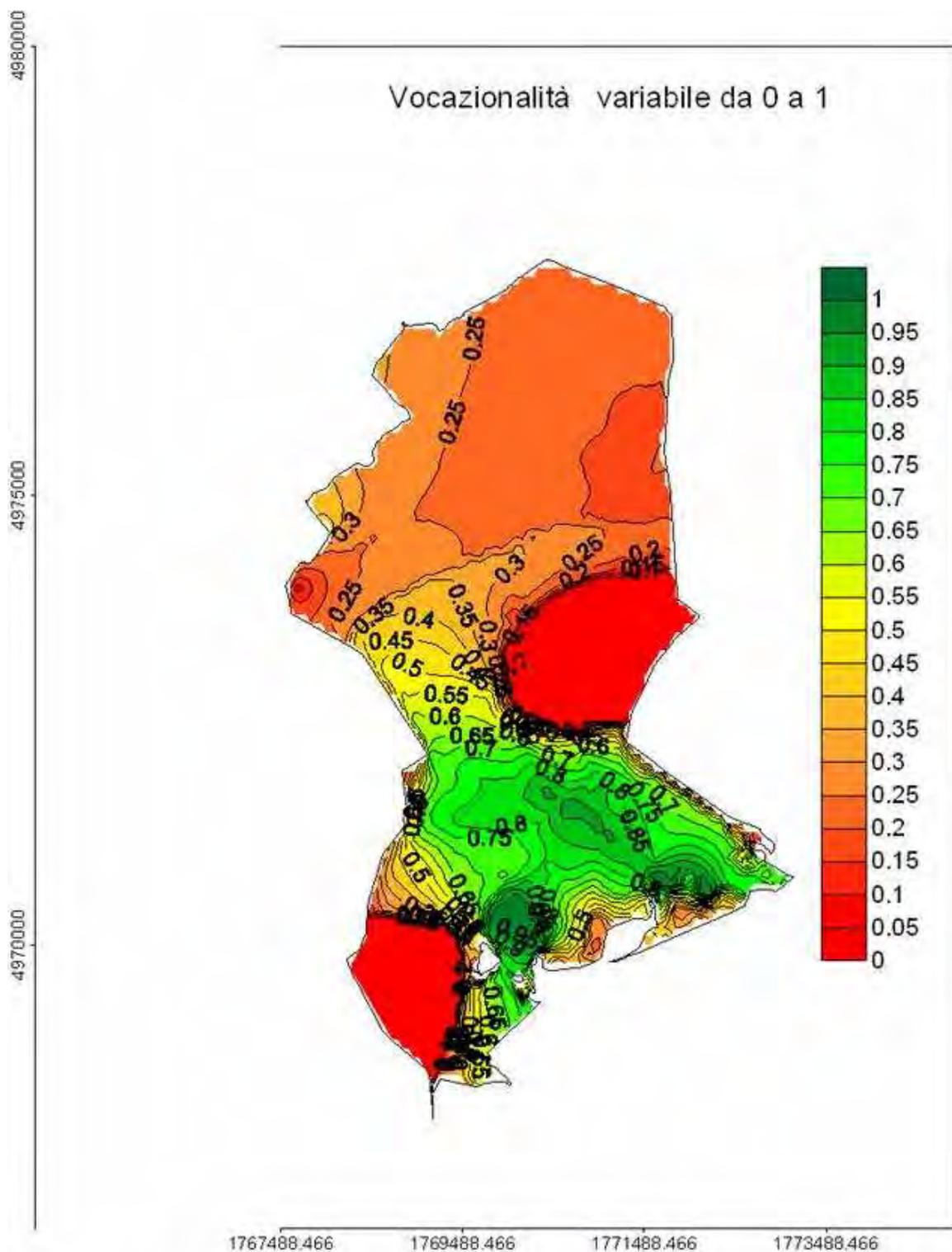
Comprende la presenza consolidata sul fondale di opere di difesa rigide (barriere frangiflutti, tubi Longard, pennelli, moli, ecc.). Le opere rigide, a seconda della loro disposizione sul fondale, condizionano la circolazione dell'acqua e dei sedimenti causando modificazioni nel fondale e nella tessitura granulometrica dei sedimenti. Di conseguenza, possono contribuire a creare microambienti in cui le caratteristiche delle comunità residenti possono risultare alterate rispetto ai sedimenti circostanti (Martin *et al.*, 2005). Per questo motivo il posizionamento delle strutture rigide dislocate nel corso degli anni nella Sacca di Scardovari viene mappato e analizzato in base alla componente idrodinamica locale.

6.6.6.2 Attività molluschicoltura

Comprende la dislocazione delle concessioni per la venericoltura e la mitilicoltura. Al momento non sono disponibili dati cartografabili su vasta scala, ma solamente indicazioni di attività puntiformi.

Sono facilmente localizzabili da ortofoto aerea le reste di accrescimento utilizzate per la molluschicoltura di *Mytilus galloprovincialis*. Non sono disponibili dati di studi condotti in zona sulle interazioni di tale attività con le altre componenti ecosistemiche. In linea di principio è possibile fornire alcune ipotesi di studio eventualmente da verificare con successivi monitoraggi ad hoc. In particolare, è possibile ricavare spunti interessanti dal progetto europeo ECASA (Brigolin *et al.*, 2008; <http://www.ecasatoolbox.org.uk>) dedicato alla valutazione degli impatti di tali strutture e a fornire misure di sostenibilità ambientale.

Per questa relazione Graziano Caramori e Giulio De Leo hanno prodotto, con le stesse modalità riportate per la Sacca di Goro (Vincenzi *et al.*, 2006), la mappa in Figura 55, che rappresenta, in termini di produzione potenziale, la vocazionalità produttiva per la vongola verace delle diverse aree della Sacca di Scardovari. Aldilà di altre considerazioni, i limiti della rappresentazione riguardano l'attuale disponibilità dei data sets, in particolare per la mancanza di modelli idrodinamici che tengano conto di fenomeni locali, per le misure di granulometria risalenti al 2003 e con pochi punti nella zona nord. Per l'ossigeno e la salinità si è fatto riferimento a dati raccolti dalle due boe posizionate in Sacca nel 2008.



Scardovari risultati giugno 2009

Graziano Caramori
Giulio De Leo
Simone Vincenzi



Figura 54 – Vocazionalità produttiva per la vongola verace: il grado di vocazione varia tra zero (vocazionalità nulla) e 1 (vocazionalità massima)

6.6.6.3 Presenza inquinanti

Comprende la presenza di punti di scarico di reflui industriali, sversamenti diffusi o puntiformi di acque di scolo dei terreni agricoli, presenza di aree portuali e relativa possibilità di inquinamento da idrocarburi, presenza di discariche.

Esiste una forte correlazione tra concentrazione crescente di metalli e la taglia decrescente dei granuli di sedimento. La presenza di fango e argille, perciò, può essere utilizzata come indicatore di possibile accumulo di sostanze tossiche in caso di contaminazione (Horowitz, 1991).

Non sono stati individuati dati quantitativi su questo aspetto sulla Sacca di Scardovari, né da letteratura, né da altre fonti.

6.6.6.4 Attività dragaggio

Comprende le attività di manutenzione e di escavo dei canali e i siti di deposizione di materiale di dragaggio. Le principali conseguenze delle attività di dragaggio comprendono i) disturbo sul fondale soggetto a prelievo, ii) disturbo nella colonna d'acqua conseguente all'aumento della risospensione dei sedimenti più fini e aumento della torbidità, iii) disturbo delle aree di versamento dei sedimenti dragati con interrimento dei popolamenti presenti.

Non sono stati individuati dati quantitativi su questo aspetto sulla Sacca di Scardovari, né da letteratura, né da altre fonti.

6.6.6.5 Altri disturbi antropici

Comprende attività secondarie non riconducibili alle categorie superiori (traffico di natanti, presenze turistiche, attività di pesca, presenza di reti, ecc.). In Figura 57 vengono esemplificati alcuni dei possibili effetti dovuti alla presenza di traffico di natanti su un ecosistema acquatico.

Non sono stati individuati dati quantitativi su questo aspetto sulla Sacca di Scardovari, né da letteratura, né da altre fonti.

Potential mechanisms by which boats impact aquatic ecosystems and the effects that they can have on the aquatic environment. Shaded areas indicate where a “Mechanism” has an “Effect.”

<i>Effect:</i>	Mechanism:	Emissions and exhaust	Propeller or hull contact	Turbulence	Waves and wake	Noise	Movement
<i>Water Clarity (turbidity, nutrients, algae)</i>							
<i>Water Quality (metals, hydrocarbons, other pollutants)</i>							
<i>Shoreline Erosion</i>							
<i>Macrophytes (plant communities)</i>							
<i>Fish</i>							
<i>Wildlife (Birds, mammals, frogs, turtles)</i>							
<i>Human enjoyment (air quality, peace and quiet, safety, crowding)</i>							

Figura 55 – Alcune fonti di impatto dovute alla presenza del traffico da natanti che possono avere un effetto sulle componenti acquatiche: le aree grigie indicano dove una fonte di impatto (mechanism) può avere un effetto (effect) sulla componente acquatica (da Asplund, 2000)

Tutte le elaborazioni sono state effettuate con sistemi GIS. Tutte le digitalizzazioni ottenute sono inserite nell’archivio GIS del Consorzio di Bonifica Delta Po Adige, denominato “Archivio Geografico delle Lagune del Delta del Po”.

6.7 Modello valutativo della qualità delle acque

La messa a punto del modello valutativo della qualità dell’ambiente lagunare parte dall’analisi dei parametri principali che costituiscono un ruolo chiave e determinante nella caratterizzazione su larga scala delle caratteristiche del corpo idrico di transizione. Lo stato di tali parametri determina direttamente le caratteristiche dei corpi d’acqua secondari, per cui un bacino risulta suddivisibile in **aree funzionali** a seconda dell’intensità della presenza di tali parametri. Si è scelto un numero limitato di parametri per una prima suddivisione delle acque transizionali in base alle caratteristiche ambientali. I parametri selezionati per operare una prima suddivisione dell’area di studio pilota in aree funzionali sono i seguenti:

- Idrodinamismo
- Profondità
- Granulometria

Sono al momento esclusi i parametri che risentono di variabilità temporale più marcata (salinità, temperatura, ossigeno disciolto e torbidità) e che verranno introdotti in un secondo momento nel modello di valutazione.

6.7.1 Individuazione delle macroaree in base ai parametri forzanti principali

6.7.1.1 Classificazione del grado di intensità dei parametri principali

Ogni parametro può essere misurato, a seconda della sua natura, attraverso diverse metodiche e l'entità di ogni parametro viene espressa secondo una unità di misura stabilita. Per ovviare alle disomogeneità di misurazione, si è suddiviso il range di misurabilità di ogni parametro in una scala ordinale di tre classi di valori: "BASSO", "MEDIO", "ALTO" (Figura).

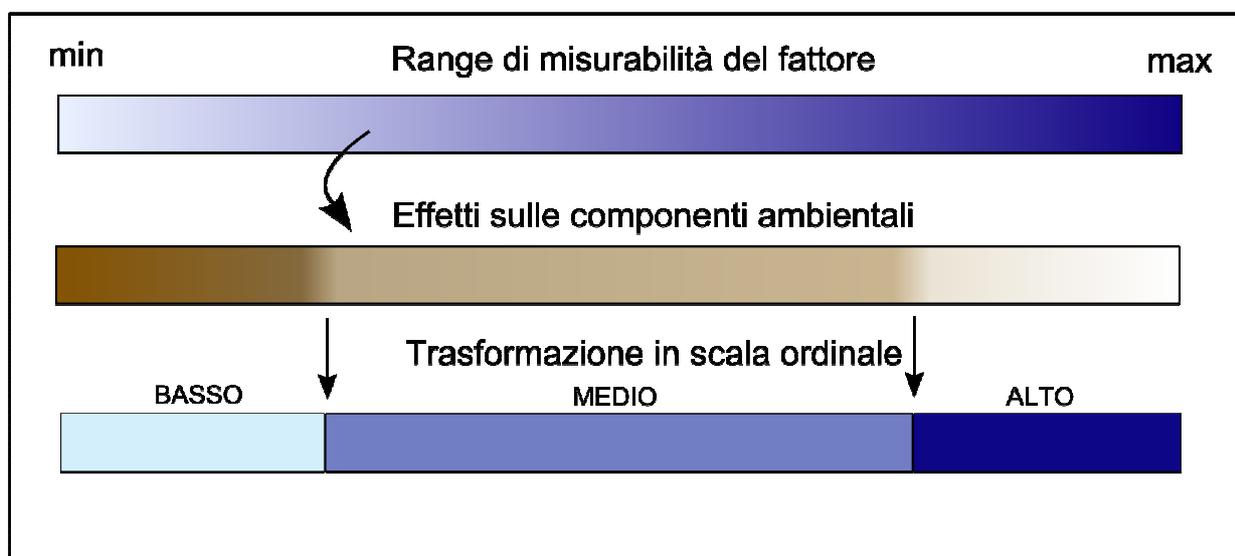


Figura 56 – Esempio di trasformazione del range di misurabilità del parametro da scala continua a scala ordinale di 3 classi in base agli effetti principali sulle componenti ambientali

La determinazione dei valori soglia che definiscono le classi ordinali è un processo basilare per la struttura del modello. Spesso i parametri ambientali di maggiore rilevanza ecologica modificano le caratteristiche dell'ambiente con processi non-lineari (Turner, 1989). Per questo motivo la scelta delle soglie non viene eseguita aprioristicamente sul range di variabilità del parametro, ma viene stimata in base agli effetti principali del parametro sulle componenti abiotiche o biotiche dell'habitat. Per esempio, considerando uno degli aspetti che concorre a definire l'idrodinamismo, ovvero la velocità del flusso delle correnti di marea, è possibile definire un valore soglia di $0.1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ al di sotto del quale i processi di erosione nel sedimento avvengono con probabilità molto bassa o nulla, qualsiasi sia la tessitura granulometrica del sedimento: tale valore definirà la soglia

superiore della classe di valori "BASSO" per la componente idrodinamica considerata. Allo stesso modo è possibile definire una soglia superiore di velocità di flusso ($1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) come quella a cui i fenomeni di erosione del sedimento si verificano con altissima probabilità, qualunque sia la tessitura del sedimento lagunare: tale soglia definirà il limite inferiore della classe di valori "ALTO". Per esclusione, le classi di valore comprese tra le due soglie costituiranno la classe di valori "MEDIO".

In base alla letteratura disponibile sono state definite per ogni parametro una serie di classi di valori entro cui il parametro ha effetti ben individuabili su alcune componenti fondamentali presenti nell'ambiente.

Idrodinamismo: il movimento delle masse d'acqua gioca un ruolo chiave nella vivificazione generale della laguna, ma a scala locale le velocità di flusso di acque che si muovono all'interno di canali di marea, sia naturali che artificiali, possono oltrepassare il livello di soglia che determina l'erosione degli strati superficiali del sedimento. Questo livello di soglia è stimato variabile per valori di 0.1 e $0.7 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$ a seconda della tipologia di sedimento (Paterson & Black, 1999), che corrisponde a un range di velocità del flusso compreso tra $0.30 - 0.50 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ per le sabbie medie (Soulsby, 1998). Il valore soglia deciso in questo studio è una approssimazione ponderata tra tali dati e il valore di flusso che rappresenta la soglia sotto cui il movimento delle masse d'acqua diventa limitante per i processi ecologici (e.g. stratificazione, diffusione dell'ossigeno) (Tabella 40).

Parametro	Unità di misura	Intensità del parametro misurato		
		BASSO	MEDIO	ALTO
Idrodinamica	$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	< 0.1	0.1 – 1.0	> 1.0

Tabella 40 – Le tre classi di intensità del parametro idrodinamico principale (velocità dell'acqua in metri al secondo) definite in base agli effetti principali sull'ecologia e sul sedimento e stimate in base alla letteratura

Profondità: i valori sono stati scelti in base all'escursione di marea presente nell'area di studio riferita al mareografo di Diga Sud Chioggia, gestito da Apat.

Parametro	Unità di misura	Intensità del parametro misurato		
		BASSO	MEDIO	ALTO
Profondità	m	< 0.5	0.5 – 1.5	> 1.5

Tabella 41 - Le tre classi di intensità del parametro profondità definite in base agli effetti principali sull'ecologia e stimate in base alla letteratura

Gli habitat semi-sommersi sono importanti ecotoni per le specie di invertebrati bentonici e costituiscono siti trofici per gli uccelli limicoli e l'avifauna in generale (Erwin, 1996). Nonostante sia chiara l'importanza del parametro profondità in tali ambienti, è altrettanto difficile stabilire

precisi limiti spaziali agli effetti indotti sui parametri abiotici (grado di stratificazione, diffusione dell'ossigeno, penetrazione della luce), biotici (sviluppo di microfilm algali e batterici) ed ecologici (Padis & Reynolds, 2005). I valori soglia sono stati scelti ponderando la profondità di sedimenti che, al variare della marea presente nell'areale del Delta del Po, possono essere esposti all'aria oppure rimanere comunque sommersi da un sottile strato d'acqua (< 0.5 m) anche in condizioni di marea sizigiale.

Granulometria dei sedimenti: i valori selezionati per separare le tre classi sono stati scelti in corrispondenza dei valori limite presenti nel diagramma di Shepard (Figura). Le soglie separano i sedimenti a prevalenza sabbiosa (< 25 % di fango e argille), dai sedimenti misti (composte tra il 25 % e il 75% di fango e argille) e dai sedimenti a prevalenza fangosa (> 75% di fango e argilla). Tali valori dal punto di vista ecologico sono indicativi delle condizioni generali del sedimento (grado di coesione, ossigenazione, contenuto organico, ecc.) e delle comunità bentoniche associate.

Parametro	Unità di misura	Intensità del parametro misurato		
		BASSO	MEDIO	ALTO
Granulometria sedimenti	% silt-clay	< 25%	25% - 75%	> 75%

Tabella 42 - Le tre classi di intensità del contenuto percentuale di fango-argilla definite in base al diagramma di Shepard e alle condizioni ecologiche generali attese in base alla composizione granulometrica

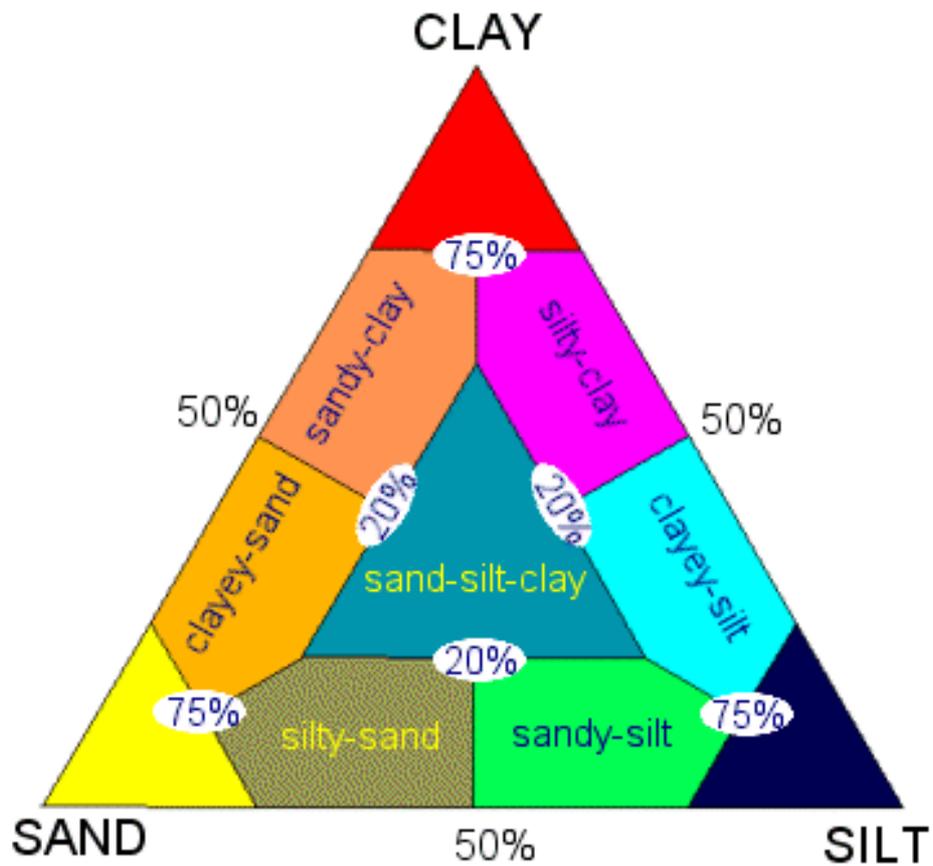


Figura 57 – Diagramma di Shepard per la classificazione dei sedimenti in base alla composizione percentuale di sabbia, fango e argilla (Shepard, 1954)

6.7.1.2 Delimitazione delle aree funzionali in base ai parametri principali

La scala ordinale di 3 classi ottenuta per ogni parametro è stata sovrapposta alla mappa della Sacca di Scardovari individuando 3 tipologie di aree funzionali per ogni parametro (Figura a, b, c).

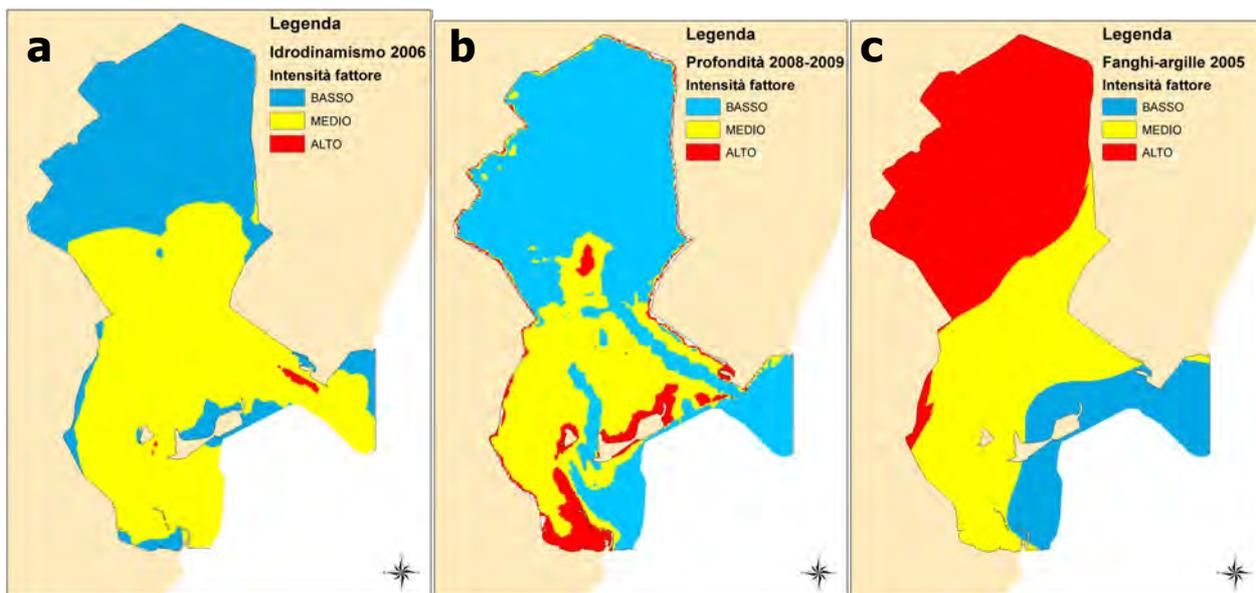


Figura 58 – Suddivisione della Sacca di Scardovari in aree funzionali in base alle classi di intensità dei parametri (a) idrodinamismo, (b) profondità, (c) contenuto di fanghi e argille; le classi di intensità sono definite rispettivamente in alla Tabella 40, Tabella 41 e Tabella 42

6.7.2 Criteri di valutazione dei parametri forzanti principali

Ad ogni livello di intensità dei parametri principali viene attribuito un valore, espresso su scala adimensionale, che esprime il **contributo potenziale del parametro alla qualità dell'ambiente lagunare**. Tale valore viene determinato in base a funzioni che descrivono il livello di qualità ambientale in rapporto ai livelli di intensità dei singoli parametri (Figura 55).

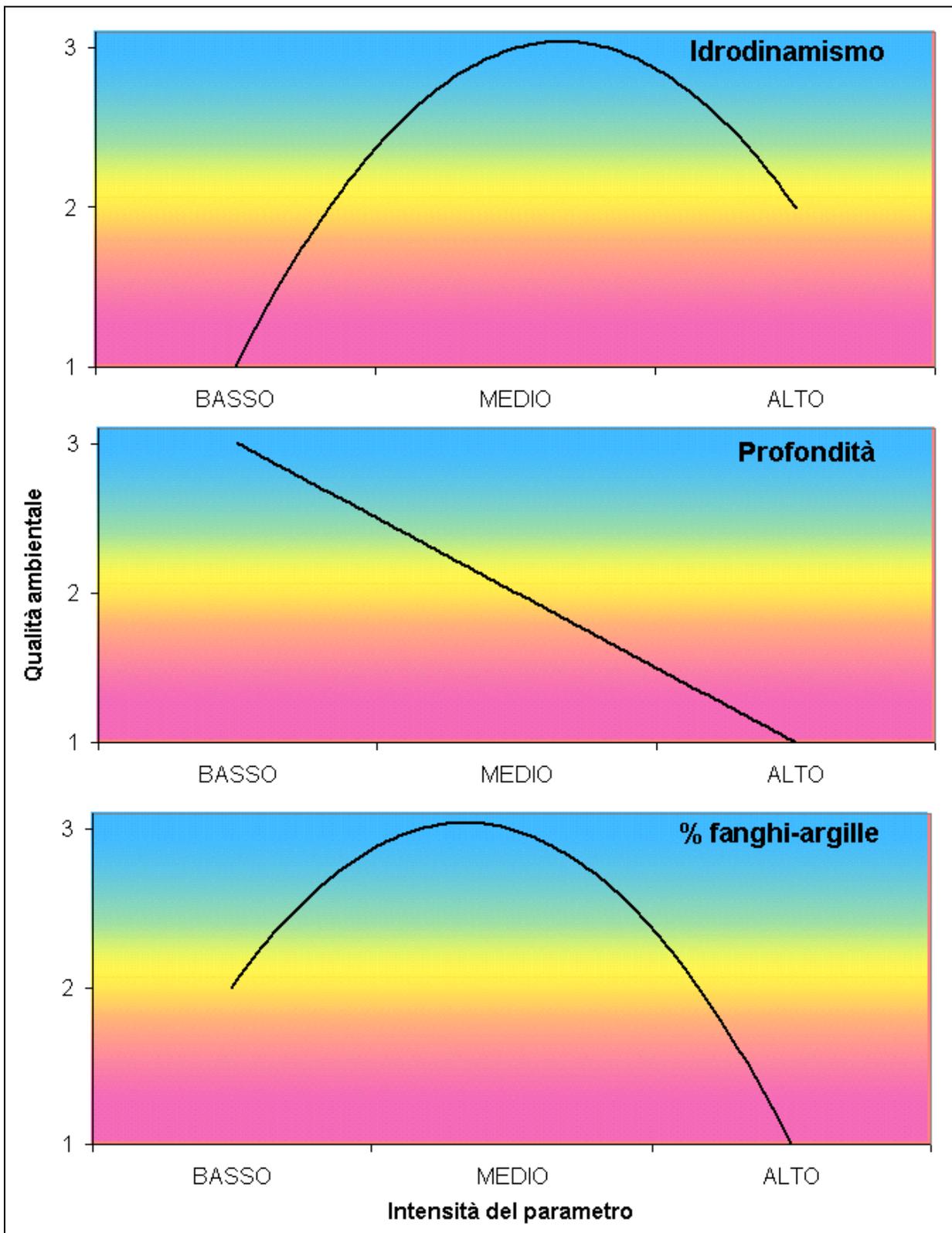


Figura 55 – Funzioni di qualità ambientale utilizzate per i livelli di intensità dei parametri principali (cfr. Tabella 40, Tabella 41 e Tabella 42)

Solo per la profondità la qualità è stata assunta inversamente proporzionale alle classi di intensità. Per gli altri parametri le funzioni non sono lineari. Per l'idrodinamismo viene assunto che un livello BASSO porti un contributo basso alla qualità ambientale (pari a 1), ma al crescere della velocità

dell'acqua la qualità dell'area migliori sensibilmente (idrodinamismo MEDIO, qualità massima, pari a 3), mentre quando la velocità diventa troppo elevata e possono verificarsi problemi di erosione del fondale la qualità dell'ambiente si abbassi (idrodinamismo ALTO, qualità media, pari a 2).

Per la % di fanghi ed argille si è assunto che una prevalenza di fanghi produca un ambiente mediamente ricco; una prevalenza di sabbia un ambiente mediamente povero, mentre la situazione migliore, in termini di flora e fauna si ha con % di sabbia ed argilla intermedie.

Applicando le funzioni di qualità ai valori di intensità dei parametri si ottiene per ciascuno di essi il contributo alla qualità ambientale della laguna. Tali valori vengono riportati in mappa come mostrato in Figura 56 a, b, c.

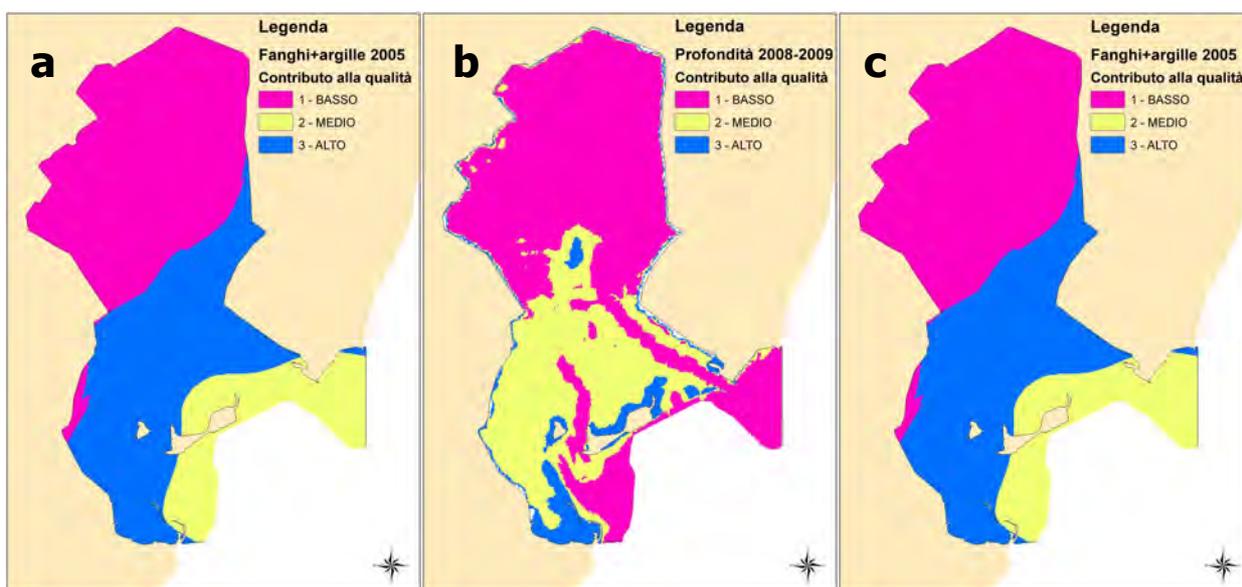


Figura 56 - Attribuzione del valore in aree funzionali in base alle classi di intensità dei parametri (a) idrodinamismo, (b) profondità, (c) contenuto di fanghi e argille; le classi di intensità sono definite rispettivamente in alla Tabella 40, Tabella 41 e Tabella 42

6.7.3 Il Valore di Qualità Potenziale dei parametri principali

Il Valore di Qualità Potenziale dell'ambito acquatico è definito come la somma dei valori attribuiti ai singoli parametri in ogni punto del territorio. In questo modo si è ottenuta una mappa dell'area di studio che riassume il valore dell'ambiente acquatico determinato dai parametri idrodinamici, batimetrici e dalla percentuale di fanghi presente sul fondale (Figura 57). Le classi di qualità sono state definite suddividendo la distribuzione dei valori ottenuti mediante le somme in intervalli di uguale ampiezza.

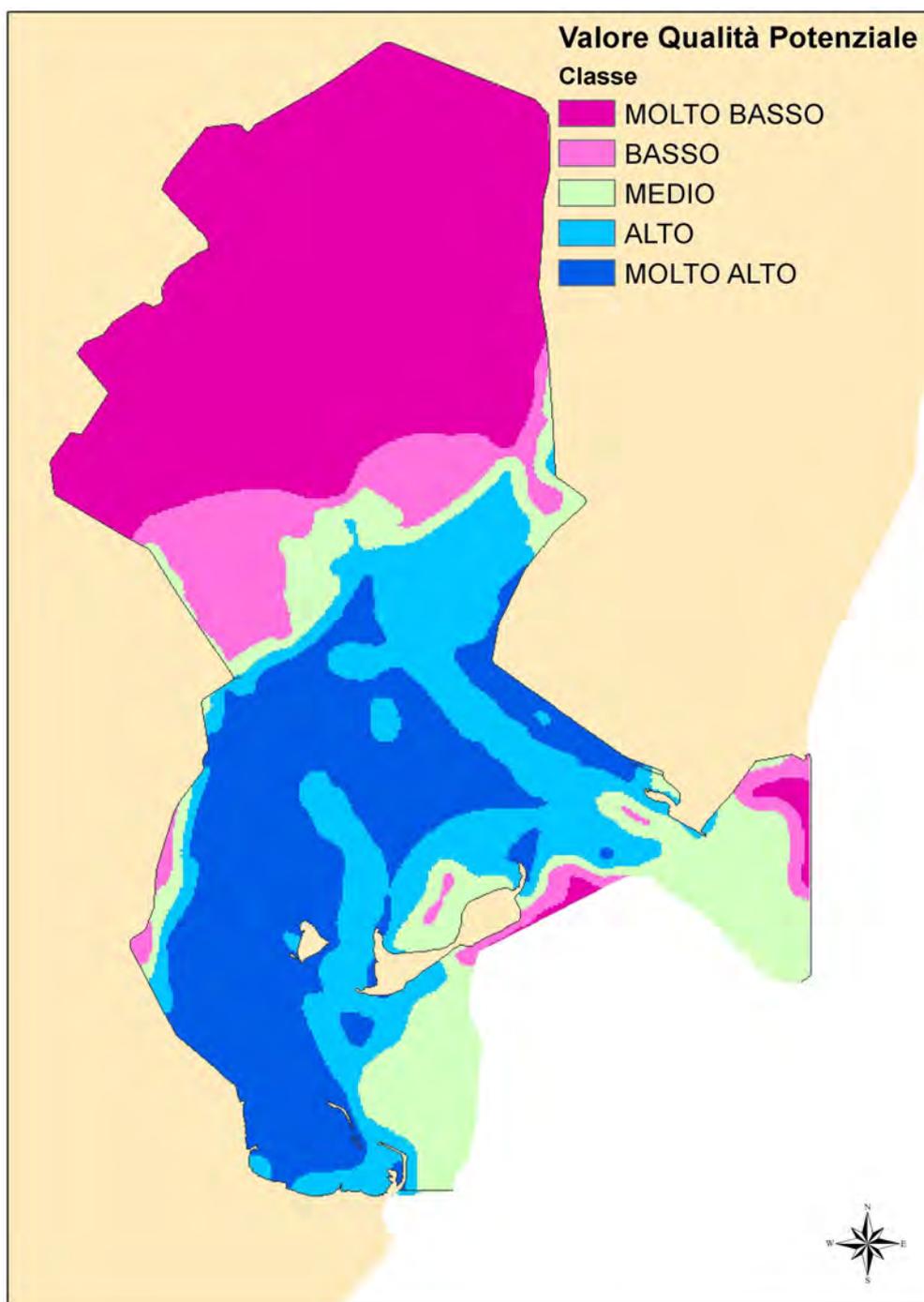


Figura 57 - Rappresentazione grafica del Valore di Qualità Potenziale dei corpi acquee all'interno della Sacca di Scardovari basata sulla valutazione dei parametri idrodinamici, batimetrici e granulometrici

6.8 Conclusioni

6.8.1 Validazione del metodo

Il VQP risulta un metodo di rapida applicazione, noti i parametri necessari per il suo calcolo. Tuttavia una sua validazione è necessaria per avere una stima dell'affidabilità del metodo. Ciò può essere realizzato confrontando l'output del modello con valori qualitativi emergenti da altre

tipologie di dati, soprattutto di natura biotica (benthos, ittiofauna), rilevati su scale temporali e spaziali confrontabili.

6.8.2 Possibili integrazioni del metodo: i parametri secondari

Il metodo fin qui descritto è risultato di semplice e rapida applicazione, soprattutto per la scelta di parametri caratterizzati da:

- relativa stabilità dei dati nel tempo (granulometria) o periodicità facilmente riproducibile e modellabile (idrodinamica)
- disponibilità di dati su vasta copertura areale (profondità)

Altri parametri, sebbene fondamentali nel determinare la qualità delle acque (e.g, salinità, ossigeno, temperatura), mostrano variazioni giornaliere descrivibili attraverso modelli più complessi. In Tabella 43 sono elencati i parametri di cui sono stati parzialmente descritti gli andamenti, soprattutto per la Sacca di Scardovari, la laguna più studiata. Una implementazione del metodo di valutazione che tenga conto anche della variabilità su scale temporali più brevi dovrebbe sicuramente tenere in considerazione alcuni di questi parametri.

Parametri forzanti principali
Idrodinamica (*)
Profondità (*)
Granulometria (contenuto fanghi+argille) (*)
Salinità
Temperatura
Ossigeno disciolto
Torbidità
Parametri biotici secondari
Presenza fitoplancton
Presenza fanerogame
Presenza macroalghe
Vegetazione ripariale
Indicatori biotici
Comunità ittiofauna e specie protette
Comunità benthos e specie protette
Aree nursery
Elementi di disturbo
Strutture rigide
Attività venericoltura
Presenza inquinanti
Attività dragaggio
Altre attività antropiche

Tabella 43 – Elenco dei parametri su cui è possibile ampliare e rifinire il modello di valutazione di qualità delle acque lagunari. (*) = parametri utilizzati in questo studio

7 Integrazione dei metodi

7.1 Valore Naturalità Potenziale e Valore di Qualità Potenziale

Per ottenere una visione globale sullo stato degli ecosistemi acquatici e terrestri all'interno dell'Isola della Donzella sono state unificate le mappe del Valore di Naturalità Potenziale (VNP) per gli habitat emersi, e del Valore di Qualità Potenziale (VQP) per gli habitat acquatici. Le classi di qualità per il VNP e il VQP sono state indicate secondo due scale di gradazione di colore differenti per indicare tipologie di ambiente emerso o sommerso (Figura 58). Bisogna tenere in considerazione il fatto che i due metodi non sono direttamente confrontabili tra di loro, per cui la rappresentazione grafica di Figura 58 è mirata unicamente a dare una visione d'insieme delle valenze ecologiche presenti sul territorio e negli specchi acquei dell'area di studio.

La maggior parte dei contributi scientifici degli ultimi 30 anni è concorde nel definire la Sacca di Scardovari un sistema costituito da tre sottosistemi il cui stato ecologico è influenzato principalmente dall'idrodinamismo. Il bacino settentrionale nella sua parte più orientale è caratterizzato da sedimenti limosi e da un ridotto idrodinamismo, in quanto la circolazione dell'acqua è essenzialmente caratterizzata da un'azione di spostamento in avanti ed indietro della medesima massa. Nella parte mediana sono sporadicamente presenti sedimenti a tessitura sabbiosa, e comunità bentoniche che sembrano risentire di un minore disturbo da carichi organici ed un ricambio più marcato delle masse d'acqua. Il bacino sud ha invece una caratterizzazione più marina. I fondali contengono una mescolanza d'argilla e sabbia in percentuali variabili a seconda delle zone. Il ricambio idrico è intenso e l'ambiente risente costantemente dell'azione di flusso e riflusso della marea. Vi è inoltre un'azione di modificazione naturale periodica dell'imboccatura della laguna in relazione all'azione meccanica dovuta allo spostamento dei banchi di sabbia prodotto dal moto ondoso. In termini di qualità ambientale non vi è comunque dubbio che la parte della Sacca di Scardovari con maggiori qualità ecosistemiche sia quella meridionale, grazie alla maggiore dinamica presente.

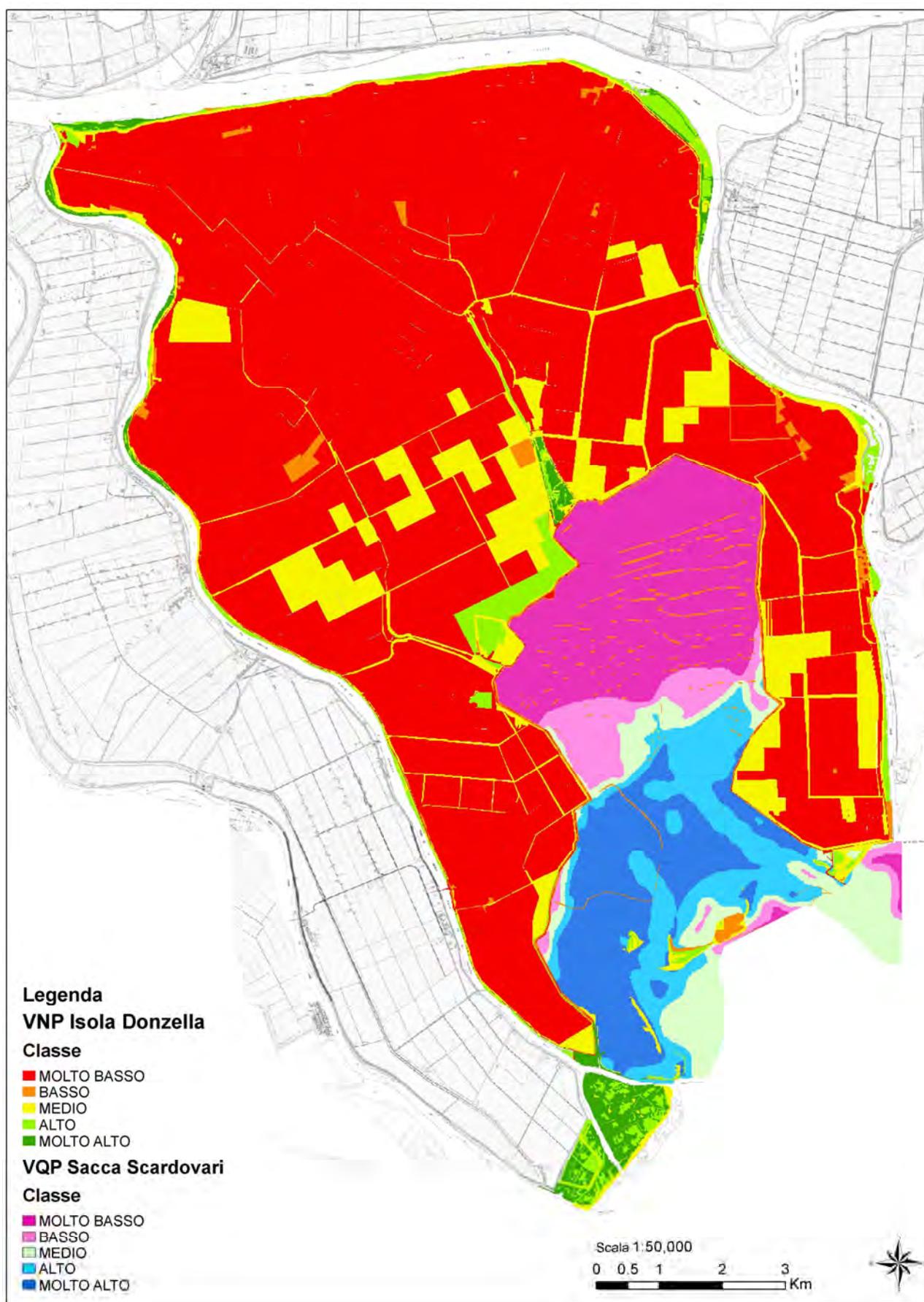


Figura 58 – Classi di qualità del VNP per gli habitat terrestri e del VQP per gli habitat lagunari dell'Isola della Donzella

Terza fase

8 Completamento progetto sull'area di studio

Scopo principale del lavoro condotto sull'area di studio pilota è la realizzazione e messa a punto dei metodi di valutazione territoriale da esportare nel resto dell'intera area di studio Delta del Po.

Nel corso di questa fase sono stati realizzati i seguenti prodotti:

1. completamento rilevamento degli habitat da ortofoto e loro interpretazione, soprattutto negli ambiti vallivi;
2. acquisizione di dati pregressi sulla copertura del suolo e sulle tipologie di habitat dalla Carta degli Habitat Natura 2000 della Regione Veneto (<http://www.regione.veneto.it/Ambiente+e+Territorio/Territorio/Reti+Ecologiche+e+Biodiversit%C3%A0/Cartografia/Habitat.htm>);
3. analisi della letteratura scientifica disponibile sui sistemi lagunari della Sacca del Canarin, Laguna del Basson, Laguna di Barbamarco, Laguna Vallona-Cavallari-Marinetta, Laguna di Caleri;
4. consolidamento dei dati con uscite in campo da parte di esperti vegetazionisti e faunisti;
5. catalogazione dei nuovi habitat individuati mediante il sistema EUNIS;
6. realizzazione di una mappa scala 1:5.000 degli habitat EUNIS del Delta del Po Veneto;
7. applicazione all'area di studio del modello di valutazione del grado di naturalità degli habitat (VNP);
8. realizzazione di un modello preliminare di valutazione delle valenze ecologiche delle macroaree delle lagune sopra citate.
9. analisi della letteratura scientifica disponibile sui sistemi lagunari della Sacca del Canarin, Laguna del Basson, Laguna di Barbamarco, Laguna Vallona-Cavallari-Marinetta, Laguna di Caleri;
10. analisi dei parametri principali individuati per la Sacca di Scardovari (idrodinamica, profondità, granulometria)
11. applicazione del metodo di Valutazione della Qualità Potenziale (VQP) alle lagune del Delta del Po

9 Gli Habitat del Delta del Po

9.1 Tipologie di habitat del Delta del Po

Le metodiche di individuazione e classificazione degli habitat descritte nel Capitolo 3 sono state applicate all'intera area di studio del Delta del Po (Figura 1). Sono stati sottoposti a revisione e riclassificazione gli habitat identificati per l'Isola delle Donzella nell'arco della Seconda fase dei lavori. I codici utilizzati per la classificazione secondo il sistema CORINE LC, Natura 2000 ed EUNIS sono riportati rispettivamente in Tabella 44, Tabella 45, e Tabella 46.

Cod CLC liv.4	Descrizione
1.1.1	Zone residenziali a tessuto continuo
1.1.2	Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado
1.2.1	Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati
1.2.2	Reti stradali, ferroviarie, opere d'arte e infrastrutture tecniche
1.2.2.5	Dighe, chiuse, centrali
1.2.3	Aree portuali
1.3.3	Cantieri
1.4.1	Aree verdi urbane
1.4.2	Aree ricreative e sportive
2.1.1	Seminativi in aree non irrigue
2.1.3	Risaie
2.2.2	Frutteti
2.2.4.1	Pioppeti
2.3.1	Prati e prati-pascoli avvicendati
3.1.1	Boschi di latifoglie
3.1.1.1	Boschi di leccio
3.1.1.6	Boschi di specie igrofile
3.1.2	Boschi di conifere
3.1.2.1	Boschi di pini mediterranei e cipresso
3.1.3	Boschi misti di conifere e latifoglie
3.2.1	Prati-pascoli naturali e praterie
3.2.2	Brughiere e cespuglieti
3.2.4	Vegetazione transizionale, arbusti dei margini boschivi
3.3.1	Spiaggia, sabbie, dune
3.3.1.1	Sabbia nuda
3.3.1.2	Vegetazione psammofila erbacea aperta e molto aperta
3.3.1.3	Vegetazione psammofila erbacea chiusa
4.1.1	Paludi interne
4.1.1.1	Paludi interne a canneto
4.2.1	Paludi salmastre
4.2.1.2	Canneti salmastri a fragmite
4.2.3	Zone intertidiali
5.1.1.3	Canali artificiali
5.1.2	Bacini d'acqua
5.1.2.2	Laghi artificiali
5.2.1	Lagune
5.2.2	Estuari
5.2.3	Mari

Tabella 44 – Lista dei codici CORINE LC (liv. 4) utilizzati per l'identificazione delle varie tipologie di habitat riscontrate nel Delta del Po Veneto

Cod. Natura 2000	Descrizione
1110	Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina
1130	Estuari
1140	Distese fangose o sabbiose emergenti durante la bassa marea
1150(*)	Lagune costiere
1210	Vegetazione annua delle linee di deposito marine
1310	Vegetazione annua pioniera a <i>Salicornia</i> e altre specie delle zone fangose e sabbiose
1320	Prati di <i>Spartina</i> (<i>Spartinion maritimae</i>)
1410	Pascoli inondati mediterranei (<i>Juncetalia maritimi</i>)
1420	Praterie e fruticeti alofili mediterranei e termo-atlantici (<i>Sarcocornietea fruticosi</i>)
1510(*)	Steppe salate mediterranee (<i>Limonietalia</i>)
2110	Dune embrionali mobili
2120	Dune mobili del cordone litorale con presenza di <i>Ammophila arenaria</i> (dune bianche)
2130(*)	Dune costiere fisse a vegetazione erbacea (dune grigie)
2160	Dune con presenza di <i>Hippophae rhamnoides</i>
2230	Dune con prati dei <i>Malcolmietalia</i>
2250(*)	Dune costiere con <i>Juniperus</i> spp.
2270(*)	Dune con foreste di <i>Pinus pinea</i> e/o <i>Pinus pinaster</i>
3150	Laghi eutrofici naturali con vegetazione del Magnopotamion o Hydrocharition
7210*	Paludi calcaree con <i>Cladium mariscus</i> e specie del <i>Caricion davallianae</i>
91E0(*)	Foreste alluvionali di <i>Alnus glutinosa</i> e <i>Fraxinus excelsior</i> (<i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>)
92A0	Foreste a galleria di <i>Salix alba</i> e <i>Populus alba</i>
9340	Foreste di <i>Quercus ilex</i> e <i>Quercus rotundifolia</i>

Tabella 45 – Lista dei codici Natura 2000 utilizzati per l'identificazione delle varie tipologie di habitat riscontrate nel Delta del Po Veneto. * = habitat prioritario

habitat EUNIS	Descrizione
A2.2	Sedimenti sabbiosi litoranei e sedimenti fangoso-sabbiosi
A2.3	Fanghi litoranei
A2.324	Stagni salmastri costieri
A2.4	Sedimenti misti litoranei
A2.52	Fasce superiori di stagni salmastri
A2.522	Stagni salmastri mediterranei a <i>Juncus maritimus</i> e <i>Juncus acutus</i>
A2.526	Cespuglieti salmastri mediterranei
A2.532	Praterie alo-psammofile mediterranee
A2.53C	Letti marini salati di <i>Phragmites australis</i>
A2.55	Stagni salmastri a vegetazione pioniera
A2.5513	Stagni salmastri a vegetazione pioniera di <i>Salicornia</i> spp.
A2.552	Comunità pioniere mediterranee costiere alo-nitrofile
A2.5543	Stagni salmastri a vegetazione pioniera di <i>Spartina maritima</i>
A2.558	Stagni salmastri a vegetazione pioniera di <i>Arthrocnemum perenne</i> , talvolta con <i>Halimione</i> , <i>Puccinellia</i> e <i>Suaeda</i>
A5.2	Sedimenti sabbiosi sublitoranei
A5.23	Sedimenti sabbiosi fini infralitoranei
A5.3	Fanghi sublitoranei
A5.31	Fanghi sublitoranei con salinità bassa o ridotta
A5.4	Sedimenti sublitoranei misti
A5.541	Vegetazione di acque salmastre dominate da <i>Phragmites australis</i>
B1.1	Sedimenti sabbiosi costieri delle linee di deposito

B1.2	Sedimenti sabbiosi costieri al di sopra delle linee di deposito
B1.21	Sedimenti sabbiosi costieri non vegetati al di sopra delle linee di deposito
B1.24	Creste costiere sabbiose con poca o assente vegetazione
B1.31	Dune mobili embrionali
B1.321	Dune bianche atlantiche
B1.4	Praterie costiere delle dune stabili (dune grigie)
B1.48	Comunità terofite delle sabbie estese delle dune
B1.49	Praterie xeriche di dune mediterranee
B1.611	Vegetazione delle dune a <i>Hippophae rhamnoides</i>
B1.63	Vegetazione delle dune a <i>Juniperus</i>
B1.7	Boschi di duna costiera
C1.3	Laghi, laghetti e stagni eutrofici permanenti
C1.32	Vegetazione liberamente galleggiante di bacini acquatici eutrofici
C1.5	Saline interne permanenti e laghi laghetti e stagni salmastri
C1.6	Laghi, laghetti e stagni temporanei
C3.2111	Letti d'acqua dolce a <i>Phragmites</i>
C3.6	Litorali non o scarsamente vegetati con leggeri o mobili sedimenti
D5.11	Letti a <i>Phragmites australis</i> normalmente senza acqua stagnante
D5.2	Letti con presenza vasta di carici normalmente senza acqua liberamente stagnante
E2.22	Praterie Sub-Atlantiche pianeggianti a fieno
E2.6	Praterie coltivate, riseminate e pesantemente fertilizzate, che includono terreni sportivi e prati
E5.1	Terreni coltivati a piante erbacee antropogeniche
E5.43	Frangie ombreggiate al limite di terreno boscoso
E6.112	Steppe di <i>Limonium</i> spp. del mar Adriatico
F3.1	Steppe e vegetazioni temperate
F9.313	Vegetazione Mediterraneo-Macaronesiaca a tamarisco
F9.35	Terreni ripariali ad arbusti invasivi
G1.112	Alti boschi mediterranei a <i>Salix</i>
G1.224	Foreste del Po a <i>Quercus</i> , <i>Fraxinus</i> e <i>Alnus</i>
G1.3	Terreni boschivi ripariali mediterranei
G1.31	Foreste ripariali mediterranee a <i>Populus</i>
G1.A	Terreni boschivi meso- e eutrofici a <i>Quercus</i> , <i>Carpinus</i> , <i>Fraxinus</i> , <i>Acer</i> , <i>Tilia</i> , <i>Ulmus</i>
G1.C	Selvicolture altamente artificiali di piante latifoglie decidue
G1.C1	Piantagioni di <i>Populus</i>
G1.D4	Frutteti
G2.1	Terreni boschivi mediterranei di sempreverdi a <i>Quercus</i>
G4.B	Terreni boschivi misti mediterranei a <i>Pinus</i> - termofili a <i>Quercus</i>
G5.1	Limiti degli alberi
G5.2	Terreni boschivi antropogenici a piccole latifoglie decidue
G5.4	Terreni boschivi antropogenici a piccole conifere
H5.6	Aree calpestabili
H5.61	Sentieri non visibili superficialmente
I1.1	Monocolture intensive
I1.2	Colture miste di prodotti orticoli
I1.3	Terre arate con monocolture sviluppate con metodi agricolo-colturali a bassa intensità
I1.4	Terre coltivate inondate o inondabili, incluse le risaie
I1.5	Terre arate spoglie, incolte o recentemente abbandonate
I2.23	Piccoli parchi e piazze cittadine
J1.2	Edifici residenziali di villaggi e di periferie urbane
J1.4	Siti industriali e commerciali, urbani e suburbani ancora in attività
J2.1	Edifici residenziali sparsi
J2.4	Costruzioni agricole

J2.53	Dighe frangiflutti
J2.7	Costruzioni rurali e siti di demolizione
J3.3	Spazi superficiali di siti dell'industria estrattiva, recentemente abbandonati
J4.2	Reti stradali
J4.5	Aree portuali con superfici rigide
J4.6	Marciapiedi e aree ricreative
J5.1	Saline altamente artificiali e acque ferme salmastre
J5.11	Saline e lagune salmastre industriali e canali
J5.31	Stagni e laghi con un substrato completamente artificiale
J5.32	Stagni intensamente gestiti per la pesca
J5.4	Acque mobili non salate altamente artificiali
X01	Estuari
X03	Lagune costiere salmastre
X31	Mosaici di substrati mobili e non mobili nella zona litorale

Tabella 46 – Lista dei codici EUNIS utilizzati per l'identificazione delle varie tipologie di habitat riscontrate nel Delta del Po Veneto

Complessivamente sull'intero Delta del Po sono state identificate **159 tipologie di habitat**, riportate sinteticamente in Tabella 47. In questa lista sono state incluse ricodificate le tipologie di habitat già individuate per l'Isola della Donzella (Tabella 6). La lista completa, comprendente i campi di valutazione per il VNP, è riportata per intero come Allegato A al presente documento.

ID HABITAT	Cod. EUNIS	Cod. CORINE LC	Cod. Natura 2000	DESCRIZIONE
1	A2.2	4.2.3	1140	Sedimenti sabbiosi marini (sabbia > 75%) emergenti durante la bassa marea
2	A2.2, A2.55	4.2.3	1140, 1310	Vegetazione pioniera a Salicornia delle zone emergenti in bassa marea
3	A2.2, B1.1	4.2.3	1140, 1210	Vegetazione annua delle distese fangose o sabbiose intertidali
4	A2.324	4.2.1	-	Stagni salmastri
5	A2.4	4.2.3	-	Sedimenti misti emergenti durante la bassa marea
6	A2.52	4.2.1	-	Fasce superiori degli stagni salmastri a Spartina, Agropyron, Phragmites, Juncus
7	A2.522	4.2.1	1410	Stagni mediterranei salmastri a Juncus (Juncetalia maritimi)
8	A2.522, A2.526	4.2.1	1410, 1420	Praterie e fruticeti mediterranei con Juncus
9	A2.522, A2.526, E6.112	4.2.3	1410, 1420, 1510(*)	Mosaico di Juncus, Sarcocornetea fruticosi e Limonietalia
10	A2.522, A2.55	4.2.1	1310, 1410	Stagni mediterranei salmastri a Juncus e specie alofile pioniere
11	A2.522, A2.558	4.2.1	1410, 1420	Palude salmastra a Juncus associata a Sarcocornia, Halimione, Puccinellia
12	A2.522, C3.2111	4.2.1	1410	Stagni mediterranei salmastri a Juncus con Phragmites
13	A2.526	4.2.1	1420	Praterie e fruticeti mediterranei (Sarcocornetea fruticosi)
14	A2.526, A2.2	4.2.2	1140, 1420	Praterie e fruticeti mediterranei su sedimenti emegenti in bassa marea
15	A2.526, A2.5513	4.2.1	1310, 1420	Praterie e fruticeti mediterranei con vegetazione pioniera a Salicornia

16	A2.526, E6.112	4.2.1	1420, 1510(*)	Praterie e fruticeti mediterranei associate a Limonium
17	A2.532	4.2.1	-	Praterie alo-psammofile mediterranee
18	A2.53C	4.2.1.2	-	Letti salmastri estuarini a Phragmites
19	A2.53C, E2.22	4.2.1.2	-	Letti salmastri estuarini a Phragmites misti a prati da sfalcio
20	A2.53C, E5.1	4.2.1.2	-	Letti salmastri estuarini a Phragmites con erbe nitrofile antropogeniche
21	A2.53C, F3.1	4.2.1.2	-	Letti salmastri estuarini a Phragmites con cespuglieti decidui
22	A2.53C, F9.35	4.2.1.2	-	Letti salmastri estuarini a Phragmites con cespuglieti invasivi di Amorpha
23	A2.55	4.2.1	1310, 1320	Vegetazione pioniera a Spartina e Salicornia
24	A2.55, A2.522, A2.526, E6.112	4.2.1	1310, 1410, 1420, 1510(*)	Mosaico di Spartina, Salicornia, Limonietalia con Sarcocornetea fruticosi
25	A2.55, A2.522, A2.5543, A2.558, E6.112	4.2.1	1310, 1320, 1410, 1420, 1510(*)	Mosaico vegetazionale della serie alofila
26	A2.55, A2.522, A2.558, E6.112	4.2.1	1310, 1410, 1420, 1510(*)	Mosaico di Spartina, Salicornia, Limonietalia, Sarcocornia, Puccinellia
27	A2.55, A2.526, E6.112	4.2.1	1320, 1310, 1420, 1510(*)	Mosaico a Spartina, Salicornia, Sarcocornia, Limonium
28	A2.55, A2.558	4.2.1	1310, 1320, 1420	Vegetazione pioniera a Spartina e Salicornia con Sarcocornia
29	A2.55, A2.558, E6.112	4.2.1	1310, 1420, 1510(*)	Vegetazione mista di specie pioniere alofile in evoluzione
30	A2.55, I1.1	2.1.2	1310	Comunita' pioniera a Salicornia in campi agricoli
31	A2.5513	4.2.1	1310	Vegetazione annua pioniera a Salicornia e specie delle zone fangose e sabbiose
32	A2.5513, A2.558, A2.522	4.2.1	1310, 1410, 1420	Mosaico di Sarcocornia, associata a Juncus e vegetazione annua a Salicornia
33	A2.552	4.2.1	-	Comunita' pioniera alo-nitrofile
34	A2.5543	4.2.1	1320	Praterie di Spartina (Spartinion maritimae)
35	A2.558	4.2.1	1420	Palude salmastra con Sarcocornia associata a Halimione, Puccinellia, Suaeda
36	A5.2	5.2.3	-	Sabbie sublitorali (mare)
37	A5.23	5.2.3	1110	Sabbie sublitorali a debole copertura permanente di acqua marina
38	A5.541	5.2.1	-	Canneti a Phragmites in acque salmastre
39	A5.541, E2.22	5.2.1	-	Canneti a Phragmites in acque salmastre misti a prati da sfalcio
40	A5.541, F3.1	5.2.1	-	Canneti a Phragmites in acque salmastre misti a cespuglieti decidui
41	B1.1	3.3.1.1	1210	Vegetazione annua delle linee di deposito marine
42	B1.1, B1.31	3.3.1.1	1210, 2110	Vegetazione delle linee di deposito marine e delle dune mobili embrionali
43	B1.1, B1.321	3.3.1.1	1210, 2120	Vegetazione ad Ammophila delle dune bianche e delle linee di deposito marine
44	B1.2	3.3.1	-	Spiagge sabbiose sopra la linea di battigia
45	B1.21	3.3.1.1	-	Sabbie non vegetate sopra la linea di battigia
46	B1.24	3.3.1.2	-	Margini delle spiagge sabbiose scarsamente vegetate
47	B1.24, F3.1	3.3.1.2	-	Margini delle spiagge sabbiose scarsamente vegetate con cespuglieti decidui

48	B1.31	3.3.1	2110	Dune mobili embrionali
49	B1.31, B1.321	3.3.1.2	2110, 2120	Dune mobili embrionali e dune bianche con presenza di <i>Ammophila arenaria</i>
50	B1.31, B1.48	3.3.1.2	2110, 2230	Dune mobili embrionali associate a dune con prati dei Malcomietalia
51	B1.321	3.3.1.2	2120	Dune bianche con presenza di <i>Ammophila arenaria</i>
52	B1.321, B1.48	3.3.1.2	2120, 2230	Vegetazione ad <i>Ammophila</i> e Malcomietalia delle dune bianche e delle dune grigie
53	B1.4	3.3.1.3	-	Vegetazione erbacea delle dune costiere
54	B1.4, B1.321	3.3.1.3	2120	Vegetazione erbacea delle dune costiere con presenza di <i>Ammophila arenaria</i>
55	B1.4, F3.1	3.3.1.3	-	Vegetazione erbacea delle dune costiere mista a cespuglieti decidui
56	B1.48	3.3.1.3	2230	Dune con prati dei Malcomietalia
57	B1.48, B1.49	3.3.1.3	2130(*), 2230	Dune grigie con prati dei Malcomietalia e Tortulo-scabiosetum
58	B1.49	3.3.1.3	2130(*)	Dune grigie con prati del Tortulo-scabiosetum
59	B1.49, B1.63	3.3.1.3	2130(*), 2250(*)	Dune grigie con prati del Tortulo-scabiosetum e cespugli di <i>Juniperus</i>
60	B1.611	3.2.2	2160	Dune con presenza di <i>Hippophae rhamnoides</i>
61	B1.63	3.1.2	2250(*)	Dune costiere con cespugli di <i>Juniperus</i>
62	B1.63, B1.7	3.2.4	2250(*), 2270(*)	Dune con <i>Juniperus</i> associate a foreste di <i>Pinus pinea</i> e <i>Pinus pinaster</i>
63	B1.7	3.1.2.1	2270(*)	Dune con foreste di <i>Pinus pinea</i> e <i>Pinus pinaster</i>
64	B1.7, G2.1	3.1.2	2270(*), 9340	Dune con foreste di <i>Pinus</i> e <i>Quercus</i>
65	C1.3	5.1.2	-	Laghi e stagni eutrofici permanenti
66	C1.32	5.1.2	3150	Laghi eutrofici naturali con vegetazione del Magnopotamion o Hydrocharition
67	C1.3, C3.2111	5.1.2	-	Laghi e stagni eutrofici permanenti con vegetazione a <i>Phragmites</i>
68	C1.3, X03	5.1.2	-	Valli da pesca d'acqua dolce o moderatamente saline
69	C1.5	5.1.2	-	Laghi e stagni salmastri permanenti
70	C3.2111	4.1.1.1	-	Letti di acqua dolce a <i>Phragmites</i>
71	C3.2111, E5.43	4.1.1.1	-	Letti di acqua dolce a <i>Phragmites</i> misti a erbe delle frange umide
72	C3.2111, F3.1	4.1.1.1	-	Letti a <i>Phragmites</i> misti a cespuglieti decidui delle aree temperate
73	C3.2111, F3.1, G1.3	4.1.1.1	-	Letti a <i>Phragmites</i> misti a cespuglieti decidui e boschi igrofilii
74	C3.2111, G1.3	4.1.1.1	-	Letti a <i>Phragmites</i> misti a boschi igrofilii mediterranei
75	C3.6	3.3.1.1	1130	Spiagge fluviali scarsamente o non vegetate
76	D5.11	4.2.1.2	-	Letti asciutti di <i>Phragmites</i>
77	D5.11, F3.1	4.2.1.2	-	Letti asciutti di <i>Phragmites</i> misti a cespuglieti decidui
78	D5.2	4.1.1	7210(*)	Paludi calcaree con <i>Cladium mariscus</i> e specie del <i>Caricion davallianae</i>
79	E2.22	3.2.1	-	Prati da sfalcio
80	E2.22, F3.1	2.3.1	-	Prati da sfalcio misti ad cespuglieti decidui
81	E2.6	1.4.2	-	Tappeti erbosi di prati, giardini, parchi, aree sportive
82	E5.1	3.2.1	-	Comunita' di erbe nitrofile antropogeniche
83	E5.1, D5.11	3.2.1	-	Comunita' di erbe nitrofile antropogeniche miste a

				letti asciutti di Phragmites
84	E5.1, F3.1	3.2.1	-	Comunita' di erbe nitrofile antropogeniche miste a cespuglieti decidui
85	E5.43	3.2.1	-	Comunita' di erbe delle frange umide arborate
86	E5.43, G1.3	3.2.1	-	Comunita' di erbe delle frange umide arborate con boschi igrofilii mediterranei
87	E6.112	3.2.1	1510(*)	Steppe salate mediterranee (Limonietalia)
88	E6.112, A2.2	4.2.3	1140, 1510(*)	Steppe salate mediterranee (Limonietalia) su sedimenti emergenti in bassa marea
89	E6.112, A2.522	3.2.1	1410, 1510(*)	Steppe salate mediterranee (Limonietalia) in associazione a Juncus
90	E6.112, A2.522, A2.2	4.2.3	1140, 1410, 1510(*)	Steppe salate (Limonietalia) in associazione a Juncus emergenti in bassa marea
91	E6.112, A2.526	3.2.1	1420, 1510(*)	Steppe salate mediterranee associate a praterie e fruticeti mediterranei
92	E6.112, A2.5543	3.2.1	1320, 1510(*)	Praterie a Spartina maritima associata a Limonium
93	F3.1	3.2.2	-	Cespuglieti decidui delle aree temperate
94	F3.1, G1.3	3.2.2	-	Cespuglieti decidui delle aree temperate misti a boschi igrofilii
95	F9.313	3.2.2	-	Vegetazione arbustiva a Tamarix
96	F9.313, A2.5513	3.2.2	1310	Vegetazione arbustiva a Tamarix e vegetazione pioniera annua a Salicornia
97	F9.313, A2.552	3.2.2	-	Vegetazione arbustiva a Tamarix mista a comunita' alo-nitrofile
98	F9.313, E5.1	3.2.2	-	Vegetazione arbustiva a Tamarix con erbe nitrofile antropogeniche
99	F9.35	3.2.2	-	Cespuglieti ripariali di piante invasive (Amorpha fruticosa)
100	G1.224	3.1.1.6	91E0(*)	Boschi fluviali del Po a Quercus, Fraxinus, Alnus
101	G1.224, G1.112, G1.31	3.1.1.6	91E0(*), 92A0	Boschi fluviali del Po a Quercus, Fraxinus, Alnus, Salix e Populus
102	G1.3	3.1.1.6	-	Boschi igrofilii mediterranei
103	G1.A	3.1.1	-	Boschi meso-eutrofici a Quercus, Carpinus, Fraxinus, Acer, Ulmus
104	G1.C	3.1.1	-	Rimboschimenti
105	G1.C1	2.2.4.1	-	Piantagioni di Populus
106	G1.D4	2.2.2	-	Coltivazioni di piante da frutto
107	G2.1	3.1.1	9340	Foreste dominate da Quercus ilex e Quercus rotundifolia
108	G4.B	3.1.3	-	Boschi misti di pini mediterranei e latifoglie termofile (Quercus)
109	G4.B, F3.1	3.1.3	-	Boschi di pini mediterranei e latifoglie misti a cespuglieti decidui
110	G5.1	3.2.4	-	Filari di alberi lungo le strade
111	G5.2	3.2.4	-	Alberature artificiali poco estese di latifoglie
112	G5.4	3.2.4	-	Alberature artificiali poco estese di conifere
113	H5.6	1.2.2	-	Aree clapestate non vegetate
114	H5.61	1.2.2	-	Strade sterrate
115	I1.1	2.1.2	-	Seminativi intensivi
116	I1.2	2.1.2	-	Coltivazioni miste florovivaistiche e orticole
117	I1.3	2.1.2	-	Coltivazioni erbacee
118	I1.4	2.1.3	-	Coltivazioni inondate, risaie
119	I1.5	3.2.1	-	Coltivazioni abbandonate e terreni smossi
120	I2.23	1.4.1	-	Aree verdi urbane

121	J1.2	1.1.1	-	Centri abitati
122	J1.4	1.2.1	-	Aree industriali
123	J2.1	1.1.2	-	Aree residenziali a tessuto discontinuo
124	J2.4	1.1.2	-	Edifici rurali
125	J2.53	1.2.2.5	-	Opere antropiche, dighe
126	J2.7	1.3.3	-	Cantieri in ambito rurale
127	J3.3, A2.4	3.3.1.1	-	Depositi litorali artificiali di sedimenti misti
128	J3.3, B1.21	3.3.1.1	-	Sabbie di residui di scavo non vegetate
129	J4.2	1.2.2	-	Strade e altre superfici rigide artificiali
130	J4.5	1.2.3	-	Aree portuali
131	J4.6	1.4.2	-	Aree ricreative
132	J5	1.2.2	-	Opere idrauliche
133	J5.11	5.1.2	-	Canali e lagune artificiali saline e salmastre
134	J5.31	5.1.2	-	Stagni e laghi con substrato artificiale
135	J5.32	5.1.2.2	-	Stagni artificiali per l'orticoltura
136	J5.32, A1.49	5.2.1	1150(*)	Allevamento mitili
137	J5.4	5.1.1.3	-	Canali artificiali (larghezza > 6m)
138	X01	5.2.2	1130	Estuari
139	X01, A2.2	4.2.3	1130, 1140	Sedimenti sabbiosi estuarini (sabbia >75%) emergenti durante la bassa marea
140	X01, A5.31	5.2.2	1130	Fanghi e fanghi sabbiosi sublitorali in ambiente estuarino
141	X01, C1.6	5.2.2	1130	Stagni temporanei salmastri estuarini
142	X03, A2.2	4.2.3	1140, 1150(*)	Sedimenti sabbiosi lagunari (sabbia >75%) emergenti durante la bassa marea
143	X03, A2.3	4.2.3	1140, 1150(*)	Sedimenti fangosi lagunari (fanghi >75%) emergenti durante la bassa marea
144	X03, A2.324	5.2.1	1150(*)	Stagni salmastri lagunari
145	X03, A2.4	4.2.3	1140, 1150(*)	Sedimenti misti lagunari emergenti durante la bassa marea
146	X03, A5.3	5.2.1	1150(*)	Sedimenti sabbiosi e fangosi sublitorali in ambiente lagunare
147	X03, A5.4	5.2.1	1150(*)	Valli da pesca salmastre con sedimenti misti sublitorali
148	X31, J5.32	5.1.2	-	Peschiere (bacini di allevamento intensivo in valli da pesca)
149	X31, J5.32, A5.541	5.1.2	-	Peschiere con letti a Phragmites
150	X31, J5.32, A5.541, F3.1	5.1.2	-	Peschiere con letti a Phragmites e cespuglieti decidui
151	X31, J5.32, A5.541, F9.313	5.1.2	-	Peschiere con vegetazione a Phragmites e Tamarix
152	X31, J5.32, F3.1	5.1.2	-	Peschiere con cespuglieti decidui delle aree temperate
153	X31, J5.32, F9.313	5.1.2	-	Peschiere con vegetazione arbustiva a Tamarix
154	X31, J5.1	5.2.1	-	Complesso di canali e barene
155	X31, J5.1, A2.55	5.2.1	1310	Complesso di canali e barene con comunità a Salicornia
156	X31, J5.1, A2.552	5.2.1	-	Complesso di canali e barene con vegetazione alofila pioniera
157	X31, J5.1, F9.313	5.2.1	-	Complesso di canali e barene con vegetazione arbustiva a Tamarix
158	X31, J5.1,	5.2.1	1310	Complesso di canali e barene con Tamarix mista a

	F9.313, A2.55			comunita' a Salicornia
159	X31, F9.313, A2.552	J5.1, 5.2.1	-	Complesso di canali e barene con Tamarix mista a vegetazione alofila pioniera

Tabella 47 - Lista delle 159 tipologie di habitat individuate nel Delta del Po risultanti dall'incrocio degli habitat ricavati classificando le porzioni di territorio secondo i criteri EUNIS, CORINE LC e Natura 2000

9.2 Mappa degli habitat del Delta del Po

La mappa degli habitat scala 1:5.000 presenti nel Delta del Po è stata ottenuta con le metodiche precedentemente descritte. Il processo di mappatura degli habitat descritti in è stato eseguito mediante supporto GIS e ha portato alla digitalizzazione in formato vettoriale delle unità territoriali (cfr. Capitolo 3.3.2), ovvero le porzioni di territorio contenenti le tipologie di habitat identificate. Complessivamente **la procedura ha portato alla digitalizzazione di 7955 unità territoriali** in formato shapefile.

La mappa degli habitat classificati secondo CORINE LC è riportata in Figura 59

La mappa degli habitat classificati secondo Natura 2000 è riportata in Figura 60.

La mappa sintetica degli habitat classificati secondo EUNIS (relativamente al 1° livello di classificazione) è riportata in Figura 61.

La mappa completa degli habitat classificati secondo EUNIS (come da Tabella 47) è annessa con al presente documento come Allegato B (Tavole 1, 2, 3, 4 e 5).

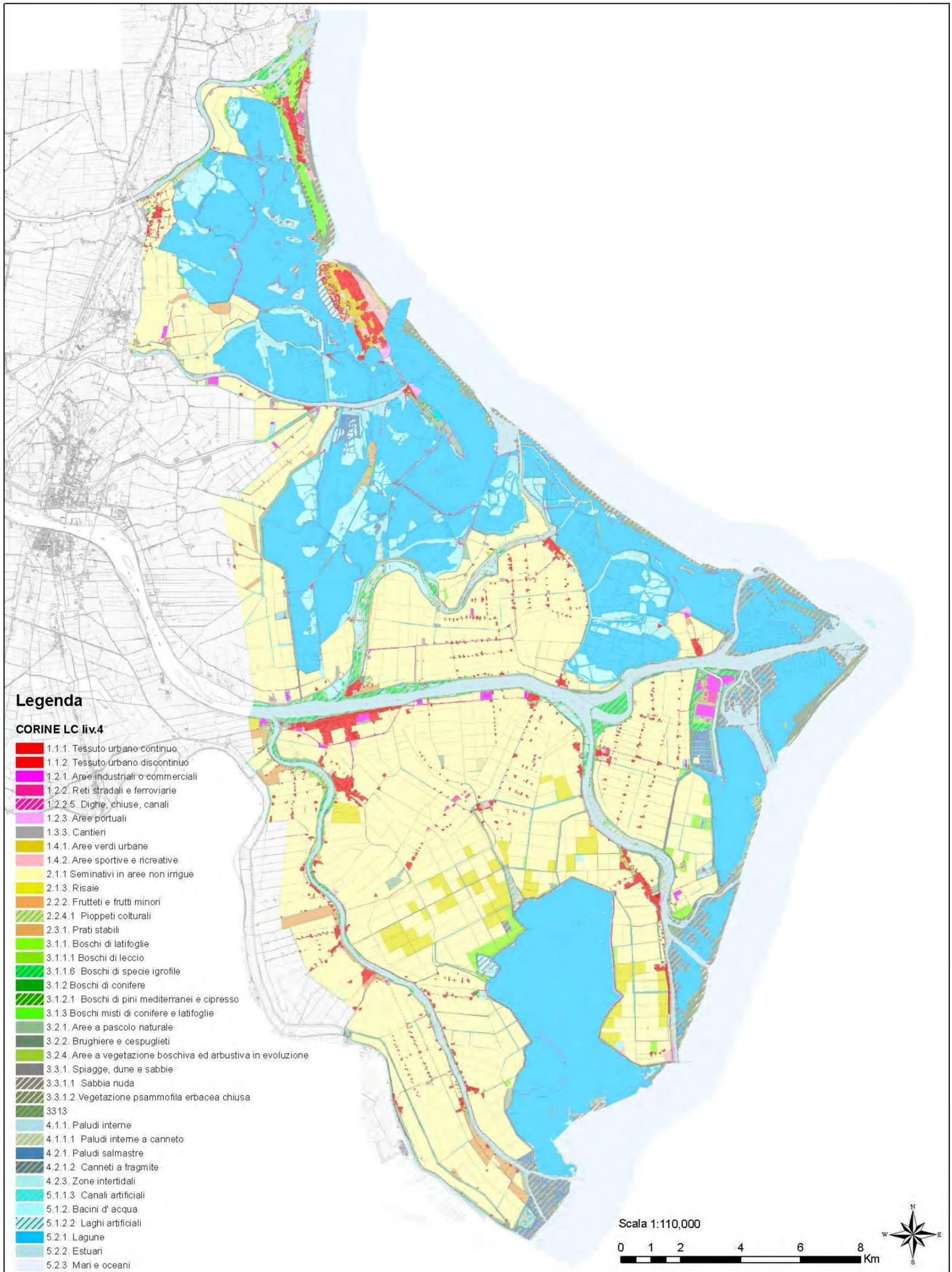


Figura 59 - Mappa degli habitat del Delta del Po codificati secondo il sistema CORINE LC 4° livello. Gli habitat sono relativi ai rilevamenti effettuati per l'anno 2008

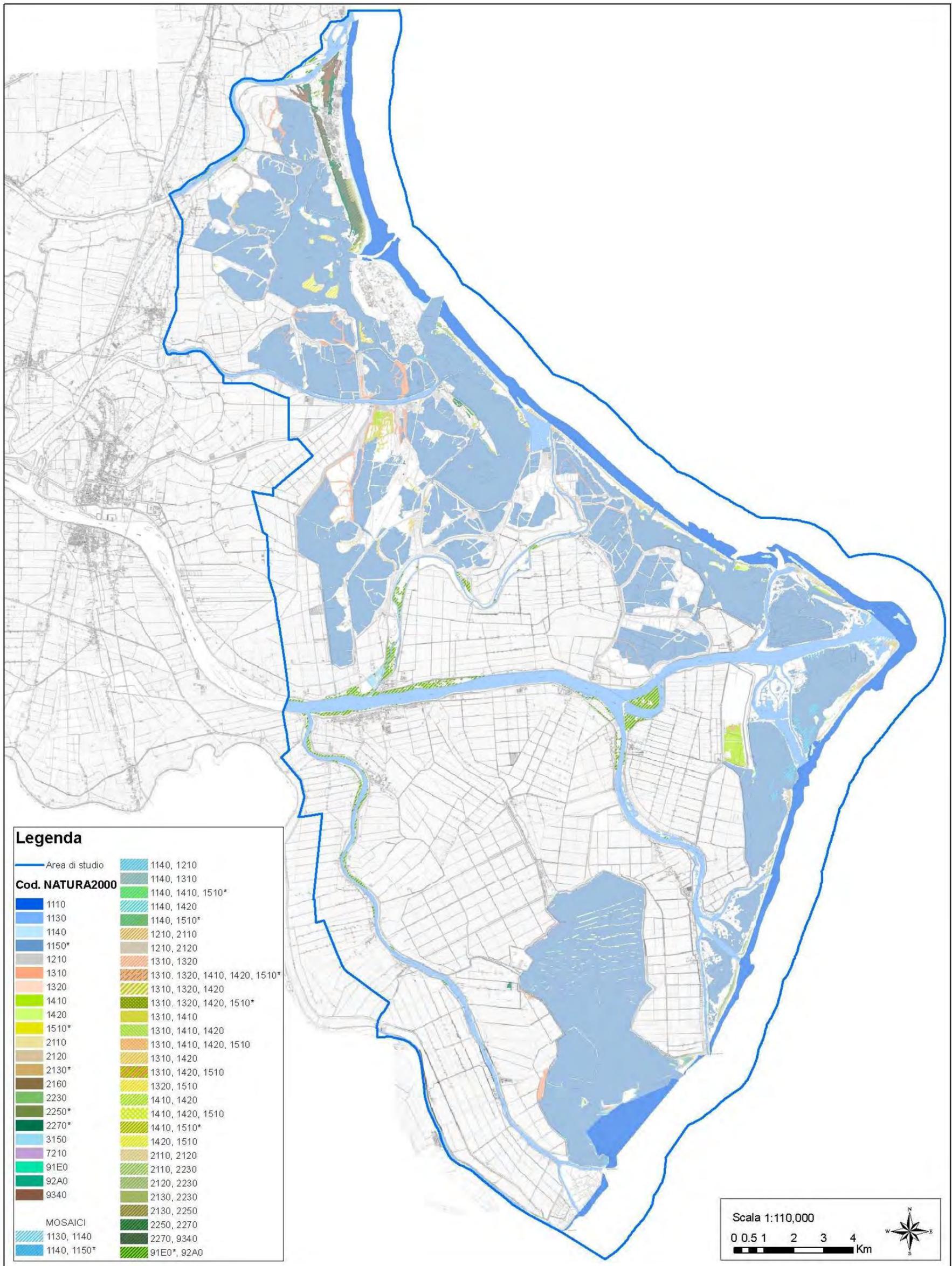


Figura 60 - Mappa degli habitat del Delta del Po codificati secondo il sistema Natura 2000. Gli habitat sono relativi ai rilevamenti effettuati per l'anno 2008

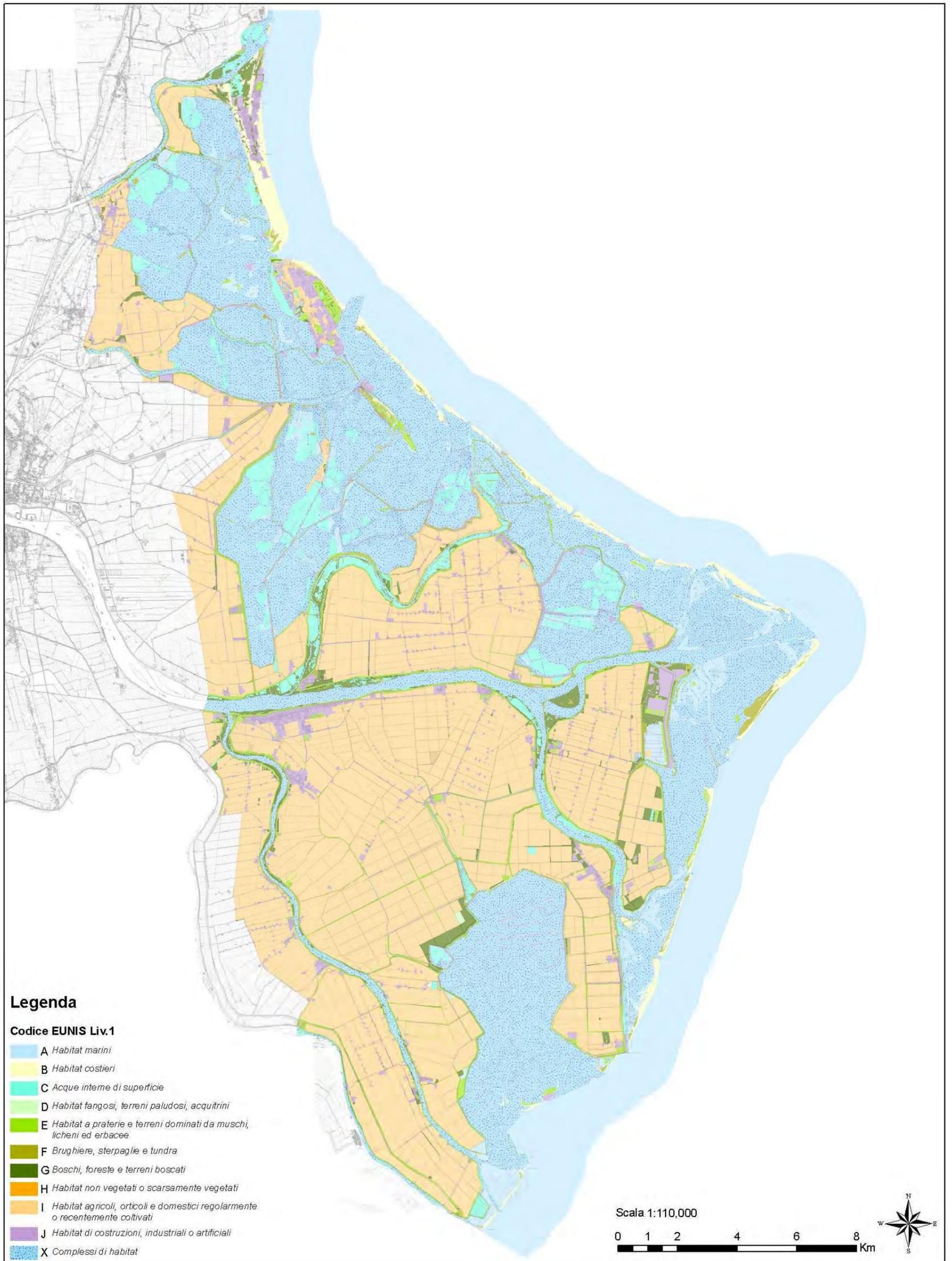


Figura 61 - Mappa degli habitat del Delta del Po codificati secondo il sistema EUNIS (1° livello). Gli habitat sono relativi ai rilevamenti effettuati per l'anno 2008

Mediante il supporto GIS è stata valutata la copertura in ettari delle principali tipologie di habitat EUNIS corrispondenti al livello 1 della classificazione.

Classe EUNIS 1°livello	Definizione	Copertura (Ha)	Copertura %
A	Habitat marini	10452.67	19.81%
B	Habitat costieri	721.75	1.37%
C	Acque interne di superficie	1771.61	3.36%
D	Habitat fangosi, terreni paludosi, acquitrini	39.42	0.07%
E	Habitat a praterie e terreni dominati da muschi, licheni ed erbacee	1460.08	2.77%
F	Brughiere, sterpaglie e tundra	427.35	0.81%
G	Boschi, foreste e terreni boscati	893.27	1.69%
H	Habitat non vegetati o scarsamente vegetati	34.10	0.06%
I	Habitat agricoli, orticoli e domestici regolarmente o recentemente coltivati	18812.63	35.65%
J	Habitat di costruzioni, industriali o artificiali	2191.42	4.15%
X	Complessi di habitat	15961.45	30.25%
	Totale	52765.76	

Tabella 48 – Copertura in ettari e copertura percentuale delle varie tipologie di habitat EUNIS 1° livello nel Delta del Po

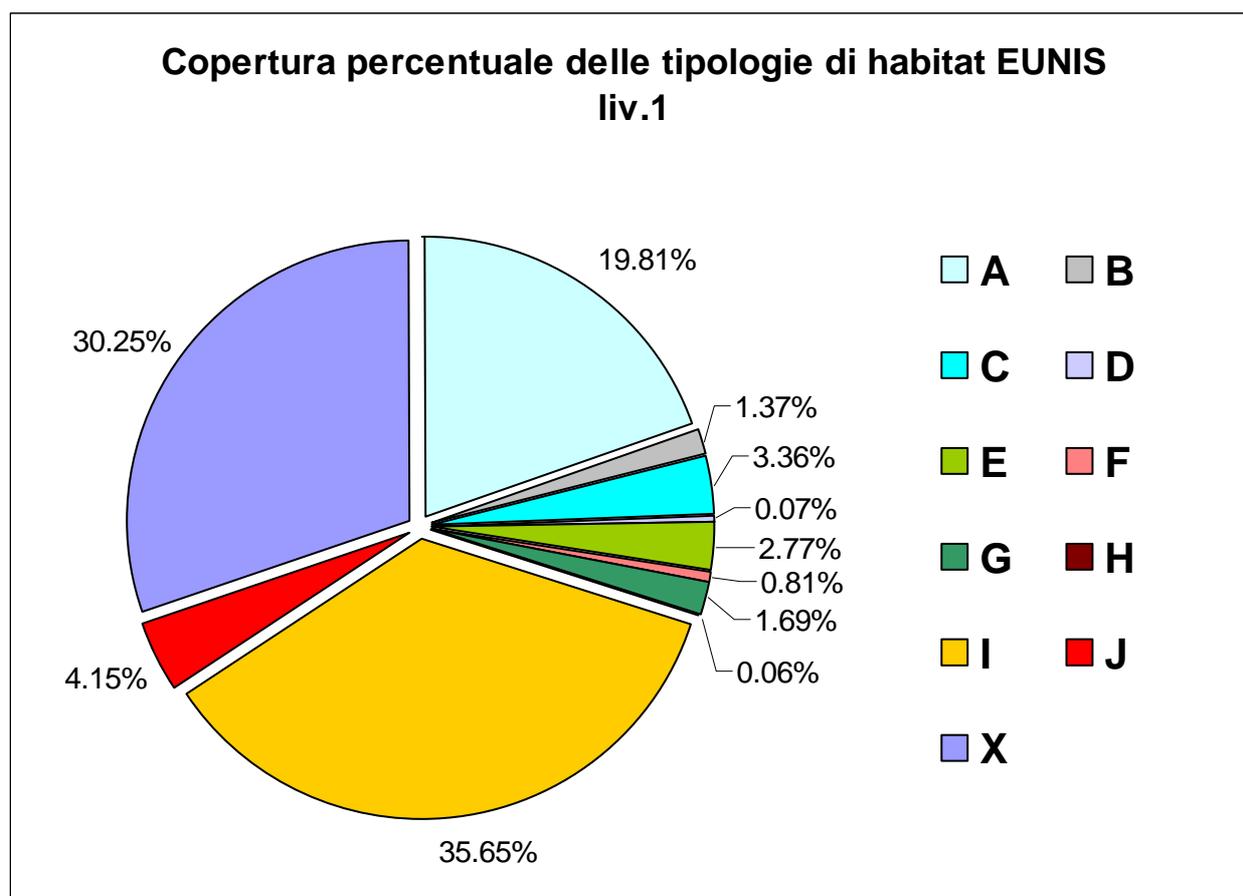


Figura 62 - Copertura percentuale delle varie tipologie di habitat EUNIS 1° livello nel Delta del Po. Per la legenda fare riferimento alla Tabella 48

Si nota come gli habitat corrispondenti agli ambiti agricoli rappresentino un terzo del territorio del Delta in analisi, mentre mosaici di habitat, per la maggior parte a tipologia predominante lagunare e valliva (classe X), ne rappresentano oltre il 30%. Gli habitat marini (classe A) ne rappresentano il 19%, soprattutto per via della presenza di una ampia fascia buffer di studio verso il mare aperto. Gli habitat completamente artificiali (classe J) rappresentano poco più del 4% del territorio totale. Seguono come importanza i complessi di habitat (6.1%). Da notare la scarsa presenza sul territorio degli habitat delle classi B, D, F e H, che negli ambienti del Delta del Po allo stato attuale sono relegati a fasce ecotonali.

9.3 Variazioni di rilievo rispetto alla cartografia ufficiale

Durante la fase di restituzione cartografica sono emerse alcune differenze rispetto alla cartografia ufficiale (mappe CORINE LC 2000 da APAT, mappe Natura 2000 Regione Veneto e Parco del Delta del Po Veneto). Dopo attenta verifica della metodologia e ulteriore verifica delle tipologie riscontrate sul campo, si presentano i riscontri delle discrepanze rilevate tra questo lavoro e la cartografia preesistente per i sistemi di classificazione CORINE LC e Natura 2000.

9.3.1 Differenze habitat CORINE LC 2000

Il confronto tra le classi CORINE LC rilevate durante questo studio e quelle riportate sulla mappa di uso suolo CORINE LC 2000 di APAT è dovuto essenzialmente alla diversa scala a cui è stata eseguita l'indagine. Il maggiore dettaglio utilizzato nel corso di questo studio ha portato alla localizzazione di elementi che la cartografia ministeriale non evidenzia, così come alla rimozione degli elementi che non presentano alcuna evidenza di presenza (es. classe "4.2.2 Saline"). Dato che a livello italiano per gli ambienti costieri e di transizione non è stata intensificata la classificazione CORINE oltre al 4° livello, in questo studio non sono state utilizzate classi approfondimento aggiuntive rispetto a quelle già presenti nella carta CORINE LC 2000 di APAT.

9.3.2 Differenze habitat Natura 2000

Il confronto tra gli habitat Natura 2000 rilevati durante questo studio e quelli riportate sulla mappa degli Habitat Natura 2000 Regione Veneto ha fatto registrare una serie di incoerenze, la maggior parte della quali dovute alla differenza della scala di analisi nei sistemi vallivi. Si descrivono di seguito le differenze riscontrate.

9.3.2.1 Differenze di copertura habitat

A livello delle valli di Rosolina, Porto Viro e Porto Tolle la mappa ufficiale della Regione Veneto presenta l'esistenza di un generico complesso di habitat a mosaico "1310,1410,1420,1510" che

ricopre interamente il complesso vallivo. Ciò è apprezzabile come complesso delle valli Boccavecchia e Passarella e delle valli Morosina, Spolverina, Cannelle e Segà (Figura 63), delle valli Veniera, Capitania, Sagreda e Pozzatini (Figura 64), delle valli Canocchione, Sacchetta, Bagliona, Morato, Agricola Val Pisani, Agricola Ravagnan, San Leonardo, Scanarello, Ca' Pasta (Figura 65), e delle valli Chiusa, Ripiego, San Carlo, Ca' Zuliani (Figura 66). Il livello di dettaglio della rappresentazione degli habitat seguito in questo studio è di superiore ed evidenza all'interno di ogni valle le aree di reale presenza degli habitat soggetti a tutela secondo la Direttiva Habitat (Figura 63, Figura 64, Figura 65 e Figura 66).

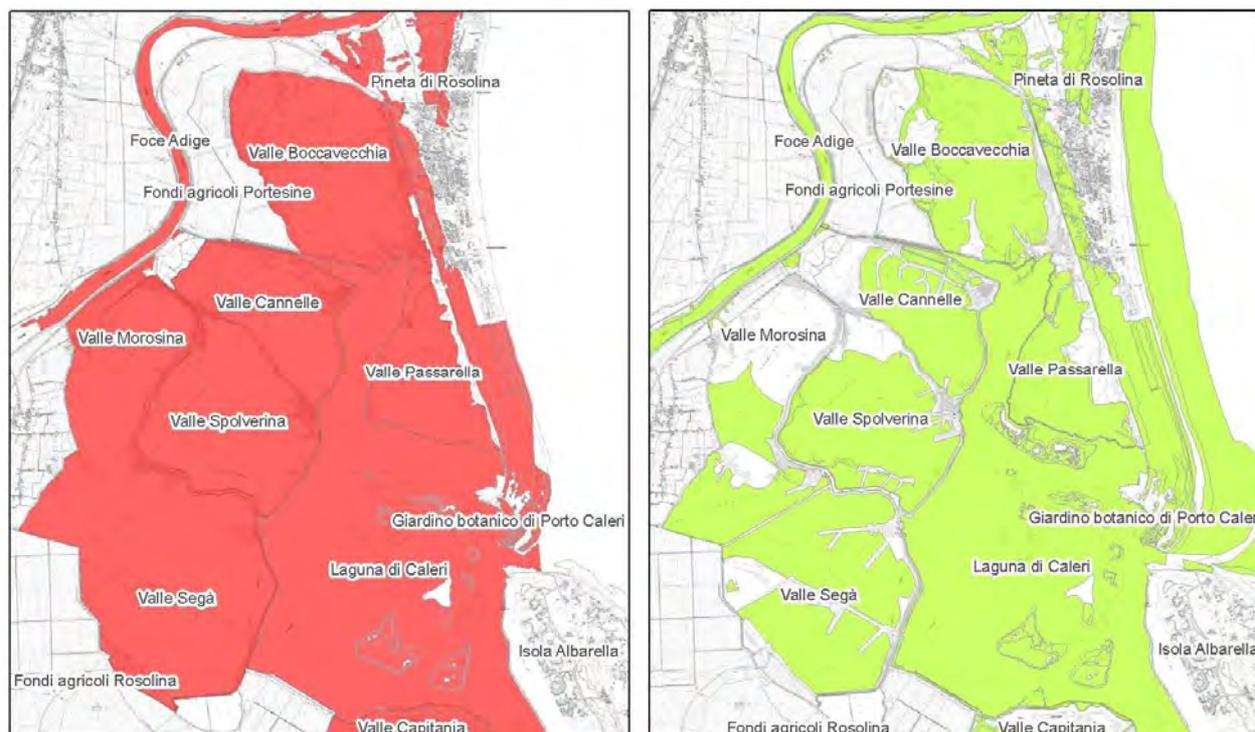


Figura 63 – Differenze di copertura degli habitat Natura 2000 tra la carta della Regione Veneto (carta in rosso) e il presente studio (aree in verde). In evidenza le differenze sul complesso delle valli Boccavecchia e Passarella e delle valli Morosina, Spolverina, Cannelle e Segà.

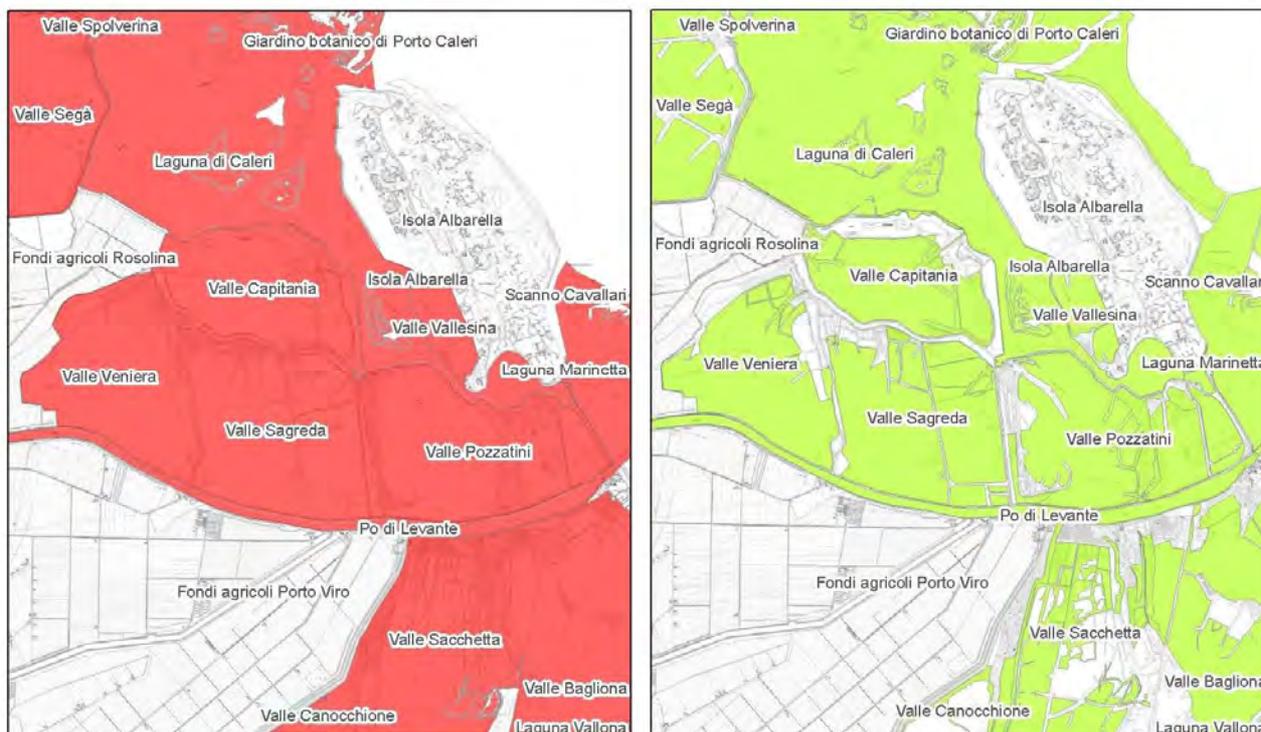


Figura 64 - Differenze di copertura degli habitat Natura 2000 tra la carta della Regione Veneto (carta in rosso) e il presente studio (aree in verde). In evidenza le differenze sul complesso delle valli Veniera, Capitanìa, Sagreda e Pozzatinì.

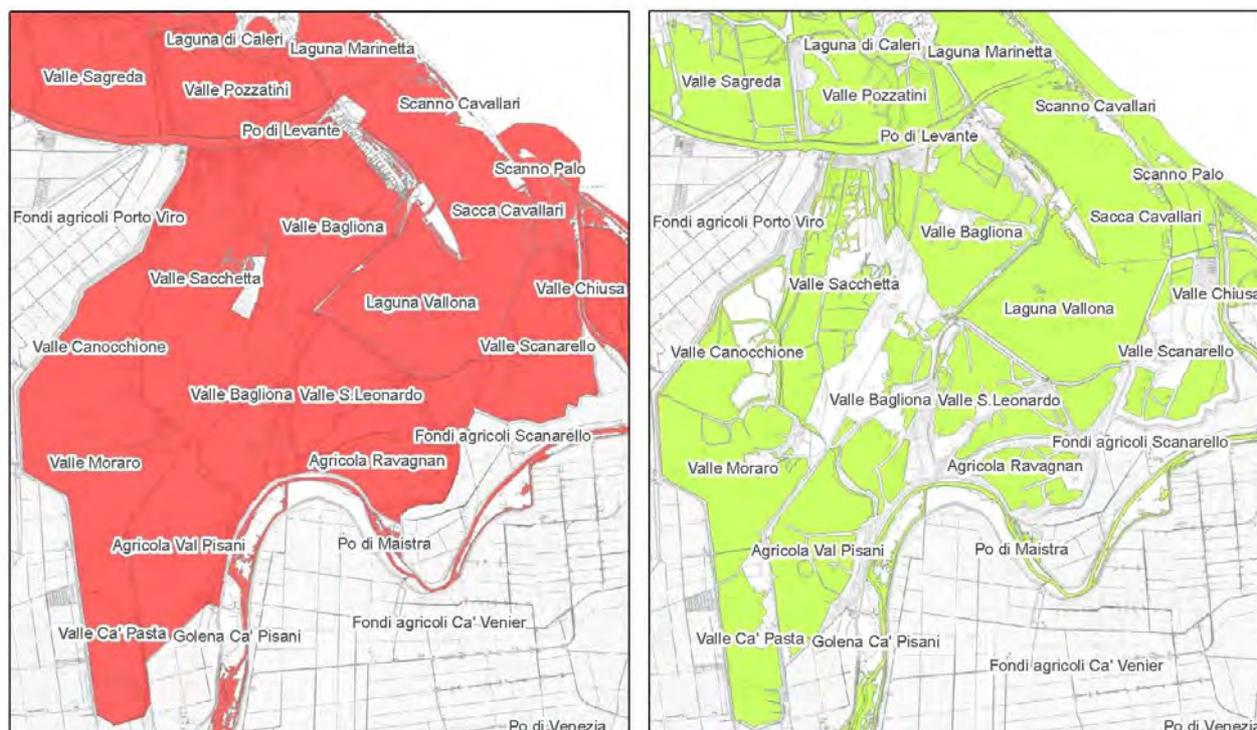


Figura 65- Differenze di copertura degli habitat Natura 2000 tra la carta della Regione Veneto (carta in rosso) e il presente studio (aree in verde). In evidenza le differenze sul complesso delle valli Canocchione, Sacchetta, Bagliona, Morato, Agricola Val Pisani, Agricola Ravagnan, San Leonardo, Scanarello, Ca' Pasta.

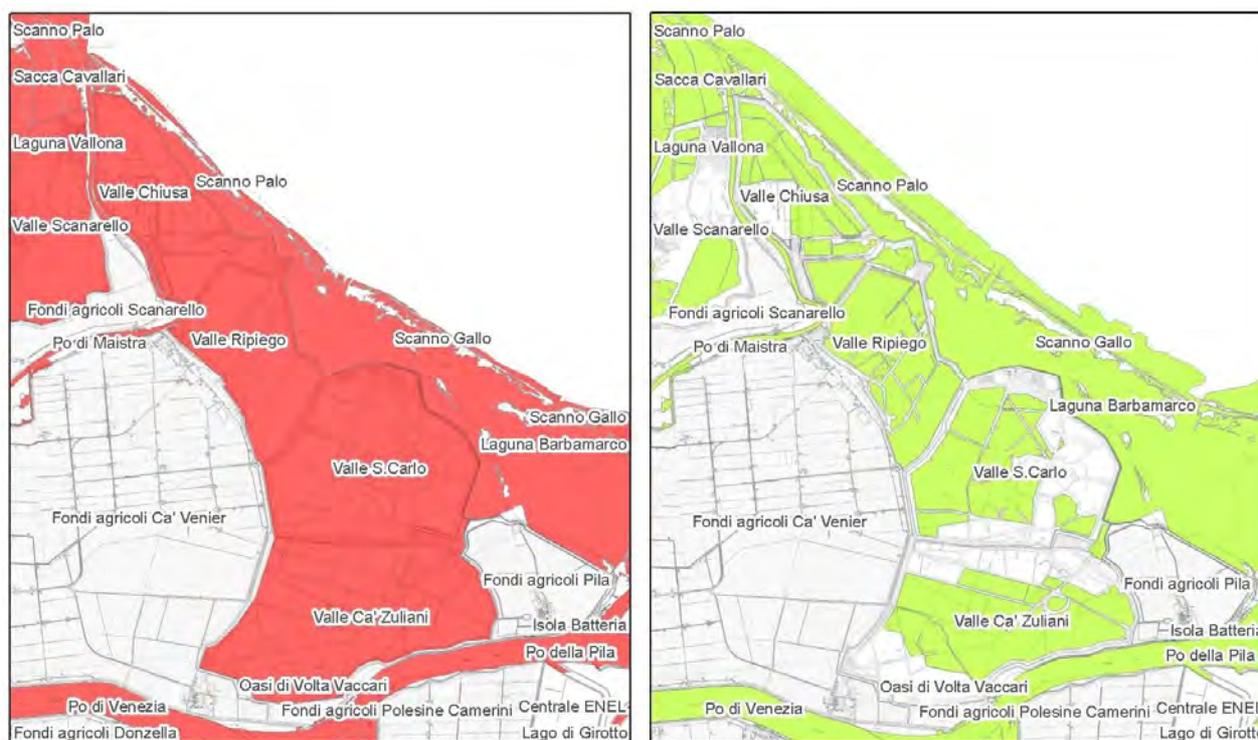


Figura 66- Differenze di copertura degli habitat Natura 2000 tra la carta della Regione Veneto (carta in rosso) e il presente studio (aree in verde). In evidenza le differenze sul complesso delle valli Chiusa, Ripiego, San Carlo, Ca' Zuliani.

Ulteriori differenze del grado di copertura degli habitat emergono sulla fascia a mare. Mentre nella cartografia ufficiale risultano sporadiche presenze degli habitat 1110 "Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina" e 1140 "distese sabbiose e fangose emergenti durante la bassa marea", in questo studio, in vari punti lungo la costa si evidenziano dalla linea di battigia verso il largo sia le fasce intertidali (habitat 1140). Inoltre, su tutto il continuum del profilo batimetrico del Delta sono presenti più ampie fasce comprese entro la batimetrica dei 2 metri attribuibili all' habitat 1110 (vedi esempio Figura 67). E' da considerare il fatto che per la variabilità e mutevolezza di queste fasce la localizzazione degli habitat proposta all'interno di questo studio è da considerarsi puramente indicativa, nonché riferibile unicamente all'anno di studio (2008). Si sottolinea infatti come la presenza di tali habitat sia effimera e, come tale, la sua cartografia debba essere soggetta a frequenti revisioni.

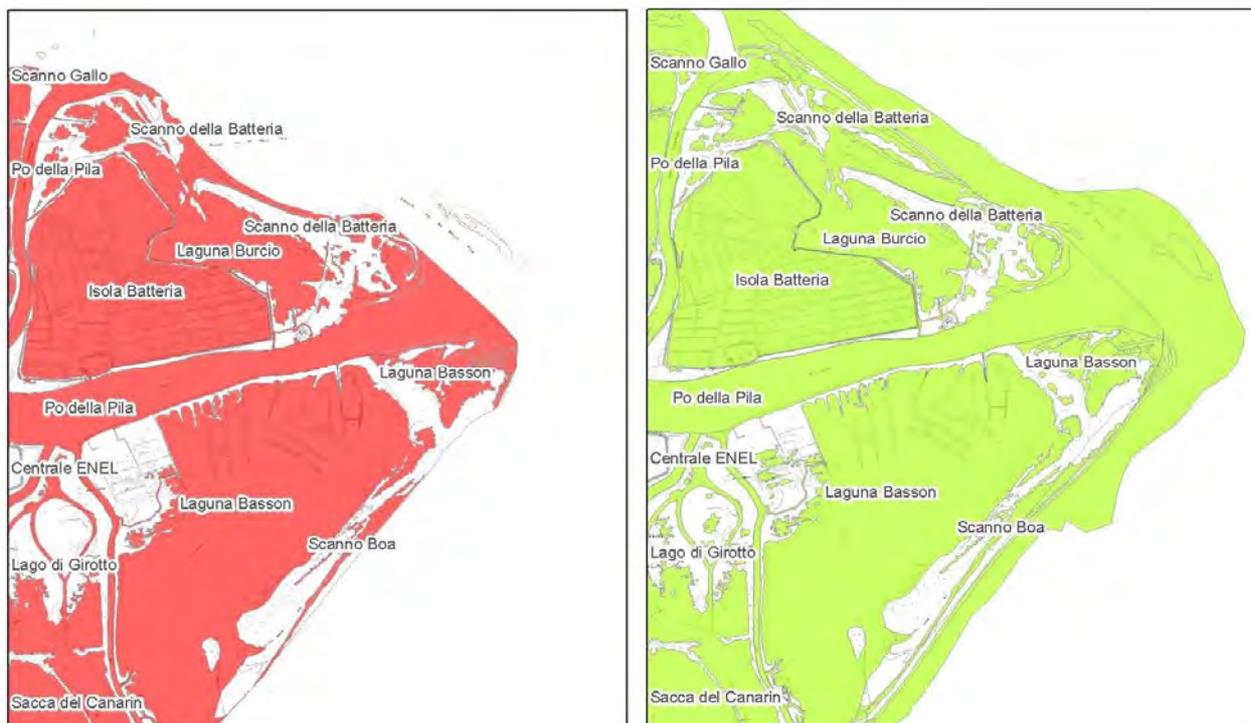


Figura 67 - Differenze di copertura degli habitat Natura 2000 tra la carta della Regione Veneto (carta in rosso) e il presente studio (aree in verde). In evidenza le differenze le fasce batimetriche entro i 2 metri di profondità a nord (Scanno della Batteria) e sud (Scanno Boa) rispetto alla foce del Po di Pila, nel presente studio attribuite all'habitat 1110 "Banchi di sabbia a debole copertura permanente di acqua marina".

Per i motivi sopra accennati, la stima della copertura degli habitat Natura 2000 presenta sensibili differenze tra questo studio e la mappa della Regione. Le differenze sono quantificate in 3164 ha di habitat prioritari in meno rispetto alla Carta della Regione, e 1017 ha di habitat non prioritari in più rispetto alla Carta della Regione (vedi Tabella 49).

	Copertura (ha) habitat Natura2000 questo studio	Copertura (ha) mappa habitat Natura2000 Regione
Habitat Nat2000 prioritari	12714.13871	15878.54362
Habitat Nat2000 non prioritari	4998.392592	3980.981728
Totale Habitat Nat2000	17712.53131	19859.52535

Tabella 49 – Differenze di copertura tra questo studio e la mappa degli Habitat Natura 2000 della Regione Veneto per le due tipologie principali di habitat (prioritari e non prioritari)

9.3.2.2 Differenze di interpretazione habitat

Recentemente il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio ha prodotto un "Manuale di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CE" (Biondi *et al.*, 2009) consultabile on-line presso il sito <http://vnr.unipg.it/habitat/>

Nel corso del presente studio, si sono acquisiti e verificati gli habitat già presenti nella Carta della Regione Veneto e, ove ritenuto necessario, modificati rispetto alle regole derivanti dal suddetto manuale di interpretazione. In Tabella 50 si segnalano le variazioni apportate alla cartografia ufficiale secondo riscontri del Manuale Ministeriale.

Habitat segnalato sulla Carta degli Habitat Regione Veneto	Diagnostica dal Manuale Ministeriale di interpretazione	Verifica sul campo	Azione intrapresa	Habitat riportato in questo studio
91E0(*) "Foreste alluvionali di <i>Alnus glutinosa</i> e <i>Fraxinus excelsior</i> (Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae)"	Foreste alluvionali, ripariali e paludose di <i>Alnus</i> spp., <i>Fraxinus excelsior</i> e <i>Salix</i> spp. presenti lungo i corsi d'acqua sia nei tratti montani e collinari che pianiziali o sulle rive dei bacini lacustri e in aree con ristagni idrici non necessariamente collegati alla dinamica fluviale. Si sviluppano su suoli alluvionali spesso inondati o nei quali la falda idrica è superficiale, prevalentemente in macrobioclima temperato ma penetrano anche in quello mediterraneo dove l'umidità edafica lo consente.	L'habitat è segnalato lungo le sponde dei principali rami del Po. Nella quasi totalità dei casi non si sono state riscontrate le presenze vegetazionali di riferimento (<i>Alnus glutinosa</i> , <i>A. incana</i> , <i>A. cordata</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> ,) mentre erano ben rappresentate quelle secondarie <i>Salix alba</i> e <i>Populus alba</i> caratterizzanti l'habitat 92A0 "Foreste a galleria di <i>Salix alba</i> e <i>Populus alba</i> "	Per mantenere un certo grado di uniformità rispetto alla cartografia ufficiale si è mantenuto il codice 91E0(*) a cui è stato associato il codice 92A0	Mosaico 91E0(*), 92A0 descritto sinteticamente come "Boschi fluviali del Po a <i>Quercus</i> , <i>Fraxinus</i> , <i>Alnus</i> , <i>Salix</i> e <i>Populus</i> "
2190 "Depressioni umide interdunari"	Si tratta di depressioni interdunali in cui si accumulano modeste quantità di acqua dolce nelle coste atlantiche. L'habitat non è presente in Italia.	L'habitat è segnalato negli ambienti retrodunali in prossimità del giardino botanico di Porto Caleri. L'habitat, per la sua stessa formulazione è esclusivo delle coste atlantiche e non si ritiene che possa essere associato alle associazioni retrodunali adriatiche.	In seguito a verifica e controllo della checklist degli habitat italiani il codice è stato sostituito con 7210(*) Si consiglia revisione e ricontrollo della presenza effettiva dell'habitat	7210(*) "Paludi calcaree con <i>Cladium mariscus</i> e specie del <i>Caricion davallianae</i> "

Tabella 50 – Variazioni apportate ad alcune tipologie di habitat presenti nella Carta degli Habitat Natura 2000, Regione Veneto, secondo i riscontri del Manuale Ministeriale (Biondi *et al.*, 2009)

9.4 VNP degli Habitat del Delta del Po

Il Valore di Naturalità Potenziale degli habitat identificati nel Delta del Po è stato ottenuto mediante le metodiche descritte precedentemente per l'Isola della Donzella.

In base ai criteri definiti nel paragrafo 4.1.4, è stata compilata la **matrice di valutazione per le 7955 unità territoriali individuate**. La matrice è riportata per intero in Allegato A (in unione ai valori della matrice di valutazione degli habitat e ai valori calcolati dei fattori Q, C, F e del valore di VNP). In base ai valori attribuiti ai parametri nelle matrici di valutazione delle tipologie di habitat e delle unità territoriali è stato applicato il modello di calcolo del VNP ottenendo per ogni unità territoriale, ovvero per ogni habitat contenuto in ogni porzione di territorio, un Valore di Naturalità Potenziale. La lista completa delle unità territoriali con il rispettivo valore di VNP è riportata in Allegato A.

Come già discusso nel Capitolo 4.2, sono stati riclassificati i valori già attribuiti alle unità territoriali dell'Isola della Donzella (cfr. Capitolo 4.2) per armonizzare ed uniformare le classi di naturalità sull'area dell'intero Delta del Po.

La distribuzione sul territorio dei valori di VNP è riportata in Figura 68. I valori di VNP sono stati classificati in un gradiente di 20 classi utilizzando l'algoritmo dei "natural breaks (Jenks)" fornito in ArcGIS. L'algoritmo di classificazione "natural breaks" determina la miglior separazione dei valori in classi comparando iterativamente la somma delle differenze quadratiche tra i valori osservati in ogni classe e la media di ogni classe. La "miglior" classificazione identifica le soglie delle classi nella distribuzione ordinata dei valori che minimizza le differenze delle somme dei quadrati all'interno di ogni classe. In questo modo è possibile ottenere una suddivisione delle classi compatibile con una rappresentazione grafica ottimale (Jenks & Coulson, 1963).

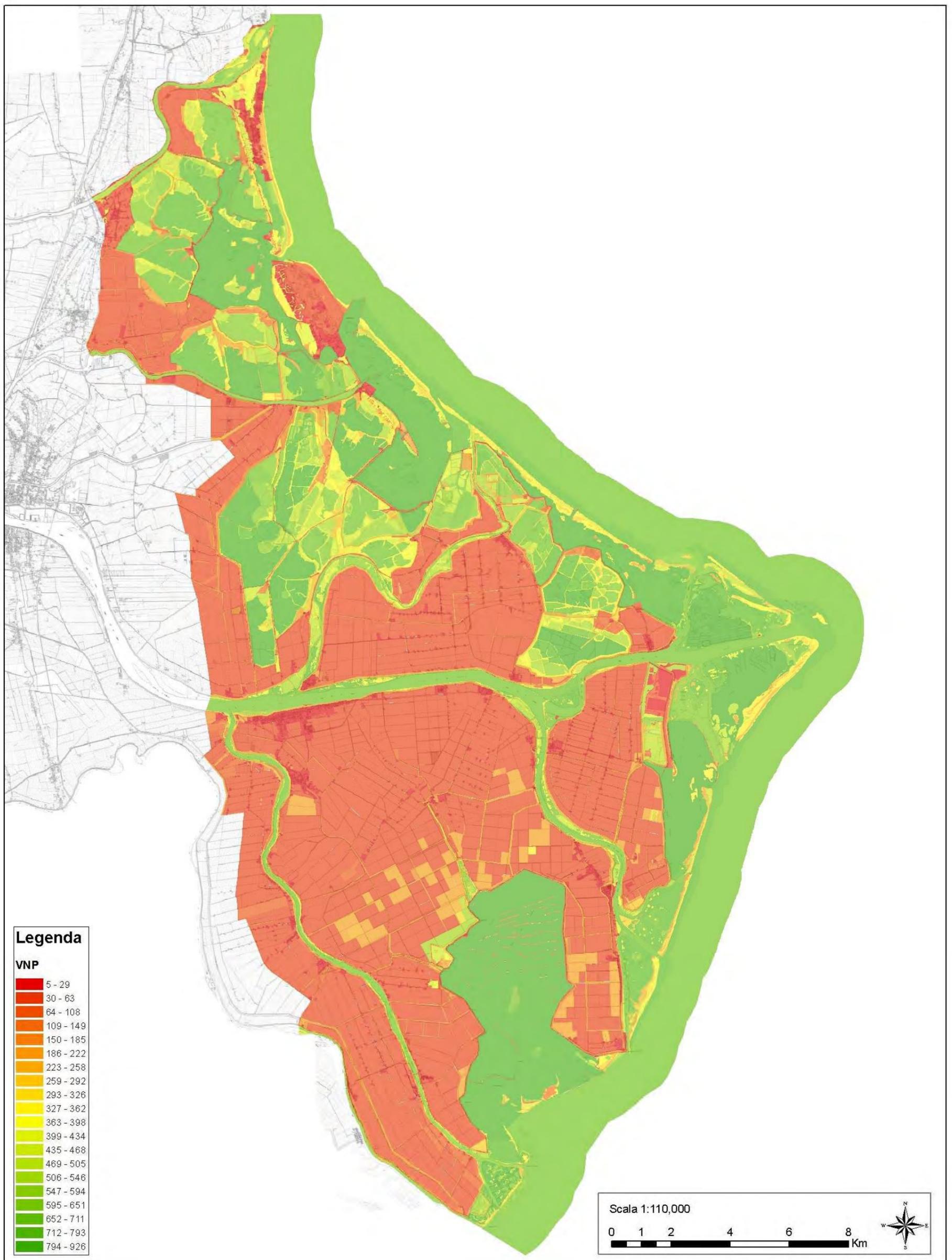


Figura 68 - Mappa dei Valore di Naturalità Potenziale degli habitat contenuti in ogni porzione di territorio per il Delta del Po Veneto (area di studio). L'analisi è da considerarsi relativa alla situazione dell'anno 2008

A titolo esemplificativo, in Figura 69 è riportato il dettaglio a scala 1:5.000 della mappa del VNP nella macroarea del Giardino botanico di Porto Caleri con associati i corrispondenti valori della tabella (estratto dalla Allegato A). Le unità territoriali sono le aree numerate a colore omogeneo: per informazioni sulle tipologie di habitat contenute e il valore effettivo di VNP si veda la Tabella 51.

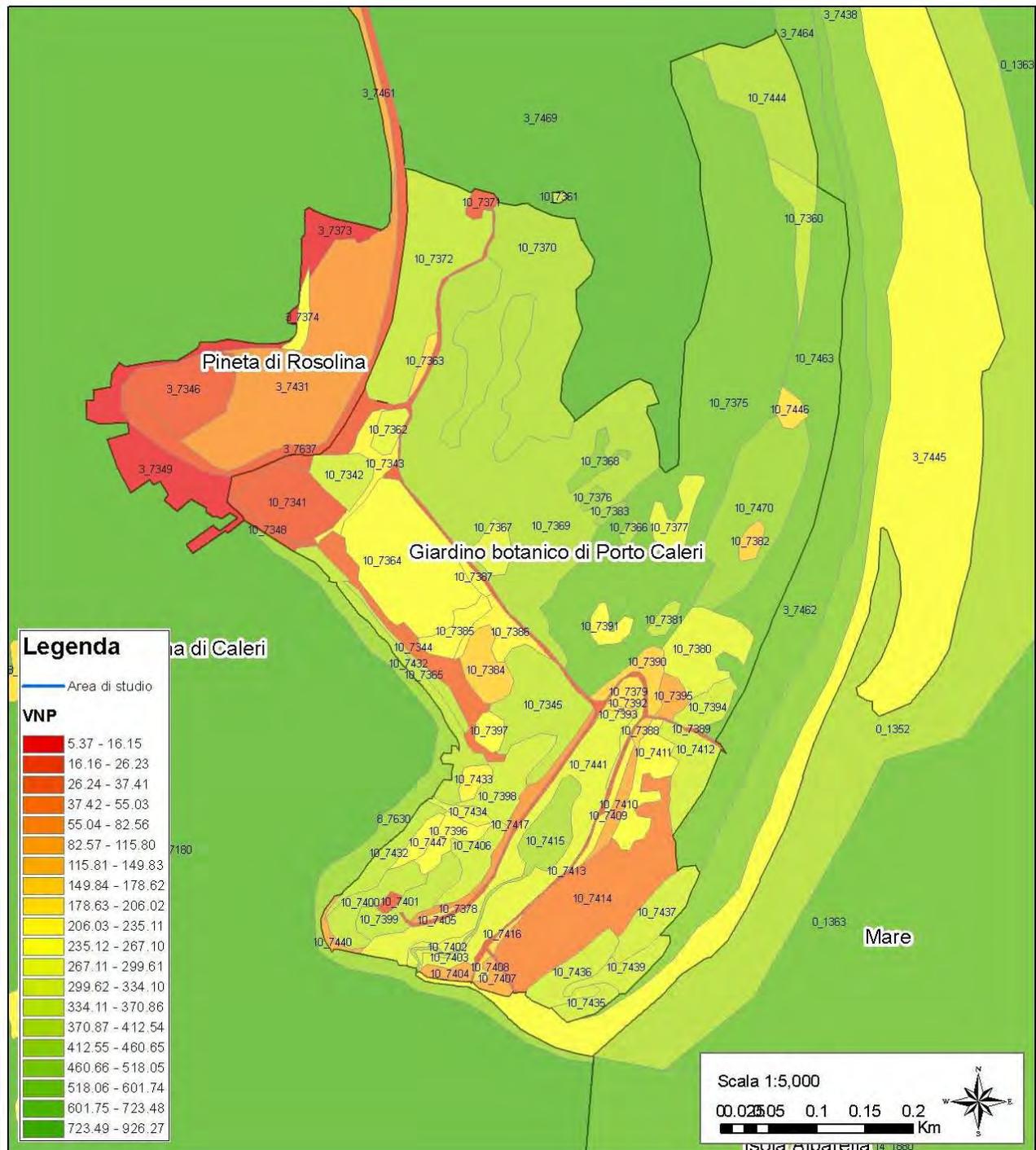


Figura 69 – Dettaglio della mappa del VNP a scala 1:5.000. Sono rappresentate le unità territoriali nel giardino botanico di Porto Caleri (identificate dalle etichette numerate). I dati associati a ogni unità territoriale è riportata in Tabella 51

CODUNITERR	ID_HABITAT	EUNIS	NAT2000	N2K_PRIOR	CORINELC	DESCRIZION	VNP
10_7341	124	J2.4	-	0	112	Edifici rurali	25
10_7342	63	B1.7	2270	1	3121	Dune con foreste di Pinus pinea e Pinus pinaster	313
10_7343	93	F3.1	-	0	322	Cespuglieti decidui delle aree temperate	209
10_7344	82	E5.1	-	0	321	Comunita' di erbe nitrofile antropogeniche	32
10_7345	61	B1.63	2250	1	312	Dune costiere con cespugli di Juniperus	350
10_7348	82	E5.1	-	0	321	Comunita' di erbe nitrofile antropogeniche	26
10_7360	59	B1.49, B1.63	2130, 2250	1	3313	Dune grigie con prati del Tortulo-scabiosetum e cespugli di Juniperus	352
10_7361	78	D5.2	7210	1	411	Paludi calcaree con Cladium mariscus e specie del Caricion davallianae	356
10_7362	63	B1.7	2270	1	3121	Dune con foreste di Pinus pinea e Pinus pinaster	271
10_7363	93	F3.1	-	0	322	Cespuglieti decidui delle aree temperate	181
10_7364	77	D5.11, F3.1	-	0	4212	Letti asciutti di Phragmites misti a cespuglieti decidui	238
10_7365	35	A2.558	1420	0	421	Palude salmastra con Sarcocornia associata a Halimione, Puccinellia, Suaeda	357
10_7366	78	D5.2	7210	1	411	Paludi calcaree con Cladium mariscus e specie del Caricion davallianae	408
10_7367	63	B1.7	2270	1	3121	Dune con foreste di Pinus pinea e Pinus pinaster	275
10_7368	78	D5.2	7210	1	411	Paludi calcaree con Cladium mariscus e specie del Caricion davallianae	493
10_7369	93	F3.1	-	0	322	Cespuglieti decidui delle aree temperate	392
10_7370	63	B1.7	2270	1	3121	Dune con foreste di Pinus pinea e Pinus pinaster	374
10_7371	124	J2.4	-	0	112	Edifici rurali	17
10_7372	63	B1.7	2270	1	3121	Dune con foreste di Pinus pinea e Pinus pinaster	358
10_7375	61	B1.63	2250	1	312	Dune costiere con cespugli di Juniperus	565
10_7376	78	D5.2	7210	1	411	Paludi calcaree con Cladium mariscus e specie del Caricion davallianae	422
10_7377	63	B1.7	2270	1	3121	Dune con foreste di Pinus pinea e Pinus pinaster	299
10_7378	114	H5.61	-	0	122	Strade sterrate	25
10_7379	31	A2.5513	1310	0	421	Vegetazione annua pioniera a Salicornia e specie delle zone fangose e sabbiose	275
10_7380	93	F3.1	-	0	322	Cespuglieti decidui delle aree temperate	286
10_7381	60	B1.611	2160	0	322	Dune con presenza di Hippophae rhamnoides	353
10_7382	93	F3.1	-	0	322	Cespuglieti decidui delle aree temperate	160
10_7383	78	D5.2	7210	1	411	Paludi calcaree con Cladium mariscus e specie del Caricion davallianae	414
10_7384	84	E5.1, F3.1	-	0	321	Comunita' di erbe nitrofile antropogeniche miste a cespuglieti decidui	169
10_7385	63	B1.7	2270	1	3121	Dune con foreste di Pinus pinea e Pinus pinaster	253
10_7386	93	F3.1	-	0	322	Cespuglieti decidui delle aree temperate	210
10_7387	60	B1.611	2160	0	322	Dune con presenza di Hippophae rhamnoides	251
10_7388	87	E6.112	1510	1	321	Steppe salate mediterranee (Limonietalia)	168
10_7389	114	H5.61	-	0	122	Strade sterrate	18
10_7390	83	E5.1, D5.11	-	0	321	Comunita' di erbe nitrofile antropogeniche miste a letti asciutti di Phragmites	173
10_7391	63	B1.7	2270	1	3121	Dune con foreste di Pinus pinea e Pinus pinaster	247
10_7392	87	E6.112	1510	1	321	Steppe salate mediterranee (Limonietalia)	196
10_7393	35	A2.558	1420	0	421	Palude salmastra con Sarcocornia associata a Halimione, Puccinellia, Suaeda	199
10_7394	60	B1.611	2160	0	322	Dune con presenza di Hippophae rhamnoides	300
10_7395	82	E5.1	-	0	321	Comunita' di erbe nitrofile antropogeniche	89
10_7396	91	E6.112, A2.526	1420, 1510	1	321	Steppe salate mediterranee associate a praterie e fruticeti mediterranei	263
10_7397	63	B1.7	2270	1	3121	Dune con foreste di Pinus pinea e Pinus pinaster	249
10_7398	56	B1.48	2230	0	3313	Dune con prati dei Malcomietalia	305
10_7399	62	B1.63, B1.7	2250, 2270	1	324	Dune con Juniperus associate a foreste di Pinus pinea e Pinus pinaster	366
10_7400	61	B1.63	2250	1	312	Dune costiere con cespugli di Juniperus	344
10_7401	124	J2.4	-	0	112	Edifici rurali	22
10_7402	35	A2.558	1420	0	421	Palude salmastra con Sarcocornia associata a Halimione, Puccinellia, Suaeda	298

CODUNITERR	ID_HABITAT	EUNIS	NAT2000	N2K_PRIOR	CORINELC	DESCRIZION	VNP
10_7403	35	A2.558	1420	0	421	Palude salmastra con Sarcocoma associata a Halimione, Puccinellia, Suaeda	274
10_7404	82	E5.1	-	0	321	Comunita' di erbe nitrofile antropogeniche	104
10_7405	91	E6.112, A2.526	1420, 1510	1	321	Steppe salate mediterranee associate a praterie e fruticeti mediterranei	182
10_7406	59	B1.49, B1.63	2130, 2250	1	3313	Dune grigie con prati del Tortulo-scabioetum e cespugli di Juniperus	316
10_7407	82	E5.1	-	0	321	Comunita' di erbe nitrofile antropogeniche	86
10_7408	87	E6.112	1510	1	321	Steppe salate mediterranee (Limonietalia)	185
10_7409	87	E6.112	1510	1	321	Steppe salate mediterranee (Limonietalia)	224
10_7410	82	E5.1	-	0	321	Comunita' di erbe nitrofile antropogeniche	86
10_7411	93	F3.1	-	0	322	Cespuglieti decidui delle aree temperate	239
10_7412	56	B1.48	2230	0	3313	Dune con prati dei Malcomietalia	304
10_7413	114	H5.61	-	0	122	Strade sterrate	25
10_7414	82	E5.1	-	0	321	Comunita' di erbe nitrofile antropogeniche	45
10_7415	146	X03, A5.3	1150	1	521	Sedimenti sabbiosi e fangosi sublitorali in ambiente lagunare	387
10_7416	87	E6.112	1510	1	321	Steppe salate mediterranee (Limonietalia)	159
10_7417	82	E5.1	-	0	321	Comunita' di erbe nitrofile antropogeniche	78
10_7432	92	E6.112, A2.5543	1320, 1510	1	321	Praterie a Spartina maritima associata a Limonium	337
10_7433	87	E6.112	1510	1	321	Steppe salate mediterranee (Limonietalia)	212
10_7434	146	X03, A5.3	1150	1	521	Sedimenti sabbiosi e fangosi sublitorali in ambiente lagunare	295
10_7435	49	B1.31, B1.321	2110, 2120	0	3312	Dune mobili embrionali e dune bianche con presenza di Ammophila arenaria	301
10_7436	16	A2.526, E6.112	1420, 1510	1	421	Praterie e fruticeti mediterranei associate a Limonium	316
10_7437	16	A2.526, E6.112	1420, 1510	1	421	Praterie e fruticeti mediterranei associate a Limonium	319
10_7439	56	B1.48	2230	0	3313	Dune con prati dei Malcomietalia	311
10_7440	45	B1.21	-	0	3311	Sabbie non vegetate sopra la linea di battigia	107
10_7441	87	E6.112	1510	1	321	Steppe salate mediterranee (Limonietalia)	291
10_7444	59	B1.49, B1.63	2130, 2250	1	3313	Dune grigie con prati del Tortulo-scabioetum e cespugli di Juniperus	373
10_7446	93	F3.1	-	0	322	Cespuglieti decidui delle aree temperate	191
10_7447	7	A2.522	1410	0	421	Stagni mediterranei salmastri a Juncus (Juncetalia maritimi)	249
10_7463	57	B1.48, B1.49	2130, 2230	1	3313	Dune grigie con prati dei Malcomietalia e Tortulo-scabioetum	519
10_7470	59	B1.49, B1.63	2130, 2250	1	3313	Dune grigie con prati del Tortulo-scabioetum e cespugli di Juniperus	432

Tabella 51 – Estratto della tabella in Allegato A per le unità territoriali incluse nella macroarea del Giardino botanico di Porto Caleri (Figura 69). Sono riportati i campi principali per l'identificazione delle unità territoriali, degli habitat e il valore di VNP calcolato. Per una visione completa dei campi fare riferimento all'Allegato A

9.4.1 Distribuzione dei valori di VNP nel Delta del Po

Dall'analisi della mappa riportata in Figura 68 emerge immediatamente come il Valore di Naturalità Potenziale sia più elevato nelle zone umide, nelle valli, nelle lagune e lungo i rami del Po. Le fasce costiere degli scanni risultano appaiono di valore intermedio, soprattutto per la loro ridotta estensione territoriale. Di basso valore le vaste estensioni agricole presenti soprattutto nell'Isola della Donzella. I valori più bassi si raggiungono nei centri abitati (soprattutto Porto Tolle, Rosolina Mare e Albarella) e nell'area industriale della Centrale ENEL di Polesine Camerini. Il valore più elevato è presente in un'unità territoriale di Valle Sacchetta (VNP = 926), mentre il valore minimo (VNP = 5) si è raggiunto nei fondi agricoli di Rosolina.

In Figura 70 è rappresentata la distribuzione dei 7926 valori di VNP calcolati sull'intero Delta. Si nota il picco dei valori inferiori a 60, corrispondenti a larga parte dei terreni agricoli di basso valore che compongono il Delta.

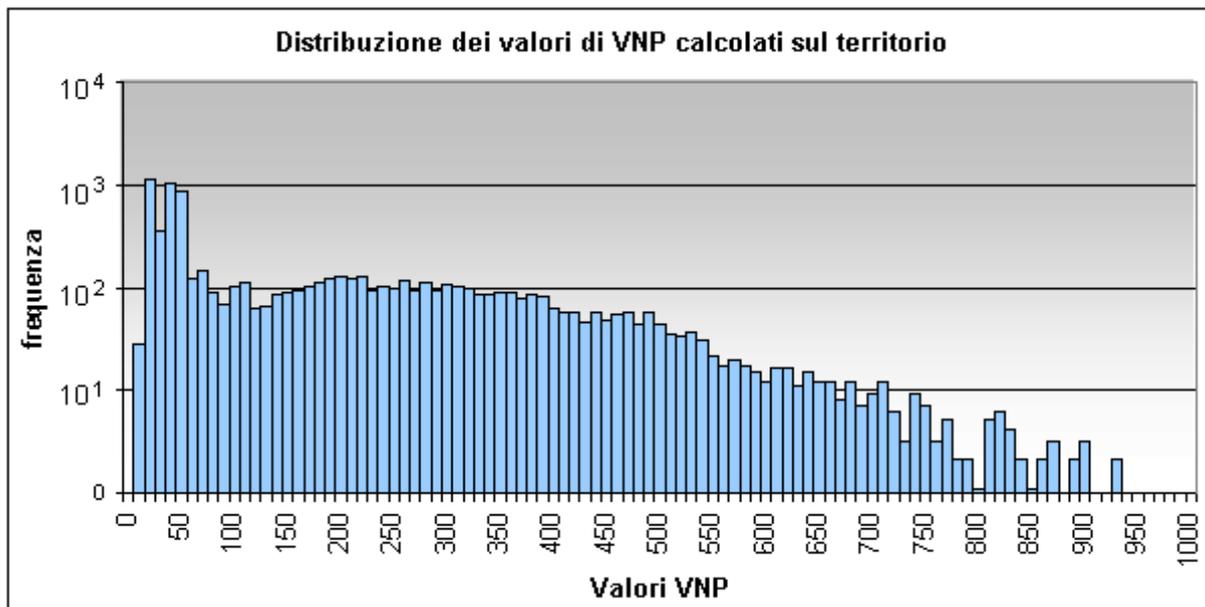


Figura 70 – Distribuzione su scala logaritmica dei valori del VNP calcolati per ogni unità territoriale nel Delta del Po.

I valori del VNP sono stati analizzati all'interno di ogni singola macroarea, così come definite nel paragrafo 1.1 (Figura 4 e Tabella 1). Per ogni macroarea sono stati calcolati i valori medi del VNP pesati rispetto all'area di ogni unità territoriale. I risultati sono sintetizzati nel grafico di Figura 71. I valori medi più elevati sono raggiunti nell'Isola della Batteria (VNP = 900), nella laguna di Barbamarco (VNP = 819), in Valle Moraro (VNP = 798) e nella Sacca del Canarin (VNP = 791). Dall'altro lato, i valori più bassi sono quelli registrati nell'Isola di Albarella (VNP = 74), nella Centrale ENEL (VNP = 108), in Scanno Centrale di Scardovari (VNP = 237) e sullo Scanno Bastimento Sud (VNP = 242).

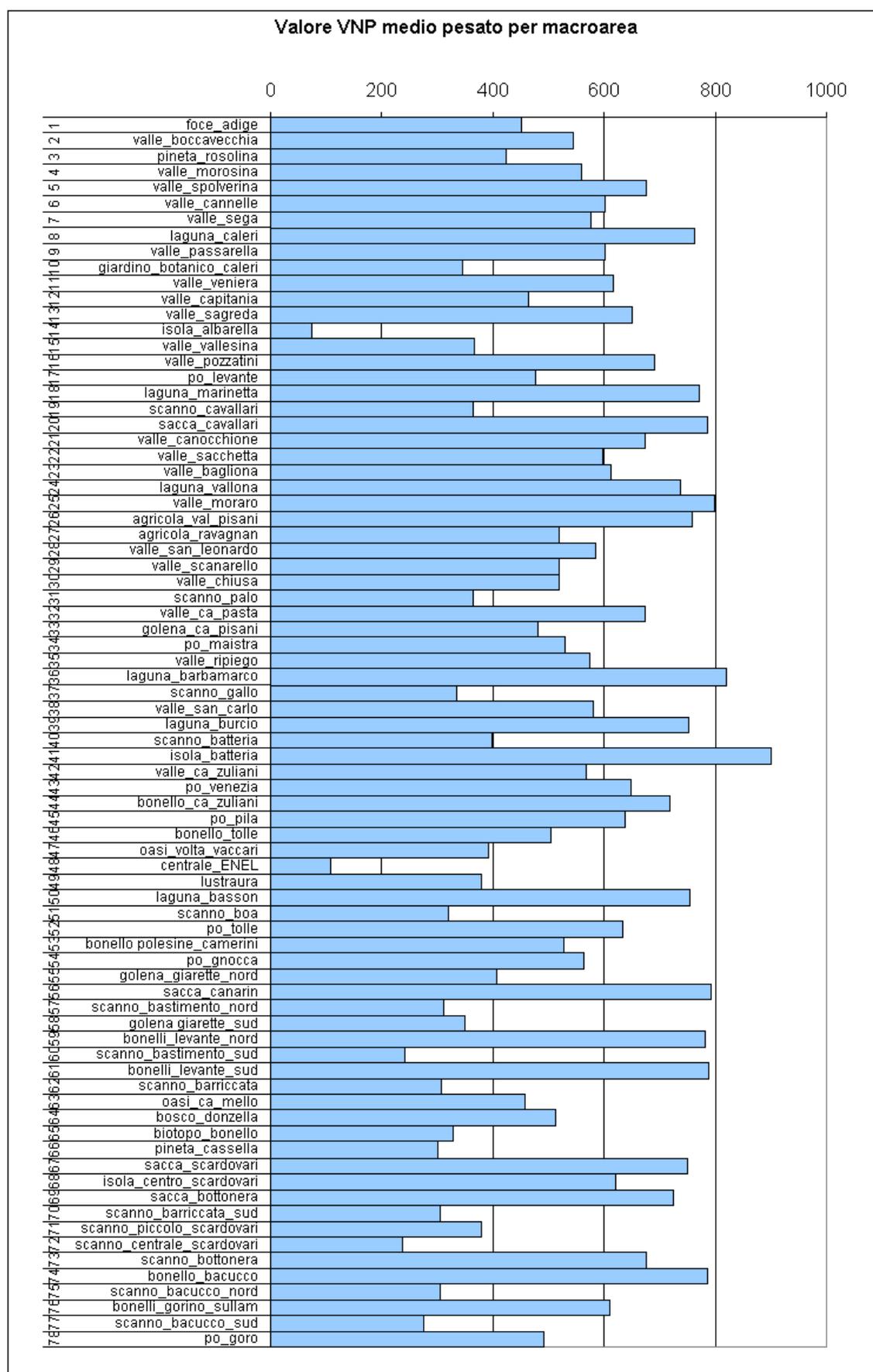


Figura 71 – Valore medio di VNP nelle macroaree di indagine. Per la localizzazione delle macroaree vedi Figura 4 e Tabella 1

9.5 Analisi qualitativa del VNP del territorio

Per fornire un giudizio sintetico sulla qualità del grado di naturalità delle unità territoriali individuate, si è applicata la metodologia descritta nel Capitolo 4.2. Il grado di qualità è stato determinato con il metodo del calcolo empirico delle soglie del VNP (Tabella 31). La mappa delle classi di naturalità è riportata in Figura 73.

In base alla suddivisione dei valori del VNP secondo le classi individuate dalla Tabella 31 si ottiene la classificazione del grado di naturalità del territorio del delta. In Figura 72 sono riportati i valori di copertura areale per la varie classi di naturalità individuate, sia in termini assoluti che relativi all'interno dell'area di studio.

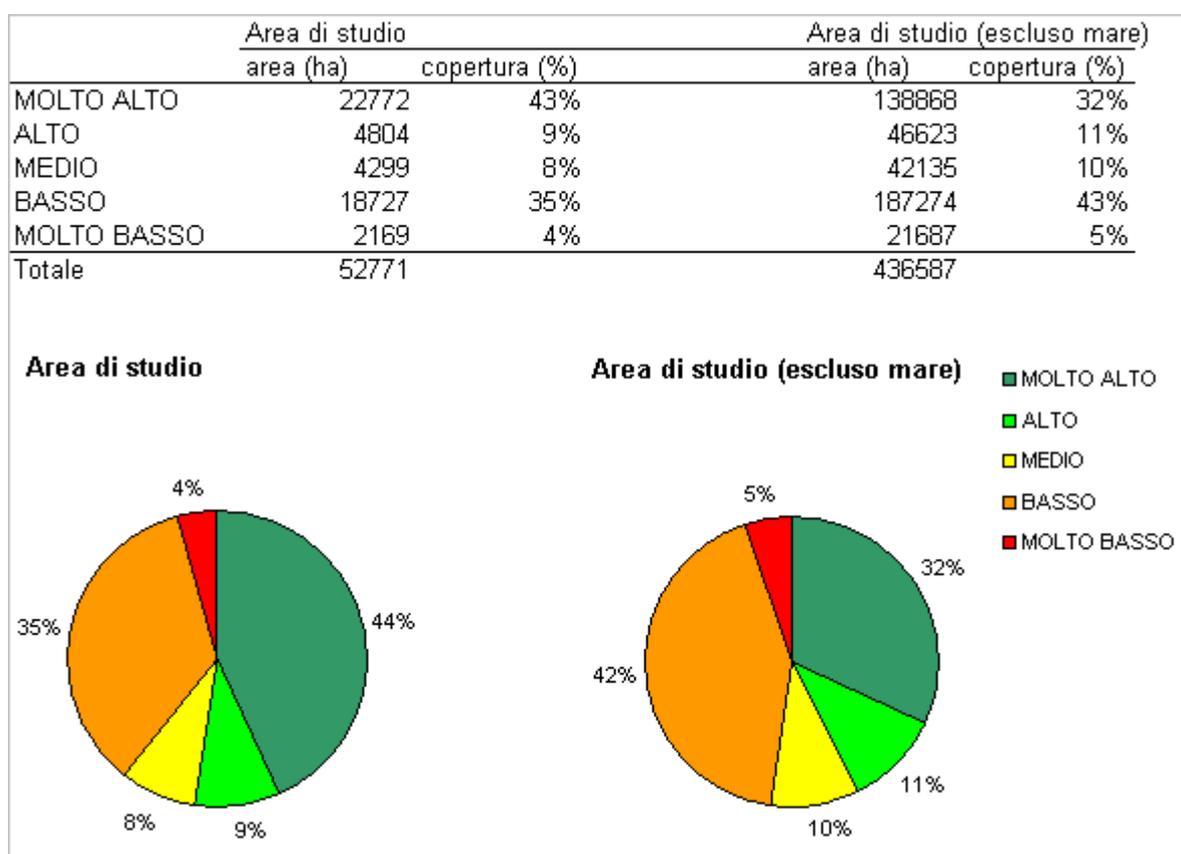


Figura 72 - Valori di copertura areale assoluti (in ettari) e relativi (copertura percentuale) delle classi di naturalità nell'area di studio e nell'area di studio escluso il braccio di mare antistante.

Si evidenzia che sull'intera area di studio la classe "MOLTO ALTO" risulta predominante (45%), seguita dalla classe "BASSO" (35%) e, con valori minori, dalle classi "ALTO", "MEDIO" e "MOLTO BASSO". Da notare che, sottraendo all'area di studio il braccio di mare antistante (1 miglio di ampiezza e 9.112 ha di estensione), la ripartizione percentuale si sposta a favore della classe a valore "BASSO" (42%) mentre la copertura della classe "MOLTO ALTO" si riduce al 32%.

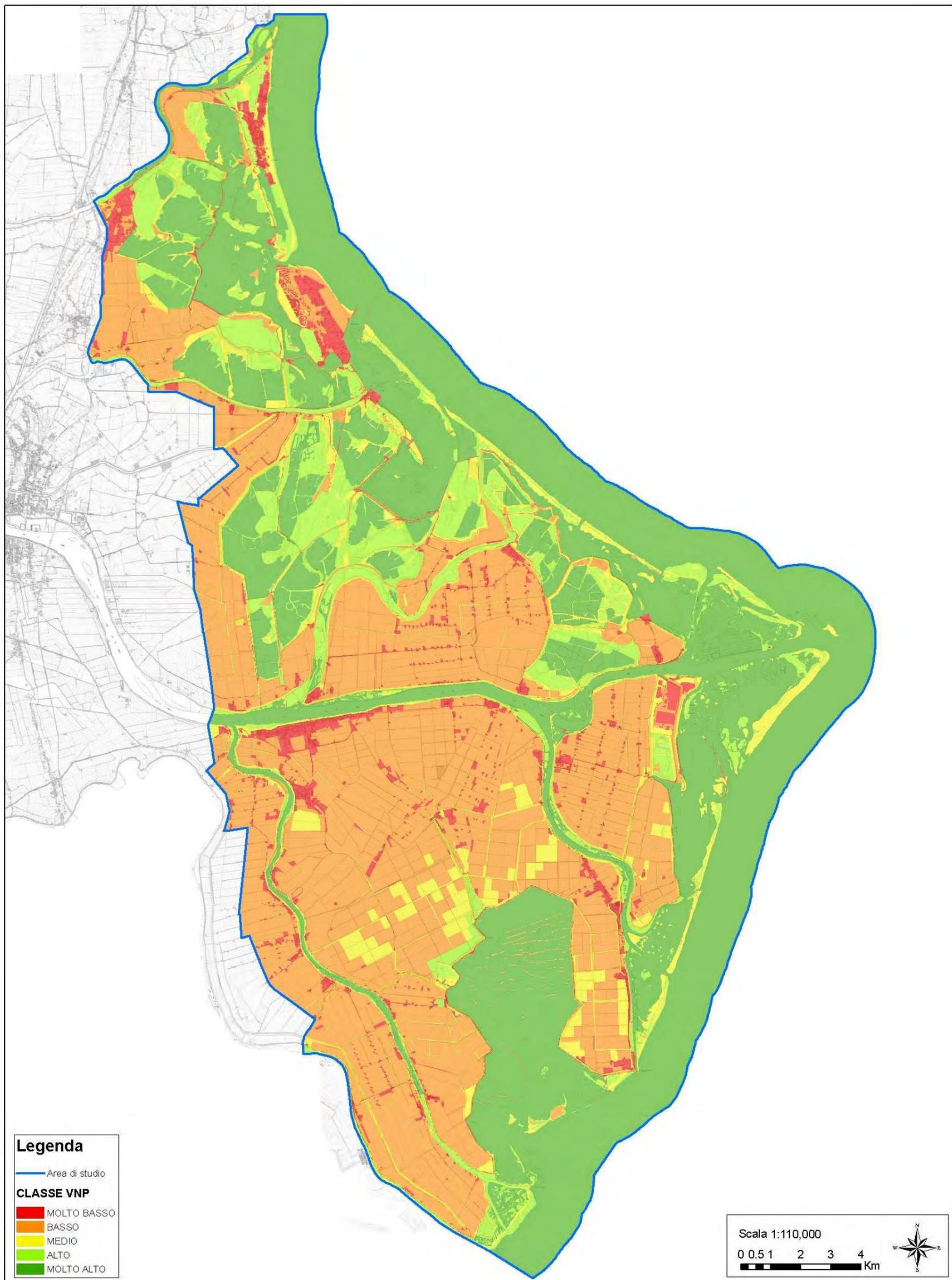


Figura 73 - Mappa delle classi di Naturalità Potenziale degli habitat del Delta del Po individuate secondo il metodo empirico (Tabella 31).

Dall'analisi della mappa si nota come le aree a valore MOLTO BASSO siano localizzate in corrispondenza dei principali insediamenti abitativi e industriali. La classe del valore BASSO è generalmente presente negli ambiti agricoli o fortemente antropizzati, mentre il valore MEDIO è presente in corrispondenza di colture con funzione vicariale di zone umide (risaie), in diverse fasce ecotonali (prati ripariali, canali e scoli di bonifica, bacini vallivi di piccole dimensioni) e sugli scanni. Le aree a valore ALTO comprendono le golene fluviali, aree palustri e vallive di acqua dolce, alcuni estesi rimboschimenti (Bosco della Donzella) e i canneti di foce. Il Valore MOLTO ALTO si registra nelle valli salmastre, nelle lagune, nei rami del Po, del Po di Levante e nell'Adige, e nel braccio di mare antistante il Delta.

9.6 Conclusioni

Il Valore di Naturalità Potenziale applicato agli habitat del Delta del Po si configura come uno strumento di valutazione che, sebbene utilizzato per la prima volta in un contesto di ambienti di transizione, appare solido e caratterizzato da buone capacità descrittive della realtà ambientale. La rappresentazione del livello di qualità ecologica generale nel Delta del Po, come riportata nella mappa del VNP (Figura 68) appare esprimere adeguatamente le valenze naturalistiche presenti a grande scala.

Sebbene siano presenti alcune lievi imprecisioni, che si evidenziano soprattutto a scala locale (es. Giardino Botanico di Porto Caleri) le valenze ecologiche sul territorio appaiono espresse in maniera congrua rispetto alle indicazioni date dagli esperti di settore. Rimane il problema della affidabilità del VNP a livello dei corpi idrici principali (rami del Po, lagune, mare) che in questa sede sono stati valutati secondo criteri estremamente generali. In questi ambiti, per via della natura e complessità degli habitat acquatici, l'intrinseca difficoltà di localizzarne le proprietà e valutarne le valenze secondo l'ottica, il VNP non si configura come uno strumento ottimale per la valutazione della qualità ecologica. In questi sistemi, in particolare nelle lagune, è necessario affrontare l'approccio mediante una serie di strumenti basati su un approccio di indagine quantitativa (VQP) piuttosto che su un giudizio di esperti di settore.

Il lavoro condotto in questo studio pone la base per una prima valutazione del valore della naturalità del territorio del Delta del Po Veneto. Lo strumento presentato può essere soggetto a revisioni, miglioramenti e implementazioni, e per le sue caratteristiche si presenta come un sistema di semplice applicazione per la stima degli impatti sul territorio. Lo strumento consente di valutare le alterazioni strutturali e funzionali degli habitat, di quantificare l'entità degli impatti e di stimare quantitativamente le relative misure di compensazione.

10 Le lagune del Delta del Po

Le metodiche di analisi utilizzate per la Sacca di Scardovari (cfr. Capitolo 6.7) sono state applicate alle lagune del Delta del Po Veneto (Sacca del Canarin, Laguna Basson, Laguna Barbamarco, Laguna Vallona, Laguna di Caleri). Per alcune lagune, in particolare Bonelli Levante e Burcio, si è evidenziata una generale carenza di dati di base. Infatti, non si sono individuati in letteratura studi su questi ambienti, né è stato possibile reperire informazioni nelle banche dati istituzionali (ARPAV, Provincia, Regione). Per questi motivi, in queste lagune non è stato possibile applicare il modello per la valutazione dello stato di qualità delle acque e sedimenti.

10.1 Fonti dei dati

10.1.1.1 Idrodinamica

I dati dei modelli idrodinamici provengono integralmente dal database sulle lagune messo a punto da IPROS per il Consorzio di Bonifica Delta Po Adige. Nel database citato, di cui questo lavoro è parte, sono disponibili modelli idrodinamici di circolazione e flusso idrico calcolati all'interno delle lagune del Delta del Po e nei bracci di mare antistanti in diverse condizioni di fondale, marea e condizioni ondometriche. Per la realizzazione dello studio sono stati considerati i modelli più recenti, in cui erano inclusi i modelli di circolazione realizzati considerando la presenza dei canali sublagunari.

10.1.1.2 Profondità

I dati del reticolo batimetrico provengono integralmente dal database sulle lagune messo a punto da IPROS per il Consorzio di Bonifica Delta Po Adige. Nel database citato, di cui questo lavoro è parte, sono disponibili dati raccolti tra il 1996 e il 2008 da diverse fonti all'interno delle lagune del Delta del Po e nei bracci di mare antistanti. Per la realizzazione dello studio sono stati considerati, per ogni laguna, i modelli più recenti prodotti da IPROS ed utilizzati per la realizzazione dei modelli idrodinamici sopra citati. Le fonti utilizzate per la realizzazione dei reticoli batimetrici per ogni laguna sono citati nei paragrafi che seguono sezioni dedicate alle batimetrie.

10.1.1.3 Granulometria

E' necessario premettere che si evidenzia una scarsa disponibilità di dati relativi alla granulometria nelle lagune in indagine. Generalmente la copertura dei dati granulometrici risulta frammentaria e raccolta in un numero di stazioni insufficiente per garantire una corretta rappresentazione dello stato dei sedimenti.

I dati utilizzati per analizzare la granulometria dei sedimenti nelle varie lagune, in termini di percentuale di sabbie/peliti, sono stati resi disponibili da ARPAV. Tali dati sono stati raccolti nell'ambito del monitoraggio nel 2008 per la valutazione della qualità delle Acque di Transizione ai sensi della citata direttiva 2000/60/CE. I campioni granulometrici sono stati prelevati in almeno tre stazioni per ogni laguna, eccetto per la Laguna Basson e per la parte più meridionale della Laguna Vallona, in cui non sono presenti stazioni di monitoraggio (Figura 74). La copertura dei dati ARPAV nelle lagune del Delta del Po è dettagliata in Tabella 52.

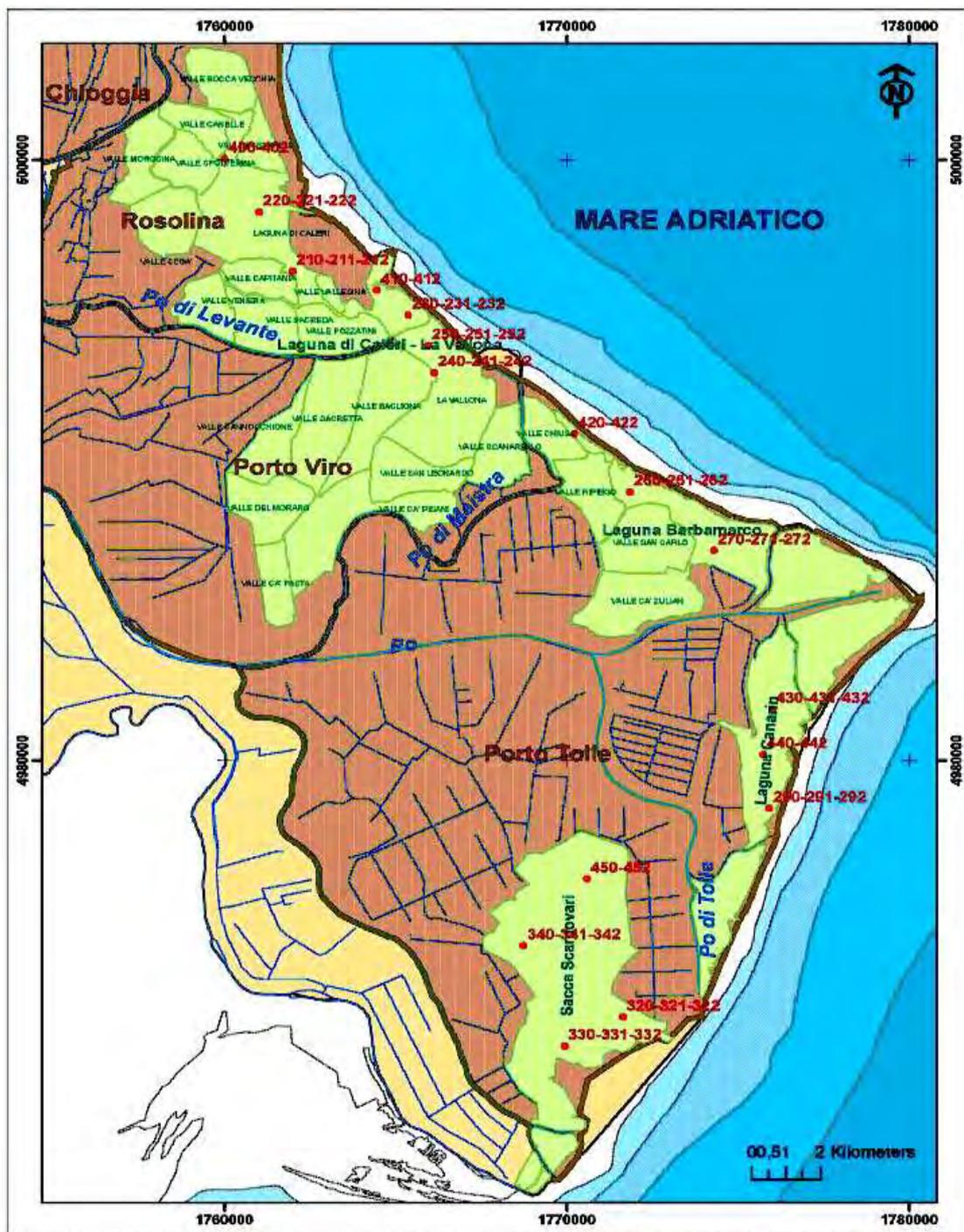


Figura 74 – Localizzazione delle stazioni di monitoraggio ARPAV nelle lagune del Delta del Po. Per la legenda dei codici vedi Tabella 52

Lagune delta del Po	Codice stazione	coord. Nord	coord. Est
Laguna di Caleri	210 - 211 - 212	4996281.44	1761998.20
	220 - 221 - 222	4998250.49	1761019.32
	400 - 402	5000024.11	1760016.95
Laguna Vallona (Marinetta)	230 - 231 - 232	4994812.61	1765366.82
	410 - 412	4995648.65	1764462.27
Laguna Vallona (Sacca Cavallari)	240 - 241 - 242	4992894.16	1766130.25
	250 - 251 - 252	4993801.07	1765955.57
Laguna Vallona (la Vallona)	assenti		
Laguna Barbamarco	260 - 261 - 262	4988920.19	1771853.33
	270 - 271 - 272	4986969.23	1774297.43
	420 - 422	4990849.11	1770220.77
Laguna Basson	assenti		
Sacca del Canarin	290 - 291 - 292	4978401.21	1775913.56
	430 - 431 - 432	4981699.83	1776007.44
	440 - 442	4980187.96	1775747.20
Sacca di Scardovari	320 - 321 - 322	4971438.60	1771644.14
	330 - 331 - 332	4970471.49	1769934.26
	340 - 341 - 342	4973815.74	1768736.63
	450 - 452	4976046.92	1770594.41

Tabella 52 – Stazioni di campionamento ARPAV presenti nelle lagune del Delta del Po, codice della stazione e posizione delle stazioni (sistema coordinate Gauss-Boaga, fuso Ovest)

Per integrare i dati forniti da ARPAV sono stati acquisiti i dati pubblicati nella Carta Ittica Lagunare della Provincia di Rovigo (Mistri *et al.*, 2008). Non è stato possibile recuperare i dati originali riferiti a campionamenti condotti nel maggio 2008. Nella pubblicazione citata la granulometria dei sedimenti viene espressa in contenuto percentuale di sabbie e restituita sotto forma di mappe tematiche a gradiente di colore (Figura 75).

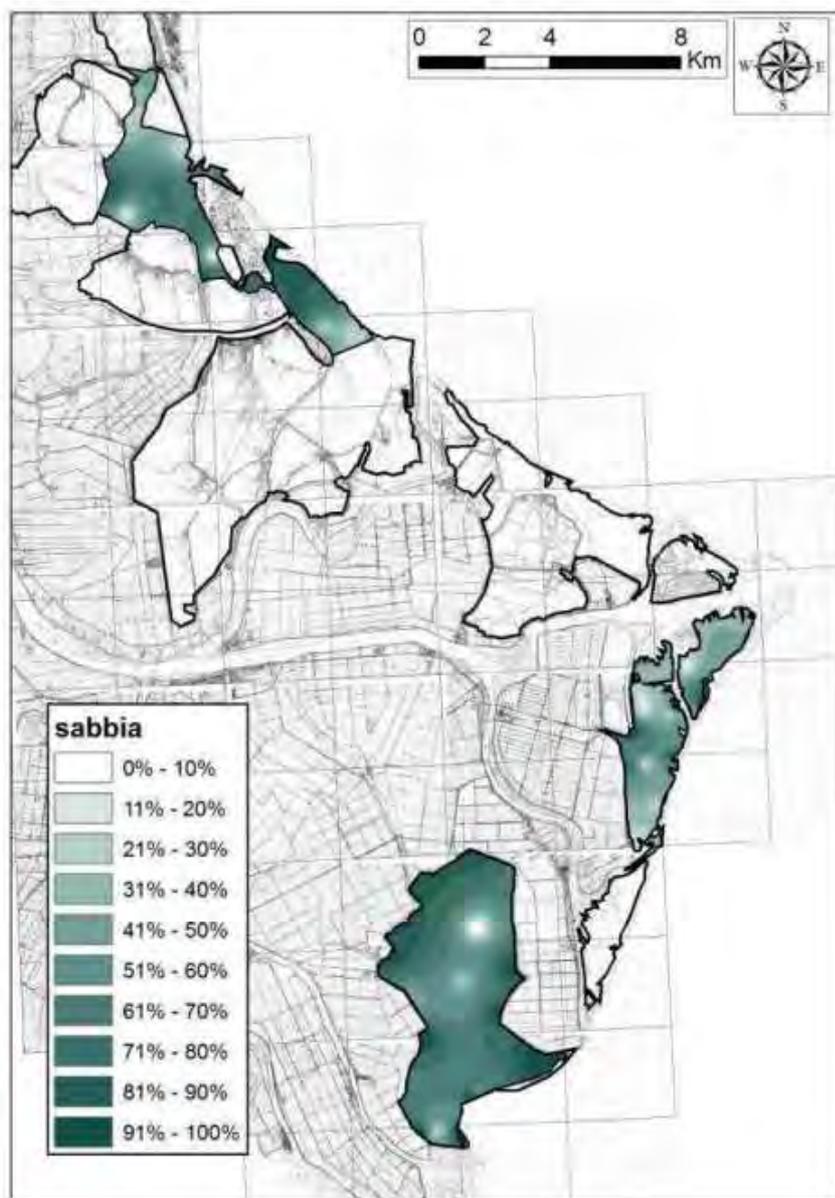


Figura 75 – Interpolazione del contenuto di sabbie rilevati nella campagna di maggio 2008 nelle Lagune in indagine (da Carta Ittica Lagunare della Provincia di Rovigo, Mistri *et al.*, 2008)

Laguna	Dati granulometria
Sacca di Scardovari	presenti
Sacca Bottonera	presenti
Sacca di Canarin	presenti
Laguna Basson	presenti
Laguna di Barbamarco	assenti
Laguna Vallona (Vallona)	assenti
Laguna Vallona (Sacca Cavallari)	presenti
Laguna Vallona (Laguna Marinetta)	presenti
Laguna Caleri	presenti

Tabella 53 – Disponibilità dei dati ricavabili dalla Carta Ittica della Provincia di Rovigo nelle lagune del Delta del Po di campionamento nelle lagune del Delta del Po

Con una tecnica di campionamento dell'immagine su diversi punti per ogni laguna e facendo riferimento al range di dati espressi dalla legenda si è risaliti al dato numerico originario con una approssimazione di $\pm 10\%$. I dati numerici ottenuti sono stati riportati in ArcGis, e integrati, ove possibile, con i dati forniti da ARPAV. E' stata effettuata una interpolazione mediante Kriging per ottenere la mappa a gradiente di colore che rappresenta la probabile distribuzione percentuale di fango e argille nei sedimenti delle varie lagune.

10.2 Sacca del Canarin

10.2.1 Idrodinamica

Il modello idrodinamico messo a punto da SPIM per il Consorzio di Bonifica Delta Po Adige quantifica la velocità delle correnti superficiali in entrata ed in uscita dalla laguna in assenza di vento e in condizioni di marea sizigiale. E' riportata la mappa dei campi di velocità espressi in $m \cdot s^{-1}$ con flussi massimi di marea in entrata e in uscita (Figura 76).

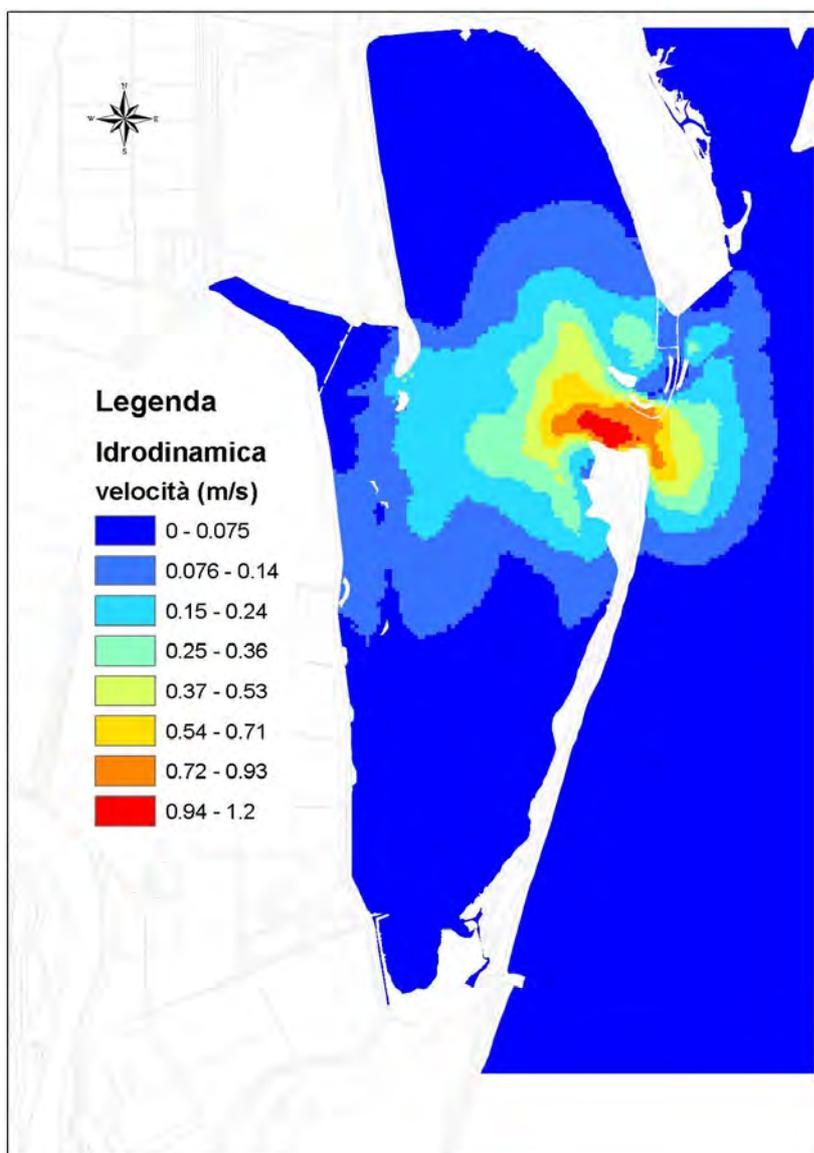


Figura 76 - Modello idrodinamico bidimensionale dei vettori di velocità delle masse d'acqua corrispondenti al massimo flusso in ingresso (marea entrante) e in uscita (marea uscente) dalla Sacca del Canarin

10.2.2 Batimetria

Per quanto riguarda le batimetrie sono stati utilizzati i rilievi eseguiti nel novembre 2003 dalla ditta Geostat. Tali rilievi si compongono di una serie di sezioni trasversali estese a tutta la laguna, di un piano quotato di dettaglio della zona della bocca a mare, e di una serie di sezioni in mare, tracciate ortogonalmente alla linea di costa fino alla batimetrica -5 m s.l.m. (Figura 77).

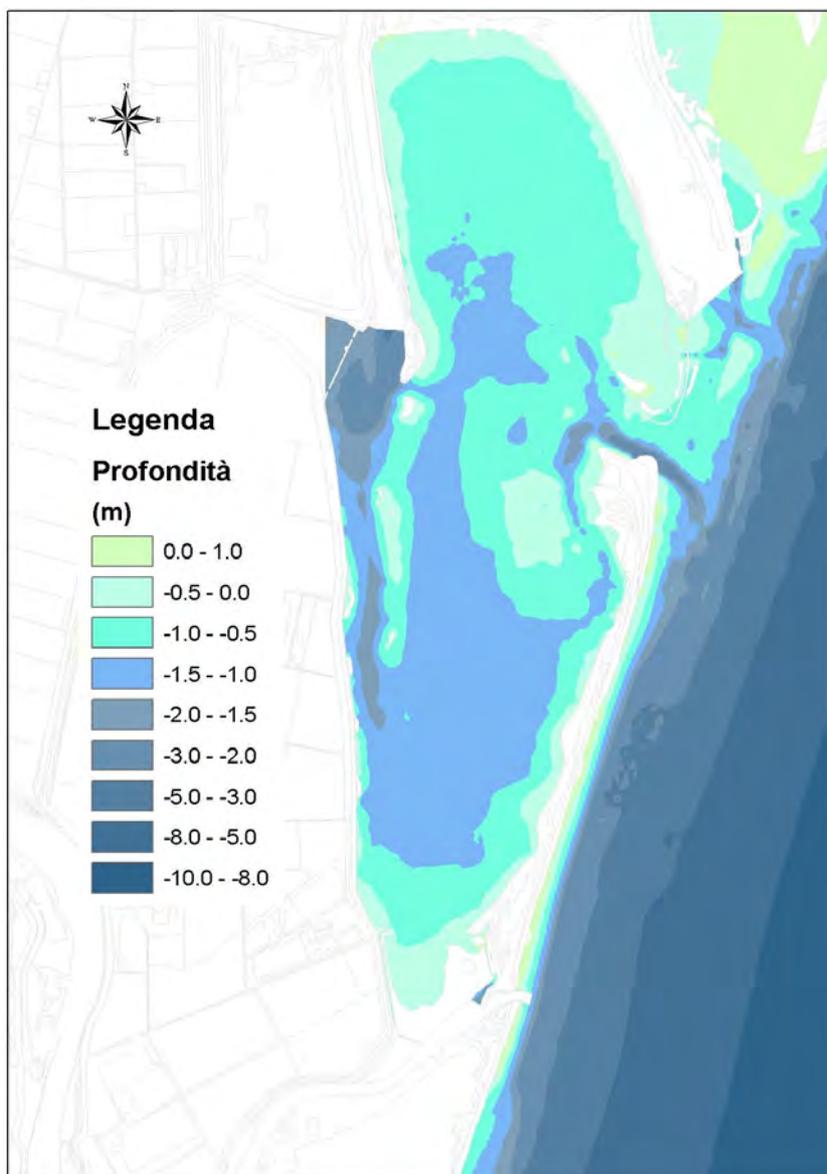


Figura 77 – Mappa della profondità rilevata nella Laguna Canarin nel 2003 (dati Geostat, Consorzio Delta Po Adige). Sono evidenziate le aree a debole copertura di acqua, sede di importanti processi ecologici

10.2.3 Granulometria

I dati rappresentati in Figura 78 derivano unicamente da interpolazione dei dati rappresentati nella Carta Ittica della Provincia di Rovigo (Figura 75). La distribuzione granulometrica dei sedimenti risulta distribuita secondo un gradiente che vede valori elevati di peliti nella parte settentrionale della laguna, maggiormente confinata, mentre in prossimità della bocca a mare prevalgono le sabbie.

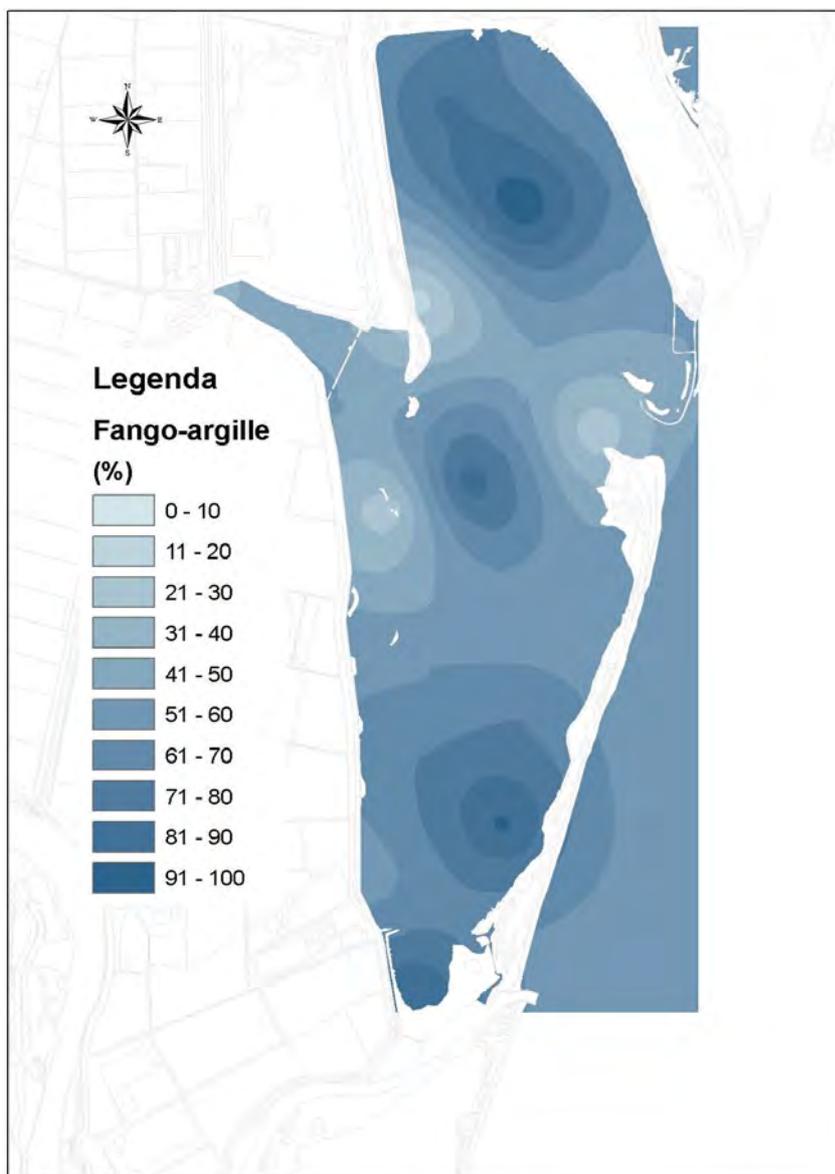


Figura 78 - Interpolazione della distribuzione percentuale dei fanghi e argille all'interno della Sacca del Canarin rilevate nel 2008 (dati ARPAV e Carta Ittica Provincia di Rovigo).

10.2.4 Mappa del Valore di Qualità Potenziale

Secondo il modello del VQP nella Sacca del Canarin l'area di più elevata qualità potenziale è quella antistante la bocca a mare (Figura 79). Una buona parte dell'estensione della laguna è caratterizzata da valori bassi e molto bassi, che si localizzano in particolare in due sacche, rispettivamente nella parte settentrionale e nell'estremità meridionale. I valori prodotti dal modello sono in accordo con le valutazioni sulla qualità del benthos prodotte nell'ambito della Carta Ittica Lagunare della Provincia di Rovigo, in cui si segnala una presenza di taxa indicatori di buona qualità ecologica nella stazione in prossimità della bocca a mare mentre le specie opportuniste e/o tolleranti predominano nelle zone più confinate della laguna (Mistri *et al.*, 2008). La presenza di estesi letti di macroalghe, segnalate durante la stagione estiva negli estremi

setentrionali e meridionali della laguna, conferma per queste aree la possibilità essere esposte a crisi anossiche e a drastici e repentini abbassamenti stagionali della qualità globale delle acque e dei sedimenti.

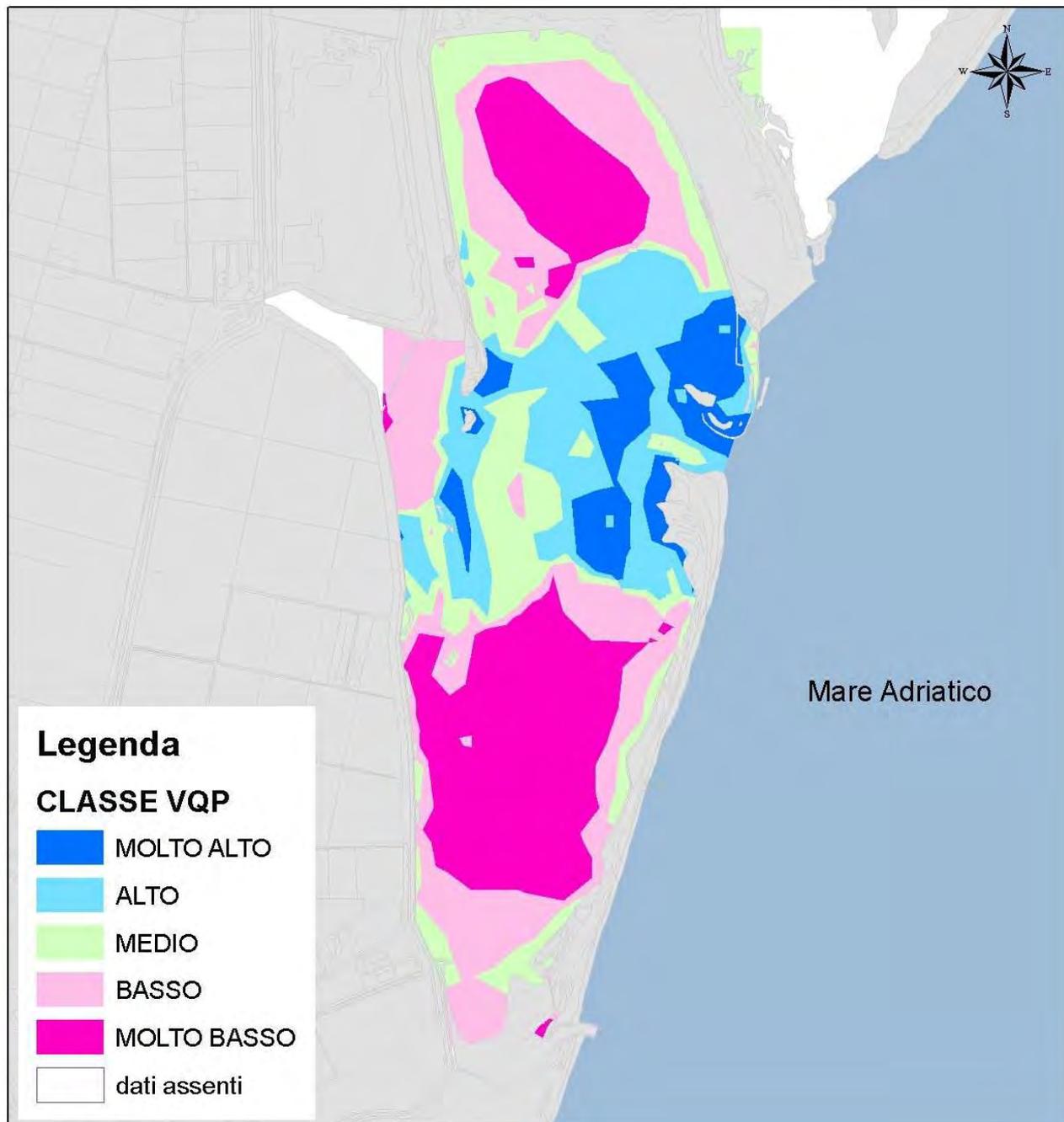


Figura 79 - Rappresentazione grafica del Valore di Qualità Potenziale dei corpi acquei all'interno della Sacca del Canarin basata sulla valutazione dei parametri idrodinamici, batimetrici e granulometrici.

10.3 Laguna Basson

10.3.1 Idrodinamica

Il modello idrodinamico messo a punto da IPROS per il Consorzio di Bonifica Delta Po Adige quantifica la velocità delle correnti superficiali in entrata ed in uscita dalla laguna in assenza di vento e in condizioni di marea sizigiale. E' riportata la mappa dei campi di velocità espressi in $m \cdot s^{-1}$ con flussi massimi di marea in entrata e in uscita (Figura 80). Si nota inoltre la presenza di flussi consistenti in prossimità della bocca a mare, che mette in contatto la parte della Marinetta con la laguna di Caleri. Tali flussi sono causati degli sfasamenti tra la propagazione della marea tra le due lagune che attuano non trascurabili scambi di portata, soprattutto in condizioni di maree sizigiali.

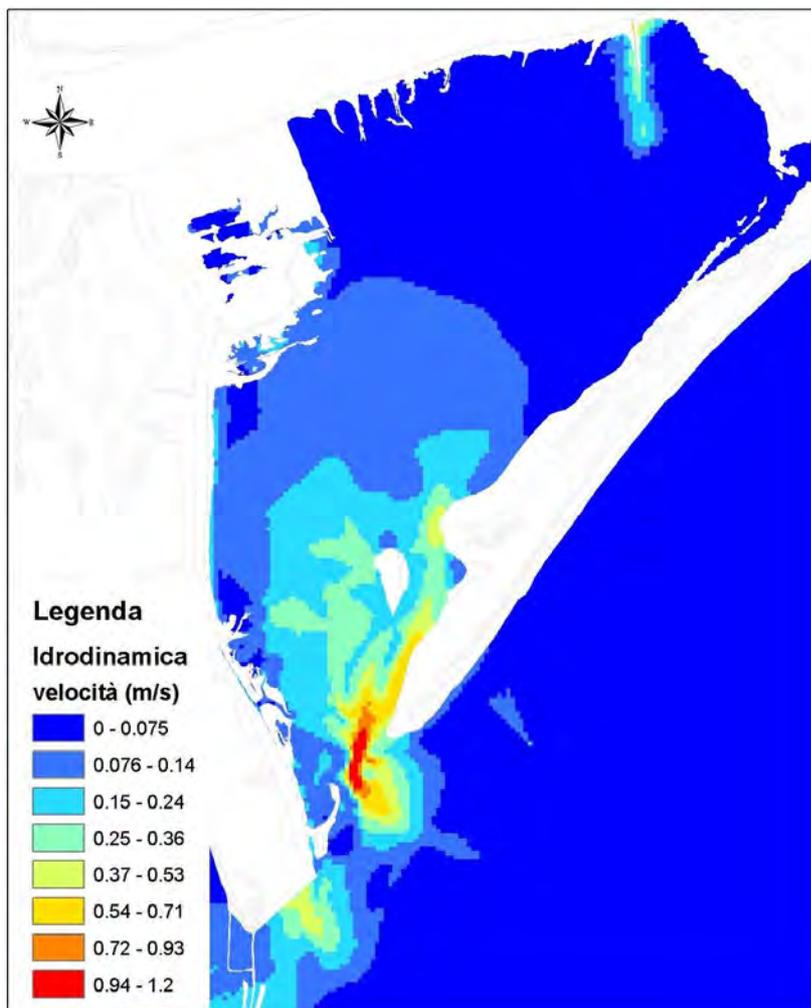


Figura 80 – Modello idrodinamico bidimensionale dei vettori di velocità delle masse d'acqua corrispondenti al massimo flusso in ingresso (marea entrante) e in uscita (marea uscente) dalla Laguna del Basson

10.3.2 Batimetria

I dati relativi ai rilievi batimetrici sono stati raccolti sul litorale, sulla bocca e all'interno della laguna nel febbraio 2005 dalle ditte Geostat e TE.MA. per il Consorzio Delta Po Adige. Dal reticolo delle batimetrie (Figura 81) si evidenzia come gran parte della laguna sia caratterizzata da bassi fondali, che, soprattutto in corrispondenza della bocca a mare, emergono in condizioni di bassa marea.

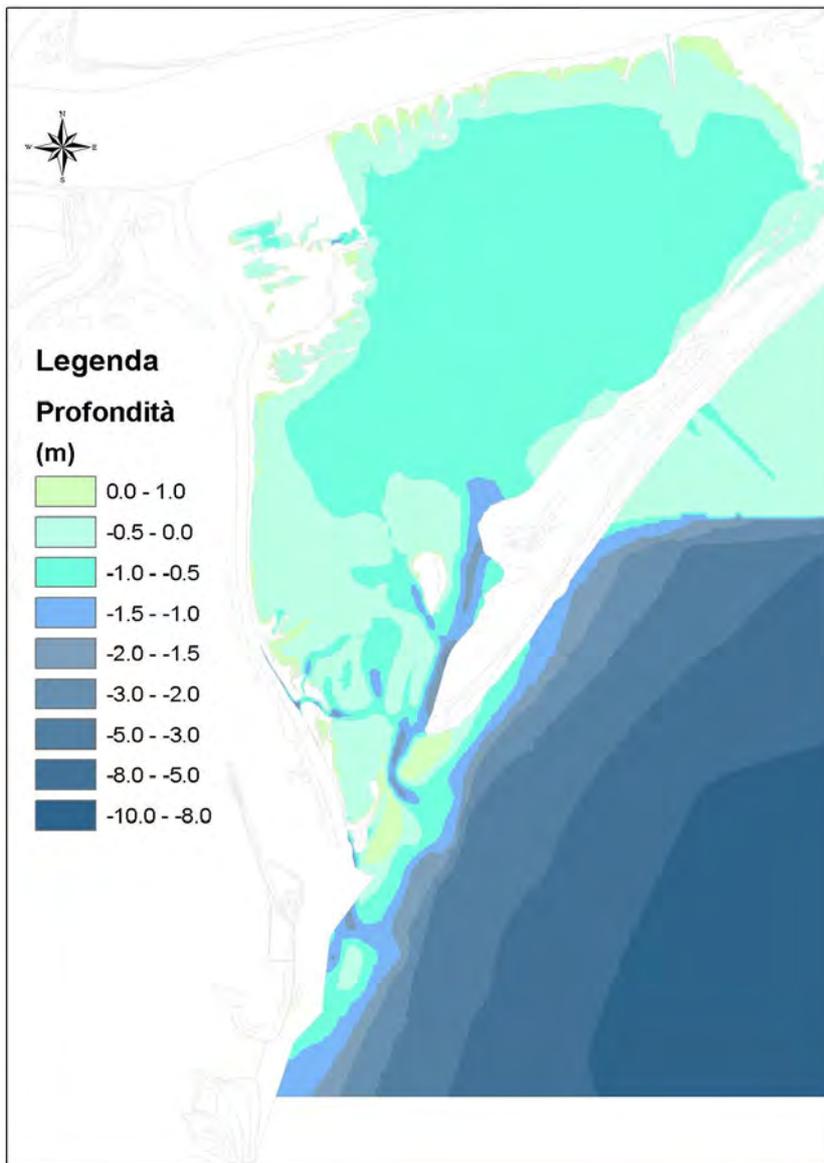


Figura 81 – Mappa della profondità rilevata nella Laguna Basson nel 2005-2006 (dati Consorzio Delta Po Adige). Sono evidenziate le aree a debole copertura di acqua, sede di importanti processi ecologici

10.3.3 Granulometria

I dati rappresentati in Figura 82 derivano unicamente da interpolazione dei dati rappresentati nella Carta Ittica della Provincia di Rovigo (Figura 75). La distribuzione granulometrica dei

sedimenti risulta distribuita secondo un gradiente che vede valori elevati di peliti nella parte settentrionale della laguna, maggiormente confinata, mentre in prossimità della bocca a mare prevalgono le sabbie.

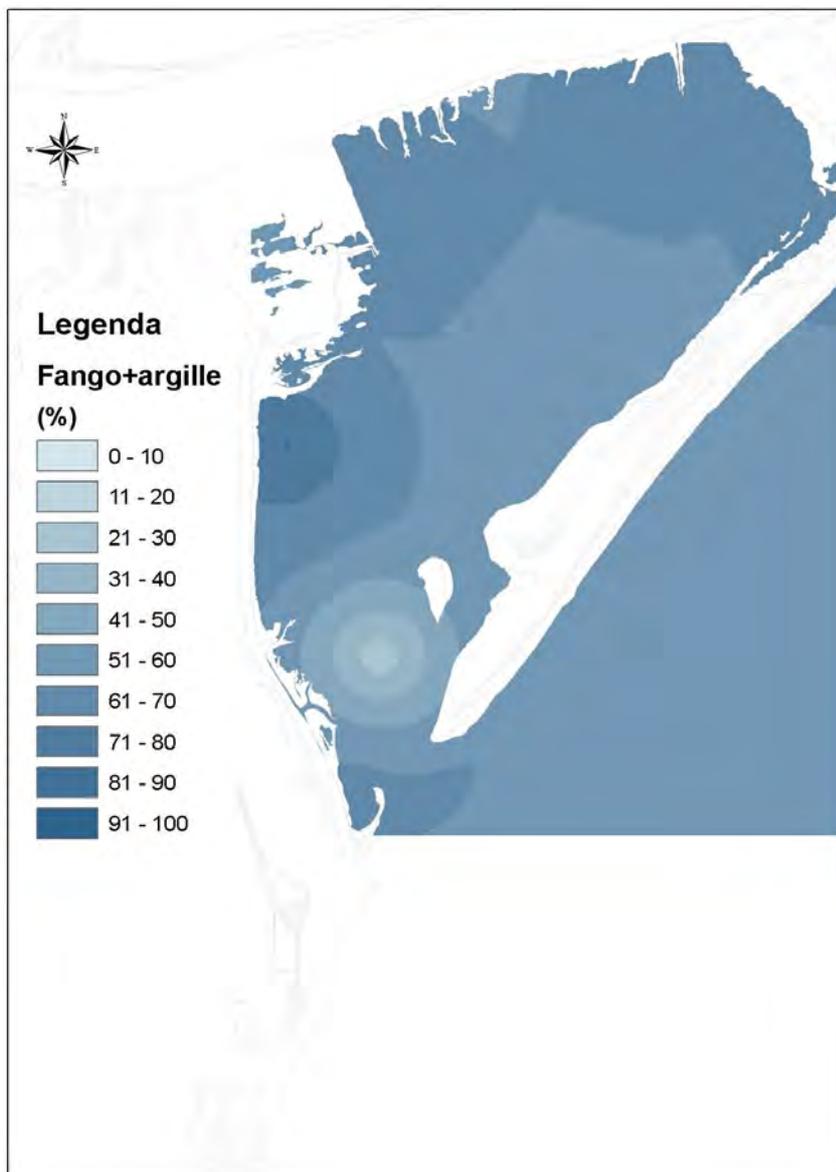


Figura 82 – Interpolazione della distribuzione percentuale dei fanghi e argille all'interno della Laguna Basson rilevate nel 2008 (dati ARPAV).

10.3.4 Mappa del Valore di Qualità Potenziale

La mappa del VQP per la laguna del Basson (Figura 83) evidenzia come la distribuzione dei valori segua un preciso gradiente, con valori molto elevati in prossimità della bocca a mare e delle aree a minore profondità, che vanno progressivamente riducendosi procedendo verso l'interno della laguna dove dominano valori bassi. Il modello evidenzia una serie di valori intermedi in prossimità della fascia ripariale interna e una serie di valori più elevati in corrispondenza di canali di immissione dal Po di Pila. Questi ultimi valori più elevati sono probabilmente da considerare

artefatti della metodica di calcolo. Per la laguna Basson non è stato possibile trovare lavori pregressi che descrivano le condizioni del fondale e della comunità bentonica, per cui non è possibile in questa sede una verifica, seppure preliminare, su eventuali corrispondenze dell'output del modello.

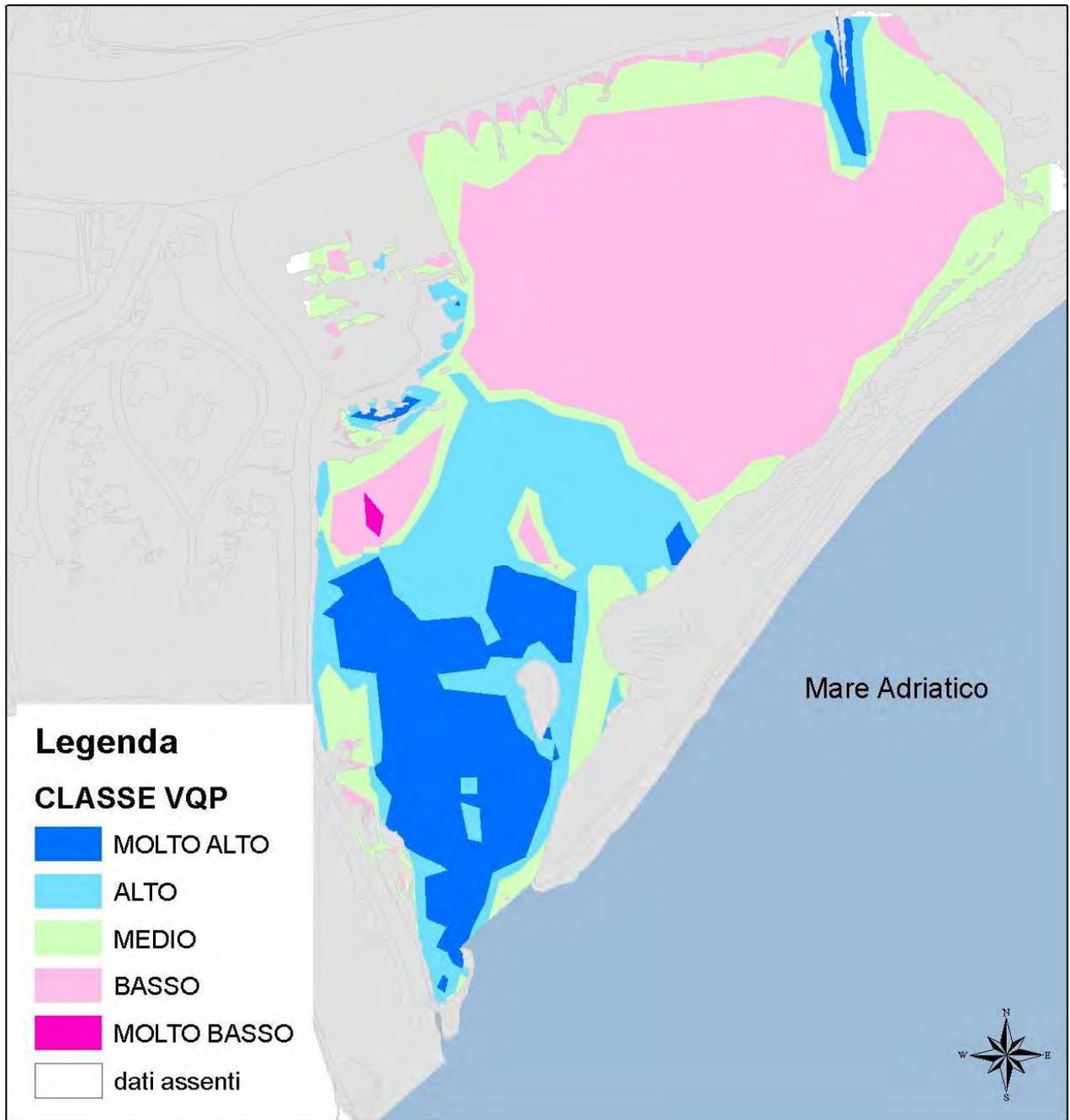


Figura 83 - Rappresentazione grafica del Valore di Qualità Potenziale dei corpi acquei all'interno della Laguna Basson basata sulla valutazione dei parametri idrodinamici, batimetrici e granulometrici.

10.4 Laguna di Barbamarco

10.4.1 Idrodinamica

Il modello idrodinamico messo a punto da SPIM per il Consorzio di Bonifica Delta Po Adige quantifica la velocità delle correnti superficiali in entrata ed in uscita dalla laguna in assenza di vento e in condizioni di marea sizigiale. E' riportata la mappa dei campi di velocità espressi in $m \cdot s^{-1}$ con flussi massimi di marea in entrata e in uscita (Figura 84).

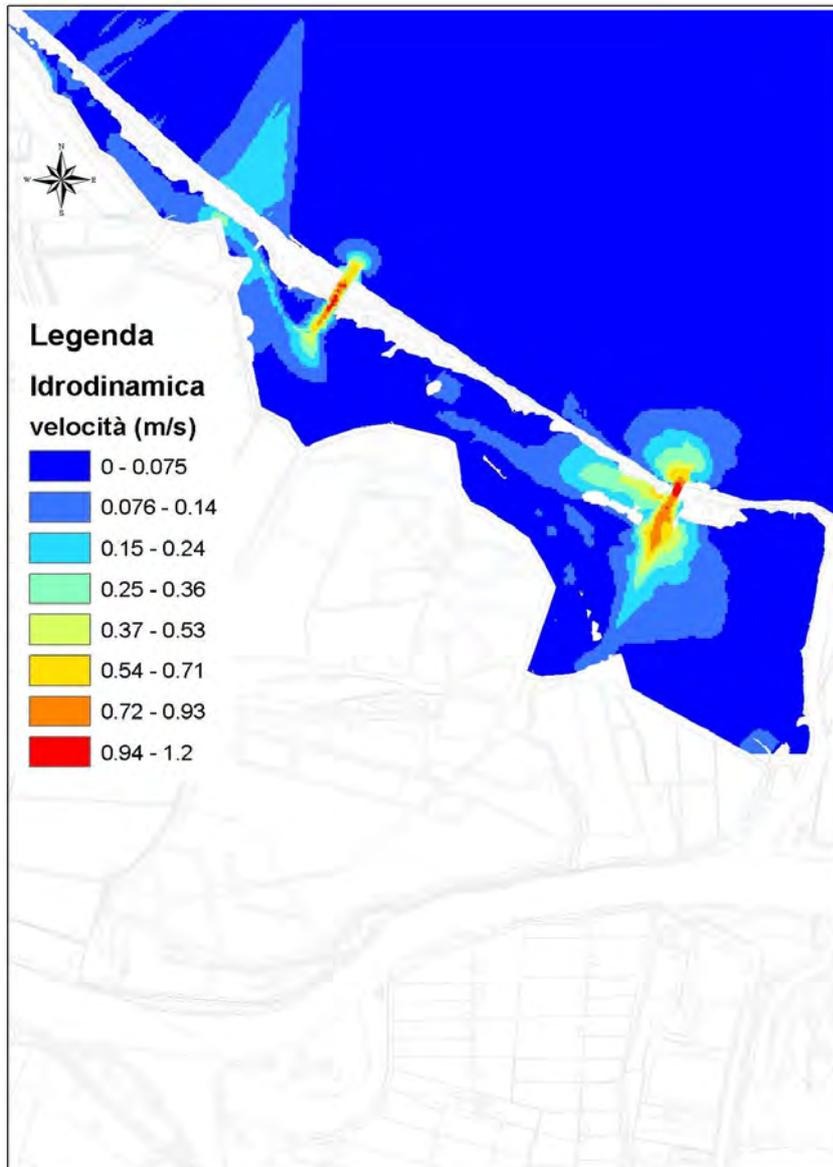


Figura 84 - Modello idrodinamico bidimensionale dei vettori di velocità delle masse d'acqua corrispondenti al massimo flusso in ingresso (marea entrante) e in uscita (marea uscente) dalla Laguna di Barbamarco

10.4.2 Batimetria

Per quanto riguarda la laguna di Barbamarco, invece, sono stati utilizzati i rilievi del Consorzio di Bonifica Delta Po-Adige eseguiti nel 2002 come attività propedeutica allo studio. Tali rilievi sono stati estesi a tutta la laguna e alle due bocche a mare in modo da ottenere un modello digitale dei fondali sufficientemente dettagliato per gli scopi modellistici (Figura 85).

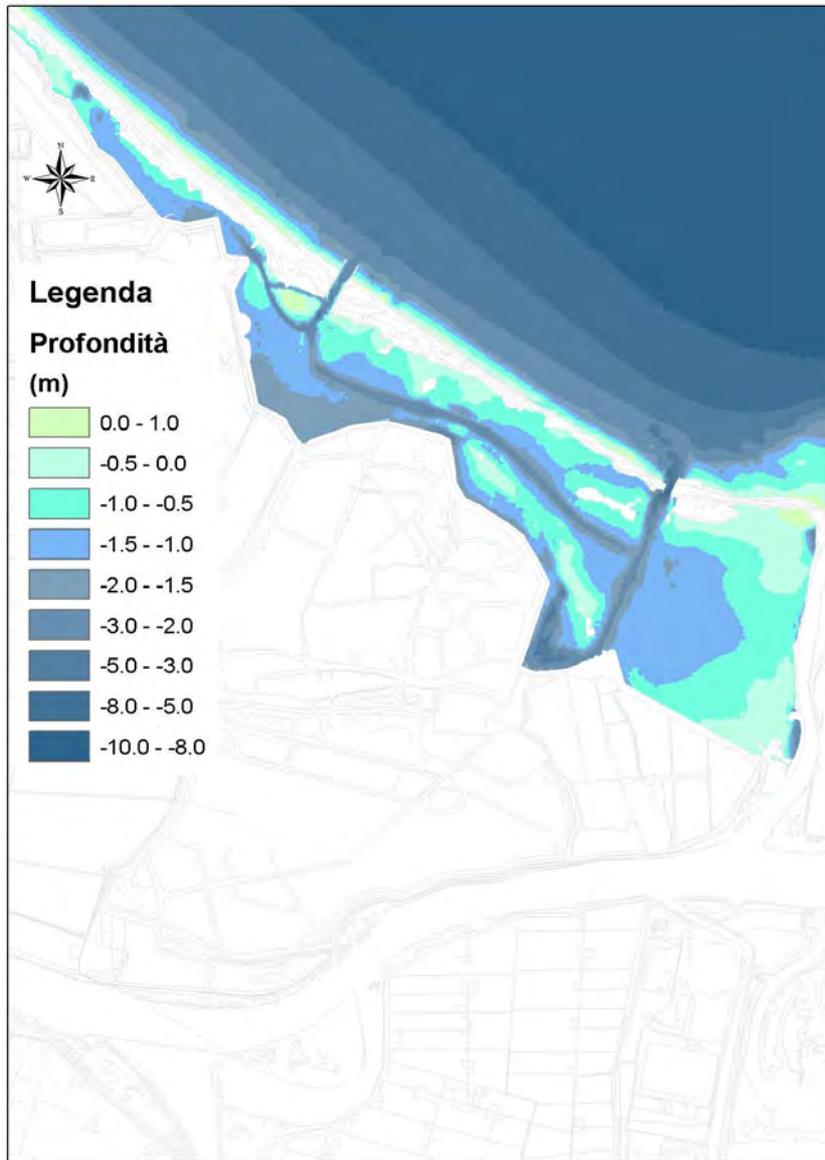


Figura 85 – Mappa della profondità rilevata nella Laguna di Barbamarco nel 2002 (dati Consorzio Delta Po Adige). Sono evidenziate le aree a debole copertura di acqua, sede di importanti processi ecologici

10.4.3 Granulometria

I dati rappresentati in Figura 86 derivano unicamente da interpolazione dei dati raccolti nelle 3 stazioni ARPAV riportate in Tabella 52. La distribuzione granulometrica dei sedimenti risulta apparentemente omogenea su tutta la superficie della laguna con valori di fango e argille

superiori al 90%. Appare evidente che il dato, sebbene risulti sufficiente per l'esecuzione del modello, non è rappresentativo della reale composizione granulometrica dei sedimenti della laguna.

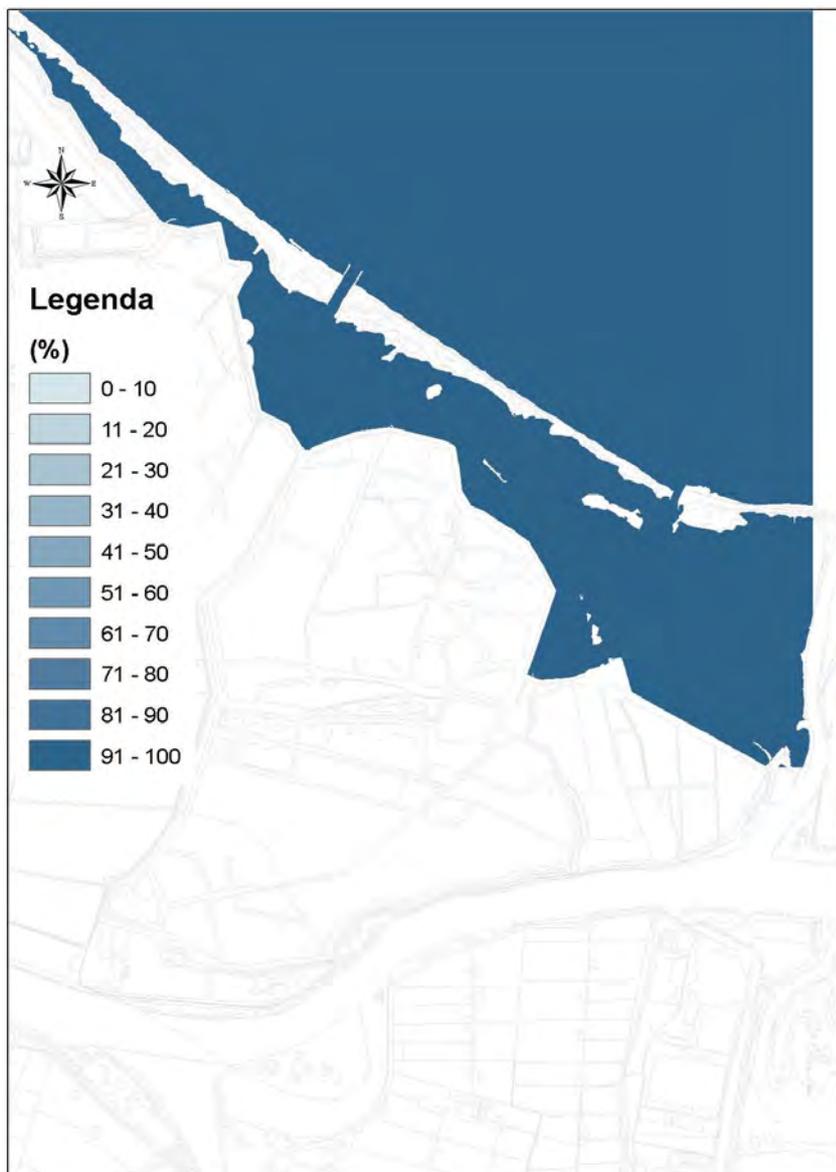


Figura 86 – Interpolazione della distribuzione percentuale dei fanghi e argille all'interno della Laguna di Barbamarco rilevate nel 2008 (dati Carta Ittica Provincia di Rovigo).

10.4.4 Mappa del Valore di Qualità Potenziale

La mappa del VQP per la Laguna di Barbamarco (Figura 87) evidenzia una estesa presenza di valori bassi e molto bassi. Un livello medio di qualità dei sedimenti è raggiunta soltanto in prossimità delle bocche a mare. Il risultato sembra dovuto soprattutto alla elevata quantità di fango e argille (oltre il 90%) registrata in tre punti complessivi sull'intera laguna. La scarsa disponibilità di dati sedimentologici probabilmente porta a una sottostima dell'effettivo valore complessivo della qualità dei sedimenti. I valori prodotti dal modello sono in parziale accordo con

le valutazioni sulla qualità del benthos prodotte nell'ambito della Carta Ittica Lagunare della Provincia di Rovigo. Mistri *et al.* (2008) evidenziano un basso livello generale di vivificazione della laguna, sebbene la qualità generale dei sedimenti vari da "povera", nelle zone più interne, a "moderata" in prossimità della bocca a mare più meridionale. Nel caso di Barbamarco si sente l'esigenza di un'indagine più approfondita a livello della granulometria dei sedimenti per poter ottenere un output del modello maggiormente affidabile.

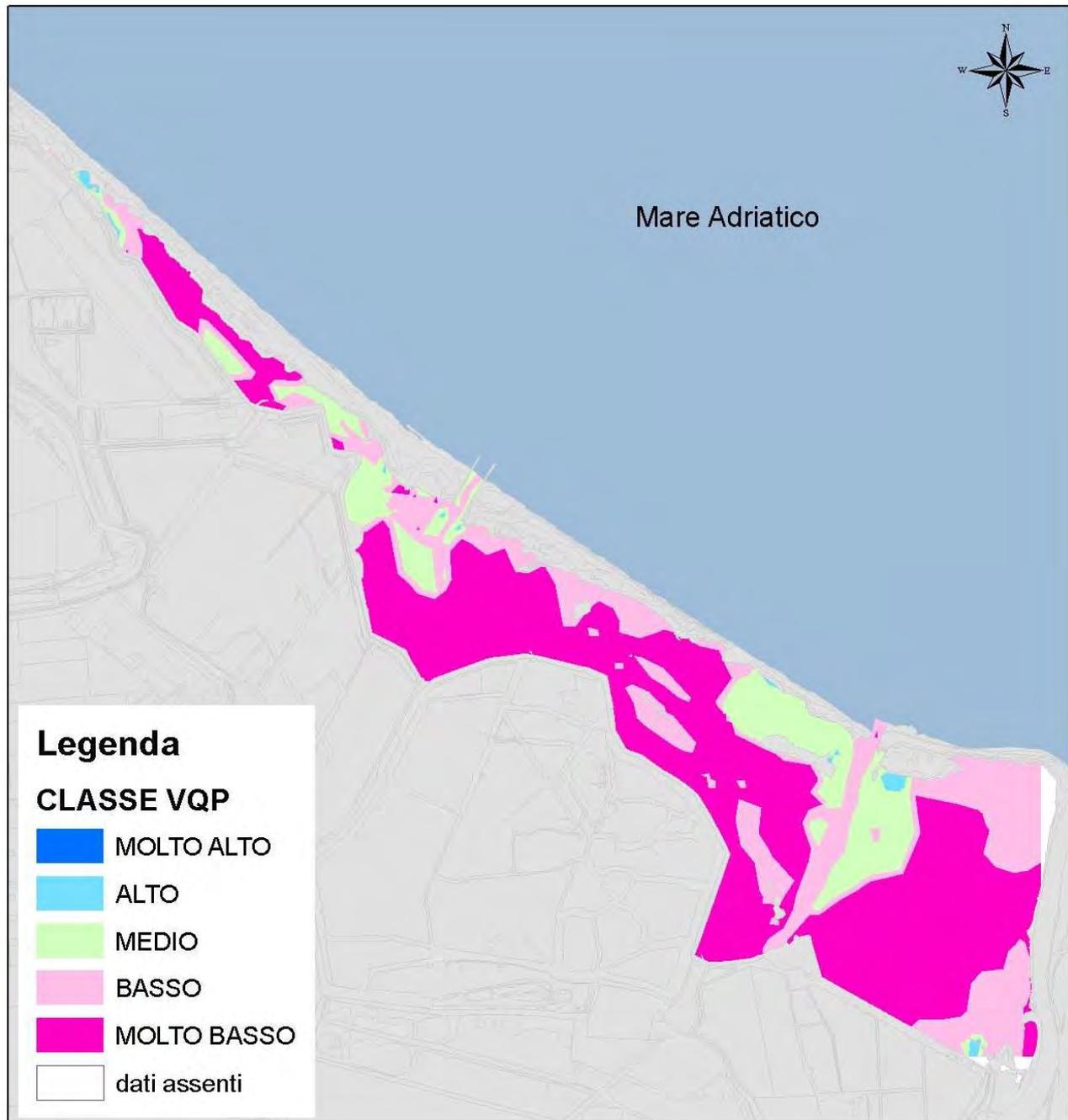


Figura 87 - Rappresentazione grafica del Valore di Qualità Potenziale dei corpi acquei all'interno della Laguna di Barbamarco basata sulla valutazione dei parametri idrodinamici, batimetrici e granulometrici.

10.5 Laguna Vallona

10.5.1 Idrodinamica

Il modello idrodinamico messo a punto da IPROS per il Consorzio di Bonifica Delta Po Adige quantifica la velocità delle correnti superficiali in entrata ed in uscita dalla laguna in assenza di vento e in condizioni di marea sizigiale. Il modello assume la completa apertura delle paratie presenti nell'Isola S. Margherita. E' riportata la mappa dei campi di velocità espressi in $m \cdot s^{-1}$ con flussi massimi di marea in entrata e in uscita (Figura 88). Si nota inoltre la presenza di flussi consistenti in prossimità del Varco Pozzadini, che mette in contatto la parte della Marinetta con la laguna di Caleri. Tali flussi sono causati degli sfasamenti tra la propagazione della marea tra le due lagune che attuano non trascurabili scambi di portata, soprattutto in condizioni di maree sizigiali.

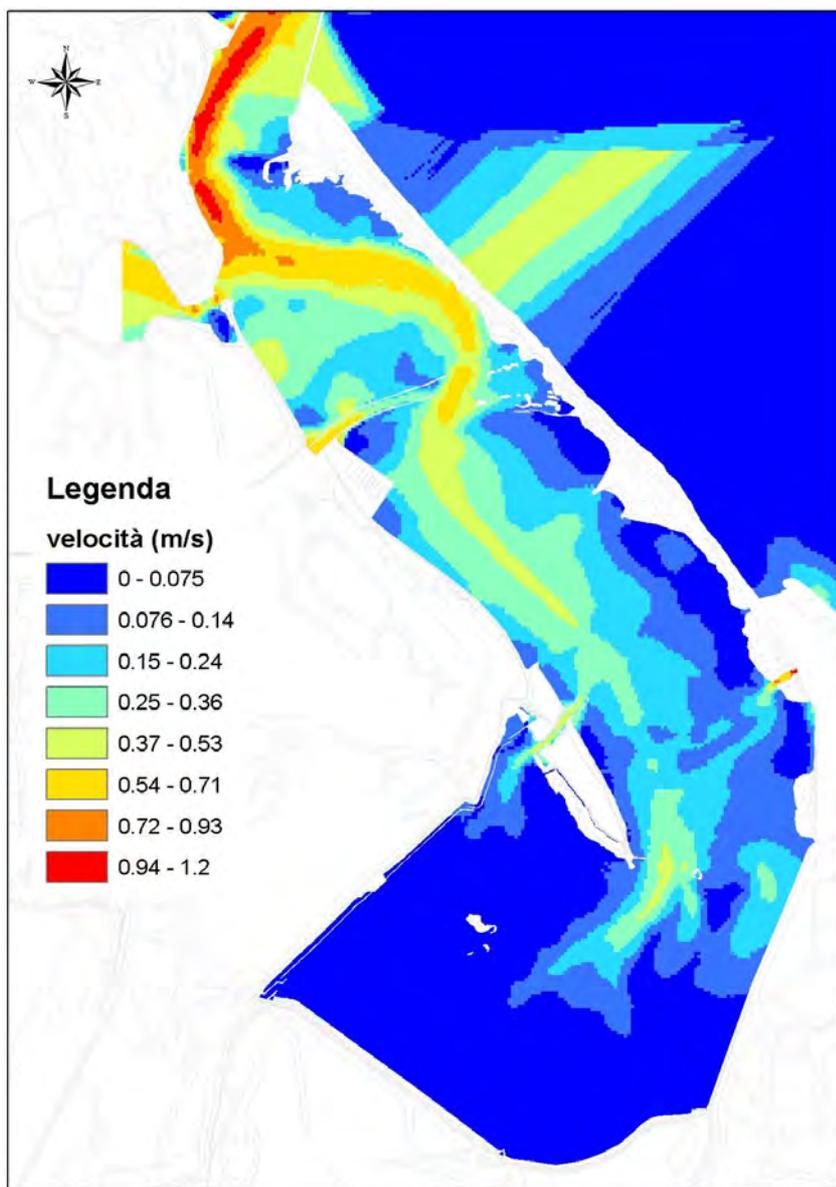


Figura 88 - Modello idrodinamico bidimensionale dei vettori di velocità delle masse d'acqua corrispondenti al massimo flusso in ingresso (marea entrante) e in uscita (marea uscente) dalla Laguna Vallona

10.5.2 Batimetria

Per descrivere la geometria del sistema lagunare ed in particolare la batimetria dei fondali si è fatto riferimento ai diversi rilievi disponibili. La base di riferimento è rappresentata dal rilievo della parte meridionale della laguna, a sud dello sbocco del Po di Levante, eseguito nel 1996 dalla ditta Geostat per conto del Consorzio Delta Po Adige. Tale rilievo copre sia la laguna che le parti emerse (penisola S. Margherita e, in parte, scanno Cavallari) e fornisce un quadro molto dettagliato dello stato della laguna nella situazione antecedente agli interventi del progetto di vivificazione. Esso è integrato dal rilievo di tutta la parte settentrionale della laguna e dal rilievo di dettaglio dei bassifondi e della fascia di mare antistante il varco Bocchetta e la foce del Po di

Maistra, eseguiti anch'essi dalla ditta Geostat negli anni 1991 e 1993-1994. Altri importanti dati batimetrici utilizzati sono quelli rilevati dal COVNI (ente della Regione Veneto per la navigazione interna) nell'ambito del progetto e della realizzazione delle opere di armamento con due moli foranei della foce del Po di Levante. Si tratta di una serie di rilievi dei fondali all'imboccatura portuale e negli specchi d'acqua antistanti, nonché del canale navigabile dal Po di Levante al mare, effettuati negli anni 2002-2004. Sono stati utilizzati, inoltre, i rilievi batimetrici fatti eseguire dal Consorzio Delta Po Adige sui litorali antistanti il Delta del Po su 10 sezioni ortogonali alla costa, ad interasse di circa 1 km, nel tratto che va dall'isola di Albarella alla foce del Po di Maistra, estese dalla riva alla batimetrica -15. Infine, sono state utilizzate le circa 30 sezioni di controllo effettuate nel maggio 2006 a cura del Consorzio di Bonifica Delta Po Adige sui canali lagunari. Sono state inoltre utilizzate una serie di ulteriori strisciate, fornite dalla ditta Geostat ad integrazione delle sezioni sui canali, relative a tutta la navigazione eseguita dall'imbarcazione dotata di ecoscandaglio nel corso della campagna di rilievi del maggio 2006. La costruzione del reticolo ha portato alla produzione della mappa di Figura 89.

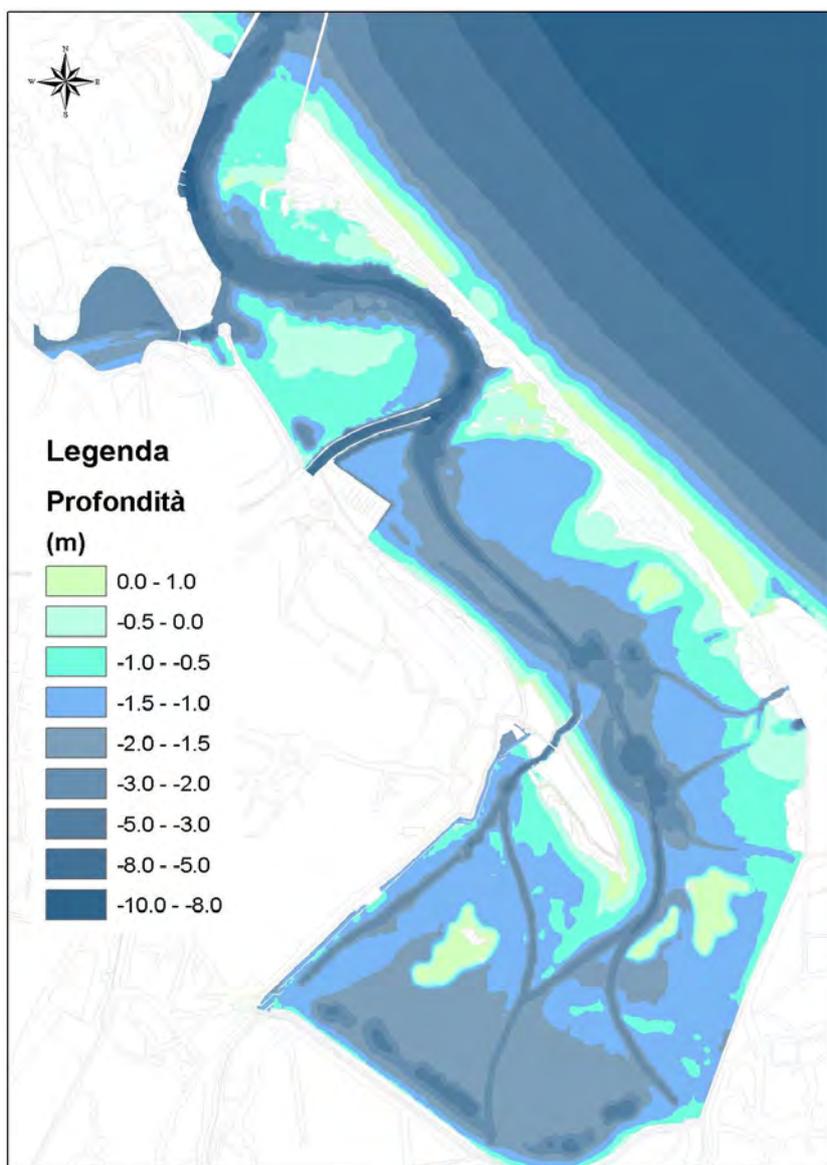


Figura 89 – Mappa della profondità rilevata nella Laguna Vallona risultante dall’integrazione di vari rilievi batimetrici tra il 1996 e il 2006 (dati Consorzio Delta Po Adige). Sono evidenziate le aree a debole copertura di acqua, sede di importanti processi ecologici

10.5.3 Granulometria

Si registra la mancanza di dati di granulometria in corrispondenza della parte meridionale della laguna (La Vallona), mentre sono presenti dati raccolti nelle stazioni ARPAV riportate in Tabella 52 in Sacca Cavallari e in Laguna Marinetta. Non sono disponibili dati della Carta Ittica. L’interpolazione riporta elevati valori percentuali di sabbie in prossimità della bocca a mare, in Laguna Marinetta, e un elevato contenuto di fango e argille in Sacca Cavallari (Figura 90).

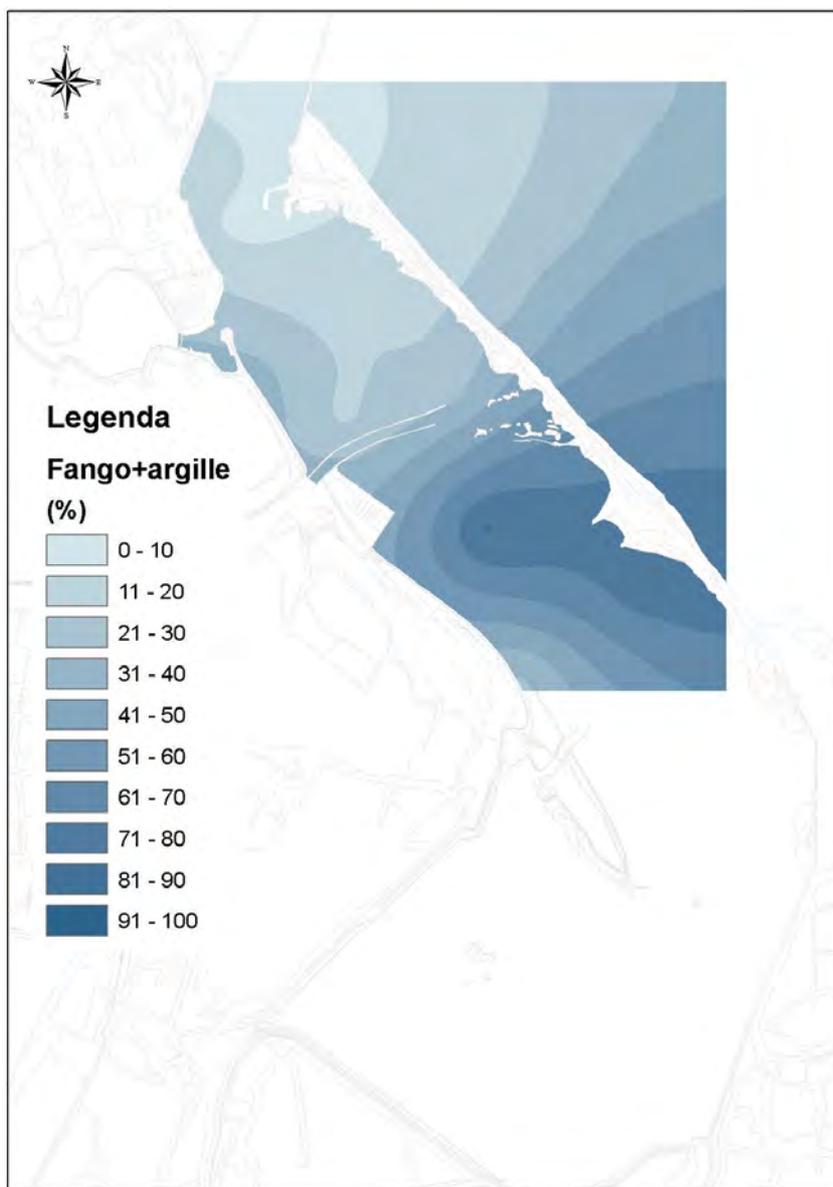


Figura 90 – Interpolazione della distribuzione percentuale dei fanghi e argille all’interno della Laguna Vallona rilevate nel 2008 (dati ARPAV). Si nota la mancanza di dati in corrispondenza della parte meridionale della laguna (La Vallona), mentre sono presenti in Sacca Cavallari e in Laguna Marinetta

10.5.4 Mappa del Valore di Qualità Potenziale

Nel caso della laguna Vallona la mancanza assoluta di dati granulometrici relativi alla parte più meridionale del corpo idrico non ha consentito la completa generazione dei valori di qualità.

L’output del modello sulle aree in cui sono disponibili tutti e tre i parametri essenziali mostra un’estesa presenza di valori molto elevati di VQP nella Laguna Marinetta e la presenza di valori che vanno da “medio” a “buono” in Sacca Cavallari (Figura 91). Secondo il modello del VQP la porzione del corpo idrico relativo alla laguna Marinetta mostra un valore di qualità da “alto” a “molto alto”, senza un chiaro gradiente di confinamento. Mistri *et al.* (2008) giungono a simili conclusioni mediante l’analisi del benthos in tre stazioni, indicando per la laguna Marinetta valori

di qualità medio - alti con una generale indicazione di "livello soddisfacente" dello stato dell'ambiente

Per quanto riguarda la porzione di Sacca Cavallari, il modello ha prodotto una mappa di valutazione parziale in cui si evidenzia un livello di qualità medio, con una sacca con valore basso, nella porzione di lagune più aderente al retro scanno. In Sacca Cavallari sembra perciò più marcata la tendenza al confinamento delle acque, con valori che tendono ad abbassarsi allontanandosi dal canale sublagunare. Anche in questo caso il trend dei valori individuati sembra conformarsi ai risultati ottenuti da Mistri *et al.* (2008), che evidenziano valori degli indici biotici corrispondenti a buona qualità nella zona del porto Levante, e valori di qualità moderata nella zona corrispondente al retro scanno più confinato.

Come detto in precedenza, la mancanza di dati granulometrici non consente l'estensione del modello oltre l'areale riportato in Figura 91. Si ritiene necessario ai fini di una stima minima delle potenzialità del sistema colmare il vuoto conoscitivo con l'acquisizione di dati attraverso campionamenti mirati.

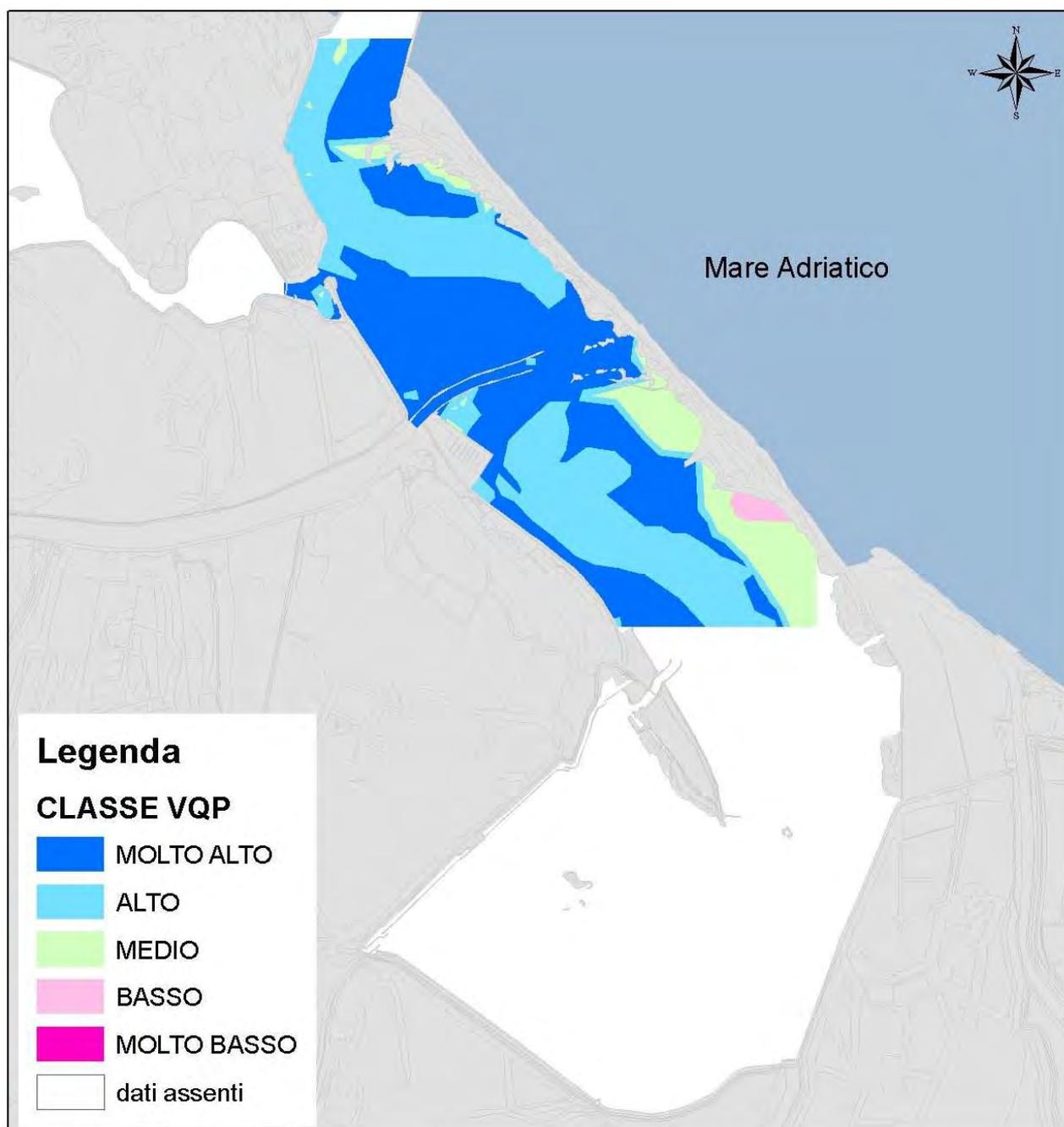


Figura 91 - Rappresentazione grafica del Valore di Qualità Potenziale dei corpi acquei all'interno della Laguna Vallona basata sulla valutazione dei parametri idrodinamici, batimetrici e granulometrici. Il modello è calcolato solamente nella Laguna Marinetta e in Sacca Cavallari. L'assenza di dati granulometrici parte più meridionale (La Vallona) non consente il calcolo del VQP

10.6 Laguna di Caleri

10.6.1 Idrodinamica

Il modello idrodinamico messo a punto da IPROS per il Consorzio di Bonifica Delta Po Adige quantifica la velocità delle correnti superficiali in entrata ed in uscita dalla laguna in assenza di

vento e in condizioni di marea sizigiale. E' riportata la mappa dei campi di velocità espressi in $m \cdot s^{-1}$ con flussi massimi di marea in entrata e in uscita (Figura 92). Poiché la laguna di Caleri comunica con la adiacente laguna La Vallona attraverso il Varco Pozzatini, e tale collegamento assume, come si è detto, un ruolo non trascurabile sulla dinamica della circolazione delle correnti di marea, il modello acquisito tiene adeguatamente conto di questa situazione.

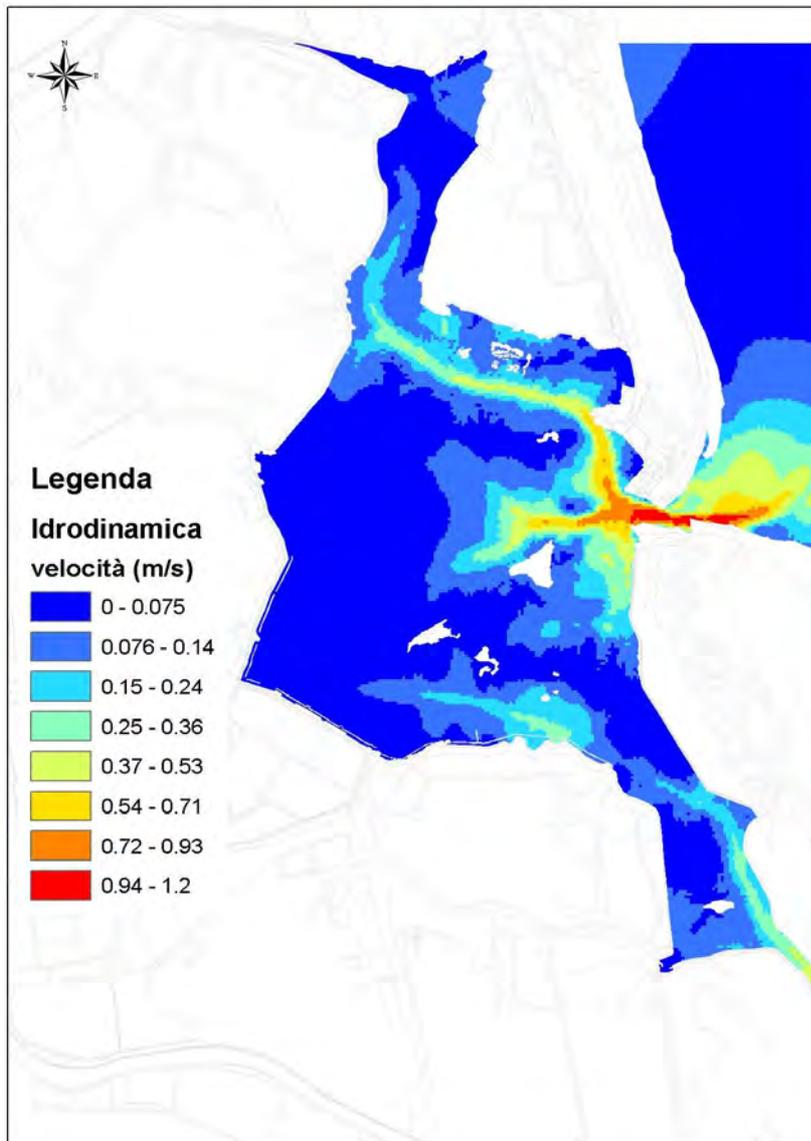


Figura 92 - Modello idrodinamico bidimensionale dei vettori di velocità delle masse d'acqua corrispondenti al massimo flusso in ingresso (marea entrante) e in uscita (marea uscente) dalla Laguna di Caleri

10.6.2 Batimetria

Propedeutici alle indagini suddette sono stati i rilievi batimetrici che il Consorzio ha realizzato nel periodo settembre-dicembre 2007, finalizzati a verificare la attuale consistenza delle sezioni dei canali, e ad individuare i tratti in cui in questi anni si possono essere verificati fenomeni di

interrimento. La principale base di riferimento è rappresentata dal rilievo recentemente eseguito dalla ditta Geostat per conto del Consorzio, nel periodo settembre-dicembre 2007. Sono stati presi in esame i rilievi eseguiti dalla ditta Geostat nel 1995 e nel 2002, finalizzati a verificare lo stato dei canali lagunari subito dopo la loro realizzazione e ad alcuni anni di distanza, e anche il rilievo eseguito su tutta la laguna prima dell'inizio dei lavori (attorno al 1990). Quest'ultimo in particolare fornisce le quote dei bassifondi anche in molte zone in cui i rilievi più recenti non si spingono e che, essendo situate presso il margine della laguna dove le correnti sono meno intense, non devono aver subito grandi variazioni batimetriche. Esso, combinato con le indicazioni sulla conformazione e quota delle barene desumibili dagli elaborati di progetto e dalle foto aeree, consente di comporre un quadro sufficientemente completo della batimetria di tutta la laguna. Altri importanti dati batimetrici utilizzati sono quelli rilevati dalla Regione Veneto nel braccio di mare antistante la bocca di Caleri nel luglio 2006. In sono rappresentate le curve batimetriche risultanti dal rilievo. La batimetria del braccio di mare antistante la laguna è stata determinata, inoltre, sulla base dei rilievi fatti eseguire dal Consorzio Delta Po Adige sui litorali antistanti il Delta del Po. Di tale base di dati sono state considerate le sezioni ortogonali alla costa, poste ad interasse di circa 1 km, estese dalla riva fino alla batimetrica -15. Infine, è preso in considerazione il rilievo Lidar, eseguito dal Genio Civile di Rovigo nell'aprile 2006. Questo rilievo, eseguito in condizioni di bassa marea, consente di rappresentare con dettaglio l'altimetria delle zone di bassofondo e di battigia non descritte o descritte solo parzialmente dai rilievi tradizionali, che tuttavia fanno parte del dominio del modello perché risultano allagate in condizioni di alta marea.

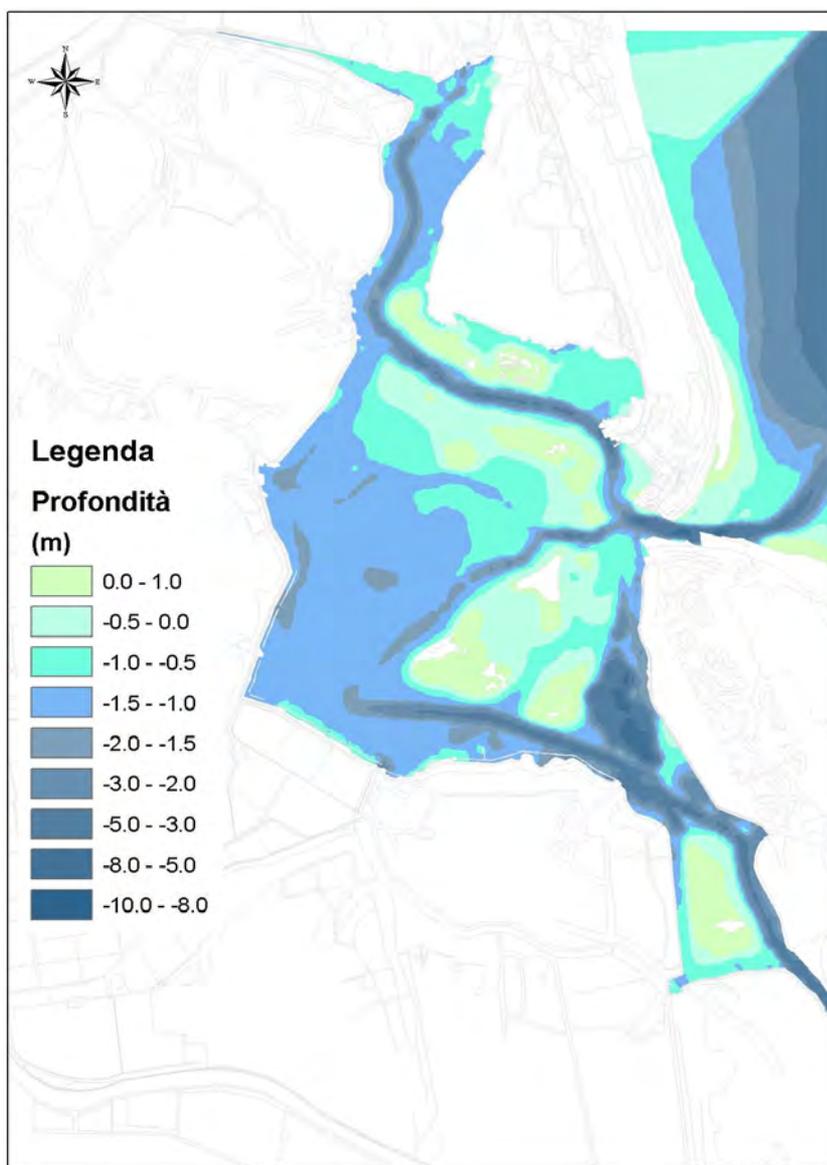


Figura 93 - Mappa della profondità rilevata nella Laguna di Caleri risultante dall'integrazione di vari rilievi batimetrici tra il 1996 e il 2006 (dati Consorzio Delta Po Adige). Sono evidenziate le aree a debole copertura di acqua, sede di importanti processi ecologici

10.6.3 Granulometria

I dati rappresentati in Figura 94 derivano da interpolazione dei dati raccolti nelle 3 stazioni ARPAV riportate in Tabella 52 e dai dati rappresentati nella Carta Ittica della Provincia di Rovigo (Figura 75). Rispetto alle altre lagune la distribuzione delle frazioni granulometriche sembra più complessa, soprattutto per via di un complesso sistema di barene che tendono a canalizzare i flussi idrodinamici. Le sabbie predominano in un'ampia area antistante la bocca a mare e si estendono orizzontalmente lungo la fascia centrale della laguna fino all'argine che la separa da valle Segà. La componente fangosa sembra predominante invece nel braccio più settentrionale della laguna e nel canale meridionale di connessione con il Varco Pozzatini.

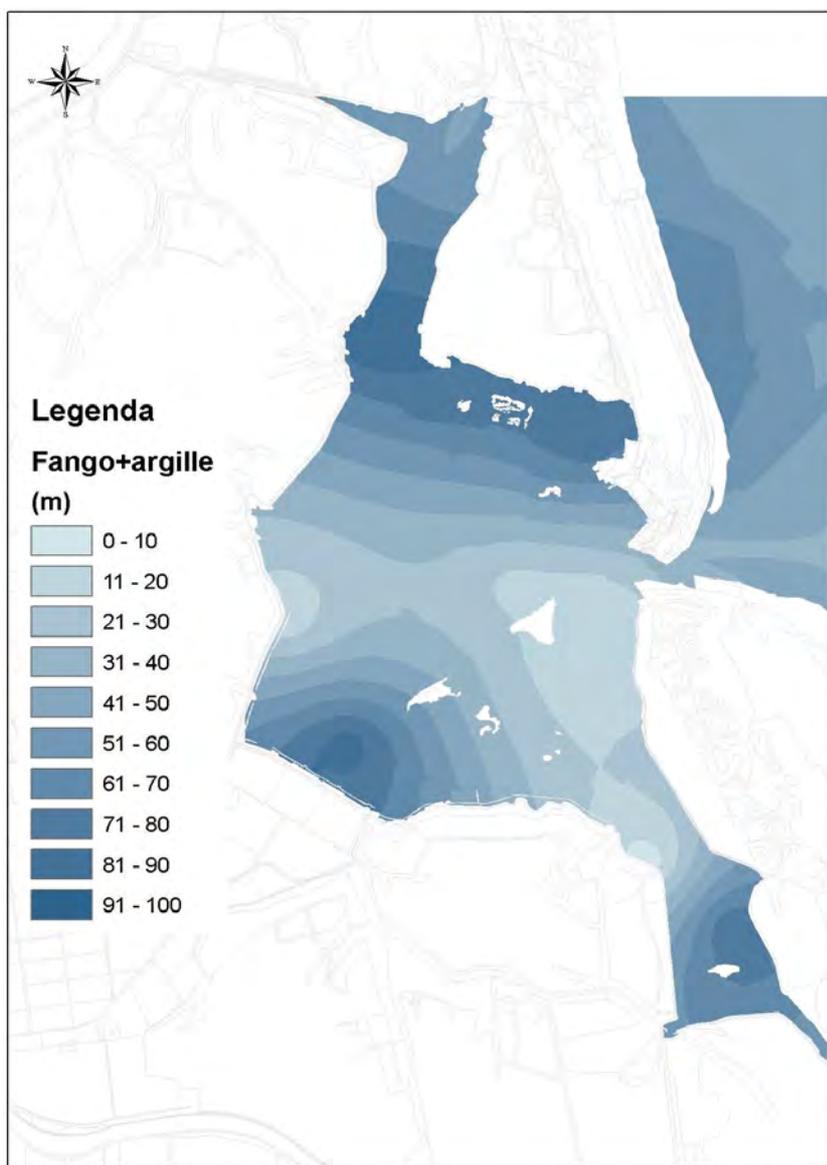


Figura 94 – Interpolazione della distribuzione percentuale dei fanghi e argille all’interno della Laguna di Caleri rilevate nel 2008 (dati ARPAV e Carta Ittica Provincia di Rovigo).

10.6.4 Mappa del Valore di Qualità Potenziale

A differenza delle altre lagune del Delta, la distribuzione dei valori del VQP si presenta estremamente frammentata. Ciononostante è possibile individuare aree in cui le varie classi di valore tendono a mostrare un certo grado di aggregazione. Si può notare infatti che in prossimità della bocca a mare i valori oscillano tra “medio”, e “molto alto” con una predominanza di valori alti. Nella parte centrale della laguna, occupata da sistemi barenicoli che accentuano la frammentazione dei valori dei parametri, i valori tendono a permanere medio-alti. All’estremo opposto, invece, le zone più confinate, ovvero il braccio settentrionale e la porzione sud-occidentale risultano dominate da valori oscillati tra il “medio” e il “molto basso”, con predominanza di valori bassi. Il canale di collegamento con La Vallona, invece, appare molto

diversificato, con un mosaico di aree a diverso valore che rispecchia probabilmente una situazione dinamica ad elevata variabilità ambientale. Secondo i dati della Carta Ittica Lagunare della Provincia (Mistri *et al.*, 2008), la Laguna di Caleri presenta mediamente una buona qualità dei sedimenti, sebbene le stazioni più confinate facciano registrare valori più bassi e, episodicamente, proliferazioni algali, sintomatiche di condizioni di rischio anossico.

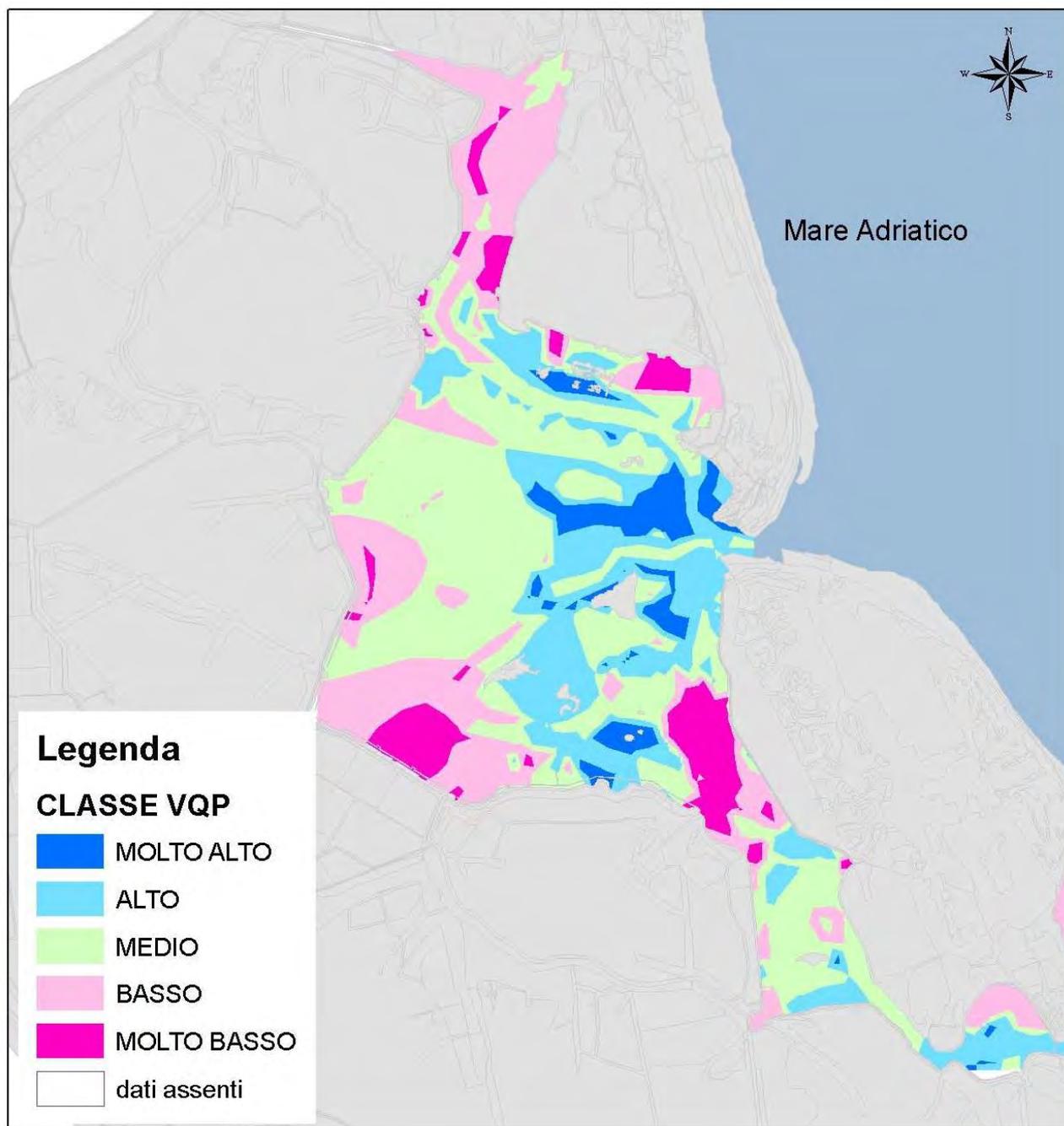


Figura 95 - Rappresentazione grafica del Valore di Qualità Potenziale dei corpi acquee all'interno della Laguna del Canarin basata sulla valutazione dei parametri idrodinamici, batimetrici e granulometrici

10.7 Discussione e conclusioni

La disponibilità di una estesa copertura di dati idrodinamici e batimetrici ha reso possibile la messa a punto di un modello estremamente semplificato e di rapida applicazione per individuare le aree di una laguna che possono essere soggette a rischi di abbassamento della qualità ambientale, soprattutto se in concomitanza con altri eventi di stress fisiologico (alte temperature estive, variazioni della salinità, presenza di inquinanti o di aumento di torbidità). Il modello del VQP si basa sull'assunto che il parametro principale che determina lo stato funzionale di una laguna è l'idrodinamismo, da cui dipendono altri valori fondamentali per gli equilibri dell'ecosistema acquatico, quali il grado di salinità, l'ossigenazione dell'acqua, ecc.. Inoltre, è necessario ricordare che il VQP non viene realizzato per valutare la qualità dell'ecosistema lagunare limitatamente alla componente acquatica o bentonica, ma tenga in considerazione anche l'importanza ecologica e funzionale di questi ambienti di transizione per componenti ecosistemiche che ne sono strettamente dipendenti (es. uccelli acquatici). Ciononostante, da un confronto preliminare dell'output del modello del VQP con dati derivanti dalla misurazione diretta nell'ambiente degli indici di qualità biotica (Mistri *et al.*, 2008) legati alle comunità bentoniche, sembra emergere un buon grado di accoppiamento delle stime qualitative di questo indice rispetto ad altri indici proposti nell'ambito della WFD.

Tenute in considerazione le dovute cautele, si può affermare che a una prima valutazione generale il VQP presenta la capacità potenziale di individuare all'interno di una laguna ambiti di pregio e zone di criticità, su cui focalizzare l'attenzione in sede di progettazione dei lavori di manutenzione. Da notare, inoltre, che nell'ambito di questo studio la copertura di dati fondamentali, quali quelli della granulometria dei sedimenti, è apparsa nella gran parte dei casi insufficiente per garantire una corretta ed estensiva applicazione del modello. Colmare il vuoto presente nella disponibilità dei dati sedimentologici di base è un passo essenziale per una piena comprensione dei fenomeni ecologici che governano gli ambienti lagunari. Ciò è necessario non solo per poter realizzare modelli affidabili che possano fornire utili strumenti diagnostici e predittivi, ma soprattutto per una gestione efficace e una amministrazione oculata degli sforzi di manutenzione.

11 Integrazione dei metodi

11.1 Valore Naturalità Potenziale e Valore di Qualità Potenziale del Delta del Po

Per ottenere una visione globale sullo stato degli ecosistemi acquatici e terrestri nel Delta del Po veneto sono state unificate le mappe del Valore di Naturalità Potenziale (VNP) per gli habitat emersi, e del Valore di Qualità Potenziale (VQP) per gli habitat acquatici. Le classi di qualità per il VNP e il VQP sono indicate secondo due scale di gradazione di colore differenti per indicare tipologie di ambiente emerso o sommerso (Figura 96). Da tenere in considerazione il fatto che i due metodi non sono direttamente confrontabili tra di loro, per cui la rappresentazione grafica è mirata unicamente a dare una visione d'insieme delle valenze ecologiche presenti sul territorio e della qualità degli specchi lagunari dell'area di studio.

Da notare come, secondo l'analisi condotta in questo studio, i bacini lagunari in condizione più critica siano la parte settentrionale della Sacca di Scardovari, la laguna di Barbamarco e le porzioni più confinate della sacca del Canarin. All'opposto, i bacini in migliore stato appaiono la Sacca di Bottonera, la Marinetta, un'ampia porzione della Sacca Cavallari e, in genere, i tratti più vivificati di tutte le lagune. La laguna Basson e Caleri presentano una situazione intermedia cui si alternano elementi di criticità con situazioni di migliori condizioni. Non sono presenti dati sufficienti per poter modellizzare la situazione presente nella parte più interna della Vallona, nella Laguna Burcio, e nell'Isola della Batteria, per cui per questi ambienti viene mantenuta la colorazione generica attribuita attraverso i valori dell'indice di Naturalità Potenziale.

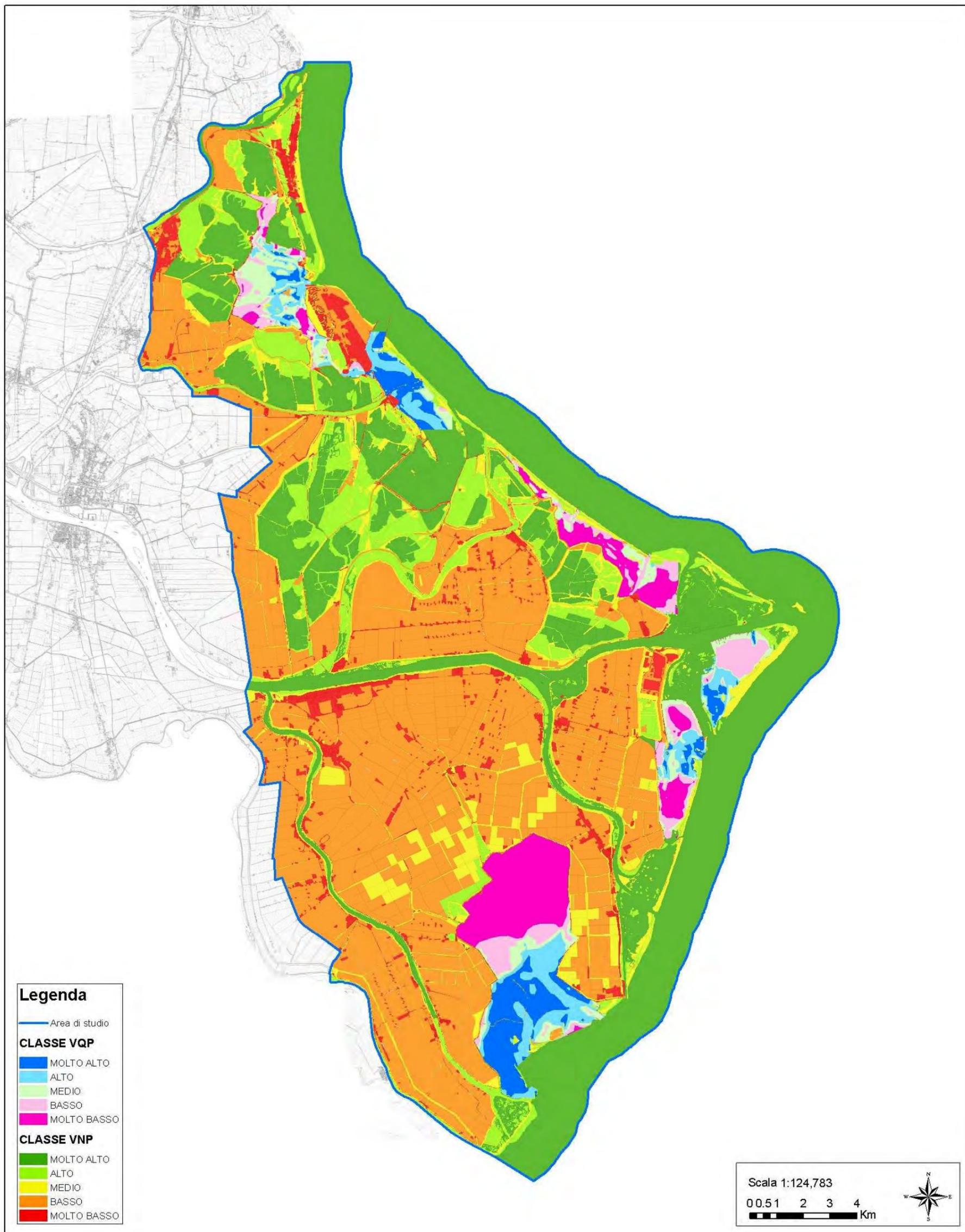


Figura 96 - Classi di qualità del VNP per gli habitat terrestri e del VQP per gli habitat lagunari del Delta del Po

12 Conclusioni generali

La carta degli habitat a scala 1:5.000 del Delta del Po, il metodo di rilievo e classificazione degli habitat e delle unità territoriali in base alle più recenti direttive europee, la realizzazione della banca dati e il metodo di valutazione del grado di naturalità degli habitat (VNP) sono un contributo alla realizzazione di uno strumento di gestione del Delta del Po Veneto a partire dalle sue prioritarie potenzialità ecologiche.

Lo strumento ha il pregio di essere facilmente consultabile e utilizzabile in sede di progettazione; il formato shapefile consente inoltre l'aggiornamento rapido delle informazioni permettendo di seguire le modifiche dell'assetto del territorio nel tempo.

In particolare, il metodo di calcolo del VNP consente di attribuire un preciso valore alle tipologie di utilizzo del suolo consentendo una stima degli impatti sul territorio dovuti a interventi di manutenzione delle aree critiche degli ecosistemi nel delta.

La quantificazione della perdita di Valore di Naturalità Potenziale legata agli habitat costituisce una valida base per la definizione di interventi di compensazione in ambiti a elevata valenza ecologica.

Il metodo consente, infine, la possibilità di dare un giudizio sulla qualità degli habitat e si può proporre come indice di qualità generale dell'assetto ecologico degli ambienti del delta.

Dal punto di vista pratico il modello fornisce uno strumento operativo a supporto delle scelte progettuali e gestionali in materia di lagune.

E' già stato più volte sottolineata l'importanza dei fenomeni evolutivi, che ci consegnano un Delta a naturalità ridotta, rispetto al passato, ma con forti potenzialità di recupero, dal momento che alcune pressioni ambientali, come l'inquinamento delle acque causate dall'agricoltura, sono destinate ad alleviarsi, se non ad essere superate, con una più puntuale applicazione della Direttiva Nitrati.

La valutazione della qualità ambientale ha mostrato che i valori ecosistemici più alti si concentrano nelle aree umide e di transizione malgrado siano questi i contesti sottoposti alle maggiori modifiche nel corso degli ultimi decenni.

Nel predisporre piani di intervento manutentivi nelle lagune, il primo indirizzo gestionale è quindi quello di operare per il mantenimento dei biotopi o anche semplicemente degli habitat ecotonali, che rappresentano gli elementi di transizione con funzioni multiple tra aree agricole ed aree lagunari e costiere (p. es barene)

Il secondo indirizzo è di operare per la conservazione, se non per l'aumento, dei corridoi ecologici che limitano la frammentazione e compartimentazioni degli habitat,

A monte degli interventi manutentivi, la progettazione di attività nelle lagune deve avere la caratteristica della sostenibilità ambientale, visto il peso di pressioni anche indirette sul sistema

lagunare (subsidenza, cuneo salino, centrale di Polesine Camerini, nautica di diporto, ecc.) che, a differenza di quelle precedenti, sono di natura il più delle volte irreversibile. In quest'ottica i processi di VAS dovrebbero tener conto degli impatti cumulativi, assicurando una corretta gestione del patrimonio naturale esistente e futuro.

Preso atto che i valori di naturalità del Delta sono oggi ridotti rispetto al passato, l'obiettivo minimo, in un'ottica di sostenibilità debole (Socco, 2008) per qualsiasi nuovo intervento infrastrutturale o gestionale nell'area del delta e delle sue lagune deve essere quello di non ridurre ulteriormente i valori di naturalità esistenti e le potenzialità di recupero. Ma ancora meglio, in un'ottica di sostenibilità forte – che non consideri l'ambiente un valore residuale – l'obiettivo è che qualsiasi intervento aumenti il valore complessivo della naturalità del sistema. Questo obiettivo si ottiene se ogni progetto o piano di gestione utilizza un modello di analisi come quello proposto in questo articolo, che prevede nella fase di preparazione stessa del progetto oltre a misure di mitigazione la identificazione e la quantificazione anche economica di adeguate misure di compensazione.

Sul modello di altri stati europei (p.es. Olanda) vanno promossi (Pileri, 2007) i principi del *no unless* ("nulla a meno che": nulla viene trasformato senza condizionarlo a una contropartita ambientale e senza una valutazione sull'irreversibilità dell'opera e sulla necessità o meno di rinunciare all'opera, un principio appartenente alla VIA); e *no-net-loss of ecological values* ("nessuna perdita secca di valori ecologici": ogni trasformazione produce irrimediabilmente un danno ambientale ed ecologico da contrastare con misure di (A) mitigazione e quando non sufficienti da misure di (B) compensazione per i danni residui).

Come indicazioni pratiche valgono le seguenti considerazioni.

A) Le mitigazioni servono ad evitare danni irreversibili agli habitat di maggiore valore naturalistico: vanno integrate nel processo progettuale, che deve sviluppare scenari differenziati e tener conto di necessità di gestione differenti nei diversi periodi annuali.

B) Le compensazioni vanno organizzate tenendo presenti le variabili spazio e tempo.

Per gli aspetti spaziali vanno prioritariamente privilegiati i ripristini, cioè le compensazioni di ambienti di alto valore naturalistico in loco. Secondariamente si deve ricorrere alla sostituzione, cioè alla compensazione in altre aree del valore naturalistico dell'area di riferimento, o quando questo non sia possibile migliorando – sotto il profilo dei contenuti o delle funzioni – altri habitat potenzialmente interessanti; o, infine, creando ex-novo habitat di valore. La Tabella 54 riassume le alternative realizzabili.

Tipo di compensazione	Ambito spaziale (area di riferimento Delta)	
	In loco	Esterne all'area di intervento definito
Compensazione reale	Ripristino	Sostituzione
Compensazione con/in altri habitat,	Creazioni nuovi ambienti	Creazioni nuovi ambienti
Valorizzazione habitat esistenti	Valorizzazione ambienti esistenti	Valorizzazione ambienti esistenti
	Gestione di ambienti specifici	Gestione di ambienti specifici

Tabella 54 – Sintesi delle tipologie di compensazione applicabili agli ambiti del Delta del Po

Con riferimento all'aspetto temporale le indicazioni riguardano (i) la necessità che le compensazioni vengano definite all'interno del progetto e (possibilmente) realizzate prima degli interventi che provocano una riduzione del valore ecologico; (ii) poiché ad esempio una azione di piantumazione necessita di periodi lunghi per il raggiungimento del climax, si deve sempre operare in una ottica di sovracompensazione degli impatti, in termini ad esempio di superficie piantumata e/o numero di essenze messe a dimora.

Come detto più volte, mitigazione e compensazione devono appartenere al processo di progettazione in tutti i suoi aspetti siano essi di sviluppo delle alternative, di valutazione degli impatti (VINCA, VIA), di coerenza e coordinamento con le altre attività nel territorio (VAS) e di preventivo dei costi. Dal punto di vista pratico il progetto deve assicurare il superamento delle principali difficoltà, dalla verifica delle proprietà delle aree alla concreta possibilità di intervenire in esse, dalla coerenza con altre pianificazioni e progetti alla disponibilità di adeguate risorse finanziarie.

In conclusione il lavoro presentato si propone come un contributo – aperto ad implementazioni - offerto a chi a vario titolo opera nel Delta.

Poiché tratta del valore della naturalità, potrebbe innanzi tutto risultare utile al Parco Regionale Veneto del delta del Po, ma contiene elementi utili anche agli Amministratori, sia per i grandi interventi in essere o previsti a breve, come il degasificatore di Porto Levante o la Centrale di Porto Tolle; sia per gli aspetti pianificatori territoriali. In questo contesto, la provocazione finale è la richiesta agli Amministratori di valutare la proposta di dichiarare il Delta come area di compensazione regionale attraverso, per esempio, l'avvio di un'esperienza di mitigation bank (sul modello USA) oppure di area di compensazione ecologica preventiva (sul modello tedesco).

13 Bibliografia

- APAT, 2004. Gli habitat secondo la nomenclatura EUNIS: manuale di classificazione per la realtà italiana. Report No. 39/2004, APAT, pp 1-160.
- APAT, 2005. La realizzazione in Italia del progetto europeo Corine Land Cover 2000, APAT, pp 86.
- Asplund T.R., 2000. The Effects of Motorized Watercraft on Aquatic Ecosystems. PUBL-SS-948-00, Wisconsin Department of Natural Resources, Bureau of Integrated Science Services, Madison, pp 21.
- Associazione Faunisti Veneti, 2005. Rapporto ornitologico per la regione Veneto. Anno 2004. In: Bon M, Sighele M, Verza E (eds) Boll Mus Civ St Nat Venezia, 187-211.
- Associazione Faunisti Veneti, 2007. Rapporto ornitologico per la regione Veneto. Anno 2006. In: Bon M, Sighele M, Verza E (eds) Boll Mus Civ St Nat Venezia, 269-292.
- Ayad Y.M., 2005. Remote sensing and GIS in modeling visual landscape change: a case study of the northwestern arid coast of Egypt. *Landscape and Urban Planning*, 73, 307-325.
- Beck M.W., Heck K.L., Able K.W., Childers D.L., Eggleston D.B., Gillanders B.M., Halpern B., Hays C.G., Hoshino K., Minello T.J., Orth R.J., Sheridan P.F., Weinstein P., 2001. The Identification, Conservation, and Management of Estuarine and Marine Nurseries for Fish and Invertebrates. A better understanding of the habitats that serve as nurseries for marine species and the factors that create site-specific variability in nursery quality will improve conservation and management of these areas. *BioScience*, 51, 633-641.
- Berthoud G., Duelli P., Burnard J.D., Theurillat J.P., Gogel R., Wiedemeier P., Hanggi A., 1989. Méthode d'évaluation du potentiel écologique des milieux, Rapport 39 du programme national SOL, Programme national de recherche, Bern, pp 129.
- Bettini P., Milia M., Sanavio G., Dall'Ara B., Lionello M., 2006. Carta ittica provinciale area lagunare valliva. Provincia di Rovigo. La Grafica Faggian, Padova, pp 131.
- Biondi E., Blasi C., Burrascano S., Casavecchia S., Copiz R., Del Vico E., Galdenzi D., Gigante D., Lasen G., Spampinato G., Venanzoni R., Zivkovic L., 2009. Manuale di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CE. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. <http://vnr.unipg.it/habitat>
- Bondesan M., 1990. L'area deltizia padana: caratteri geografici e geomorfologici. In: Il Parco dei delta del Po: studi ed immagini, Vol vol. II. Spazio Libri, 10-48.
- Bondesan M., Castiglioni G.B., Elmi C., Gabbianelli G., Marocco R., Pirazzoli F., Tomasin A., 1995. Coastal areas at risk from storm surges and sea-level rise in Northeastern Italy. *Journal of Coastal Research*, 11, 1354-1379.
- Brigolin D., Rampazzo F., Giani M., Berto D., Giovanardi O., Pastres R., 2008. Il progetto europeo ECASA: indicatori e modelli per la valutazione dell'impatto ambientale delle mitilcolture in sospensione. In: Giaccone G, Guidetti P, Occhipinti A, Pronzato R (eds) 15(1), Atti XXXIX Congresso SIBM, Cesenatico (RA), 85-88.
- Brunner A., Celada C., Rossi P., Gustin M., 2002. Sviluppo di un sistema nazionale delle ZPS sulla base della rete delle IBA (Important Bird Areas), LIPU. *Bird Life Italia*, pp 730.
- Bruntland G., 1987. Our common future: The World Commission on Environment and Development. Oxford University Press, Oxford.
- Cardoso P.G., Pardal M.A., Lillebø A.I., Ferreira S.M., Raffaelli D., Marques J.C., 2004. Dynamic changes in seagrass assemblages under eutrophication and implications for recovery. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 302, 233-248.
- Casellato S., Caneva F., 1992. Studio comparato della macrofauna bentonica di alcuni ambienti del Delta del Po, Atti del 5° congresso nazionale della SITE, Milano, 21-25 settembre, 457-467.
- Castaldelli G., Lanzoni M., Rossi R., 2008. La fauna ittica del tratto terminale del fiume Po ieri e oggi. *Il Pesce*, 6, 99-109.
- Ceccherelli V.U., Colombo G., Ferrari I., Gaiani V., Rossi R., 1985. Ricerche ecologiche nella Sacca di Scardovari. *Nova Thalassia*, 7, 341-363.

- Ceccherelli V.U., Gaiani V., Ferrari I., 1983. The trophic status of a deltaic lagoon in the northern Adriatic Sea: the role of the filter feeders. In: Kotzias D, Lahaniatis ES, Weiss U, Bergheim W, Politzki G, Viswanathan R, Moza PN, Wolff S, Mansour M (eds), Environmental pollution and its impact on life in the mediterranean region, Heraklion, Crete, 355-373.
- CORINE, 2000. CORINE land cover technical guide European Environment Agency, Copenhagen, pp 105.
- Corticelli S., Garberi M.L., Guandalini B., Marvasi G., 2004. La cartografia della vegetazione come strumento per la pianificazione e la gestione delle aree protette: il Parco del Delta del Po. Documenti del Territorio, 55, 13-16.
- Dalpasso S., 1990. Piano territoriale paesistico ambientale. Delta del Po: dall'Adige al Volano. Pubblicazioni Delta, Papozze (Ro), pp 125.
- Dauvin J.C., Bellan G., Bellan-Santini D., 2008. The need for clear and comparable terminology in benthic ecology. Part II. Application of the European Directives. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 18, 446-456.
- Davies C.E., Moss D., 1999. EUNIS habitat Classification. Version May 1999, European Topic Centre on Nature Protection and Diversity, Paris.
- Erwin R.M., 1996. Dependence of Waterbirds and Shorebirds Shallow-Water Habitats in the Mid-Atlantic Coastal Region: An Ecological Profile and Management Recommendations Estuaries, 19, 213-219.
- EUNIS, 2002. EUNIS Habitat Classification. European Environment Agency. <http://eunis.eea.eu.int>
- Fasola M., Ruiz X., 1996. The Value of Rice Fields as Substitutes for Natural Wetlands for Waterbirds in the Mediterranean Region. Colonial Waterbirds, 19, 122-128
- Ferrari I., Chierigato A.R., 1981. Feeding habits of juvenile stages of *Sparus auratus* L., *Dicentrarchus labrax* L. and Mugilidae in a brackish embayment of the Po River Delta. Aquaculture, 243-257, 243-257.
- Fornasari D., Reggiani G., Ceccherelli V.U., 1995. Il macrobenthos della Sacca di Scardovari (Delta del Po) nel 1976 e nel 1989: variazioni di struttura delle comunità ed alterazioni ambientali. Biologia Marina Mediterranea, 2, 97-101.
- Fracasso G., Verza E., Boschetti E., 2003. Atlante degli uccelli nidificanti in Provincia di Rovigo. Artigrafiche Urbani, Sandrigo, Vicenza.
- Franco A., Franzoi P., Malavasi S., Riccato F., Torricelli P., 2006. Fish assemblages in different shallow water habitats of the Venice Lagoon. Hydrobiologia, 555, 159-174.
- Franzoi P., V. G., Trisolini R., Rossi R., 1993. Distribuzione spaziale e variazioni nictimerali della comunità ittica riparia nella sacca di Scardovari (Delta del Po). Biologia Marina Mediterranea 1, 297-298.
- Gariboldi A., Lambertini M., Tallone G., 1997. Delta del Po: Verso un futuro sostenibile, Piano per la conservazione della natura del Delta del Po (sintesi) Unione Europea DG XI, Ministero dell'Ambiente Servizio Conservazione Natura, LIPU, Parma, pp 112.
- Geneletti D., 2002. Ecological evaluation for environmental impact assessment, Utrecht, pp 219.
- Heiskanen A.S., van de Bund W., Cardoso A.C., Nöges P., 2004. Towards good ecological status of surface waters in Europe - interpretation and harmonisation of the concept. Water Science & Technology, 49, 169-177.
- Hip M.I., De Haes U., 1995. Ecosystem approaches to environmental quality assessment. Environmental Management, 19, 135-145.
- Horowitz A.J., 1991. A primer on sediment-trace element chemistry. Lewis Publishers, pp 136.
- ICES, 2001. Report of the Working Group on Marine Habitat Mapping, ICES CM 2000/E/08, Copenhagen.
- Jenks G.F., Coulson M.R., 1963. Class intervals for statistical maps. International Yearbook of Cartography, 3, 119-134.
- Machado A., 2004. An index of naturalness. Nature Conservation, 12, 95-110.
- Magni P., Tagliapietra D., Lardicci C., Balthis L., Castelli A., Como S., Frangipane G., Giordani G., Hyland J., Maltagliati F., Pessa G., Rismondo A., Tataranni M., Tomassetti P., Viaroli P., 2009.

- Animal-sediment relationships: Evaluating the 'Pearson–Rosenberg paradigm' in Mediterranean coastal lagoons. *Marine Pollution Bulletin*, 58, 478-486.
- Mancebo Quintana S., Ortega Pérez E., Martín Ramos B., Otero Pastor I., 2007. Nuevo modelo de cartografía de calidad ambiental de España para su uso en evaluaciones de impacto: Biodiversidad. *Actas del IV Congreso Nacional de Impacto Ambiental*, Madrid, 25-27 aprile 2007.
- Marchini A., Munari C., Mistri M., 2008. Functions and ecological status of eight Italian lagoons examined using biological traits analysis (BTA). *Marine Pollution Bulletin*, 56, 1076–1085.
- Martin D., Bertasi F., Colangelo M.A., deVries M., Frost M., Hawkins S.J., Macpherson E., Moschella P.S., Satta M.P., Thompson R.C., Ceccherelli V.U., 2005. Ecological impacts of low crested structures on soft bottoms and mobile infauna: how to evaluate and forecast the consequences of an unavoidable modification of the native habitats. *Coastal Engineering*, 52, 1027-1051.
- Mistri M., Basset A., Casazza G., Borja A., 2009. The implementation of the Water Framework Directive in Italy: state of the art on benthic indicators and European experiences. *Marine Ecology*, 30, 212-213.
- Mistri M., Castaldelli G., Lanzoni M., Rossi R., Munari C., Balasso E., Cordella N., Franzoi P., Zucchetta M., Caramori G., Turolla E., 2007. Carta ittica lagunare della Provincia di Rovigo. Relazione delle attività per l'anno 2007, Provincia di Rovigo, pp 149.
- Mistri M., Munari C., Balasso E., Ferro R., Castaldelli G., Lanzoni M., Franzoi P., Zucchetta M., Caramori G., 2008. Carta ittica lagunare della Provincia di Rovigo. Relazione delle attività per l'anno 2008, Provincia di Rovigo, pp 150.
- Munari C., Mistri M., 2008a. The performance of benthic indicators of ecological change in Adriatic coastal lagoons: throwing the baby with the water? *Marine Pollution Bulletin*, 56, 95-105.
- Munari C., Mistri M., 2008b. The performance of benthic indicators of ecological change in Adriatic coastal lagoons: Throwing the baby with the water? . *Marine Pollution Bulletin*, 56, 95-105.
- Olenin S., Ducrotoy J.P., 2006. The concept of biotope in marine ecology and coastal management. *Marine Pollution Bulletin*, 53, 20-29.
- Orfanidis S., Panayotidis P., Stamatis N., 2003. An insight to the ecological evaluation index (EEI). *Ecological Indicators*, 3, 27-33.
- Padis J., Reynolds C.S., 2005. Shallow lakes: the absolute, the relative, the functional and the pragmatic. *Hydrobiologia*, 506–509, 11.
- Paterson D.M., Black K.S., 1999. Water flow, sediment dynamics and benthic ecology. In: Nedwell DB, Raffaelli DG (eds) *Advances in ecological research: estuaries*, Vol 29. Academic Press, 155-193.
- Pellizzari M., 2006. Studio della vegetazione e valutazione degli habitat dell'Idrovia Ferrarese. *Ann Mus civ St Nat Ferrara*, 7, 51-62.
- Pizzolotto R., Brandmayr P., 1996. An index to evaluate landscape conservation atae based on land-use pattern analysis and Geographic Information System techniques. *Coenoses*, 11, 37-44.
- RAMSAR, 1971. Final Act of the International Conference on the Conservation of Wetlands and Waterfowl Proceedings, International Conference on the Conservation of Wetlands and Waterfowl, 30 January - 3 February. International Wildfowl Research Bureau, Ramsar, Iran.
- Rossi R., 1981. Analisi di una serie pluriennale di dati di pesca nella Sacca di Scardovari (Delta del Po) 1, *Atti "X Congresso della Società Italiana di Biologia Marina"*. CNR, Ancona 29 Maggio - 1 Giugno 1978, 201-214.
- Rossi R., 1986. Occurrence, abundance and growth of fish fry in Scardovari Bay, a nursery ground of the Po River Delta (Italy). *ArchOceanLimnol*, 20, 259-279.
- Rossi R., Ceccherelli V.U., Ferrari I., Gaiani V., Carnacina L., Colombo G., 1984. Management of aquaculture and fishing in the Scardovari fishery (Po River Delta, Italy). In: Kapetsky JM, Lasserre G (eds) *Management of coastal lagoon Fisheries*, Vol 61. General Fisheries Council for the Mediterranean Studies and Reviews, 441-459.

- Sfriso A., Facca C., Ghetti P.F., 2007. Rapid Quality Index (R-MaQI), based mainly on macrophytes associations, to assess the ecological status of Mediterranean transitional environments. *Chemistry and Ecology*, 23, 493-503.
- Shepard F.P., 1954. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Journal of Sedimentary Petrology*, 24, 151-158.
- Socco C., 2008. Gli indicatori di sensibilità ambientale. OCS. DITER, Università e Politecnico di Torino, WP 02/08, pp 23.
- Soulsby R., 1998. Dynamics of marine sands. Thomas Telford Ltd, pp 272.
- Spelleberg I.F., 1992. Evaluation and assessment for conservation. Chapman and Hall, London.
- Turner M.G., 1989. Landscape ecology: the effect of pattern on process. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 20, 171-197.
- Uriate B., 2009. Assessing fish quality status in transitional waters, within the European Water Framework Directive: Setting boundary classes and responding to anthropogenic pressures Estuarine. *Coastal and Shelf Science*, 82, 214-224.
- USFWS, 1981. Standards for Development of HSI Models: 103 ESM, Habitat Evaluation Procedure Handbooks, pp 1-171.
- Verza E., 2008. Quaderno faunistico della provincia di Rovigo, pp 166.
- Vincent C., Heinrich H., Edwards A., Nygaard K., Haythornthwaite J., 2003. Guidance Document No 5: Transitional and Coastal Waters – Typology, Reference Conditions and Classification Systems, CIS Working Group 2.4 (Coast), Common Implementation Strategy of the Water Framework Directive, European Commission, pp 116.
- Vincenzi S., Caramori G., Rossi R., De Leo G.A., 2006. Estimating clam yield potential in the Sacca di Goro lagoon (Italy) by using a two-part conditional model. *Aquaculture*, 261, 1281-1291.

Glossario

Acque marine costiere - La Convenzione di Ramsar elenca le acque marine costiere fra le zone umide naturali, individuandole nella fascia di mare parallela alla costa di profondità inferiore a 6 metri con la bassa marea.

Acquitrini - Aree incolte che rimangono spesso coperte da acque stagnanti, con fenomeni di impaludamento. Gli acquitrini sono elencati fra le zone umide naturali nella Convenzione di Ramsar.

Alofilo – Organismo o comunità che per vivere richiede ambiente salato. Gli habitat alofili costieri sono di interesse comunitario (steppe salate).

Alonitrofilo – (v. alofilo, nitrofilo)

Argilla - In senso lato, sedimento incoerente e impermeabile, formato da particelle di diametro inferiore a 0,004 mm.

Bacino di ripulsa - Invaso situato a monte di un canale portuale che, aumentando la quantità d'acqua messa in movimento dal flusso e dal riflusso di marea, consente di mantenere sgombro dai detriti il canale stesso.

Barena - Area coperta da vegetazione, appartenente ad un distretto lagunare o ad uno stagno salmastro, che viene sommersa dalle acque solo eccezionalmente (v. alla voce "laguna"); il termine ha avuto origine nella Laguna di Venezia.

Barra (talvolta indicata, impropriamente, come "scanno marino") - Struttura convessa di sedimentazione marina subparallela alla costa, che spesso caratterizza la spiaggia sommersa. Le barre sono dovute all'azione congiunta del moto ondoso, delle correnti lungo riva, e all'indebolimento delle relative energie, per la generazione di frangenti o per interferenza fra l'azione di spinta delle acque (dal largo verso costa) e quella delle correnti di ritorno. La crescita verticale di queste strutture, processo nel quale concorrono le escursioni di marea e le mareggiate, può portarle ad emergere e a consolidarsi in "frecce litoranee", ossia in lingue di sabbia attaccate per una estremità alla spiaggia, o in isole dette "lidi", oppure in "cordoni litoranei" (v.). La loro formazione è particolarmente frequente ai lati di un delta, o in una pianura costiera in fase di rapido accrescimento.

Bentonico – Organismo o comunità di ambiente acquatico che vive sul fondo.

Bioclastico (materiale) - Sedimento costituito da frammenti di gusci, di scheletri e di altre strutture organiche.

Bocca lagunare - (v. "laguna").

Bonello - Termine tipico del Polesine di Rovigo e del delta del Po (da imbonire = interrare). Sta ad indicare, genericamente, un'isola formata dalla sedimentazione fluviale, entro il fiume stesso (come naturale evoluzione di uno scanno fluviale) oppure, più frequentemente, alla foce (ove può anche avere origine da una barra di foce).

Bonifica - Complesso delle operazioni compiute per trasformare le condizioni di un territorio al fine di adibirlo ad usi antropici specifici (agricoltura e insediamenti in genere). In particolare la "bonifica idraulica" ha come principale obiettivo il prosciugamento di aree permanentemente o temporaneamente allagate, e si definisce "per colmata" quando è ottenuta facendovi depositare sedimenti convogliati da un corso d'acqua, "per scolo naturale" quando ottiene l'allontanamento delle acque sfruttando solo la forza di gravità (con la costruzione di appositi canali), "per scolo meccanico" (o scolo forzato o bonifica meccanica) quando invece realizza l'allontanamento delle acque per sollevamento delle stesse a mezzo di apposite pompe "idrovore".

Canale - Corso d'acqua artificiale; le destinazioni dei canali possono essere specifiche (c. portuali, navigabili, irrigui, di scolo, di comunicazione fra più bacini ecc.), ma spesso sono molteplici (c. promiscui). I canali sono elencati fra le zone umide artificiali nella Convenzione di Ramsar.

Canale lagunare - (v. "laguna").

Cassa di espansione - Invaso creato appositamente, oppure ottenuto modificando un bacino preesistente, destinato all'accoglimento temporaneo dei volumi di piena di un corso d'acqua; le casse di espansione sono elencate fra le zone umide artificiali nella Convenzione di Ramsar.

Cava di inerti - Cavità originata dall'escavo di terreni, per l'estrazione di argille, sabbie o ghiaie, che può venire allagata da acque fluviali, meteoriche o di falda. Le cave di inerti sono elencate fra le zone umide artificiali nella Convenzione di Ramsar.

Cordone litoraneo - Grande struttura di forma lineare prodotta dall'accumulo di sabbie litoranee; è in genere inteso come comprensivo sia della spiaggia sia delle eventuali dune di retrospiaggia. Un cordone litoraneo può nascere come prodotto dell'accrescimento fino all'emersione di una barra, rimanendo però collegato alla costa preesistente per entrambe le estremità (e delimitando così una depressione interdunale, talora allagata da acqua salmastra); il caso è particolarmente frequente al margine di una pianura costiera in fase di rapido accrescimento).

Delta - Territorio pianeggiante che si costruisce alla foce di un corso d'acqua che convogli sedimenti in quantità superiore a quella che i movimenti delle acque del bacino ricevente (mare, lago o laguna) riescano ad allontanare. Favoriscono la formazione di un delta forti portate solide da parte del fiume, granulometrie grossolane dei materiali che pervengono alla foce, correnti, moto ondoso e movimenti di marea deboli o assenti, scarsa profondità dei fondali antistanti. Quando la foce è unica, il delta assume una forma triangolare, con la massima prominente in corrispondenza dello sbocco ("cuspidate deltizia"); le parti laterali sono dette "ali deltizie". Con più diramazioni di foce il delta assume forme più complesse (pluricuspidate, lobate, digitate). I delta sono elencati fra le zone umide naturali nella Convenzione di Ramsar.

Distrofizzazione - Fenomeno di evoluzione delle acque marine o interne verso una situazione di squilibrio della biomassa, causato da un eccessivo sviluppo della vita vegetale (alghe, batteri). E' spesso conseguenza di un inquinamento da fosfati (contenuti in fertilizzanti agricoli, rifiuti industriali, detersivi, acque residuali urbane ecc.).

Duna - Struttura sedimentaria formata dai materiali (sabbie medie e fini) che il vento trasporta e accumula prelevandole dalla spiaggia emersa. Il vento stesso tende poi a spostare le dune verso l'entroterra, trasferendo materiale dal fianco verso mare al fianco opposto: si parla in questo caso di dune "vive", ossia di dune ancora mobili. Tale spostamento ha termine quando la duna si è allontanata tanto da permettere alla vegetazione psammofila di stabilizzarla ("dune consolidate"). Spesso, a seguito dell'avanzamento della linea di costa, le dune vanno a costituire più filari paralleli, dando luogo a dei "campi di dune" di grande larghezza. Quando l'avanzamento della

costa è notevole, i cordoni litoranei più antichi, già da tempo consolidati e talora con dune ancora ben conservate, possono rimanere come dossi elevati all'interno della pianura alluvionale.

I suoli sono sempre sabbiosi e ben drenati, sovente con condizioni di spiccata aridità; nelle zone retrodunali e interdunali si osservano ristagni idrici, dovuti ad ingressione marina, precipitazioni atmosferiche, affioramento della falda.

Diverso origine hanno le dune di loess, rintracciabili anche a centinaia di chilometri di distanza dal mare; queste sono dovute all'accumulo dei materiali sabbioso-limosi trasportati dal vento dalle regioni periglaciali, durante o alla fine dell'ultima grande glaciazione.

Elofite – Piante che radicano sul fondo e mantengono la porzione basale sommersa (anche temporaneamente), mentre le parti aeree si innalzano anche fino a 2 m sopra il livello delle acque. Le formazioni a elofite (es. a Cannuccia d'acqua) sono di grande importanza anche per la fauna ornitica.

Estuario - Rientranza costiera stretta e allungata che si forma alla foce di un fiume che convogli sedimenti in quantità inferiore a quella che i movimenti delle acque del bacino ricevente (mare, oceano) riescano ad allontanare. Favoriscono la formazione di un estuario deboli portate solide da parte del fiume, granulometrie fini dei materiali che pervengono alla foce, presenza di correnti, di moto ondoso e di maree particolarmente forti, notevole pendenza dei fondali antistanti, fenomeni di subsidenza o di sommersione per trasgressione. Gli estuari sono elencati fra le zone umide naturali nella Convenzione di Ramsar

Eurialina – Specie che tollera diversi gradi di salinità.

Fiume - Corso d'acqua perenne, di portata generalmente variabile nel corso delle stagioni, che raccoglie le acque di un territorio più o meno ampio (bacino idrogeologico), e le convoglia in un altro fiume (divenendone un "affluente"), in un lago (divenendone un "immissario"), o in mare, oppure le perde lungo il percorso per infiltrazione o per evaporazione. L'alveo è generalmente inciso nelle regioni montane, ove prevale l'azione erosiva, con tracciato a treccia; si differenzia in più tipi in pianura (o comunque ove prevale l'azione di sedimentazione): dal tracciato a treccia si passa al tracciato a meandri (v.) poi al tracciato irregolare. Negli ultimi due tipi si possono ben distinguere il letto di piena e il letto di magra. Altre importanti forme connesse ad un corso fluviale sono le sponde (argini naturali o artificiali) e i terrazzi. I fiumi sono elencati fra le zone umide naturali nella Convenzione di Ramsar.

Flora – L'insieme delle specie (entità) vegetali presenti in un territorio. La sua composizione è influenzata dai caratteri del territorio: clima, geologia, suoli, morfologia, uso umano. Il suo studio fornisce indicazioni sulle caratteristiche del territorio e dell'ambiente ed è, fra l'altro, la base per l'individuazione di specie rare minacciate. Lo studio delle modificazioni storiche, oltre a fornire dati sulle modificazioni qualitative del territorio, permette l'individuazione di specie scomparse..

Foce - Sbocco di un corso d'acqua nel mare o in uno specchio di acque interne.

Freccia litoranea (nella Bassa Padana spesso denominato "scanno", o "scannone" - in inglese "spit") - Struttura di accumulo sedimentario in mare a forma di penisola. Deriva dall'evoluzione di una barra (v.), è particolarmente frequente al lato di un delta in rapido accrescimento, finisce per isolare bracci di mare dando origine ad una laguna (v.). Presenta sistematicamente una spiaggia ben organizzata, spesso corredata da dune, lato mare, e una spiaggia più ridotta lato laguna.

Ghiaia - Sedimento incoerente di origine detritica formato da particelle di diametro medio compreso fra 10 cm e 2 mm; per dimensioni maggiori si passa al ciottolame. Le ghiaie sono fortemente permeabili.

Golena - Nel letto di un fiume (v.) in pianura, costituisce la parte dell'alveo di piena (terrazzo) compresa fra il limite laterale del fiume (argine naturale o artificiale) e l'alveo di magra.

Habitat prioritario, habitat di interesse comunitario – Ambiente naturale o seminaturale elencato nell'allegato I della Direttiva 92/43/CEE "Habitat"; l'UE ne stabilisce l'importanza perché tale habitat rischia di scomparire o perché l'estensione è intrinsecamente o si è drasticamente ridotta, oppure in quanto è tipico e rappresentativo di una determinata regione biogeografica. Tra gli habitat di interesse comunitario, quelli prioritari sono indicati con un asterisco e sono tali perché rischiano di scomparire dal territorio dell'Unione Europea.

Important Bird Area (IBA) - La rete delle IBA (Important Bird Area, Aree Importanti per gli Uccelli) nasce dalla volontà dei partner di BirdLife International di identificare e proteggere i siti importanti per la sopravvivenza a lungo termine delle popolazioni naturali di uccelli. Le IBA vengono individuate sulla base di criteri quantitativi, standardizzati e utilizzabili su scala globale. Sino ad oggi l'obiettivo principale è stato quello di identificare le IBA in ambienti terrestri (inclusi gli habitat di acqua dolce) con l'ottenimento di importanti risultati in Europa e anche nel resto del

mondo. Solo in Italia ne sono state individuate ben 172. Ora la sfida è quella di estendere la rete delle IBA anche in ambienti marini.

Per essere classificato come IBA, un sito deve soddisfare almeno uno dei seguenti criteri:

1. Il sito ospita regolarmente un numero significativo di individui di una specie globalmente minacciata, classificata dalla IUCN Red List come in pericolo critico, in pericolo o vulnerabile.
2. Il sito è parte di un set di siti selezionati per assicurare che tutte le specie a range ristretto siano presenti in numero significativo in almeno uno o, preferibilmente, più siti.
3. Il sito ospita regolarmente una popolazione significativa di specie la cui distribuzione è interamente o largamente limitata ad un particolare bioma.
4. Criterio riferito alle specie acquatiche e basato sul criterio 6 della Convenzione di Ramsar per la identificazione delle zone umide di importanza internazionale. In base alla distribuzione della specie, il sito ospita almeno l'1% della sua popolazione biogeografica

In base a tali criteri sono state individuate nel mondo circa 10.000 IBA. L'organismo internazionale che sovrintende la protezione delle IBA è BirdLife International, una rete internazionale di organizzazioni per la conservazione dell'avifauna. Il referente italiano di Birdlife International è la LIPU (Lega Italiana Protezione Uccelli).

Idrofilo – Organismo o comunità strettamente legato all'ambiente acquatico, immerso in parte o del tutto nell'acqua. A causa della scomparsa, riduzione o danneggiamento degli habitat umidi, si tratta in genere di organismi o comunità minacciate e in forte rarefazione.

Idrovora - Pompa (o batteria di pompe) destinate al sollevamento delle acque (v. "bonifica").

Igrofilo – Organismo o comunità che predilige ambienti molto umidi. A causa della scomparsa, riduzione o danneggiamento degli habitat umidi, si tratta in genere di organismi o comunità minacciate e in forte rarefazione.

Inquinamento (delle acque) - Immissione da parte dell'uomo, per via diretta o indiretta, di sostanze o di energie che provocano effetti deleteri, quali danni alle risorse biologiche, pericoli per la salute dell'uomo, ostacoli alle attività economiche (quali la pesca), diminuzione della qualità delle acque dal punto di vista della loro utilizzazione e riduzione delle possibilità offerte nel settore del tempo libero (da "Rapport de la Commission Oceanographique International" dell'U.N.E.S.C.O.).

Invaso di ritenuta - Bacino destinato all'accumulo delle fluenze di corsi d'acqua, da destinarsi a scopo irriguo, idroelettrico, idropotabile o ad altri usi; sono elencati fra le zone umide artificiali nella Convenzione di Ramsar ;

Lago costiero - Bacino di discreta profondità situato presso la costa; le acque sono generalmente dolci, ma possono in qualche caso essere salmastre per l'esistenza di comunicazioni superficiali o sotterranee con il mare. Può avere origine da una laguna, per chiusura delle bocche lagunari. Oltre ai laghi interni e a quelli montani, il laghi costieri sono elencati fra le zone umide naturali nella Convenzione di Ramsar, che definisce tali i laghi situati ad una distanza non superiore a 10 km dalle coste marine.

Laguna - Specchio d'acqua salmastra in comunicazione diretta con il mare attraverso una o più "bocche", ove confluisce una rete di "canali lagunari", più o meno meandriformi. Lungo questi canali l'acqua marina entra durante il "flusso", quando nel mare è alta marea, ed esce durante il "riflusso", in bassa marea. In grandi lagune alimentate da più bocche è anche possibile individuare degli "spartiacque", ossia le linee che dividono le porzioni di laguna alimentate da ciascuna bocca. Nelle regioni temperate, le lagune si formano soprattutto a causa dei sottoelencati fenomeni.

- Interclusione di aree marine costiere fra strutture sedimentarie litorali. In questo, che è più tipico processo di genesi di una laguna, protagonista è il movimento di trasporto lungo riva dei sedimenti della spiaggia sommersa (prevalentemente sabbie), ad opera del moto ondoso e delle correnti da esso indotte. Si forma in tal modo dapprima una barra sommersa, poi una stretta penisola che si diparte dalla costa, detta "freccia litoranea" o "spit", oppure un'isola parallela alla costa, detta "lido"; tali strutture, generalmente corredate da dune e ben presto colonizzate dalla vegetazione, finiscono per separare parzialmente dal mare un'insenatura o uno spazio di mare sottocosta, che diviene in tal modo "laguna".

- Interclusione di aree marine costiere fra strutture sedimentarie deltizie (nell'area deltizia padana questo tipo di laguna è in genere denominata "sacca").

- Ingressione marina su un'area costiera con allagamento permanente della stessa (fenomeno particolarmente frequente in zone caratterizzate da subsidenza).

Gli spazi interni alla laguna assumono funzioni e morfologie diverse; si hanno infatti:

- zone a quota inferiore al livello medio di bassa marea, ossia i fondali dei bacini più depressi ed i canali lagunari

- zone alternativamente sommerse ed emerse, ossia piane fangose prive di vegetazione che nella laguna di Venezia vengono dette "velme"
- zone che restano sommerse solo durante le alte maree massime e sono occupate da una vegetazione di alofite; dal nome loro attribuito nella laguna di Venezia, vengono in genere chiamate "barene".

I settori della laguna in cui i movimenti di flusso e di riflusso riescono ad assicurare un buon ricambio e una certa ossigenazione delle acque costituiscono la cosiddetta "laguna viva"; vengono invece detti "laguna morta" gli eventuali settori, generalmente più interni e marginali, quasi del tutto chiusi da barene, in cui le acque sono pressoché ferme e asfittiche.

Nelle regioni temperate le lagune sono sede di deposito di sedimenti limosi e argillosi, e talora di letti torbosi, ma non mancano le sabbie, specie presso le bocche e lungo i canali ove il moto delle acque è più veloce.

Una laguna costituisce comunque, dal punto di vista geologico, un ambiente "effimero". Se alle bocche lagunari perviene una quantità di sedimenti minore di quella che può essere rimossa dalle correnti di flusso e di riflusso, queste si allargano, i lidi vengono progressivamente smantellati e l'ambiente lagunare deve cedere il posto a quello marino. Se invece avviene il contrario, le bocche si interrano e la laguna si trasforma in uno stagno salmastri oppure in un lago costiero. Tali ambienti possono poi a loro volta trasformarsi in laghi costieri dolci, paludi o acquitrini, se le acque salate vengono sostituite da acque dolci (di fiume, di pioggia o di falda). E' questo un destino particolarmente frequente per le lagune situate in piane deltizie. La sopravvivenza della laguna è perciò funzione del mantenimento di un equilibrio nel bilancio fra la quantità di sedimenti portati dal mare alle bocche e la quantità di sedimenti allontanati dalle bocche dai movimenti d'acqua connessi alla marea.

Un altro importante problema di bilancio si pone nelle lagune in cui sfociano fiumi. In queste, la quantità d'acqua messa in movimento dalle correnti di riflusso è ovviamente maggiore di quella mobilitata dalle correnti di flusso. Se il fiume porta poco materiale solido, le correnti di riflusso riescono a trascinare tale materiale fino al mare, impedendogli di colmare i canali lagunari. Se il fiume ha invece una forte portata solida, in genere riesce ad interrare un settore di laguna e a portare la sua foce direttamente in mare; può in tal modo contribuire, indirettamente, alla costruzione dei lidi e alla formazione di altre lagune limitrofe. Può però anche accadere, se la laguna è piccola, o se vi pervengano più fiumi con notevole trasporto solido, oppure vi arrivi un solo fiume capace di frequenti esondazioni, che la laguna venga totalmente interrata. All'ambiente di laguna viva vengono in tal modo a sostituirsi dapprima quello di laguna morta poi, rapidamente, quelli di palude e di piana alluvionale.

E' particolarmente caratteristica l'evoluzione di una laguna situata in una piana costiera in rapido accrescimento. Davanti ai primi lidi si possono formare nuovi lidi paralleli; i lidi non più attivi si trasformano col tempo in barene, e la laguna si espande verso mare. Le lagune situate in pianure a rapido accrescimento sono d'altronde più spesso soggette all'occlusione delle bocche, e quindi particolarmente precarie.

L'evoluzione può essere ancora più complessa nel caso di lagune situate in territori soggetti a subsidenza. Qui si può infatti produrre l'espansione dell'ambiente lagunare verso terra, ed una più rapida trasformazione degli eventuali lidi interni, abbandonati, dapprima in barene e poi in dossi sommersi.

Le lagune sono elencate fra le zone umide naturali nella Convenzione di Ramsar

Lavoriero - Grande trappola per la cattura del pesce (specialmente anguille); viene allestito entro valli da pesca, o canali con esse comunicanti, ed è formato da graticci disposti in modo da convogliare il pesce verso recinti ove rimane imprigionato.

Lido (nella Bassa Padana talora denominato anche "scanno" o "scannone") - Struttura di accumulo sedimentario in mare a forma di lunga isola. Deriva dall'evoluzione di una barra (v.) è particolarmente frequente al lato di un delta in rapido accrescimento, finisce per isolare bracci di mare dando origine alla formazione di una laguna (v.). Presenta sistematicamente una spiaggia ben organizzata, spesso corredata da dune, lato mare, e una spiaggia con strutture analoghe ma in scala più ridotta lato laguna.

Limo - Sedimento incoerente di origine detritica formato da particelle di diametro medio compreso fra 0,06 e 0,004 mm; è in genere poco permeabile.

Lista rossa – Elenco di specie animali o vegetali che nell'ambito di un definito territorio sono considerati a diversi livelli di pericolo e di rischio di estinzione (estinta, estinta in natura, gravemente minacciata, vulnerabile). Le categorie sono fissate a livello internazionale dall'IUCN (o UICN) Unione Internazionale per la Conservazione della Natura.

Litorale - Costa bassa di sedimentazione; comprende la spiaggia emersa, spesso orlata da dune, e la spiaggia sommersa, talvolta caratterizzata da barre (v.). I litorali sono elencati fra le zone umide naturali nella Convenzione di Ramsar.

Meandro - Sinuosità descritta da un fiume, nella quale il tracciato si discosta dalla normale direzione formando un angolo di oltre 45°.

Nitrofilo – Organismo o comunità che richiede suoli con alte percentuali azoto (nitrati). Si sviluppano sia in condizioni naturali (spesso lungo i corsi d'acqua anche non eutrofici) sia, di frequente, in ambienti utilizzati e modificati dall'uomo.

Olocene (o Attuale) - Secondo e ultimo periodo del Quaternario: va da circa 11.000 anni fa ad oggi. Il miglioramento climatico che ha fatto seguito all'ultima grande glaciazione (Würm) ha provocato lo scioglimento dei ghiacci, il livello marino è risalito sino alle linee di costa odierne e la flora si è modificata fino alle attuali condizioni.

Omeostatiche (capacità) – Capacità di autoregolazione e autoconservazione – entro certi limiti – di un organismo, di una popolazione o di un ecosistema.

Paleoalveo - Alveo fluviale abbandonato, le cui forme concave sono in genere parzialmente o totalmente obliterate dalla sedimentazione avvenuta nella fase di estinzione. Rispetto alla pianura circostante può essere inciso, ad ugual livello oppure rialzato (paleoalveo "dossivo"), a seconda della sua importanza e/o dei processi che vi prevalevano.

Palude - Bacino caratterizzato dalla presenza di acque dolci stagnanti, di ridottissima profondità. Le aree palustri sono elencate fra le zone umide nella Convenzione di Ramsar.

Pleistocene - Primo periodo del Quaternario: va da 1.800.000 anni fa a 11.000 anni fa. Iniziato con condizioni di clima sub-tropicale, ha registrato raffreddamenti intermittenti della temperatura che hanno portato a quattro grandi glaciazioni Günz, Mindel, Riss e Würm.

Popolamento – Collettività di individui vegetali della stessa specie (popolamento puro) o di specie diverse (comunità eterotipica) riunite a formare comunità che sono tipiche e ripetitive (es. Associazioni vegetali nella terminologia fitosociologica) nell'ambito di un medesimo territorio floristico nelle medesime condizioni ambientali.

Popolazione – Collettività formata da organismi animali o vegetali della stessa specie (comunità omotipica) che vivono e si riproducono nella stessa area e nello stesso tempo.

Psammofilo – Specie o comunità che vive su terreni sabbiosi. Gli ambienti sabbiosi possono essere distinti in embrionali e mobili (dune bianche, lungo i litorali) e stabili (dune grigie); si tratta di ambienti molto fragili che hanno subito e subiscono forti riduzioni e manomissioni; sono classificati di interesse comunitario (v. dune).

Quaternario (o Neozoico) - Ultima era geologica della Terra, che vien fatta iniziare circa 1.800.000 anni fa. Si divide in due periodi: Pleistocene (fino all'ultima grande glaciazione compresa, e Olocene (v.), dalla fine dell'ultima glaciazione ad oggi.

Regione biogeografica – Territorio ampio, con caratteri ambientali e in particolare climatici omogenei; ospita una flora e una fauna caratteristiche e tipiche. Secondo la direttiva "Habitat" e aggiornamenti, il territorio dell'Unione Europea è stato diviso nelle seguenti regioni biogeografiche: alpina, atlantica, boreale, continentale, macaronesica, mediterranea.

Rete Natura 2000 – "Rete ecologica europea coerente di zone speciali di conservazione"; di questa rete fanno parte le "Zone Speciali di Conservazioni (in corso di definizione secondo le previsioni della Direttiva 92/43/CEE "Habitat") e le Zone di Protezione Speciale (già designate secondo la Direttiva 79/409/CEE "Uccelli").

Sabbia - Sedimento incoerente di origine detritica formato da particelle di diametro medio compreso fra 2 e 0,06 mm; le sabbie sono permeabili e facilmente mobilizzabili dall'acqua.

Sacca - Piccolo braccio di mare o insenatura di uno specchio d'acqua; nella Bassa Padana viene così chiamata una laguna formatasi fra le pertinenze di un delta (v. "laguna").

Salina - Area predisposta alla raccolta di sale (cloruro di sodio) cristallizzato, ottenuto dall'acqua di mare mediante evaporazione forzata, ossia per azione del sole e del vento. E' generalmente costituita da una serie di bacini rettangolari disposti a cascata e delimitati da arginelli: nei bacini di quota superiore servono a favorire la precipitazione dei materiali in sospensione e a far evaporare gran parte dell'acqua e di altri sali; solo nei bacini più bassi si ha la precipitazione prevalente del cloruro di sodio. Le saline sono elencate fra le zone umide artificiali nella Convenzione di Ramsar.

Salmastro - Per la classificazione delle zone umide litoranee si possono considerare salmastre acque di salinità compresa fra il 35 ‰ (valore medio delle acque marine) e 115 ‰; con valori di salinità inferiori si può parlare di acque dolci.

Scanno - Banco di sedimenti fluviali emersi o sommersi a seconda del livello delle acque; è impropriamente usato nell'ambiente costiero come sinonimo di barra (v. alle voci "barre", "freccia lagunare" e "lido").

Scannone (v. "freccia lagunare" o "lido").

Sclerofile – Alberi e arbusti sempreverdi tipici degli ambienti mediterranei a foglie in genere coriacee e poco espanse (ridotte).

Sito di Importanza Comunitaria (SIC) – (art. 1, lettera k, Dir. "Habitat") Un sito che, nella o nelle regioni biogeografiche cui appartiene, contribuisce a mantenere o a ripristinare un tipo di habitat naturale di cui all'allegato I o una specie di cui all'allegato II in uno stato di conservazione soddisfacente e che può inoltre contribuire in modo significativo alla coerenza della rete Natura 2000, e/o che contribuisce in modo significativo al mantenimento della diversità biologica nella regione biogeografica o nelle regioni biogeografiche in questione.

Specie di interesse comunitario; specie prioritarie – Secondo la definizione della Direttiva Habitat è una specie in pericolo, o vulnerabile o rara o endemica. Sono elencate agli allegati II e IV o V della Direttiva stessa. Le specie prioritarie sono specie in pericolo per la cui conservazione la Comunità ha una responsabilità particolare; sono contrassegnate con asterisco nell'allegato II.

Spit - (v. "freccia lagunare")

Stagno - Area perennemente coperta da acque stagnanti, con fenomeni di impaludamento. Gli stagni sono elencati fra le zone umide naturali nella Convenzione di Ramsar. In particolare viene definito "stagno costiero" un piccolo bacino prossimo alla costa, occupato da acque salmastre, che può presentare comunicazioni superficiali con il mare, ma comunque non così dirette da far registrare movimenti di marea; rappresenta generalmente il primo stadio evolutivo successivo a quello lagunare, per una laguna che abbia registrato la chiusura delle bocche di comunicazione naturale con il mare (v. "laguna").

Subsidenza - Fenomeno di progressivo abbassamento del suolo. Le cause naturali sono soprattutto il costipamento dei sedimenti, i movimenti isostatici e tettonici: l'abbassamento è lento e interessa vaste aree. Le cause artificiali - e si parla allora di "subsidenza indotta" - sono principalmente la sottrazione di acqua e di altri fluidi dal sottosuolo, l'applicazione di carichi eccessivi al terreno, vibrazioni, alterazioni del chimismo delle acque sotterranee, l'ossidazione delle torbe: gli abbassamenti sono assai maggiori ma localizzati.

Terofita - Specie vegetale che sopravvive ai periodi climaticamente sfavorevoli sotto forma di seme; quindi è priva di organi perennanti.

Terrazzo - Area pianeggiante che interrompe un pendio. I terrazzi sono spesso dovuti al succedersi di un'azione di erosione ad una precedente azione di deposito. Quando tali azioni sono esplicate da un fiume si parla di "terrazzi fluviali", che si distinguono in "stagionali" se dovuti alle variazioni di portata solida nell'arco dell'anno, e "climatici" se dovuti a variazioni nella dinamica fluviale casusata da mutamenti del clima; caratteristici i "terrazzi eustatici" dovuti a variazioni del livello marino connesse a mutamenti climatici.

Torba - Sedimento costituito da resti vegetali (generalmente piante palustri); di colore nerastro o bruno, è poroso, fortemente impregnato d'acqua e poco permeabile.

Torbiera - Luogo di accumulo lento e continuo di residui vegetali, generalmente localizzato in una depressione del terreno ove si raccoglie l'acqua, con conseguente formazione di torba (v.). Le torbiere sono elencate fra le zone umide naturali nella Convenzione di Ramsar.

Valle da pesca - Specchio d'acqua destinato all'itticoltura, situato in prossimità della costa del mare, con salinità variabile, talora delimitato da argini artificiali. Spesso sono state trasformate in valli da pesca anche delle paludi dolci, conducendovi acque dal mare per mezzo di canali apposti. Le valli da pesca sono elencate fra le zone umide naturali nella Convenzione di Ramsar. Riferito ad uno specchio d'acqua, il termine "valle" è tipico della Bassa Padana, ove sta ad indicare qualsiasi bacino di scarsa profondità occupato da acque relativamente ferme, generalmente salmastre (stagni costieri, piccole lagune piuttosto chiuse o settori lagunari).

Vasca di colmata - Bacino destinato alla sedimentazione di torbide fluviali (v. "bonifica"). Le vasche di colmata sono elencate fra le zone umide artificiali nella Convenzione di Ramsar.

Vegetazione – Insieme dei popolamenti vegetali distribuiti sul territorio. La composizione e distribuzione è in relazione con il clima, il suolo, la morfologia, le modificazioni umane dell'uso del suolo. La vegetazione è il carattere base su cui è stata sviluppata la classificazione degli habitat con il progetto europeo "Corine biotopes".

Velma - Area appartenente a un distretto lagunare, che emerge solo con la bassa marea (v. "laguna"); il termine è tipico della Laguna di Venezia.

Würm - Nome comunemente usato per indicare l'ultima grande glaciazione (v. "Pleistocene").

Xerofilo – Organismo o comunità tipico di ambienti aridi.

Zona Speciale di Conservazione (ZSC) – (art. 1, lettera I, Dir. "Habitat") Un sito di importanza comunitaria designato dagli Stati membri mediante un atto regolamentare, amministrativo e/o contrattuale in cui sono applicate le misure di conservazione necessarie al mantenimento al ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, degli habitat naturali e/o delle popolazioni delle specie per cui il sito è designato.

Zona umida - Area caratterizzata dall'abbondante presenza di acqua liquida superficiale. La Convenzione di Ramsar definisce zone umide "le aree palustri, acquitrinose o torbose o comunque gli specchi d'acqua, naturali o artificiali, permanenti o temporanei, con acqua ferma o corrente, dolce, salmastra o salata".

Zona di Protezione Speciale (ZPS) - Area di elevato interesse ornitologico internazionale; è designata in applicazione dell'art. 4 della Direttiva 79/409/CEE "Uccelli". Gli obiettivi di conservazione si riferiscono sia alle specie ornitiche sia agli habitat che ne consentono la vita nelle diverse fasi (alimentazione, accoppiamento, nidificazione, cure parentali) e in riferimento all'utilizzo dell'area (riproduttivo, di svernamento, di sosta).

Appendice A

Il CORINE Land Cover

Il progetto CORINE Land Cover (CORINE LC) perseguiva l'obiettivo di coordinare e organizzare la raccolta di informazioni sulla copertura del suolo e sulle sue modifiche nel tempo in tutti gli Stati Membri della Comunità Europea. A tal scopo è stata prevista una procedura di rilievo dell'utilizzo del suolo che potesse essere per quanto possibile omogenea per tutti i paesi interessati, suscettibili di aggiornamento periodico e di costo sostenibile. Le informazioni hanno utilizzo diretto nella implementazione di servizi informativi tali da permettere la gestione delle politiche ambientali e la valutazione di rischi e problematiche annesse (e.g. mappatura di rischi erosivi).

L'obiettivo principale del progetto è produrre una **cartografia della copertura del suolo alla scala di 1:100.000**, facendo riferimento, per la realizzazione della legenda, ad unità spaziali omogenee di facile individuazione e sufficientemente stabili per essere destinate al rilevamento di informazioni più dettagliate. La superficie minima cartografabile della Carta delle Coperture del Suolo, pari a 25 ha, è stata definita in modo da soddisfare tre esigenze fondamentali:

- garantire la leggibilità della restituzione cartacea e agevolare il processo di digitalizzazione a partire dai lucidi di interpretazione;
- permettere di rappresentare gli elementi essenziali alle esigenze tematiche del progetto;
- ricercare un rapporto costi/benefici ottimale in termini di soddisfazione delle esigenze conoscitive sulla copertura del suolo, compatibilmente con le disponibilità finanziarie complessive.

La nomenclatura CORINE Land Cover prevede la catalogazione di diverse tipologie di suolo in una struttura gerarchica, partendo da classi generiche (livello 1) fino a scendere a livelli di sempre maggiore approfondimento e dettaglio (livelli successivi). Le classi fra cui ripartire le aree omogenee sono descritte da una legenda di 44 voci, immutabile per ragioni di omogeneità a livello europeo, e organizzata su 3 livelli gerarchici (Tabella 55):

- Il primo livello comprende 5 voci generali che abbracciano le maggiori categorie di copertura sul pianeta (Territori modellati artificialmente, territori agricoli, territori boscati e ambienti semi-naturali, zone umide, corpi idrici),
- il secondo livello comprende 15 voci, adatte ad una rappresentazione a scala 1:500.000/1.000.000

- il terzo livello comprende 44 voci, con dettaglio idoneo alla rappresentazione in scala 1:100.000.

1. Superfici artificiali	
1.1.	Zone urbanizzate di tipo residenziale
1.1.1.	Zone residenziali a tessuto continuo
1.1.2.	Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado
1.2.	Zone industriali, commerciali ed infrastrutturali
1.2.1.	Aree industriali, commerciali e dei servizi pubblici e privati
1.2.2.	Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche
1.2.3.	Aree portuali
1.2.4.	Aeroporti
1.3.	Zone estrattive, cantieri, discariche e terreni artefatti e abbandonati
1.3.1.	Aree estrattive
1.3.2.	Discariche
1.3.3.	Cantieri
1.4.	Zone verdi artificiali non agricole
1.4.1.	Aree verdi urbane
1.4.2.	Aree ricreative e sportive
2. Superfici agricole utilizzate	
2.1.	Seminativi
2.1.1.	Seminativi in aree non irrigue
2.1.2.	Seminativi in aree irrigue
2.1.3.	Risaie
2.2.	Colture permanenti
2.2.1.	Vigneti
2.2.2.	Frutteti e frutti minori
2.2.3.	Oliveti
2.3.	Prati stabili (foraggiere permanenti)
2.3.1.	Prati stabili (foraggiere permanenti)
2.4.	Zone agricole eterogenee
2.4.1.	Colture temporanee associate a colture permanenti
2.4.2.	Sistemi colturali e particellari complessi
2.4.3.	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
2.4.4.	Aree agroforestali
3. Territori boscati e ambienti seminaturali	
3.1.	Zone boscate
3.1.1.	Boschi di latifoglie
3.1.2.	Boschi di conifere
3.1.3.	Boschi misti di conifere e latifoglie
3.2.	Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea
3.2.1.	Aree a pascolo naturale e praterie
3.2.2.	Brughiere e cespuglieti
3.2.3.	Aree a vegetazione sclerofilla
3.2.4.	Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione
3.3.	Zone aperte con vegetazione rada o assente
3.3.1.	Spiagge, dune e sabbie
3.3.2.	Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti
3.3.3.	Aree con vegetazione rada
3.3.4.	Aree percorse da incendi
3.3.5.	Ghiacciai e nevi perenni

4. Zone umide	
	4.1.Zone umide interne
	4.1.1.Paludi interne
	4.1.2. Torbiere
	4.2.Zone umide marittime
	4.2.1.Paludi salmastre
	4.2.2.Saline
	4.2.3.Zone intertidali
5. Corpi idrici	
	5.1.Acque continentali
	5.1.1.Corsi d'acqua, canali e idrovie
	5.1.2 Bacini d'acqua
	5.2.Acque marittime
	5.2.1.Lagune
	5.2.2.Estuari
	5.2.3.Mari e oceani

Tabella 55 – La legenda del CORINE Land Cover al 3° livello di dettaglio

Una prima versione del CORINE Land Cover è stata prodotta negli anni '90 ed ha portato alla realizzazione della base dati CLC 90. Successivamente è stato lanciato, congiuntamente dalla Commissione Europea e dall'AEA, il progetto I&CLC2000 per l'aggiornamento della base dati CORINE Land Cover.

La copertura Corine Land Cover 90 (CLC90) e i suoi successivi aggiornamenti sono riconosciuti a livello europeo quali strumenti di base per la definizione delle politiche territoriali da parte di diversi servizi della Commissione Europea quali la DG-Politiche Regionali (DG-Regional policy), la DG-Ambiente (DG Environment) e la DG Agricoltura (DG Agriculture), oltre all'AEA e ai nodi della rete costituita dai Centri Tematici Europei (European Topic Centres - ETCs).

Essa inoltre rappresenta uno strato informativo di base per lo sviluppo di applicazioni o modelli di analisi spaziale su base GIS finalizzati alla produzione d'informazioni complesse utili a supportare le scelte dei decisori politici a livello europeo e nazionale.

Gli habitat della Rete Natura 2000

Natura 2000 è il nome che il Consiglio dei Ministri dell'Unione Europea ha assegnato ad un sistema coordinato e coerente (una "rete") di aree destinate alla conservazione della diversità biologica presente nel territorio dell'Unione stessa ed in particolare alla tutela di una serie di habitat e specie animali e vegetali indicati negli allegati I e II della Direttiva 92/43/CEE "Habitat" (recepita dal DPR 357/1997 e successive modifiche nel DPR 120/2003) e delle specie di uccelli indicati nell'allegato I della Direttiva 79/409/CEE "Uccelli" (recepita dalla Legge 157/1992).

La Rete Natura 2000, ai sensi della Direttiva "Habitat" (art.3), è attualmente composta da due tipi di aree: le Zone di Protezione Speciale (ZPS), previste dalla Direttiva "Uccelli", e i Siti di Importanza Comunitaria, i quali possono essere proposti (pSIC) o definitivi (SIC). Tali zone

possono avere tra loro diverse relazioni spaziali, dalla totale sovrapposizione alla completa separazione.

La Direttiva 92/43/CEE "Habitat" prevede che gli Stati membri dell'Unione individuino sul proprio territorio siti in cui siano presenti specie animali, vegetali e habitat la cui conservazione è considerata una priorità a livello europeo. Gli elenchi di specie e habitat di interesse europeo sono presentati nei 6 allegati alla Direttiva stessa:

- Allegato I. tipi di habitat naturali di interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di aree speciali di conservazione;
- Allegato II. specie animali e vegetali d'interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di zone speciali di conservazione;
- Allegato III. criteri di selezione dei siti atti ad essere individuati quali siti di importanza comunitaria e designati quali zone speciali di conservazione;
- Allegato IV. specie animali e vegetali di interesse comunitario che richiedono una protezione rigorosa;
- Allegato V. specie animali e vegetali di interesse comunitario il cui prelievo nella natura e il cui sfruttamento potrebbero formare oggetto di misure di gestione;
- Allegato VI. metodi e mezzi di cattura e di uccisione nonché modalità di trasporto vietati.

Di particolare interesse l'allegato I in cui sono elencati i tipi di habitat tutelati dalla Direttiva. I codici degli habitat Natura 2000 sono composti da quattro numeri, eventualmente seguiti da un asterisco in caso la necessità di conservazione dell'habitat sia considerata prioritaria. e dalla descrizione sommaria delle caratteristiche dell'habitat.

La classificazione EUNIS

L'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA) si è impegnata fin dal momento della sua istituzione a sostenere un programma per lo sviluppo di un sistema di classificazione degli habitat a livello europeo. La realizzazione di un sistema unico di classificazione si è resa necessaria per far fronte sia alla incoerenza delle informazioni ottenibili dai vari sistemi di classificazione adottati precedentemente, sia all'assenza di elementi descrittivi caratteristici di alcuni ambienti (e.g. ambienti marini e costieri). La classificazione EUNIS (the European Nature Information System), originariamente proposto da Davies & Moss (1999), tende ad unificare i vari sistemi di classificazione in una serie di codici unitari che comprendano:

- Dati su Specie, Habitats e Siti compilati sulla base della rete Natura 2000 (Direttive Habitat e Uccelli)
- Dati raccolti da diversi progetti (e.g. EIONET), vari database o dati pubblicati da ETC/NPB (ovvero European Topic Centre for Nature Conservation)
- Dati su Specie, Habitats e Siti inclusi in convenzioni internazionali di rilievo (e.g. Ramsar, Berna, ecc) o dalle Liste Rosse nazionali e internazionali
- Dati specifici raccolti nell'ambito di campagne di monitoraggio coordinate dall'EEA che costituiscono un nucleo informativo aggiornato periodicamente

Il database attualmente consolidato è consultabile via rete mediante un applicativo web al seguente indirizzo: <http://eunis.eea.eu.int/index.jsp> (EEA 2004).

Il sistema di classificazione EUNIS è caratterizzato dalla descrizione delle tipologie di habitat a livello europeo mediante un linguaggio non specialistico. Il sistema è nato dalla combinazione di vari metodi di classificazione – marini, terrestri e di acque dolci. La classificazione dei sistemi terrestri e dulcacquicoli è basata su una sintesi dei progetti precedenti, in particolare:

- Palaeartic Habitat Classification (2001)
- CORINE Biotopes Classification (1991)
- CORINE Land Cover
- Natura 2000 Habitat Class
- Marine Habitat Classification Britain/Ireland (2005)
- MNCR BioMar 97.06 (Britain & Ireland)
- Barcelona Convention (1998)
- HELCOM Baltic Sea Marine and Coastal Biotopes (1998)
- Map of Potential Natural Vegetation of Europe
- Ramsar Wetland Types
- BEAR Forest Types for Biodiversity Assessment
- Nordic Vegetation Classification (1994)
- Phase 1 habitat classification (UK) (1993)
- Biodiversity Broad Habitat Classification (UK)
- Biodiversity Action Plan Priority Habitats (UK)
- National Vegetation Classification (UK)
- Milieux Naturels de Suisse (1998)
- Biotopes of the Czech Republic (2001)
- Biotopes of Slovakia (1996)
- German Federal List of Biotopes

Il sistema EUNIS introduce criteri condivisi per l'identificazione di ogni unità di habitat fornendo, al contempo, la corrispondenza con i preesistenti sistemi di classificazione citati. Molte delle classificazioni precedenti, in particolare il CORINE Biotopes, sono fortemente basate sulla fitosociologia: mentre le classi fitosociologiche sono ben conosciute dagli ecologi in molte Paesi europei, queste non sono prontamente accessibili ad altri biologi e conservazionisti. Inoltre, molte tipologie di habitat, soprattutto negli ambienti marini, non sono caratterizzate da alcuna vegetazione sicché un elenco esaustivo degli habitat non può basarsi sugli elementi della vegetazione come unico criterio di categorizzazione. Per questi motivi la classificazione EUNIS si basa spesso su semplici descrizioni dell'habitat, spesso incentrate sugli attributi fisici del sistema.

Descrizione della classificazione EUNIS

La classificazione EUNIS è organizzata in modo gerarchico. **Attualmente il sistema di classificazione si trova allo stato di aggiornamento relativo alla data 11/2006.** Sono presenti 10 categorie di primo livello le cui definizioni sono elencate nella Tabella 56. Le varie tipologie di habitat sono ordinate gerarchicamente all'interno delle categorie riportate in Tabella 56. Il sistema di numerazione associato ad ogni categoria segue la seguente codifica:

- categoria di primo livello: distinti da lettere
- categoria di secondo livello: distinti da numeri e lettere
- punto (.) di separazione
- elementi dei livelli successivi e relativi livelli gerarchici: distinti da numeri e lettere

Codice EUNIS liv.ello 1	Definizione
A	Habitat marini
B	Habitat costieri
C	Acque interne di superficie
D	Habitat fangosi, terreni paludosi, acquitrini
E	Habitat a praterie e terreni dominati da muschi, licheni ed erbacee
F	Brughiere, sterpaglie e tundra
G	Boschi, foreste e terreni boscati
H	Habitat non vegetati o scarsamente vegetati
I	Habitat agricoli, orticoli e domestici regolarmente o recentemente coltivati
J	Habitat di costruzioni, industriali o artificiali
X	Complessi di habitat

Tabella 56 - Le 10 classi di primo livello della classificazione EUNIS

La classificazione EUNIS è stata soggetta a varie revisioni nel corso del tempo, per cui i codici hanno subito modifiche sostanziali nelle varie versioni. Le revisioni dal 1997 ad oggi sono le seguenti:

- **EUNIS Habitat Classification 2006/11**

- **EUNIS Habitat Classification 2004/10**
- **EUNIS Habitat Classification 2003/08**
- **EUNIS Habitat Classification 2002/02**
- **EUNIS Habitat Classification 1999/10**
- **EUNIS Habitat Classification 1998/11**
- **EUNIS Habitat Classification 1997/12**

Per la realtà italiana APAT ha prodotto un documento di riferimento (APAT, 2004) che utilizza il sistema di classificazione EUNIS 2002/02. Rispetto a questo documento i codici di molti habitat nel corso del tempo sono stati accorpati o modificati. Nel presente documento viene utilizzata la versione più recente del sistema EUNIS (2006/11). Per una ricerca delle corrispondenze tra le due versioni del sistema di classificazione fare riferimento alla Tabella 57.

Cod. EUNIS_200202	Cod. EUNIS_200611	Descrizione
A2.2	A2.2	Sedimenti sabbiosi marini (sabbia > 75%) emergenti durante la bassa marea
A2.35	A2.324	Stagni salmastri lagunari
A2.4	A2.4	Sedimenti misti emergenti durante la bassa marea
A2.62	A2.52	Fasce superiori degli stagni salmastri a Spartina, Agropyron, Phragmites, Juncus
A2.622	A2.522	Stagni mediterranei salmastri a Juncus (Juncetalia maritimi)
A2.626	A2.526	Praterie e fruticeti mediterranei (Sarcocornetea fruticosi)
A2.632	A2.532	Praterie alo-psammofile mediterranee
A2.63C	A2.53C	Letti salmastri estuarini a Phragmites
A2.65	A2.55	Vegetazione pioniera a Spartina e Salicornia
A2.6513	A2.5513	Vegetazione annua pioniera a Salicornia e specie delle zone fangose e sabbiose
A2.652	A2.552	Comunita' pioniere alo-nitrofile
A2.6543	A2.5543	Praterie di Spartina (Spartinion maritimae)
A2.658	A2.558	Palude salmastra con Sarcocornia associata a Halimione, Puccinellia, Suaeda
A4.32	A5.32	Fanghi sublitorali in ambiente estuarino
A4.551	A5.541	Canneti a Phragmites in acque salmastre
A4.72	A5.2	Sabbie sublitorali (mare)
A4.72	A5.2	Sabbie sublitorali (mare)
A4.75	A5.4	Sedimenti misti sublitorali
B1.1	B1.1	Vegetazione annua delle linee di deposito marine
B1.2	B1.2	Spiagge sabbiose sopra la linea di battigia
B1.21	B1.21	Sabbie non vegetate sopra la linea di battigia
B1.24	B1.24	Margini delle spiagge sabbiose scarsamente vegetate
B1.31	B1.31	Dune mobili embrionali
B1.32	B1.321	Dune bianche con presenza di Ammophila arenaria
B1.4	B1.4	Vegetazione erbacea delle dune costiere
B1.48	B1.48	Dune con prati dei Malcomietalia

Cod. EUNIS_200202	Cod. EUNIS_200611	Descrizione
B1.49	B1.49	Dune grigie con vegetazione erbacea del Tortuloscabiosetum
B1.611	B1.611	Dune con presenza di Hippophae rhamnoides
B1.63	B1.63	Dune costiere con cespugli di Juniperus
B1.7	B1.7	Dune con foreste di Pinus pinea e Pinus pinaster
B1.8	B1.8	Comunità pioniera degli acquitrini interdunali
C1.3	C1.3	Laghi e stagni eutrofici permanenti
C1.3	C1.3	Laghi e stagni eutrofici permanenti
C1.5	C1.5	Laghi e stagni salmastri permanenti
C3.21	C3.2111	Letti di acqua dolce a Phragmites
C3.5	C3.5	Vegetazione pioniera di aree fluviali periodicamente inondate
C3.6	C3.6	Spiagge fluviali scarsamente o non vegetate
D5.11	D5.11	Letti asciutti di Phragmites
D5.2	D5.2	Paludi calcaree con Cladium mariscus e specie del Caricion davallianae
E2.22	E2.22	Prati da sfalcio
E2.6	E2.6	Tappeti erbosi di prati, giardini, parchi, aree sportive
E5.43	E5.43	Comunità di erbe delle frange umide arborate
E5.6	E5.1	Comunità di erbe nitrofile antropogeniche
E6.11	E6.112	Steppe salate mediterranee (Limonietales)
F3.1	F3.1	Cespuglieti decidui delle aree temperate
F9.31	F9.313	Vegetazione arbustiva a Tamarix
FB.4	FB.4	Vigneti
G1.224	G1.224	Boschi fluviali del Po a Quercus, Fraxinus, Alnus
G1.3	G1.3	Boschi igrofilo mediterranei
G1.A	G1.A	Boschi meso-eutrofici a Quercus, Carpinus, Fraxinus, Acer, Ulmus
G1.C	G1.C	Rimboschimenti
G1.C1	G1.C1	Piantagioni di Populus
G1.D4	G1.D4	Coltivazioni di piante da frutto
G2,1	G2,1	Foreste dominate da Quercus ilex e Quercus rotundifolia
G4.B	G4.B	Boschi misti di pini mediterranei e latifoglie termofile (Quercus)
G5.1	G5.1	Filari di alberi lungo le strade
G5.2	G5.2	Alberature artificiali poco estese di latifoglie
G5.4	G5.4	Alberature artificiali poco estese di conifere
H5.6	H5.6	Aree clapestate non vegetate
H5.61	H5.61	Strade sterrate
I1.1	I1.1	Seminativi intensivi
I1.2	I1.2	Coltivazioni miste florovivaistiche e orticole
I1.3	I1.3	Coltivazioni erbacee
I1.4	I1.4	Coltivazioni inondate, risaie
I1.5	I1.5	Coltivazioni abbandonate e terreni smossi
I2.23	I2.23	Aree verdi urbane
J1.2	J1.2	Centri abitati
J1.4	J1.4	Aree industriali
J1.51	J1.51	Aree abbandonate urbane e suburbane
J2.1	J2.1	Aree residenziali a tessuto discontinuo
J2.4	J2.4	Edifici rurali
J2.53	J2.53	Opere antropiche, dighe

Cod. EUNIS_200202	Cod. EUNIS_200611	Descrizione
J2.7	J2.7	Cantieri in ambito rurale
J3.3	J3.3	Cantieri recentemente abbandonati
J4	J4	Strade e altre superfici rigide artificiali
J4.5	J4.5	Aree portuali
J4.6	J4.6	Aree ricreative
J5	J5	Opere idrauliche
J5.11	J5.11	Canali e lagune artificiali saline e salmastre
J5.31	J5.31	Stagni e laghi con substrato artificiale
J5.32	J5.32	Stagni artificiali per l'itticoltura
J5.4	J5.4	Canali artificiali (larghezza > 6m)
non presente	F9.35	Cespuglieti ripariali di piante invasive (Amorpha fruticosa)
non presente	X01	Estuari
non presente	X03	Lagune salmastre
non presente	X31	Fasce litorali con mosaici di substrati mobili e non mobili

Tabella 57 - Tabella delle corrispondenze tra i codici EUNIS 2002/02 ed EUNIS 2006/11 relativi agli habitat individuati in questo studio

Appendice B

Applicazione pratica del VNP

Si mostra di seguito un esempio applicativo della metodica VNP per valutare il bilancio di guadagno/perdita sul valore di naturalità complessivo dell'ambiente in seguito ad un intervento di manutenzione eseguito in un preciso ambito territoriale. Si ipotizza di provvedere al dragaggio e allargamento di un canale per aumentare l'ingresso e il deflusso alle correnti mareali nella parte più interna della Sacca di Scardovari e aumentarne il grado di vivificazione. L'ipotesi di intervento prevede il taglio di una porzione dello scanno centrale di Scardovari con conseguente allagamento e perdita di alcuni habitat emersi. La valutazione viene effettuata secondo la seguente procedura:

1. **Definizione dell'area di intervento:** si definisce l'area entro cui si verificheranno gli impatti diretti dell'attività di escavo e movimentazione dei sedimenti; questa sarà l'area corrispondente all'area di cantiere in cui si avrà la maggiore perdita di porzioni di habitat e del grado di naturalità dei sistemi ambientali presenti (Figura 96);

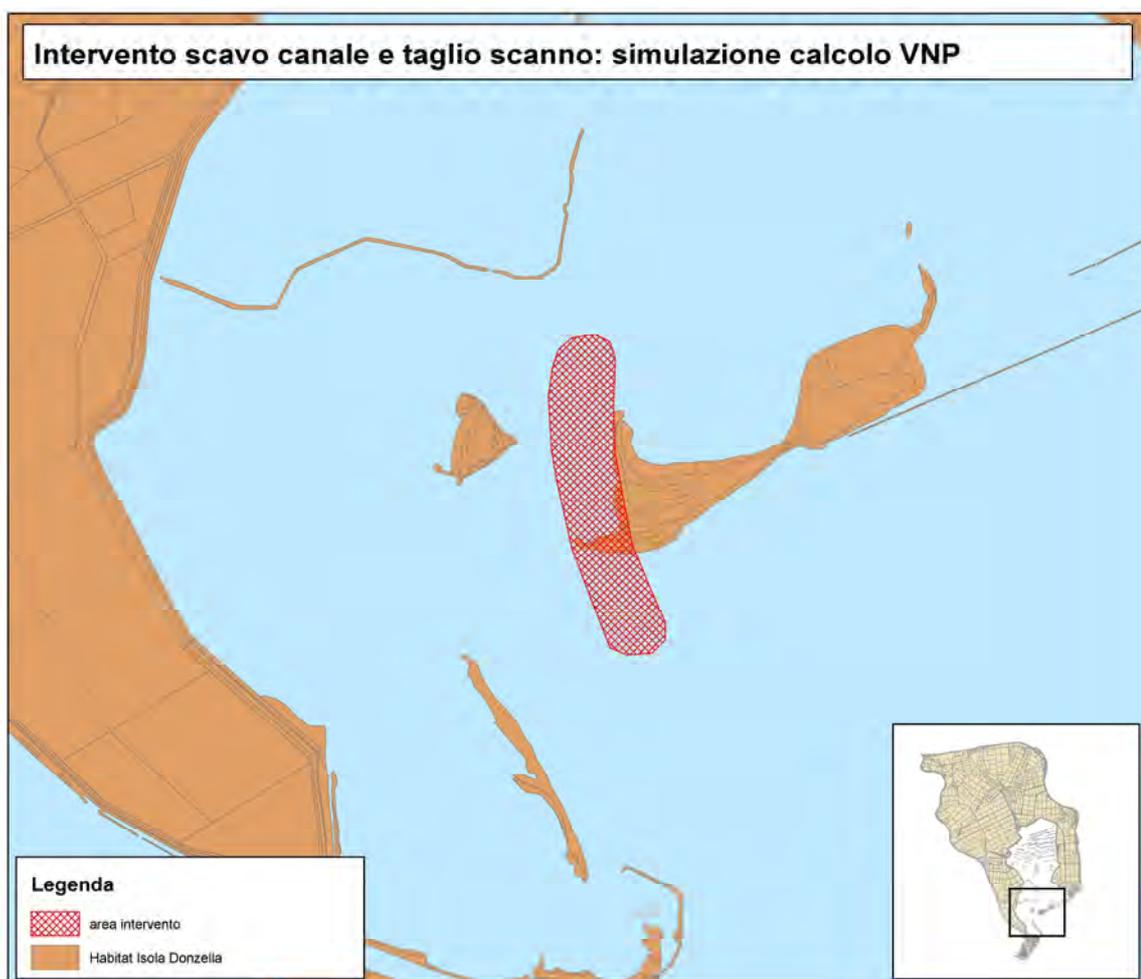


Figura 97 – Definizione dell'area di intervento (zona di scavo e taglio dello scanno)

2. **Definizione dell'area di indagine:** si definisce un'area di indagine (buffer) intorno all'area di intervento entro cui si possono estendere effetti secondari dell'attività in corso (Figura 97); l'estensione dell'area di analisi sarà variabile e da valutare in base alla tipologia di attività presente durante la fase di cantiere (e.g. presenza di macchine in movimento, presenza di correnti e torbidità nella massa d'acqua, presenza di rumori e potenziale raggio di disturbo sulla fauna, ecc.);

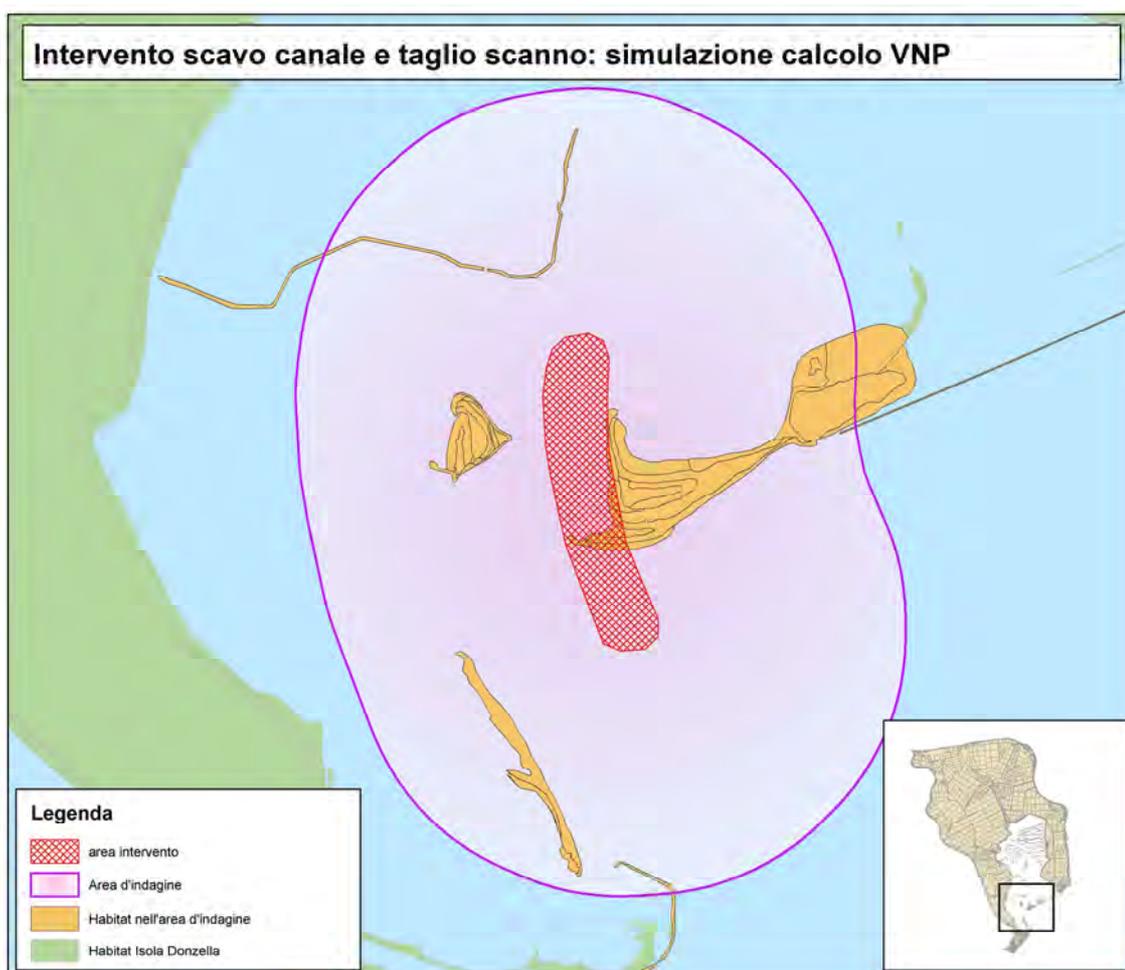


Figura 98 – Definizione dell'area di indagine (buffer di 1 km attorno all'area di intervento); vengono considerati per il computo del VNP solo le unità territoriali e gli habitat compresi all'interno dell'area di indagine

3. **Calcolo del Valore di Naturalità Potenziale (ante operam):** viene eseguito il calcolo del VNP parziale (per ogni unità territoriale presente nell'area di indagine) e del VNP totale come punto di riferimento dell'ambiente ancora non soggetto ad alterazioni (**VNP_{ante}**) (Tabella 58)

COD UNITERR	ID_HABITAT	AREA	Ca1	Ca2	Ca3	DiV	DiF	Ra	St	FRi	Fnu	FRf	Q	C	F	VNP
40_167	27	7839	5	5	5	9	7	9	2	5	3	3	9	6	7	435
40_169	48	6121	5	5	5	3	4	5	3	2	2	4	6	6	5	218
40_170	48	3056	5	5	5	3	4	5	3	2	2	4	6	6	5	203
40_171	1	44979	5	5	5	2	10	10	1	1	5	1	10	7	5	329
23_175	27	1712	4	4	5	9	7	9	2	5	3	3	9	5	7	349
23_176	23	1892	4	5	5	9	5	9	2	1	4	2	9	5	5	231
23_177	9	6274	4	5	5	7	10	10	2	4	5	4	10	6	9	526
23_178	9	2320	5	4	5	7	10	10	2	4	5	4	10	6	9	471
23_179	25	2409	5	3	5	1	5	7	1	3	4	1	7	5	5	188
23_180	4	10052	5	3	5	4	10	10	2	1	4	2	10	7	5	291
23_181	48	4825	5	5	5	3	4	5	3	2	2	4	6	6	5	213
23_182	9	14164	5	4	5	7	10	10	2	4	5	4	10	7	9	572
23_183	25	5211	5	3	5	1	5	7	1	3	4	1	7	6	5	207
23_184	48	3693	5	5	5	3	4	5	3	2	2	4	6	6	5	207
23_185	17	807	3	3	5	9	7	10	2	2	5	2	9	5	6	256
22_186	73	67126	2	2	2	1	3	4	1	2	2	3	4	7	5	125
22_187	7	2152	5	5	5	4	6	9	2	4	5	4	8	6	9	398
22_188	3	32273	4	5	5	2	1	10	2	1	5	1	7	7	5	242
22_189	38	10259	3	3	3	2	2	2	2	1	2	2	3	7	3	73
22_190	23	8947	3	4	5	9	5	9	2	1	4	2	9	6	5	261
22_191	38	20964	3	3	3	2	2	2	2	1	2	2	3	7	3	78
22_192	17	14659	5	5	5	9	7	10	2	2	5	2	10	7	6	393
22_193	13	54482	3	3	3	9	6	9	2	2	5	2	8	8	6	366
22_194	1	10572	5	5	5	2	10	10	1	1	5	1	10	6	5	285
22_195	1	6525	5	5	5	2	10	10	1	1	5	1	10	6	5	270
22_196	1	23627	5	5	3	2	10	10	1	1	5	1	10	7	5	295
22_199	4	5782	4	3	5	4	10	10	2	1	4	2	9	6	5	268
39_379	70	19078	3	1	1	1	1	5	1	1	2	2	3	6	3	67
39_380	70	9290	3	1	1	1	1	5	1	1	2	2	3	6	3	62
39_1625	70	8823	3	1	1	1	1	5	1	1	2	2	3	6	3	62
22_1626	38	53892	3	3	3	2	2	2	2	1	2	2	3	8	3	85
22_1627	40	16237	4	5	4	5	6	10	2	2	4	2	8	7	5	300
22_1632	4	12868	4	3	5	4	10	10	2	1	4	2	9	7	5	291
22_1633	5	7007	5	5	3	2	10	10	1	1	5	1	10	6	5	260
Totale VNPante																8877

Tabella 58 – Calcolo del VNP per ogni unità territoriale e habitat nell'area di indagine; la sommatoria dei valori fornisce il VNP totale nell'area d'indagine nella fase ante operam (VNPante)

4. **Simulazione GIS alterazione degli habitat (post operam):** nell'area di intervento vengono sostituite le unità territoriali e le tipologie di habitat in esse contenute (modifica codici "ID_HABITAT") con le unità territoriali, le tipologie di habitat che saranno presenti in fase di cantiere e nell'immediato post operam (alterazione fisica degli habitat), da notare la creazione di una nuova unità territoriale "impact_01" che sostituisce l'unità preesistente "22_1633" (cfr. Tabella 58 e Tabella 59); contestualmente, in ogni unità territoriale verranno opportunamente modificati i valori dei parametri su cui viene calcolato il VNP in

base all'intensità dell'impatto (alterazione funzionale degli habitat); il grado di intensità e l'estensione dell'impatto sarà da stimare in base alla tipologia di intervento (Figura 98);

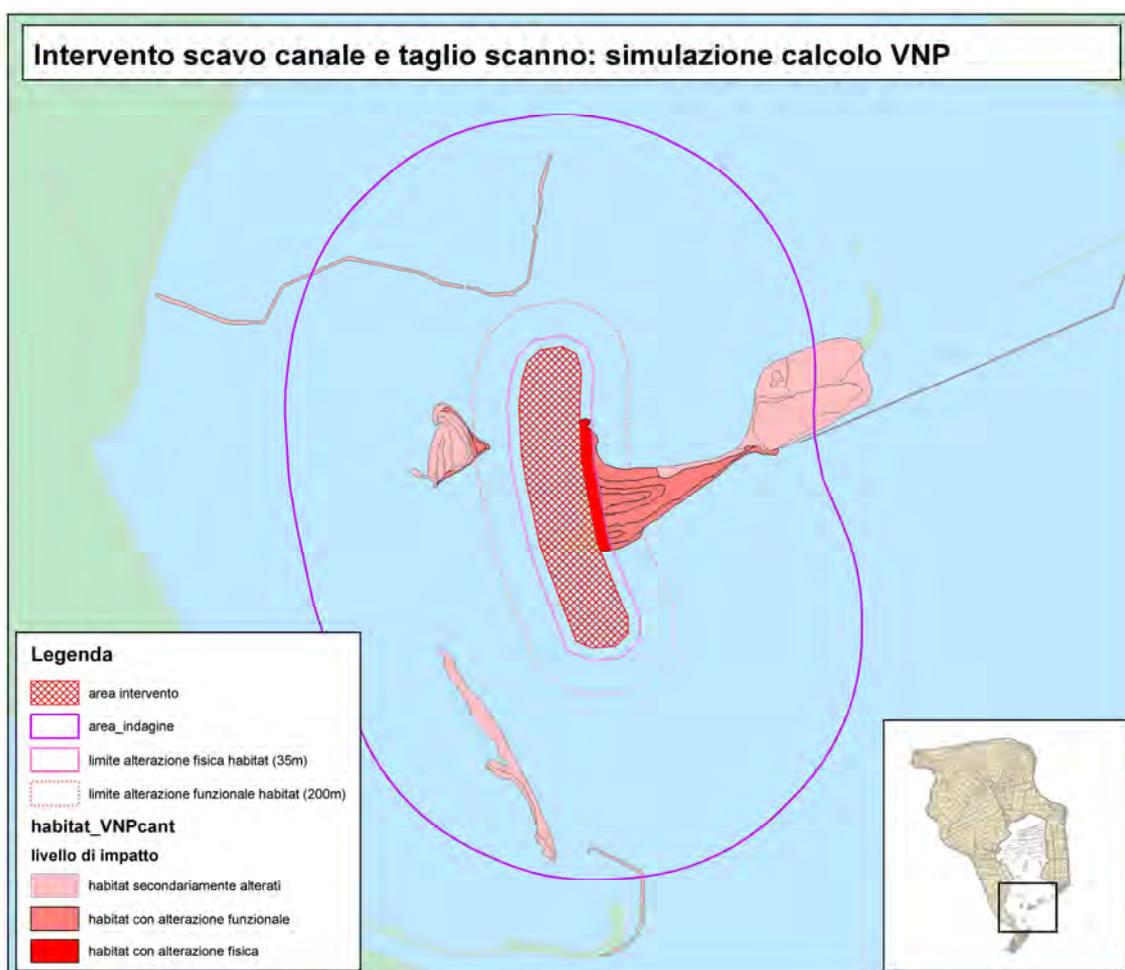


Figura 99 – Simulazione degli impatti previsti dell'area di indagine. Vengono identificati habitat che subiranno alterazioni fisiche (entro 35m dall'area di intervento) e alterazioni funzionali (entro 200m dall'area di intervento) e viene modificata conseguentemente la struttura delle unità territoriali e i valori dei parametri per il calcolo del VNP

- Calcolo del Valore di Naturalità Potenziale (post operam):** sulle nuove unità territoriali e sugli habitat modificati in fase di cantiere e nell'immediato post operam viene eseguito il calcolo del VNP parziale (per ogni unità territoriale presente nell'area di indagine) e del VNP totale rappresentativo dell'ambiente modificato (**VNP_{post}**) (Tabella 59);

COD UNITERR	ID_HABITAT	AREA	Ca1	Ca2	Ca3	DiV	DiF	Ra	St	FRi	Fnu	FRf	Q	C	F	VNP
40_167	4	7839	5	5	5	9	7	9	2	5	3	3	9	6	7	435
40_169	48	6121	5	5	5	3	4	5	3	2	2	4	6	6	5	218
40_170	9	3056	5	5	5	3	4	5	3	2	2	4	6	6	5	203
40_171	25	44979	5	5	5	2	10	10	1	1	5	1	10	7	5	329
23_175	48	1712	4	4	5	9	7	9	2	3	2	2	9	5	5	222

COD UNITERR	ID_HABITAT	AREA	Ca1	Ca2	Ca3	DiV	DiF	Ra	St	FRi	Fnu	FRf	Q	C	F	VNP
23_176	17	1892	4	5	5	9	5	9	2	1	3	2	9	5	4	198
23_177	73	6274	4	5	5	7	10	10	2	4	5	4	10	6	9	526
23_178	7	2320	5	4	5	7	10	10	2	4	5	4	10	6	9	471
23_179	3	2409	5	3	5	1	5	7	1	3	4	1	7	5	5	188
23_180	38	10052	5	3	5	4	10	10	2	1	4	2	10	7	5	291
23_181	23	4825	5	5	5	3	4	5	3	2	2	4	6	6	5	213
23_182	38	14164	5	4	5	7	10	10	2	4	5	4	10	7	9	572
23_183	17	5211	5	3	5	1	5	7	1	2	3	1	7	6	4	155
23_184	13	3693	5	5	5	3	4	5	3	2	2	4	6	6	5	207
23_185	1	807	3	3	5	9	7	10	2	2	5	2	9	5	6	256
22_186	1	67126	2	2	2	1	3	4	1	2	2	3	4	7	5	125
22_187	1	2152	5	5	5	4	6	9	2	4	5	4	8	6	9	398
22_188	4	21179	3	4	3	2	1	10	2	1	4	1	6	7	4	174
22_189	70	10259	3	3	3	2	2	2	2	1	2	2	3	7	3	73
22_190	70	8947	3	4	5	9	5	9	2	1	4	2	9	6	5	261
22_191	70	17337	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	3	7	3	49
22_192	38	14659	3	3	3	9	7	10	2	1	3	2	8	7	4	226
22_193	40	46971	2	3	2	9	6	9	2	2	3	2	8	8	5	266
22_194	4	3124	2	3	3	2	10	10	1	1	5	1	8	5	5	209
22_195	4	1438	2	2	3	2	10	10	1	1	2	1	8	5	3	105
22_196	48	23627	5	5	3	2	10	10	1	1	5	1	10	7	5	295
22_199	9	408	1	1	1	4	10	10	2	1	1	1	7	4	2	65
39_379	25	19078	3	1	1	1	1	5	1	1	2	2	3	6	3	67
39_380	48	9290	3	1	1	1	1	5	1	1	2	2	3	6	3	62
39_1625	17	8823	3	1	1	1	1	5	1	1	2	2	3	6	3	62
22_1626	73	53892	3	3	3	2	2	2	2	1	2	2	3	8	3	85
22_1627	7	16237	4	5	4	5	6	10	2	2	4	2	8	7	5	300
22_1632	3	9165	2	2	3	4	10	10	2	1	2	1	8	6	3	142
impact_01	73	29500	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	1	15
Totale VNPpost																7461

Tabella 59 – Calcolo del VNP per ogni unità territoriale e habitat nell’area di indagine; la sommatoria dei valori fornisce il VNP totale nell’area d’indagine nella fase di cantiere (VNPpost)

6. **Calcolo del bilancio netto del Valore di Naturalità:** in base ai valori di VNP_{ante} e VNP_{post} si produce un bilancio della variazione del VNP, sia in termini assoluti (ΔVNP), sia in termini relativi ($\Delta\%VNP$) sull’area d’indagine (Tabella 60): se in base al calcolo del bilancio si ottiene un riduzione del Valore di Naturalità Potenziale è necessario progettare gli interventi di compensazione;

Differenza situazione “ante operam – post operam”				
CODUNITERR	IDHABITAT	$\Delta AREA (m^2)$	ΔVNP	$\Delta\%VNP$
40_167	27	0	0	0%
40_169	48	0	0	0%
40_170	48	0	0	0%
40_171	1	0	0	0%
23_175	27	0	-127	-36%
23_176	23	0	-33	-14%

Differenza situazione "ante operam – post operam"				
CODUNITERR	IDHABITAT	Δ AREA (m ²)	Δ VNP	$\Delta\%$ VNP
23_177	9	0	0	0%
23_178	9	0	0	0%
23_179	25	0	0	0%
23_180	4	0	0	0%
23_181	48	0	0	0%
23_182	9	0	0	0%
23_183	25	0	-52	-25%
23_184	48	0	0	0%
23_185	17	0	0	0%
22_186	73	0	0	0%
22_187	7	0	0	0%
22_188	3	-11094	-68	-28%
22_189	38	0	0	0%
22_190	23	0	0	0%
22_191	38	-3627	-29	-37%
22_192	17	0	-167	-43%
22_193	13	-7512	-100	-27%
22_194	1	-7448	-76	-27%
22_195	1	-5087	-165	-61%
22_196	1	0	0	0%
22_199	4	-5373	-203	-76%
39_379	70	0	0	0%
39_380	70	0	0	0%
39_1625	70	0	0	0%
22_1626	38	0	0	0%
22_1627	40	0	0	0%
22_1632	4	-3704	-149	-51%
22_1633 -> impact_01	5 -> 73	22494	-245	-94%
TOTALE		-21351	-1416	-16%

Tabella 60 – Bilancio tra la situazione ante operam e la situazione post operam in tutte le unità territoriali. Nel bilancio complessivo vengono persi 21.351 m² di territorio per il taglio dello scanno, si ottiene un Δ VNP negativo di -1416 (perdita di naturalità) corrispondente alla perdita del 16% di naturalità rispetto alla condizione iniziale.

- 7. Visualizzazione sulle mappe del bilancio del VNP:** viene prodotta una mappa tematica delle unità territoriali con i rispettivi valori del VNP nella situazione ante operam e post operam in modo da visualizzare e localizzare le zone a maggiore criticità.

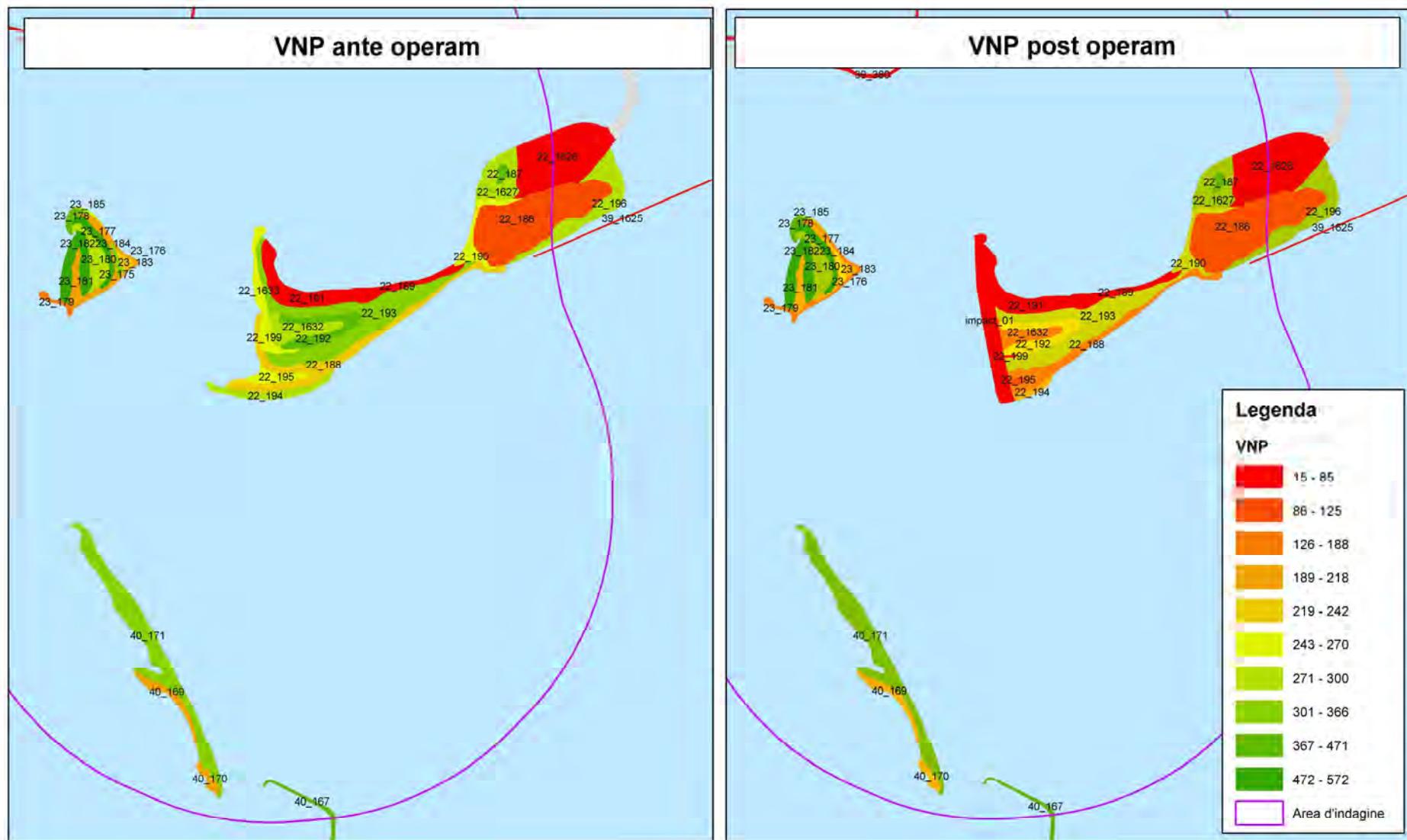


Figura 100 – Mappe a confronto dei valori del VNP nelle varie unità territoriali nella condizione ante operam e nella condizione post operam; per i codici identificativi delle unità territoriali fare riferimento a Tabella 58, Tabella 59 e Tabella 60

Allegati

Allegato A – Tabella completa delle 7955 unità territoriali e dei campi necessari per il calcolo del VNP

Allegato B: Tavola 1 – Mappa degli habitat codificati secondo il sistema EUNIS nell'area di studio (scala 1:15.000). Tavola 1.

Allegato B: Tavola 2 – Mappa degli habitat codificati secondo il sistema EUNIS nell'area di studio (scala 1:15.000). Tavola 2.

Allegato B: Tavola 3 – Mappa degli habitat codificati secondo il sistema EUNIS nell'area di studio (scala 1:15.000). Tavola 3.

Allegato B: Tavola 4 – Mappa degli habitat codificati secondo il sistema EUNIS nell'area di studio (scala 1:15.000). Tavola 4.

Allegato B: Tavola 5 – Mappa degli habitat codificati secondo il sistema EUNIS nell'area di studio (scala 1:15.000). Tavola 5 (include la Tavola 5a).