

CAPITOLO QUINTO

**RELAZIONE TRA QUOTA DEL SUOLO
E VEGETAZIONE ALOFILA**

Recenti studi relativi all'impiego della vegetazione di barena come indicatore morfologico (Silvestri, 2000; Salviato, 2000) hanno mostrato che la distribuzione delle specie vegetali può fornire informazioni sull'andamento della topografia della superficie su cui crescono: le alofite di barena, infatti, non solo manifestano il fenomeno della zonazione, disponendosi secondo macchie di vegetazione omogenea, ma si sviluppano inoltre in intervalli di quota che sono piuttosto ristretti e solo parzialmente sovrapponibili. Queste osservazioni fanno ritenere che sia possibile, data una mappa della vegetazione con indicazione delle coperture vegetali corrispondenti, sviluppare degli algoritmi per ottenere un modello digitale del terreno di una particolare area di barena.

In questo capitolo i risultati di tali studi verranno ripresi e confrontati con quanto è emerso dall'elaborazione dei primi dati di quota rilevati in occasione dei sopralluoghi effettuati nel corso del 2002.

§5.1 La misurazione della quota

Durante le campagne di misura che si sono svolte da maggio 2002 ad agosto 2002 sono stati raccolti numerosi dati di posizione e di quota delle diverse specie vegetali presso le barene di Palude Maggiore, Saline, Pagliaga e San Felice. Per



Fig.5.1 - Teodolite laser per la misurazione della quota.

condurre le misurazioni è stato utilizzato sia un *DGPS* con precisione subcentimetrica, sia un *teodolite laser* (o *tacheometro*). Quest'ultimo è uno strumento che rileva le distanze tra punti per via indiretta; richiede infatti l'ausilio della *stadia*, un paletto graduato in decimetri, con segmenti bianchi e rossi, che viene posto nel punto di cui si vuol conoscere la distanza rispetto all'osservatore: il segmento di stadia che risulta compreso tra due linee di riferimento orizzontali, segnate nell'oculare del tacheometro, è proporzionale alla distanza che separa il punto di osservazione da quello in cui si trova la stadia (fig.5.1).

Per determinare i dislivelli tra i vari punti di un allineamento si traggono in senso orizzontale i punti stessi, a due a due, per mezzo di un *livello*; dalla misura degli angoli verticali che le congiungenti i diversi punti formano con l'orizzonte, si ricavano le differenze di quota mediante formule trigonometriche.

Dal momento che la quota precisa di crescita della vegetazione è essenziale per verificarne l'attendibilità come indicatore morfologico, per le misure di quota della vegetazione si è cercato di utilizzare più frequentemente il teodolite laser in quanto consente di eseguire misure topografiche con una precisione di $\pm 5\text{mm}$.

In particolare, in Palude Maggiore sono stati raccolti 90 dati di quota relativi alle specie *Spartina maritima*, *Sarcocornia fruticosa*, *Juncus maritimus*, *Suaeda maritima*, *Aster tripolium* e *Halimione portulacoides*; a Pagliaga 77 misure sulle specie *Limonium narbonense*, *Juncus acutus* ed *Aster tripolium*; 92 presso le Saline, su piante di *Salicornia veneta*, *Spartina maritima*, *Sarcocornia fruticosa*, *Inula chritmoides* e *Suaeda maritima*. Durante le campagne non è stato possibile utilizzare il teodolite nella barena di San Felice, ma si sono comunque rilevate le quote perimetrali delle aree a copertura omogenea superiore o uguale all'80%: i punti battuti in queste aree con il DGPS sono stati riferiti alla base delle specie vegetali di cui era maggiore la presenza, quindi i dati acquisiti nell'individuazione delle macchie di vegetazione possono essere impiegati per stimare l'altezza a cui crescono le diverse specie presso la barena di S.Felice (complessivamente 328 misure acquisite).

Le misure di quota sono state effettuate nelle giornate del 22, 29 maggio, 20 giugno, dal 15 al 19 luglio, il 30 luglio, il 2 agosto e il 28 settembre

Nella tab.V.I sono riassunti i principali dati raccolti, suddivisi per barena e per specie vegetale. In particolare vengono riportati il numero di misure acquisite, la quota media di ritrovamento (in m l.m.m.), la deviazione standard e le quote massima e minima alle quali sono state osservate le diverse specie sulle quattro barene:

Barena	Rilievo	Specie alofila										
		Sal.	Sp.	Li.	Sa.	Ju.	Pu.	In.	Su.	Ar.	As.	Ha.
Palude Maggiore	n° dati	-	7	-	20	25	-	-	20	-	9	9
	quota m	-	0,234	-	0,323	0,235	-	-	0,337	-	0,354	0,384
	dev st	-	0,044	-	0,019	0,029	-	-	0,031	-	0,047	0,030
	qu max	-	0,270	-	0,370	0,320	-	-	0,370	-	0,410	0,430
	qu min	-	0,150	-	0,280	0,200	-	-	0,230	-	0,270	0,320
Pagliaga	n° dati	-	-	20	-	37	-	-	-	-	20	-
	quota m	-	-	0,324	-	0,293	-	-	-	-	0,314	-
	dev st	-	-	0,017	-	0,023	-	-	-	-	0,021	-
	qu max	-	-	0,350	-	0,350	-	-	-	-	0,370	-
	qu min	-	-	0,280	-	0,240	-	-	-	-	0,280	-

Saline	n° dati	20	20	-	11	-	-	18	23	-	-	-
	quota m	0,12 7	0,173	-	0,262	-	-	0,24 2	0,204	-	-	-
	dev st	0,02 6	0,027	-	0,029	-	-	0,04 4	0,027	-	-	-
	qu max	0,17 0	0,220	-	0,320	-	-	0,30 0	0,280	-	-	-
	qu min	0,07 0	0,130	-	0,240	-	-	0,16 0	0,160	-	-	-
San Felice	n° dati	-	108	89	77	54	-	-	-	-	-	-
	quota m	-	0,194	0,24 6	0,280	0,35 5	-	-	-	-	-	-
	dev st	-	0,053	0,02 0	0,053	0,07 5	-	-	-	-	-	-
	qu max	-	0,280	0,29 0	0,700	0,50 0	-	-	-	-	-	-
	qu min	-	0,040	0,19 0	0,230	0,21 0	-	-	-	-	-	-

Tab.V.I - Schema riassuntivo delle aree di verità a terra individuate (Sal=Salicornia veneta; Sp=Spartina maritima; Li=Limonium narbonense; Sa=Sarcocornia fruticosa; Ju=Juncus maritimus; Pu=Puccinellia palustris; In=Inula chritmoides; Su=Suaeda maritima; Ar=Arthrocnemum macrostachyum; As=Aster tripolium; Ha=Halimione portulacoides).

§5.2 Elaborazione dei dati

Le misure relative alla quota del suolo raccolte durante le prime campagne TIDE sono state complessivamente più numerose presso San Felice, quindi i risultati delle elaborazioni sono da considerarsi più affidabili per questo sito piuttosto che per gli altri tre, nonostante i primi dati raccolti suggeriscano che l'indagine meriti di essere approfondita anche presso Palude Maggiore, Pagliaga e le Saline.

Per tre dei quattro siti, inoltre, è possibile far riferimento a studi precedenti che sono stati condotti in modo analogo, e che quindi forniscono un'ottima base di confronto dei risultati ottenuti.

§5.2.1 Relazione tra quota del suolo e vegetazione

In fig.5.2 sono riportate le medie e le deviazioni standard delle quote misurate a San Felice negli anni 2002 e 2000; nonostante la varietà delle specie vegetali e il numero di dati rilevati nei due anni siano piuttosto diversi, la successione riscontrata nelle precedenti analisi sembra mantenersi: Spartina si trova alle quote inferiori, ed è seguita da Limonium, che presenta la deviazione standard minore delle quattro specie, e

da *Sarcocornia*, che compare a quota media 28cm; ad un livello leggermente più alto si incontra *Juncus*, che presenta una deviazione standard piuttosto grande.

Il confronto con i dati rilevati nel 2000 mostra che per *Limonium*, *Sarcocornia* e *Juncus* spp. gli intervalli di crescita si sovrappongono completamente, e in parte ciò avviene anche per *Spartina*; inoltre si nota come anche in quell'occasione *Juncus* sp. è risultata essere la specie meno sensibile alla quota (dev.st. pari a 7,5cm) al contrario di *Limonium* sp. che fra le quattro specie sembra quella con minor adattabilità.

Nella fig.5.3 si osservano le quote relative alla barena di Palude Maggiore: le uniche specie confrontabili con i rilievi del 2000 sono *Halimione*, *Sarcocornia* e *Spartina* spp. Di queste, solo *Spartina* è stata osservata alla stessa quota nelle due occasioni, mentre *Halimione* e *Sarcocornia* nel 2002 sono state trovate a quote più alte (rispettivamente 38,4 e 32,3cm) e con deviazioni standard non sovrapponibili ai dati del 2000. Ad ogni modo la successione delle diverse alofile con la quota si conserva: le specie di bordo come *Inula*, *Suaeda*, *Aster* e *Halimione* spp. si incontrano alle quote più elevate, nonostante non sia possibile il confronto con misure precedenti, mentre *Sarcocornia* sp. è presente a quote medio-alte e *Spartina* e *Juncus* spp. occupano le zone più basse della barena.

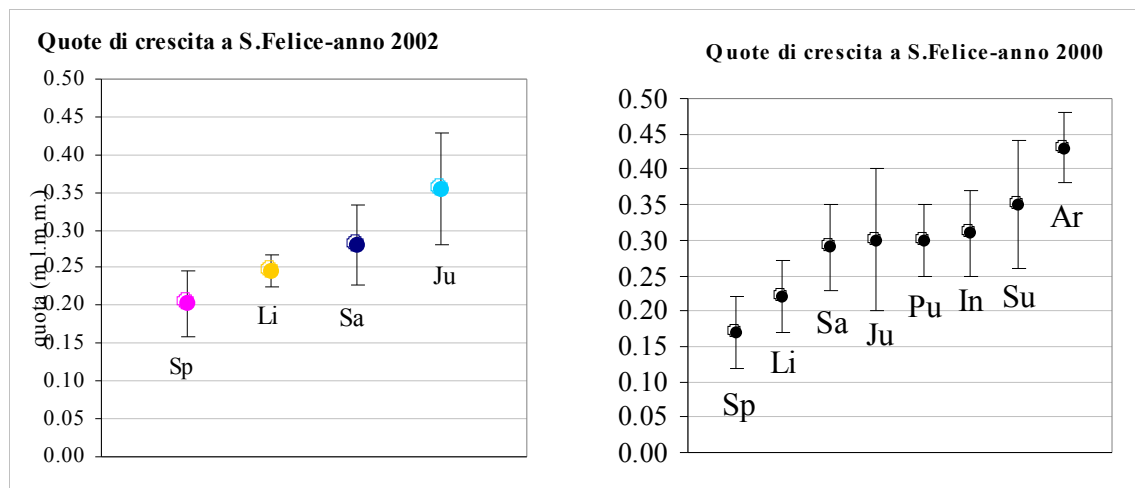


Fig.5.2 - Relazione tra quota del suolo e specie vegetale in barena S.Felice: confronto tra anno 2002 e anno 2000 (Sp=*Spartina maritima*; Li=*Limonium narbonense*; Sa=*Sarcocornia fruticosa*; Ju=*Juncus maritimus*; Pu=*Puccinellia palustris*; In=*Inula crithmoides*; Su=*Suaeda maritima*; Ar=*Arthrocnemum macrostachyum*).

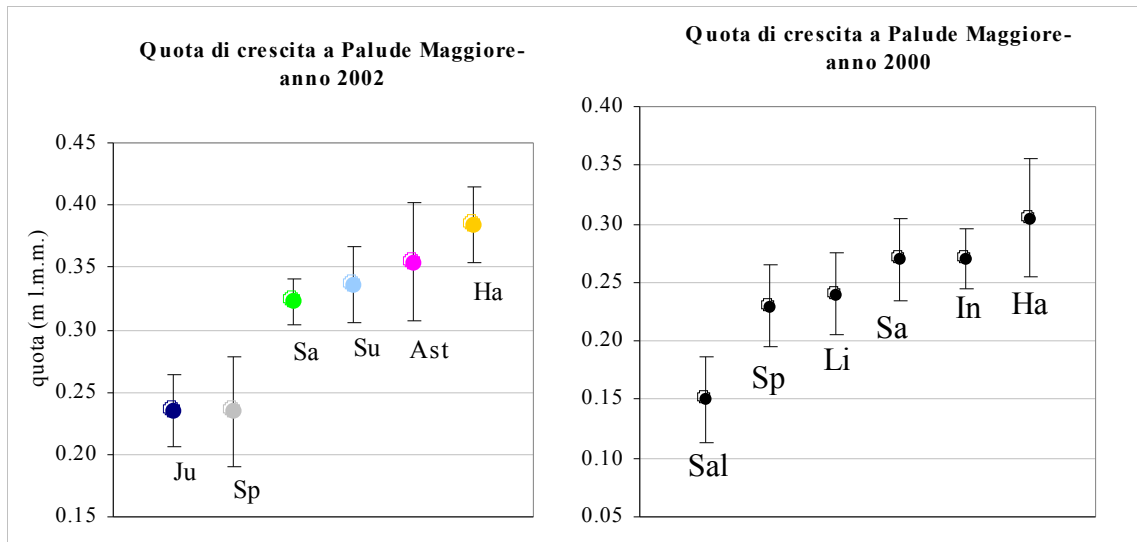


Fig.5.3 - Relazione tra quota del suolo e specie vegetale in barena Palude Maggiore: confronto tra anno 2002 e anno 2000 (Sp=*Spartina maritima*; Li=*Limonium narbonense*; Sa=*Sarcocornia fruticosa*; Ju=*Juncus maritimus*; In=*Inula crithmoides*; Su=*Suaeda maritima*; Ast=*Aster tipolium*; Ha=*Halimione portulacoides*; Sal=*Salicornia veneta*).

Nella fig.5.4 si riportano le quote di vegetazione relative ad alcune specie presenti presso le Saline: per quanto riguarda *Spartina* e *Inula* spp. i dati raccolti nel 2002 sono molto simili a quelli rilevati durante il precedente studio, mentre *Salicornia* sp. è stata osservata a quote leggermente superiori a quanto previsto (tra i 10 e i 15cm nel 2002, tra i 5 e i 10cm nel 2000). Al di là di questa differenza, c'è da notare che la successione in quota anche in questo caso sembra mantenersi, dal momento che *Salicornia* e *Spartina* spp. si osservano nelle zone più depresse della barena, mentre *Sarcocornia* e le due specie di bordo *Suaeda* e *Inula* spp. si incontrano a quote medie più elevate.

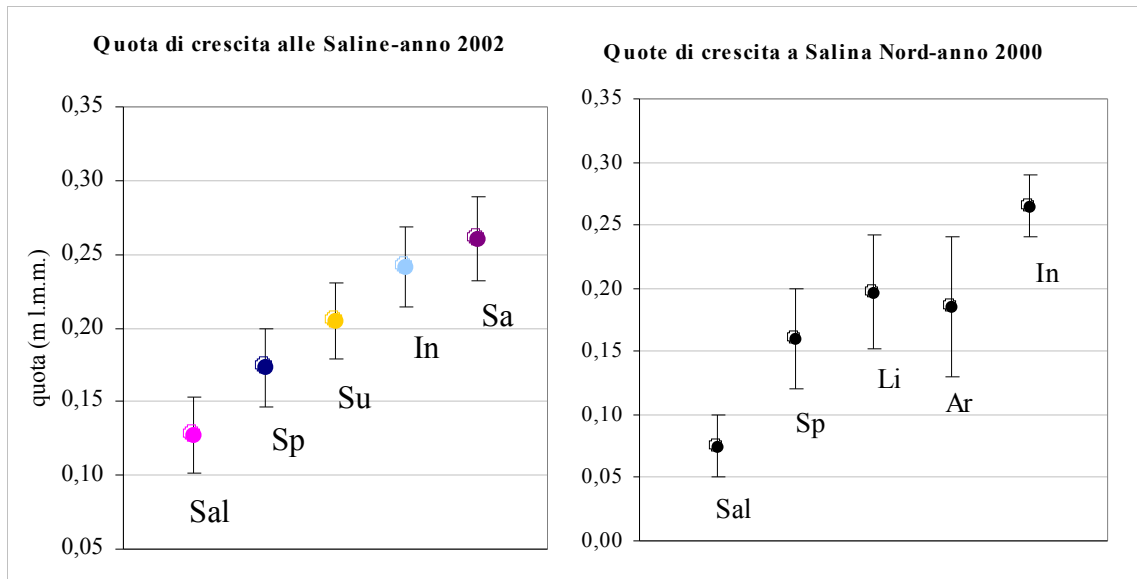


Fig.5.4 - Relazione tra quota del suolo e specie vegetale presso le Saline: confronto tra anno 2002 e anno 2000 (Sp=Spartina maritima; Li=Limonium narbonense; Sa=Sarcocornia fruticosa; In=Inula crithmoides; Su=Suaeda maritima; Ar=Arthrocnemum macrostachyum; Sal=Salicornia veneta).

Un aspetto interessante relativo alle misure eseguite presso le barene Saline è che qui i dati di quota presentano deviazioni standard molto ristrette in confronto a quanto rilevato a S.Felice e a Palude Maggiore: dalla fig.5.4 e dai dati riportati nella tab.V.I si osserva infatti che gli intervalli di crescita sono ridotti e sovrapposti, tanto che le cinque specie si succedono strettamente l'un l'altra in un dislivello massimo di soli 18cm. Questo fatto suggerisce che su questa barena la crescita della vegetazione sia fortemente condizionata da fattori legati alla quota. Osservando i dati medi rilevati ci si accorge di come in realtà la barena Saline sia notevolmente più bassa delle due precedenti (S.Felice presenta quote medie fra 19,4 e 35,5cm; Palude Maggiore fra 23,4 e 48,4cm, contro l'intervallo 12,7-26,2cm delle Saline), quindi è possibile che tale andamento in quota sia legato alla severità delle condizioni microambientali che si verificano in una barena di questo tipo. Le sommersioni della superficie, infatti, sono qui più frequenti e prolungate, e la saturazione del suolo può creare condizioni di vita particolarmente stressanti per le piante, che tendono così a manifestare una selezione più evidente per la quota ottimale di crescita.

Analoghe considerazioni valgono per le barene Passarini e Trombetta presso Pagliaga. Per questo sito purtroppo non esiste un confronto con risultati precedenti, ma i dati recentemente raccolti, sebbene in numero molto esiguo, mostrano un comportamento anomalo rispetto a quanto rilevato presso le altre barene: infatti, come si vede dalla

fig.5.5, *Limonium* sp. viene osservato a quote più elevate di *Aster* e *Juncus* spp., che generalmente si trovano a quote superiori a quelle in cui mediamente cresce *Limonium* sp. Gli intervalli ad ogni modo si sovrappongono, quindi occorrono indagini più approfondite per capire se ci siano o meno fattori che condizionano la quota di crescita di una specie piuttosto che di un'altra presso questa barena.

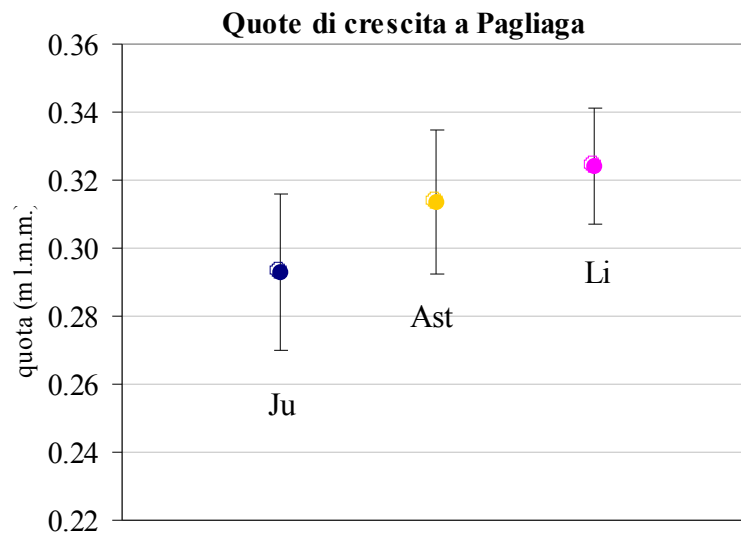


Fig.5.5 - Relazione tra quota del suolo e specie vegetale presso Pagliaga - anno 2002 (Ju=*Juncus maritimus*; Ast=*Aster tripolium*; Li=*Limonium narbonense*).

Nella fig.5.6 vengono messe a confronto le deviazioni standard delle misure effettuate su tutte le specie osservate nei quattro siti di studio: come già rilevato nel caso delle Saline, anche a Pagliaga gli intervalli di crescita sono molto stretti (inferiori ai 3cm ad esclusione di una specie), al contrario di quanto avviene a San Felice, dove le misure di quota presentano deviazioni superiori a 5cm per quasi tutte le specie. A Palude Maggiore la situazione sembra intermedia, con deviazioni standard comprese tra i 2 e i 4,5cm. Naturalmente prima di estrarre informazioni affidabili da questi risultati è necessario raccogliere un maggior numero di dati presso le barene di Palude Maggiore, Saline e Pagliaga: i dati fin qui raccolti, ad ogni modo, suggeriscono che le condizioni in cui vivono le diverse specie di alofile sulle quattro barene possano essere piuttosto diverse e che questo ne influenzi in misura differente il grado di adattabilità e la quota preferenziale di crescita.

§5.2.2 Confronto tra le quote di crescita sulle quattro barene

La relazione tra la quota di crescita delle alofile sulle diverse barene risulta con maggior evidenza confrontando le altezze medie alle quali crescono le stesse specie nei quattro siti di studio. La fig.5.6 mostra come il confronto in realtà possa essere fatto per un numero piuttosto ridotto di specie, ma ad ogni modo si possono fare le seguenti considerazioni:

- le due specie di cui è stato possibile misurare le quote sia a Palude Maggiore, che alle Saline ed a S.Felice (*Sarcocornia* e *Spartina* spp.), mostrano un andamento caratteristico: sembra che procedendo lungo il canale di San Felice si riscontri una diminuzione della quota media del suolo passando dalla barena di San Felice a quella di Saline, localizzata circa a metà canale, per poi giungere nuovamente a quote più elevate, proseguendo verso l'interno della laguna, presso Palude Maggiore; contribuisce a questa considerazione anche la quota media registrata per Suaeda, che seppur non misurata presso San Felice, risulta molto più bassa a Saline che a Palude Maggiore (15cm di dislivello circa).
Tale andamento della quota media del suolo lungo la direttrice di flusso che va dalla bocca di Lido verso l'interno della laguna era stato già riscontrato negli studi precedentemente condotti sulle tre barene; nonostante in quel caso il confronto si sia basato su un numero di specie più cospicuo, le conclusioni possono considerarsi le stesse: Palude Maggiore è la più elevata, con un'altezza di circa 31cm sul l.m.m; la barena di San Felice presenta una quota intermedia, pari a circa 27cm sul l.m.m., mentre presso le Saline le specie crescono attorno ai 20cm sul l.m.m., caratterizzando tale barena come area maggiormente depressa lungo il canale di San Felice;
- dai diagrammi riportati risulta esserci un'eccezione a tale comportamento: la quota a cui si incontra *Juncus* sp. in Palude Maggiore è inferiore di più di 10cm rispetto a quanto si rileva a San Felice; questo fatto può essere dovuto al limitato numero di dati acquisiti in Palude Maggiore (25 misure contro le 54 eseguite a San Felice), ma il fatto che gli intervalli di crescita di questa specie nei due siti non si sovrappongano sembra suggerire che esistano distinti range preferenziali di crescita per *Juncus* sp. sulle due barene;

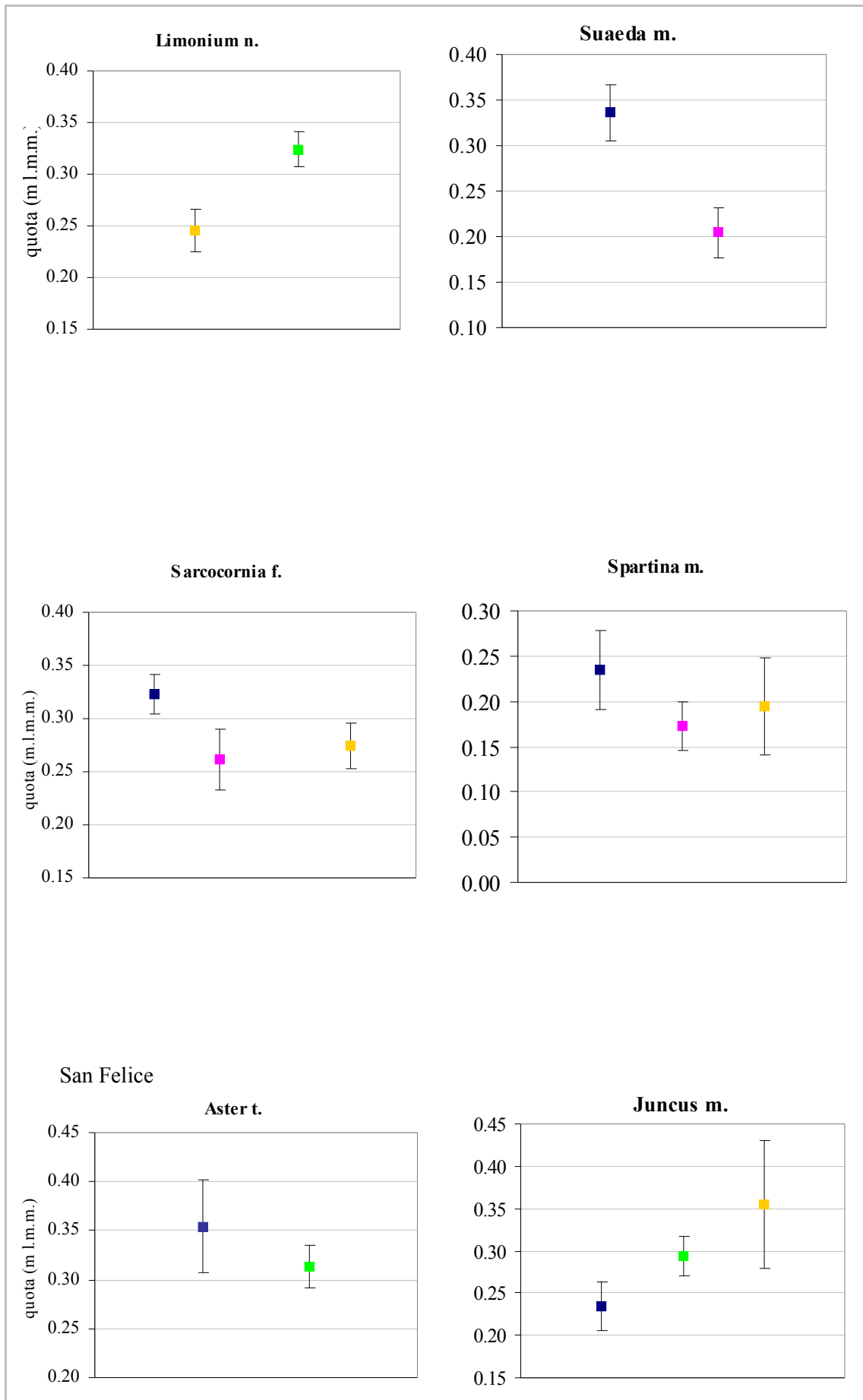




Fig.5.6 - Confronto fra le quote a cui si osservano le alofite sulle diverse barene.

- il confronto fra quote eseguito per le specie che crescono anche a Pagliaga mostra come in realtà non sia possibile identificare alcuna relazione precisa con le altre tre barene: *Limonium* sp. viene qui incontrato a quote più elevate che a San Felice, mentre la successione si inverte per quanto riguarda *Juncus* sp., e nemmeno esiste similarità tra la disposizione in quota dello stesso *Juncus* e di *Aster* spp. in Palude Maggiore e Pagliaga. Molto probabilmente il ridotto numero di osservazioni non consente ancora di verificare l'assenza completa di relazione tra le diverse barene e Pagliaga, ma queste prime considerazioni e l'inversione nella successione delle specie rilevata nel paragrafo precedente, indicano la necessità di approfondire l'indagine coinvolgendo anche altre specie vegetali che crescono su questa barena.

§5.2.3 Frequenza di osservazione delle singole specie in quota

Nella fig.5.7 è rappresentato l'andamento della frequenza di osservazione delle diverse specie vegetali in funzione degli intervalli di quota rilevati presso Palude Maggiore.

Dal diagramma e dal confronto con la tab.V.I si nota in primo luogo che per le specie vegetali *Juncus* e *Suaeda* la distribuzione in funzione della quota assume un tipico andamento a campana, con quota media di crescita rispettivamente di 0,235 e di 0,337 m l.m.m.; per le specie *Halimione*, *Aster* e *Spartina* la distribuzione è meno regolare, anche a causa di un più ridotto numero di riscontri, mentre lo è parzialmente per *Sarcocornia* in Palude Maggiore, dal momento che la distribuzione non è propriamente gaussiana, ma il numero maggiore di ritrovamenti si osserva in un intervallo di quota ristretto intorno al valore medio di crescita della specie (0,323m l.m.m.).

Presso Pagliaga (fig.5.8) la frequenza di osservazione delle specie assume un andamento a picchi pronunciati, e questo avviene sia per *Aster*, che per *Limonium* che per *Juncus*. Inoltre, anche in questo caso le specie risultano più abbondanti alla quota a cui crescono mediamente (per *Aster* pari a 0,314m, per *Limonium* 0,324m, per *Juncus*

0,293m l.m.m.), quindi presso questa barena le tre specie mostrano con evidenza un intervallo preferenziale di crescita¹.

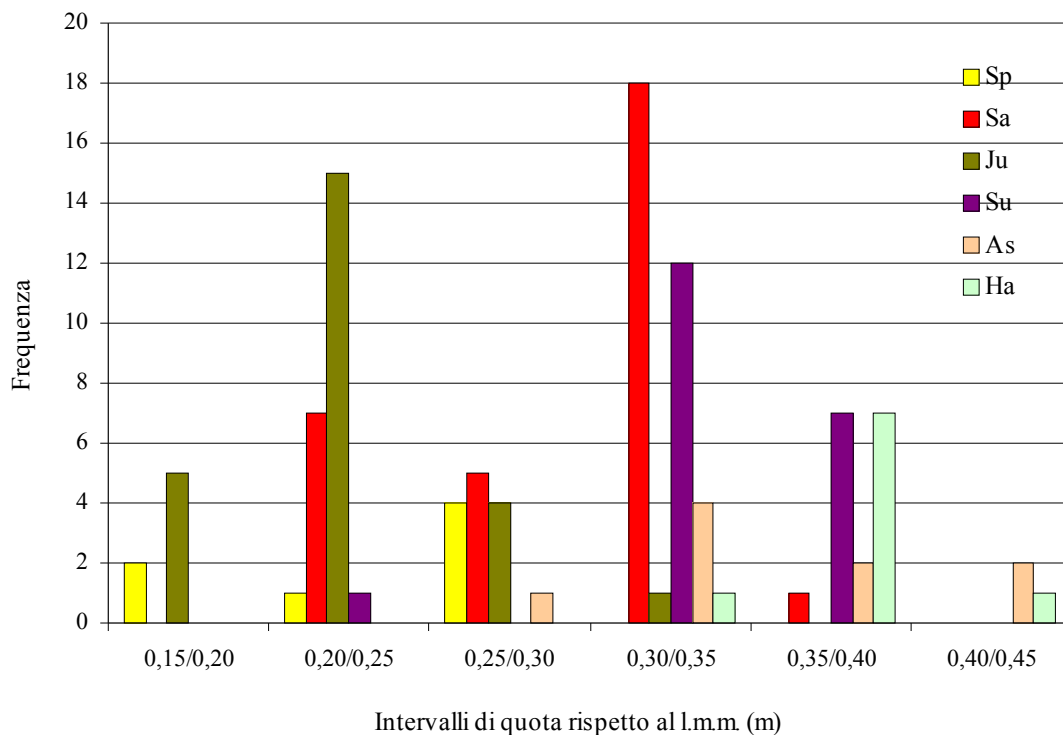


Fig.5.7 - Distribuzione delle frequenze di presenza negli intervalli di quota del suolo rilevati a Palude Maggiore (Sp=*Spartina maritima*; Sa=*Sarcocornia fruticosa*; Ju=*Juncus maritimus*; Su=*Suaeda maritima*; As=*Aster tripolium*; Ha=*Halimione portulacoides*).

Anche a San Felice (fig.5.9) la situazione risulta del tutto simile: per le quattro specie rilevate si verifica una distribuzione di frequenza chiaramente gaussiana e l'intervallo di quota con maggior presenza di esemplari corrisponde alla quota media di crescita delle quattro specie di alofite (*Spartina* a quota media 0,194m, *Limonium* a 0,246m, *Sarcocornia* a 0,28m e *Juncus* a 0,355m l.m.m.).

Presso le barene Saline (fig.5.10) le relazioni con gli intervalli di quota si fanno più complesse: per le specie *Spartina* e *Salicornia* spp. si individua un netto andamento gaussiano della frequenza, con la quota media di crescita coincidente con la moda della distribuzione (*Spartina* a quota media 0,173m; *Salicornia* a 0,127m l.m.m.); per quanto riguarda *Sarcocornia* sp., i dati non sono presenti in numero sufficiente per considerazioni affidabili, mentre per *Inula* e *Suaeda*, che pur sono state rilevate rispettivamente in 23 e 18 casi, la forma della distribuzione non è ben definita, e inoltre la quota media di crescita (0,242m e 0,204m l.m.m.) è leggermente differente dai valori

¹ Questo fatto era già emerso in altra forma osservando le ridotte deviazioni standard delle quote misurate a Pagliaga, da cui si era evidenziata la similarità fra le misure di quota effettuate in questa barena.

compresi nell'intervallo in cui si registra la frequenza massima delle due specie. Per queste specie, quindi, si ritiene che con le sole misure attuali non sia possibile stabilire alcuna precisa relazione di abbondanza in funzione degli intervalli di quota.

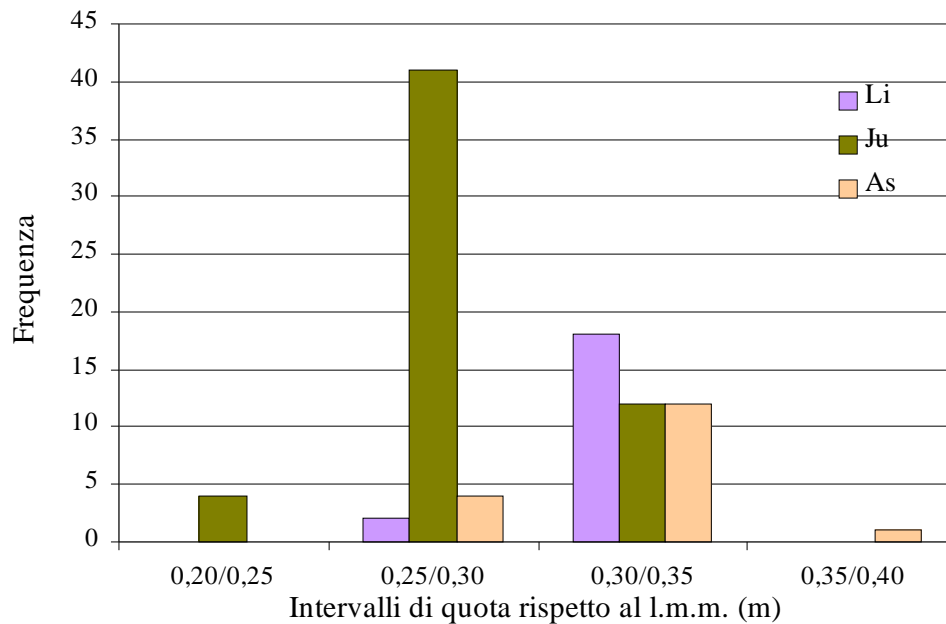


Fig.5.8 - Distribuzione delle frequenze di presenza negli intervalli di quota del suolo rilevati a Pagliaga (Ju=*Juncus maritimus*; As=*Aster tripolium*; Li=*Limonium narbonense*).

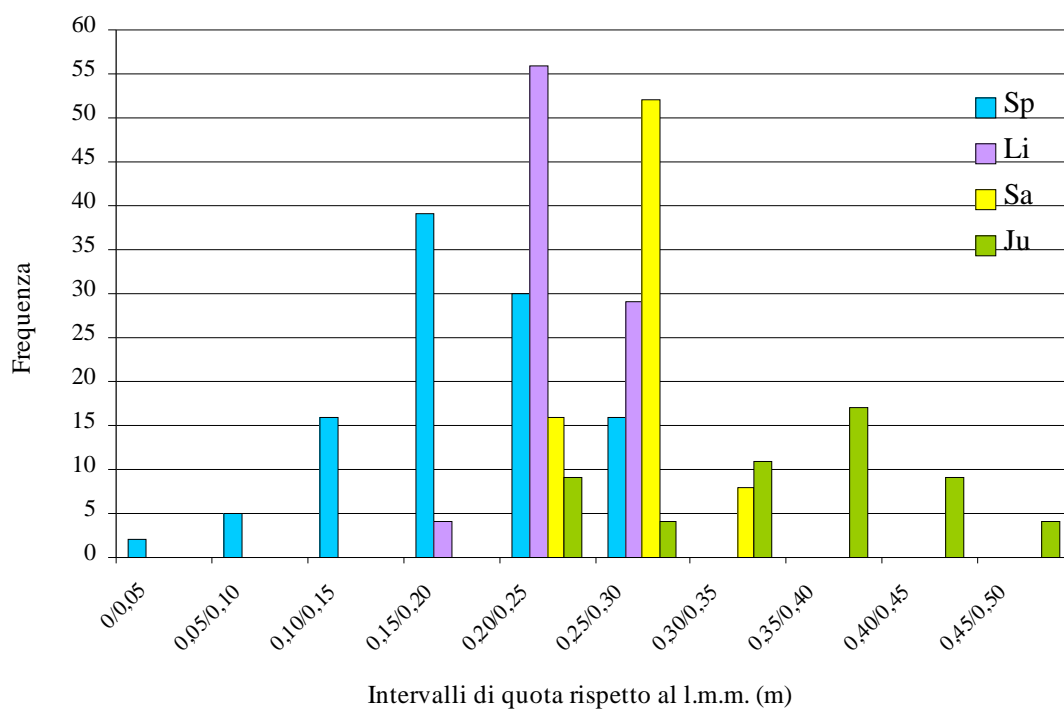


Fig.5.9 - Distribuzione delle frequenze di presenza negli intervalli di quota del suolo rilevati a San Felice (Ju=*Juncus maritimus*; Sa=*Sarcocornia fruticosa*; Li=*Limonium narbonense*; Sp=*Spartina maritima*).

Da questi diagrammi risulta quindi che in ogni barena le alofite esaminate non soltanto si dispongono ad una quota media caratteristica della specie, ma che tale quota è effettivamente compresa in un intervallo *ottimale* di crescita, nel senso che la popolazione che vi si sviluppa è in esso molto più densa che in altri intervalli.

Inoltre dai diagrammi di frequenza emerge un secondo aspetto interessante: l'abbondanza massima ad una determinata quota è quasi sempre *esclusiva* di una singola specie, ovvero nei casi in cui si osserva una distribuzione gaussiana della frequenza in funzione degli intervalli di quota, vi è un'unica specie che ha massima presenza nell'intervallo medio di quota.

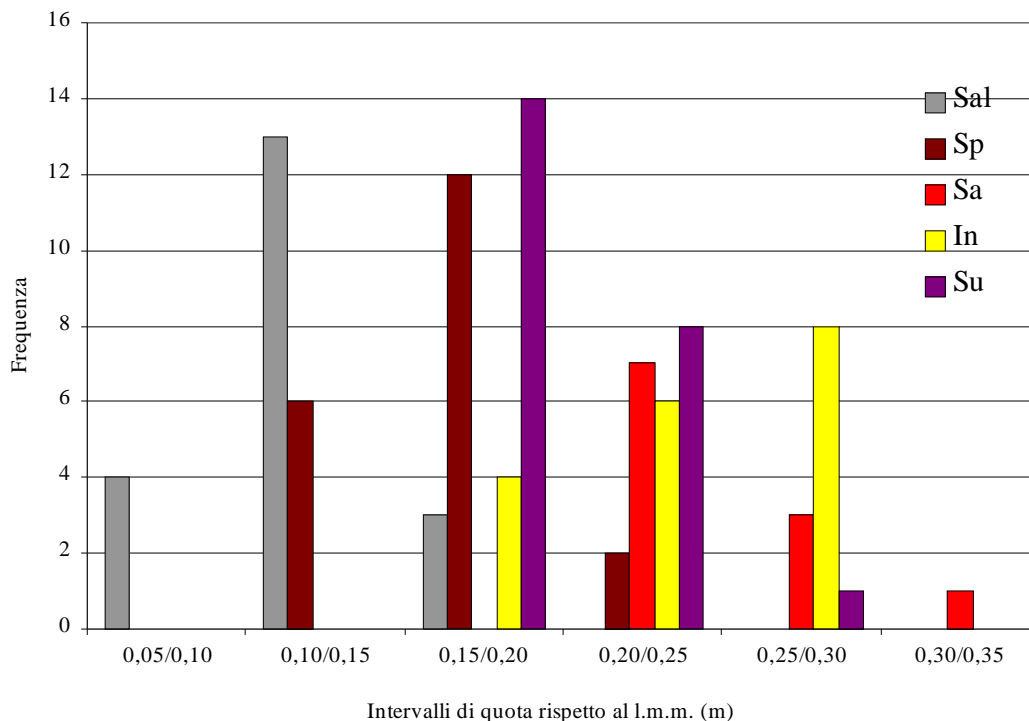


Fig.5.10 - Distribuzione delle frequenze di presenza negli intervalli di quota del suolo rilevati presso le Saline (Sa=Sarcocornia fruticosa; Sp=Spartina maritima; Sal=Salicornia veneta; In=Inula crithmoides; Su=Suaeda maritima).

Snow e Vince (1984) interpretano questo fatto ritenendo che alle quote inferiori delle barene, dove si presentano le maggiori condizioni di stress dovuto alle continue sommersioni, la competizione possa ritenersi trascurabile e che quindi riescano a sopravvivere e a diffondersi esclusivamente le specie in grado di tollerare fisiologicamente le condizioni del microhabitat in cui crescono; alle quote più alte, invece, gli autori sostengono che la competizione possa svolgere un ruolo piuttosto rilevante nel regolare la distribuzione delle diverse specie vegetali, e che quindi la

diffusione esclusiva di una determinata specie sia il risultato di una serie di interazioni tra specie concorrenti.

§5.2.4 Relazione tra i consorzi vegetali e la quota

Oltre alla semplice frequenza in un dato intervallo di quota, è interessante considerare anche la relazione tra l'altezza del suolo e i diversi popolamenti vegetali riscontrati durante le osservazioni in campo. Tale analisi è stata condotta solo per i consorzi per i quali si sono osservate forme di zonazione ricorrenti.

I diagrammi mostrano le percentuali di copertura relative di tutte le aree in cui è stato possibile osservare la compresenza delle stesse specie, in funzione della quota media dell'area; poiché si vuole rilevare la relazione tra quota e consorzio vegetale, l'analisi è stata condotta sia considerando il contributo del suolo sia escludendolo dall'elaborazione dei dati per evidenziare maggiormente l'eventuale relazione riscontrata.

La fig.5.11 mostra l'andamento con la quota dell'unico consorzio vegetale rinvenuta presso Palude Maggiore in un numero sufficiente di aree: come si nota nel diagramma, man mano che la quota diventa più elevata la copertura percentuale di *Spartina* diminuisce mentre aumenta, in modo pressoché lineare, quella di *Sarcocornia*, che forma popolamenti quasi monospecifici all'altezza media di 31,6cm sul l.m.m. Anche la percentuale di suolo nudo visibile sembra comunque seguire tale andamento, diminuendo progressivamente verso le quote più elevate.

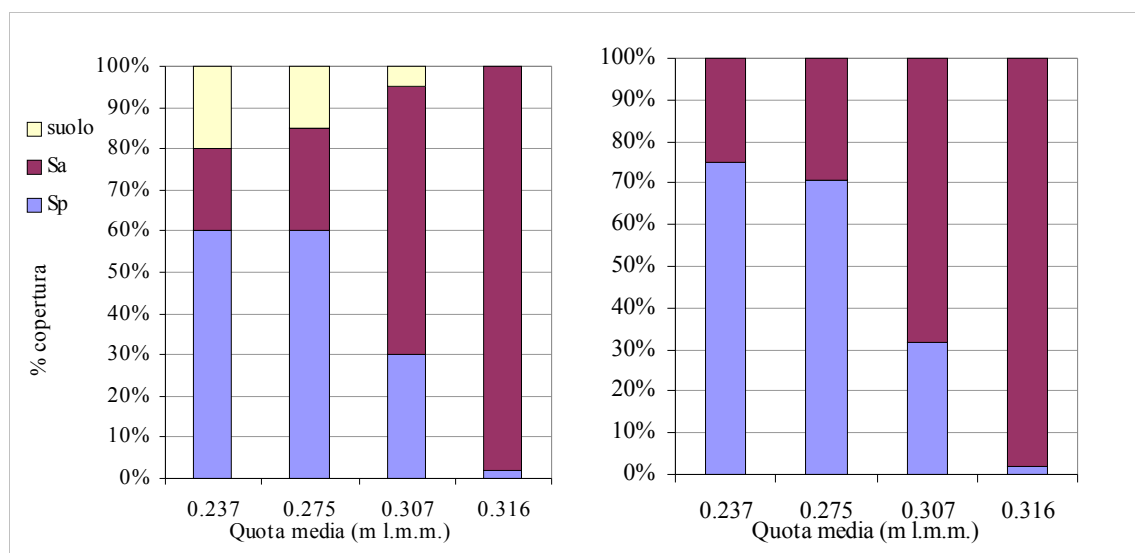


Fig.5.11 - Relazione tra quota del suolo e consorzio vegetale *Spartina-Sarcocornia* in Palude Maggiore.

Il confronto con i dati riportati in fig.5.7 mostra inoltre che la quota a cui *Spartina* e *Sarcocornia* hanno il massimo sviluppo coincide con la quota alla quale le specie si trovano ad essere predominanti nelle aree esaminate. Infine, la netta predominanza di una specie sull'altra rilevabile a qualsiasi quota è motivata dal confronto con la fig.5.3: i dati mostrano che gli intervalli di crescita delle due alofile non sono sovrapponibili, quindi alla quota di ritrovamento di *Spartina* sp., *Sarcocornia* sp. è di norma presente in percentuali molto limitate, e viceversa.

A Pagliaga il numero complessivo di aree osservate è molto ridotto, e in effetti non si è riscontrata alcun consorzio vegetale ricorrente. L'unica specie che è stata osservata in diverse percentuali di copertura insieme al suolo nudo è *Juncus maritimus*, del quale in fig.5.12 si riporta l'andamento della percentuale di presenza in funzione della quota.

Nonostante vi sia l'interferenza di una piccola porzione di copertura ad *Aster tripolium* in una delle quattro aree (10% circa), sembra che con l'aumentare della quota ci sia una seppur debole tendenza alla riduzione del rapporto *Juncus*/suolo a vantaggio del primo. Nella fig.5.8 si era visto che *Juncus* si trova con maggior frequenza nell'intervallo di quota compreso fra i 25 e i 30cm: un'ulteriore conferma si ha osservando che a quelle quote *Juncus* sp. raggiunge oltre il 70% di copertura.

C'è comunque da sottolineare il fatto che il dislivello di quota registrato per le aree a *Juncus* e suolo è piuttosto ristretto (circa 5cm), quindi queste considerazioni vanno prese con una certa cautela ed è necessario verificarne la validità con un maggior numero di misurazioni.

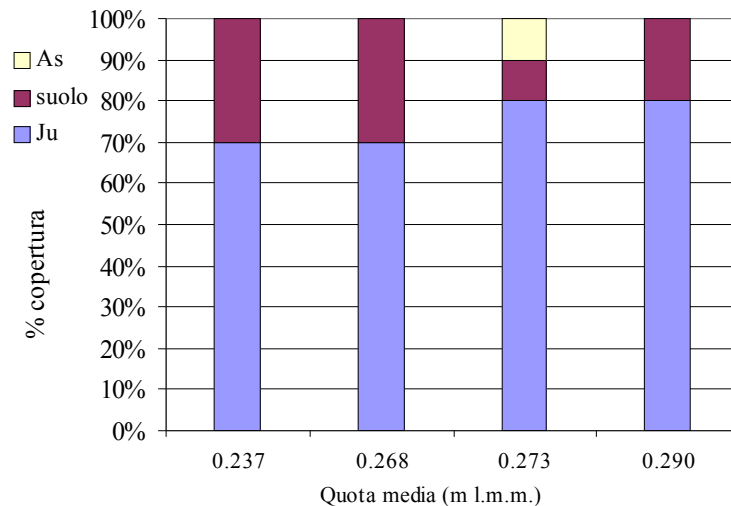


Fig.5.12 - Relazione tra quota del suolo e percentuale di copertura di *Juncus* a Pagliaga.

Nelle Saline non sono stati rilevati popolamenti formati da due sole specie, bensì diverse aree a compresenza di *Spartina*, *Limonium* e *Sarcocornia* spp., e nella fig.5.13 non si riscontra alcuna relazione apparente tra le diverse frazioni di copertura vegetale e l'aumento di quota.

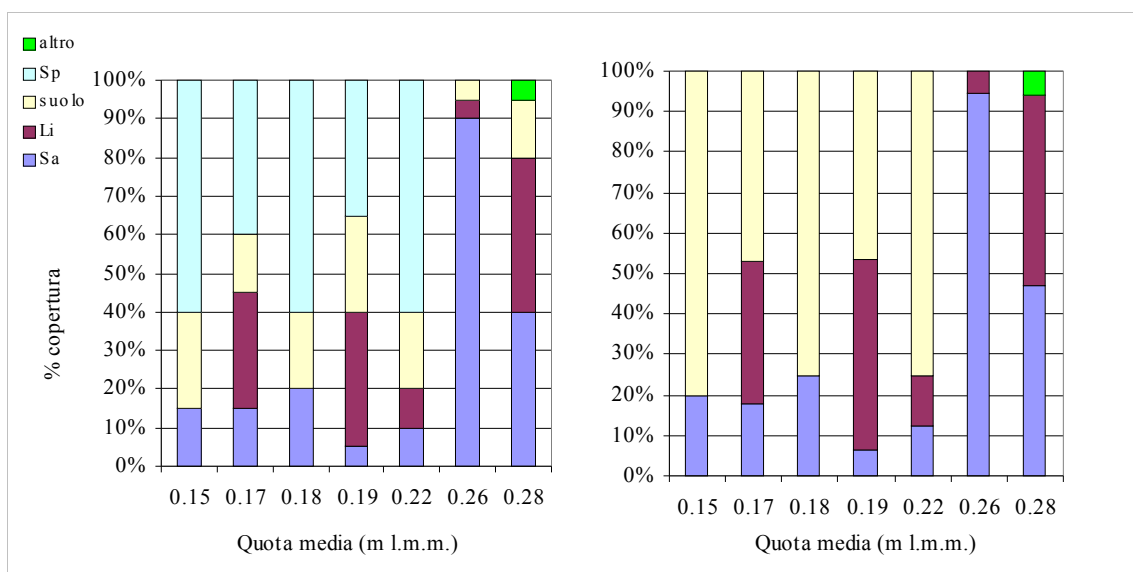


Fig.5.13 - Relazione tra quota del suolo e consorzio vegetale *Spartina*-*Limonium*-*Sarcocornia* nelle Saline.

Dal diagramma risulta inoltre che nelle aree in cui la copertura percentuale di *Spartina* è predominante (circa 60%), la presenza di *Sarcocornia* raggiunge al massimo il 20% e, sebbene la presenza di *Limonium* alteri il rapporto di copertura tra queste due specie, il confronto con la fig.5.3 avvalorava questa osservazione perché, anche in questo caso, gli intervalli di quota a cui crescono le due alofite non si sovrappongono.

Nella barena di San Felice sono state osservati numerosi consorzi vegetali disposti in modo da formare aree a *Juncus* e *Sarcocornia* spp., *Juncus* e *Limonium* spp., *Limonium* e *Sarcocornia* spp., *Limonium* e *Spartina* spp.. Le figg.5.14÷5.17 mostrano la distribuzione percentuale delle specie in funzione della quota media delle aree in cui sono state rinvenute.

Dal diagramma riportato in fig.5.14 non è possibile rilevare alcuna relazione fra il rapporto di copertura *Juncus/Sarcocornia* all'aumentare della quota; la mancanza di una netta predominanza di una delle due specie sull'altra indica che gli intervalli di quota che occupano non sono distinti, bensì caratterizzati da un'evidente sovrapposizione, come si osserva anche nella fig.5.2.

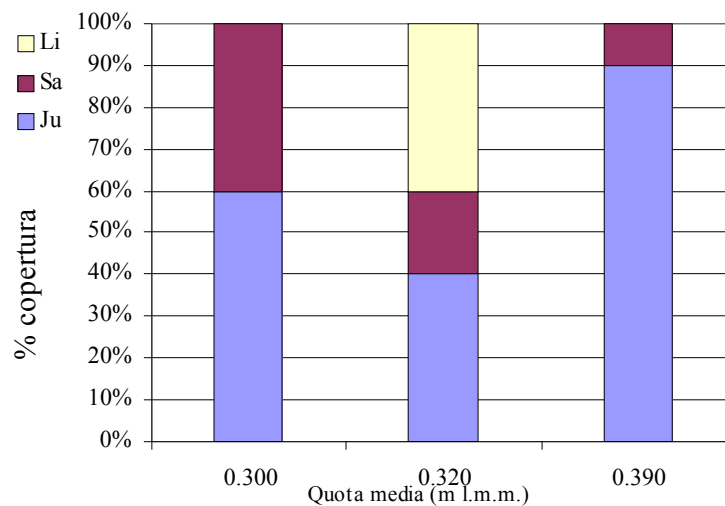


Fig.5.14: Relazione tra quota del suolo e consorzio vegetale *Juncus* -*Sarcocornia* in barena S.Felice.

Per quanto riguarda la compresenza di *Juncus* e *Limonium*, il confronto si basa sull'individuazione di due sole aree, quindi, sebbene nella fig.5.15 si intraveda la tendenza di *Juncus* a diminuire in abbondanza percentuale a vantaggio di *Limonium* man mano che la quota aumenta, i dati sono ancora troppo pochi per ritenere valida in generale questa relazione.

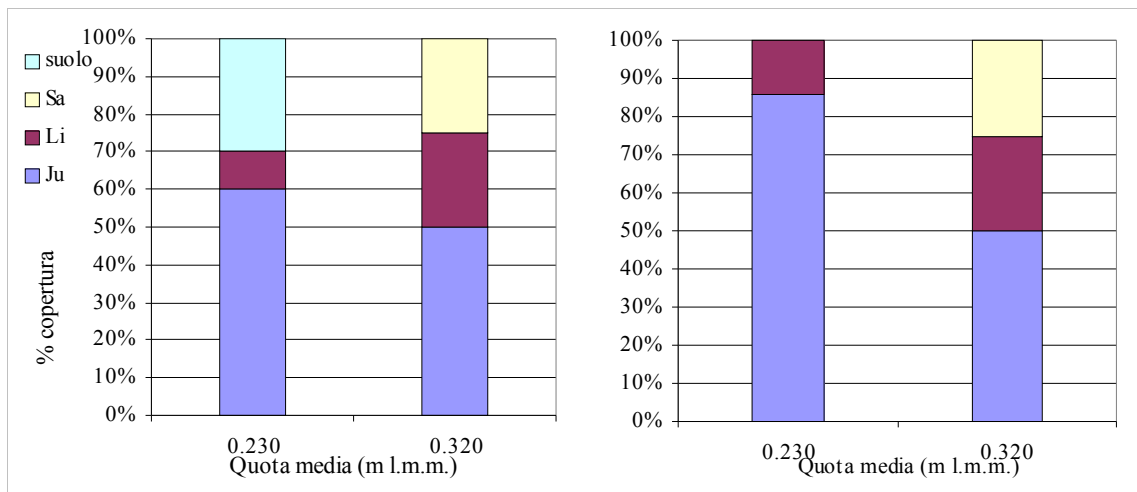


Fig. 5.15: Relazione tra quota del suolo e consorzio vegetale *Juncus* -*Limonium* nella barena S.Felice.

L'andamento del rapporto di copertura tra *Limonium* e *Sarcocornia* spp. in quota presenta una tendenza piuttosto anomala: dalla fig.5.16 si nota che fino ai 30cm circa di altezza, all'aumentare della quota diminuisce progressivamente la percentuale di copertura di *Limonium*, mentre cresce altrettanto rapidamente la frazione di *Sarcocornia*; inoltre la fig.5.2 mostra che le rispettive quote di maggior sviluppo delle due alofite coincidono con l'intervallo di quota in cui sono predominanti nelle aree esaminate.

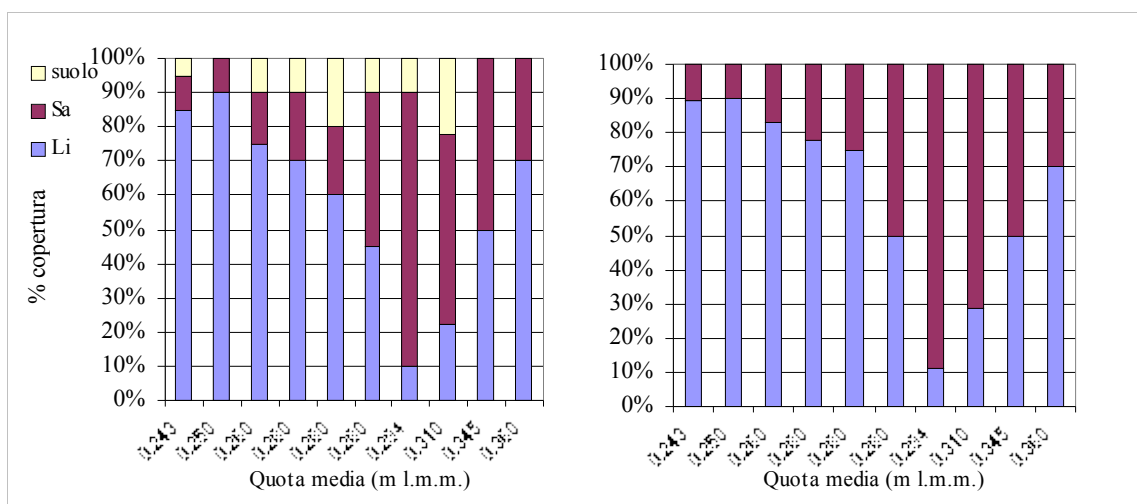


Fig. 5.16 - Relazione tra quota del suolo e consorzio vegetale *Sarcocornia* -*Limonium* nella barena S.Felice.

Al di sopra dei 30cm la tendenza subisce però un'inversione: *Limonium* ricomincia ad aumentare in copertura percentuale, mentre la superficie a *Sarcocornia* si riduce

proporzionalmente, tanto che a quota 36cm cul l.m.m. le due specie stanno fra loro in rapporto 70/30. Probabilmente l'effettiva relazione tra le due specie e la quota è mascherata dal fatto che i loro intervalli ottimali di crescita sono in realtà sovrapposti, quindi non c'è una netta separazione tra le quote preferenziali e le due alofite compaiono in svariati rapporti di copertura nei 12cm di dislivello di quota.

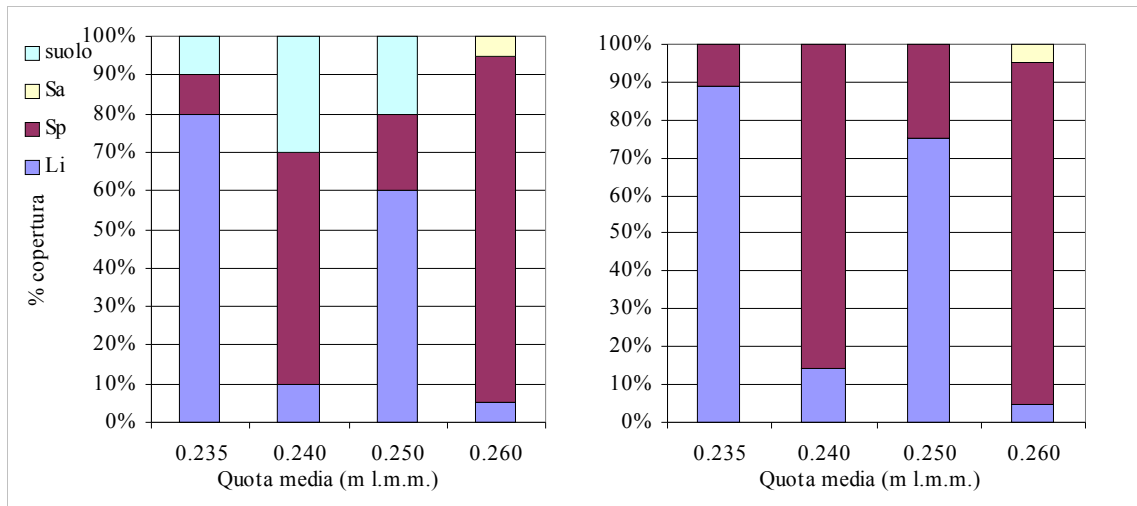


Fig.5.17 - Relazione tra quota del suolo e consorzio vegetale *Spartina-Limonium* a S.Felice

A San Felice i consorzi vegetali a *Limonium* e *Spartina* si riscontrano in quattro aree (fig.5.17), ma l'intervallo di quota che coprono è troppo ridotto per ipotizzare un'eventuale relazione tra quota e copertura vegetale relativa (soli 2,5cm); con i dati finora a disposizione non si è quindi in grado di descrivere alcun andamento caratteristico del consorzio vegetale *Limonium/Spartina* in questa barena.

§5.3 Considerazioni riassuntive

L'elaborazione dei dati di quota ha permesso di confermare in parte i risultati ottenuti dagli studi precedentemente condotti presso queste barene, e inoltre ha consentito di mettere in luce la necessità di approfondire alcune indagini nelle prossime campagne di misura. In particolare, tenendo presente la disomogeneità nel numero di osservazioni effettuate (328 a San Felice; 90 a Palude Maggiore; 77 a Pagliaga e 92 presso le Saline), si possono fare le seguenti considerazioni:

- la vegetazione di barena presenta a tutti gli effetti il fenomeno della zonazione, cioè non si distribuisce in modo casuale, ma forma evidenti consorzi in proporzioni di copertura determinabili;

- sebbene la successione tra le specie si conservi, nelle barene San Felice, Palude Maggiore e Saline gli intervalli di quota di crescita sono diversi: in particolare, come già emerso in studi precedenti, i fattori che determinano tali differenze non possono essere ordinati secondo le direttrici del flusso di marea, ma seguono gli andamenti descritti in fig.5.6;
- presso Pagliaga la successione delle specie presenta un comportamento anomalo in quanto la quota di crescita di *Limonium narbonense* risulta superiore alla quota di crescita della specie di bordo *Aster* sp. (fig.5.5);
- i dati raccolti mostrano che di norma le specie di bordo come *Inula*, *Aster*, *Suaeda* e *Halimione* spp. crescono sulle zone più alte delle barene; le aree più interne sono occupate da *Sarcocornia* e *Limonium* spp., mentre alle quote inferiori si osservano le specie tipiche dei suoli saturi, come *Spartina*, *Juncus* e *Salicornia* spp.;
- in genere la distribuzione della frequenza con cui si osservano le varie specie ha un andamento gaussiano e spesso, nei casi in cui ciò si verifica, la quota media ottimale di crescita cade nell'intervallo di frequenza massima (figg.5.7÷5.10);
- a differenza di quanto rilevato dai precedenti studi, con i dati a disposizione non è possibile affermare che i popolamenti selezionano la quota con una precisione superiore a quella che si ha considerando la presenza di specie singole: fra i casi esaminati, solamente a Palude Maggiore e in parte a San Felice è stata riscontrata tale relazione in misura evidente, mentre i consorzi vegetali rilevati altrove non garantiscono la generalità di questo risultato (figg.5.11÷17); ad ogni modo, quando tale relazione sembra sia presente, la quota a cui le specie si trovano ad essere predominanti nelle aree esaminate coincide con la quota alla quale hanno il massimo sviluppo (confronto tra figg.5.7÷5.10 e figg.5.11÷5.17). La ricerca di questa relazione merita di essere approfondita in successive campagne di acquisizione dati, in quanto rappresenta una condizione indispensabile per la previsione della quota del suolo di barena attraverso il riconoscimento delle aree di vegetazione nelle immagini telerilevate.

Nonostante le indagini condotte sui consorzi vegetali sia stato molto meticoloso, il lavoro non ha potuto essere conclusivo in tutti i suoi aspetti; infatti, una volta esaurita la fase esplorativa, erano previste ulteriori campagne di rilevamento mirate a definire i problemi rimasti aperti. Le misure di seconda approssimazione erano state programmate

per l'autunno e si dovevano effettuare mediante sopralluoghi in barena e acquisizione di immagini satellitari. Queste campagne si sono dovute rinviare a causa del protrarsi di condizioni meteorologiche proibitive per le uscite in laguna e per l'esecuzione delle riprese remote. La quantità di materiale accumulato nella prima fase degli studi ha tuttavia consentito di mettere a punto un'adeguata metodologia di campionamento e di stabilire gli strumenti più appropriati per l'elaborazione e l'interpretazione dei dati da satellite e da aereo.