

DISTRIBUCIÓN DE LAS CORRIENTES SUPERFICIALES Y SUBSUPERFICIALES EN LA CALETA AEOLIAN-ISLA BALTRA

Por: Miriam Lucero ^(*)
Magda Mindiola ^(*)

Resumen

Con el objeto de determinar el patrón de circulación en la Caleta AEOLIAN, en septiembre del 2006 se realizaron mediciones de corrientes a nivel superficial y subsuperficial, periodo correspondiente a una época seca (verano), durante este periodo se realizaron mediciones de perfiles de corrientes utilizando un correntómetro perfilador ADCP WHS300 y de manera adicional se realizaron mediciones de corrientes superficiales para lo cual se utilizaron flotadores a la deriva. El área de estudio esta sujeta a una intensa variación, probablemente debido a la acción conjugada de los vientos, al ciclo mareal, a los efectos topográficos por la cercanía a la línea costera, con velocidades promedios de 0.21 m/s en las capas superficiales, 0.18 m/s en las capas media y 0.12 m/s en las capas profundas. Del campo de corrientes superficiales y subsuperficiales obtenido con los flotadores a la deriva, se puede apreciar que la bahía se llena (flujo) a través del extremo sur mientras que la vaciante (reflujo) se produce por el extremo norte de la bahía con magnitudes promedios de 0.10 m/s. En forma general la bahía AEOLIAN, presenta un modelo conceptual de circulación sujeta a la variabilidad en la intensidad de los afloramientos que se produce al oeste de la isla Isabela y que tiene influencia en la circulación alrededor del archipiélago.

Abstract

The circulation pattern of the Caleta AEOLIAN, was studied based on measurements of surface and subsurface currents in September 2006, period corresponding to a dry season (summer), during this time were carried out measurements currents profiles using currentmeter ADCP WHS300 and additional measurements of surface currents using drifting floats. The study area is subject to intense change, probably due to the combined action of wind, tidal cycle, the topographic effects by the proximity to the coastline, with average velocities of 0.21 m/s in surface layers, 0.18 m/s in the middle layers 0.12 m/s in the deep. The field surface and subsurface currents obtained with the drifting floats, suggested that inflow to the bay takes place at the southern, outflow through the northern of the bay, with averages velocities of about 0.10 m/s. The Caleta AEOLIAN, present a conceptual model of circulation subject to variability in intensity of upwelling occurring west of the Isabela island and exerts a strong influence on the circulation around of the archipelago.

^(*) Instituto Oceanográfico de la Armada, INOCAR, Av. 25 de Julio Base Naval Sur, P.O. Box 5940 Guayaquil-Ecuador

Introducción

Las islas Galápagos constituyen uno de los mas complejos, diversos y únicos archipiélagos oceánicos del mundo que aún mantiene su ecosistema y biodiversidad sin grandes alteraciones. El clima, las corrientes marinas y su aislamiento geográfico e histórico han dado cabida a un alto grado de diversidad biológica y endemismo.

Del complejo sistema de corrientes en las Galápagos, tres son las principales: la corriente fría de Humboldt, Strub *et al.*, (1998) resumieron los procesos físicos que gobiernan la circulación de gran escala en este sistema de corrientes, la misma que se origina en la región subantártica; la corriente submarina de Cromwell o Subcorriente Ecuatorial (Lukas, 1985, Wyrtki K., 1967) que aflora cuando toca la Plataforma de Galápagos y es la responsable de la riqueza de la vida marina en Fernandina y parte occidental de Isabela; y la corriente de Panamá o del Niño que son aguas cálidas que en algunos años fluyen más de lo normal y producen el evento "El Niño". Todo este sistema de corrientes tiene influencia en el clima del área de estudio.

Por sus características climáticas se consideran a las islas de clima subtropical, localizadas en una zona de transición climática entre la costa occidental de Sudamérica y el de la zona seca del Océano Pacífico Central (Enfield D., 1975).

Así mismo, La circulación oceánica y costera juegan un rol muy importante en la mayoría de las propiedades físicas, químicas y biológicas del archipiélago, por su ubicación geográfica ejercen una influencia determinante en la fauna, flora y en el clima, el sistema de circulación regula la composición y la estructura de las comunidades bióticas en el Archipiélago. La isla Baltra, representa un ecosistema sumamente frágil, el mismo que podría verse afectado por las actividades diarias de distribución y abastecimiento de combustible que debe realizar tanto a embarcaciones pequeñas como a grandes buques especialmente de turismo.

Siendo esta una de la razones por lo que se vuelve imprescindible contar con un plan de contingencia que permita salvaguardar los recursos naturales y la conservación del medio marino-costero. Uno de los elementos principales para el desarrollo de estos planes de contingencia es el estudio de la circulación costera. Además es necesario contar con fuentes de datos e información ambiental que sustenten los planes, siendo necesario realizar continuos monitoreos y evaluaciones ambientales.

Area de Estudio

La isla Baltra se encuentra ubicada al norte de la isla Santa Cruz, separadas por el canal de Itabaca (Figura 1), representa un ecosistema sumamente frágil y vulnerable a una contaminación por hidrocarburos ya que en ella se realiza el abastecimiento de combustibles para toda la provincia insular a través del Terminal de PETROCOMERCIAL.

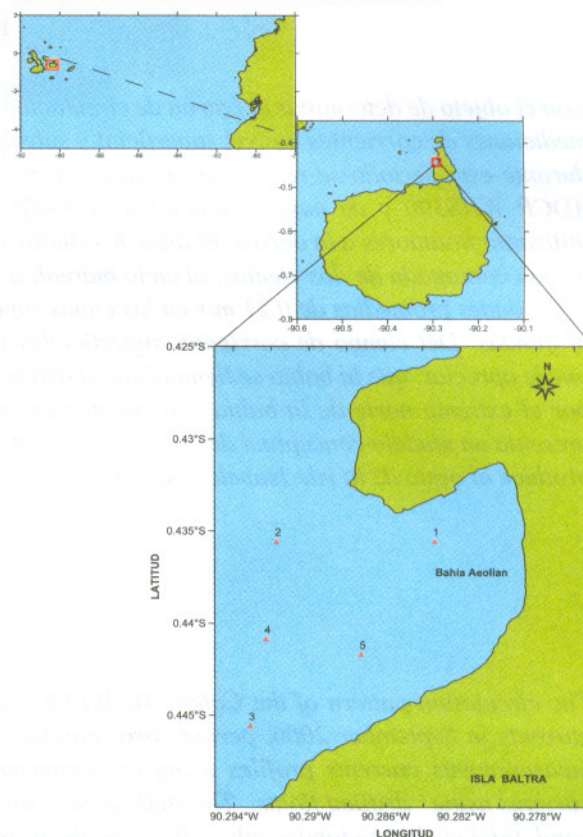


Figura 1. Área de estudio y ubicación de las estaciones de perfiles de corrientes

El clima del área de estudio y de todo el archipiélago está determinado por las corrientes oceánicas y por los vientos alisios que circulan alrededor de las islas, existen dos estaciones bien diferenciadas: La estación seca-fría que cubre de mayo a diciembre, con temperatura superficial del mar que fluctúan entre los 19 y 23°C (Lucero M., 2002), la temperatura ambiental entre 19 y 26 °C y las precipitaciones son relativamente bajas lo que la caracteriza como una época seca.

La estación calida-húmeda que va desde diciembre a abril, la temperatura superficial del mar fluctúan entre los 22 y 26 °C y las del aire, entre 31 y 33 °C. meses húmedos y calurosos con precipitaciones que varían en intensidad y en tiempo y además hay mayor insolación.

Por la geomorfología que posee el área de estudio, la misma esta protegida de la acción directa del régimen de circulación oceánica, sin embargo, esta sujeta al efecto de las mareas, a la acción del viento y al sistema de corrientes costeras. En cuanto a su morfología submarina, el área específica de estudio posee profundidades que van desde los 5 hasta los 30 metros de profundidad (figura 2).

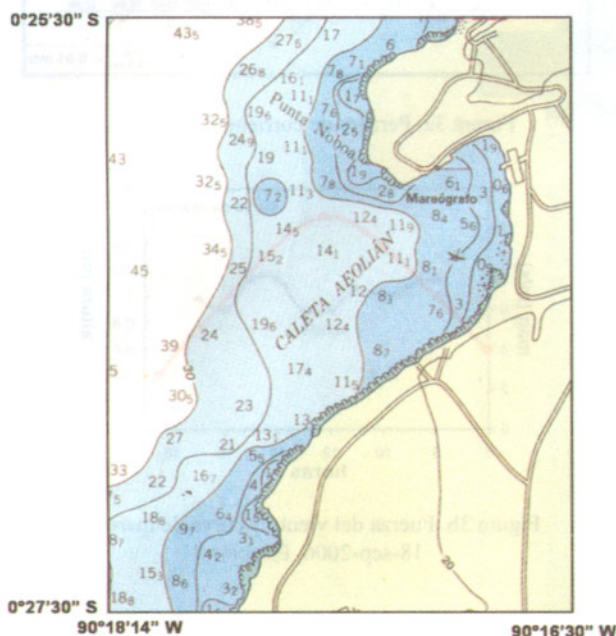


Figura 2. Batimetría del área de estudio

Materiales y Métodos

La obtención de información de corrientes se la realizó utilizando dos métodos: el método de Euler y el método de Lagrange.

La **Metodología de Euler**, fue aplicado para conocer la distribución vertical de las corrientes, para lo cual se utilizó un correntómetro perfilador acústico doppler ADCP Work Horse Sentinel (WHS300), los perfiles de corrientes fueron realizados en 5 estaciones distribuidas en toda el área de estudio (Figura 1); en cada una de las estaciones se efectuaron mediciones de magnitud y dirección de las corrientes durante un periodo de doce horas continuas, de tal forma que se obtuvieron datos en los dos estados de marea: flujo (pleamar) y reflujo (bajamar).

Las estaciones utilizadas en los perfiles de corrientes fueron ubicadas aproximadamente en los veriles de 10 y 20 m., estas mediciones fueron realizadas en un periodo de cinco días, del 18 al 22 de septiembre, fechas que corresponden a la fase de marea de Cuadratura y época seca de la región, como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Periodo de Mediciones de Corrientes

FECHA	FASE DE MAREA
18 – 22 Septiembre de 2006	CUADRATURA ☾

Las estaciones fueron posicionadas con un GPS portátil en coordenadas geográficas y UTM, tanto el Datum SAD56 esta información se presenta solo en el Datum SAD56 (Tabla 2). El equipo fue programado para registrar datos desde la superficie hasta la profundidad de cada estación, en capas de 1 metro y en un intervalo de medición de 5 minutos.

Para el análisis de los datos, se promediaron los resultados para cada hora de medición y en cada una de las estaciones, de igual manera las capas fueron promediadas para tres niveles en la columna de agua: superficie, medio y fondo.

Tabla 2. Posición geográfica de las estaciones utilizadas en perfiles de corrientes

NO. ESTACIÓN	COORDENADAS UTM EN SAD56		COORDENADAS GEOGRÁFICAS EN SAD56	
	NORTE	Este	LATITUD	LONGITUD
Estación 1	9951806	802420	0°26'08"S	90°17'00"W
Estación 2	9951805	801492	0°26'08"S	90°17'30"W
Estación 3	9950702	801343	0°26'44"S	90°17'35"W
Estación 4	9951234	801431	0°26'27"S	90°17'32"W
Estación 5	9951116	801973	0°26'30"S	90°17'14"W

Mediante el método lagrangiano, se determinó la velocidad y dirección de las corrientes superficiales y subsuperficiales (3 metros), para tal efecto se utilizaron 6 flotadores a la deriva (veletas), con los cuales se determinó la trayectoria del flujo en el área de interés, la posición de cada flotador fue establecida utilizando un GPS MAGELLAN, a intervalos de 20 minutos.

Estas observaciones fueron realizadas durante los estados de flujo y reflujo y la posición de cada flotador fue obtenida directamente en coordenadas UTM, para el posterior cálculo de la velocidad de las corrientes, en el Datum SAD56.

Con respecto a la información de magnitud y dirección del viento, la misma fue obtenida in situ con un anemómetro manual marca Wilh Lambrecht, durante el muestreo de corrientes a intervalos de una hora.

Resultados

Perfiles de Corrientes

Los mayores rangos de velocidad observados durante este estudio se presentan en la estación 2, la misma que esta ubicada en la parte externa de la Bahía, con

magnitudes promedios de 0.21 m/s en las capas superficiales, 0.18 m/s en las capas media y 0.12 m/s en las capas profundas (figura 4a), las mismas que corresponden al estado de reflujo (figura 4b), durante el día de mediciones de la estación 2 se tuvieron vientos del sureste con magnitudes medias de 6 m/s (figura 4b).

En las estaciones 1 y 5, localizadas dentro de la bahía, las corrientes se presentan con menores rangos de velocidad, las mismas que fluctúan con un promedio de 0.03 m/s durante el estado de flujo y reflujo, en los niveles superficiales y subsuperficiales (figura 3a y 7a), de igual manera durante este día de mediciones se presentaron vientos del sur-este con magnitudes medias de 6m/s, pero su influencia es débil en estas estaciones (figura 3b y 7b).

En cuanto a las direcciones, durante el estado de flujo la mayor frecuencia es hacia el norte con oscilaciones noreste-noroeste en 4 de las 5 estaciones monitoreadas (figuras 4a, 5a, 6a y 7a), excepto en la estación 1 donde la dirección predominante es hacia el sur con fluctuaciones hacia el sureste-suroeste en toda la columna de agua (figura 3a).

En la estación 3, la misma que se encuentra al sur del área de estudio se observa que las corrientes durante el flujo se dirigen al noreste principalmente en las dos capas superiores mientras que al fondo la tendencia es hacia el este, en tanto que durante el reflujo su dirección es hacia el sur en las capas superficial y media, en la de fondo es hacia el suroeste (figura 5a), los valores promedios mas altos que se observan están entre 0.11 m/s, 0.09 m/s y 0.12 m/s en las capas superficial, media y de fondo respectivamente, durante la marea de reflujo, mientras que en la marea de flujo los valores promedios son ligeramente menores, entre 0.08 m/s, 0.1 m/s y 0.11 m/s desde los niveles superficiales hasta el fondo.

En la estación 4 se observa que la corriente tiene una frecuencia hacia el norte durante el reflujo y hacia el sureste durante el flujo en la capa superficial, en la capa media se mantiene hacia el norte durante el reflujo, mientras que en el flujo se desplaza entre el noreste y sureste, en los niveles de fondo las corrientes tienen una dirección hacia el norte tanto en flujo como en reflujo con presencia de pequeños chorros hacia el sur. (Figura 6a), durante este día de mediciones se tiene un viento con una media de 6 m/s y una dirección del sureste, no se refleja la influencia de este parámetro en el régimen de circulación (figura 6b).

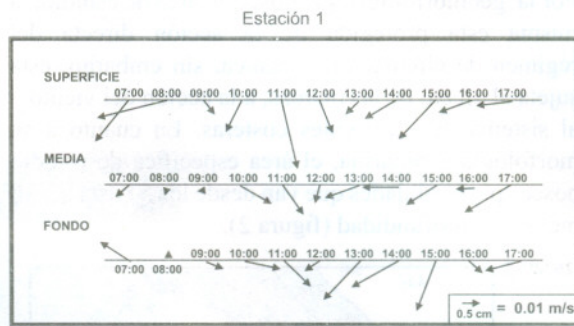


Figura 3a. Perfiles de corrientes, Estación 1

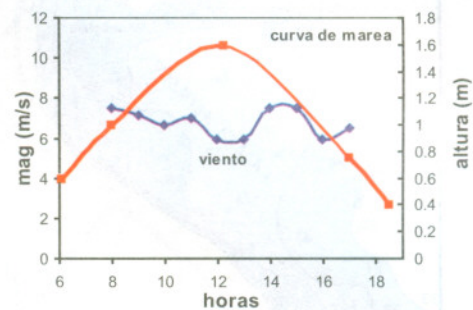


Figura 3b. Fuerza del viento y curva de marea el 18-sep-2006, Estación 1

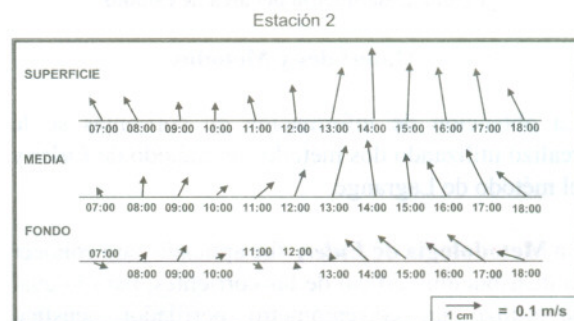


Figura 4a. Perfiles de corrientes, Estación 2

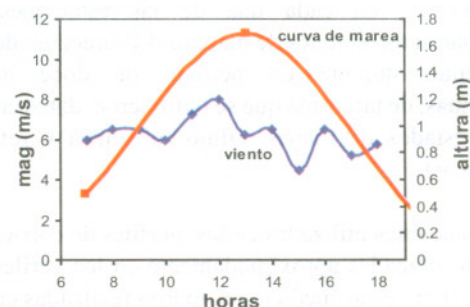


Figura 4b. Fuerza del viento y curva de marea el 19-sep-2006, Estación 2

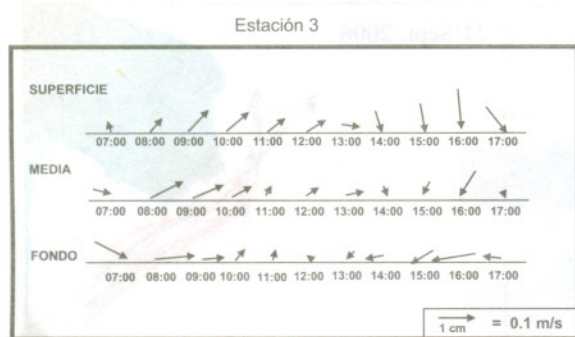


Figura 5a. Perfiles de corrientes, Estación 3

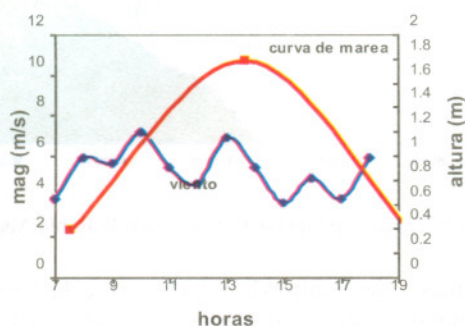


Figura 5b. Fuerza del viento y curva de marea el 20-sep-2006, Estación 3

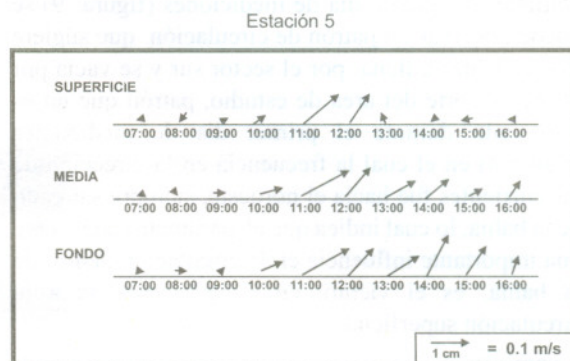


Figura 7a. Perfiles de corrientes, Estación 5

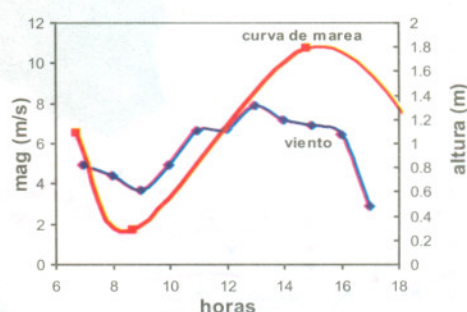


Figura 7b. Fuerza del viento y curva de marea el 22-sep-2006, Estación 5

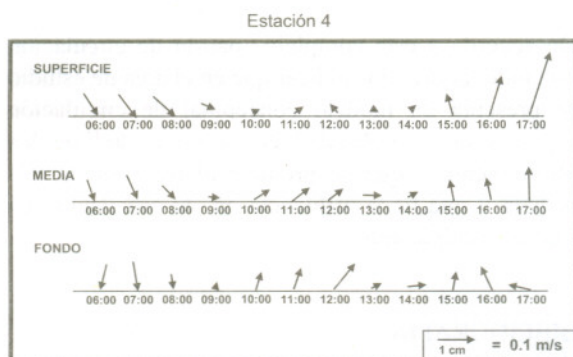


Figura 6a. Perfiles de corrientes, Estación 4

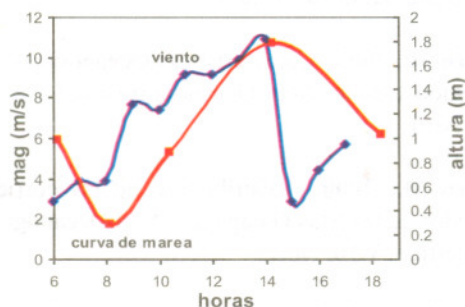


Figura 6b. Fuerza del viento y curva de marea el 21-sep-2006, Estación 4

Circulación Superficial y Subsuperficial

Con esta metodología de medición de corrientes se tiene que las mayores velocidades se presentan durante el primer día de medición (20/Sept/06), donde alcanza magnitudes de hasta 0.29 m/s (Tabla 3), las magnitudes promedio oscilan entre 0.04 y 0.22 m/s. La trayectoria que siguen los flotadores durante este día es hacia el oeste y noroeste (figura 8).

Tabla 3. Velocidades Máximas y Promedios de los Flotadores Superficiales (S) y Subsuperficiales (P).

FECHA	FLOTADOR	V.PROMEDIO (m/s)	DIRECCION	V.MAXIMA (m/s)	DIRECCION	ESTADO DE MAREA
20-SEP-2006	S	0.14	280	0.29	278	FLUJO
	P	0.07	289	0.15	267	FLUJO
	S	0.03	285	0.13	102	REFLUJO
	P	0.01	90	0.10	318	REFLUJO
21-SEP-2006	S	0.11	309	0.21	303	FLUJO
	P	0.06	306	0.17	291	FLUJO
	S	0.05	341	0.23	297	REFLUJO
	P	0.03	334	0.18	343	REFLUJO

Durante el segundo día de mediciones, la dirección de las líneas de corrientes es hacia el noroeste, dirección en que el viento del sureste los empuja. El viento durante este día, alcanzo más de 10 m/s, soplando con fuerza durante tres horas consecutivas aproximadamente, donde la velocidad máxima de la corriente observada no superó la del día anterior obteniéndose 0.21 m/s y 0.23 m/s (Tabla 3) durante el flujo y reflujo respectivamente en la superficie.

Durante el segundo día de mediciones (figura 9) se puede observar un patrón de circulación que sugiere que la bahía se llena por el sector sur y se vacía por el sector norte del área de estudio, patrón que no es observado durante el primer día de mediciones (figura 8) en el cual la frecuencia en la dirección de las corrientes fue hacia el noroeste, siempre saliendo de la bahía, lo cual indica que el parámetro que ejerce una importante influencia en la circulación dentro de la bahía, es el viento, en lo que respecta a la circulación superficial.

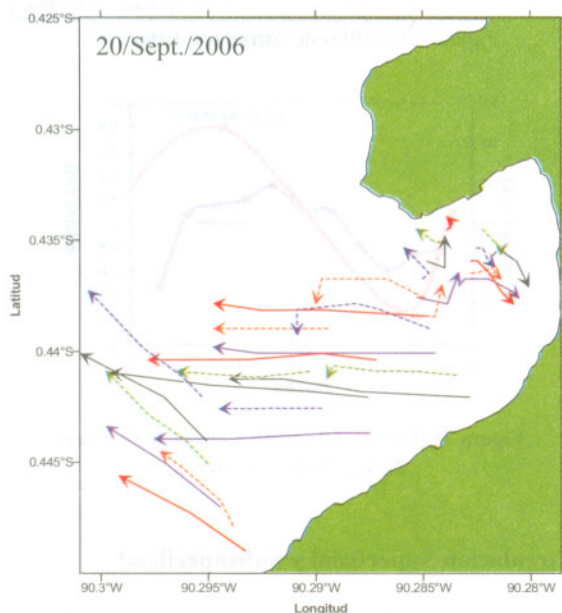


Figura 8. Trayectoria de los flotadores en la Bahía Aeolian

Conclusiones

Se estudió la Bahía AEOLIAN, sobre la base de mediciones de corrientes superficiales y subsuperficiales, la misma que esta sujeta a una intensa variación, probablemente debido a la acción conjugada de los vientos, al ciclo mareal, a los efectos topográficos por la cercanía a la línea costera (~500 m.) y poca profundidad (<30m.).

En forma general las magnitudes de las corrientes obtenidas durante los días de mediciones, fueron ligeramente mayores (0.21m/s), en las estaciones localizadas a la entrada de la bahía. Mientras que en las estaciones ubicadas dentro de la bahía, las magnitudes promedios fueron menores (0.03 m/s).

La bahía presenta una circulación con velocidades promedios de 0.10 m/s, con un patrón de circulación superficial que sugiere que la bahía se llena por el sector sur y se vacía por el sector norte, (figura 9), así mismo se tiene un constante equilibrio en la circulación, pues si en la superficie ingresa agua a la bahía, en las capas inferiores sale.

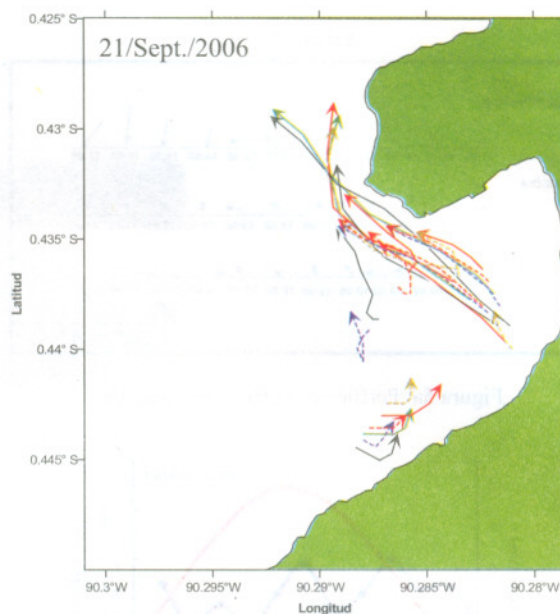


Figura 9. Trayectoria de los flotadores en la Bahía Aeolian

Se estudió la Bahía AEOLIAN, sobre la base de mediciones de corrientes superficiales y subsuperficiales, la misma que esta sujeta a una intensa variación, probablemente debido a la acción conjugada de los vientos, al ciclo mareal, a los efectos topográficos por la cercanía a la línea costera (~500 m.) y poca profundidad (<30m.).

De acuerdo a este complejo patrón de circulación obtenido, podríamos indicar que en el área de estudio se presenta un modelo conceptual de circulación sujeta a la variabilidad en la intensidad de los afloramientos que se produce al oeste de la isla Isabela y que tiene influencia en la circulación en todo el archipiélago.

BIBLIOGRAFÍA

Enfield D., 1975. Oceanografía de la Región Norte del Frente Ecuatorial: Aspectos Físicos. Instituto Oceanográfico de la Armada.

Lucero M., 2002. Características Oceanográficas de la Región Insular. Acta Oceanográfica del Pacífico, V.11, No.1.

Lucero M., 2000. Distribución de las corrientes alrededor de las Islas Galápagos. Acta Oceanográfica del Pacífico, V.10, No.1.

Lukas,R., 1985. The termination of the Equatorial Undercurrent in the Eastern Pacific. Join Institute for Marine and Atmospheric Research, University of

Hawaii, Honolulu HI 96822 U.S.A.

Strub P, Mesias J, Montecino V & J Rutlland.

1998. Coastal ocean circulation off western South America. In: Ruben Escribano y Pamela Hidalgo "Circulación inducida por el viento en Bahía de Antofagasta, norte de Chile (23° S)". Revista de Biología Marina y Oceanografía 36 (1): 43 – 60, julio de 2001

Wyrski K., 1967. Circulation and water masses in the eastern Equatorial Pacific Ocean International Journal Oceanology and Limnology I(2) 117-147.