

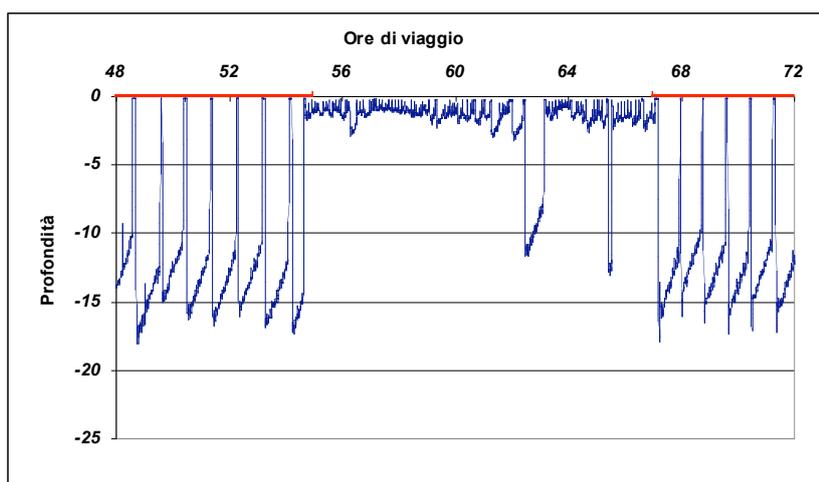
### 3. Risultati

#### 3.1 *Dati di profondità e relativi profili di immersione*

I dati di profondità scaricati dai TDRs sono stati utilizzati per realizzare i profili delle immersioni delle tartarughe, rappresentazioni grafiche del decorso temporale dell'attività di immersione. Sono stati ottenuti dati di immersione per un totale di 982 ore di rilevazione, nell'ambito dei 4-12 giorni che le 5 tartarughe hanno impiegato per far ritorno a casa.

#### Descrizione generale delle immersioni

L'analisi dei profili ha messo in evidenza un'alternanza di immersioni superficiali, che raramente superano i 5 m di profondità massima, e immersioni più profonde, che si attestano in media tra i 15 e i 25 m (Figura 11). Come descritto nel capitolo precedente, queste immersioni profonde sono state classificate in 4 tipologie in base alla forma del loro profilo. Per quanto riguarda la durata delle immersioni, le prime non superano i 5 minuti, mentre quelle più profonde arrivano fino a 20-30 minuti.

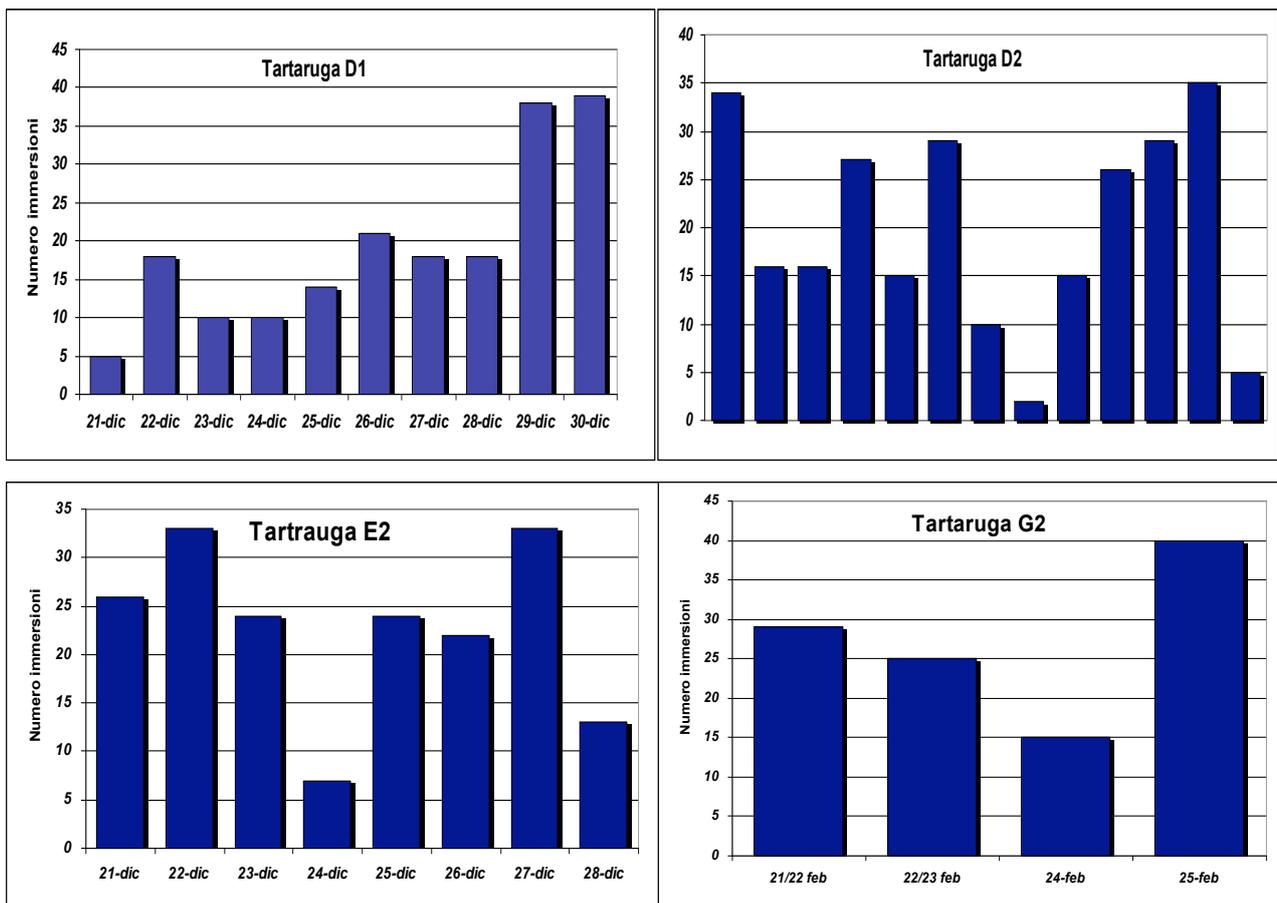


*Figura 11: Sequenza dei profili di immersioni in 24 ore nella tartaruga D2. In ascissa sono riportate le ore di viaggio a partire dall'accensione del TDR e in ordinata i valori di profondità; la linea rossa in alto indica la durata della notte.*

Per quanto riguarda le immersioni più superficiali, si può pensare che derivino dalla nota tendenza delle tartarughe verdi a non rimanere in superficie durante i movimenti attivi, ma

piuttosto a procedere a qualche metro di profondità, probabilmente per aumentare l'idrodinamica del loro movimento (Hertel, 1966). Queste immersioni potrebbero quindi corrispondere alle brevi e numerose immersioni rilevate nelle tartarughe verdi di Ascensione in migrazione verso il Brasile (Hays et al. 1999). Le immersioni più profonde, invece, derivano chiaramente dalla precisa intenzionalità da parte dell'animale di raggiungere tali profondità, come si può dedurre dalla configurazione stessa del profilo, la cui fase iniziale è immediatamente direzionata verso il basso, non procede per gradi e si spinge velocemente alla profondità massima raggiunta nell'immersione. In seguito, l'animale non permane alla profondità raggiunta ma tende a ridurla, prima assai gradualmente e poi repentinamente in corrispondenza della fine dell' immersione.

Nonostante la loro durata queste immersioni più profonde costituiscono, nell'insieme, meno della metà del tempo che le tartarughe trascorrono in immersione, e questa percentuale presenta una certa variabilità tra individui diversi: essendo il 29,9 % in D2, il 31,6% in H2, il 32,6% in D1, il 51,2% in E2 e il 53,6% in G2. Tali immersioni non si distribuiscono uniformemente durante il viaggio di ritorno, ma tendono ad essere concentrate all'inizio ed alla fine dello stesso (Figura 12).



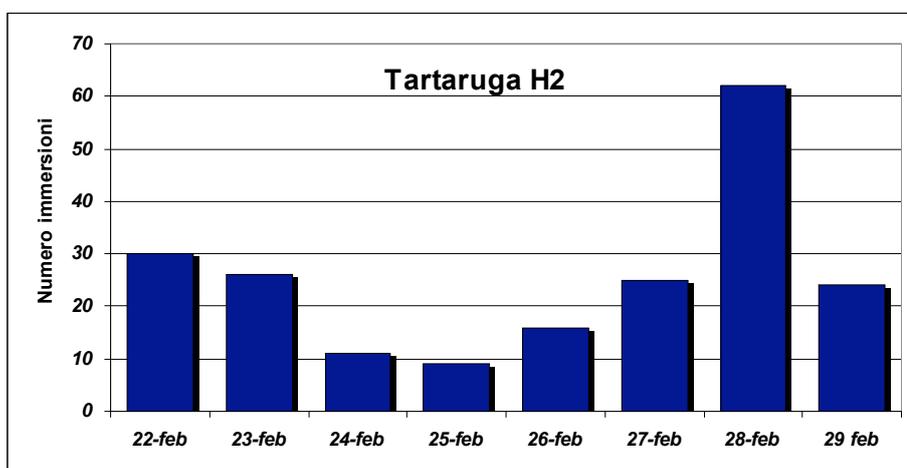


Figura 12: Distribuzione giornaliera del numero di immersioni profonde (tutti i tipi) lungo tutto il viaggio di ritorno delle 5 tartarughe. In ascissa sono riportati i giorni di viaggio, in ordinata il numero di immersioni.

Confrontando i valori massimi di profondità con la durata delle rotte di ciascun campione, si nota come le tartarughe che impiegano minor tempo per raggiungere l'isola (tartarughe G2 e E2), abbiano i più bassi record di immersione tra tutte le cinque tartarughe. Viceversa, una tartaruga come D2 che ha viaggiato per oltre 12 giorni prima di fare ritorno all'isola, si spinge alle profondità più elevate (Tabella 1).

#### Distribuzione temporale dei profili di immersione

L'analisi della distribuzione temporale dei profili di immersione ha messo in evidenza un chiaro pattern giorno-notte: nella maggior parte dei casi infatti, le tartarughe effettuano le immersioni profonde superiori ai 5 m (Tipi 1-3) durante la notte, mentre restano più in prossimità della superficie durante il giorno (Figura 11). Tutte le cinque tartarughe, infatti, compiono un numero di immersioni profonde maggiore di notte che non di giorno (Figura 13) e questa differenza risulta significativa (t-test per dati appaiati,  $t=-5.966$ ;  $P=0.004$ ).

Il tempo trascorso da ogni tartaruga in immersione o comunque al disotto della superficie dell'acqua, è nettamente superiore durante la notte (Figura 14), probabilmente in conseguenza del fatto che le immersioni più profonde, concentrate nelle ore notturne, sono quelle di maggior durata.

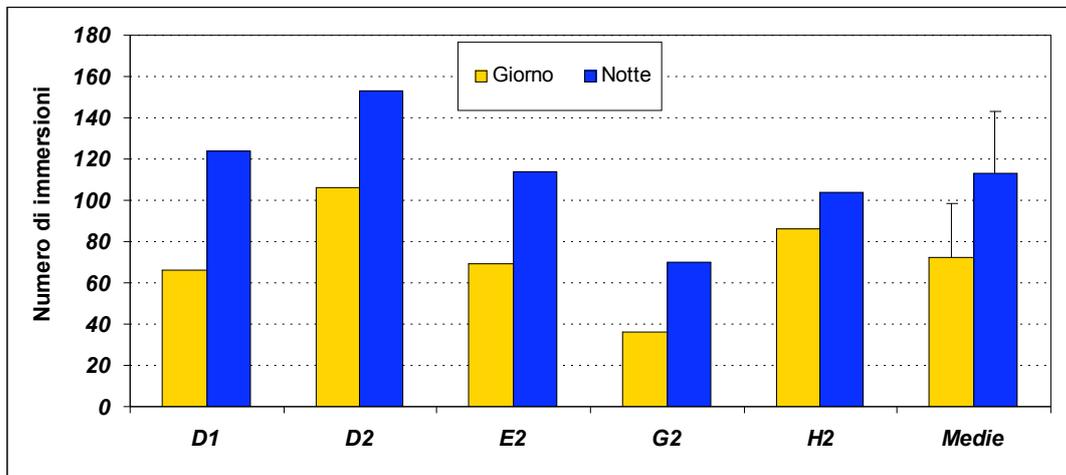


Figura13: Numero di immersioni profonde effettuate di notte e di giorno lungo tutto il viaggio nelle 5 tartarughe; media ( $\pm$  DS) del numero di immersioni profonde effettuate di notte e di giorno in tutte le tartarughe.

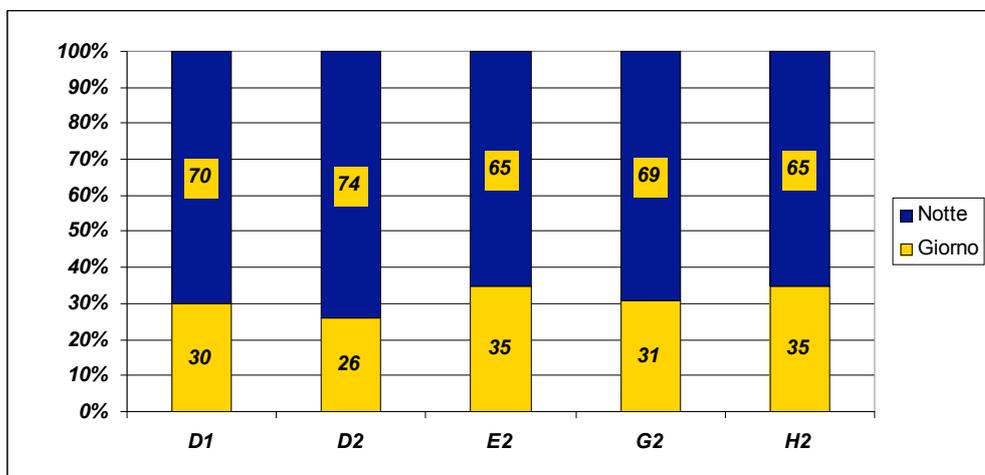


Figura 14: Percentuale diurna e notturna del tempo totale trascorso in immersione da ciascuna tartaruga.

Infine è stata presa in considerazione anche la velocità di percorrenza dei tratti compresi tra un *fix* e l'altro, ed è stata messa in relazione con il numero delle immersioni profonde compiute negli stessi intervalli tra *fix* e *fix*. In questo modo è stato possibile studiare se e come la velocità di spostamento delle tartarughe fosse stata influenzata dal tipo di immersioni effettuate (ad esempio in funzione delle profondità raggiunte). La Figura 15 rappresenta la relazione tra questi due parametri misurati in tutti gli intervalli tra *fix* successivi nelle varie tartarughe: dall'ispezione del grafico, non sembra risultare che il numero di immersioni profonde effettuate sia particolarmente rilevante nel determinare la velocità di spostamento.

Per valutare meglio questa relazione è stato poi analizzato un sottocampione dei dati, considerando solo tratti tra *fix* distanti almeno 20 ore, in modo da ottenere dati indipendenti anche nella stessa tartaruga. Dal grafico risultante (Figura 16) si rileva una certa tendenza della velocità a diminuire all'aumento del numero di immersioni profonde effettuate, confermata anche dall'analisi statistica che rileva una correlazione significativa tra le due variabili (test di Pearson,  $r=0.40$ ;  $n=36$ ;  $t=-2.52$ ;  $P=0.016$ ).

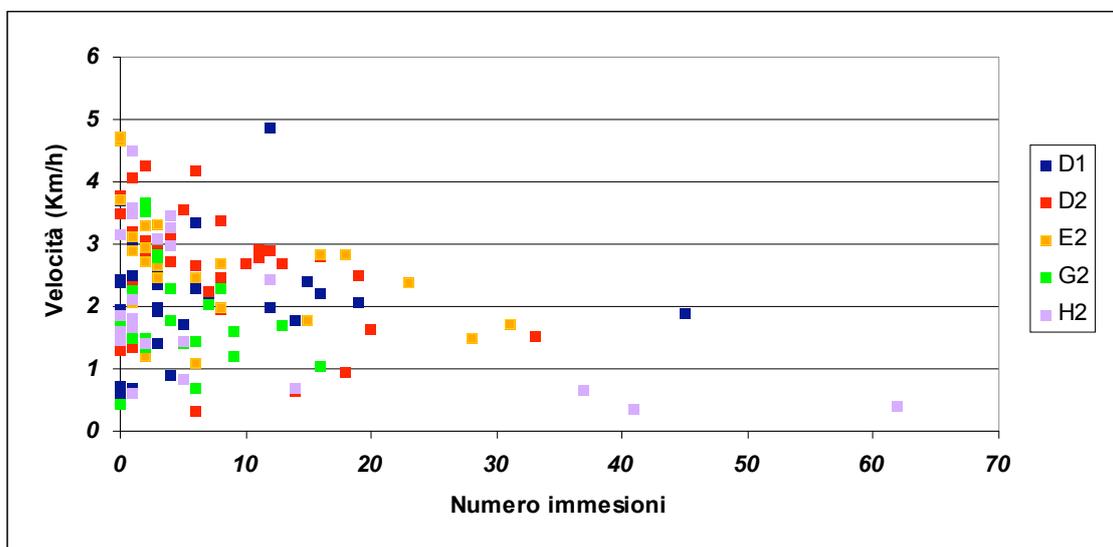


Figura 15: Relazione tra la velocità di spostamento delle singole tartarughe e il numero di immersioni prolungate effettuate (tutti gli intervalli tra *fix* consecutivi)

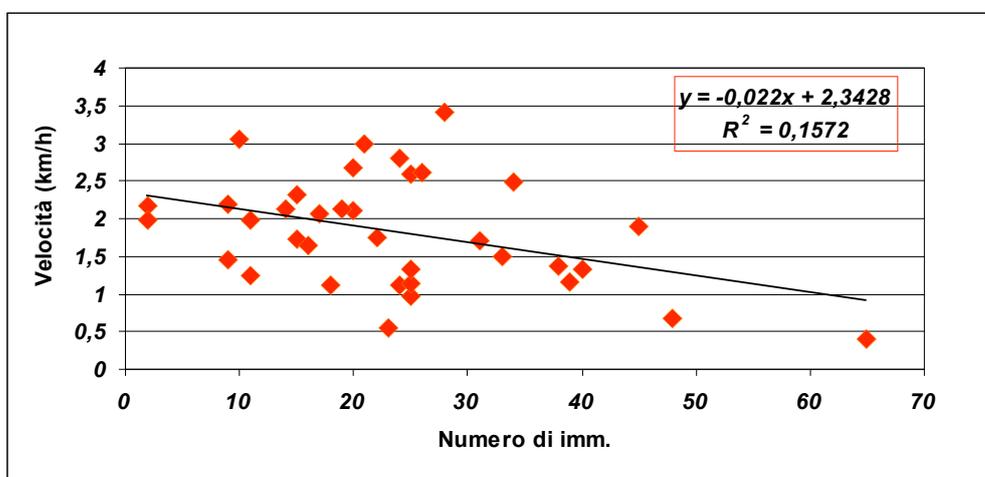


Figura 16: Relazione tra la velocità di spostamento delle tartarughe e il numero di immersioni prolungate effettuate in tutte le tartarughe (solo intervalli tra *fix* almeno 20 ore distanti)

### 3.2 Tipologie di immersione

Per ogni rotta è stata analizzata la distribuzione temporale (pattern giorno-notte) e spaziale (localizzazione lungo la rotta) delle quattro tipologie di immersione prolungate individuate.

Per ciascuna tipologia è stata inizialmente calcolata la frequenza lungo la rotta di ritorno nelle varie tartarughe (Tabella 2, figura 17). Il Tipo 1 è risultata la tipologia più frequente in tutte le tartarughe, seguita dal Tipo 2 nelle tartarughe D1 e G2, e dal Tipo 3 nelle rimanenti. I bassi valori percentuali del Tipo 4 sono dovuti al fatto che esso ricorre solo nelle immediate vicinanze dell'isola, quasi al termine del viaggio. Le immersioni di Tipo 4 inoltre, non mostrano una profondità massima preferenziale e le ritroviamo sia a 20 m (tartaruga H2) che intorno ai 60 m (tartaruga D2), in accordo con i valori di batimetria attorno all'isola.

|           | <b>Tipo 1 (%)</b> | <b>Tipo 2 (%)</b> | <b>Tipo 3 (%)</b> | <b>Tipo 4 (%)</b> |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <b>D1</b> | 63                | 22                | 14                | 1                 |
| <b>D2</b> | 38                | 26                | 33                | 8                 |
| <b>E2</b> | 69                | 6                 | 25                | 0                 |
| <b>G2</b> | 46                | 35                | 16                | 3                 |
| <b>H2</b> | 26                | 21                | 48                | 5                 |

*Tabella 2: Frequenza delle tipologie di immersione nel totale della rotta.*

E' stata quindi analizzata la distribuzione temporale delle quattro tipologie, valutando la loro distribuzione nell'arco della giornata (Figura 17). Il Tipo 1 risulta essere molto più frequente di notte e spesso il numero di immersioni notturne supera il doppio di quelle diurne. Il Tipo 2 mostra la stessa distribuzione del Tipo 1 in tre delle tartarughe prese in esame; in E2 e D1 invece, sono più numerose le immersioni diurne anche se lo scarto con i valori notturni è di poche immersioni. Anche il Tipo 3 lo ritroviamo per lo più nelle ore notturne, salvo in D1 e D2 ma anche in questo caso la differenza tra i due valori è minima.

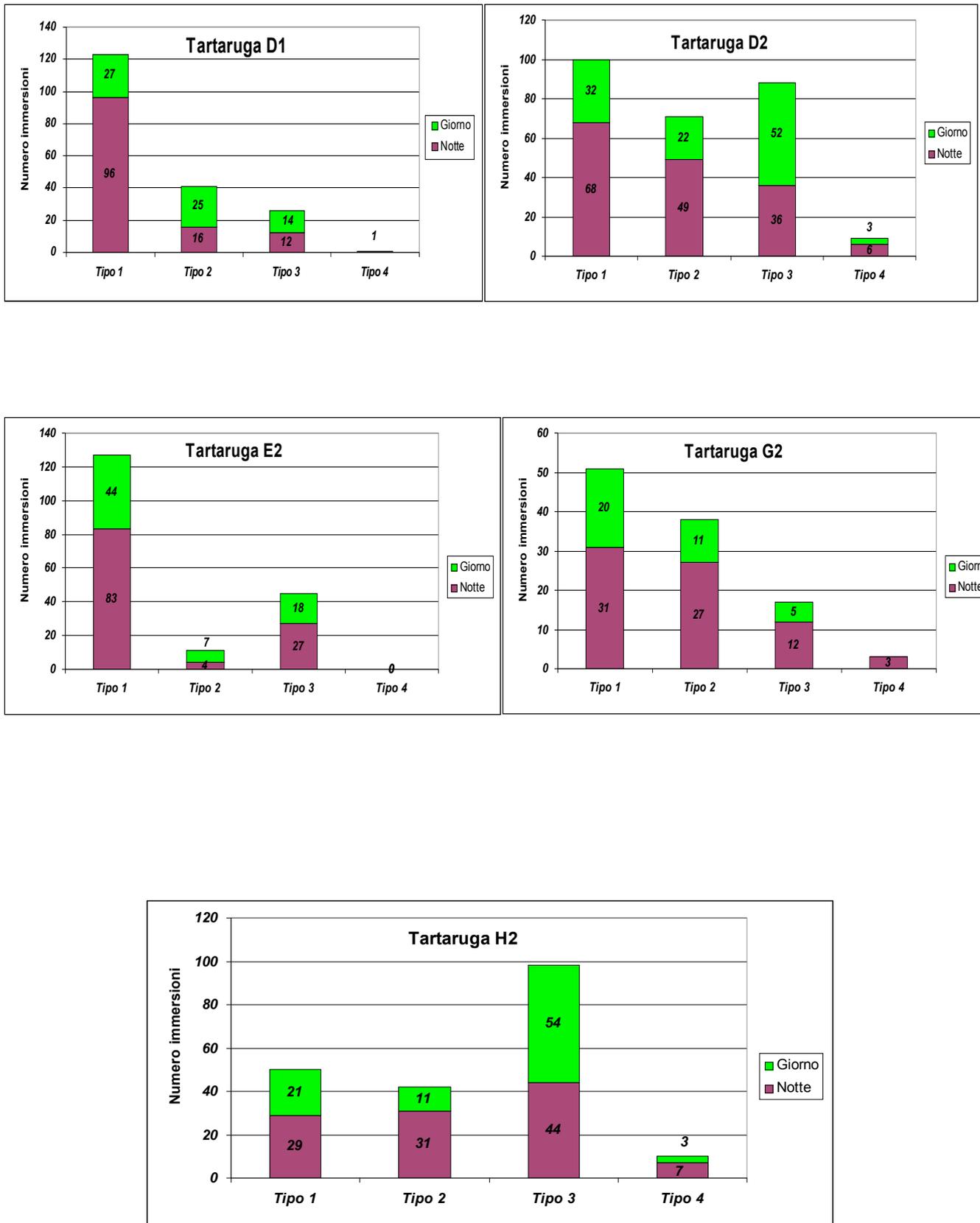
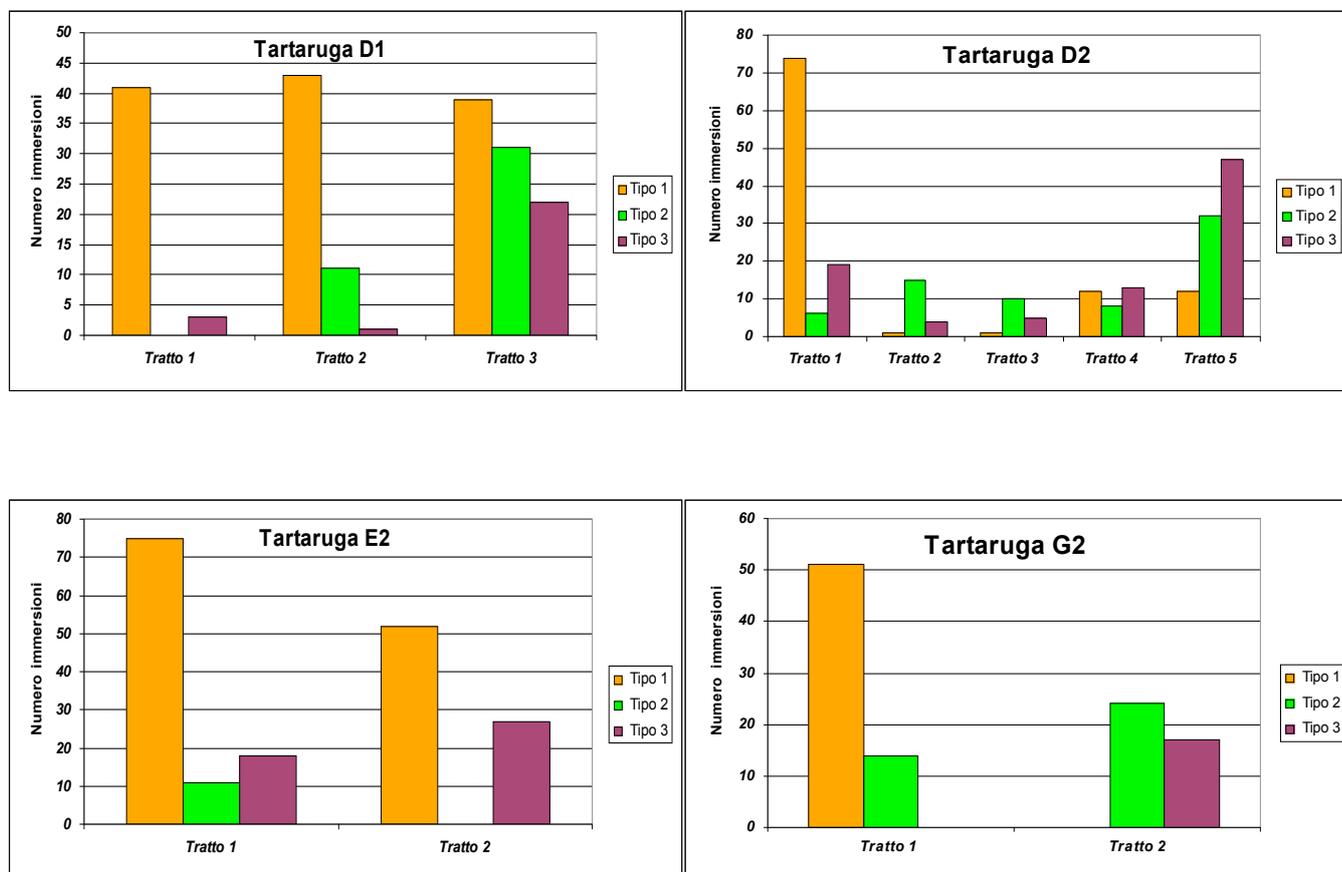


Figura 17: Proporzioni delle tipologie di immersione distinte tra il giorno e la notturno nelle cinque tartarughe

Infine, è stata valutata la distribuzione spaziale di ciascuna delle quattro tipologie (Figura 18), calcolando la frequenza dei tre tipi di immersioni per ciascun tratto in cui le rotte sono state suddivise (Figura 10). Le immersioni di Tipo 1 dominano i primi tratti delle rotte, quando le tartarughe si trovano a maggiore distanza dall'isola, e diminuiscono progressivamente man a mano che si avvicinano. Le immersioni di Tipo 2 mostrano una distribuzione piuttosto varia, con picchi nei tratti medi delle rotte, spesso associate alle profondità più elevate. Le immersioni di Tipo 3, infine, si concentrano principalmente negli ultimi tratti del viaggio, quando la tartaruga è in prossimità dell'isola e ha intrapreso la direzione corretta. I tratti finali sono tutti caratterizzati da un decorso generalmente rettilineo e ben direzionato verso l'isola e presentano spesso una sequenza finale di profili di tipo 4.



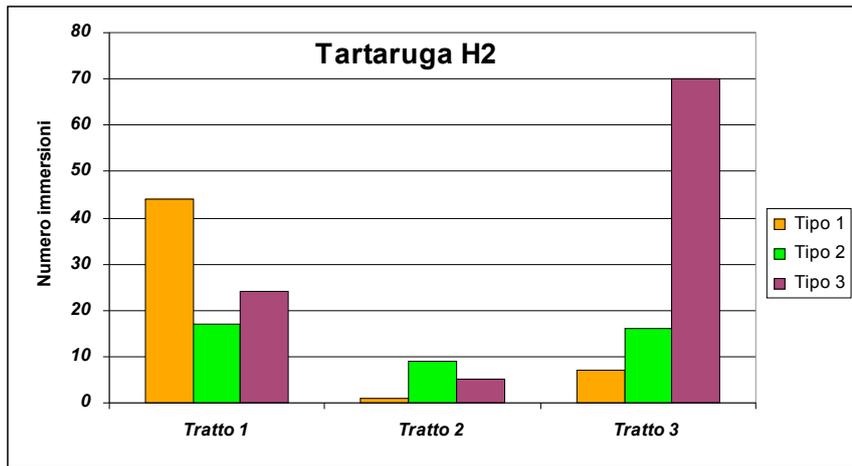
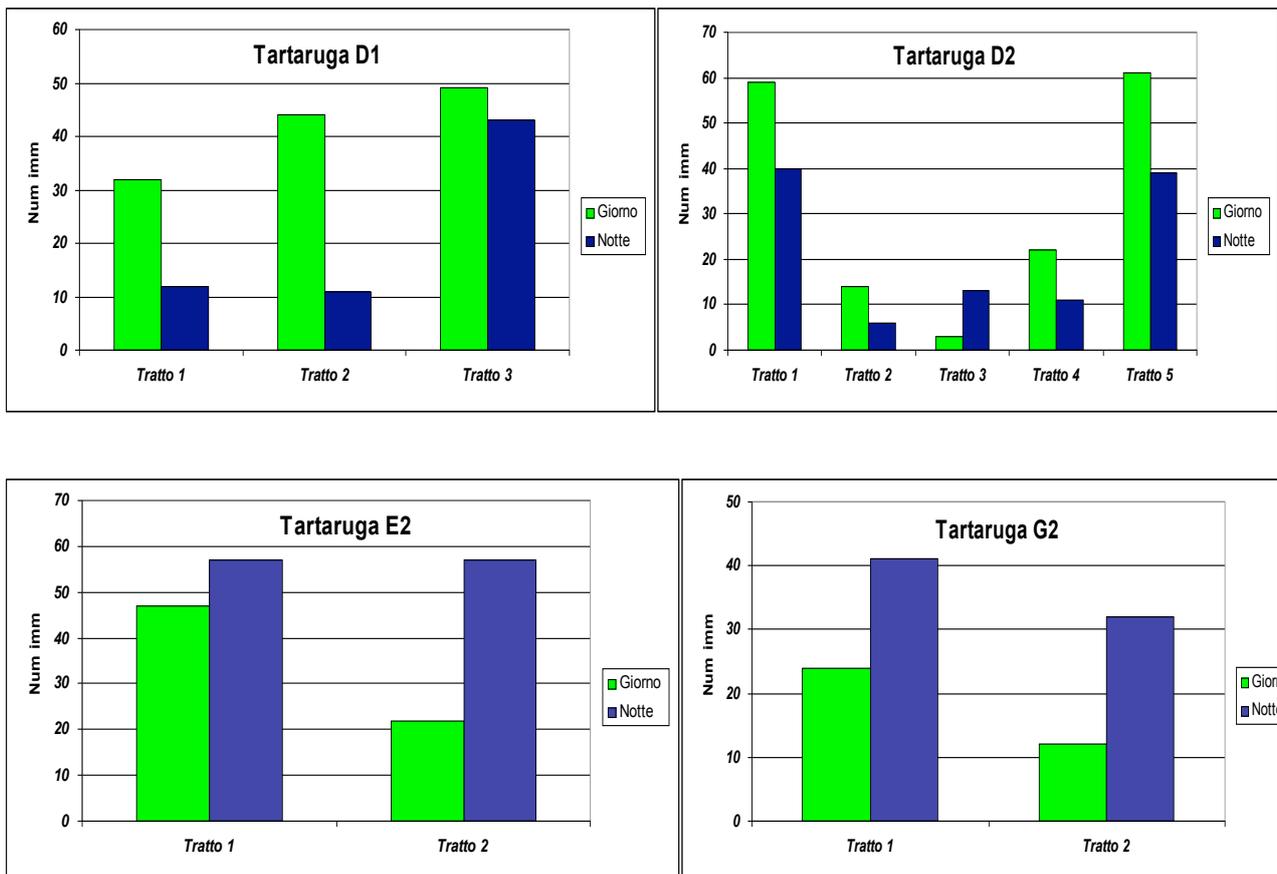


Figura 18: Distribuzione della frequenza delle quattro tipologie di immersione nella tartaruga D1

Come osservato per l'intero viaggio, anche nei singoli tratti si riscontra la tendenza delle tartarughe ad immergersi prevalentemente di notte (Figura 19).



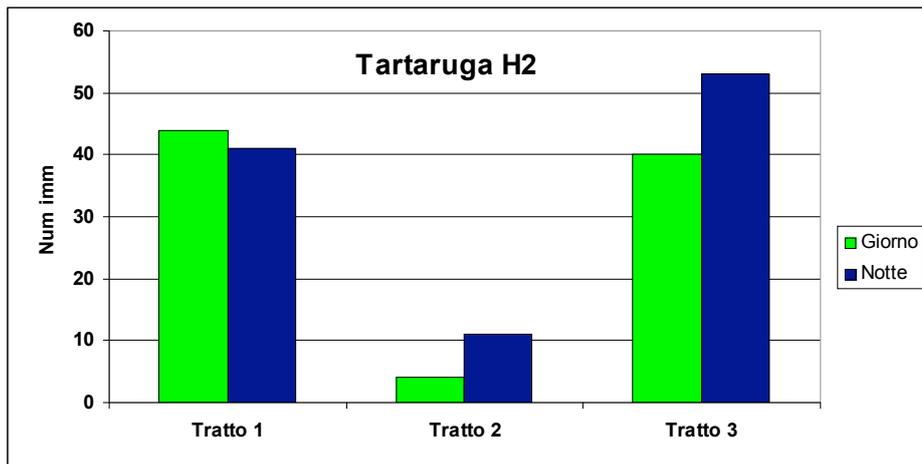


Figura 19: Pattern giorno-notte nei vari tratti del viaggio della tartaruga D1; in questo caso non sono state fatte distinzioni tra tipologie di immersione

### 3.3. Immersioni particolarmente profonde

Le principali variazioni all'andamento di base finora descritto derivano dalla presenza di speciali immersioni, di tipo 2 o 3, in cui le tartarughe si spingono a profondità maggiori di quelle abitualmente raggiunte con immersioni di questi tipi (Figura 20). Le massime profondità raggiunte da ciascuna tartaruga si hanno a seguito proprio di queste immersioni (denominate immersioni P), e sono molto variabili (Tabella 1).

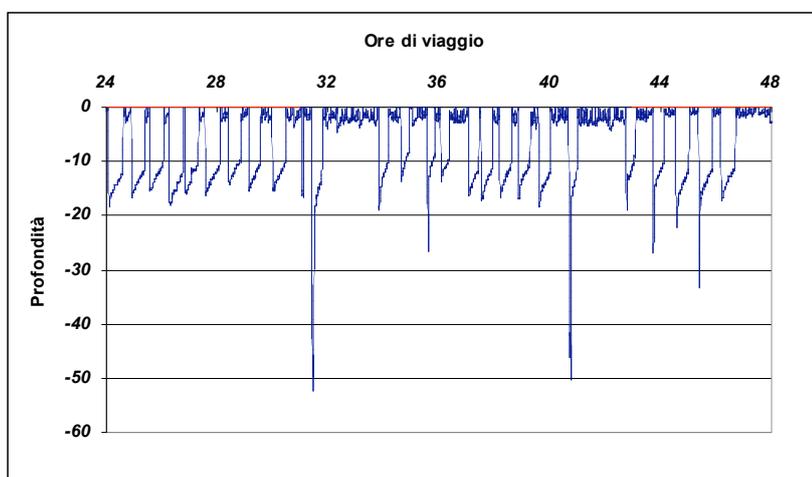


Figura 20: Esempio di due immersioni P nella tartaruga H2 che raggiungono profondità attorno ai 50 m e sono chiaramente distinte da quelle vicine.

Un totale di 64 immersioni P sono state complessivamente registrate nelle 5 tartarughe, che solitamente sono concentrate durante il giorno o nelle prime ore della notte. Inoltre, le tartarughe compiono queste immersioni più frequentemente verso la fine del viaggio (Fig. 21). In particolare nelle tartarughe D1, D2 e G2 esse si concentrano nell'ultima parte del viaggio, mentre nella tartaruga E2 si presentano all'inizio e in nella tartaruga H2 nella parte centrale.

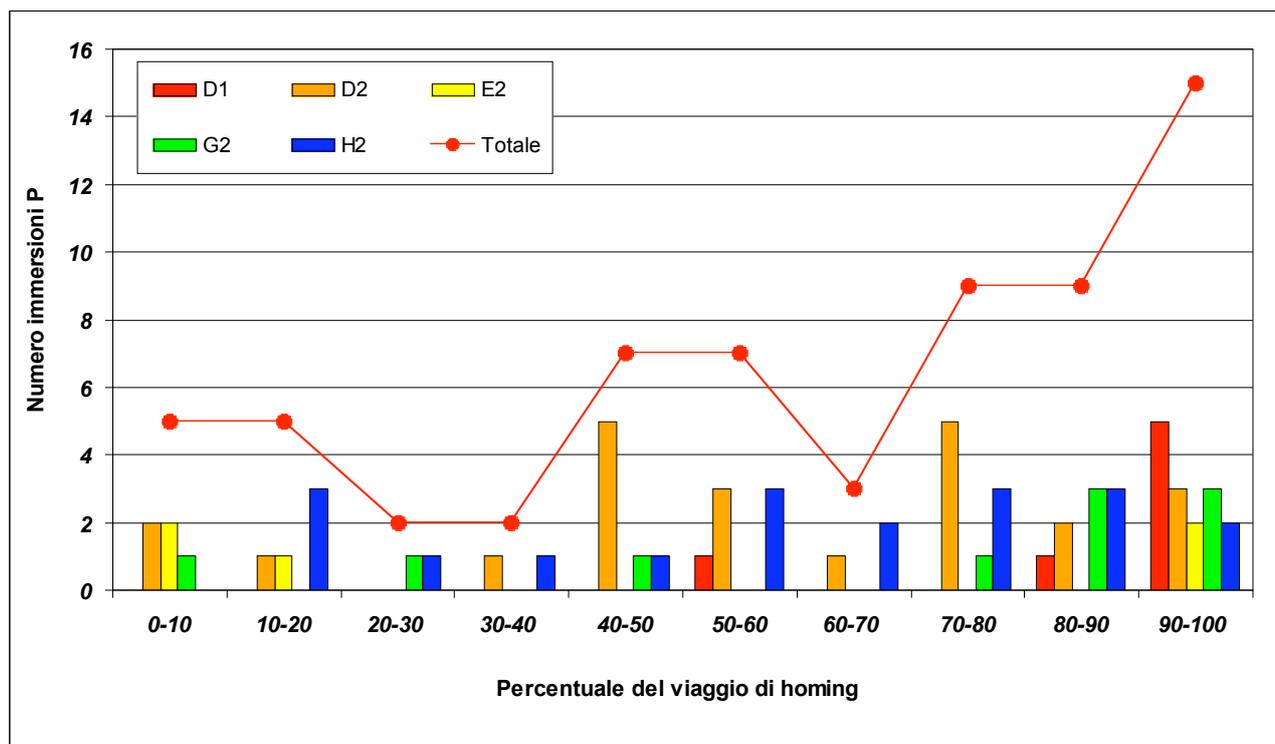
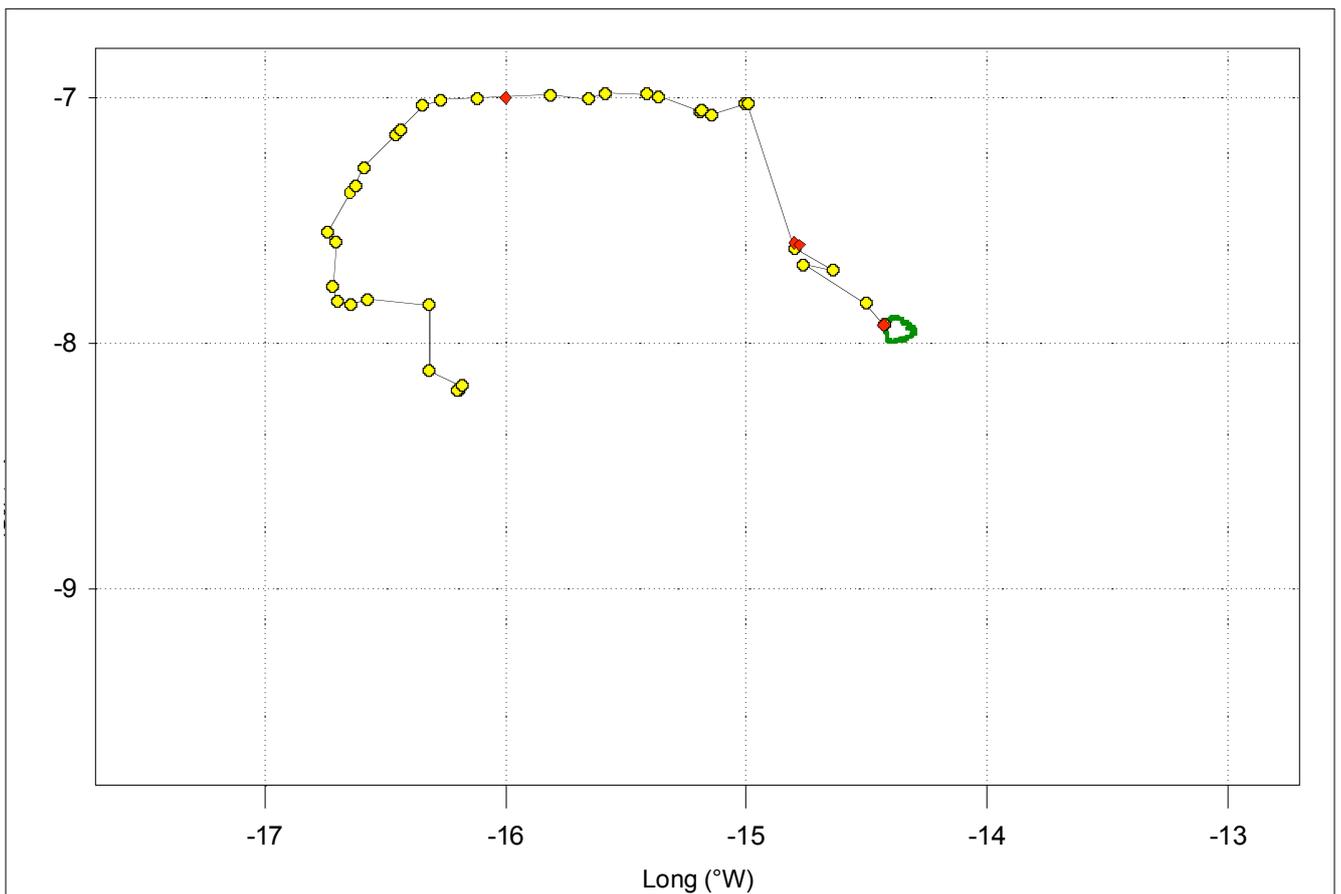


Figura 21: Numero di immersioni P effettuate dalle cinque tartarughe in varie fasi del loro viaggio di ritorno, espresse come percentuale della durata totale del viaggio

Queste immersioni sono state infine localizzate lungo la rotta (figure 11-15), evidenziando ulteriormente come le immersioni P siano concentrate negli ultimi tratti delle rotte, quelli in cui la tartaruga compie un movimento chiaramente diretto verso l'isola (vedi soprattutto le tartarughe D1, D2 e G2). Non mancano comunque variazioni a questo pattern, tanto che alla fine ciascuna tartaruga risulta differire più o meno sostanzialmente dalle altre. Ad esempio, la tartaruga E2 non effettua immersioni particolarmente profonde ma solo un paio di immersioni intorno ai 25 m poche ore dopo il rilascio ed un'altra coppia, stavolta poco oltre i 20 m, durante le ultimissime ore di viaggio (Figura 13). Nella tartaruga D2 (Figura 12), invece, si hanno si

immersioni P anche nella parte centrale del viaggio, all'interno di una serie di immersioni in cui la profondità media risulta comunque più alta rispetto alle altre immersioni.

La tartaruga H2, infine, compie immersioni P praticamente per tutta la durata del viaggio, raggiungendo anche i 60 m di profondità, con immersioni quindi nettamente differenti da quelle vicine (Figura 20).



*Figura 22 : Rotta di ritorno della tartaruga D1; le stelle rosse indicano dove sono state effettuate le immersioni P*

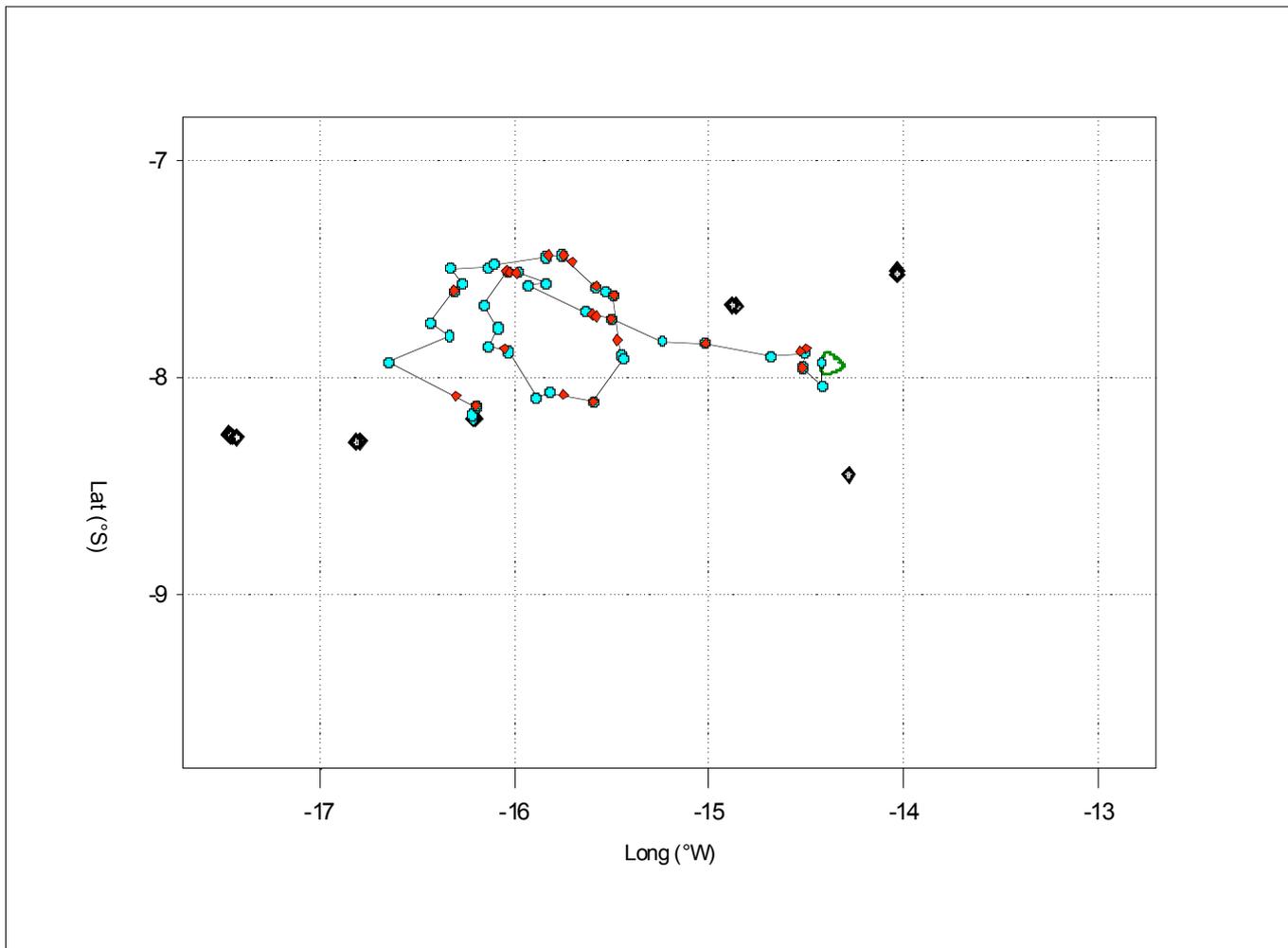


Figura 23: Rotta di ritorno della tartaruga D2

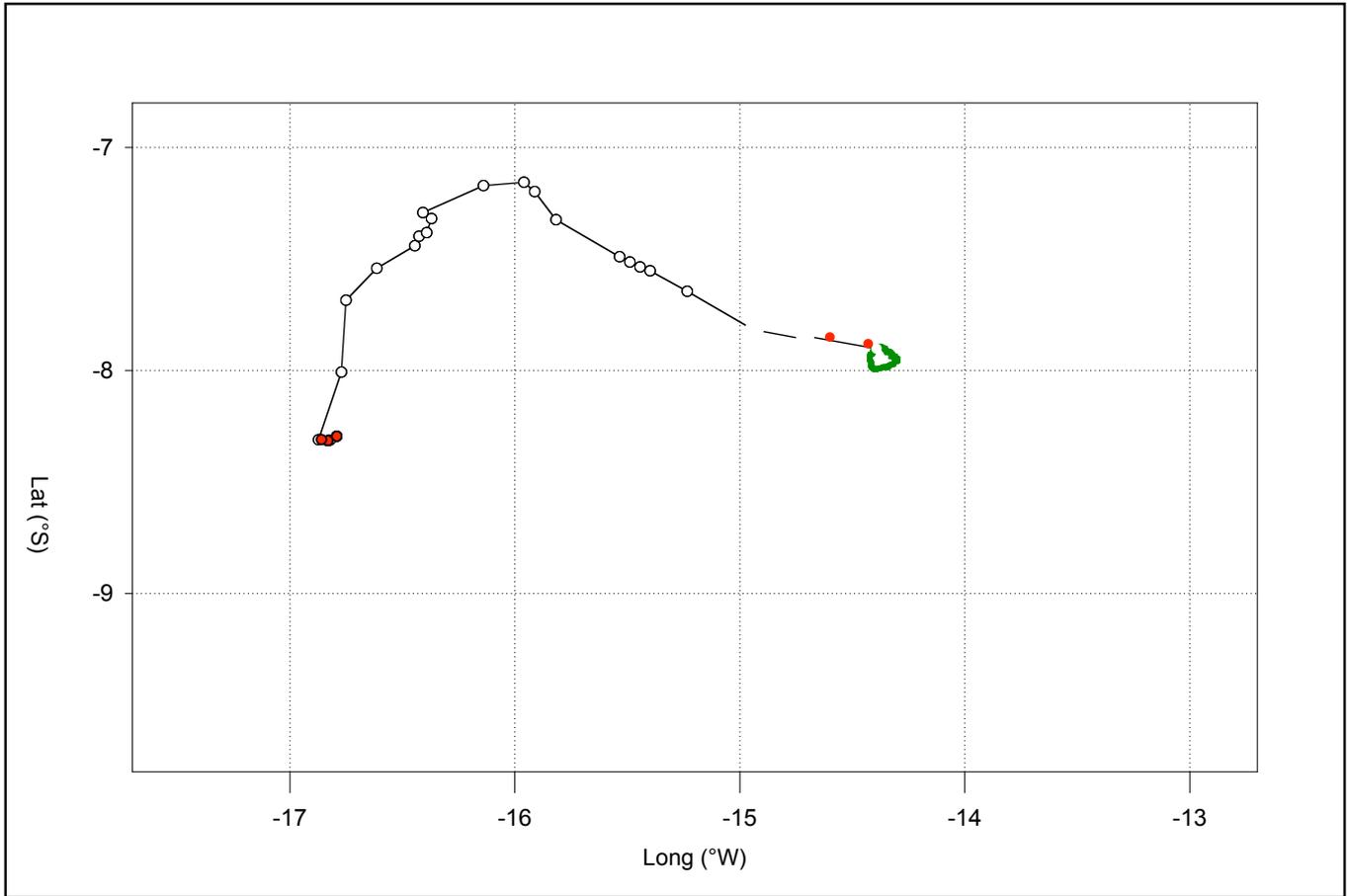


Figura 24: Rotta di ritorno della tartaruga E2

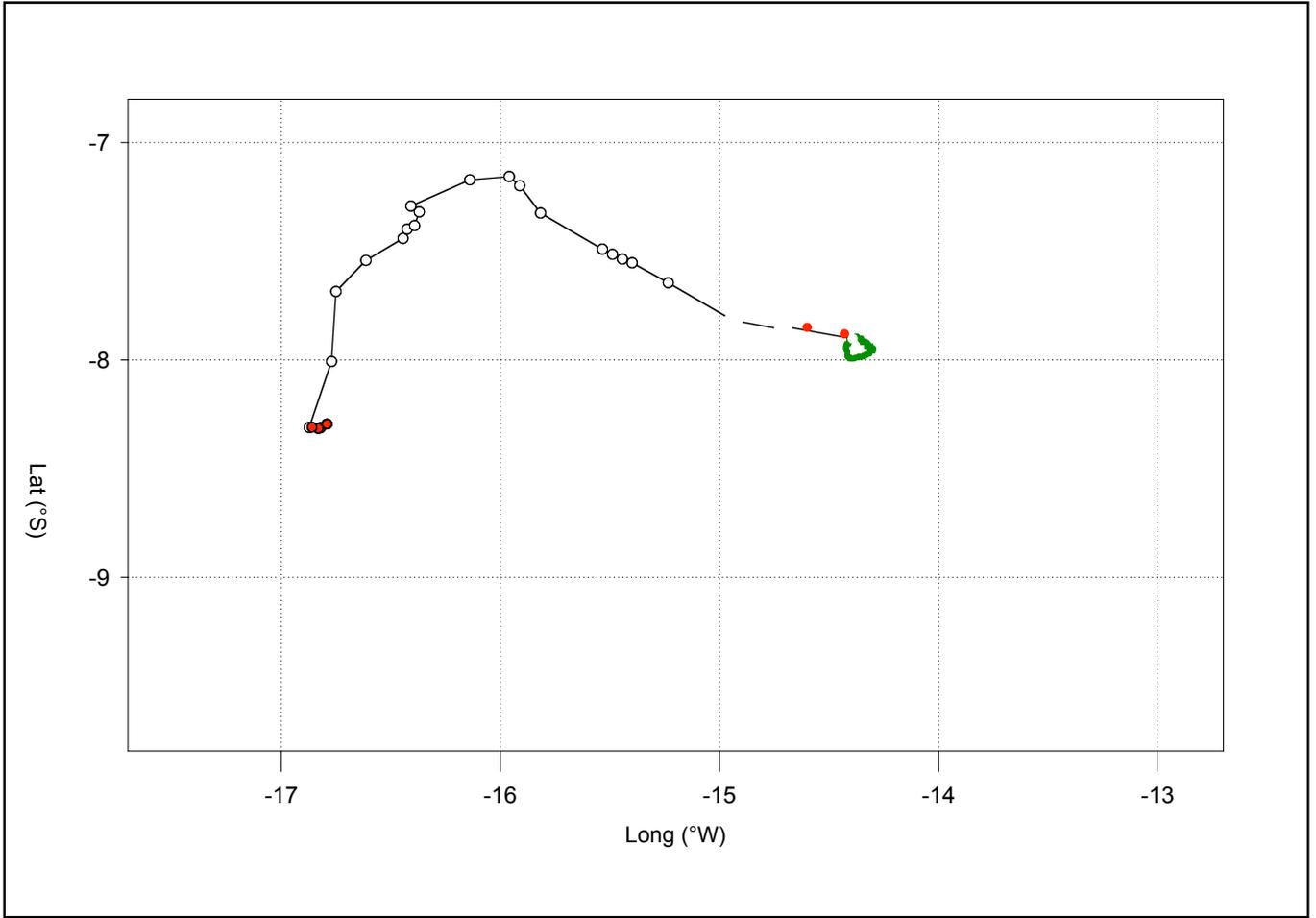


Figura 25: Rotta di ritorno della tartaruga G2

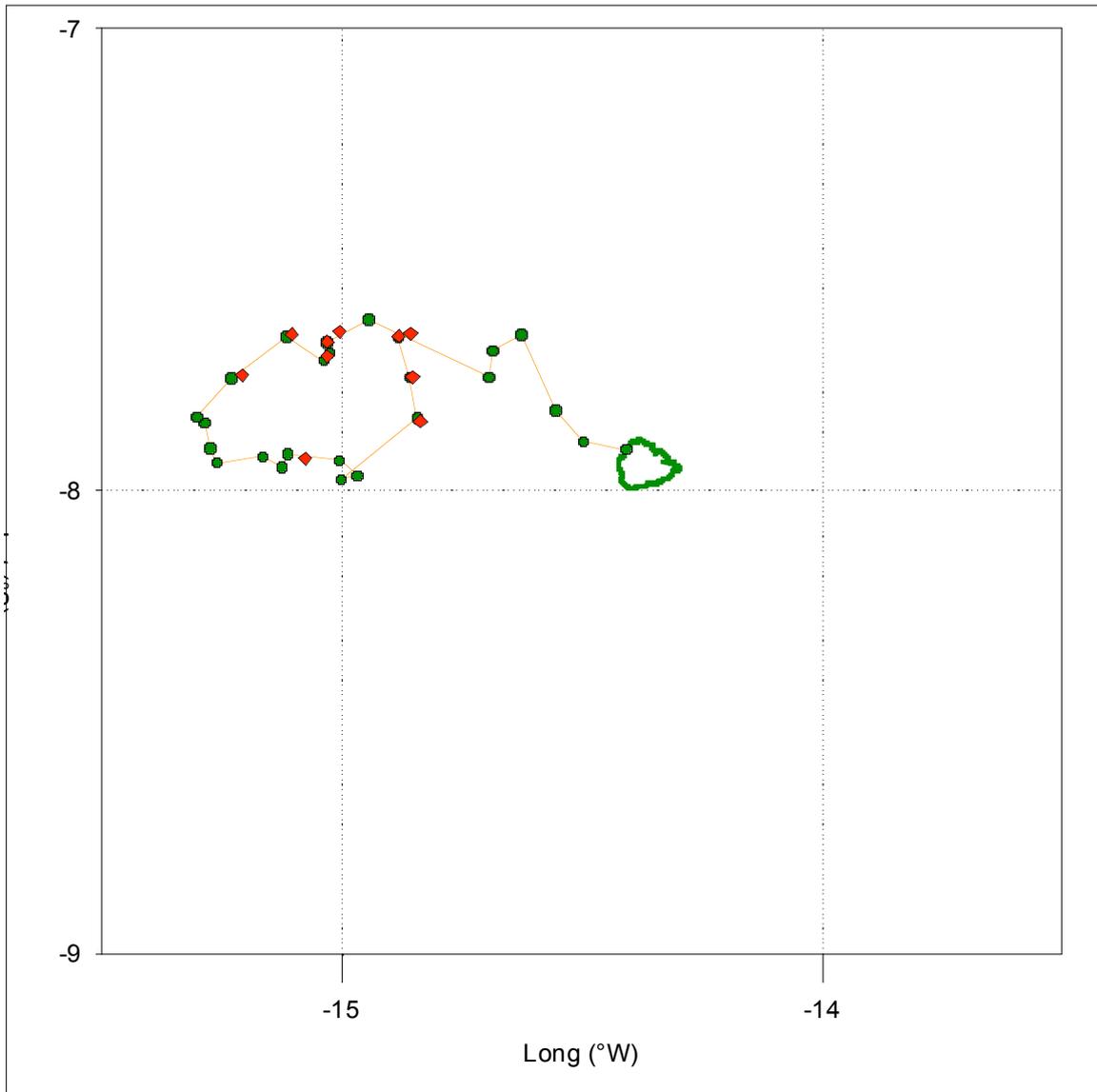


Figura 26: Rotta di ritorno della tartaruga H2