

# ANEXO 5

## ANÁLISIS ESPACIAL DE CAPTURAS DE CAMARÓN AZUL EN EL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA Y CLIMATOLOGÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA A PARTIR DE IMÁGENES SATELITALES, 2003-2012.

Erik Márquez García

Daniel Aguilar Ramirez

Jesus Manuel Ramirez Tiznado

Heriberto Santana Hernandez

Francisco Javier de la Cruz González

### Introducción

El manejo de un recurso pesquero es un proceso complejo que requiere la interacción de su biología y ecología con los factores socio-económicos e institucionales que afectan el comportamiento de los usuarios (pescadores) y de los responsables de su administración. La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en pesca y acuicultura facilita la comprensión de los sistemas complejos donde casi todos los componentes presentan variabilidad y distribución espacial. De igual forma los SIG, son útiles para los responsables de la toma de decisiones y para los gestores en la evaluación de recursos, la estimación de las capacidades de carga y la aplicación de reglamentaciones para una explotación sostenible de los recursos marinos, integrando los aspectos ecológicos y socioeconómicos. Los SIG y el mapeo tienen un papel en todos los aspectos geográficos y espaciales del desarrollo y gestión de la acuicultura y pesca. Los SIG se utilizan para manipular y analizar datos espaciales y propiedades de los datos procedentes de las distintas fuentes. También se utilizan para producir reportes en formato de mapas, bases de datos y textos que faciliten los procesos de toma de decisiones.

La generación de los mapas ha mejorado la capacidad de análisis de la pesquería. A medida que los mapas se han vuelto más complejos, ha ido aumentando la presentación de subconjuntos de la información original. Se puede mostrar la distribución espacial de una variedad de características, con el objetivo de la representación gráfica de los patrones y relaciones espaciales. Estos mapas denotan los valores de que se dispone de

estadísticas. Para confeccionar un mapa de este tipo, se calculan las cifras de cada unidad aérea y luego, con arreglo al número de clases que ha de comprender el mapa, se establecen los límites entre las clases. Esos límites dependen a su vez de la dispersión de las cifras que se van a representar. El valor de estos mapas depende mucho del número, tamaño y forma de las unidades, del número de clases escogido y de la manera en que se determinan los límites de las clases cuantitativas.

Para este estudio en particular se elaboraron los mapas correspondientes a la información detallada, de los observadores a bordo de las embarcaciones menores de camarón en el Alto Golfo de California.

### **Objetivo**

Satisfacer la necesidad de disponer de mapas y plantear soluciones simultáneas a dudas de componentes espaciales de la pesca de camarón y el empleo de diferentes redes.

Manejar las bases heterogéneas de los muestreos de camarón, para operar la información de forma dinámica, así como desplegar en mapas de manera sencilla y práctica la información de dichas bases.

### **Área de estudio**

Los sitios de desembarque San Felipe y Santa Clara y la zona de captura se ubican en Biosfera del Alto Golfo, cuya superficie es de 571,692 ha; en esta zona existen áreas de exclusión de pesca, como el área de refugio de la vaquita, la zona núcleo del delta del río Colorado (figura 1) y por norma está prohibida la pesca a profundidades menores a 5 brazas. La ubicación de estas nos permite tener una visión espacial de las zonas de captura. Para ello se ubicó la isobata de 5 brazas de profundidad a partir de los datos de las cartas batimétricas de la Secretaria de Marina y se calculó la superficie de profundidades menores a 5 brazas siendo esta de 251,531 ha. Así mismo se calculó la superficie del área de refugio de la vaquita marina que se ubica dentro de la biosfera y cuya superficie es de 89,419 ha, el delta del río Colorado se ubica dentro de la superficie de profundidades menores a 5 brazas (figura 2).

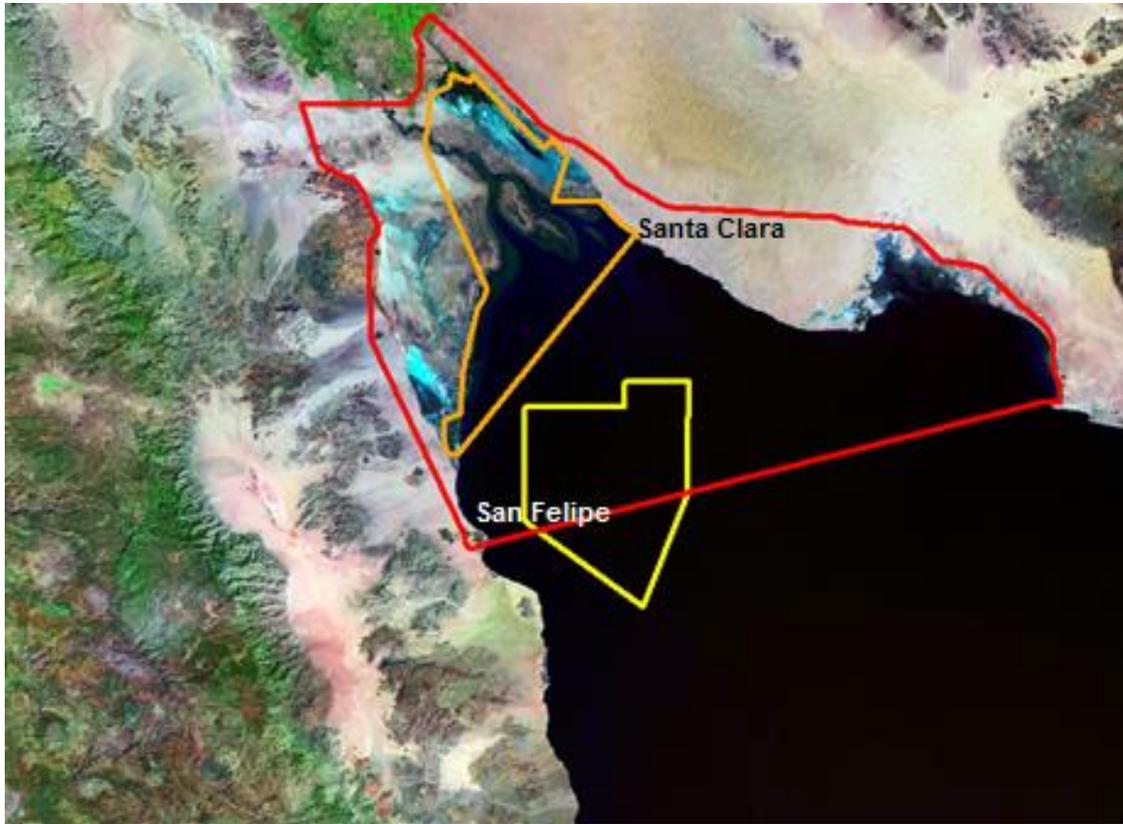


Figura 1 Ubicación de los sitios de desembarque San Felipe BC y Santa Clara, Son. Perímetro de La Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California (línea Roja) y Delta del Río Colorado (área núcleo, línea naranja) y Área de refugio de la baquita Marina (línea amarilla).

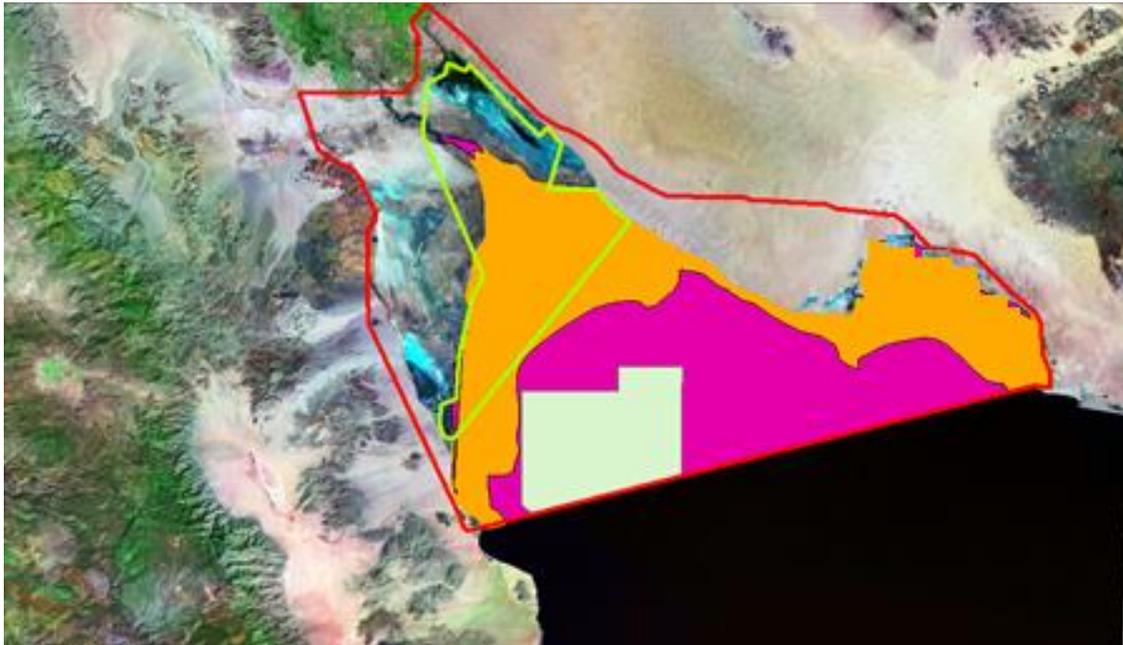


Figura 2.- Áreas de exclusión de pesca: profundidades menores a 5 brazas (tonos naranja), reserva de la vaquita marina (tonos verdes), zona núcleo delta del río Colorado (línea Verde)

## **Metodología**

La información estudiada corresponde a los muestreos que inició en agosto de 2013 y concluyó en septiembre de 2013. Los datos provenientes de los observadores contienen nombre de la embarcación, la posición geográfica, la velocidad, kilogramos de pesca de camarón Azul, kilogramos de fauna de acompañamiento y profundidad de arrastre.

Para los análisis correspondientes a los arrastres, se consideró la posición geográfica de la embarcación al inicio y final del arrastre, cantidad de pesca obtenida y la velocidad de arrastre

La información geográfica sobre cada embarcación fue mapeada empleando el programa ArcGis 10. Para conocer la efectividad de las redes, estas se clasificaron por peso capturado de camarón azul en cada lance, estos se dividieron en tres: capturas de 0-5 kg, 5-10 kg y mayor de 10kg.

## **Resultados**

Para llevar a cabo el análisis de datos se requirió determinar las entidades espaciales que interactúan en el sistema con sus respectivos atributos y la forma en que éstas se relacionan. Además, fue necesario determinar cómo representar cada entidad con el objetivo de insertarla en mapa temático. Los datos fueron modelados cartográficamente usando modelo conceptual o modelo entidad relación.

En la figura siguiente se ubican los lances con capturas menores a 5 kg. Se puede ver que en San Felipe la red prototipo tuvo un mayor número de lances con captura menor a 5 kg, y en Santa Clara fue la red modificada.

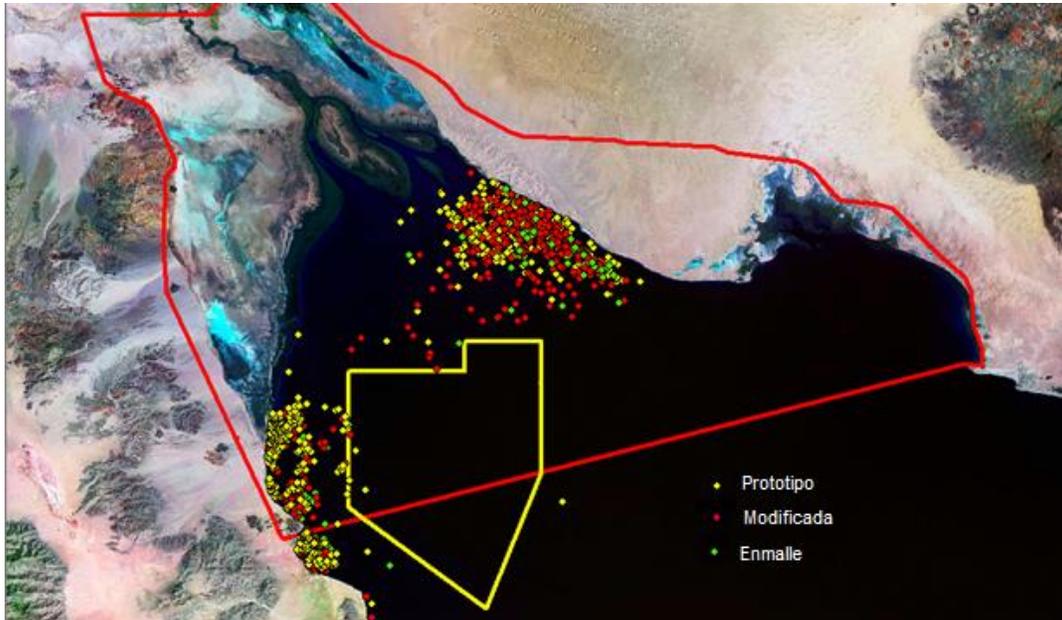


Figura 3.- Lances con captura menor a 5kg de camarón

Para la captura entre 5 y 10 kg la red prototipo es la que resalta en ambas regiones (San Felipe y Santa Clara).

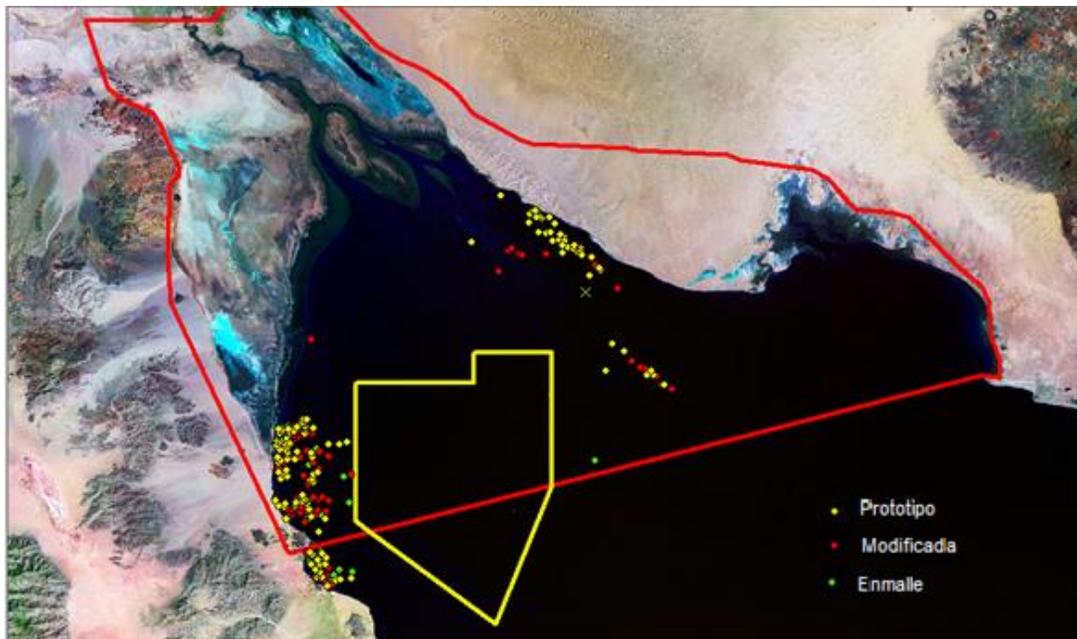
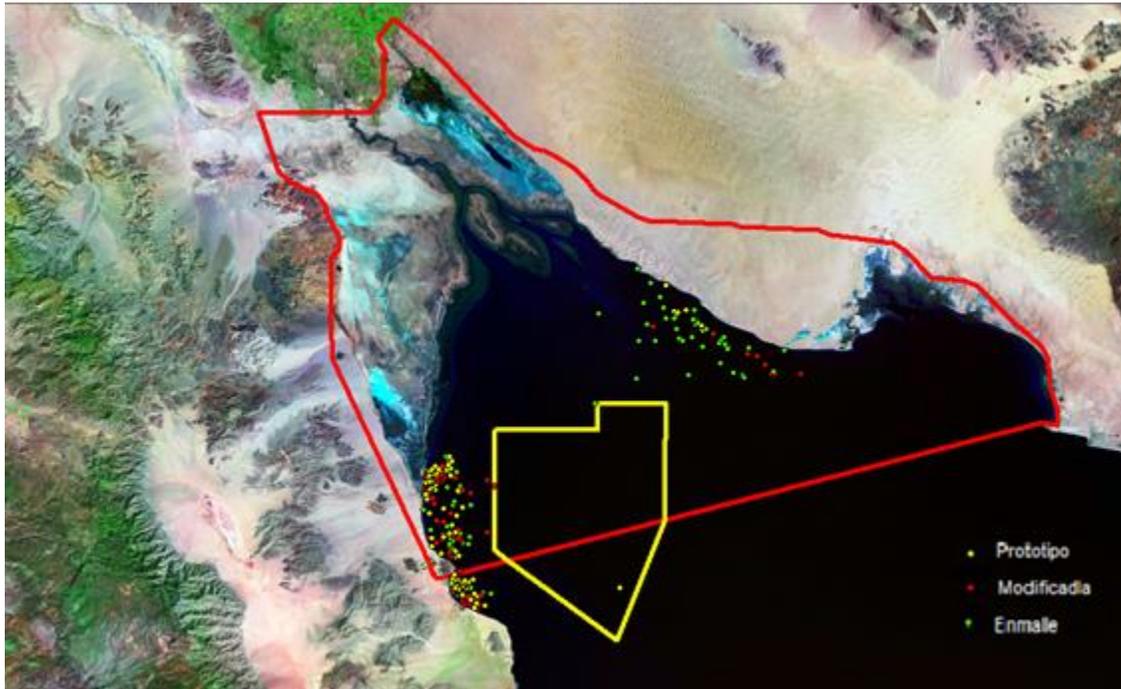


Figura 4.- Lances con captura entre 5-10kg de camarón.

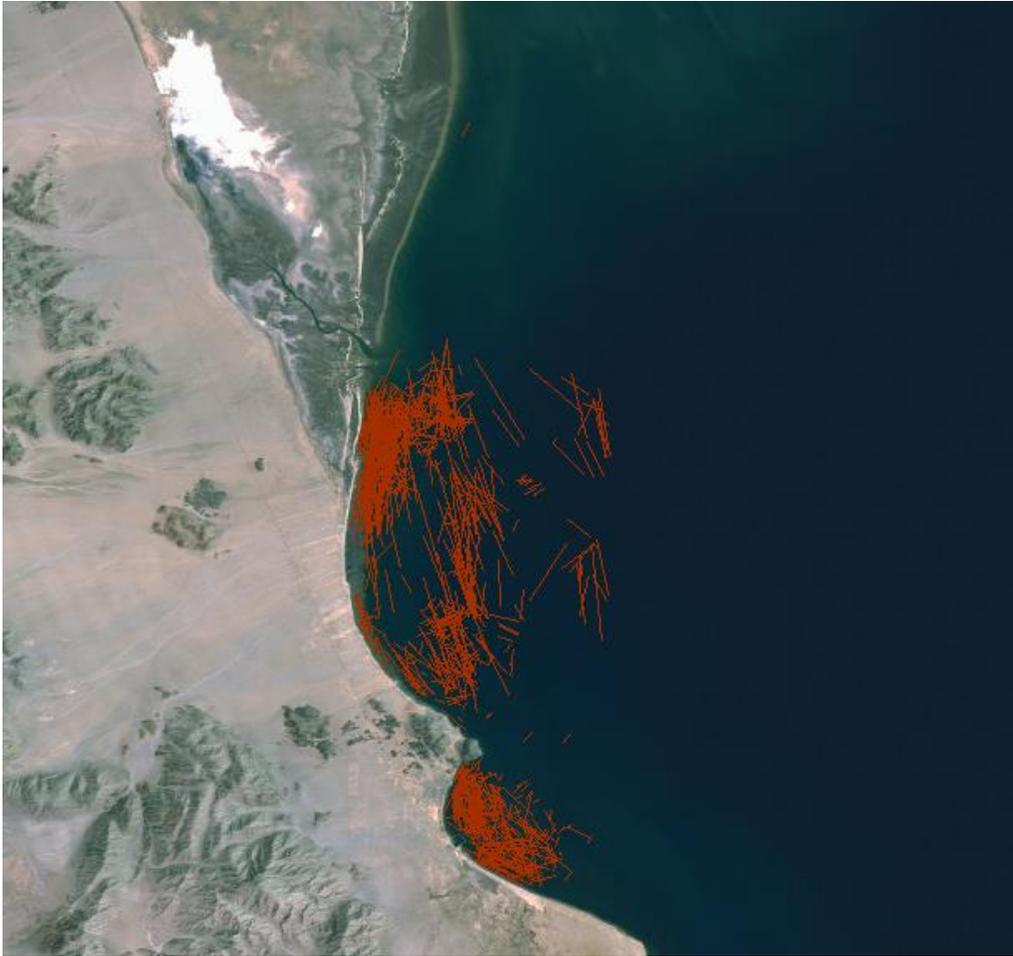
Lo que respecta a las capturas mayores a 10 kg, estas se presentaron con mayor frecuencia en San Felipe, con la red prototipo seguida de la red modificada; En Santa Clara hubo muy pocos lances con pesca mayor a 10 kg y estas se obtuvieron tanto con la red prototipo y modificada, no existe una diferencia significativa entre ambas.



*Figura 5.- Lances con captura mayor a 10kg de camarón.*

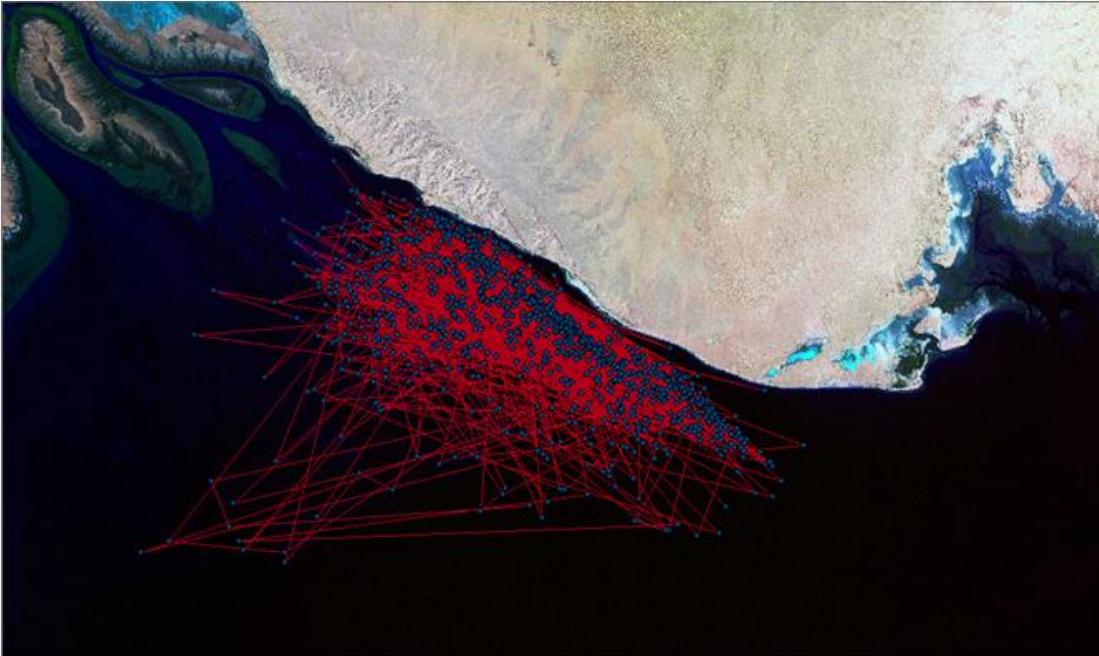
Espacialmente no se observa una diferencia de zonas entre las cantidades de volúmenes capturados. Es decir no hay una zona específica para lances menores a 5 kg, de 5 a 10 kg o mayores a 10 kg.

Se trazaron las trayectorias y velocidades asociados a las embarcaciones, sin embargo, tenemos que considerar que una embarcación puede reducir la velocidad debido a una serie de factores distintos de la pesca, incluida la aproximación o salida del puerto, colocación de los artes, de estar en la proximidad de otros barcos y durante el tiempo adverso.



*6.- Trayectorias de las embarcaciones en San Felipe*

En san Felipe hay tres zonas preferenciales para la captura de camarón, en profundidades cercanas a los 8 m. La primera zona se ubica frente al muelle de san Felipe, la segunda en las playas al norte de San Felipe, y las terceras frente a las salinas y zonas acuícolas de Ometepec.



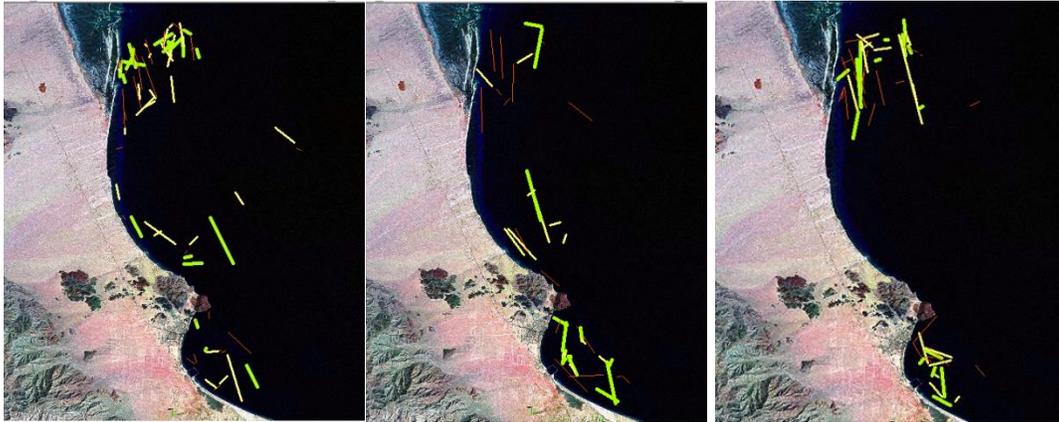
### *7.- Trayectorias de las embarcaciones en Santa Clara*

La pesca en Santa Clara se realiza principalmente paralela a la costa al sur de esta población, hasta una distancia de 50 km aprox. y un ancho de 10 km. No se observan áreas predilectas de captura, estas se realizan en toda esta región.

#### **Rutas de las embarcaciones y cantidad de pesca de camarón en san Felipe**

La nomenclatura en las imágenes siguientes donde se representan el número de lances por embarcación y la cantidad de pesca camarón azul en el intervalo de menor de 5 kg, entre 5-10 kg y mayores a 10kg, la línea más delgada y de color rojo, son los lances en el que pescaron menos de 5 kg de camarón, la línea amarilla son los lances donde pescaron de 5 a 10 kg de camarón, y la línea verde representa la pesca de más de 10 kg de camarón.

Haciendo una revisión, se observó que la embarcación que más lances de capturas mayores a 10 Kg en San Felipe, fue la de nombre Diana Denisse seguida de Griselda Guadalupe y Job Rafael. Especialmente no hay una preferencia de estas embarcaciones por un sitio, es decir estas embarcaciones pescan en las tres zonas. La embarcación Diana Denise utiliza una red modificada Fantasma, y las dos siguientes red Mixta. Las velocidades de estas embarcaciones oscilaron entre 1.8 y 2.7 nudos.



8.- Lances de las embarcaciones Diana Denisse, Griselda Guadalupe 1 y Job Rafael

Las embarcaciones que obtuvieron menos captura fueron Marelba XVI y Marelba XX que utilizaron la red prototipo, pero sus velocidades oscilaban para Marelba XVI entre 1.3 y 2.3 nudos con una media de en 1.8 nudos; para Marelba XX sus velocidades se ubicaron entre 1.5 y 2.8 media fue de 2.0 nudos. Sin embargo, estas solo pescaron en la región norte de San Felipe y el número de lances fue menor a las realizadas por las que obtuvieron mayor pesca.

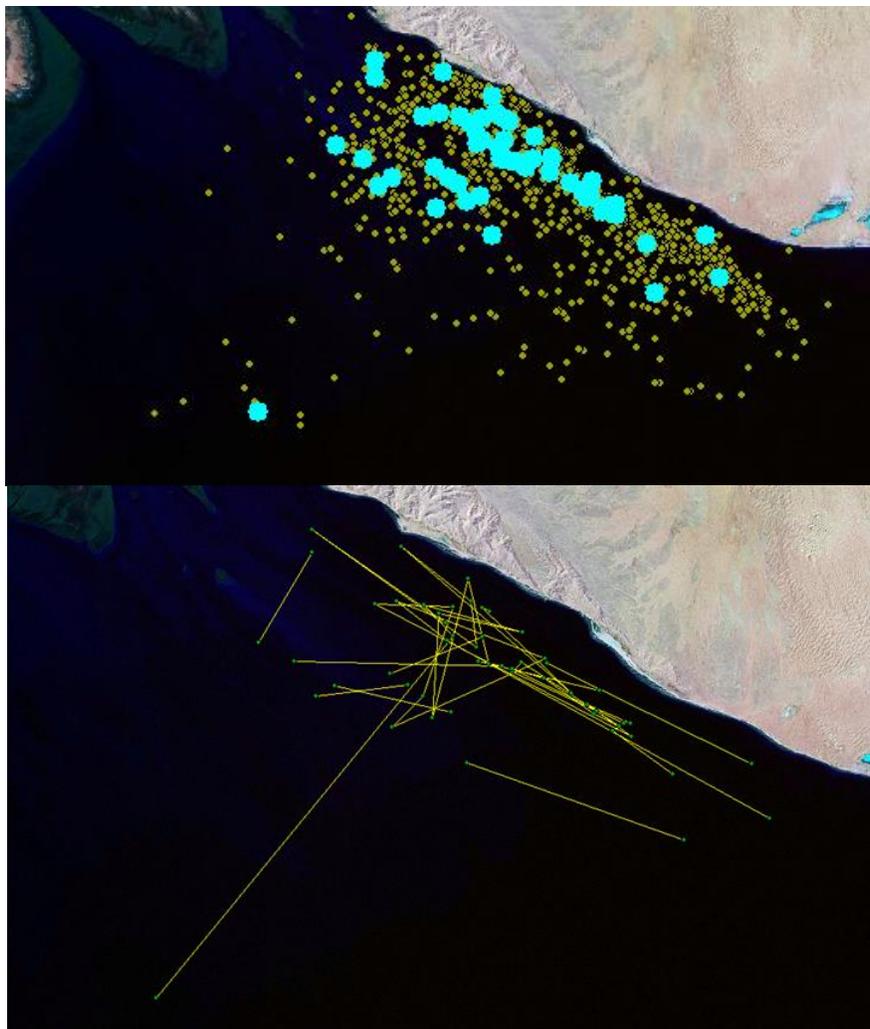


9.- Lances de las embarcaciones marelba XVI y XX

### **Rutas de las embarcaciones y cantidad de pesca de camarón en Santa Clara**

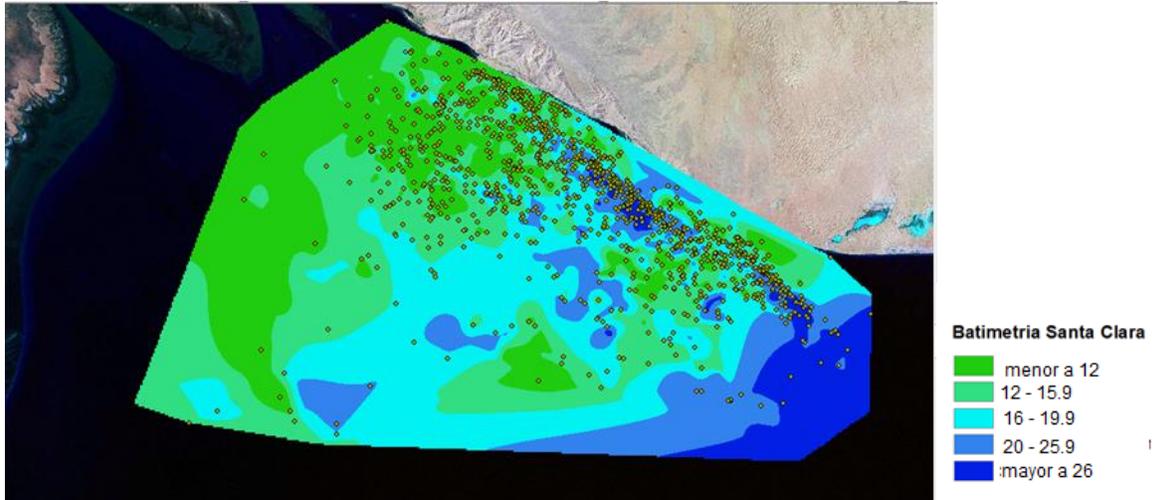
En Santa Clara la pesca fue menor respecto a San Felipe tan solo hubo 23 lances mayores a una captura de 10 kg utilizando la red modificada o prototipo. Estos arrastres fueron realizados por las embarcaciones Ribereña Sanchez, puro bocho del Golfo y Don Toño.

La embarcación Ribereña Sanchez, no tiene un sitio preferencial espacialmente, sin embargo la mayoría de sus lances se realizó a profundidades de 10 a 15 m de profundidad y sus velocidades oscilaron entre 1.7 a 2.4 nudos, esta embarcación uso la red prototipo.

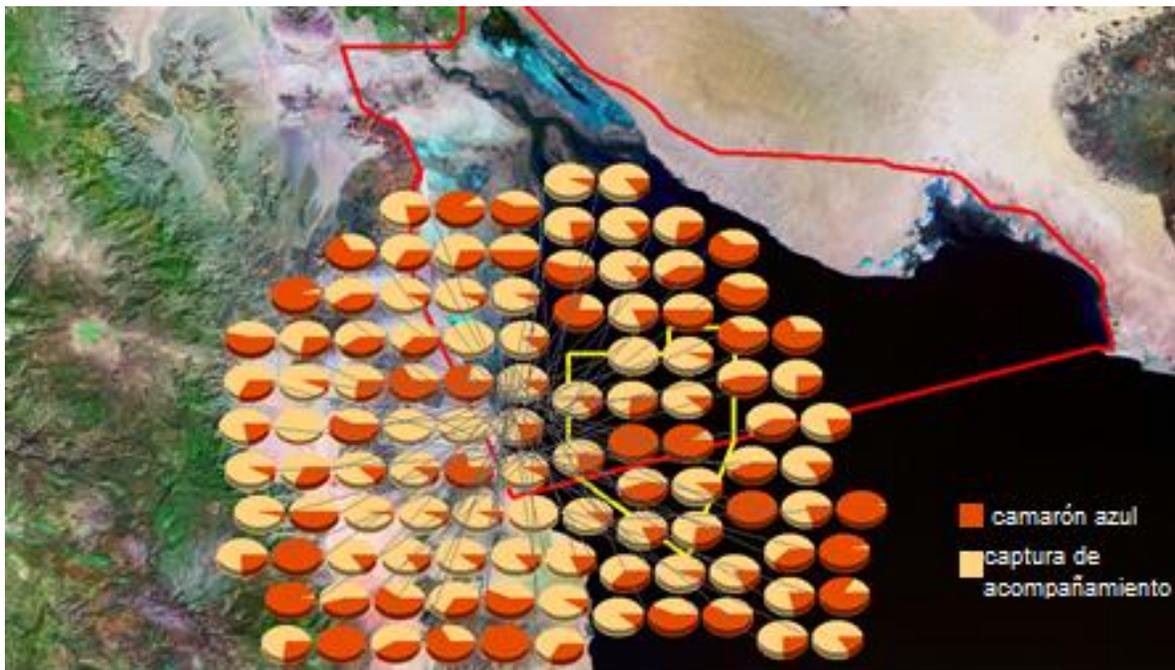


*11.- Ubicación de lances de la embarcacion Ribereña Sanchez y trayectorias de arrastre.*

En Santa Clara a mayoría de los arrastres capturaron una pesca menor a 5kg independientemente de la red que utilizaron. Las profundidades en las que realizan el arrastre oscilan de 7 a 20 m de profundidad.



### Pesca de acompañamiento



11.- Ubicación de lances y captura de fauna de acompañamiento.

La captura de acompañamiento obtenida por los arrastres se da independientemente del tipo de red, no se identificó ni una zona en particular donde hubiese mayor o menor captura de FAC.

## **Conclusiones y recomendaciones**

El análisis espacial solo nos permite concluir que la distribución del esfuerzo de pesca se registra en tres zonas en San Felipe, pero no se puede afirmar que zona es mejor para la captura. Ya que en las tres zonas se observaron arrastres con captura bajas y altas. Esto hace genera la hipótesis de que la pesca depende más de la técnica del pescador que de la zona o tipo de red que utilice.

Aunque los resultados pueden considerarse como un análisis descriptivo, está no es una limitante para resaltar la información espacial. Sin embargo deben considerarse otros factores, que podrán resaltar con un análisis estadístico e irse adicionado al SIG para generar mejores ajustes y llegar a conclusiones definitivas.

## **CLIMATOLOGÍA DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA A PARTIR DE IMÁGENES SATELITALES, 2003-2012.**

### **Introducción**

La actividad pesquera, como toda actividad dependiente de un recurso vivo, tiene sus altibajos, existen épocas buenas y épocas malas que se determinan principalmente por la relación "esfuerzo/rendimiento". Tales fluctuaciones se deben a diferentes causas, como las variaciones naturales del ambiente que se manifiestan en las condiciones físicas del mar, como la temperatura de la superficie del mar (TSM). (Gallegos 2006).

La temperatura de la superficie del mar es un atributo físico-ambiental que se puede medir con radiómetros instalados en satélites, que registran datos de manera frecuente, y de grandes extensiones de la superficie del océano. El análisis de los datos de la TSM de una región permite conocer y entender la su variación espacio temporal la cual puede relacionarse con las pesquerías.

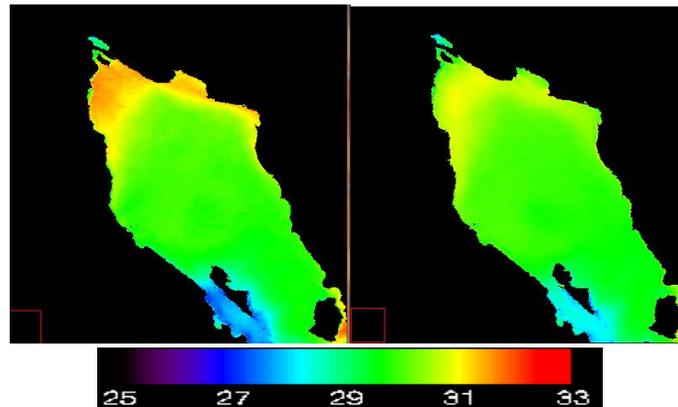
### **Objetivo**

Realización del análisis histórico de las condiciones de temperatura para los meses de muestreo de camarón empleando imágenes satelitales.

### **Metodología**

Se realizó el analisis espacio-temporal de la temperatura superficial del Alto Golfo de California, empleando imágenes Modis-Aqua obtenidas de la base de datos Sistema Satelital de Monitoreo Oceanico (SATMO) de CONABIO.

Como primer paso para construir la presente climatología se analizaron 24 imágenes de composición (promedios) mensual correspondientes a los meses de agosto y septiembre, a los que se les extrajeron transectos paralelos a la costa, con estos datos se generaron las matrices para cada uno de estos transectos, matrices compuestas por 24 columnas que corresponden a los meses de agosto y septiembre de 2002 a 2013 y 50 filas que representan la ubicación geográfica.



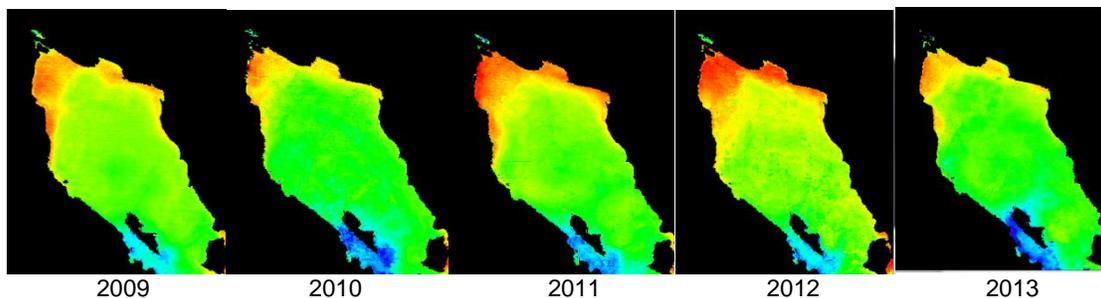
*Imágenes compuestas correspondientes a los meses de agosto y septiembre*

## **Resultados**

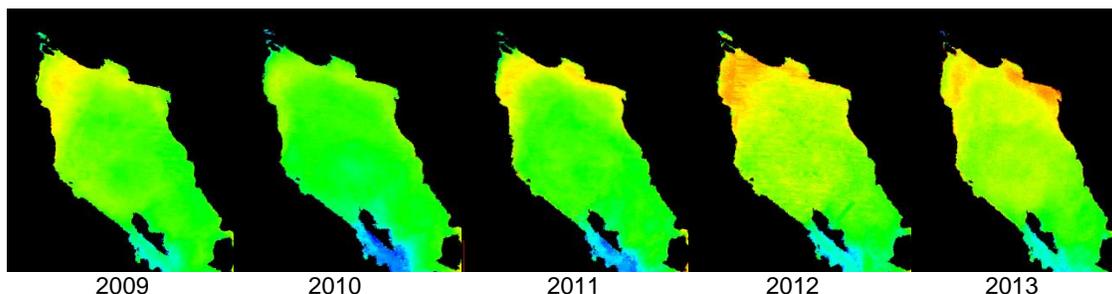
La climatología que se realizó permitió identificar fluctuaciones térmicas de escala mensual e interanual para los meses considerados, en el área de estudio considerada. Estas fluctuaciones están asociadas a procesos locales de enfriamiento-calentamiento y advección de aguas de superficie y al establecimiento del gradiente térmico paralelo a la costa.

Espacialmente se observa una distribución de temperaturas calidas en la parte norte del alto golfo que bordea las costas de Sonora y Baja California cuyas temperaturas son superiores a los 30 °C, al sur del Alto Golfo las temperaturas son menores a 30 °C hasta la región de las grandes Islas.

Se nota un desenso de temperatura de un mes a otro, las temperaturas en promedio tiene un valor de 31.2 °C en agosto y en septiembre de 30.5 °C en la region de Santa Clara y San Felipe.



*Imágenes de temperatura para el mes de agosto para los años 2009-2013*



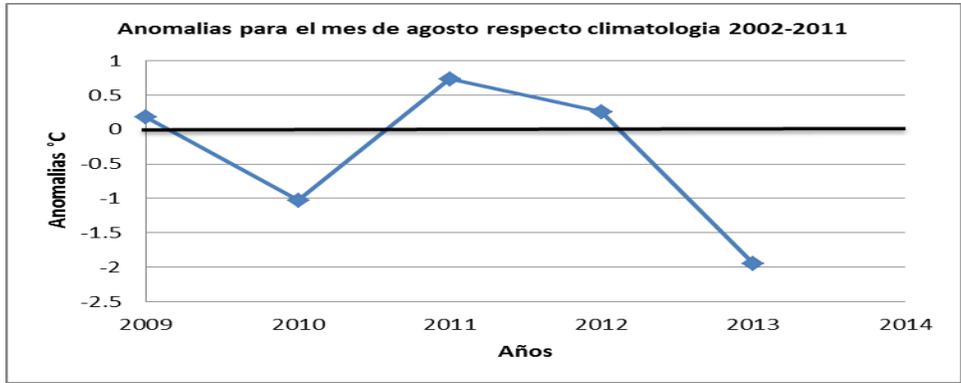
*Imágenes de temperatura para el mes de septiembre para los años 2009-2013.*

*Valores de temperatura en °C para los meses de agosto y septiembre en Santa Clara y San Felipe*

<b>AGOSTO</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>San Felipe</b>	31.5	30.3	32.0	31.5	29.3
<b>Santa Clara</b>	31.2	31.0	31.6	31.8	31.1

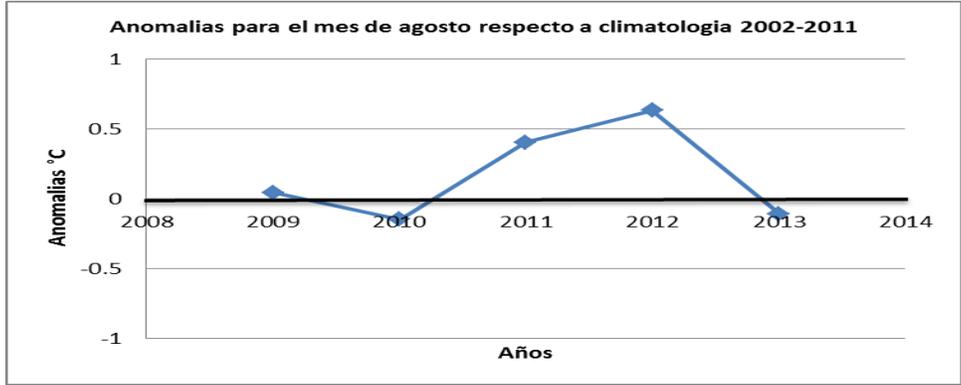
<b>SEPTIEMBRE</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>San Felipe</b>	30.6	29.9	30.8	30.9	30.6
<b>Santa Clara</b>	30.9	30.2	30.9	31.2	30.8

Se realizó un análisis de anomalías, respecto a un estado base 2002 a 2011, donde se evidencio que para agosto de 2013 en san Felipe hubo una anomalia negativa, las temperaturas estuvieron por de bajo del estado base 1.9 °C.



Anomalías en San Felipe para los años de 2009-2013

En las costas de Santa Clara la temperatura para ese mismo año es cercana al promedio histórico. Sin embargo estas condiciones en las anomalías nos indican que hubo una diferencia de temperatura de 1.6 °C entre San Felipe y Santa Clara, siendo el promedio mensual de para Santa Clara de 31.08 °C y en San Felipe de 29.34 °C



Anomalías en San Felipe para los años de 2009-2013

Para el mes de septiembre las condiciones climáticas fueron muy similares en ambos sitios con temperaturas de 30.56 °C en San Felipe y 30.79 °C en Santa Clara.

**Conclusiones**

El análisis de los datos en el espacio y tiempo permitió identificar dos regiones térmicas en el Alto Golfo para los meses de agosto y septiembre, la región térmica superior a 30 °C se ubica en la región de San Felipe y Santa Clara y otra región con temperaturas menores a 30°C al sur de estas poblaciones.

Se hace notorio que en 2013 las temperaturas en san Felipe y Santa Clara tuvieron una variación de 1.7 °C siendo mayores en Santa Clara. Esta variación de más de un grado hace que algunos organismos estén sujetos a cambios en sus rutas migratorias y por ende su distribución geográfica cambie. Estas variaciones influyen también en los sistemas marinos con cambios en los patrones de vientos e impacta varios procesos oceanográficos como las corrientes superficiales y surgencias. Las corrientes pueden hacerse lentas o cambiar de dirección, o desaparecer por completo, resultando en cambios en abundancia y distribución de las especies.

### ***Bibliografía***

Gallegos A., Rodríguez R., Márquez E., Lecuanda R., Zavala J. 2006. Una climatología de la superficie del mar de las aguas adyacentes a las costas de Jalisco, Colima y Michoacán, México 1996-2003. Capítulo del libro: los recursos pesqueros y acuícolas Jalisco, Colima y Michoacán. SAGARPA-INAPESCA