

# ADAPTED TO CHANGE: LOW ENERGY REQUIREMENTS IN A LOW AND UNPREDICTABLE PRODUCTIVITY ENVIRONMENT, THE CASE OF THE GALAPAGOS SEA LION

Stella Villegas-Amtmann, Birgitte I. McDonald, Diego Páez-Rosas, David Aurioles-Gamboa, Daniel P. Costa

Presentazione a  
cura di Annachiara  
Pagnotta

# Conosciamo la specie



- Il leone marino delle Galapagos (*Zalophus wollebaeki*) è un mammifero appartenente alla famiglia degli Otariidi.
- Le sue dimensioni variano da 150 a 250 cm. I maschi hanno dimensioni maggiori delle femmine e possono arrivare a pesare 400 Kg.
- Durata della vita: 15-24 anni
- Raggiungono l'età adulta a 4-5 anni.





# Uno stile di vita energeticamente dispendioso...



...soprattutto durante l'allattamento, che dura 2-3 anni dopo la nascita del cucciolo.

Durante i primi mesi di vita, le femmine lasciano momentaneamente i cuccioli sulle spiagge per immergersi in acqua alla ricerca di cibo.



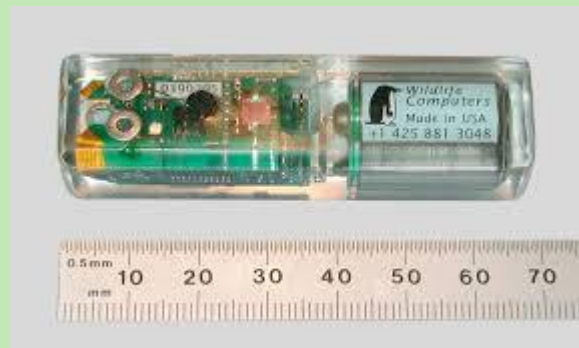


# Analisi e metodi

- 10 esemplari di femmine con cuccioli sono state catturate e sedate.
- Gli è stata iniettata una soluzione di acqua doppiamente marcata (Doubly Labeled Water, DLW).
- Sono stati dotati di strumentazione per tracciarne spostamenti ed immersioni.
- Dopo 4-12 giorni sono stati ricatturati e la strumentazione è stata rimossa.



5. Sirtrack GPS (Sirtrack, Havelock, North, New Zealand)



6 .MK9 TDR (time- depth recorder) (Wildlife Computers, Richmond, WA, USA)



7 .Mk10-AF (Wildlife Computers, Richmond, WA, USA)

# Analisi e metodi (2)

Le immersioni sono state divise in immersioni superficiali ed immersioni profonde.

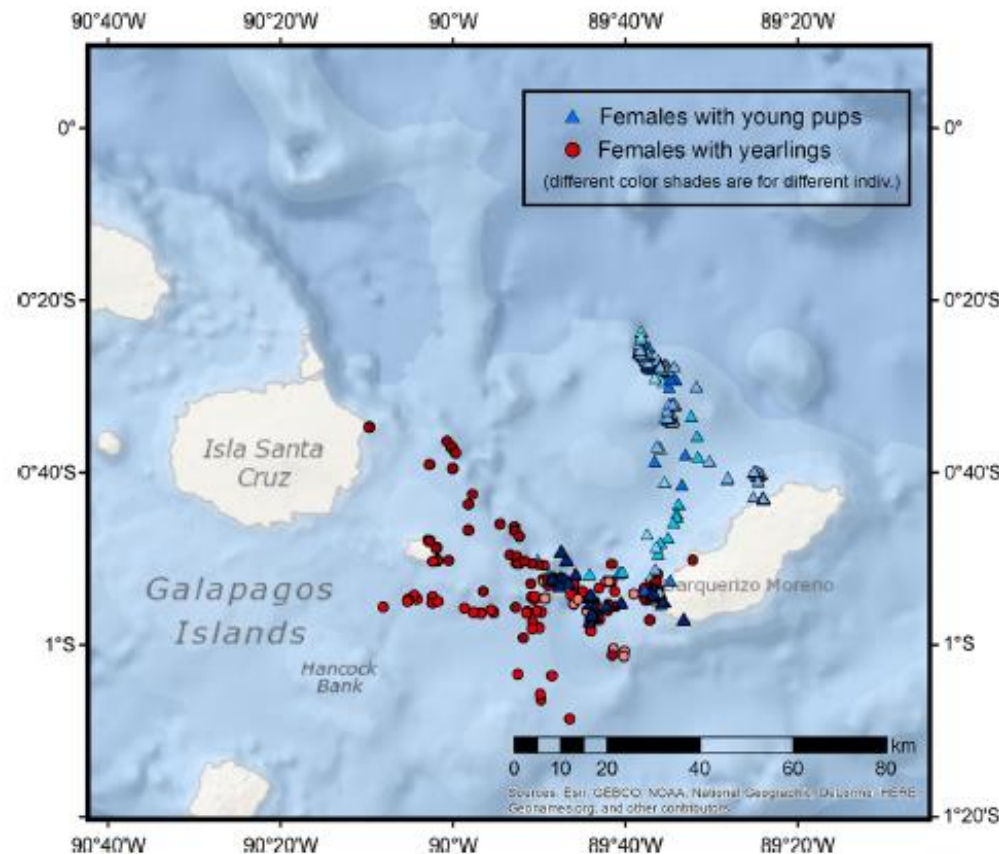
Per ciascun esemplare sono state ricavate:

- La % di immersioni superficiali;
- Le profondità massima e media delle immersioni;
- Le durate massima e media delle immersioni;
- I tempi massimo e medio passato nel punto più profondo dell'immersione;
- La distanza minima percorsa per il foraggiamento;
- Il numero medio di movimenti verso l'alto e verso il basso nel punto più profondo dell'immersione;
- La velocità media di discesa e di risalita;
- Il tasso di immersione;
- Il tempo medio trascorso in superficie tra due immersioni consecutive;
- La % di immersioni la cui profondità è di  $\pm 10$  m rispetto alla profondità massima dell'immersione precedente (intra-depth zone, IDZ);
- La % di tempo trascorsa a fare immersioni.
- Il Field Metabolic Rate (FMR) è stato determinato attraverso l'utilizzo della DLW.
- Analisi statistiche.



# Risultati

L'elaborazione dei dati raccolti mostra una distribuzione bimodale della profondità di immersione per gli esemplari che si sono spostati verso nord per l'approvvigionamento alimentare. Questa bimodalità è meno marcata per gli esemplari che si sono spostate verso ovest.



**Fig. 2.** Foraging locations of Galapagos sea lion females. Different color/shape indicates females with young pups or yearlings and different shades of the same color indicate different individuals. (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

Un esemplare con cucciolo di età all'incirca di un mese si è spostata verso ovest.

Per una femmina con cucciolo di età  $\geq 1$  anno non si hanno dati relativi agli spostamenti, ma le abitudini di immersione sono compatibili con quelle degli esemplari che si sono spostati verso nord.

Un esemplare ha mostrato spostamenti in entrambe le direzioni.

# Dive Behaviour

**Table 2**

Galapagos sea lion females foraging location, maximum dive variables, mean foraging trip variables  $\pm$  SD and pup age category.

ID	Foraging location	Max. dive depth (m)	Max. dive duration (min)	Max. bottom time (min)	# Foraging trips	Mean dive trip duration from rookery (h)	Mean trip duration (h)	Mean haul out duration (h)	Total # days recorded	Max. dist. traveled from rookery (km)	Pup age category
SCF03	North	548	12.4	4.6	1	$84.3 \pm 0$	$84.3 \pm 0$	NA	5.4	55.1	Pup
SCF06	North	520	11.5	3.4	1	$63.1 \pm 0$	$63.1 \pm 0$	NA	4.4	50.9	Pup
SCF07	North	533	11.2	3.8	1	$55.4 \pm 0$	$55.4 \pm 0$	NA	4.2	49.6	Pup
SCF08	North	571	12.4	4.6	4	$145.2 \pm 27.5$	$30.9 \pm 27.5$	$7.2 \pm 3.6$	7.6	51.1	Pup
SCF01	Northwest	422	10.7	5.2	2	$23.8 \pm 5.2$	$23.8 \pm 5.2$	$24.6 \pm 0$	3.7	38.7	Pup
SCF02	West	430	11.1	4.8	4	$63.8 \pm 5.3$	$43.4 \pm 5.3$	$13.1 \pm 7.7$	9.6	57.3	Yearling
SCF04	West	369	11.2	5.3	2	$30.8 \pm 12.1$	$30.8 \pm 12.1$	$48.3 \pm 0$	5.4	23.4	Yearling
SCF05	West	448	9.8	4.6	7	$59.9 \pm 19.1$	$30.6 \pm 19.1$	$12.3 \pm 6.5$	12.8	70.1	Yearling
SCF09	West	330	8.4	4.2	2	$35.7 \pm 0.7$	$35.7 \pm 0.7$	$11.0 \pm 0$	4.4	20.3	Pup
SCF10	NA	517	12.2	4.2	2	$42.9 \pm 18.0$	$42.9 \pm 18.0$	$45.6 \pm 0$	6.9	NA	Yearling
Mean		<b>469</b>	<b>11.1</b>	<b>4.5</b>	<b>3.7</b>	<b>49.3</b>	<b>36.9</b>	<b>29.8</b>	<b>8.7</b>	<b>50.3</b>	
SD		81	1.2	0.6	1.9	34.9	18.6	17.1	2.9	16.1	



# Field Metabolic Rate

**Table 3**

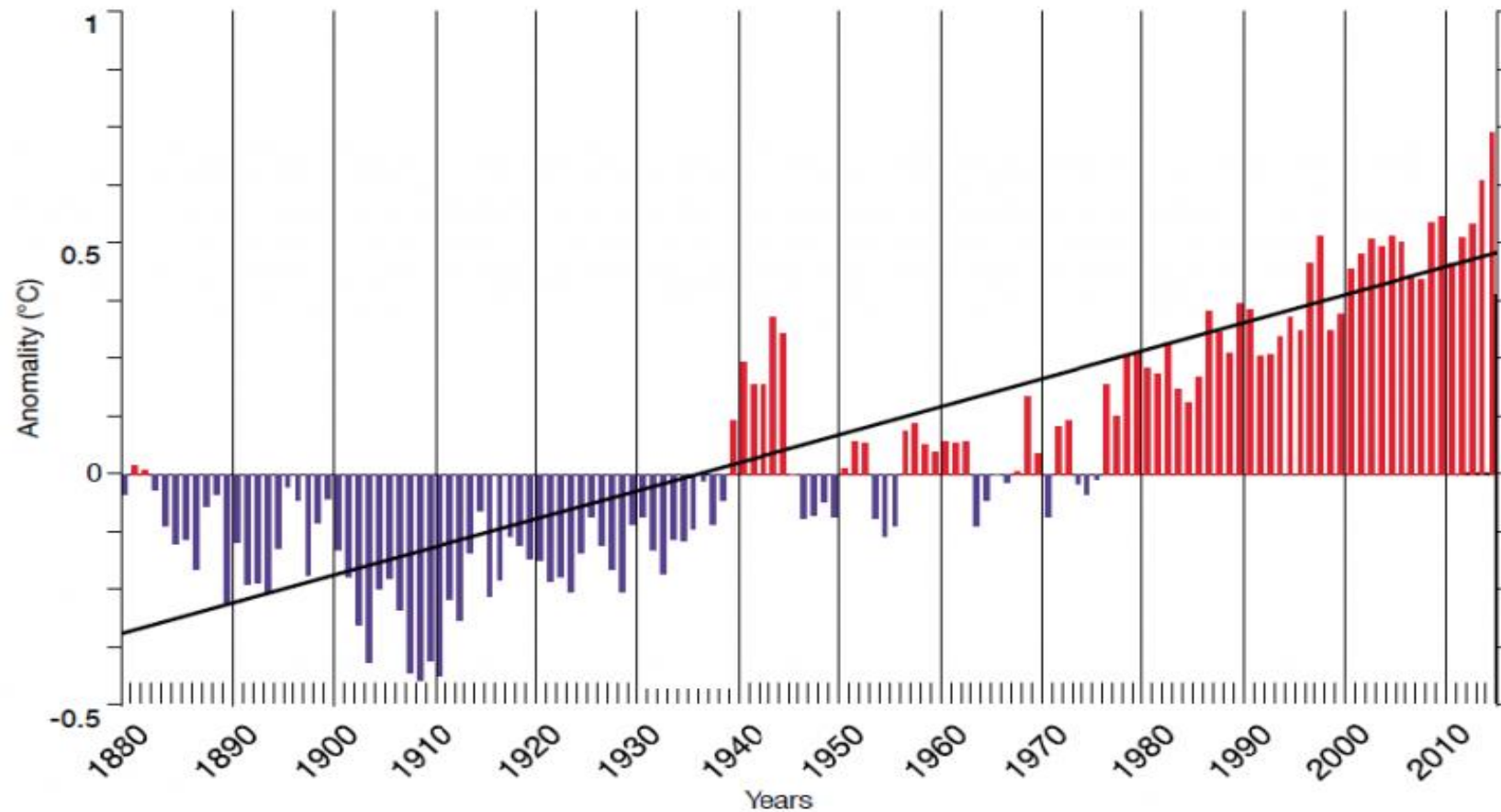
Galapagos sea lion females' mass, pup sex and mass, CO<sub>2</sub> production based on a single pool equation (Nagy) and a two-pool equation (Speakman), % time at sea and on land, FMR, at-sea FMR and on-shore FMR (based on the single pool equation (Nagy)), % total body water (%TBW), water influx, % body mass change and body condition index (BCI).

Female ID	Mean mass (kg)	Initial mass (kg)	Final mass (kg)	Pup sex	Pup mass (kg)	CO <sub>2</sub> prod. (ml/g/h) (1 pool Nagy)	CO <sub>2</sub> prod. (ml/g/h) (2 pool Speakman)	% Time at sea	% Time on land	FMR (W/kg)	At sea FMR (ml CO <sub>2</sub> /g/h)	At sea FMR (W/kg)	On shore FMR (ml CO <sub>2</sub> /g/h)	On shore FMR (W/kg)	TBW% (0-18)	Water influx (ml/kg/d)	%Body mass change/day	BCI (mass/std length)
<b>w/pups</b>																		
SCF01	75.6	76.2	75	F	16	0.72	0.55	53.0	47.0	4.70	1.04	6.84	0.35	2.28	65.42	73.61	-0.40	0.48
SCF03	94.8	94.8	94.8	F	7.5	0.55	0.41	64.7	35.3	3.59	0.79	5.20	0.10	0.63	49.45	71.87	0.00	0.63
SCF06	70.1	73.8	66.4	M	7.5	0.57	0.45	60.3	39.7	3.71	0.84	5.52	0.15	0.96	59.64	71.58	-2.23	0.51
SCF07	73.2	76.8	69.6	M	8	0.61	0.51	55.3	44.7	4.00	0.92	6.04	0.23	1.48	57.95	51.58	-2.08	0.47
SCF08	82.2	82.6	81.8	M	11.5	0.66	0.54	67.7	32.2	4.31	0.88	5.78	0.19	1.22	60.95	83.66	-0.12	0.52
SCF09	75.1	79.6	70.6	M	8	0.62	0.52	67.9	32.1	4.06	0.84	5.52	0.15	0.96	58.15	76.51	-2.47	0.52
Mean	<b>78.5</b>	<b>80.6</b>	<b>76.4</b>		<b>9.8</b>	<b>0.62</b>	<b>0.50</b>	<b>61.5</b>	<b>38.5</b>	<b>4.06</b>	<b>0.89</b>	<b>5.82</b>	<b>0.19</b>	<b>1.26</b>	<b>58.59</b>	<b>71.47</b>	<b>-1.22</b>	<b>0.52</b>
SD	8.93	7.57	10.5		3.4	0.06	0.05	6.4	6.4	0.41	0.09	0.58	0.09	0.58	5.24	10.72	1.16	0.06
<b>w/yearlings</b>																		
SCF02	75.7	76.4	75	M	24	0.77	0.38	75.5	24.5	5.07	0.94	6.19	0.25	1.63	67.84	107.90	-0.19	0.45
SCF04	65	69	61	M	27	0.45	0.42	47.2	52.7	2.96	0.82	5.36	0.12	0.80	69.50	70.89	-2.07	0.45
SCF05	63.2	63.2	63.2	F	26	0.72	0.48	70.0	30.0	4.73	0.93	6.10	0.24	1.54	64.85	114.47	0.00	0.42
SCF10	74.8	74.8	74.8	M	26	0.56	0.28	51.7	48.3	3.64	0.89	5.85	0.20	1.29	63.77	79.88	0.00	0.45
Mean	<b>69.7</b>	<b>70.9</b>	<b>68.5</b>		<b>25.8</b>	<b>0.63</b>	<b>0.39</b>	<b>61.1</b>	<b>38.9</b>	<b>4.10</b>	<b>0.90</b>	<b>5.88</b>	<b>0.20</b>	<b>1.31</b>	<b>66.49</b>	<b>93.29</b>	<b>-0.57</b>	<b>0.44</b>
SD	6.5	6.0	7.4		1.3	0.15	0.08	13.7	13.7	0.98	0.06	0.37	0.06	0.37	2.64	21.16	1.01	0.02
Overall mean	<b>75.0</b>	<b>76.7</b>	<b>73.2</b>		<b>16.2</b>	<b>0.62</b>	<b>0.45</b>	<b>61.3</b>	<b>38.7</b>	<b>4.08</b>	<b>0.89</b>	<b>5.84</b>	<b>0.20</b>	<b>1.28</b>	<b>61.75</b>	<b>80.20</b>	<b>-0.96</b>	<b>0.49</b>
SD	8.9	8.3	9.8		8.7	0.10	0.09	9.3	9.2	0.64	0.07	0.48	0.07	0.48	5.85	18.44	1.09	0.06

# Discussione

- Il comportamento dell'esemplare SCF01 suggerisce che le femmine di leone marino delle Galapagos possono cambiare luogo di caccia in base alle proprie necessità metaboliche e a quelle del proprio cucciolo.
- Gli esemplari che si sono spostati verso nord hanno probabilmente predato fauna epi- e mesopelagica.
- Gli esemplari che si sono spostati verso ovest hanno probabilmente predato fauna bentonica.
- I leoni marini delle Galapagos e le foche delle Galapagos mostrano il più basso Field Metabolic Rate (FMR) tra tutte le specie di otaridi. Questo potrebbe essere un adattamento alle condizioni ambientali energeticamente povere ed imprevedibili della regione.
- Non sono state riscontrate significative differenze tra i FMR delle femmine con cuccioli di età ~ 1 mese quelli delle femmine con cuccioli di età  $\geq 1$  anno. Tuttavia, una maggiore produzione di  $\text{CO}_2$  è stata registrata nelle femmine che hanno trascorso un tempo maggiore in acqua e che hanno percorso distanze maggiori.
- Le femmine che hanno cacciato ad ovest hanno assunto una quantità maggiore di cibo, ma probabilmente di qualità inferior da un punto di vista energetico, dal momento che non si evincono differenze con i FMR delle femmine che hanno cacciato a nord.
- Gli esemplari con cuccioli di età ~ 1 mese sono in un miglior stato di salute rispetto agli esemplari con cuccioli più grandi.
- Dai dati raccolti durante questa ricerca si evince che i leoni marini delle Galapagos potrebbero essere la specie che si immerge a profondità maggiori e per una maggiore durata tra tutte le specie di leoni marini.

# Conclusioni



La specie già minacciata dalla scarsità delle risorse dell'ambiente in cui vive, potrebbe non sopravvivere ad un ulteriore inasprimento di tali condizioni, che «potrebbe» verificarsi se la temperatura dei mari continuasse ad aumentare.



# References

1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Gal%C3%A1pagos\\_sea\\_lion](https://en.wikipedia.org/wiki/Gal%C3%A1pagos_sea_lion)
2. [http://manoa.hawaii.edu/exploringourfluidearth/media\\_colorbox/3658/media\\_original/en](http://manoa.hawaii.edu/exploringourfluidearth/media_colorbox/3658/media_original/en)
3. <https://www.histonium.net/notizie/attualita/42459/il-duo-di-vela-dugo-warshawsky-con-jipcho-alle-galapagos>
4. <http://www.ocean4future.org/archives/32176>
5. [https://www.researchgate.net/publication/228984899\\_First\\_results\\_of\\_feral\\_catsFelis\\_cat\\_us\\_monitored\\_with\\_GPS\\_collars\\_in\\_New\\_Zealand/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/228984899_First_results_of_feral_catsFelis_cat_us_monitored_with_GPS_collars_in_New_Zealand/figures?lo=1)
6. <https://static.wildlifecomputers.com/manuals/TDR-Mk9-User-Guide.pdf>
7. [https://www.researchgate.net/publication/256471139\\_ABFT\\_Tagging\\_Manual\\_for\\_the\\_Atlantic-Wide\\_Research\\_Programme\\_for\\_Bluefin\\_Tuna\\_GBYP\\_-\\_2010\\_TAGGING\\_MANUAL\\_FOR\\_THE\\_ATLANTIC-WIDE\\_RESEARCH\\_PROGRAMME\\_ON\\_BLUEFIN\\_TUNA\\_GBYP\\_THE\\_INTERNATIONAL\\_COMMISION\\_FOR\\_T/figures?lo=1](https://www.researchgate.net/publication/256471139_ABFT_Tagging_Manual_for_the_Atlantic-Wide_Research_Programme_for_Bluefin_Tuna_GBYP_-_2010_TAGGING_MANUAL_FOR_THE_ATLANTIC-WIDE_RESEARCH_PROGRAMME_ON_BLUEFIN_TUNA_GBYP_THE_INTERNATIONAL_COMMISION_FOR_T/figures?lo=1)
8. <https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/ocean-warming>