

Merluza austral: Identificación de las áreas de pesca y hotspots de la flota arrastrera.

P.S. Rubilar & A. Zuleta
Centro de Estudios Pesqueros S.A.
Pérez Valenzuela No. 1276 - Providencia, Santiago - Chile
prubilar@cepes.cl

1. Introducción

La pesca o el proceso de pesca no ocurre al azar, sino de manera agrupada en ciertos áreas que son identificados por quienes realizan la actividad extractiva y que ellos lo reconocen como caladeros. La identificación y caracterización de caladeros es una tarea que permite establecer para estas unidades pesqueras informales su ubicación geográfica, forma, tamaño, tipo de hábitat, asimismo, determinar las características propias de su aporte productivo. En ellos es posible analizar las variaciones temporales de indicadores de interés, ya sea al interior de estas áreas como entre ellas y, detectar si existe o no sincronía intra o entre determinados grupos lo cual puede ser de interés para la evaluación y manejo pesquero.

Los caladeros se encuentran definidos en la Ley de pesca chilena pero no constituyen unidades de interés para los analistas y administradores pesqueros, caso contrario ocurre con los pescadores, los cuales en su que hacer interno, estas unidades informales constituyen unidades productivas de principal interés.

Un conjunto de caladeros o zonas de pesca pueden vistos como un portafolio de inversión de esfuerzo pesquero para las flotas o empresas. Por eso es válido preguntarse por el aporte de cada caladeros o en conjunto a la estabilidad temporal de la actividad, dado que la asignación desmedida de esfuerzo en algunos puede provocar disminuciones o agotamiento a nivel local. Observaciones e información preliminar indican la existencia de estos caladeros para merluza austral, principalmente en la UPNE de la PDA, área donde recurrentemente y por más de 40 años han ocurrido operaciones de pesca, y también al sur de los 47°S en el área donde históricamente ha operado la flota de buques fábrica.

En este trabajo, se analiza la distribución espacial de puntos (lances) de la flota industrial de arrastre a lo largo de la costa chilena, con el fin de determinar aquellas áreas o lugares, que denominaremos "áreas de pesca", donde recurrentemente se ha o han concentrado las actividades de pesca sobre la merluza austral. Esto implica, que el análisis inicialmente se extiende más allá del límite norte de la PDA y también considera áreas que en actualidad están restringidas a la operación de esta flota industrial, pero que en

el pasado hubo operaciones autorizadas. La detección de estas áreas de pesca en un primer paso en la identificación de los Caladeros.

2. Materiales y métodos

2.1. Datos

Los registros de captura y desembarques de merluza austral en la zona sur austral se remontan al inicio de la denominada Pesquería Demersal Austral (PDA) en el año 1978, cuando por iniciativa del gobierno de la época se promueve la inversión extranjera para explotación de recursos pesqueros en esta zona mediante buques factoría. La explotación de merluza austral por la flota arrastrera comienza con redes de fondo y posteriormente se incorpora el denominado arrastre de media agua, de manera que en la actualidad subsiste el uso de ambos artes de pesca, con una predominancia del arrastre de media agua. Afortunadamente, estos registros de las operaciones de pesca fueron realizados desde sus inicios a nivel del lance considerando el registro de su posición geográfica (escala fina), en los cuales este recurso fue especie objetivo o captura incidental.

Para efecto de este análisis se usaron los datos fuentes a escala fina de la flota arrastrera desde enero de 1979 a diciembre del 2019 consignados en el archivo CONS_ARRASTRE.csv, derivada desde la BD de CEPES. Se seleccionaron los registros con posición geográfica válida correspondientes a la especie merluza austral dentro de ZEE chilena (Figura 1) y cuyo monto de captura de merluza austral sea igual o superior al 50 % de la captura total del lance. Este criterio ad hoc se usó con el fin de identificar aquellos lances con intencionalidad a la merluza austral en una pesquería de carácter multiespecífica.

2.1.1. Área de la pesquería.

Con el fin de delimitar mejor el área de la pesquería y generar un subset de datos adecuado para el análisis del patrón espacial, se generó un polígono irregular. Para su construcción se usó la la Línea de Base Recta (LBR) y Base Normal (LBN), la frontera marítima con Argentina, la proyección sobre la superficie de la isobata de los 2000 m y el paralelo 32.177°S (Figura 2). Asimismo, entre la Isla de Chiloé y Península de Tres Montes, el límite “Este” determinado por la LBR fue modificado para recoger los lances históricos realizados en el área de los cuchillos, boca de Guafo y Península de Taitao. El polígono resultante recoge el 99,7 % de los lances con capturas de esta especie ocurridas en aguas chilenas y, sólo un 0,3 % de los lances quedaron fuera de esta área.

2.1.2. Areas de pesca al interior del polígono de la pesquería.

Para establecer las áreas de pesca y detectar hotspots al interior del polígono de la pesquería se usó la herramienta Heatmap de QGis, la cual corresponde a una representación gráfica de los resultados de un análisis de densidad de puntos (lances) mediante un kernel Cuartico (triponderado) que consideró un tamaño cuadrícula de 0.0706736 y un ancho de banda de 70000 unidades de mapa, ya que este kernel le otorga mayor peso a las

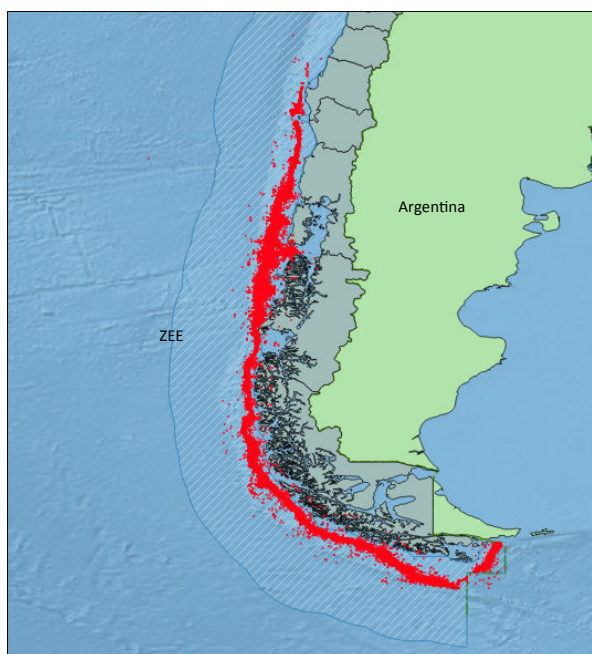


Figura 1. A) Lances con captura de merluza austral de la flota arrastrera entre enero de 1979 y diciembre del 2019. B) Lances con captura de merluza austral mayor o igual al 50 % de la captura total, dentro del polígono de la pesquería. El polígono de la pesquería corresponde al área de color amarillo.

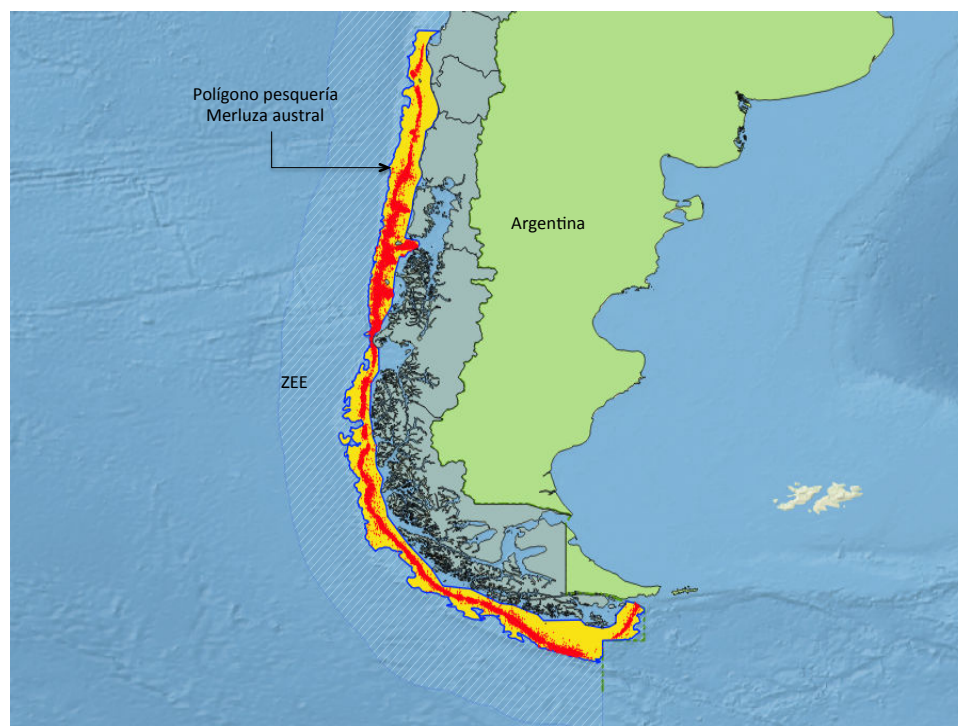


Figura 2. Polígono de la pesquería de merluza austral en la ZEE Chilena (área de color amarillo y borde azul) y lances con captura de merluza austral mayor o igual al 50 % de la captura total, dentro del polígono (puntos de color rojo).

distancias más cercanas al punto considerado, dando como resultado puntos críticos más nítidos que otras funciones de núcleo como por ejemplo Epanechnikov.

2.1.3. Análisis espacial de la distribución de puntos al interior de las áreas de pesca.

Con la finalidad de detectar el patrón de puntos al interior del polígono de la pesquería se realizó un análisis gráfico mediante un kernel de densidad y un análisis estadístico espacial con la función K de Ripley .

Función $K(r)$ de Ripley. Es una forma de medir la fuerza y el tipo de interacción entre eventos un proceso de puntos (propiedades de segundo orden). Cuando el proceso es homogéneo la función K mide el número de eventos encontrados dada una distancia de cualquier evento particular y se define como:

$$K(r) = \lambda^{-1} \mathbb{E} [N_0(r)] \quad (1)$$

donde $\mathbb{E}$ denota la esperanza y N_0 representa el número de nuevos eventos hasta la distancia r alrededor de un evento arbitrario. Para calcular esta función Ripley (1976) propuso el siguiente estimador insesgado,

$$\hat{K}(r) = (n(n-1))^{-1} |A| \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq i} w_{ij}^{-1} |\{x_j : d(x_i, x_j) \leq r\}| \quad (2)$$

donde w_{ij} son los pesos iguales a la proporción del área al interior de la región A del círculo con centro x_i y radio $d(x_i, x_j)$, la distancia entre x_i y x_j . El valor de la función K para un Proceso de Poisson Homogéneo (HPP) es $K(r) = \pi r^2$. Valores de $\hat{K}(r)$ mayores que $K(r) = \pi r^2$ son característicos de procesos agrupados, mientras valores más pequeños son indicadores de competencia entre eventos (patrón regular).

Según señala Wilschut et al. (2015), la ventaja de la función K sobre otros métodos, por ejemplo, los métodos de vecinos más cercanos, es que es independiente de la densidad del patrón de puntos (Gatrellet al., 1996) y, por lo tanto, puede describir los patrones de puntos espaciales en muchas escalas diferentes (Dixon, 2002).

Función K no-homogénea (K_{inhom}). Esta función es una modificación de la función K aplicable a procesos no-homogéneos. Si (u) es la verdadera función de intensidad del proceso de puntos X , entonces la idea es que cada punto x_i será ponderado por $w_i = 1/\lambda(x_i)$. La función K no-homogénea se define como una forma de medir la fuerza y el tipo de interacción entre eventos un proceso de puntos (propiedades de segundo orden), de la siguiente forma

$$K_{inhom}(r) = \mathbb{E} \left[\sum_{x_j \in X} \frac{1}{\lambda(x_j)} 1\{0 < \|u - x_j\| \leq r\} \mid u \in X \right] \quad (3)$$

donde $\mathbb{E}$ denota el valor esperado.

Si el proceso es actualmente homogéneo, entonces $\lambda(u)$ es constante y $K_{inhom}(r)$ se reduce a la usual función $K(r)$. Resulta que, para un proceso Poisson no-homogéneo con intensidad $\lambda(u)$, la función K no-homogénea es exactamente como el caso homogéneo:

$$K_{inhom,pois}(r) = \pi r^2 \quad (4)$$

El estimador estándar de K puede ser extendida hacia la función no-homogénea:

$$\hat{K}_{inhom}(r) = \frac{1}{D} \sum_i \sum_{j \neq i} \frac{1\{\|u - x_j\| \leq r\}}{\hat{\lambda}(x_i)\hat{\lambda}(x_j)} e(x_i, x_j; r), \quad (5)$$

donde $e(u, v, r)$ es el peso de la corrección de borde, $\hat{\lambda}(u)$ es el estimado de $\lambda(u)$ y, D es el área de la ventana $D_1 = area(W)$ o $D_2 = \sum_i \frac{1}{\hat{\lambda}(x_i)}$. Complementariamente, mediante la función **"nnclean"** de la librería 'spatstats' se analizó el aporte de cada uno de los puntos en la conformación patrón de puntos del área de pesca, separándose los puntos que contribuyen de aquellos que son ruido. Esta herramienta junto con el kernel de densidad gaussiano fueron usadas para establecer los **hotspots** al interior de las áreas de pesca.

Función nnclean: clasificación de puntos en informativos y ruido. La función **nn-clean** desarrollada por Byers & Raftery (1998), inserta en la librería R "spatstats" (Baddeley & Turner, 2005), es una técnica que permite reconocer características en un patrón de puntos espaciales en presencia de desorden aleatorio. Para cada punto del patrón observado, calcula la distancia a su k-ésimo vecino más cercano. Luego, usa el algoritmo EM para ajustar una distribución de la mezcla de distancias vecinas k-ésima más cercanas, generando una distribución bimodal, donde una de ellas representa la "característica" y la otra el "desorden". La componente "característica" representa a aquellos puntos que presentan distancias pequeñas con sus vecinos y, la otra componente representa a aquellos puntos que se poseen distancia mayores o que se encuentran alejados. Para este análisis de usó $K=10$, es decir cada punto con sus 10 vecinos más cercanos.

El modelo de mezcla generado se utilizó para clasificar cada punto como perteneciente a uno u otro componente de la distribución. Esto permitió analizar el aporte de cada uno de los puntos (en este caso los lances) en la conformación del hotspot o conglomerado, separando aquellos puntos que aportan a su confromación de aquellos que son ruido.

Identificación del polígono envolvente. La función **ashape** inserta en la función "nnclean" devuelve (entre otros valores) los puntos que conforman los bordes y vértices de la malla del o los hotspots, generados por triangulación de Delaunay mediante la función **delvor**, que también forma parte de "nnclean". En este caso los vértices conforman los nodos de un polígono envolvente sobre los todos los puntos que conforman

el hotspot, constituyéndose en una buena aproximación al área del conjunto de puntos o lances informativos que caracterizan el caladero.

3. Resultados

3.1. Áreas de pesca

A partir del análisis de densidad de puntos (lances) se identificaron 17 áreas, entre los 36,7°S y el límite sur con Argentina, donde la intensidad de lances u operaciones de pesca destacan y a la vez contrasta en ellas. Estas áreas, representadas por un polígono irregular incluyen 1 o más lugares donde la intensidad de lances es mayor (hotspots) y además poseen las características necesarias para constituirse en caladeros (Figura 3).

Desde el Golfo de Penas hacia el norte se identificaron 9 áreas de pesca, siendo denominadas de norte a sur como: Mocha norte, Mocha sur, Punta Galera, Coronados, Chiloé, Isla Guafo, Isla Guamblín, Taitao y Raper (Figura 4A). Las 3 primeras áreas de pesca quedan enteramente fuera de PDA, y el resto se ubican al interior de la PDA con excepción Coronados, la cual queda parcialmente al interior de esta unidad de pesquería. Al sur del Golfo de Penas se identificaron 8 áreas siendo denominadas en sentido norte sur como: Fallos, Trinidad, Diego de Almagro, Evancar (Islotes Evangelistas a Isla Carlos), Isla Noir, Bahía Cook, Diego Ramírez e Isla Nueva (Figura 4B).

3.2. Areas de pesca desde Golfo de Penas al norte

3.2.1. Area Mocha norte

Esta área se ubica al sur del Golfo de Arauco e inmediatamente al norte de Isla Mocha y está constituida por dos focos de concentración o hotspots de lances (Figura 5A), lo cual también se aprecia gráficamente en el análisis de densidad de puntos (Figura 5C). La función K de Ripley indica que la distribución espacial de los lances con merluza austral en este caladero se aparta del patrón al azar u homogéneo y sugiere un patrón agrupado (Figura 5B)). Esto se infiere por el hecho que la curva que describe el valor observado con efecto de borde $\hat{K}_{bord(r)}$ se ubica sobre la curva que describe el proceso aleatorio $\hat{K}_{pois(r)}$, al igual que las otras curvas estimadas.

La función “nnclean” permitió clasificar los puntos presentes en la ventana de observación hacia el área de baja intensidad o hacia el área de alta intensidad y con los puntos extremos de estos últimos se generó el polígono envolvente de cada hotspot presentes en esta área de pesca (Figura 5A). En definitiva el área de pesca Mocha norte se ubicaría en los límites antes señalados y los dos focos presentes en esta área de pesca se encuentran separados por el cañón submarino Lleu - Lleu, según la denominación de Rodrigo (2010).

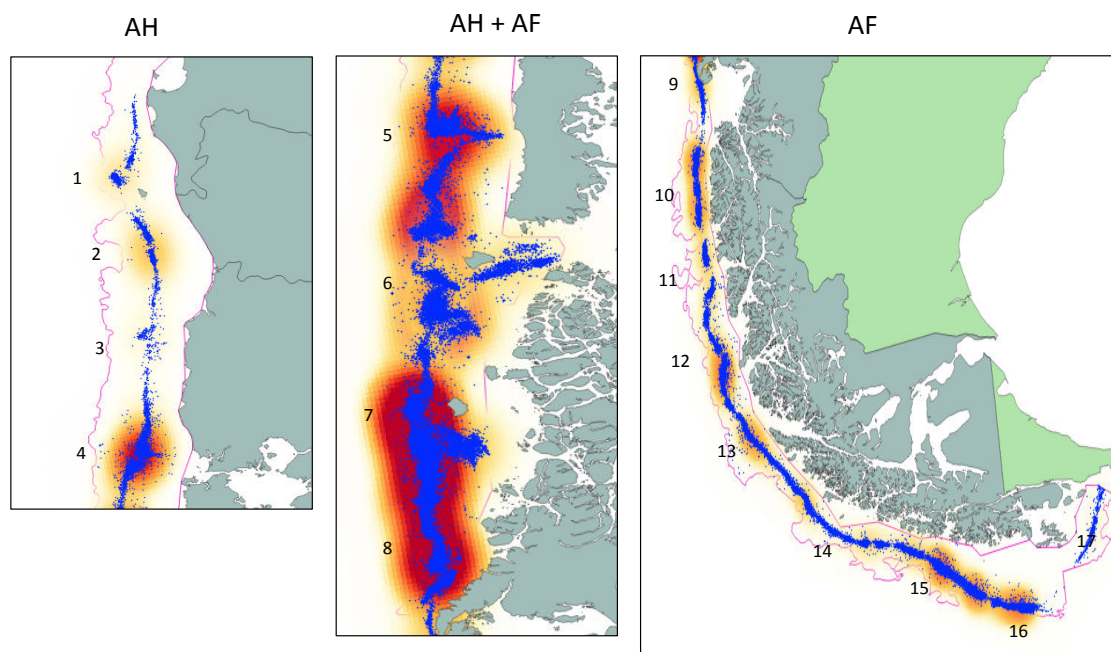


Figura 3. Mapa de calor de la densidad de lances con captura de merluza austral mayor o igual al 50 % de la captura total para el periodo 1979 - 2019. AH: indica que en esta área opera la flota de arrastre hielera, AH+AF: área donde se sobreponen espacialmente las operaciones de la flota arrastre hielera y arrastre fábrica y AF: área donde opera preferentemente la flota arrastrera fábrica.

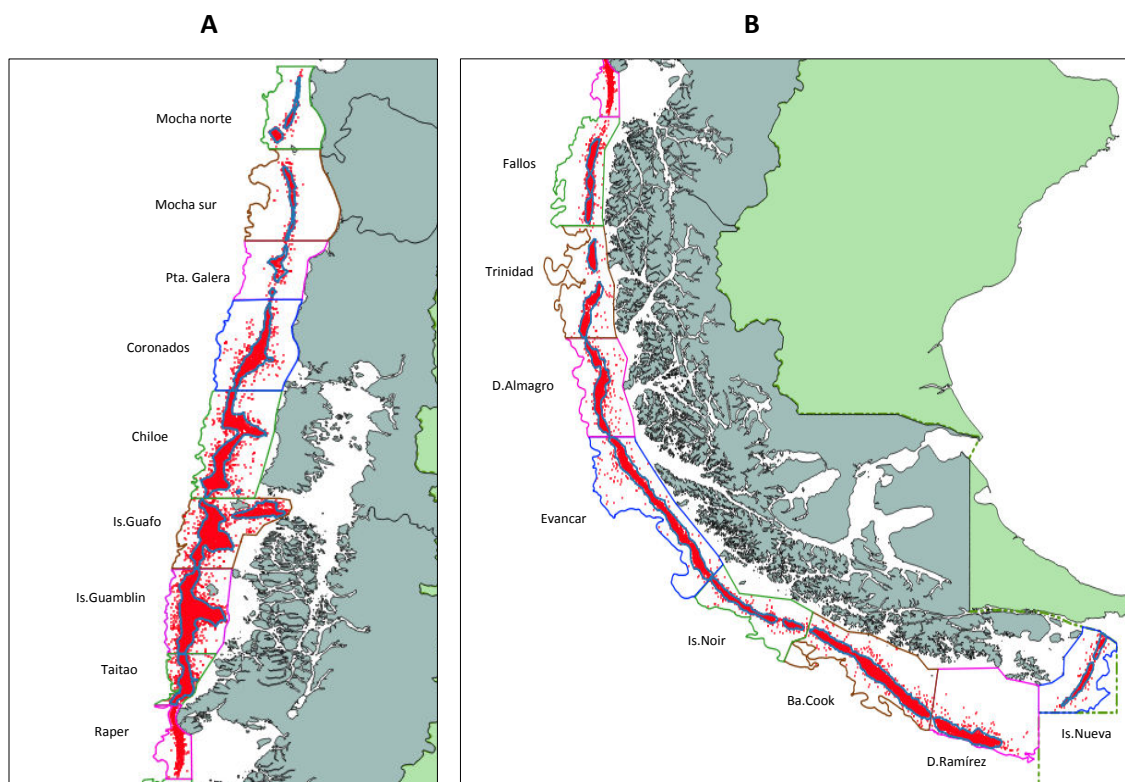


Figura 4. Caladeros de merluza austral A) desde Golfo de Penas al norte y B) desde Golfo de Penas al sur.

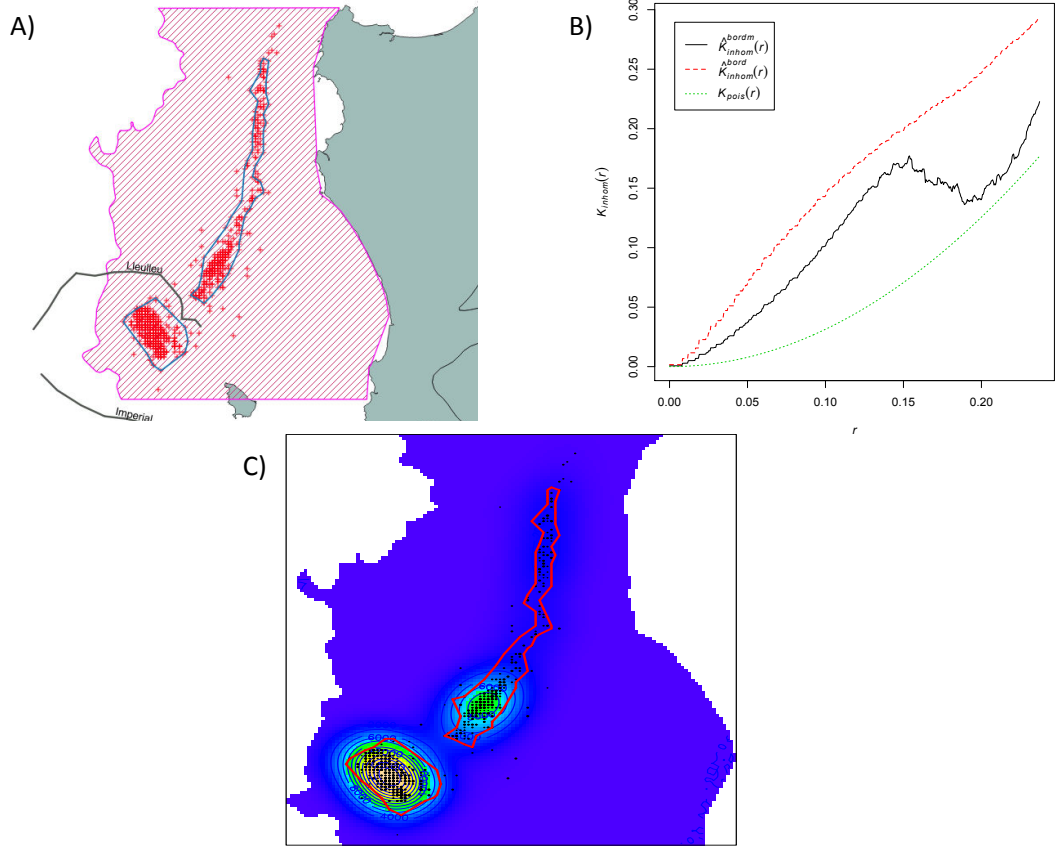


Figura 5. **A)** Caladero Mocha norte con la distribución espacial de lances con captura de merluza austral y polígono envolvente (línea azulada) generado a partir de la función “nnclean”. **B)** Función K_{inhom} para testar el patrón de puntos observados en relación con el patrón teórico HPP (Proceso de Poisson Homogéneo). Nomenclatura: $\hat{K}_{inhom}^{bord}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde, $\hat{K}_{inhom}^{bordm}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde modificado y $K_{pois}(r)$ es la $K(r)$ teórica de Poisson y, **C)** kernel de densidad.

3.2.2. Area Mocha sur

Esta área se ubica entre el sur de Isla Mocha y Punta Bonifacio en la provincia de Valdivia. Está constituida por un foco de concentración de lances alargado entre los límites antes señalados y se encuentra asociado a los cañones submarinos Imperial y Tolten, principalmente. (Figura 6A). El análisis de densidad indica un hotspot marcado en la parte media del polígono identificado por la función “nnclean” contiguo a la cabeza del cañón Tolten (Figura 6C). Este análisis también insinúa un segundo hotspot, con una intensidad mucho menor, asociado a la rama norte del cañón submarino Tolten. La función K de Ripley indica que la distribución espacial de los lances con merluza austral en este caladero se aparta del patrón al azar u homogéneo y sugiere un patrón agrupado, dado que la curva que describe el valor observado con efecto de borde $\hat{K}_{bord(r)}$ se ubica sobre la curva que describe el proceso aleatorio $\hat{K}_{pois(r)}$ (Figura 6B).

3.2.3. Area de pesca Punta Galera

Esta área se ubica al sur de Valdivia a la cuadra de Punta Galera y está constituida por dos focos de acuerdo con los resultados de la función “nnclean”, siendo el más grande el que se ubica entre los cañones submarinos Calle-Calle y Chaihuín (Figura 7A). El análisis de la densidad sólo reconoce un hotspot, desechando el menor identificado por “nnclean” (Figura 7C). Esta área de pesca es la menos importante de aquellas ubicados al norte de los límites de la PDA para merluza austral y probablemente no constituya un área de interés para este recurso. La función K de Ripley indica que la distribución espacial de los lances de merluza austral en este caladero se aparta del patrón al azar u homogéneo y sugiere un patrón agrupado (Figura 7B). Esto se infiere por el hecho que la curva que describe el valor observado con efecto de borde $\hat{K}_{bord(r)}$ se ubica sobre la curva que describe el proceso aleatorio $\hat{K}_{pois(r)}$, al igual que las otras curvas estimadas.

3.2.4. Area de pesca Coronados

Esta área de pesca se ubica a la cuadra de Golfo Coronados desde Ba. San Pedro a Faro Corona. Está constituida por un foco alargado en sentido latitudinal de acuerdo con el análisis de función “nclean”, cuyo polígono envolvente así lo señala (Figura 8A). No obstante, las mayores densidades de lances en este caladero ocurren centrado en torno al cañón submarino Cucao (Figura 8C). Asimismo, la función K de Ripley indica que la distribución espacial de los lances con merluza austral en este caladero se aparta del patrón al azar u homogéneo, sugiriendo un patrón agrupado (Figura 8B). Esto se deriva por que la curva que describe el valor observado con efecto de borde $\hat{K}_{bord(r)}$ se ubica sobre la curva que describe el proceso aleatorio $\hat{K}_{pois(r)}$.

Este caladero queda en el límite norte de la PDA y de acuerdo con este límite administrativo una parte de él queda dentro de la PDA y el resto donde existe la mayor intensidad de pesca queda fuera, tal como se indica en la Figura 8A.

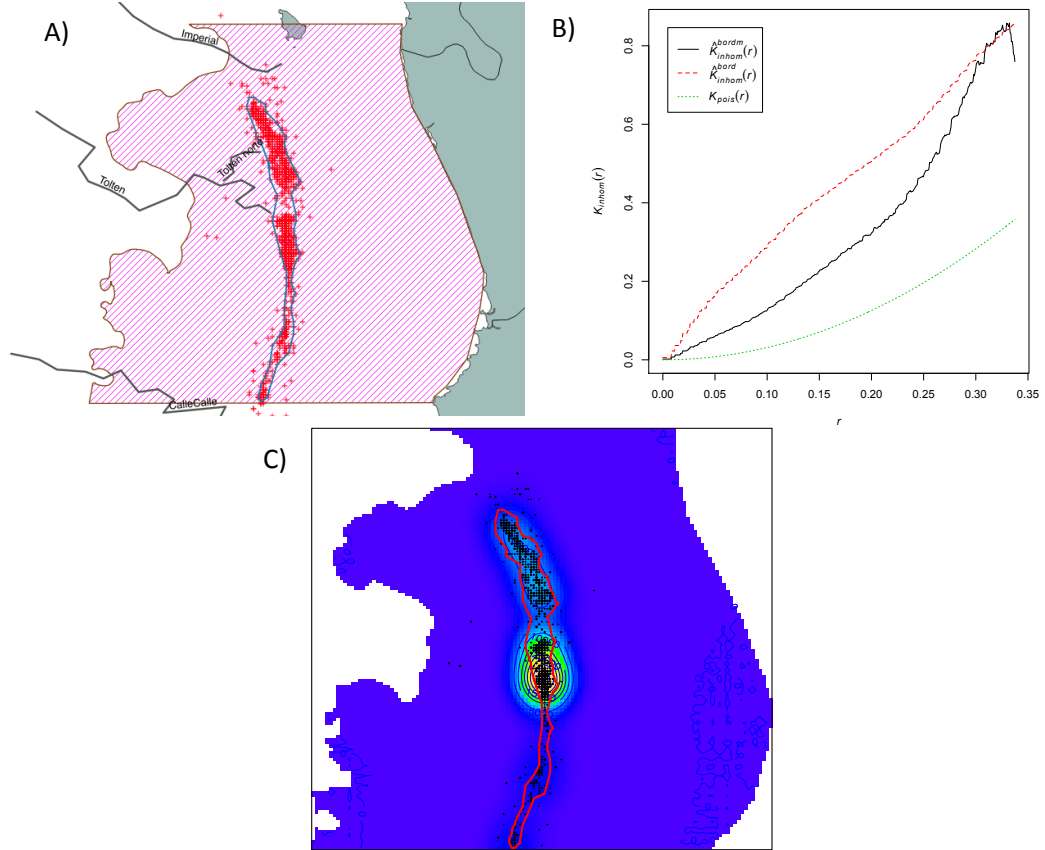


Figura 6. **A)** Area de pesca Mocha sur con la distribución espacial de lances con captura de merluza austral y polígono envolvente (línea azulada) generado a partir de la función “nnclean”. **B)** Función K_{inhom} para testar el patrón de puntos observados en relación con el patrón teórico HPP (Proceso de Poisson Homogéneo). Nomenclatura: $\hat{K}_{inhom}^{bord}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde, $\hat{K}_{inhom}^{bordm}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde modificado y $K_{pois}(r)$ es la $K(r)$ teórica de Poisson y, **C)** kernel de densidad.

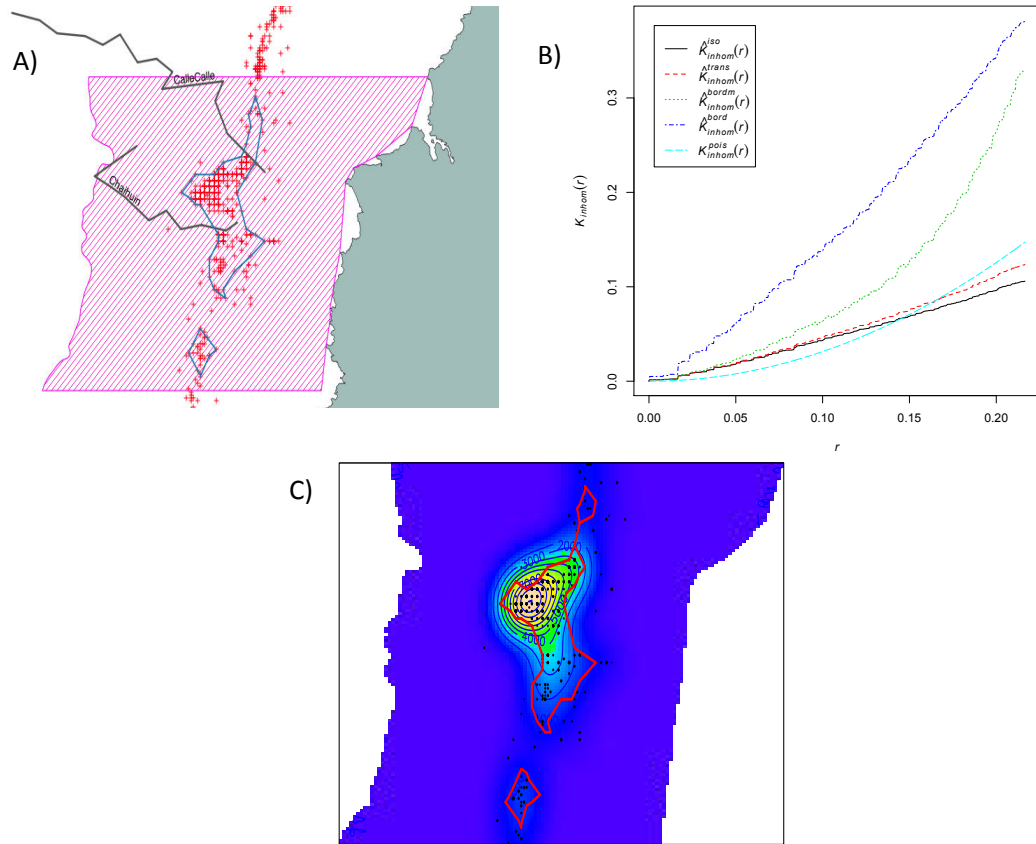


Figura 7. **A)** Area de pesca Punta Galera con la distribución espacial de lances con captura de merluza austral y polígono envolvente (línea azulada) generado a partir de la función “nnnclean”. **B)** Función K_{inhom} para testar el patrón de puntos observados en relación con el patrón teórico HPP (Proceso de Poisson Homogéneo). Nomenclatura: $\hat{K}_{inhom}^{bord}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde, $\hat{K}_{inhom}^{bordm}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde modificado y $K_{pois}(r)$ es la $K(r)$ teórica de Poisson y, **C)** kernel de densidad.

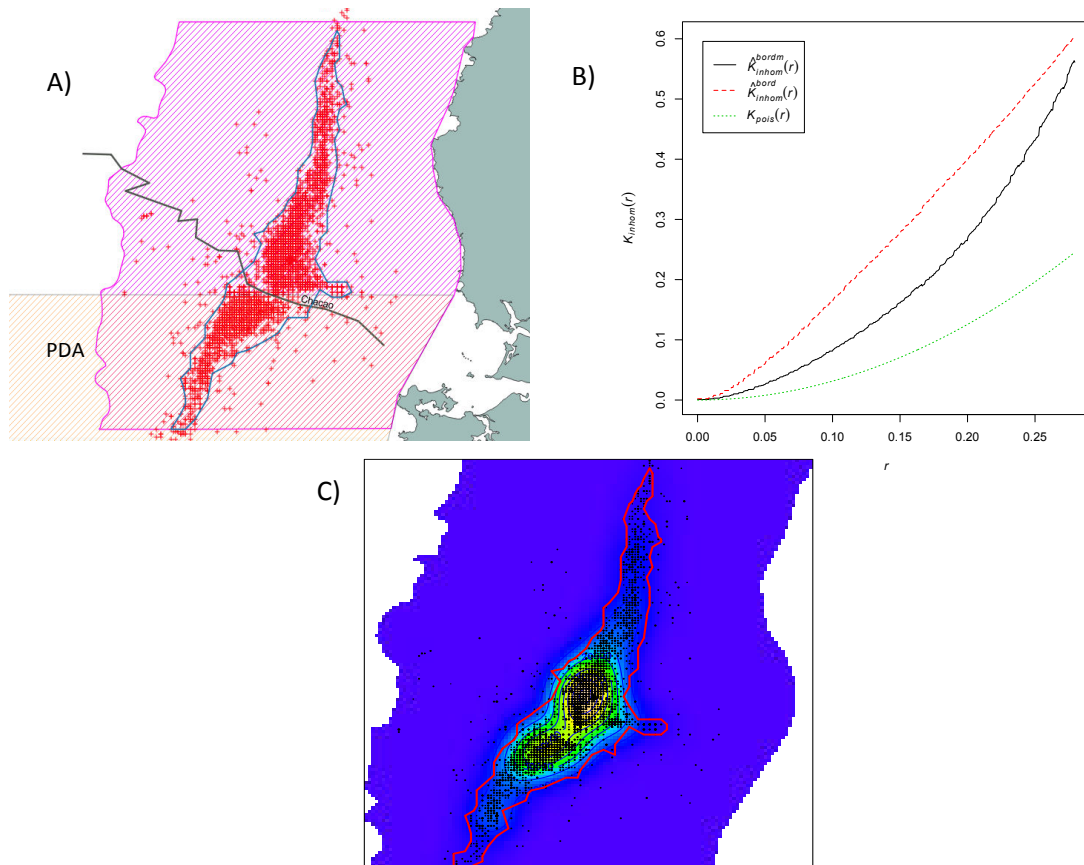


Figura 8. **A)** Area de pesca Coronados con la distribución espacial de lances con captura de merluza austral y polígono envolvente (línea azulada) generado a partir de la función “nnclean” **B)** Función K para testar el patrón de puntos marcados en relación con el patrón teórico HPP. Nomenclatura: $\hat{K}_{inhom}^{bord}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde, $\hat{K}_{inhom}^{bordm}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde modificado y $K_{pois}(r)$ es la $K(r)$ teórica de Poisson y, **C)** kernel de densidad.

3.2.5. Área de pesca Chiloé

Se ubica a la cuadra de la Isla grande de Chiloé, desde Punta Almanao a Isla Guafo. Está constituida por un gran grupo alargado que sigue la sinuosidad del fondo marino en sentido latitudinal y un grupo pequeño en el sur de acuerdo con el análisis de función “nclean”, cuyos polígonos envolventes así lo señalan (Figura 9A). No obstante, el análisis de densidad indica que en el grupo o cluster mayor existen 3 hotspots, destacando dos de ellos que se asocian a los cañones submarinos Cucao y Quilán, respectivamente (Figura 9C). La distribución espacial de los lances al interior de esta área de pesca se aparta del patrón al azar u homogéneo y sugiere un patrón agrupado (Figura 9B).

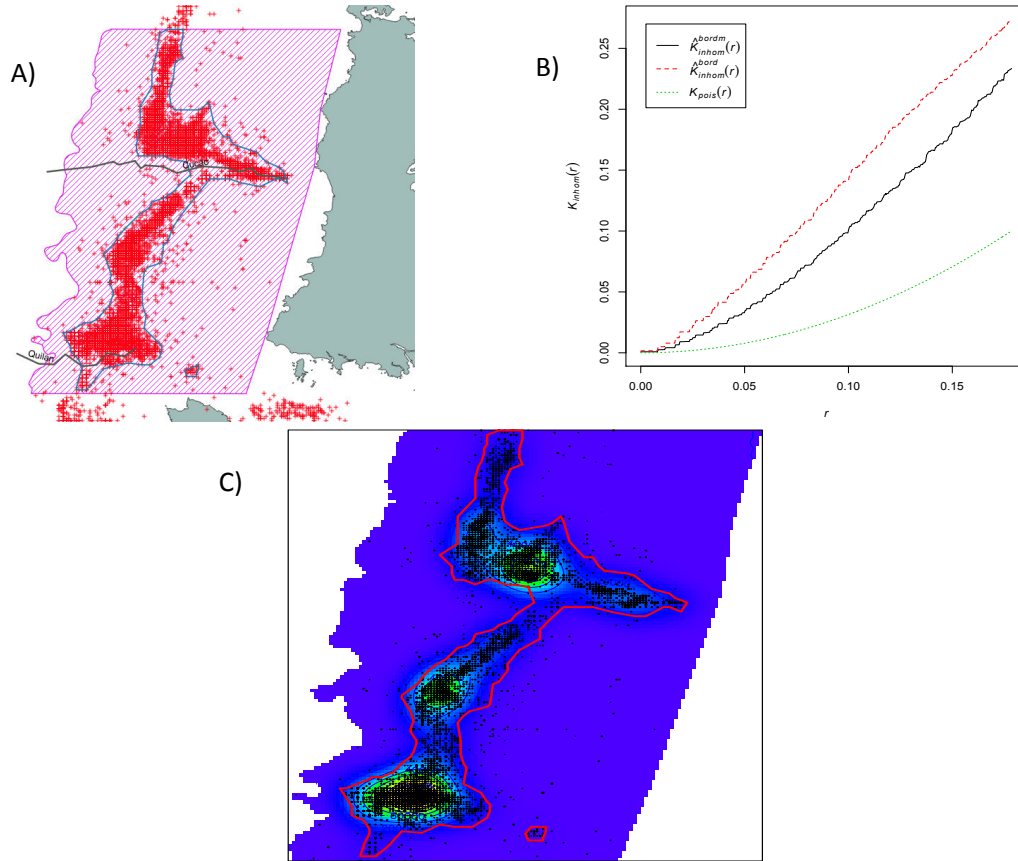


Figura 9. **A)** Área de pesca Chiloé con la distribución espacial de lances con captura de merluza austral y polígono envolvente (línea azulada) generado a partir de la función “nclean”. **B)** Función K para testar el patrón de puntos marcados en relación con el patrón teórico HPP (Proceso de Poisson Homogéneo). Nomenclatura: $\hat{K}_{inhom}^{bord}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde, $\hat{K}_{inhom}^{bordm}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde modificado y $K_{pois}(r)$ es la $K(r)$ teórica de Poisson y, **C)** kernel de densidad.

3.2.6. Area de pesca Guafo - Ipun

Esta área de pesca se ubica entre la Isla Guafo e Isla Ipun. Está constituida por dos grandes cluster, donde el primero se extiende siguiendo el talud continental, proyectándose hacia aguas interiores, siguiendo la topografía del fondo marino del cañón submarino Simpson. El segundo grupo se ubica al interior de la LBR inmediatamente al sur - este de Isla Guafo y representa un área que se usó en el pasado por buques AF (años 1979 y 1980) y luego por buques AH desde 1985 al 2000. Los polígonos envolventes trazados con función “ncleann” sobre los conjuntos de lances determinan mejor dos grupos antes descritos (Figura 10A). No obstante, el análisis de densidad detecta hotspots sólo en el primer cluster, donde destacan tres o cuatro, siendo el más importante el que queda entre los cañones submarinos Guafo y Simpson (Figura 10D). Al igual que en las anteriores la distribución espacial de los lances al interior de esta área de pesca siguen un patrón agrupado de acuerdo con función K de Ripley (Figura 10B).

3.2.7. Area de pesca Guamblín

Esta área de pesca se ubica entre la Isla Ipun y Bahía Ana Pink. Está constituida por un grupo grande continuo que se extiende de norte a sur a lo largo del área siguiendo el talud continental y además se proyecta hacia aguas interiores, siguiendo el cañón submarino Guamblín o Darwin de acuerdo con la denominación de Rodrigo (2010). Esta proyección hacia aguas interiores ocurrió en el pasado, principalmente entre los años 1995-2000. Actualmente no hay acceso para la flota industrial, tanto fábrica como hielera, a esta parte del área (Figura 11A). El polígono envolvente trazado con la función “ncleann” determina de mejor manera su forma y también aquellos puntos o lances que verdaderamente contribuyen a la conformación del core de esta área de pesca (Figura 11A).

La función K de Ripley indica que la distribución espacial de los lances del período 1979 - 2019 con merluza austral en esta área de pesca se aparta del patrón al azar u homogéneo y sugiere un patrón agrupado (Figura 11B).

El análisis de la densidad indica una estructura más fina con 4 hotspots aparentemente conectados. El primero y más intenso ocurre entre el cañón submarino Ipun y el cañón submarino Darwin, al noroeste de Isla Guamblín. Los otros tres se ubican al sur del del cañón submarino Darwin siguiendo el talud continental (Figura 11C).

3.2.8. Area de pesca Taitao

Esta área se ubicaría entre Bahía Ana Pink y Bahía San Andrés (al norte de Cabo Rapel). Estaría constituida por un conglomerado grande que se extiende de norte a sur a lo largo del área y además se proyecta un poco hacia aguas interiores, siguiendo el cañón submarino Taitao. El polígono envolvente trazado con función “ncleann” determina de forma más clara el cluster antes señalado e identifica aquellos puntos que verdaderamente contribuyen a la conformación del caladero (Figura 12A). La función K de Ripley indica que la distribución espacial de los lances en este caladero no se ajusta a un patrón

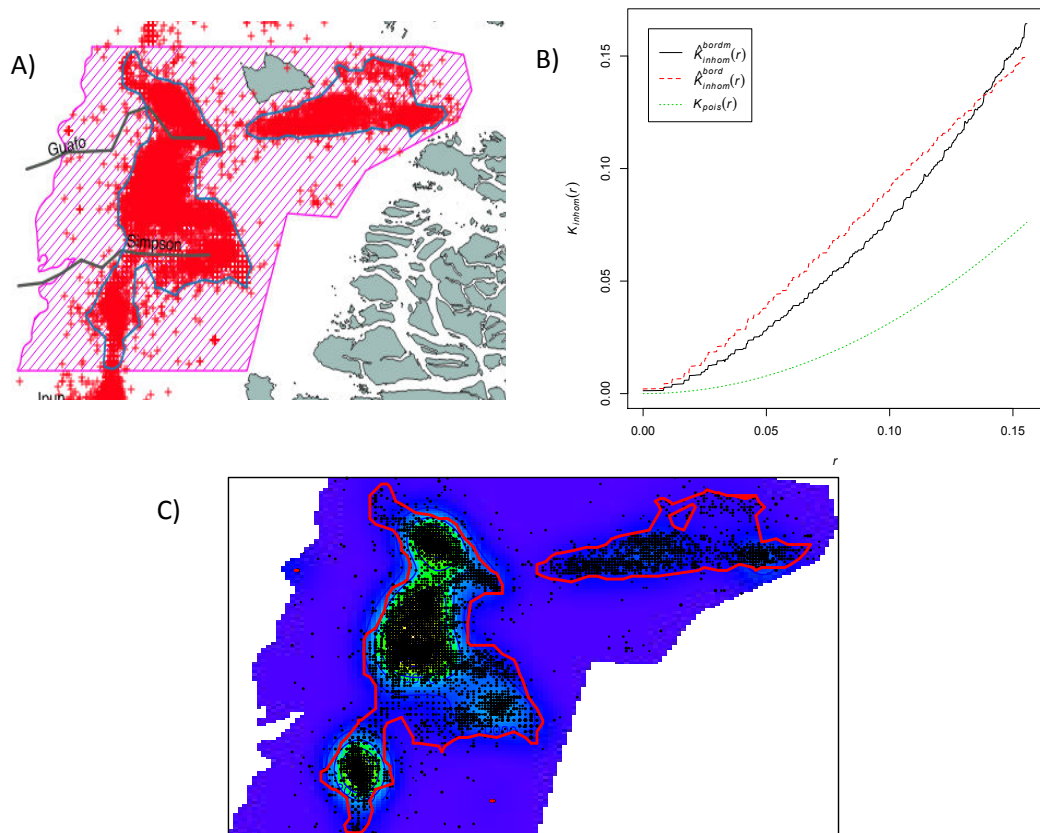


Figura 10. **A)** Area de pesca Guafo - Ipun con la distribución espacial de lances orientados a la captura de merluza austral y polígono envolvente (línea azulada) generado a partir de la función "nnclean". **B)** Función K para testar el patrón de puntos marcados en relación con el patrón teórico HPP (Proceso de Poisson Homogéneo). Nomenclatura: $\hat{K}_{inhom}^{bord}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde, $\hat{K}_{inhom}^{bordm}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde modificado y $K_{pois}(r)$ es la $K(r)$ teórica de Poisson y, **C)** kernel de densidad.

Figuras_caladeros/Guamblín\penalty \@M \hskip
ín/Guamblín.pdf

Figura 11. **A)** Area de pesca Guamblín con la distribución espacial de lances orientados a la captura de merluza austral y polígono envolvente (línea azulada) generado a partir de la función "nnclean". **B)** Función K para testar el patrón de puntos observados en relación con el patrón teórico HPP (Proceso de Poisson Homogéneo). Nomenclatura: $\hat{K}_{inhom}^{bord}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde, $\hat{K}_{inhom}^{bordm}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde modificado y $K_{pois}(r)$ es la $K(r)$ teórica de Poisson y, **C)** kernel de densidad con 4 hotspots.

al azar u homogéneo y sugiere un patrón agrupado (Figura 12B).

El análisis de la densidad indica dos hotspots que se ubican entre la Península Duende y la Bahía San Andrés. El más importante se ubica al norte del cañón submarino Taitao que en otras ocasiones hemos denominado “cañón submarino de cabo Raper” y el segundo de un tamaño menor se encuentra al sur de del cañón submarino y una parte importante de él se ubicaría al interior de la LBR (Figura 12C).

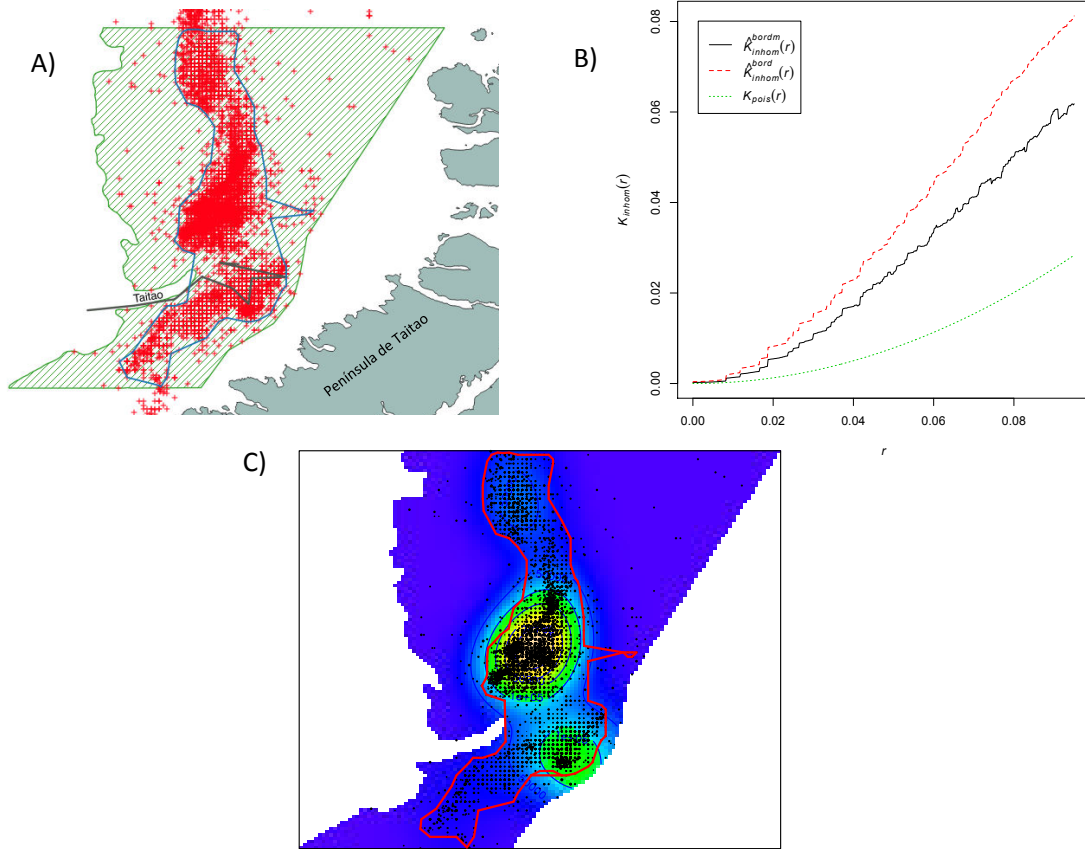


Figura 12. **A)** Área de pesca Taitao con la distribución espacial de lances orientados a la captura de merluza austral y polígono envolvente (línea azulada) generado a partir de la función “nnclean”. **B)** Función K para testar el patrón de puntos marcados en relación con el patrón teórico HPP (Proceso de Poisson Homogéneo). Nomenclatura: $\hat{K}_{inhom}^{bord}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde, $\hat{K}_{inhom}^{bordm}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde modificado y $K_{pois}(r)$ es la $K(r)$ teórica de Poisson y, **C)** kernel de densidad.

3.2.9. Área de pesca Raper

Esta área de pesca se ubica entre la Bahía San Andrés (al norte de Cabo Raper) y Golfo de Penas en su totalidad, por fuera de la LBR y una fracción de ella queda

administrativamente en la UPNE y el complemento en la UPSE. Está constituida por un único grupo que se extiende de norte a sur a lo largo del caladero. El polígono envolvente trazado con función “nnclean” determina de forma más clara el grupo antes señalado e identifica aquellos puntos que verdaderamente contribuyen a la conformación del caladero (Figura 13A). La función K de Ripley indica que la distribución espacial de los lances en esta área de pesca se aparta del patrón al azar u homogéneo y sugiere un patrón agrupado (Figura 13B). El análisis de la densidad señala para esta área un único hotspot, al sur del Faro Raper en la Península de Tres Montes en la UPNE, sin embargo el caladero se extendería hacia el norte y sur de este foco (Figura 13C).

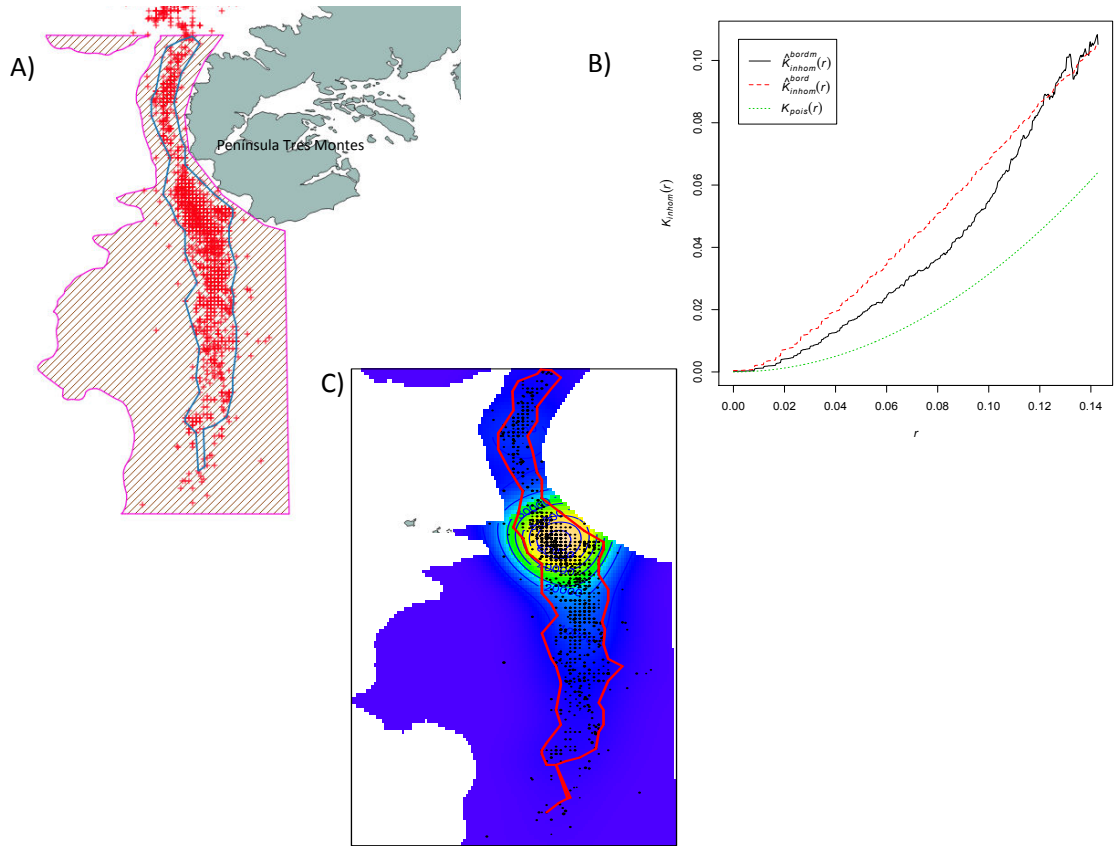


Figura 13. **A)** Área de pesca Raper con la distribución espacial de lances orientados a la captura de merluza austral y polígono envolvente (línea azulada) generado a partir de la función “nnclean”. **B)** Función K para testar el patrón de puntos marcados en relación con el patrón teórico HPP (Proceso de Poisson Homogéneo). Nomenclatura: $\hat{K}_{inhom}^{bord}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde, $\hat{K}_{inhom}^{bordm}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde modificado y $K_{pois}(r)$ es la $K(r)$ teórica de Poisson y, **C)** kernel de densidad.

3.3. Areas de pesca al sur del Golfo de Penas

3.3.1. Area de pesca Fallos

El área de pesca Fallos se ubica al sur del Golfo de Penas entre Isla Byron y Canal Ladrilleros en mar exterior. Está constituida por un único grupo que se extiende de norte a sur de acuerdo con la función “ncleann”, donde los puntos al interior del polígono (línea azulada) son los que verdaderamente contribuyen a la conformación del área de pesca (Figura 14A). La función K de Ripley indica que la distribución espacial de los lances en esta área no se ajusta a un patrón al azar u homogéneo y sugiere un patrón agrupado (Figura 14B). El análisis de la densidad indica una concentración de puntos con 3 hotspots siguiendo la topografía del fondo marino a lo largo del talud (Figura 14C), donde cada uno puede constituir una unidad, aunque estas agregaciones se encuentran aparentemente bien conectadas.

3.3.2. Area de pesca Trinidad

Esta área de pesca se ubica entre Golfo Ladrilleros y Canal Concepción (Isla Duque de York). Está constituida por dos cluster donde el primero se ubica entre el Golfo Ladrilleros y el Golfo Trinidad y, el segundo entre el Golfo Trinidad y el Canal Concepción. El polígono envolvente trazado con función “ncleann” determina de forma más clara los grupos antes señalados e identifica aquellos puntos que verdaderamente contribuyen a su conformación (Figura 15A). La función K de Ripley indica que la distribución espacial de los lances en esta área se aparta del patrón al azar u homogéneo y sugiere un patrón agrupado (Figura 15B). El análisis de la densidad indica para el primer un único hotspot en cambio para el segundo conglomerado identifica 2 hotspots. Al igual que en Fallos, cada uno de los hotspots podría constituir una unidad separada (Figura 15C).

3.3.3. Area de pesca “Diego de Almagro”

Esta área se ubica entre Canal Concepción (Isla Duque de York) e Isla Victoria (Golfo Sarmiento de Gamboa) y está constituida por un cluster que abarca completamente su extensión latitudinal, siguiendo la topografía del fondo marino a lo largo del talud. El polígono envolvente trazado con función “ncleann” (línea azulada) determina de forma clara el cluster antes señalado y separa aquellos puntos que contribuyen a su estructura (puntos interiores) de aquellos que son ruido (puntos externos) (Figura 16A). La función K de Ripley indica que la distribución espacial de los lances en este caladero no se ajusta a un patrón al azar u homogéneo y sugiere un patrón agrupado (Figura 16B). El análisis de la densidad identifica en esta área de pesca 3 hotspots. El mayor en la parte central y dos focos menores que se ubican al norte y sur respectivamente (Figura 16C).

3.3.4. Area de pesca “Evangelistas - Isla San Carlos”

El área de pesca se ubica entre la Isla Victoria (Golfo Sarmiento de Gamboa) y la Isla San Carlos. Es un área frecuentada exclusivamente por la flota AF y está constituida por un cluster que abarca de norte a sur la amplitud latitudinal del caladero. El polígono

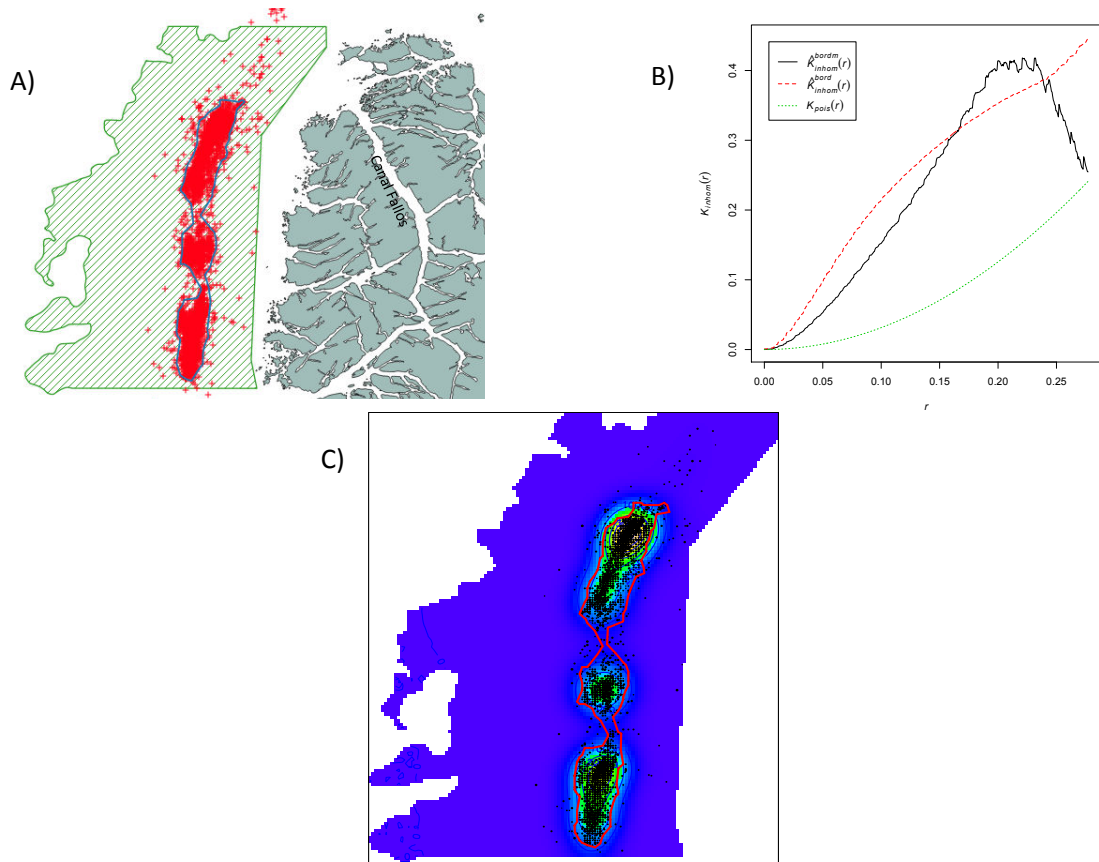


Figura 14. **A)** Area de pesca “Fallos” con la distribución espacial de lances con captura de merluza austral en su interior y polígono envolvente de color azul que separa los puntos internos y externos que caracterizan aquellos que efectivamente aportan a la conformación del caladero de aquellos que son ruido, respectivamente. **B)** Función K_{inhom} para testar el patrón de puntos observados en relación con el patrón teórico HPP en el caladero Fallos. Nomenclatura: $\hat{K}_{inhom}^{bord}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde, $\hat{K}_{inhom}^{bordm}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde modificado y $K_{pois}(r)$ es la $K(r)$ teórica de Poisson y **C)** kernel de densidad.

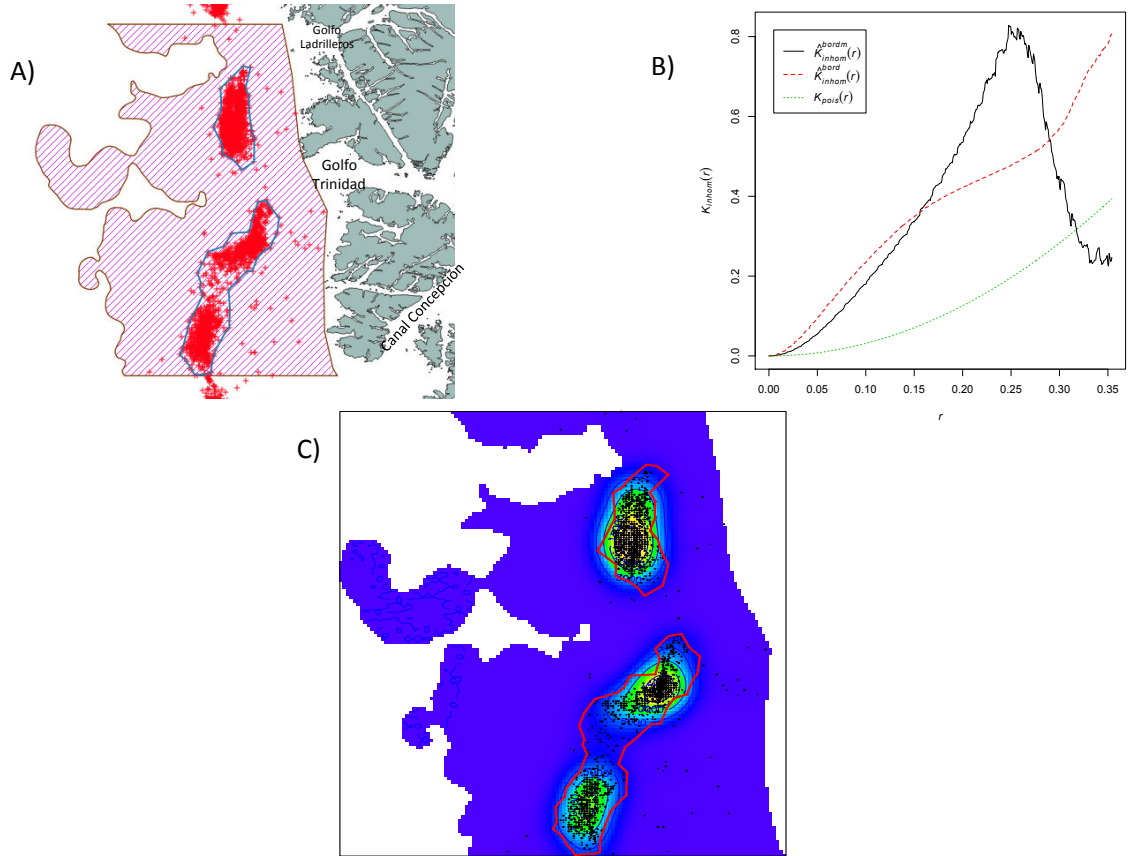


Figura 15. **A)** Area de pesca Trinidad con la distribución espacial de lances con captura de merluza austral en su interior y polígono envolvente de color azul que separa los puntos que caracterizan al caladero (puntos interiores) de aquellos que son ruido (puntos externos). **B)** Función K_{inhom} para testar el patrón de puntos observados en relación con el patrón teórico HPP en el caladero Trinidad. Nomenclatura: $\hat{K}_{inhom}^{bord}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde, $\hat{K}_{inhom}^{bordm}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde modificado y $K_{pois}(r)$ es la $K(r)$ teórica de Poisson y **C)** kernel de densidad y hotspots.

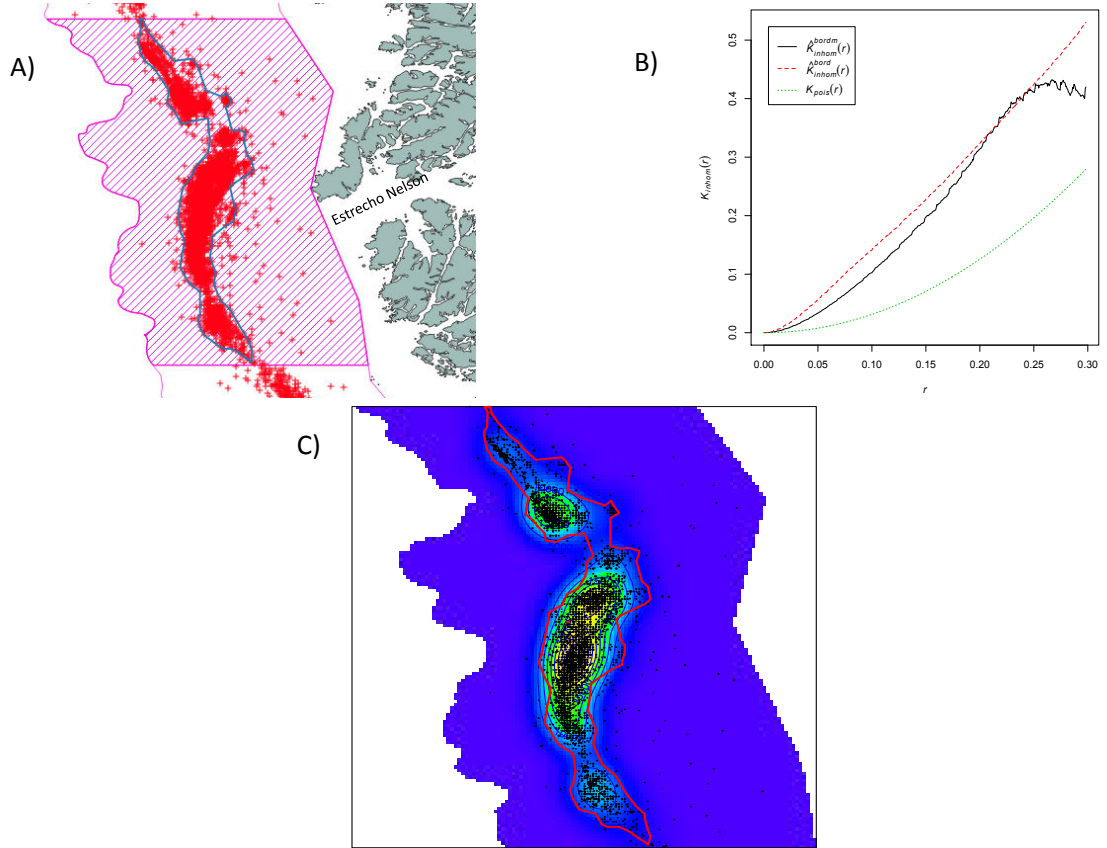


Figura 16. **A)** Area de pesca Diego de Almagro con la distribución espacial de lances con captura de merluza austral en su interior y el polígono envolvente de color azul que separa los puntos que caracterizan al caladero (puntos internos) de aquellos que son ruido (puntos externos). **B)** Función K_{inhom} para testar el patrón de puntos observados en relación con el patrón teórico HPP en el caladero Diego de Almagro. Nomenclatura: $\hat{K}_{inhom}^{bord}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde, $\hat{K}_{inhom}^{bordm}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde modificado y $K_{pois}(r)$ es la $K(r)$ teórica de Poisson y **C)** kernel de densidad donde destacan 3 hotpots.

envolvente trazado con función “ncleann” determina de forma clara el cluster señalado e identifica aquellos puntos que verdaderamente contribuyen a la conformación del área de pesca (Figura 17A). La función K de Ripley indica que la distribución espacial de los lances en este caladero se aparta del patrón al azar u homogéneo y sugiere un patrón agrupado, a pesar del efecto gráfico (Figura 17B). El análisis de densidad de puntos indica que estaría constituido por al menos 4 hotspots. El primer y mayor hotspot se ubica al sur-west de Islotes Evangelistas, el segundo a la cuadra de Isla Desolación (53°05'29" S aproximadamente), el tercero y cuarto al norte de Isla San Carlos (Figura 17C).

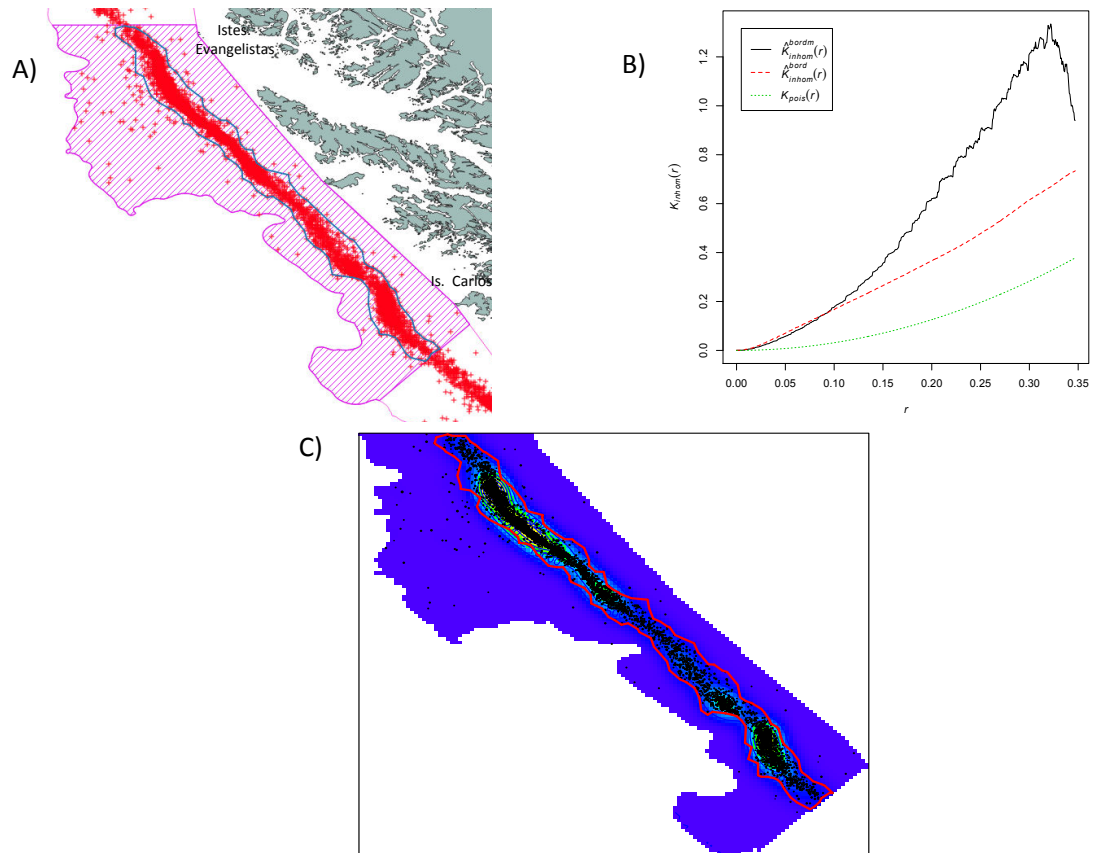


Figura 17. **A)** Area de pesca “ Evangelistas - Isla San Carlos” con la distribución espacial de lances con captura de merluza austral en su interior y también se muestra el polígono envolvente de color azul que separa los puntos que caracterizan al caladero de aquellos que son ruido. **B)** Función K_{inhom} para testar el patrón de puntos observados en relación con el patrón teórico HPP en el caladero Evangelistas - Isla San Carlos. Nomenclatura: $\hat{K}_{inhom}^{bord}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde, $\hat{K}_{inhom}^{bordm}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde modificado y $K_{pois}(r)$ es la $K(r)$ teórica de Poisson y **C)** kernel de densidad con 4 hotspots.

3.3.5. Area de pesca “Isla Noir”

Esta área de pesca se ubica entre Isla San Carlos ($54^{\circ}40'48''\text{S}$) y Bahía Desolada ($55^{\circ}37'40,8''\text{S}$) y es frecuentada exclusivamente por la flota AF. El análisis de densidad de puntos indica que estaría constituida por 2 conglomerados (Figura 18A). El conglomerado norte posee un hotspot muy notorio en la cuadrícula Bahía Desolada (Figura 18C), aunque hacia su parte norte también se insinúan algunos hotspots más débiles. El conglomerado sur presenta un único hotspot que lo cubre totalmente. La función K de Ripley indica que la distribución espacial de los lances del período 1979 - 2019 con merluza austral en este caladero se aparta del patrón al azar u homogéneo y sugiere un patrón agrupado en un amplio rango de la escala de análisis (Figura 18B).

3.3.6. Area de pesca “Bahía Cook”

Esta área de pesca se ubica entre los $55^{\circ}08'28''\text{S}$ (Bahía Desolada) y los $56^{\circ}26'20,5''\text{S}$ al sur este de Isla Ildefonso. Es frecuentada exclusivamente por la flota AF y desde el punto de vista estructural también es un caladero netamente asociado al talud continental. La disposición de los lances indican un alargamiento en el sentido longitudinal por sobre el latitudinal, siguiendo la curvatura de la costa y talud continental (Figura 19A). La función “nnclean” indica que los puntos que contribuyen de manera efectiva se conforman en 1 cluster y la función K de Ripley indica, como ha sido una constante, que la distribución espacial de los lances con merluza austral en Bahía Cook no se ajusta a un patrón al azar u homogéneo y sugiere un patrón agrupado (Figura 19B). El análisis de densidad de puntos señala que estaría constituida por 3 hotspots, el primero frente a las Islas Stewart y Gilbert en los $55^{\circ}16'05''\text{S}$ - $71^{\circ}32'20''\text{W}$ y el segundo un poco más al sur oeste de Bahía Cook en los $55^{\circ}46'5$ $70^{\circ}31'5''\text{W}$ y el tercero menos notorio al sur de Isla Ildefonso (Figura 19C), pero la continuidad de lances entre ellos es alta de manera que es adecuado considerar 1 cluster.

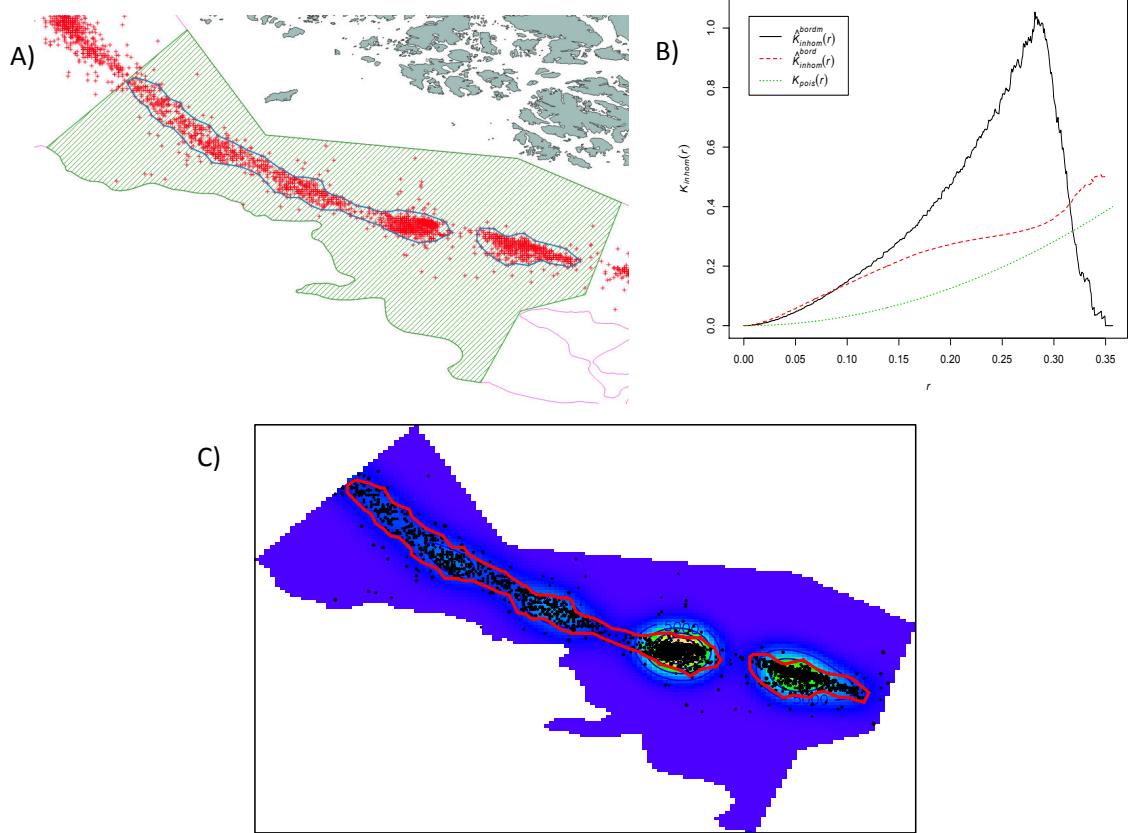


Figura 18. **A)** Area de pesca “Isla Noir” con la distribución espacial de lances con captura de merluza austral en su interior y también se muestra el polígono envolvente de color azul que separa los puntos que caracterizan al caladero (puntos interiores) de aquellos que son ruido (puntos exteriores). **B)** Función K_{inhom} para testar el patrón de puntos observados en relación con el patrón teórico HPP en el caladero Isla Noir. Nomenclatura: $\hat{K}_{inhom}^{bord}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde, $\hat{K}_{inhom}^{bordm}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde modificado y $K_{pois}(r)$ es la $K(r)$ teórica de Poisson y, **C)** kernel de densidad donde destacan los hotspots.

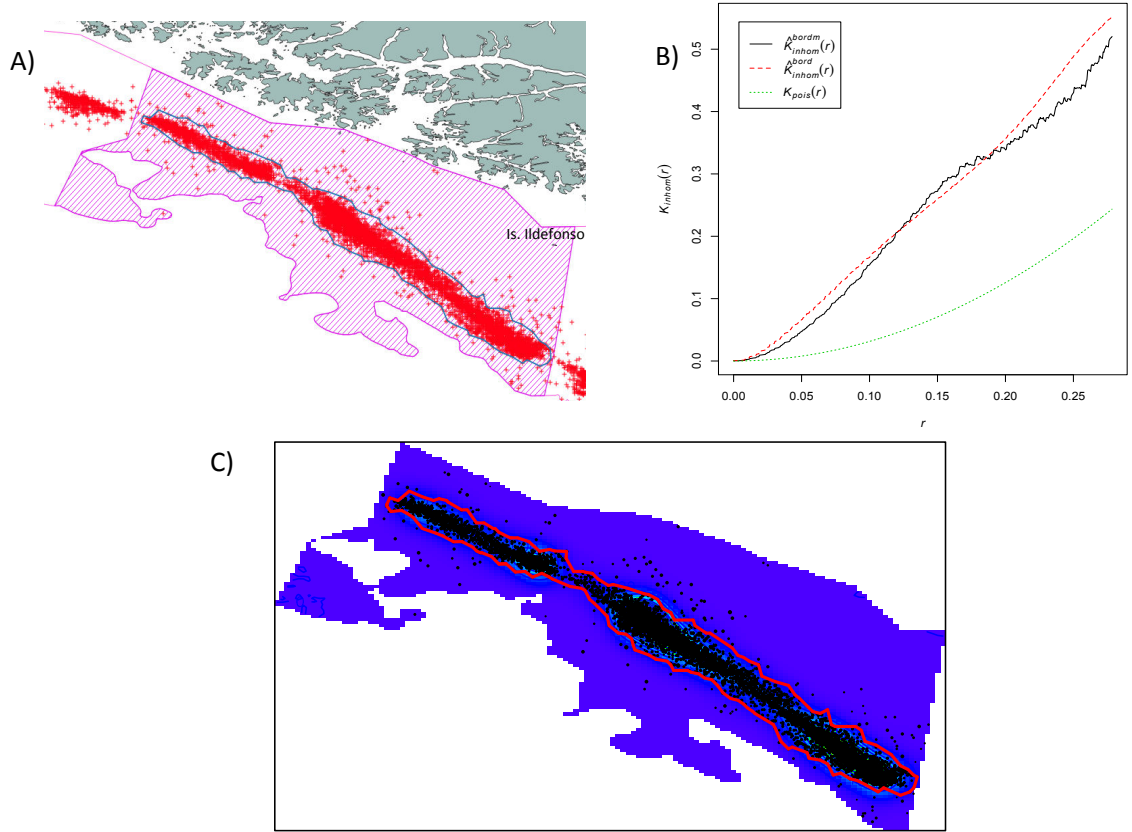


Figura 19. **A)** Area de pesca “Bahía Cook” con la distribución espacial de lances con captura de merluza austral en su interior y también se muestra el polígono envolvente de color azul que separa los puntos que caracterizan al caladero de aquellos que son ruido. **B)** Función K_{inhom} para testar el patrón de puntos observados en relación con el patrón teórico HPP en el caladero Bahía Cook. Nomenclatura: $\hat{K}_{inhom}^{bord}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde, $\hat{K}_{inhom}^{bordm}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde modificado y $K_{pois}(r)$ es la $K(r)$ teórica de Poisson y, **C)** kernel de densidad.

3.3.7. Area de pesca “Diego Ramírez”

Esta área se ubica entre los $56^{\circ}26'20,5''\text{S}$ - $69^{\circ}24'14''\text{W}$ al sur este de Isla Ildefonso y los $57^{\circ}02''\text{S}$ - $67^{\circ}41'2,4''\text{W}$ al sur este de Islas Diego Ramírez. Es un área que se extiende a lo largo del talud, siguiendo la topografía del fondo marino al igual que los otros caladeros ubicados al sur del Estrecho de Magallanes y que es o fue frecuentada exclusivamente por la flota AF. El análisis de puntos indica que estaría constituido por 1 conglomerado en las proximidades de las Islas Diego Ramírez. El polígono envolvente trazado con función “ncleann” determina de forma clara el cluster señalado e identifica aquellos puntos que verdaderamente contribuyen a la conformación del caladero (Figura 20A). La función K de Ripley indica que la distribución espacial de los lances del período 1978-2019 con merluza de cola en este caladero se aparta del patrón al azar u homogéneo y sugiere un patrón agrupado y, en distancias grandes el patrón espacial de puntos tiende a ser regular, es decir que el patrón depende de la distancia de análisis (Figura 20B).

El análisis de la densidad indica la presencia de 2 hotspots conectados (Figura 20C). El de mayor intensidad se ubica al sur de las Islas Diego Ramírez y el segundo más pequeño se ubica al oeste del anterior. Esta zona de pesca se vería muy afectado por la instauración del parque marino Cabo de Hornos-Diego Ramírez.

3.3.8. Area de pesca “Isla Nueva”

Esta área se ubica al sur de Isla Nueva, entre la Isla Hornos ($55^{\circ}58'25''\text{S}$ y $67^{\circ}16'25''\text{W}$) perteneciente a las Islas Hermite y la frontera marítima con Argentina. El análisis de puntos indica que estaría constituido por dos conglomerados que se extienden a lo largo del talud, siguiendo la topografía del fondo marino al igual que los otros caladeros ubicados al sur del Estrecho de Magallanes. El polígono envolvente trazado con función “ncleann” determina de forma clara ambos el cluster señalados e identifica aquellos puntos que verdaderamente contribuyen y a cada uno de ellos (Figura 21A). La función K de Ripley indica que la distribución espacial de los lances del período 1979-2019 en este caladero se aparta del patrón al azar u homogéneo y sugiere un patrón agrupado (Figura 21B). El análisis de la densidad indica que el conglomerado más austral están constituido por más hotspots que se encuentran muy conectados (Figura 21C). El hotspot ubicado hacia noreste se sitúa en la desembocadura del Canal Beagle donde ocurre límite marítimo con Argentina y es truncado sugiriendo su extensión hacia la ZEE Argentina.

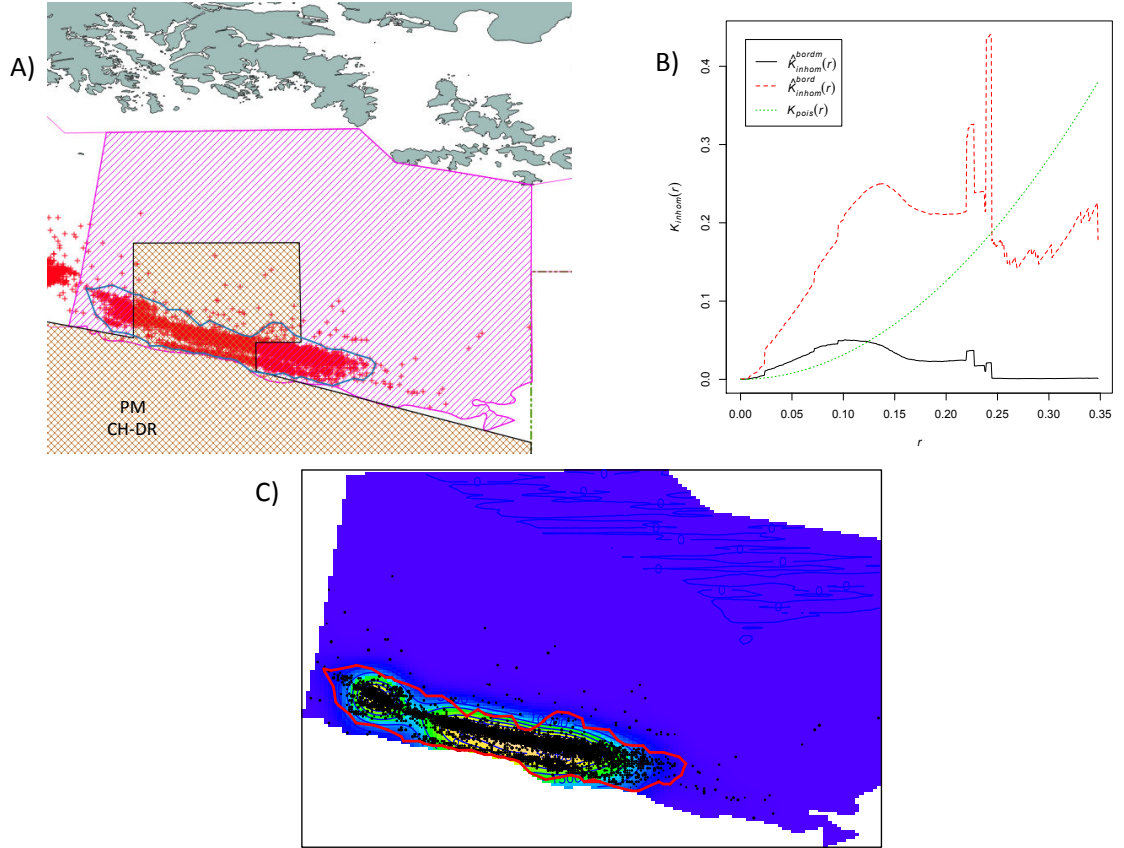


Figura 20. **A)** Area de pesca Diego Ramírez con la distribución espacial de lances con captura de merluza austral en su interior. También se muestra el polígono envolvente de color azul que separa los puntos que caracterizan al área de aquellos que son ruido y el área correspondiente al Parque Marino Cabo de Hornos-Diego Ramírez (PM CH-DR). **B)** Función K_{inhom} para testar el patrón de puntos observados en relación con el patrón teórico HPP en el caladero Diego Ramírez. Nomenclatura: $\hat{K}_{inhom}^{bord}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde, $\hat{K}_{inhom}^{bordm}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde modificado y $K_{pois}(r)$ es la $K(r)$ teórica de Poisson y, **C)** kernel de densidad.

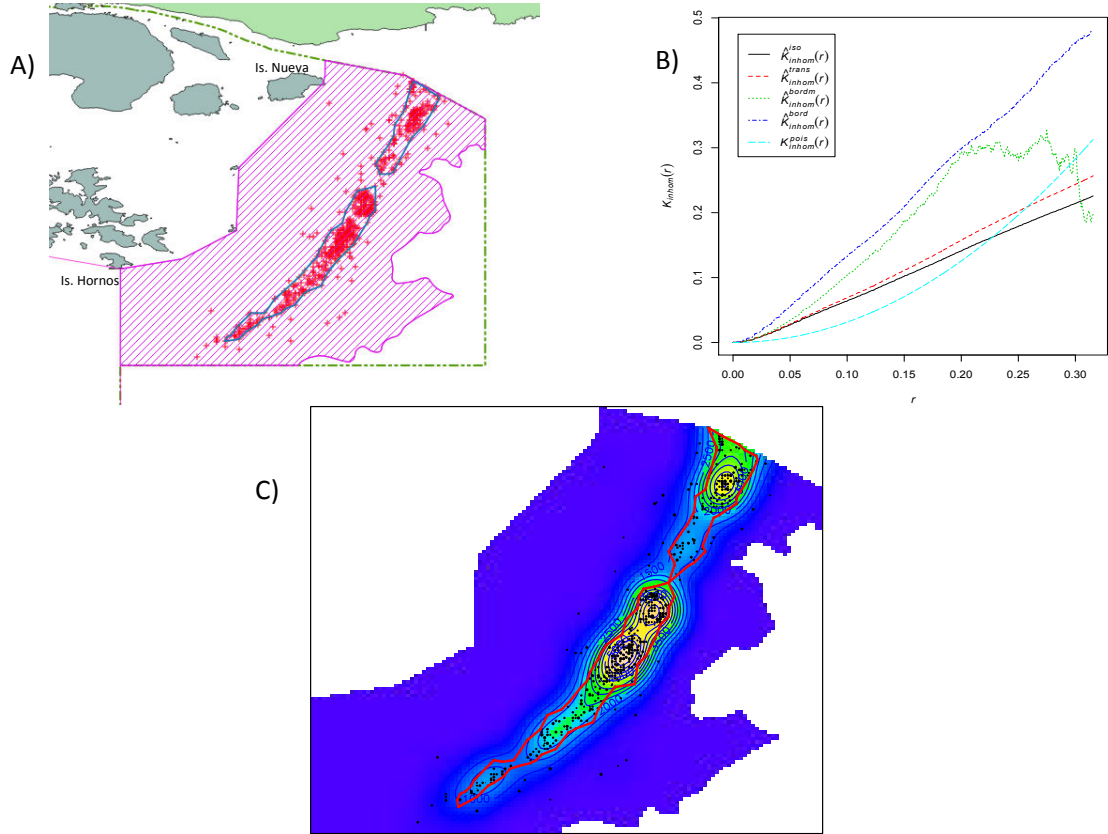


Figura 21. **A)** Area de pesca “Isla Nueva” con la distribución espacial de lances con captura de merluza austral en su interior. También se muestra el polígono envolvente de color azul que separa los puntos que caracterizan al caladero de aquellos que son ruido y el área del Parque Marino Cabo de Hornos-Diego Ramírez (PM CH-DR). **B)** Función K_{inhom} para testar el patrón de puntos observados en relación con el patrón teórico HPP en el caladero Isla Nueva. Nomenclatura: $\hat{K}_{inhom}^{bord}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde, $\hat{K}_{inhom}^{bordm}(r)$: estimado $K_{inhom}(r)$ corregido por el borde modificado y $K_{pois}(r)$ es la $K(r)$ teórica de Poisson y, **C)** kernel de densidad.

4. Discusión y conclusiones

El análisis espacial de las operaciones de pesca de la flota de arrastre con objetivo merluza austral revela un claro y determinante patrón espacial agrupado, consecuente con la distribución espacial y temporal de este recurso en la costa chilena. Las operaciones de pesca en la macroescala, es decir en el área de la pesquería no ocurren al azar ni distribuidas regularmente, sino que ocurren en determinadas áreas, las cuales constituyen unidades productivas, a las que hemos denominado “Áreas de pesca”. Nuestro análisis permitió diferenciar 17 áreas de pesca para merluza del sur, evidentemente con características particulares, por ejemplo su tamaño, su forma, el número de hotspots que la conforma, su asociación con alguna morfología de fondo marino entre otras, que permiten distinguirlas entre ellas.

Al norte de Golfo de Penas, estas áreas aparecen fuertemente asociadas a cañones submarinos y presentan formas más complejas, principalmente en el área de UPNE de la PDA. Al sur de Del Golfo de Penas las áreas de pesca siguen la conformación del talud continental, mas la presencia de otras estructuras morfológicas del fondo marino y costa como Montes submarinos se desconoce. Desde Golfo de Penas hasta la boca del Estrecho de Magallanes las áreas de pesca identificadas presentan predominantemente una forma más extensa en el sentido latitudinal, en cambio al sur del estrecho, preferentemente entre Isla Carlos y el límite marítimo con Argentina, las áreas de pesca presentan un claro alargamiento longitudinal.

El patrón espacial de puntos que generó estas áreas de pesca, también se replica al interior de estas, pues los lances o puntos en esta escala menor siguen presentado un patrón espacial agrupado, generando hotspots o focos que en algunos casos muestran cierta independencia y en otros no, debido a la existencia de una continuidad de lances o no entre ello. Esto necesariamente tiene que ver con el comportamiento de la merluza austral, la cual tiende a conformar agrupaciones que se mueven con distintas velocidades en alguna dirección o bien reuniéndose en determinados donde permanecen temporalmente. Los registros de acústica revelan este comportamiento que son consecuencia de preferencias de hábitat, alimentación, reproducción y escape de depredadores .

La metodología usada para reconocer los puntos relevantes que contribuyen a la conformación de conglomerados facilitó la generación de polígonos envolventes más ajustados sobre cada conjunto de lances al interior de las áreas de pesca. De esta manera se construyó una mejor aproximación a la forma y superficie de cada conglomerado. Los polígonos generados representan una referencia válida para analizar la dinámica temporal de indicadores de interés al interior y entre áreas de pesca.

La topografía del fondo marino en que ocurre la pesquería de arrastre de merluza austral, en sus variantes de fondo y media agua, está relacionado con el margen continental de Chile, el cual atendiendo a la tectónica de placas, se ha dividido en dos segmentos. El primero, entre Arica y la boca occidental del Estrecho de Magallanes, corresponde

a la porción continental de la placa de Sudamérica. Este margen enfrenta entre Arica por el norte y la Península de Taitao por el sur a la placa oceánica de Nazca. Desde la península de Taitao hasta la boca occidental del Estrecho de Magallanes, el margen continental enfrenta a la placa Antártica. El segundo segmento del margen chileno, se extiende desde el Estrecho de Magallanes hasta la latitud 57° 30'S, y corresponde a la porción continental de la placa de Scotia. Este segmento del margen también enfrenta a la placa Antártica (Díaz-Naveas, 2010).

Atendiendo a las extensiones horizontales y profundidades de la plataforma continental, talud continental, talud oceánico, elevación externa y planicie abisal, el margen continental de Chile se puede dividir en cuatro provincias morfológicas: Provincia Norte (18° 21'0" - 33° S), Provincia Centro-Sur (33° - 47° S), Provincia de la Patagonia Occidental (47° - 52° S) y Provincia de Magallanes (52° - 57°30'S).

Al norte del Golfo de Penas, concurren las áreas de pesca de Mocha norte, Mocha sur, Galera, Coronados, Chiloé, Guafo, Guambilín y Taitao, las cuales se ubican en Provincia morfológica Centro-Sur (33° - 47° S), la cual según Díaz - Naveas (2010) se caracteriza por presentar una plataforma continental bien desarrollada, con la presencia de una serie de cuencas sedimentarias y cañones submarinos que bajan hasta la fosa y que cortan un prisma de acreción presente en la totalidad de la provincia Centro-Sur. La fosa presenta rellenos sedimentarios progresivamente mayores hacia el sur, alcanzando espesores de más de 2.000 m. Esto provoca que la fosa deje de presentar el típico perfil transversal en forma de 'V' desde los 40° S hacia el sur el talud continental presenta un ancho variable alcanzando dos mínimos en los 38° S y en los 47° S. En general y manera clara todos estos caladeros se asocian o relacionan con los cañones submarinos presentes, presentando estructuras más complejas, con uno o más focos donde se aglutinan las operaciones de pesca acompañados de extensiones latitudinales y longitudinales.

Las áreas de pesca Raper, Fallos, Trinidad y D.Almagro, se ubican en la denominada Provincia de la Patagonia Occidental (47° - 52° S) la cual presenta los efectos de la subducción de la dorsal de Chile con el continente. En la zona norte de esta provincia se encuentra el Punto Triple de Taitao, el cual limita las placas de Nazca, de Sudamérica y Antártica. En torno del punto Triple el margen continental está acortado, reflejando la erosión producida por la dorsal en subducción. Inmediatamente al sureste se encuentra el Golfo de Penas, bajo el cual se encuentra la cuenca del mismo nombre. Esta cuenca corresponde a una depresión rodeada de fallas normales, lo cual evidencia su subsidencia, consecuencia de la colisión. Más al sur el margen continental contiene varias cuencas sedimentarias sobre la plataforma y un prisma de acreción cortado por cañones submarinos. La fosa por su parte se encuentra completamente rellena con sedimentos, y por ello carece del típico perfil en 'V' (Díaz - Naveas, 2010). Estas áreas de pesca presentan una estructura relativamente más simple que no se asocia con los cañones submarinos indicados Díaz - Naveas (2010) y prácticamente todos ellos se conforman sobre una estrecha franja que se orienta en el sentido latitudinal entre los 200 a 500 m.

En cambio, las áreas de pesca Evancar, Noir, Bahía Cook, D.Ramírez e Isla Nueva, ubicados al sur del Estrecho de Magallanes se disponen principalmente en sentido longitudinal, siguiendo la orientación el talud continental en esta zona. Estas áreas se ubican en la Provincia morfológica de Magallanes (52° - 57°30'S) que tiene como borde norte al Punto Triple, junto a la boca occidental del Estrecho de Magallanes, donde concurren las placas de Sudamérica, Antártica y de Scotia. La plataforma continental en esta provincia alcanza la máxima extensión de todo el margen chileno (unos 120 km), al sur del Cabo de Hornos. Las cuencas sobre el talud tienen un ancho que varía entre los 12 y 25 km, con un relleno sedimentario máximo de 3000 m de espesor. El prisma de acreción está bien desarrollado con una amplia terraza llamada "Terraza Fueguina", la cual se ubica a una profundidad promedio de 1.900 m con un ancho variable de entre 30 y 40 km (Díaz - Naveas, 2010). Finalmente, la fosa se encuentra a una profundidad promedio de 4.400 m y está rellena con sedimentos que alcanzan hasta los 2000 m. Cabe destacar que esta fosa no es la continuación de la fosa Perú-Chile, en el sentido que es el producto de la subducción de la placa Antártica bajo la placa de Scotia a diferencia de la anterior, producto de la subducción de la placa de Nazca bajo la placa de Sudamérica. La fosa también se encuentra en esta provincia completamente rellena con sedimentos, y por ello carece del típico perfil en 'V'. Las áreas de pesca Evancar, Isla Noir, Bahía Cook, Hornos - D.Ramírez e Isla Nueva, presentan una estructura relativamente más simple que se asocia al talud sobre una estrecha franja que se orienta en el sentido longitudinal entre los 200 a 500 m. La área de pesca Isla Nueva, tal como se mencionó anteriormente, se extiende más allá de la frontera con Argentina.

Las áreas de pesca planteadas derivan directamente de la operación pesquera y en este caso particular de la flota de arrastre, por lo cual tienen una orientación netamente productiva, a diferencia de otras divisiones que obedecen a objetivos ecológicos, como las provincias geográficas, o las áreas FAO que cumplen a criterios estadísticos, o las áreas usadas por SERNAPESCA, cuya orientación es netamente de control y estadística. La zonificación planteada, derivada desde un criterio estadístico, constituye un paso en la búsqueda de unidades espaciales con sentido productivo, los "caladeros". Si bien las áreas de pesca planteadas se ajustan bastante a la definición de caladero de la legislación chilena, aún falta contrastarlas con los usuarios, los que en definitiva le otorgan sentido y validez.

Referencias

- Baddeley A. & R. Turner. 2005. Modeling spatial point patterns in R. In: A. Baddeley, P. Gregori, J. Mateu, R. Stoica, and D. Stoyan, editors, Case Studies in Spatial Point Pattern Modeling, Lecture Notes in Statistics number 185. Pages 23-74. Springer-Verlag, New York, 2006. ISBN: 0-387-28311-0.

- Byers, S. & A.E. Raftery. 1998. Nearest-neighbour clutter removal for estimating features in spatial point processes. *Journal of the American Statistical Association* 93, 577-584.
- Díaz - Naveas J. 2010. Batimetría del margen continental chileno, Capítulo 4, Sección 4.1, en: Díaz - Naveas, J. & J. Frutos (eds). 2010. Geología Marina de Chile. Comité Oceanográfico Nacional de Chile - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso - Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile. 115 pp.
- Rodrigo C. 2010. Cañones submarinos en el margen continental chileno, Capítulo 4, Sección 4.2, en: Díaz - Naveas, J. & J. Frutos (eds). 2010. Geología Marina de Chile. Comité Oceanográfico Nacional de Chile - Pontificia Universidad Católica de Valparaíso - Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile. 115 pp.