

RELACION DE LA DISTRIBUCION DE FORAMINIFEROS CON
ALGUNOS PARAMETROS OCEANOGRAFICOS DE LA PARTE CENTRAL
DEL GOLFO DE CALIFORNIA.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

O C E A N O L O G O

P R E S E N T A

MARIA ELENA HERNANDEZ FLORES.

Ensenada, Baja California 1981

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

DE QUIEN SIEMPRE HE RECIBIDO COMPRENSION
Y CARINO.

A ARTURO

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fué elaborado en el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE).

Mi reconocimiento y gratitud al Dr. Adolfo Molina-Cruz quién hizo posible que este trabajo se realizara. Además de haber fungido como director de este trabajo de tesis.

Agradezco al OCEAN. Luis Fok y a la P.D. Celia Gonzalez Meza su valiosa ayuda en la computación de los datos, al P.D. Arturo Lelevier por su crítica positiva en la preparación final de este escrito.

A las personas que de una forma u otra me brindaron su ayuda.

Tabla de Contenido

1	INTRODUCCION.....	1
1.1	Antecedentes.....	4
1.2	Objetivo.....	6
2	DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....	7
2.1	Morfología y Aspectos Generales.....	7
2.2	Clima y Oceanografía.....	8
2.3	Batimetría y Sedimentos.....	14
3	ASPECTOS ECOLOGICOS DE LOS FORAMINIFEROS.....	20
4	MATERIALES Y PROCESAMIENTO.....	25
4.1	Materiales.....	25
4.2	Procesamiento.....	26
5	RESULTADOS.....	31
6	DISCUSION.....	41
7	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
8	BIBLIOGRAFIA.....	51
	APENDICE A. Cuadro Taxónomico de Referencia.....	61
	APENDICE B. TABLAS.....	65
	APENDICE C. FIGURAS.....	68

LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1a. Localización del área estudiada.
- Fig. 1b. Localización de las estaciones.
- Fig. 2. Distribución de Bolivina pacifica en la parte central del Golfo de California. Los números que se encuentran sobre los contornos son las abundancias relativas (porcentajes) de las especies y los que se encuentran dentro o fuera de los contornos son la profundidad (m) de la estación.
- Fig. 3. Distribución (abundancia relativa) de Bolivina subadvena en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 4. Distribución (abundancia relativa) de Bolivina spissa en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 5. Distribución (abundancia relativa) de Bolivina interjuncta en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 6. Distribución (abundancia relativa) de Bulimina inflata en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 7. Distribución (abundancia relativa) de Bulimina exilis tenuata en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 8. Distribución (abundancia relativa) de Buliminella sp. en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 9. Distribución (abundancia relativa) de Epistominella cf. E. sandiegoensis en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 10. Distribución (abundancia relativa) de Epistominella smithi en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 11. Distribución (abundancia relativa) de Cassidulina delicata en la parte central del Golfo de California.

- Fig. 12. Distribución (abundancia relativa) de Cassidulina cushmani en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 13. Distribución (abundancia relativa) de Cassidulinoides cornuta en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 14. Distribución (abundancia relativa) de Globobulimina pacifica en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 15. Distribución (abundancia relativa) de Oridorsalis tener en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 16. Distribución (abundancia relativa) de Loxostomum pseudobeurichi en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 17. Distribución (abundancia relativa) de Uvigerina sp. en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 18. Distribución (abundancia relativa) de Uvigerina peregrina en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 19. Distribución (abundancia relativa) de Bolivina interjuncta bicostata en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 20. Distribución (abundancia relativa) de Epistominella sp. en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 21. Distribución (abundancia relativa) de Loxostomum sp. en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 22. Distribución (abundancia relativa) de Bucella tenerrima en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 23. Distribución (abundancia relativa) de Uvigerina excellens en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 24. Distribución (abundancia relativa) de Cassidulina auka en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 25. Distribución (abundancia relativa) de Cassidulina

subcalifornica en la parte central del Golfo de California.

- Fig. 26. Distribución (abundancia relativa) de Fisurina orbignyana var. en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 27. Distribución (abundancia relativa) de Hanzawaia bertheloti en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 28. Distribución (abundancia relativa) de Cibicides mckannai en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 29. Distribución (abundancia relativa) de Globigerinoides ruber en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 30. Distribución (abundancia relativa) de Globigerina pachyderma en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 31. Distribución (abundancia relativa) de Globoquadrina dutertrei en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 32. Distribución (abundancia relativa) de Globigerina bulloides en la parte central del Golfo de California.
- Fig. 33. Distribución de abundancias relativas de foraminíferos planctónicos por número de clásticos.
- Fig. 34. Distribución de abundancias relativas de foraminíferos bentónicos por número de clásticos.

1 INTRODUCCION

Los estudios paleoecológicos no solo dan soluciones a problemas básicos paleontológicos, tal como la evolución de ciertos grupos particulares de organismos, sino que también pueden proporcionar una base y una aproximación del pasado de los océanos y del clima.

Muchas interpretaciones paleoecológicas se basan ampliamente en el conocimiento de modelos actuales de sedimentación, de ciclos químicos, de circulación, de la dinámica de las masas de agua del océano, y de la relación de estos conocimientos con los organismos (Boersma, 1978)

La acumulación de los sedimentos biógenos en el océano provee un "registro" de las variables físicas, químicas y biológicas, que se presentan a lo largo de la columna de agua (Boersma, 1978).

Los foraminíferos desempeñan un papel importante en los estudios paleo-oceanográficos debido a que tienen una distribución batimétrica y geográfica amplia, y a que sus características biológicas son especiales. Estos organismos construyen una teca que puede ser usada para distinguir una especie de otra. La forma de este "caparazón" varía según el ambiente ecológico en el que se desarrollan, por lo que

pueden ser utilizados para elaborar interpretaciones climáticas o paleontológicas (Boltovskoy, 1965).

Existen un gran numero de factores abióticos que influyen sobre la actividad de estos organismos, por consiguiente condicionando su distribución. Algunos de estos factores son : temperatura, salinidad, profundidad, luz, turbidez, oxígeno disuelto, pH, etc., (Boltovskoy, 1965).

* Los foraminíferos son especialmente utiles en la sedimentología marina debido a que estos viven en casi todos los ambientes marinos y son fácilmente preservables. Los foraminíferos contienen poblaciones plactónicas y bentónicas y por lo tanto reflejan condiciones ambientales en ambos habitats (Phleger, 1964a).

Estos pertenecen al Phylum Protozoa, clase Sarcodina, y subclase Rizopoda. Los primeros foraminíferos aparecieron en el bentos durante el Precámbrico. Después en el Triásico, algunos de ellos se adaptaron a la vida pelágica (Twenhofel y Shrock, 1935).

Los foraminíferos se distinguen de otros Sarcodinos por la posesión de tecas mineralizadas, aunque hay algunos foraminíferos que no construyen tecas sino que se cubren con

partículas de material orgánico (Boersma, 1978).

1.1 Antecedentes.

Dentro del Golfo de California han sido pocos los trabajos micropaleontológicos que han utilizado foraminíferos planctónicos y/o bentónicos. Entre estos podemos citar el de Bandy (1961), quién señaló que la máxima diversidad de especies y el máximo número foraminiferal ocurre en la plataforma exterior y en la pendiente superior; así mismo, el indicó que los foraminíferos planctónicos y bentónicos son más abundantes que las diatomeas y radiolarios en los sedimentos de la plataforma continental y en la zona batial superior; que los radiolarios y diatomeas son más abundantes en los sedimentos del fondo de las cuencas; y que los radiolarios son relativamente más abundantes que las diatomeas y foraminíferos en las cuencas más profundas en el extremo sur del Golfo. También, este autor establece 17 faunas o biofacies, basándose en la profundidad a la que se encontraron las especies. Una de las biofacies es característica de condiciones eurihalinas, otra es característica de la zona de entre mareas, y las 15 restantes son biofacies profundas.

Phleger (1964b) realizó un estudio en donde describe cualitativamente la distribución de los foraminíferos bentónicos vivos más comunes en el Golfo de California

relacionando tal distribución con el medio ambiente. El encontró una gran abundancia de foraminíferos bentónicos cerca de las bocas de los rios Hardy y Fuerte, en aguas someras, señalando que esto puede deberse a la influencia del aporte de tales rios. También estableció 11 zonas batimétricas, basándose en los límites profundos y someros de especímenes vivos.

Bradshaw (1959), estudió los foraminíferos planctónicos vivos del Pacífico Norte y Ecuatorial, comprendiendo la costa oeste del Golfo de California, desde Bahía Concepción hasta Cabo San Lucas. El describió la distribución y abundancia de cada especie encontrada. En casi todas sus muestras encontró que la concentración del total de los foraminíferos muestra el mismo patrón que la distribución de fosfato inorgánico.

Parker (1973), cuyo único propósito fue registrar la ocurrencia de foraminíferos planctónicos vivos, encontró que las especies pequeñas y los especímenes juveniles son más abundantes que las especies grandes y que los especímenes adultos. En la parte Norte, las especies que encontró con más frecuencia fueron Globigerina bulloides, Globoquadrina dutertrei, y en la parte baja del Golfo las especies relativamente más abundantes fueron: Globigerinoides sacculifer, Globigerinoides conglobatus,

Globigerinella siphonifera y Globorotalia anfracta. La mayoría de las especies que encuentro son tropicales o semitropicales.

1.2 Objetivo

La finalidad de este trabajo es delinear la distribución geográfica de los foraminíferos planctónicos y bentónicos de la parte central (fig.1a) del Golfo de California (Lat 26 11'N, Long 111 16'W a la Lat 28 39'N, Long 113 02'W) y establecer la posible relación existente entre esta distribución y algunos factores abióticos presentes en esa área, tales como temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y profundidad.

2 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

2.1 Morfología y Aspectos Generales.

El presente trabajo se enfoca en la parte central del Golfo de California (fig. 1a y b) sin embargo tratando de conocer la influencia que tienen las regiones adyacentes a el área de este estudio, en este capitulo se considerará a todo el Golfo de California.

El Golfo de California se encuentra al noroeste de México, tiene aproximadamente 1500 Km de largo y una anchura promedio de 150 Km. Limita al oeste con la montañosa península de Baja California y al este con la planicie sedimentaria de Sonora y Sinaloa. En general el área peninsular consiste de rocas graníticas Mesozoicas en el norte y cerca del extremo sur, y de rocas sedimentarias y volcánicas del Mioceno, de la formación Comondu, en la parte central (Beal, 1948; Calvert, 1966).

Los sedimentos cuaternarios de la planicie costera oriental limitan con las rocas intrusivas Mesozoicas, volcánicas Cenozoicas y sedimentarias de la sierra Madre Occidental en Sonora y Sinaloa (Anderson, 1950; Calvert,

1966).

El Golfo presenta una serie de cuencas , separadas una de otra por cordilleras transversales' (Shepard, 1950). La mayoría de estas cuencas son profundas y tienen comunicación abierta con el océano Pacífico; a excepción de la de Sal si Puedes (Roden, 1964).

La plataforma continental del Golfo varia en anchura, desde 5 hasta 50 Km., a lo largo de la parte oriental, encontrándose aproximadamente a 110 m de profundidad del margen. La pendiente oriental es suave, plana y deposicional. A lo largo de la parte occidental practicamente no existe plataforma continental, presentándose solo en algunos lugares aislados en forma angosta. Esta, generalmente, presenta un abrupto declive a una profundidad aproximada de 100 m (Van Andel, 1966).

2.2 Clima y Oceanografía.

La mayor parte del Golfo y zonas contiguas son áridas . El clima del Golfo difiere con el del océano Pacífico en lugares de igual latitud, porque la cadena montañosa de la península de Baja California actua como un moderador. En invierno la temperatura del aire

decrece hacia el interior del Golfo y hay poca diferencia de temperatura del aire entre las costas este y oeste de la península de Baja California. En verano, la temperatura del aire aumenta hacia el interior del Golfo y la diferencia de temperatura del aire entre las costas este y oeste de la península es grande excediendo algunas veces los 10 grados (Roden, 1964).

La precipitación en el Golfo es mas abundante en el lado este que en el oeste. La parte norte es seca, con precipitaciones pluviales anuales menores de 10 cm. En la costa sureste las lluvias aumentan hasta cerca de 100 cm/año. El promedio anual de evaporación esta entre los 200 y 250 cm/año, el mínimo ocurre en invierno y el máximo en verano. Los vientos son muy variables. Cerca de la costa prevalece el sistema de brisas marinas y terrestres. Las brisas marinas alcanzan velocidades de hasta 5 m/seg, mientras que las brisas terrestres son muy débiles y raramente alcanzan velocidades de 2 m/seg. En la zona del canal de Ballenas se producen vientos muy fuertes (Roden y Groves, 1959; Roden, 1964).

La circulación del Golfo ha sido poco estudiada y aun no esta bien definida, habiendose hecho la mayor parte de los estudios en la "boca" (Alvarez Sanchez, Wyatt y Stevenson, 1978a, 1978b).

Roden (1964) en base a observaciones obtenidas de la deriva de barcos, indica que el flujo es hacia el sureste en invierno y primavera, y al noroeste en verano y otoño. Parece ser que el agua sale del Golfo por la costa oeste en los meses de primavera (Roden y Groves, 1959).

Rosas Cota (1976), basándose en el análisis de cartas de topografía dinámica y tomando el nivel de referencia de 500 db, hizo una descripción de la circulación superficial y de la circulación a 200 m, encontrando que estas son semejantes pero de menor intensidad a 200 m. Observo que en invierno la circulación es predominantemente hacia el sureste, cuando los vientos soplan del noroeste y paralelos a la costa este del Golfo. Estos vientos alejan las aguas superficiales de la costa este y las arrastran hacia la costa de Baja California; posteriormente, las capas inferiores mas densas reemplazan a las capas superficiales menos densas, produciendose surgencias en el lado este del Golfo. En verano las corrientes van hacia el noroeste, desde la boca hasta la latitud 28 N, y cuando los vientos soplan del sureste se repite el mecanismo de surgencia, pero en la costa oeste.

En primavera las salinidades superficiales son mas altas en la costa de Baja California y en verano las más

altas aparecen en la parte media del Golfo. Las salinidades en la parte norte del Golfo son mayores que 35 o/oo (Roden, 1964).

En la superficie la cantidad de oxígeno disuelto disminuye de 5.5 ml/l en primavera a cerca de 4.5 ml/l en verano. Esta disminución se produce debido al aumento de temperatura (Roden, 1964).

La profundidad promedio de la parte norte del Golfo es bastante somera, aproximadamente de 200 m, con excepción del canal de Ballenas el cual se encuentra aislado de la parte sur abajo de los 250 m (profundidad del umbral). La topografía de este canal es muy irregular, presentando profundidades de más de 1500 m. La temperatura superficial en la región del Canal de Ballenas es generalmente más baja que en cualquier otra parte del Golfo. Abajo de los 250 m de profundidad, se presentan valores altos de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y nutrientes en relación a la misma profundidad en otra parte del Golfo. Esto se debe a las fuertes corrientes de marea, las cuales producen mezcla, ocasionando una homogenización de la columna de agua (Roden, 1964, Gaxiola C., Alvarez B. y Schwartzlose, 1978).

La parte central del Golfo es más profunda y está en comunicación abierta con el océano Pacífico. En invierno, las líneas de igual temperatura, salinidad y concentración de oxígeno disuelto ascienden hacia la costa este, probablemente debido a las surgencias que prevalecen en esta época del año (Roden, 1964). En esta región se presenta un mínimo de oxígeno de 0.1-0.5 ml/l entre los 300 y 1400 m de profundidad (Calvert, 1964).

En la región central, abajo de la termoclina, el agua es muy similar en salinidad y temperatura a la del Pacífico Tropical. El Agua subsuperficial subtropical se extiende desde la base de la termoclina hasta los 400 m, teniendo un máximo de salinidad de cerca de 34.80 o/oo. El agua Intermedia del Antártico, se encuentra a una profundidad de 400 a 1200 m y se caracteriza por un profundo mínimo de salinidad de cerca de 34.50 o/oo. Debajo de esta masa de agua se encuentra el Agua Profunda del océano Pacífico, con un aumento en la salinidad de 34.68 o/oo (Alvarez Borrego, en prensa; Alvarez B. y Schwartzlose, 1979).

En la parte sur del Golfo la profundidad es grande, excediendo frecuentemente los 3000 m. Esta región está caracterizada por una termoclina bien desarrollada, que se presenta aproximadamente a una profundidad de entre 15

y 45 m durante casi todo el año. En los 200 m superiores, la distribución de salinidad, oxígeno y nutrientes es complicada porque tres masas de agua diferentes se mezclan en la entrada del Golfo. Estas son : El agua fría y de baja salinidad de la corriente de California ($<22^{\circ}\text{C}$; <34.60 o/oo), el agua caliente del Pacífico subtropical ($<25^{\circ}\text{C}$; $<34.65-34.90$ o/oo), y el agua del Golfo de California ($>25^{\circ}\text{C}$; >34.90 o/oo) (Roden y Groves, 1959; Griffiths, 1968; Stevenson, 1970).

Superficialmente, en casi todo el Golfo, el promedio de oxígeno disuelto es de 4-6 ml/l, pero en algunos lugares alcanza concentraciones de 9 ml/l, debido a la intensa actividad fotosintética del fitoplancton. Un mínimo de oxígeno en la columna hidrográfica es común en los océanos, pero raramente en el extremo con que ocurre en el Golfo, donde los valores bajos (0.1-1.5 ml/l) los cuales se presentan en un rango de profundidad de 150-900 m., son causados por oxidación de la gran cantidad de materia orgánica que cae a través de la columna de agua (Byrne y Emery, 1960).

Hay una tendencia en la concentración de nutrientes superficiales de incrementar sus valores de la boca del Golfo hasta la región de la Isla Angel de la Guarda, volviendo a decrecer a través de la parte norte del Golfo

(Alvarez Borrego, et al, 1978).

2.3 Batimetría y Sedimentos.

El Golfo de California ha sido dividido para su estudio en tres provincias morfológicas: parte norte, parte central y parte sur. La parte norte del Golfo, entre el delta del río Colorado y las islas Tiburón y Angel de la Guarda, no exhibe rasgos tan pronunciados de fallas como el resto del Golfo, su estructura rocosa ha sido enmascarada por el sedimento. En esta área se encuentran dos cuencas profundas, paralelas al Golfo: Sal si Puedes y Delfin. En la parte central y Sur del Golfo se encuentran cuatro cuencas profundas, elongadas y subparalelas al eje del Golfo; estas cuencas son las de Guaymas, Carmen, Farallón y Pescadero (Rusnak y Fisher, 1964; Rusnak, Fisher y Shepard, 1964).

Los sedimentos del Golfo de California han sido estudiados ampliamente por Ravelle (1950), Byrne y Emery (1960), Van Andel (1964) y Calvert (1964, 1966).

Los resultados de estos autores, indican que el "caracter" de la distribución de los sedimentos del Golfo esta controlado principalmente por la naturaleza de las

provincias que bordean el Golfo. Las fuentes de sedimentos están irregularmente distribuidas. Gran parte de las áreas que rodean al Golfo son muy áridas, principalmente en el margen occidental.

La fuente principal de sedimentos en la parte norte del Golfo es el río Colorado, y pequeñas fuentes laterales estacionales. Los sedimentos de esta área son principalmente arenosos y se extienden, hacia el sur aproximadamente a 200m de profundidad, hasta las cuencas Tiburón y Sal si Puedes (Byrne y Emery, 1960).

En la parte central y sur del Golfo, las arenas se presentan únicamente a lo largo de los márgenes. La zona arenosa es angosta y calcárea a lo largo de la parte oeste y amplia y predominantemente terrígena a lo largo del margen este (Van Andel, 1964).

En general, las arenas están restringidas a profundidades de plataforma continental, excepto para el área al sur de la Isla Tiburón donde se encuentran a mayor profundidad.

Los sedimentos de la plataforma oriental y occidental del Golfo central y sur son marcadamente diferentes. La angosta plataforma occidental esta

cubierta con arena gruesa muy calcárea y los depósitos cambian bruscamente en el borde de la plataforma a arcillas limosas calcáreas. Estos sedimentos están ausentes en la plataforma oriental excepto en algunos lugares donde la costa es montañosa y la plataforma es rocosa y angosta. Los depósitos de la plataforma oriental son también arenosos, pero las arenas son finas y no muy calcáreas (Byrne y Emery, 1960; Van Andel, 1964).

Los sedimentos biogénicos del Golfo están principalmente compuestos de sílice, carbonato de calcio y materia orgánica (Van Andel, 1964).

El carbonato foraminiferal es un constituyente importante de los depósitos de algunas de las arenas de agua profunda y de depósitos de talud de la parte central peninsular. Las arcillas limosas, altamente calcáreas, ocurren a lo largo de la pendiente oeste, desde la cuenca Sal si Puedes hasta Cabo San Lucas, principalmente, hacia el sur de la península (Calvert, 1966).

Las principales áreas de sedimentos calcáreos parecen ser el resultado de un restringido suministro de material terrígeno; es decir no hay dilución de material calcáreo por material terrígeno (Van Andel, 1964).

Muchos sedimentos del Golfo, principalmente en las áreas central y sur, contienen cantidades apreciables de opalo, en forma de exoesqueletos de radiolarios y frustulas de diatomeas. Aparentemente una gran parte del opalo consiste de diatomeas muy pequeñas (Calvert, 1964).

El sílice biogénico grueso está concentrado principalmente en las pendientes sur y central y es escaso o ausente en el fondo de las cuencas, a excepción de la de Sal si Puedes y San Pedro Mártir. Las cantidades de opalo son mayores en la pendiente oeste que en la pendiente este, seguramente debido a que la dilución por material terrígeno es mayor en la costa oriental que en la occidental. Al sur de la latitud 26 N, el sílice proviene casi exclusivamente de los radiolarios, mientras que al norte de dicho paralelo este es predominantemente diatomáceo (Van Andel, 1964).

Los porcentajes de radiolarios son altos fuera del Golfo y disminuyen de el Pacífico hacia el interior del Golfo. En general, los radiolarios forman menos del 1% por peso de los sedimentos del Golfo (Van Andel, 1964; Calvert, 1966).

Las diatomeas son cuantitativamente, mucho más importantes que los radiolarios y pueden llegar a ser más

del 50% de los sedimentos del Golfo central. En la parte occidental, los depósitos diatomáceos son continuos entre el norte del Golfo y Bahía de La Paz. En la parte oriental los porcentajes son más bajos que en la occidental, debido a la dilución por sedimentos de origen terrígeno.

La materia orgánica parece estar concentrada en la pendiente de la parte sur del Golfo. Estos probablemente representan una preservación preferencial en aquellas áreas donde el fondo del Golfo se intersecta con el mínimo de oxígeno en la columna de agua (Van Andel, 1964; Calvert, 1966).

La glauconita es un constituyente común de los sedimentos del Golfo. El área más grande de sedimentos glauconíticos ocurre en el norte del Golfo a profundidades intermedias, en una zona la cual es en su mayor parte no-depositacional. Este mineral esta completamente ausente, o se presenta en valores bajos donde la depositación es moderadamente rápida (Van Andel, 1963).

La preservación de estructuras primarias depende de una alta proporción de depositación y/o de una ausencia de vida bentónica. Un tipo interesante de estructura

primaria está representada por sedimentos laminados, (varves), los que son generalmente diatomáceos. Estos ocurren en la parte central del Golfo (Calvert, 1964; Calvert, 1966).

En la parte sur, la producción de sílice biógeno es mucho más baja con respecto al suministro de sedimentos terrígenos, y los limos y arcillas predominan en las pendientes y en las cuencas (Van Andel, 1964).

En el Golfo, a profundidades intermedias (300-1400m), la columna hidrográfica muestra un pronunciado mínimo de oxígeno. En lugares donde este mínimo de oxígeno incide sobre el piso oceánico, existe una reducida descomposición de materia orgánica y una mínima actividad de organismos bentónicos (Calvert, 1964).

La más alta razón de sedimentación se presenta en la cuenca de Quaymas y en la parte nor-central del Golfo, donde existe una alta razón de producción de diatomeas y un alto suministro terrígeno efectuado por el río Yaqui (Van Andel, 1964).

3 ASPECTOS ECOLOGICOS DE LOS FORAMINIFEROS

Los datos ecológicos sobre los foraminíferos recientes se pueden aplicar para inferir conclusiones al investigar los foraminíferos fósiles.

Los foraminíferos planctónicos y bentónicos son utilizados como faunas indicadoras de un ambiente particular, ya que la distribución de estos organismos como la de todo el plancton, esta sujeta a las variables físicas, químicas y bióticas que prevalecen en el océano (Boltovskoy, 1965).

La temperatura es uno de los factores físicos mas importantes que afecta las actividades vitales de los foraminíferos. Ya que cada especie sobrevive, crece y se reproduce en un determinado rango térmico. Por lo tanto, la temperatura condiciona la distribución horizontal y vertical de los foraminíferos bentónicos y planctónicos. La temperatura afecta tambien en la morfología de la teca del organismo, jugando un papel importante en la formación de variedades. Se han encontrado las mismas especies en masas de agua con diferentes propiedades, pero estas especies muestran grandes diferencias en su forma. Parece ser que la temperatura tambien afecta el sentido de dirección del enrollamiento y al tamaño de la teca de los foraminíferos

(Boltovskoy, 1962).

La profundidad es uno de los factores físicos limitantes mas complejos de determinar, pues a medida que esta varia, otros factores como son la luz, temperatura, oxígeno, etc., se modifican. Este factor ha sido poco estudiado y su importancia radica principalmente en los cambios de presión. Esta afecta a los foraminíferos de una manera indirecta, mediante su efecto en la velocidad de las reacciones en el agua de mar y en la solubilidad de gases, principalmente CO₂, el cual es necesario en la formación de carbonato de calcio (Boersma, 1978). La composición química de la teca varia con la profundidad. Las distintas especies se diferencian por su relación con las distintas profundidades. Los foraminíferos calcáreos son mas sensibles a los factores abióticos que los aglutinados (Twenhofel y Shrock, 1935).

La iluminación, les afecta indirectamente, ya que de la intensidad de luz depende el desarrollo del fitoplancton que es uno de los principales alimentos de los foraminíferos. Además, de este factor depende la actividad fotosintética de las algas simbióticas (zooxantelas) que viven con ellas. La influencia directa de la luz no es muy conocida hasta hoy día (Johnson, 1957; Boltovskoy, 1965).

La turbidez actua en forma diferente en los foraminíferos planctónicos y bentónicos. Este factor disminuye la población planctónica y a veces los lleva a su desaparición total, debido a que impide la penetración de luz, disminuyendo la actividad de los organismos fotosintéticos. Los foraminíferos vivos planctónicos disminuyen abajo de los 200m de profundidad. La turbidez del agua y la sedimentación intensa influyen sobre las especies bentónicas, ocasionando la disminución de las especies calcáreas. Los foraminíferos aglutinados al parecer no son tan sensibles al material en suspensión (Boltovskoy, 1965).

El sistema de corrientes afecta directamente la distribución geográfica de los foraminíferos, e indirectamente actua sobre la morfología de la teca (Boltovskoy, 1962). Los foraminíferos bentónicos pueden trasladarse valiéndose del movimiento de sus pseudopodos, pero no todas las especies tienen esta posibilidad o sus movimientos son insignificantes. En este caso, su distribución esta relacionada a objetos transportados por las corrientes, como son algunas algas. En cuanto a la distribución horizontal de las especies planctónicas, esta se debe directamente a las corrientes. Algunos foraminíferos bentónicos pequeños pueden ser transportados hacia la superficie mediante corrientes convectivas

verticales. Las corrientes de fondo también influyen en la distribución de organismos vivos, pero afectan más la distribución de las tecas vacías de foraminíferos (tanatocenosis) (Boltovskoy, 1965).

La salinidad al igual que la temperatura, condiciona las actividades biológicas de los foraminíferos; es decir, cada especie tiene su rango de salinidad crítica y óptima. La salinidad condiciona principalmente la distribución horizontal de estos organismos. En general, en los foraminíferos bentónicos se encuentran las especies eurihalinas; los planctónicos son casi todos estenohalinos (Johnson, 1957).

Existe una relación entre la fauna de los foraminíferos bentónicos y el sustrato. Hay algunas especies que están limitados a vivir sobre un sustrato determinado, pero la mayoría se adaptan sin dificultad a diferentes sustratos; por ejemplo: las especies aglutinadas cambian el aspecto de sus paredes según el tipo de sedimento en el cual viven (Boltovskoy, 1965).

El pH tiene importancia como factor ecológico en la vida de los foraminíferos, pero en pocos lugares alcanza valores fuera de lo normal como para afectar a estos. Por lo que se considera como factor local que probablemente

influye mas en la disolución de tecas de foraminíferos muertos que en las formas vivas (Boltovskoy, 1965).

El oxígeno influye de diferente manera en las diversas especies de estos organismos. Algunos necesitan mucho oxígeno, mientras que otros pueden sobrevivir con cantidades muy limitadas. En el caso de que la población de foraminíferos dependa directamente de la cantidad de oxígeno disuelto, la ausencia de este elemento los puede llevar a la disminución cuantitativa y puede provocar el fenómeno de enanismo. Se sospecha que la distribución de algunos géneros bentónicos, como son: *Bulimina*, *Bolivina* y *Uvigerina*, se debe al bajo contenido de oxígeno y no al contenido de nutrientes (Boersma, 1978).

Los nutrientes afectan indirectamente a la distribución de los foraminíferos, ya que estos nutrientes determinan la productividad del mar y los foraminíferos se alimentan en gran parte del fitoplancton.

El carbonato de calcio influye directamente sobre los foraminíferos calcáreos, ya que estos lo toman del agua para construir su teca. También algunos foraminíferos aglutinados lo utilizan como material cementante (Boltovskoy, 1965).

4 MATERIALES Y PROCESAMIENTO

4.1 Materiales

En la elaboración del presente trabajo se utilizo el siguiente material:

- 1) 41 muestras de sedimentos de la parte Central del Golfo de California.
- 2) Microseparador "Otto"
- 3) "Portaforaminiferos"
- 4) Tamices de 125 y 420 micras
- 5) Cubeta de extracción
- 6) Agua destilada
- 7) Microscopio estereoscópico
- 8) "Contador"
- 9) Computadora PRIME 400 de Centro de Cálculo del CICESE.
- 10) Pinceles

4.2 Procesamiento

Este trabajo se realizó con muestras de 41 estaciones de la parte Central del Golfo de California (Tabla I, fig. 1b).

Estas muestras fueron tomadas con un nucleador de pistón, durante el crucero que efectuó el barco de investigación H.M. Smith en el Golfo de California en 1961, y fueron donadas al CICESE por la Institución Scripps de Oceanografía.

Para el análisis de este trabajo se utilizaron 41 muestras (una sola muestra de cada una de las 41 estaciones). El método que se siguió para la limpieza de las muestras fue el siguiente:

De cada muestra se tomó una pequeña porción de aproximadamente 1cm (Molina Cruz, comunicación personal). Estas se colocaron en pequeños recipientes con agua destilada, para que el sedimento se disgregara, por un tiempo relativamente corto (aproximadamente 24 horas). Posteriormente, cada muestra se vertió separadamente a través de los tamices de 420 y 125 micras, se utilizó el tamiz de 420 micras para separar las partículas más grandes y que no se necesitaban para este análisis, y que

no se mezclaran con las partículas más finas, lavándolas con agua destilada y removiéndola muy ligeramente con un pincel suave, para no dañar las tecas de los foraminíferos contenidos en dicha muestra.

Cuando los foraminíferos quedaron limpios, se secaron y se pasaron a un frasco etiquetado con los datos de la muestra, quedando listas para su posterior análisis en el microscopio estereoscópico.

Cada muestra se dividió en dos partes iguales por medio de un microseparador "Otto", tomándose una de estas para su análisis cualitativo y cuantitativo (Molina Cruz, comunicación personal).

Como primer paso del análisis se procedió a la identificación de las especies contenidas en las muestras y se elaboró un cuadro taxonómico (Apendice A). Después se contaron el número de especímenes de cada especie por muestra.

La identificación de las especies fue hecha en base a las clasificaciones propuestas por Cushman (1969), Phleger (1964b), Bandy (1961), Parker (1962), Uchio (1960), y Walton (1955). Con el mismo propósito se compararon placas de este estudio con placas provenientes

de la colección personal del Dr. Phleger, de la Institucion Scripps de Oceanografia (La Jolla, Ca. U. S. A.).

En cada muestra se contaron más de 300 especímenes, aunque en algunas muestras la cantidad de especímenes presentes fue mucho menor.

Se obtuvo la abundancia relativa (porcentajes) de cada especie contenida en el cuadro taxonómico en cada una de las 41 estaciones (Tabla II). Dicho porcentaje se obtuvo tomando como el 100 % al total de foraminíferos planctónicos y bentónicos presentes en cada estación.

Ha sido considerado que, cuando se delinearán distribuciones de organismos bentónicos no es recomendable interrelacionar los datos de organismos planctónicos. Sin embargo, observando que los foraminíferos planctónicos (fig. 33) son muy escasos con relación a los bentónicos (fig. 34) fue posible considerar que el valor de los porcentajes obtenidos son confiables.

Solo en 19 estaciones se obtuvieron más de 300 especímenes por muestra; en 10 estaciones se obtuvieron más de 100 y en las 12 estaciones restantes se obtuvieron menos de 100 especímenes por muestra.

Utilizando las abundancias relativas, estimadas para cada especie, se prepararon mapas de distribución geográfica (figs. 2-31). Se identificaron 63 especies pero solamente se elaboraron mapas de 26 especies de foraminíferos bentónicos y de 4 especies planctónicas; por considerarlas más comunes (Tabla II).

Se realizó un análisis de correlación con el fin de estimar el grado de asociación que existe entre las distintas especies de foraminíferos; así mismo, para inferir la dependencia que guarda cada especie con respecto a algunos factores ecológicos, tales como la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y profundidad.

El análisis de correlación consistió en producir una matriz de correlación R , en la que se consideraron 76 variables. Las primeras 63 son las abundancias relativas de cada especie y las 13 restantes son: la temperatura del agua superficial y del fondo en los meses de Agosto y Febrero (F64, F65, F66, F67), la salinidad superficial y del fondo en los meses de Agosto y Febrero (F68, F69, F70, F71), el oxígeno superficial y de fondo en los meses antes mencionados (F72, F73, F74, F75) y la profundidad (F76).

Los datos de temperaturas superficiales son

promedios de 25 años, tomados de Robinson (1973) y los de temperatura de fondo, salinidad, y oxígeno superficial y de fondo, son promedios de 1939 a 1970 de datos de CALCOFI.

Para producir la matriz de correlación R, se utilizó el programa de computación elaborado por Davis (1973). Este programa fue adaptado al sistema PRIME 400' del Centro de Cálculo del CICESE por Luis Fock.

Los resultados obtenidos en el análisis de correlación (matriz R; Tabla III) se utilizaron para apoyar, estadísticamente, las inferencias hechas en el análisis de distribución de cada una de las especies consideradas en este estudio.

Para este trabajo se tomaron en cuenta los coeficientes de correlación significativos a los niveles $\alpha=0.05$ y $\alpha=0.01$, según las tablas estadísticas de Rohlf y Sokal (1969).

5 RESULTADOS

Los valores que se utilizaron para elaborar los mapas de distribución geográfica que se discuten a continuación, están expresados en porcentajes, y estos son mostrados en la Tabla II.

ESPECIES BENTONICAS

F1 Bolivina pacifica (fig. 2)

Esta especie es muy abundante, se encuentra en casi todas las estaciones muestreadas, exceptuando el área de mayor profundidad. El valor máximo (40 %) se presentó al este de la Isla Tortuga. El rango de profundidad a la cual se encontró esta especie fué de 475-1080 m.

F2 Bolivina subadvena (fig. 3)

Esta especie muestra una distribución hacia las costas. En la costa oeste se distribuye desde el sur de la isla San Lorenzo hasta la Isla Coronados. En la costa este se presenta desde la Isla San Esteban hasta la parte norte de Bahía Kino, y frente a las costas de Topolobampo. En esta zona presenta valores máximos de 20 %. El rango de

profundidad a la que se encontró esta especie, fué de 475-975 m.

F3 Bolivina spissa (fig. 4)

Se encuentra distribuida en la costa este, desde el sur de la isla San Pedro Nolasco hasta enfrente de la costas de Topolobampo. En la costa oeste se encuentra distribuida desde la parte norte de Santa Rosalia hasta la isla San Marcos. Un valor máximo de 20 % se presenta frente a las costas de Guaymas. El rango de profundidad a la cual se encontró, fué de 670-1583 m.

F4 Bolivina interjuncta (fig. 5)

Esta especie se encontró solo en 3 estaciones, L-162, L-62 y L-50. En la parte oriental, frente a las costas de Topolobampo, se encontró un valor máximo de 40 %. Esta especie ocurre en porcentaje menor al norte de la la costa este y cerca de la isla Coronados. Se le encontró en un rango de profundidad de 319-475m.

F5 Bulimina inflata (fig. 6)

Su distribución esta concentrada hacia la costa occidental, a la altura de Bahía Concepción, donde presenta

su valor máximo (5 %). En otras estaciones se presenta con valores más bajos. El rango de profundidad a la cual se encontró fué de 860-1393 m.

F6 Bulimina exilis tenuata (fig. 7)

Se encuentra distribuida hacia la costa en ambos lados del Golfo, notándose cierta preferencia por la costa oriental. Los valores máximos (20 %) se observaron en dos estaciones: En la estación L-49 que se encuentra localizada frente a las costas de Topolobambo y en la estación L-139 localizada al sur de la isla San Lorenzo. Esta especie se encontró en un rango de profundidad de 600-910 m.

F7 Buliminella sp. (fig. 8)

Se encuentra distribuida hacia la parte norte en las estaciones L-139, L-103 y L-115 y hacia el sureste en la estación L-49. En la parte norte, presenta una abundancia de 10 %. Su rango de profundidad es de 511-750.

F10 Epistominella sandiegoensis (fig. 9)

Esta especie no es muy abundante pues solo se encontró en bajos porcentajes en dos estaciones al norte de la parte central. El valor más alto (6 %) se encontró en la estación

L-162 (lat 28 05' N, long 111 57' W). El rango de profundidad a la que se encontró esta especie es de 460-627 m.

F11 Espitominella smithi (fig. 10)

Esta especie se encuentra distribuida en la parte central del Golfo, al norte y en la costa este, desde el sur de Guaymas hasta enfrente de las costas de Topolobampo. También se presenta en una estación aislada (L-58). Las tres áreas presentan valores del 20 %. El rango de profundidad a la que se encontró es de 600-1800 m.

F12 Cassidulina delicata (fig. 11)

Esta distribuida hacia el sur de la costa oriental y en la costa occidental frente a Bahía Concepción, volviéndose a encontrar más al norte. Su abundancia relativa máxima es de 20 %. El rango de profundidad a la que se encontró fue de 692-1393m.

F13 Cassidulina cushmani (fig. 12)

Esta distribuida en toda la parte oeste y al sur de la parte este. En su distribución se nota una clara preferencia por el rango de profundidad de 810-1350 m, donde

presenta una abundancia relativa de 9 %.

F15 Cassidulinoides cornuta (fig. 13)

Esta especie se encuentra al norte de la costa occidental y en una estación (L-92) frente a las costas de Guaymas. Su valor máximo es de 5 % y su rango de profundidad es de 692-1583 m.

F18 Globobulimina pacifica (fig. 14)

Esta especie se encuentra distribuida al sur de la parte central, hacia el centro del Golfo; más al norte aparece cerca de la costa peninsular. Se encontró en aguas muy profundas (1080-1680m). El máximo valor que se encontró fué de 2 %.

F19 Oridorsalis tener (fig. 15)

Se encuentra hacia el centro del Golfo, mostrando preferencia a vivir en aguas profundas. El valor máximo encontrado fue de 8 % y su rango de profundidad es de 1393-1820 m.

F21 Loxostomum pseudobeurichi (fig. 16)

La distribución de esta especie es hacia la costa oeste del Golfo, desde el norte de Santa Rosalia hasta el sur de Bahía Concepción. Presenta una abundancia relativa de 8 % en la estación L-123. El rango de profundidad a la que se encontró es de 670-860 m.

F24 Uvigerina sp. (fig. 17).

Esta especie se encuentra hacia el centro del Golfo a grandes profundidades (1105-1680 m), presentando una abundancia de 10 %.

F26 Uvigerina peregrina (fig. 18)

Se encuentra distribuida hacia el centro del Golfo donde las profundidades son mayores. Presenta un rango de profundidad de 1008-1820 m y una abundancia relativa de 10%.

F27 Bolivina interjuncta bicostata var (fig. 19)

Esta especie se encuentra al sur de la parte central del Golfo, al oeste en la estación L-62 y al este en la estación L-50. En esta última estación, se presenta con una abundancia relativa del 5 %. El rango de profundidad a la que se encontró fue de 319-475 m.

F28 Epistominella sp. (fig. 20)

Se encuentra en el norte, en la estación L-162, en el sur de la parte central del Golfo en las estaciones L-50 y L-62. Presentando un valor máximo de 5 % y un rango de profundidad de 319-475 m.

F32 Loxostomum sp. (fig. 21)

Esta especie se encuentra distribuida al norte de la parte central, al sur de la Isla San Esteban, y frente a las costas de Santa Rosalia. Presenta un valor de 8 % en un rango de profundidad de 692-750 m.

F38 Bucella tenerrima (fig. 22).

Esta especie se encontró solo en la estación L-62, al sur de la costa peninsular. Presentando un valor de 5 %, a una profundidad de 475 m.

F44 Uvigerina excellens (fig. 23).

Se encuentra hacia el centro del Golfo, a grandes profundidades. Esta especie es relativamente abundante, presentando abundancias máximas (20 %) en un rango de profundidad de 1350-1683 m.

F45 Cassidulina auka (fig. 24).

Esta especie se encuentra en la estación L-131, al sur del canal de Ballenas, y en la estación L-70, al sur de la costa oriental. Su abundancia relativa es de 10 %, en un rango de profundidad de 1080-1560 m.

F46 Cassidulina subcalifornica (fig. 25).

Esta especie se encontró únicamente en la estación L-131, al sur del canal de Ballenas, presentando una abundancia relativa de 5 %, a una profundidad de 1560 m.

F47 Fisurina orbignyana var. (fig. 26).

Esta especie se encontró en la estación L-100, frente a Bahía Concepción, donde presenta una abundancia relativa de 6 %. También, aparece en dos estaciones aisladas (L-81 y L-56), a profundidades de 1350-1680 m.

F51 Hanzawaia berthelothi (fig. 27).

Se encontró solo hacia el sur del canal de Ballenas, con una abundancia relativa de 5 %, en un rango de profundidad de 966-1560 m.

F53 Cibicides mckannai (fig. 28)

Solo se encontró en la estación L-58, que se ubica al sur de la parte central del Golfo, con una abundancia relativa de 10 %, en una profundidad de 1800 m.

ESPECIES PLANCTONICASF56 Globigerinoides ruber (fig. 29)

Esta especie se encontró al sur del canal de Ballenas donde presenta su valor máximo (10 %), y hacia el centro del Golfo, en forma de manchas.

F57 Globigerina pachyderma (fig. 30).

Se encuentra distribuida principalmente en toda la parte occidental de la parte central del Golfo. En la parte media de dicha región ocurre en forma de manchas. Su abundancia relativa máxima es de 10 %.

F58 Gloquadrina dutertrei (fig. 31).

Esta especie se encontró al sur del canal de Ballenas,

frente a Bahía Concepción (L-191) y hacia Bahía Kino, siendo aquí donde presenta su mayor abundancia relativa (10%).

F62 Globigerina bulloides (fig. 32)

Esta especie es relativamente abundante y se encuentra ampliamente distribuida en toda la parte central del Golfo. El valor máximo encontrado es de 30 %, ocurriendo al sur del Canal de Ballenas.

La distribución de los foraminíferos planctónicos y bentónicos (en porcentajes) la cual se observa en las figuras 33 y 34 se hizo contando mil partículas de clásticos al azar en cada una de las 41 muestras.

6 DISCUSSION.

Bolivina pacifica (fig. 2), Bulimina exilis tenuata (fig. 7) y Buliminella sp. (fig. 8) parecen tener preferencias ambientales similares. Las tres especies se encontraron en regiones donde el rango de temperatura va de aproximadamente 5 a 10 C y donde el contenido de oxígeno disuelto es muy bajo (0.07- 0.3 ml/l). Como se puede observar estas especies tienden a vivir en las pendientes de la parte central del Golfo de California. La profundidad a la cual se encontraron coincide con la reportada por Phleger (1964b) en esta misma área para Bolivina pacifica. El utilizando especímenes vivos, la encontré en mayor abundancia de 200 a 1300 m.

El grado de asociación existente entre estas tres especies es bueno, especialmente entre B. pacifica y Buliminella sp. en donde para estas últimas está dado por un coeficiente de correlación de 0.746 el cual es altamente significativo. La relación que existe entre estas especies y los factores físicos también vemos que es significativa (ver tabla III), lo cual se discutió anteriormente.

Al relacionar Bolivina subadvena (fig. 3) con cantidades bajas de oxígeno disuelto y con profundidades someras encontramos un coeficiente de correlación significativo.

Basándonos en lo anterior podemos decir que esta especie tiene preferencias por vivir en áreas en áreas donde se presentan tales características. Puesto que la distribución de esta especie coincide con la distribución de arena y calcarenita reportada por Van Andel (1964) en esta región, se sugiere que la composición del sustrato posiblemente influya también en su distribución, en la forma que ha sido argumentada por Boltovskoy (1965).

Las distribuciones definidas en este estudio para Bolivina spissa (fig.4) y Cassidulina delicata (fig.11) sugieren un desplazamiento de sedimentos de regiones someras a regiones profundas, ya que Bandy (1961) las reporta en el Golfo de California a profundidades de 150-610 m. La causa de tales desplazamientos pueden ser corrientes de turbidez, las cuales ocurren en esta región según Van Andel, 1964.

Bolivina interjuncta (fig.5), Epistominella sandiegoensis (fig.9), Bolivina interjuncta bicostata (fig.19) y Epistominella sp. (fig.20) presentan un alto grado de asociación, principalmente B. interjuncta y B. interjuncta bicostata (0.940) y Epistominella sandiegoensis y Epistominella sp. (0.732). Estas especies presentan una buena correlación con temperaturas medias (9° - 10° C), así como también con cantidades mínimas de oxígeno disuelto (0.08-0.15 ml/l). Además estas especies se encontraron en

áreas no muy profundas (319-475m).

La distribución de Bulimina inflata (fig. 6) coincide con el área (altura de Bahía Concepción) de distribución de arcilla limosa diatomacea (Van Andel, 1964). Esta especie se relaciona bastante bien con temperaturas bajas (3.97-4.90), esta no presenta asociación con otras especies.

Epistominella smithi y Cassidulina cushmani como se puede observar en las figuras 10 y 12 tiene preferencia por vivir en profundidades donde se presentan las pendientes, disminuyendo su abundancia hacia el fondo de las cuencas. Es probable que tal distribución este relacionado con la temperatura (de 5° a 10° C), y con la composición del sustrato; aunque no se tienen datos al respecto.

Cassidulinoides cornuta (fig. 13), Loxostomum pseudobeurichi (fig. 16) y Loxostomum sp. (fig. 21) presentan un buen grado de asociación. Estas especies se distribuyen hacia la parte nor-occidental de la región central del Golfo, donde Calvert (1966) reporto un relativamente alto contenido de materia orgánica; la que es considerada como un probable alimento para los foraminíferos bentónicos (Boltovskoy, 1965).

Globobulimina pacifica (fig. 14), Oridorsalis tener

(fig. 15), Uvigerina sp. (fig. 17), Uvigerina peregrina (fig. 18), Uvigerina excellens (fig. 23) y Fisurina orbiqnyana var (fig. 26) presentan un alto grado de asociación (ver tabla III). Apoyándonos en los coeficientes de correlación los cuales son significativos podemos sugerir que estas especies tienen preferencia por vivir a grandes profundidades, en donde se presentan bajas temperaturas (2.62-4.30°C) y en donde la cantidad de oxígeno disuelto aumenta. Aunque no se sabe con certeza cual de estos factores es el que limita su distribución, ya que estos se relacionan entre si. Bandy (1961) encontró a Uvigerina peregrina, U. excellens y a Q. pacifica a profundidades someras pero en bajas abundancias.

Bucella tenerrima (fig. 22) se encontró en una sola estación (L-62) a profundidades medias (475m), donde se presenta un mínimo de oxígeno (0.09 ml/l). Lo más probable es que esta especie tenga preferencia por vivir en áreas menos profundas, donde la temperatura sea mayor, ya que Phleger (1964b) la encontró en mayor abundancia a profundidades de 100 m.

Cassidulina auka (fig. 24) no presenta asociación con ninguna otra especie y como solo se presentó en una estación (L-70) no se puede hacer ninguna sugerencia sobre su posible distribución.

El grado de asociación entre Cassidulina subcalifornica (fig. 25) y Hanzawaia bertheloti (fig. 27) es altamente significativo (0.875). Estas especies presentan coeficientes de correlación significativos (ver tabla III) con altas temperaturas de fondo ($\sim 11.32^{\circ}\text{C}$) y con altas salinidades (34.720/00). Esto es debido a que en esta área (canal de Ballenas) se presenta una distribución de temperatura casi isotermal de la superficie al fondo. En general, en esta área las propiedades físico-químicas no varían mucho a lo largo de la columna de agua debido al proceso de mezcla ocasionado por las corrientes de marea (Roden, 1964).

Cibicides mckannai (fig. 28) se encontró en una sola estación (L-58) en la parte sud-occidental de la región central del Golfo. En esta área, Calvert (1966) reportó grandes porcentajes de carbonato de calcio y Molina Cruz (1980) una gran abundancia de una especie de radiolario (Theocaluptra davisiana). La relación que tiene la distribución de esta especie con la cantidad de carbonato de calcio es bastante clara, ya que esta especie posee un caparazón bastante grande y por lo tanto necesita gran cantidad de este material para la construcción de su teca. Probablemente esta especie se distribuya más al sur del Golfo, donde las cantidades de carbonato de calcio son mayores. En dicha área, Phleger (1964b) encontró a C.

mckannai en abundancia a grandes profundidades, por lo que se descarta la idea de un posible desplazamiento de las tecas a lugares más profundos. Su distribución batimétrica coincide con la profundidad a la cual se presenta el agua Profunda del Pacífico (>1200 m).

Al relacionar las especies planctónicas Globigerinoides ruber (fig. 29) y Globigerina dutertrei (fig. 31) con la temperatura y con la cantidad de oxígeno disuelto, encontramos coeficientes de correlación significativamente altos. Probablemente, la distribución de estas especies este condicionada, aunque parcialmente, a la disponibilidad de oxígeno disuelto; ya que en el área donde aparece su mayor abundancia, en los meses de primavera se presentan cantidades de oxígeno disuelto hasta de 6.5 ml/l.

Globigerina pachyderma (fig. 30) se encuentra en áreas ricas en nutrientes, y por lo tanto donde las concentraciones de fitoplancton son altas, siendo este el principal alimento de los foraminíferos.

Globigerina bulloides (fig. 32) se encuentra distribuida en casi toda la parte central del Golfo, en forma de manchas, presentando una mayor abundancia al sur del canal de Ballenas. Esto se debe, como ya habíamos mencionado, a que en esta área se presentan grandes cantidades de

nutrientes debido a procesos de mezcla. Además, esta área se caracteriza por presentar temperaturas superficiales relativamente frías durante todo el año, y esta especie es de aguas frías (Bé y Tolderlund, 1971).

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En la parte central del Golfo de California, algunos factores abióticos, tales como temperatura, salinidad, cantidad de oxígeno disuelto, materia orgánica, carbonato de calcio, concentración de nutrientes y profundidad, influyen en la distribución de algunas especies de foraminíferos. Sin embargo es difícil establecer de manera precisa cual es el más limitante, ya que estos factores están muy relacionados entre sí.

Por ejemplo, las distribuciones de Bolivina interjuncta, Epistominella sandiegoensis, B. interjuncta bicostata y Epistominella sp., ocurren a profundidades medias (319-475m), coincidiendo con temperaturas de aproximadamente (9-10°C) y un mínimo de oxígeno disuelto; no obstante es difícil establecer cual de estos factores es el principal limitante, ya que los factores temperatura y distribución vertical de oxígeno varían en función del factor profundidad (batimetría).

Globobulimina pacifica, Oridorsalis tener, Fisurina orbignyana, Uvigerina peregrina, U. excellens y Uvigerina sp., tienen tendencia por vivir a grandes profundidades (1008-1820m), donde las temperaturas son relativamente bajas (<5° C) y donde se presenta un ligero aumento en la

concentración de oxígeno disuelto (0.38-0.79 ml/l).

En el caso de especies planctónicas, los factores limitantes aparentemente se reducen a la temperatura, a la cantidad de nutrientes y probablemente a la cantidad de oxígeno disuelto. Como ejemplo esta Globigerina bulloides, la cual se encuentra distribuida en mayor abundancia en una área rica en nutrientes y en donde se presentan las más bajas temperaturas superficiales.

Los foraminíferos planctónicos se encuentran distribuidos a manera de manchas en la parte central del Golfo (fig. 33), presentando su mayor abundancia al sur del Canal de Ballenas.

En general, los foraminíferos bentónicos son más abundantes sobre las pendientes (talud) de la parte central del Golfo de California (fig. 34), disminuyendo tal abundancia, principalmente hacia el fondo de las cuencas. La mayor abundancia de especies bentónicas se presentan en la pendiente occidental.

Las recomendaciones que se sugieren para futuros trabajos de este tipo son: que el número de estaciones que se utilicen sea mayor, considerando tanto áreas someras como profundas, para delinear con mayor detalle el área de

distribución de las especies. Además, es muy importante que se efectúen con mayor detalle mediciones de parámetros oceanográficos y geológicos en cada estación considerada, ya que de esta manera se podrá llevar a cabo un mejor análisis de las relaciones existentes entre estos.

Un buen delineamiento de las distribuciones de algunas especies de foraminíferos, así como el conocimiento de la relación que dichas distribuciones tienen con algunos parámetros oceanográficos y geológicos, servirán como bases de futuras interpretaciones paleoceanográficas.

B BIBLIOGRAFIA.

- Alvarez Borrego, S., J.A. Rivera, G. Gaxiola, M. Acosta y R. Schwartzlose, (1978). Nutrientes en el Golfo de California. Ciencias Marinas, Vol. 5, No. 2, p. 53-71.
- Alvarez Borrego, S. (en prensa). Gulf of California. En: Estuaries and Enclosed Seas, Cap. 16, Ketchum (ed.).
- Alvarez Borrego, S., R.A. Schwartzlose. (1979). Masas de agua del Golfo de California. Ciencias Marinas, Vol. 6, No. 1-2, p. 43-63.
- Alvarez Sanchez, L.G., M.R. Stevenson y B. Wyatt, (1978a). Circulacion y masas de agua en la region de la boca del Golfo de California en la primavera de 1970. Ciencias Marinas, Vol. 5, No. 1, p. 57-89.
- Alvarez Sanchez, L.G., B. Wyatt y M.R. Stevenson, (1978b). Corrientes en la region de la boca del Golfo, de California en la primavera de 1970. Ciencias Marinas, Vol. 5, No. 1, p. 105-118.

- Anderson, C.A. (1950). Geology of islands and neighboring land areas, Part 1 of the 1940 E.W. Scripps Cruise to the Gulf of California: Geol. Soc. America Mem. 43, 53p.
- Bandy, O.L. (1953). Ecology and Paleogeology of some California foraminifera. Part I. The frequency distribution of recent foraminifera off California. Journal of Paleontology, Vol. 27, No. 2, p. 161-182.
- Bandy, O.L. (1961). Distribution of foraminifera, radiolaria and diatoms in sediments of the Gulf of California. Micropaleontology, Vol. 7, No. 1, p. 1-26.
- Bé, A.W.H. (1966). Distribution of planktonic Foraminifera in the world oceans. Second. Inter. Oceanogr. Congr.
- Bé, A.W.H. and D.S. Tolderlund, (1971). Distribution and ecology of living planktonic foraminifera in surface waters of the Atlantic and Indian oceans. In: The Micropaleontology of Oceans. Funnell, B. and W.R. Riedel (eds.). p. 105-149.

- Beal, C.H. (1948). Reconnaissance of the geology and oil possibilities of Baja California, Mexico: Geol. Soc. America Mem. 31.
- Boersma, A. (1978). Foraminifera. En: Introduction to Marine Micropaleontology, Cap. 2, Elsevier North-Holland, Inc., p. 19-77.
- Boltovskoy, E. (1959). Foraminifera as biological indicators in the study of ocean currents. Micropaleontology, Vol. 5, No. 4, p. 473-481.
- Boltovskoy, E. (1962). Planktonic foraminifera as indicators of different water masses in the South Atlantic. Micropaleontology, Vol. 8, No. 3, p. 403-408.
- Boltovskoy, E. (1965). Los Foraminiferos Recientes. Editorial EUDEBA, Buenos Aires Argentina. 504 pp.
- Bradshaw, J.S., (1959). Ecology of living planktonic foraminifera in the North and Equatorial Pacific Ocean: Cushman Found. Foram. Research, Contr., vol. 10, pt. 2, p. 25-64.
- Byrne, J. y K. Emery, (1960). Sediments of the Gulf of

California: Geol. Soc. America Bull., Vol. 71,
No. 7, p. 983-1010.

Calvert, S.E. (1964). Factors affecting distribution of laminated diatomaceous sediments in Gulf of California. In: Marine Geology of the Gulf of California. Van Andel, T.H. y Shor, G. G. (eds.). Amer. Assoc. Pet. Geol., Memoir 3, p. 311-330.

Calvert, S.E. (1966). Accumulation of diatomaceous silica in the sediments of Gulf of California. Geol. Soc. America Bull., Vol. 77, p. 569-596.

Corliss, B.H. (1975). Late Pleistocene paleoclimatology: planktonic foraminiferal analyses of sediment cores from the central North Atlantic. Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., 18: 45-61.

Coulbourn, W.T. (1977). Foraminiferal assemblages from the continental margin of Southern Peru and Northern Chile. Ph. D. thesis disser. Hawaii Institute Geophysic.

Cushman, J. A. (1927). Recent foraminifera from off the

west coast of America. Bulletin of the Scripps
Institution of Oceanography. Vol. 1, No. 10,
p. 119-188.

Cushman, J. A. (1969). Foraminifera. Fifth Printing of the
Fourth Edition, Harvard University Press.

Davis, J. C. (1973). Statistics and data analysis in
geology. John Wiley and sons, INC. N. Y., p. 550.

Gaxiola Castro, G., Saul Alvarez B. y R. A. Schwartzlose
(1978). Sistema del bioxido de carbono en el
Golfo de California. Ciencias Marinas, Vol. 5,
No. 2, p. 25-40.

Griffiths, R. C. (1968). Physical, chemical and biological
oceanography of the entrance to the Gulf of
California. Spring of 1960. Spec. Sci. Rep.
U. S. Fish. Wild. Serv., No. 573, 47 pp.

Johnson, M. W., 1957. Plankton. Geol. Soc. America,
Mem. 67, vol. 1, p. 443-460.

Molina-Cruz, A. (1980). Registro micropaleontológico de
las masas de agua en la región central del Golfo
de California. En memorias del Simposio: El

Golfo de California: origen, evolución, aguas, vida marina y recursos. Ayala Castañares y Phleger F.B. (eds). Mazatlán, Sin. México, in press.

Parker, F.L. (1962). Planktonic foraminiferal species in Pacific sediments: *Micropaleontology*, Vol. 8, No. 2, p. 219-254.

Parker, F.L. (1973). Living planktonic foraminifera from California: *J. Foraminiferal Res.*, Vol. 3, No. 2, p. 70-77.

Phleger, F.B. (1964a). Foraminiferal ecology and marine geology. *Marine Geol.* vol. 1, p. 16-43.

Phleger, F.B. (1964b). Patterns of living benthonic foraminifera Gulf of California. En: *Marine Geology of the Gulf of California*. Van Andel, T.H. and Shor, G.G. (eds.). *Am. Assoc. Pet. Memoir 3*, p. 377-394.

Poag, C.W. y B.R. Sidner, (1976). Foraminiferal biostratigraphy of the shelf edge: A key to late quaternary palaeoenvironments. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 19: 17-37.

- Poag, C.W., H.J. Knebel y R. Todd, (1980). Distribution of modern benthic foraminifers on the New Jersey outer continental shelf. *Marine Micropaleontology*, 5: 43-69.
- Rau, W.W. (1948). Foraminifera from the parter shale (Lincoln Formation), grays harbor county, Washinton *Journal of Paleontology*, vol.22, No.2, p.152-174.
- Ravella, R. (1950). Sedimentation and oceanography: Survey of field observations, Part 5 of the 1940 E.W. Scripps Cruise to the Gulf of California: *Geol. Soc. America Mem.* 43.
- Robinson, M.K., (1973). Atlas of monthly mean sea surface and subsurface temperatures in the Gulf of California, Mexico. *San Diego Society of Natural History. Memoir 5*, 97pp.
- Roden, G.I. and G.W. Groves, (1959). Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. *Journal of Marine Research.* vol. 18, no.1, p.10-35.
- Roden, G.I. (1964). Oceanographic aspects of Gulf of California. *En: Marine Geology of the Gulf of*

California. Van Andel, T.H. and Shor, G.G. (eds.) Am. Assoc. Pet. Geol. Memoir 3, p. 30-58.

Rohlf, F.J. and Sokal, R.R. (1969). Statistical Tables. Freeman and company. 253 pp.

Rosas Cota, A. (1976). Corrientes geostróficas en el Golfo de California en la superficie y a 200 metros, durante las estaciones de invierno y verano. CALCOFI Reports, Vol. XIX, p. 89-108.

Rusnak, G.A. and R.L. Fisher, (1964a). Structural history and Evolution of Gulf of California. En: Marine Geology of the Gulf of California. Van Andel, T.H. and Shor, G.G. (eds.), Am. Assoc. Pet. Geol. Memoir 3, p.144-156.

Rusnak, G.A., R.L. Fisher and F.P. Shepard, (1964b) Bathymetry and faults of Gulf of California. En: marine Geology of the Gulf of California. Van Andel, T.H. y Shor, G.G. (eds). Am. Assoc. Pet. Geol. Memoir 3, p.59-75.

Shepard, F.P. (1950). Submarine topography of the Gulf of

California, Part 3 of the 1940 E.W Scripps to the Gulf of California: Geol. Soc. Soc. Memoir 43, 32 p.

Sliter, W.V. (1972). Cretaceous foraminifers -depth habitats and their origin. Nature vol. 239, p. 514-515.

Stevenson, M.R. (1970). On the physical and biological oceanography near the entrance to the Gulf of California, October 1966-August 1967. Inter-Amer. Trop. Tuna Comm., Bull. 4(3): 389-504.

Twenhofel, W.H. y R.R. Shrock. (1935). Protozoa. En. Invertebrate Paleontology. p. 31-47.

Uchio, Takayasu. (190). Ecology of living benthonic foraminifera from the San Diego, California, Area. Cushman Found. Foram. Research, Special Publication, No. 5, p. 5-72.

Van Andel, T.H. (1963). Algunos aspectos de sedimentacion reciente en el Golfo de California. Bol. de la Soc. Geol. Mexicana, Tomo XXVI, No. 2, p. 85-94.

Van Andel, T.H. (1964). Recent marine sediments of Gulf of

California. Van Andel, T.H. y Shor, G.G.
(eds.). Am. Assoc. Pet. Geol. Memoir 3,
p. 216-310.

Van Andel, T.H. (1966). Gulf of California. The
Encyclopedia of Oceanography, Ed. R.W.
Fairbridge Renhold Publishing Corp.

Walton, W.R. (1955). Ecology of living benthonic
Foraminifera, Todos Santos Bay, Baja California:
Jour. Paleontology, v. 29, no. 6, p. 952-1018.

Apendice A .- Cuadro Taxonómico de Referencia.

Especies Bentónicas

- F1 Bolivina pacifica, Uchio, 1960, p.48, placa 7, fig.2;
Phleger, 1964b, placa 2, fig.11-12.
- F2 Bolivina subadvena, Phleger, 1964b, placa 3, fig.14-15.
- F3 Bolivina spissa, Uchio, 1960, p.48, placa 7, fig.7-8;
Bandy, 1961, p.21, placa 4, fig.9; Phleger,
1964b, placa 2, fig.5.
- F4 Bolivina interjuncta, Bandy, 1961, p.21, placa 3, fig.12.
- F5 Bulimina inflata, Cushman, 1927, p.151, placa 2, fig.14.
- F6 Bulimina exilis tenuata, Walton, 1955, p.1011, placa 102,
fig.6.
- F7 Buliminella sp. Cushman, 1969, p. 264, 447, 468.
- F8 Nonion pompilioides, Phleger, 1964b, placa 1, fig. 32.
- F9 Nonionella basispinata, Uchio, 1960, p.25 placa 4,
fig.13-14; Bandy, 1961, placa 2, fig. 10.
- F10 Epistominella cf. E. sandiegoensis, Uchio, 1960, p.54,
placa 9, fig.6-7; Phleger, 1964b, placa 3,
fig.18-19.
- F11 Epistominella smithi, Uchio, 1960, p.54, placa 9,
fig.8-10; Bandy, 1961, p.21, placa 5, fig.6.
- F12 Cassidulina delicata, Uchio, 1960, p.54, placa 9,
fig.17; Bandy, 1953, placa 25, fig.4; Bandy,
1961, placa 4, fig.13.
- F13 Cassidulina cushmani, Coulbourn, 1977, fig.55.
- F14 Cassidulina sp., Phleger, 1964b, placa 2, fig.32.
- F15 Cassidulinoides cornuta, Bandy, 1961, placa 4, fig.12.
- F16

- F17 Valvulinaria inaequalis, Cushman, 1927, p.184, placa 4, figs. 9-10.
- F18 Globobulimina pacifica, Rau, 1948, p.165, placa 30, fig. 5; Uchio, 1960, p.31, placa 6, fig. 9; Phleger, 1964b, placa 3, fig. 12, 16-17.
- F19 Oridorsalis tener, Coulbourn, 1977, fig. 61.
- F20 Chilostomella ovoidea, Uchio, 1960, p.55, placa 10, fig. 23-25; Phleger, 1964b, placa 2, fig. 34.
- F21 Loxostomum pseudobeurichi, Uchio., 1960, p.48, placa 7, fig. 10; Bandy, 1961, placa 4, fig. 11.
- F22 Gyroidina soldanii, Bandy, 1961, placa 5, fig. 11.
- F23 Fursenkoina pontoni, Phleger, 1964b, placa 2, fig. 6.
- F24 Uvigerina sp., Cushman, 1969, p.273, 468-469.
- F25 Bolivina spp., Cushman, 1969, p.268, 468-469.
- F26 Uvigerina peregrina, Bandy, 1953, placa 25, fig. 10; Bandy, 1961, placa 4, fig. 3.
- F27 Bolivina interjuncta bicostata, Uchio, 1960, p.31, placa 6, fig. 23.
- F28 Epistominella sp., Comparación con los especímenes de la colección del Dr. Phleger, Scripps Institution of Oceanography, University of California, La Jolla Ca.
- F29 Nonionella iridea, Coulbourn, 1977, fig. 56.
- F30 Hanzawaia nitidula, Uchio, 1960, p.55, placa 10, fig. 14-16; Bandy, 1961, placa 2, fig. 2.
- F31 Praeglobobulimina spineacens, Coulbourn, 1977, fig. 59.
- F32 Loxostomum sp., Cushman, 1969, p.269, 468-469.
- F33 Loxostomum mayory, Bandy, 1961, placa 3, fig. 7.
- F34 Uvigerina senticosa, Bandy, 1953, placa 25, fig. 12; Bandy, 1961, placa 5, fig. 14.
- F35 Uvigerina hispida, Bandy, 1961, placa 5, fig. 7.
- F36 Angulogerina sp., Phleger, 1964b, placa 2, fig. 14.

- F37 Haegludina elegans, Uchio, 1960, p. 54, placa 9, fig. 4-5.
- F38 Bucella tenerrima, Bandy, 1961, placa 1, fig. 7, placa 2, fig. 3.
- F39 Gyroidina sp., Cushman, 1969, p. 290, 470-471.
- F40 Eponides leviculus, Uchio, 1960, p. 55, placa 10, fig. 23-25; Phleger, 1964b, placa 2, fig. 20-21.
- F41 Epistominella obesa, Phleger, 1964b, placa 2, fig. 26-27.
- F42 Ammonia beccarii, Phleger, 1964b, placa 2, fig. 22-25.
- F43 Uvigerina peregrina var dirupta, Bandy, 1961, placa 5, fig. 8.
- F44 Uvigerina excellens, Uchio, 1960, p. 48, placa 7, fig. 14; Bandy, 1961, placa 4, fig. 4.
- F45 Cassidulina auka, Coulbourn, 1977, fig. 61.
- F46 Cassidulina subcalifornica, Bandy, 1961, placa 4, fig. 6.
- F47 Fisurina orbignuana, Coulbourn, 1977, fig. 59.
- F48 Nonionella turgida, Cushman, 1969, p. 254, placa 23, fig. 4.
- F49 Bolivina acuminata, Uchio, 1960, p. 31, placa 6, fig. 20; Phleger, 1964b, placa 3, fig. 11.
- F50 Bulimina marginata, Bandy, 1961, placa 3, fig. 3; Phleger, 1964b, placa 3, fig. 3.
- F51 Hanzawaia bertheloti, Bandy, 1961, placa 3, fig. 10.
- F52 Purgo murrhina, Uchio, 1960, p. 19, placa 2, fig. 25; Bandy, 1960, placa 5, fig. 5.
- F53 Cibicides mckannai, Uchio, 1960, p. 55, placa 10, fig. 4-6; Bandy, 1961, placa 3, fig. 14; Phleger, 1964b, placa 3, fig. 26-27.
- F54 Bulimina denudata, Uchio, 1960, p. 31, placa 6, fig. 3; Bandy, 1961, placa 3, fig. 2; Phleger, 1964b, placa 2, fig. 4.

Especies Planctónicos.

- F55 Globigerinoides conglobatus, Parker, 1962, p.230, placa 3, fig.1-5; Bé, 1966, fig.4; Parker, 1973, p.76, placa 1, fig.13-14.
- F56 Globigerinoides ruber, Parker, 1962, p.230, placa 3, fig.11-14, placa 4, fig.1-10; Bé, 1966, fig.5.
- F57 Globigerina pachyderma, Parker, 1962, p.222, placa 1, fig.1-8; Bé, 1966, fig.11; Boltovskoy, 1959, placa 3.
- F58 Globoquadrina dutertrei, Parker, 1962, p.242, placa 7, fig.1-13, placa 8, fig.1-4; Bé, 1967, fig.20.
- F59 Globorotalia hirsuta, Bradshaw, 1959, p.60, placa 8, fig.1-2; Parker, 1962, p.236, placa 5, fig.10-11, placa 6, fig.1; Corliss, 1975, p.53, placa 2, fig.14.
- F60 Globorotalia menardii, Bé, 1966, fig.29.
- F61 Globorotalia inflata, Bradshaw, 1959, p.32, placa 6, fig.16-18; Parker, 1962, p.236, placa 5, fig.6-9; Corliss, 1975, p.53, placa 2, fig.15.
- F62 Globigerina bulloides, Bradshaw, 1959, p.32, placa 6, fig.1-4; Parker, 1962, p.222, placa 1, fig.1-8; Corliss, 1975, placa 1, fig.1; Boltovskoy, 1959, placa 3.
- F63 Orbulina universa, Bradshaw, 1959, p.60, placa 8, fig.17-18; Bé, 1966, fig.3.

APENDICE B :- Tablas.

TABLA I. LOCALIZACION DE LAS ESTACIONES.

EST.	LOC.	LAT	LONG	PROF. (m)	NIVEL (cm)
01	L-049	26 32' N	110 01' W	567	4-08
02	L-050	26 34 N	109 56 W	319	0-05
03	L-053	26 44 N	110 11 W	910	12-16
04	L-056	26 34 N	110 32 W	1350	10-15
05	L-058	26 23 N	110 53 W	1800	10-15
06	L-062	26 11 N	111 16 W	475	12-16
07	L-063	26 38 N	111 00 W	1600	12-16
08	L-066	26 50 N	110 49 W	1610	7-13
09	L-070	27 04 N	110 37 W	1080	0-04
10	L-074	26 46 N	111 25 W	860	12-16
11	L-077	26 59 N	111 14 W	1820	7-11
12	L-081	27 15 N	111 03 W	1680	7-11
13	L-087	27 41 N	110 57 W	589	10-15
14	L-088	27 40 N	110 59 W	600	5-08
15	L-092	27 32 N	111 13 W	1105	6-10
16	L-096	27 22 N	111 29 W	1860	12-15
17	L-100	27 12 N	111 48 W	1393	7-11
18	L-103	27 33 N	110 47 W	511	7-11
19	L-105	27 30 N	111 51 W	1008	10-14
20	L-109	27 03 N	111 47 W	900	2-06
21	L-113	27 59 N	111 40 W	547	11-14
22	L-115	27 48 N	111 47 W	600	11-16
23	L-118	27 42 N	111 55 W	1583	6-12
24	L-121	27 38 N	112 08 W	1274	10-14
25	L-123	27 36 N	112 18 W	692	11-15
26	L-131	28 39 N	113 02 W	1560	8-12
27	L-133	28 31 N	112 37 W	627	0-03
28	L-139	28 23 N	112 31 W	750	10-14
29	L-145	28 17 N	112 29 W	973	0-04
30	L-149	27 58 N	112 30 W	865	0-03
31	L-151	28 03 N	112 22 W	966	0-03
32	L-153	28 07 N	112 15 W	810	10-13
33	L-155	27 26 N	112 07 W	670	6-12
34	L-157	27 42 N	111 40 W	1105	10-14
35	L-158	27 47 N	111 25 W	739	8-12
36	L-162	28 05 N	111 57 W	460	0-03
37	L-170	27 53 N	112 21 W	1324	5-08
38	L-180	28 10 N	112 10 W	641	9-12
39	L-186	27 52 N	112 05 W	1345	0-10
40	L-190	27 11 N	111 24 W	1890	7-10
41	L-191	26 52 N	111 38 W	903	0-03

TABLA II. PORCENTAJES DE LAS ESPECIES DE FORAMINIFEROS BENTONICOS Y
 PLANCTONICOS Y EL TOTAL DE ESPECIMENES CONTADOS EN CADA ESTACION.

EST.	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	F28	F29	F30	F31	F32	F33	F34	F35	F36
L-049	15.77	46.63	01.39	00.69		19.25	05.56						03.01										00.23	01.16												
L-050	02.64			53.45						00.60				00.40		00.60							00.60	01.62	03.25	06.91	02.04							00.20	00.20	
L-053	16.33	03.30	02.25	00.04	01.12	12.11					23.30	21.97	09.05	00.40	01.40								00.60	01.62	03.25	06.91	02.04							00.20	00.20	
L-056		01.96	12.09		06.20	02.20			01.30														00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-058		00.20	02.57		03.14	01.71			00.20														00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-062	38.04	05.13	00.64	11.37		01.50	03.43								01.93								00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-063	00.53	00.26	02.96		02.96	00.26			00.53														00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-066	01.56	00.39	03.13	00.39	01.96	02.74	00.39	01.96															00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-070	10.42	02.45	04.90	02.45	06.13	03.06	02.45																00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-074	29.61	20.92	02.50		09.11	09.11	01.02																00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-077	05.06				02.53	02.53	03.79																00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-081		01.92	01.92			02.00	00.96																00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-087				42.05																			00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-088			16.66																				00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-092		02.74	43.67		03.16	02.32	00.21																00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-096				50.00																			00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-100			01.92		04.00	00.96																	00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-103	51.20	04.21	00.60		12.50																		00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-105	12.50	12.50		12.50																			00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-109	19.04	11.64	01.32	00.52	05.55	00.99	00.79																00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-113			20.00																				00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-115	30.67	16.40	01.17	00.39		09.37	07.42																00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-118	02.97		03.57	00.59	02.30		01.19	00.59															00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-121	01.49		01.49			07.46	01.49																00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-123	03.65	12.32	12.32			00.91	05.47	00.45															00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-131																							00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-133	03.27	02.67	01.19		00.29	03.27		00.29	01.19	02.00													00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-139	10.30	16.19	02.11	04.22		20.07	05.63			00.70	00.70												00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-145	06.93	01.06	01.06		00.00	01.00																	00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-149		16.66																					00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-151	02.42	01.21	03.33		00.60	05.45																	00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-153	11.37	03.69	01.97	00.24		06.40	00.73																00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-155	09.66	29.71	15.09		01.41	04.00				00.23													00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-157					01.20	04.01																	00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-158	23.07	30.61	03.00		00.20	17.13	04.21																00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-162	02.03	03.66		11.94	00.31	01.57	02.20			00.49													00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-170				00.33			16.66																00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-180	10.00	34.04	00.70	01.41	00.35	09.57	03.54																00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-186		10.00																					00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-190																							00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20
L-191	12.57	09.06	01.75	00.29	15.20	00.10	00.50																00.60	01.62	03.25	06.91	02.04								00.20	00.20

F37	F38	F39	F40	F41	F42	F43	F44	F45	F46	F47	F48	F49	F50	F51	F52	F53	F54	F55	F56	F57	F58	F59	F60	F61	F62	F63	TOTAL
	00.46																			00.23							431
	00.48								00.20			00.20	00.40						00.60	00.40	00.20						492
	00.56			01.01					00.84						01.42									06.50			355
01.42	00.85	03.42	00.65	00.20		00.20	05.00		01.30	02.61					00.90			00.90	00.32				00.20			00.32	306
	03.15						04.57			01.42					10.00			00.05	01.14	13.42	00.57	01.71					350
		00.26					19.67							00.26	00.26				01.71	02.70				10.05			466
							06.66								00.39				03.13	01.61	00.26	00.26		00.21	00.05		466
							11.04			01.17									03.13	05.49	01.17			00.26	04.05	00.53	371
		00.45					00.45	01.59		00.61									00.61	02.45	01.22			00.70	07.05		235
		01.92			01.92		01.26			01.26										02.45	01.22			00.22	00.22		163
							26.92			02.00			14.20		00.96	00.96			06.32	05.06					12.65		079
																			01.92	01.92	00.00	01.92			02.00		104
																			14.20								007
						00.63	02.53	00.21	00.21	00.21				00.21						06.32	12.23	00.04	00.00	00.00	00.42		006
							00.96	04.00		00.00										04.00							474
							00.60			06.73																	002
																											104
							00.26																		00.96	00.96	156
																									01.20		000
	00.70											01.05	00.26						00.26	00.26							370
							00.39		00.39																		005
							29.16		01.49																		256
							01.49													00.59	00.39				00.39		168
																				01.49				01.49	02.30		067
																				05.47				00.45	04.56		219
	00.59		00.59					02.27	05.92					00.22	05.01					06.15	09.11	03.10	00.91		56.03	00.22	439
												00.70	00.70		00.29	01.40				12.20	04.76	05.05	01.19	00.59	32.44		336
						00.26									00.00										00.70		142
	00.60		00.30	00.90			01.21		00.30	00.30																	375
	00.73		00.24				00.24																				012
									00.47	00.47																	330
							01.20													04.67	03.69	00.90			27.03		406
																				02.59	04.40	00.94		00.47	10.04		424
	00.20																										003
									00.31																		356
												01.25	00.94							03.77	10.06	01.57				09.43	310
																											012
												00.35	01.77														010
																											014
		07.14					00.00													07.14	07.14						010
							04.30			00.29										07.14	07.14						014
																				08.29	01.16						342
																				13.74	03.00	00.00	00.29				

TABLA III .. RESULTADOS DE LA CORRELACION

Variable (X)	Mayor Correlacion	Coef. de Correlacion Parcial (R)
F1	F6, F7, F24, F26, F38 F65, F73, F75, F76	0.427, 0.746, -0.449, -0.410, 0.483 0.360, -0.393, -0.434, -0.561
F2	F24, F73, F75, F76	-0.397, -0.350, -0.353, -0.355
F3	F15	0.446
F4	F27, F28, F65, F67, F69 F71, F76	0.940, 0.472, 0.425, 0.582, 0.429 0.422, -0.392
F5	F65, F67	-0.402, -0.420
F6	F1, F7, F24, F26, F70 F71, F73, F75, F76	0.427, 0.511, -0.385, -0.386, -0.609 -0.418, -0.489, -0.357, -0.431
F7	F1, F6, F65, F67 F73, F75, F76	0.746, 0.511, 0.581, 0.414 -0.372, -0.353, -0.486
F10	F28, F67, F69, F71	0.732, 0.364, 0.482, 0.451
F11	F13, F67	0.350, -0.349
F12	F15	0.429
F13	F11	0.350
F15	F9, F12, F21, F32	0.446, 0.429, 0.406, 0.450
F18	F19, F24, F26, F47, F65 F67, F76	0.352, 0.634, 0.511, 0.412, -0.486 -0.467, 0.464
F19	F18, F24, F26, F44, F47 F65, F67, F75, F76	0.352, 0.642, 0.701, 0.632, 0.586 -0.460, -0.420, 0.407, 0.652
F21	F15, F32	0.406, 0.770
F24	F1, F2, F6, F18, F19 F44, F47, F65, F67, F73 F75, F76	-0.449, -0.397, -0.385, 0.634, 0.642 0.660, 0.626, -0.580, -0.563, 0.433 0.502, 0.634
F26	F1, F6, F18, F19, F24 F44, F47, F65, F67, F73 F75, F76	-0.410, -0.386, 0.511, 0.701, 0.065 0.751, 0.546, -0.563, -0.525, 0.446 0.517, 0.689
F27	F4, F28, F44, F65, F67 F69, F71, F76	0.940, 0.420, 0.690, 0.434, 0.517 0.467, 0.417, -0.413
F28	F4, F18, F27, F38, F65 F67, F69, F71, F76	0.472, 0.732, 0.420, 0.524, 0.489 0.537, 0.406, 0.553, -0.417
F32	F15, F21	0.450, 0.770
F38	F1, F28	0.403, 0.524
F44	F19, F24, F26, F65 F67, F73, F75, F76	0.632, 0.660, 0.751, -0.506 -0.460, 0.485, 0.469, 0.570
F46	F51, F62, F65, F67, F71	0.075, 0.673, 0.369, 0.370, 0.413
F47	F18, F19, F24, F26, F65 F67, F75, F76	0.412, 0.586, 0.626, 0.546, -0.402 -0.423, 0.403, 0.454
F51	F46, F62, F64, F65, F66 F67, F71	0.075, 0.690, -0.522, 0.441, -0.414 0.420, 0.480
F53	F73, F75, F76	0.075, 0.633, 0.384
F56	F57, F62, F64, F66	0.350, 0.766, -0.371, -0.549
F57	F56, F58, F62	0.250, 0.424, 0.403
F58	F57, F72	0.424, 0.500
F62	F46, F51, F56, F57, F64 F65, F66, F67	0.673, 0.690, 0.765, 0.403, -0.494 0.364, -0.590, 0.432
F64	F56, F62	-0.371, -0.494
F65	F1, F4, F5, F7, F10 F19, F24, F26, F27, F28 F44, F46, F47, F51, F62	0.360, 0.425, -0.432, 0.501, -0.486 -0.460, -0.500, -0.563, 0.434, 0.489 -0.506, 0.369, -0.402, 0.441, 0.364
F66	F51, F56	-0.414, -0.549
F67	F4, F5, F7, F10, F11 F18, F19, F24, F26, F27 F28, F38, F44, F46, F47 F51, F62	0.502, -0.420, 0.414, 0.364, -0.349 -0.467, -0.420, -0.563, -0.525, 0.517 0.537, 0.333, -0.460, 0.370, -0.423 0.420, 0.432
F69	F5, F10, F27, F28	0.429, 0.402, 0.467, 0.486
F71	F4, F6, F10, F27, F28 F51	0.422, -0.410, 0.451, 0.417, 0.553 0.400
F72	F58	0.500
F73	F1, F2, F6, F7 F24, F26, F44, F53	-0.393, -0.350, -0.409, -0.372 0.433, 0.446, 0.485, 0.575
F75	F1, F2, F6, F7, F19 F24, F26, F44, F47, F53	-0.434, -0.383, -0.387, -0.353, 0.407 0.502, 0.517, 0.469, 0.403, 0.633
F76	F1, F2, F4, F6, F7 F18, F19, F24, F26, F27 F28, F44, F47, F53	-0.561, -0.355, -0.392, -0.431, -0.406 0.464, 0.652, 0.634, 0.609, -0.413 -0.417, 0.570, 0.454, 0.304

Nota. Valores criticos para los coeficientes de correlacion.
 α = 0.05 ---- 0.349
 α = 0.01 ---- 0.449

APENDICE C - Distribución en porcentajes de las especies de foraminíferos bentónicos y planctónicos en la parte central del Golfo de California.

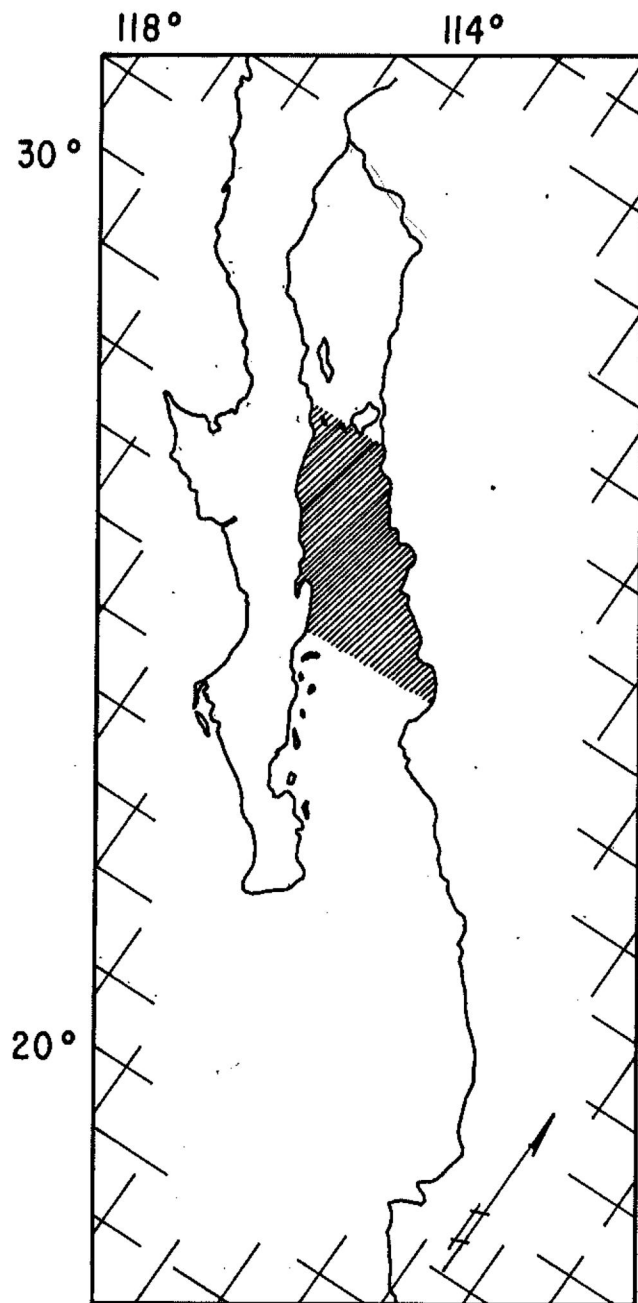


Fig. 1a: LA PARTE CENTRAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA, LA CUAL SE PRESENTA SOMBREADA, ES LA CONSIDERADA EN ESTE TRABAJO.

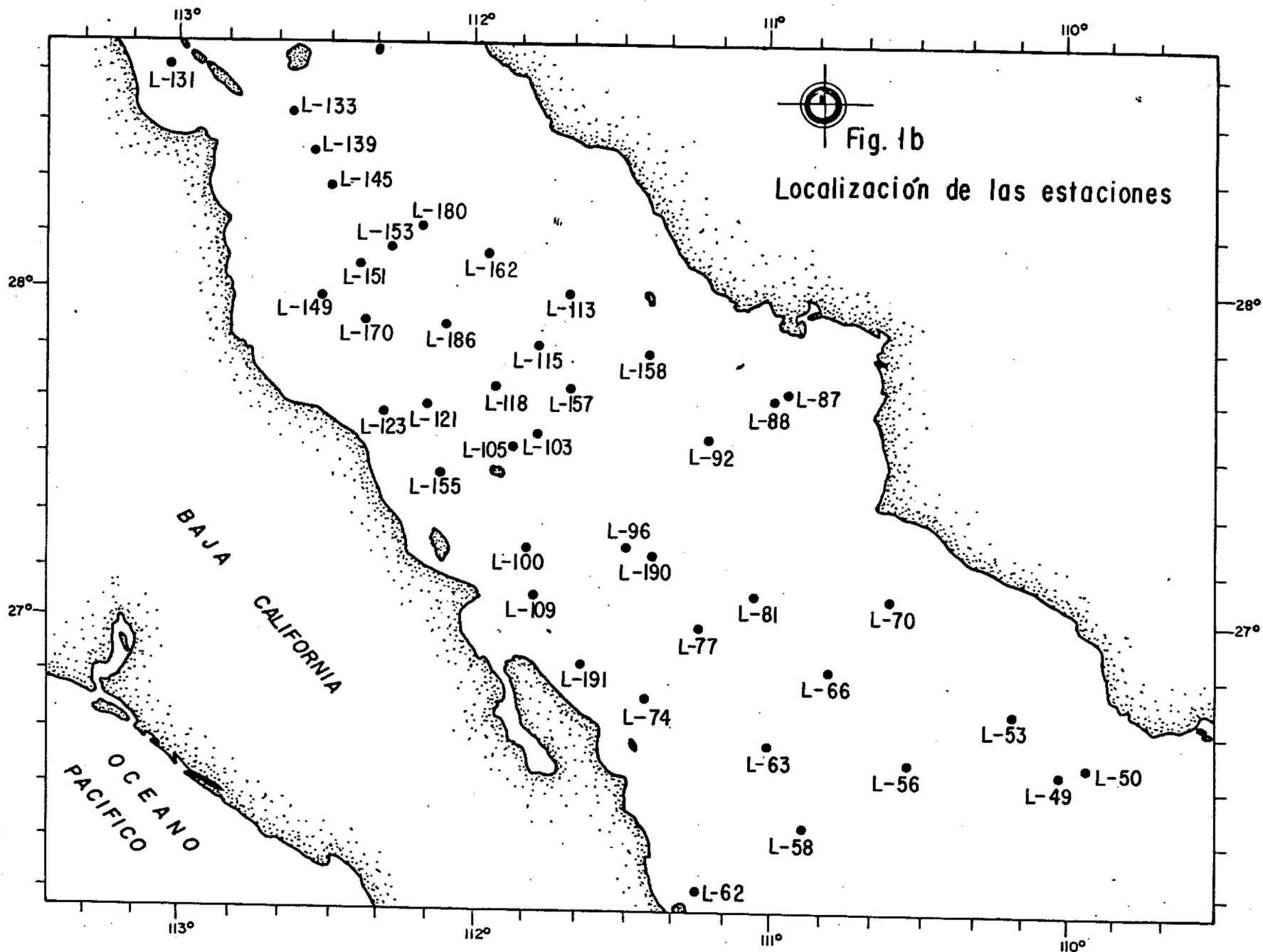


Fig. 2. Distribución de Bolivina pacifica en la parte Central del Golfo de California. Esta especie es muy abundante (40%), y se presenta en casi todas las estaciones. los numeros que se encuentran sobre los contornos son las abundancias relativas (porcentajes) de las especies y los que se encuentran dentro o fuera de los contornos son la profundidad (m) de la estación.

CICESE

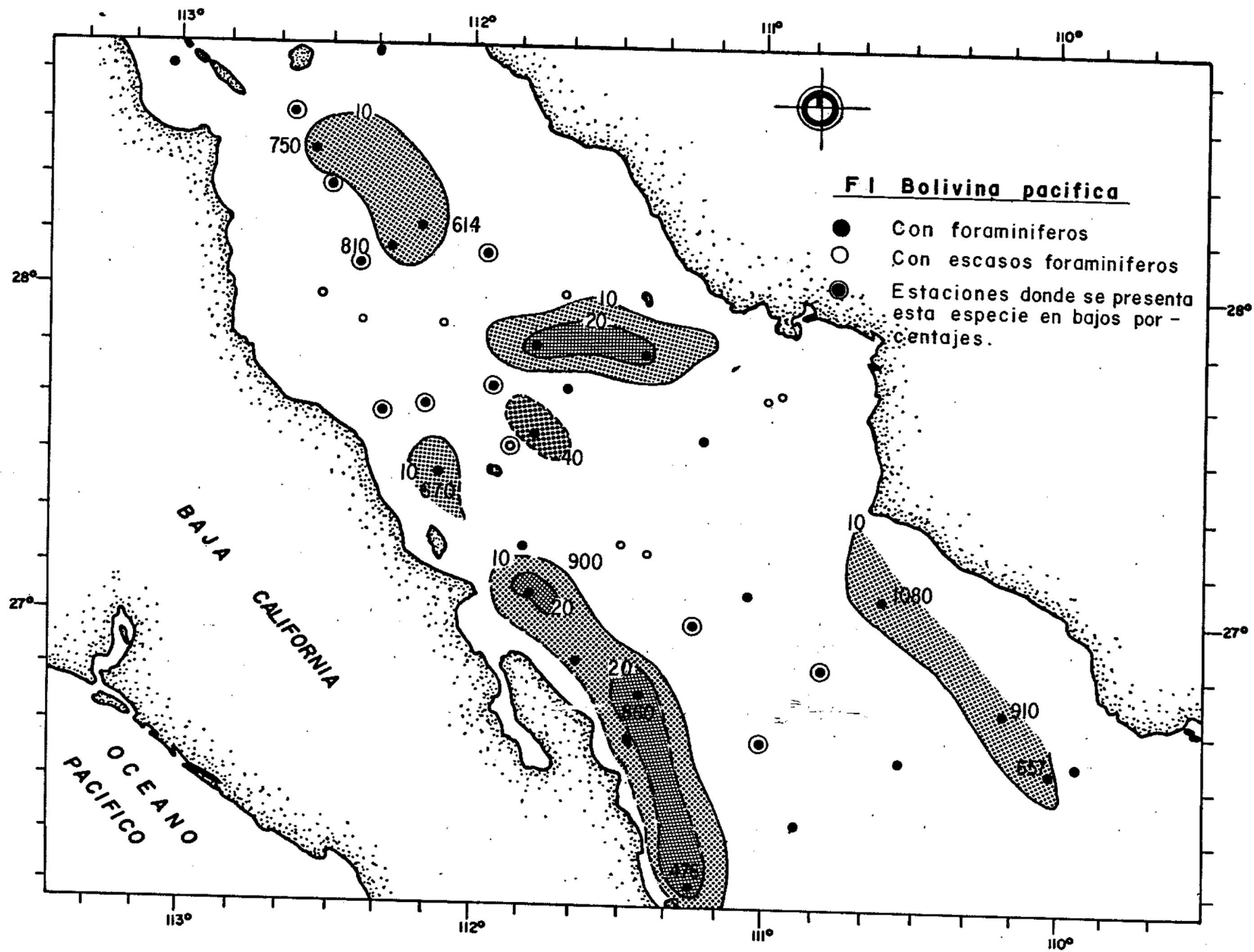


Fig. 3. Distribución de Bolivina subadvena, esta especie como la anterior es relativamente abundante presentando valores hasta de 20%.

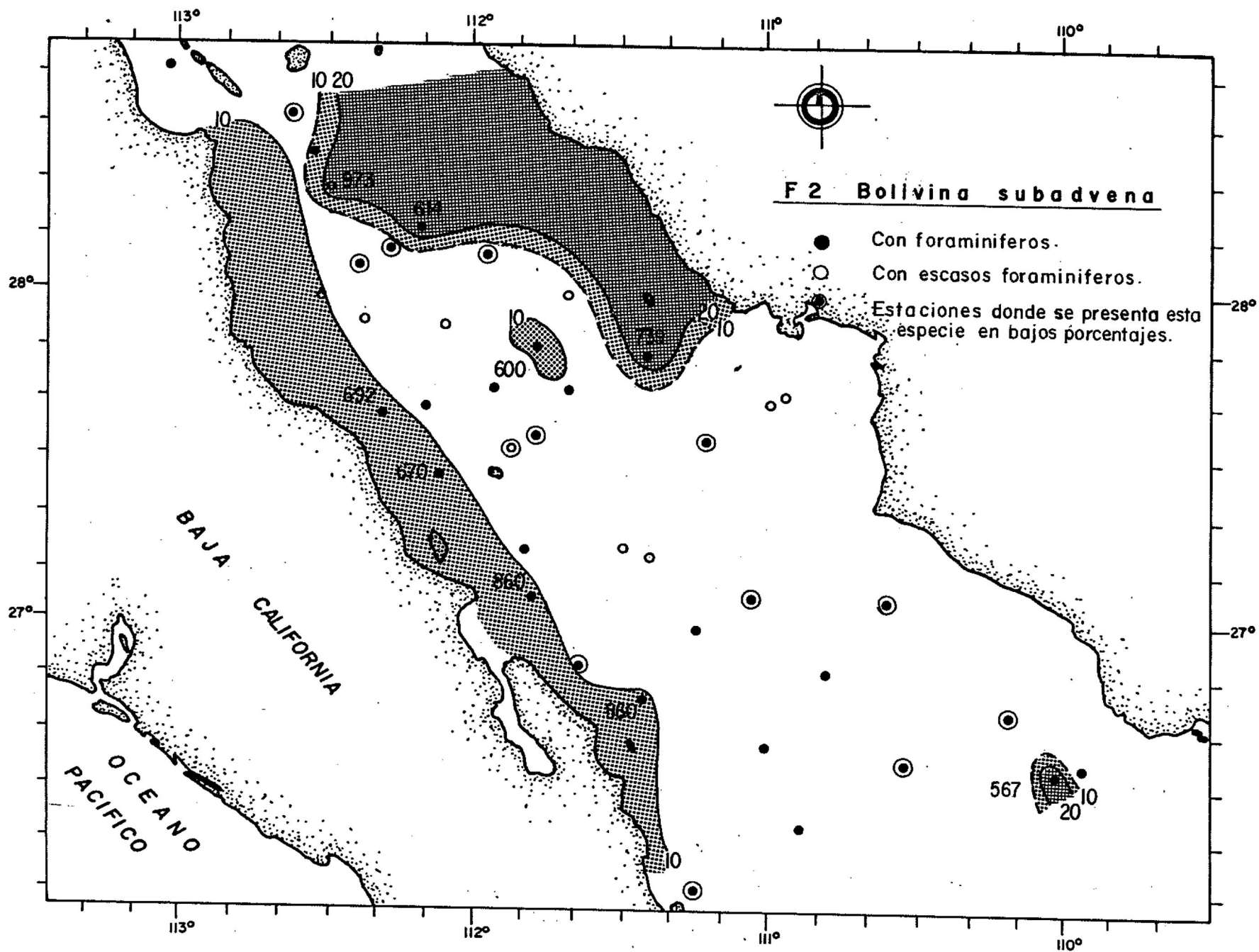


Fig. 4. Bolivina spissa como puede observarse se presenta principalmenete en la pendiente oriental desde la Isla San Pedro Nolasco hasta enfrente de las costas de Topolobampo.

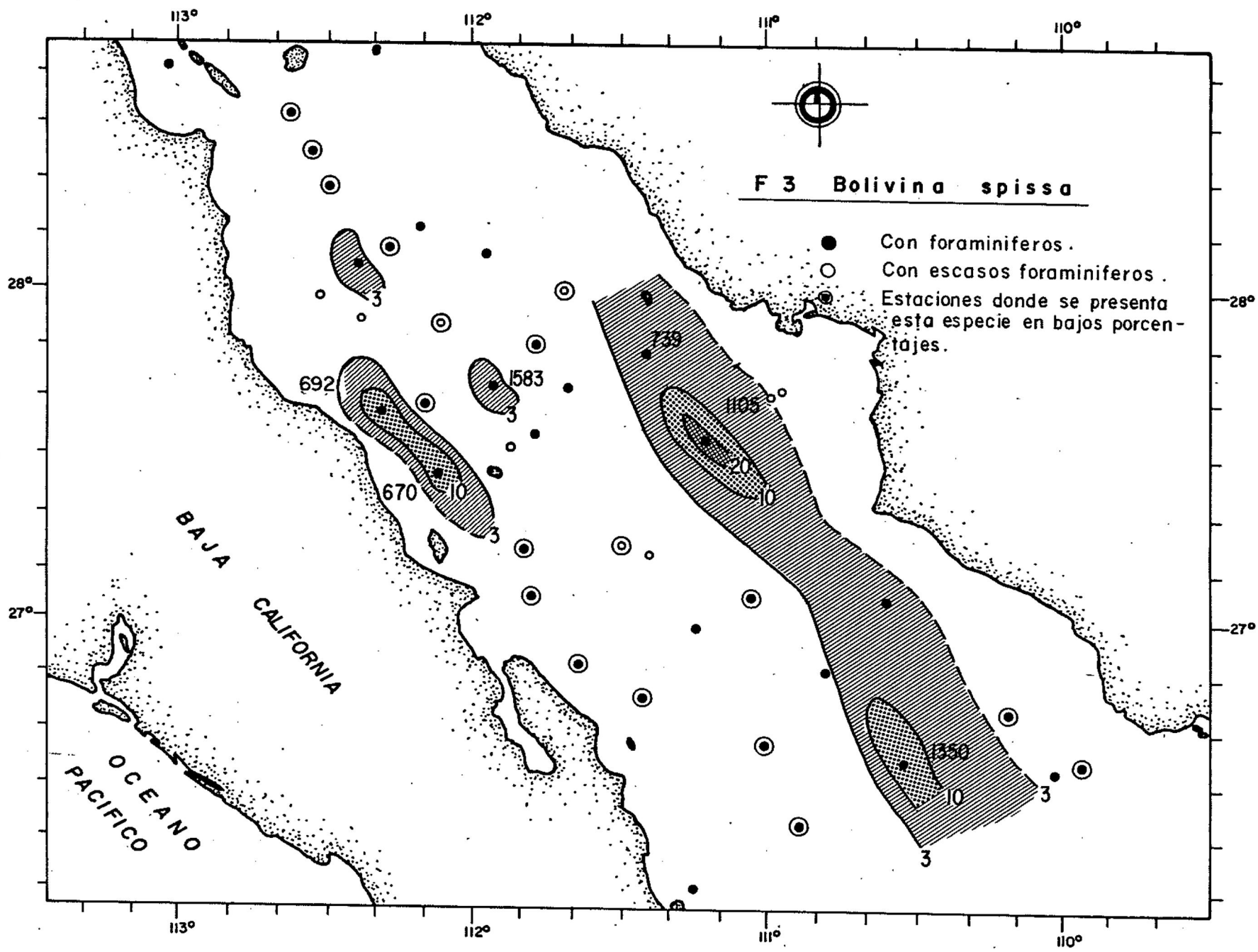


Fig. 5. Distribución de Bolivina interjuncta en la parte central del Golfo de California.

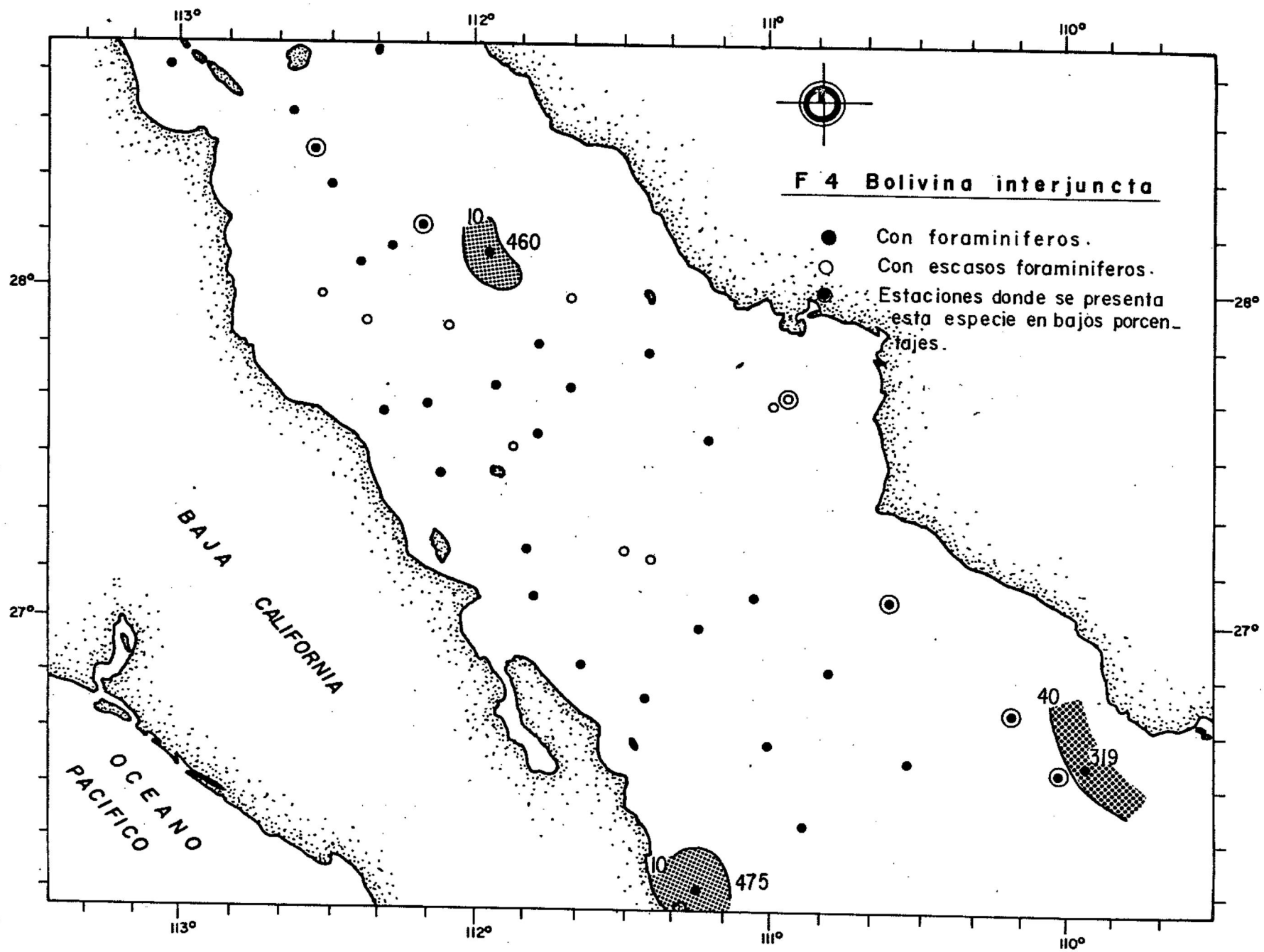


Fig. 6. La distribución de Bulimina inflata como se puede observar, es hacia la costa de Bahía Concepción donde presenta su máxima abundancia (5%), presentandose en otras estaciones pero con valores más bajos.

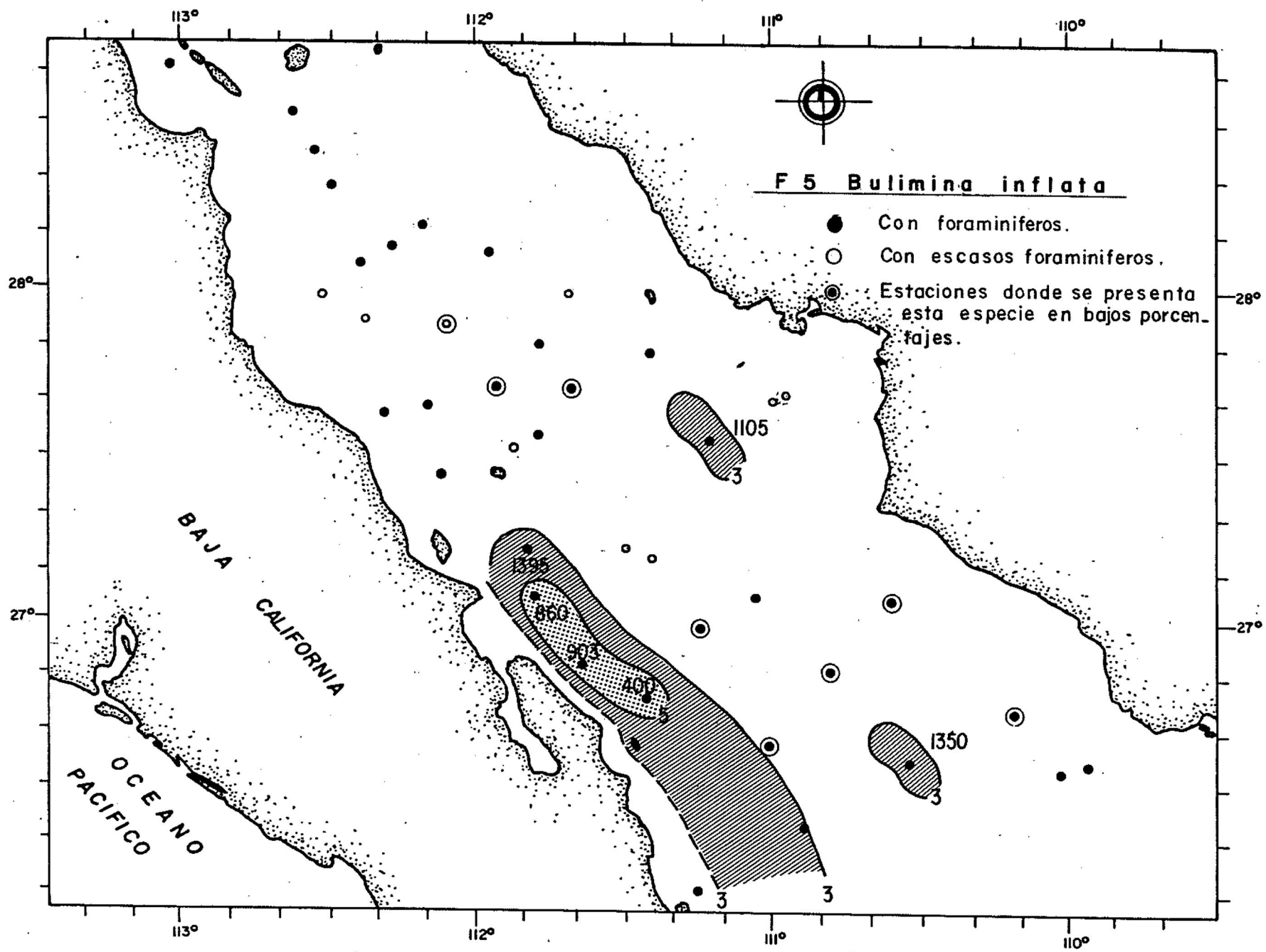


Fig. 7. Bulimina exilis tenuata se encuentra distribuida hacia las costas en ambos lados del Golfo, notándose cierta preferencia por la costa oriental.

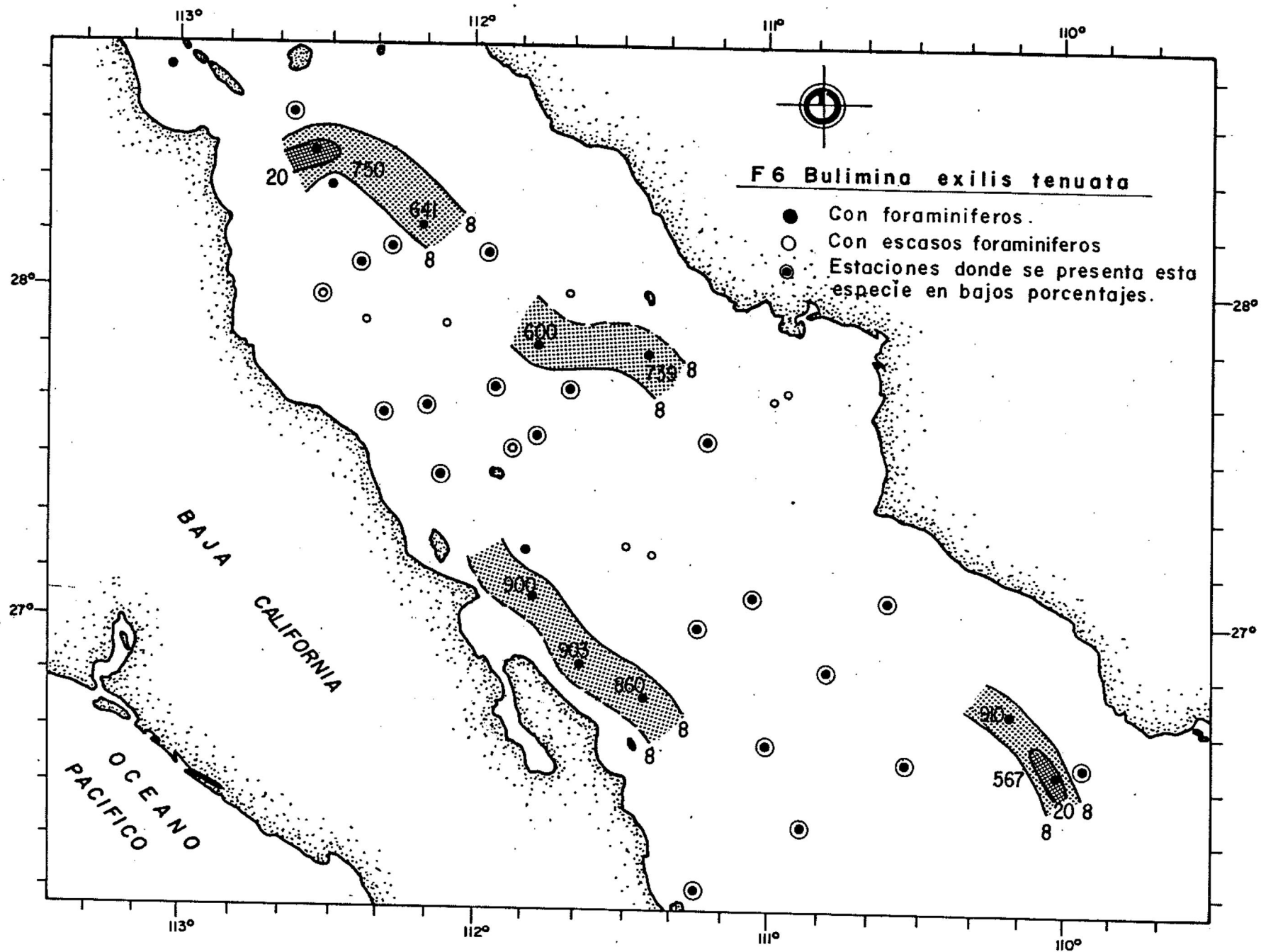


Fig. 8. Distribución de Buliminella sp. en la parte central del Golfo de California.

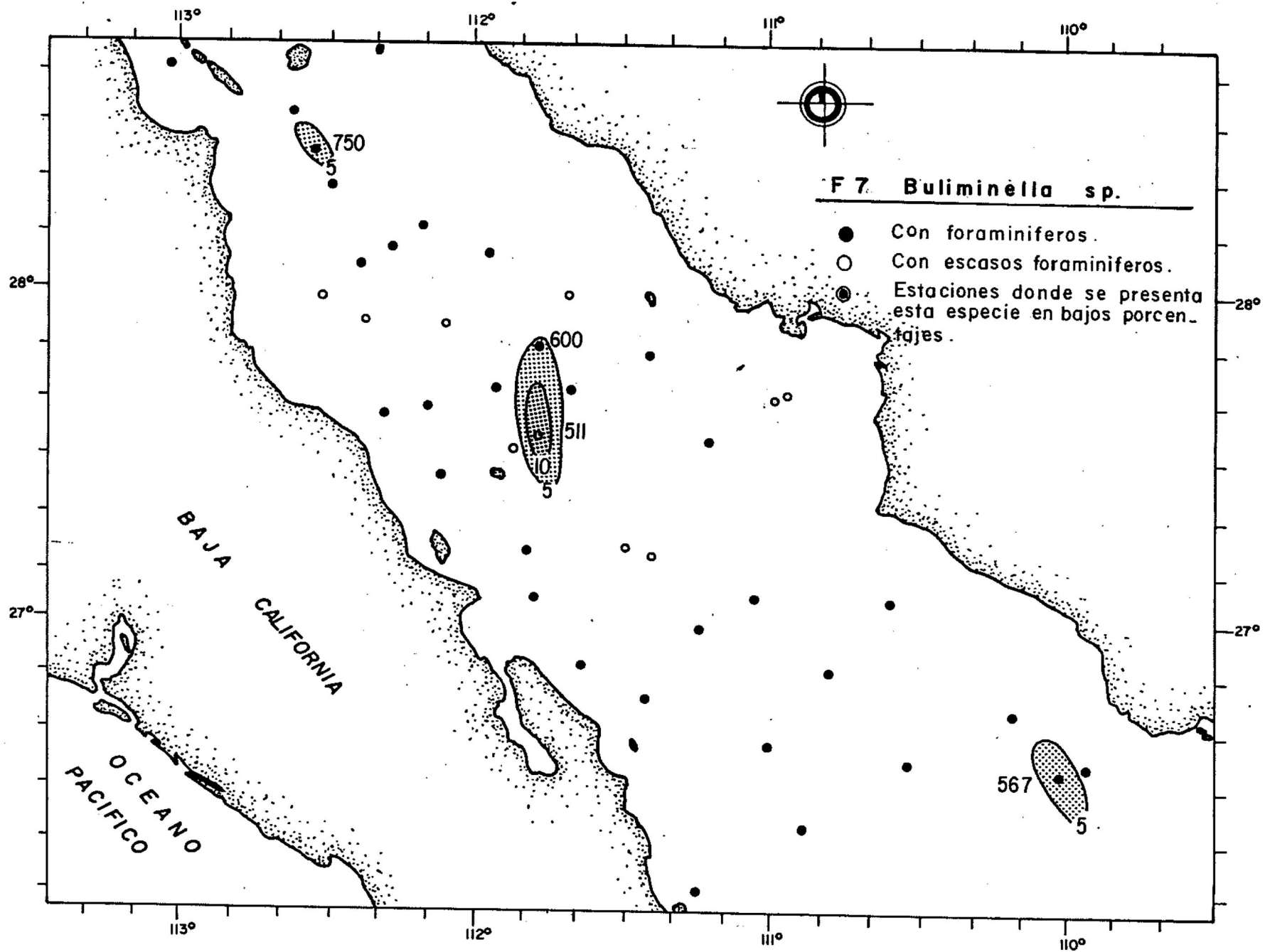


Fig. 9. Epistominella sandiegoensis no es muy abundante, se encontró en bajos porcentajes en dos estaciones al norte de la parte central del Golfo de California.

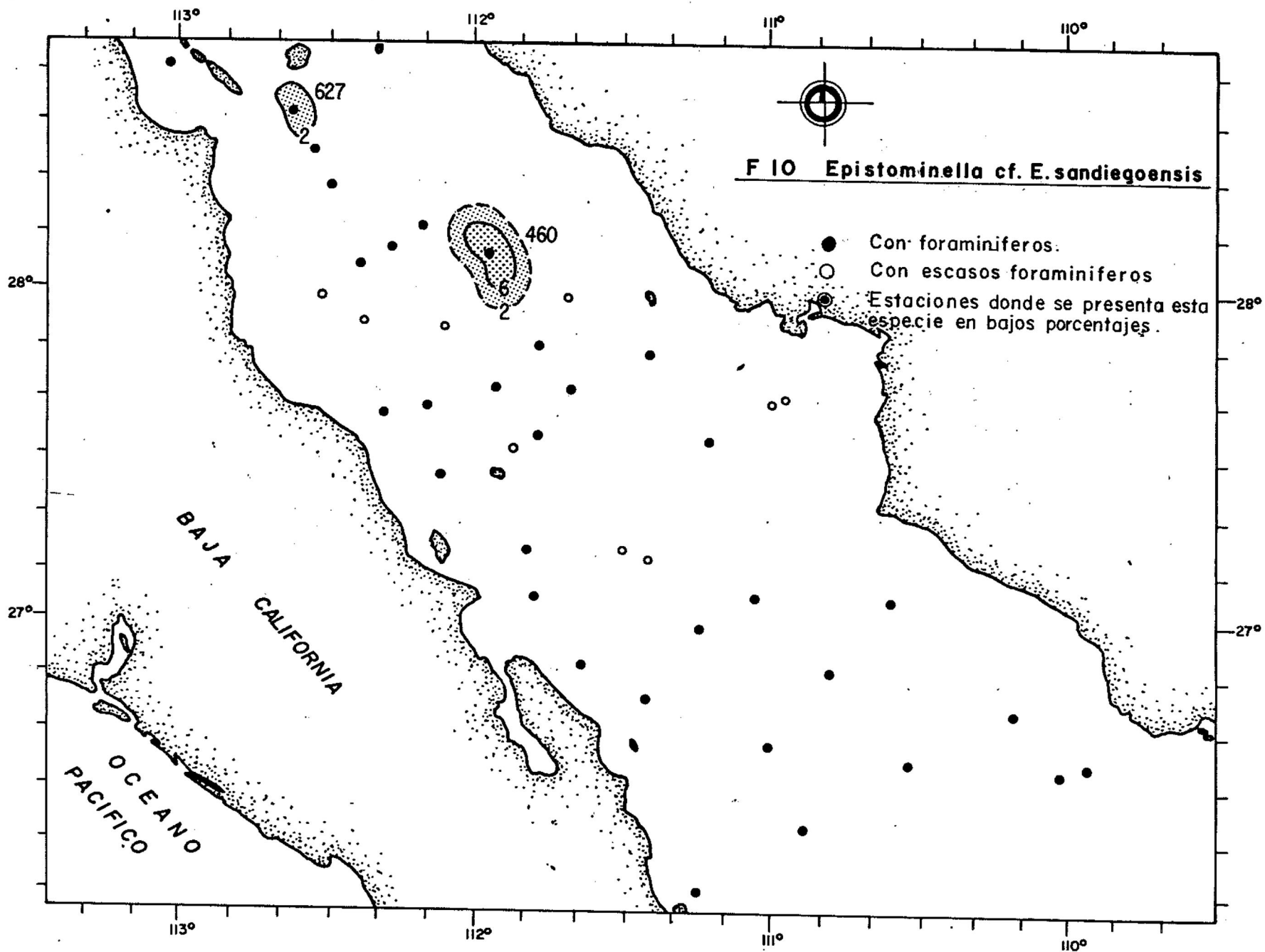


Fig. 10. Epistominella smithi presenta su mayor abundancia (20%) a profundidades donde se presentan las pendientes.

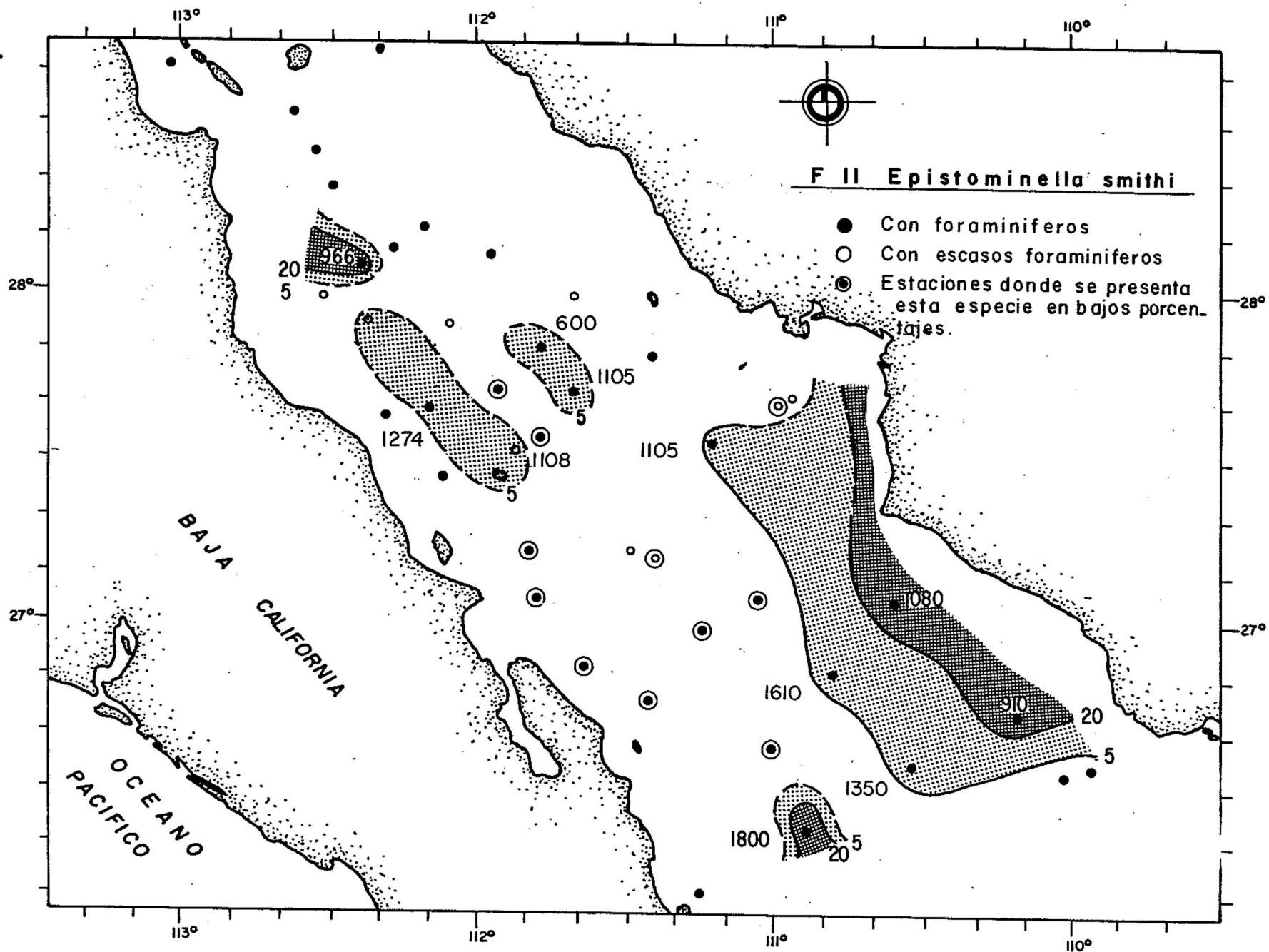


Fig. 11. Distribución de Cassidulina delicata en la parte central del Golfo de California.

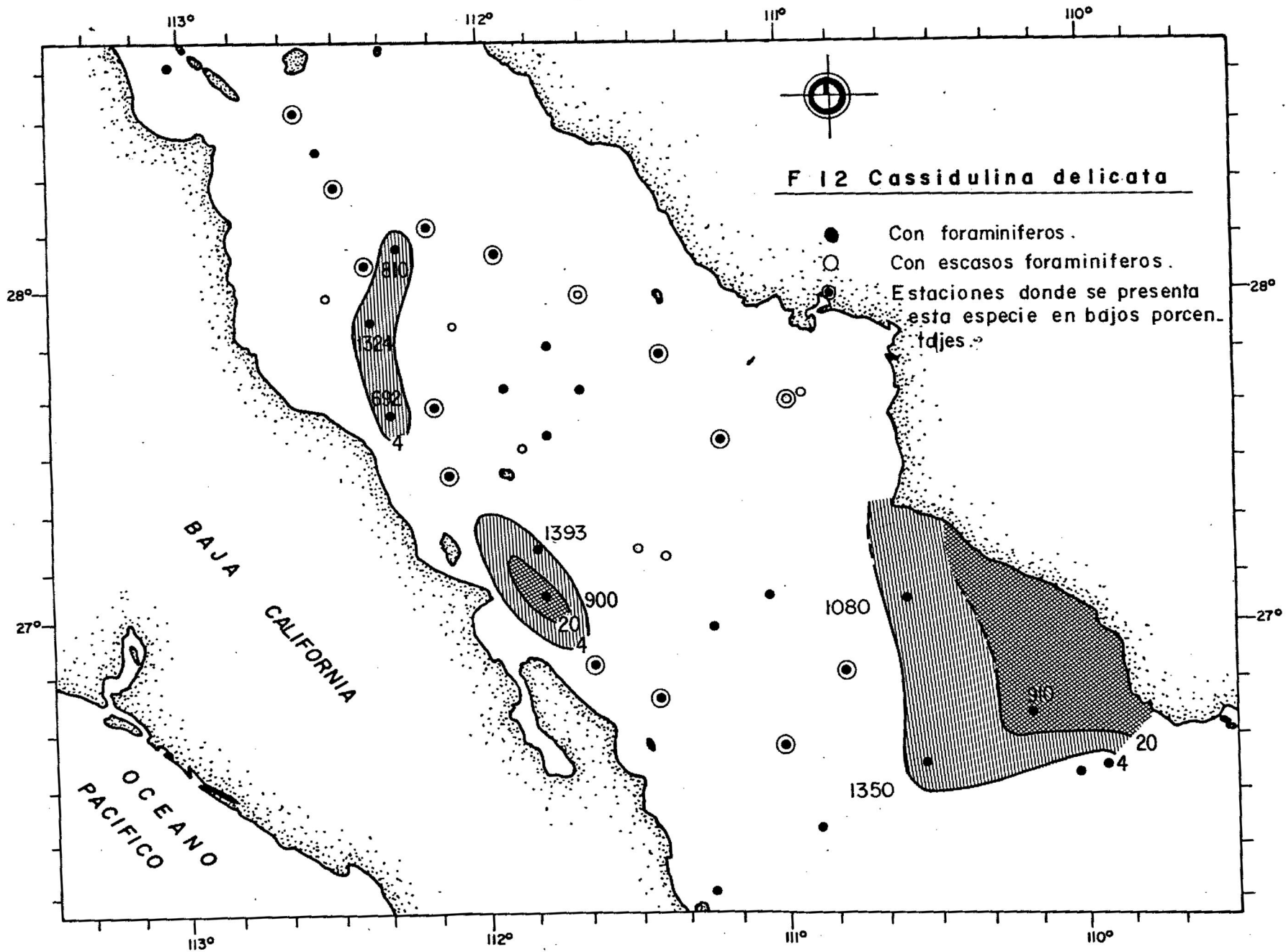


Fig. 12. Cassidulina cushmani se presenta a lo largo de la pendiente occidental y al sur de la pendiente oriental de la parte central del Golfo.

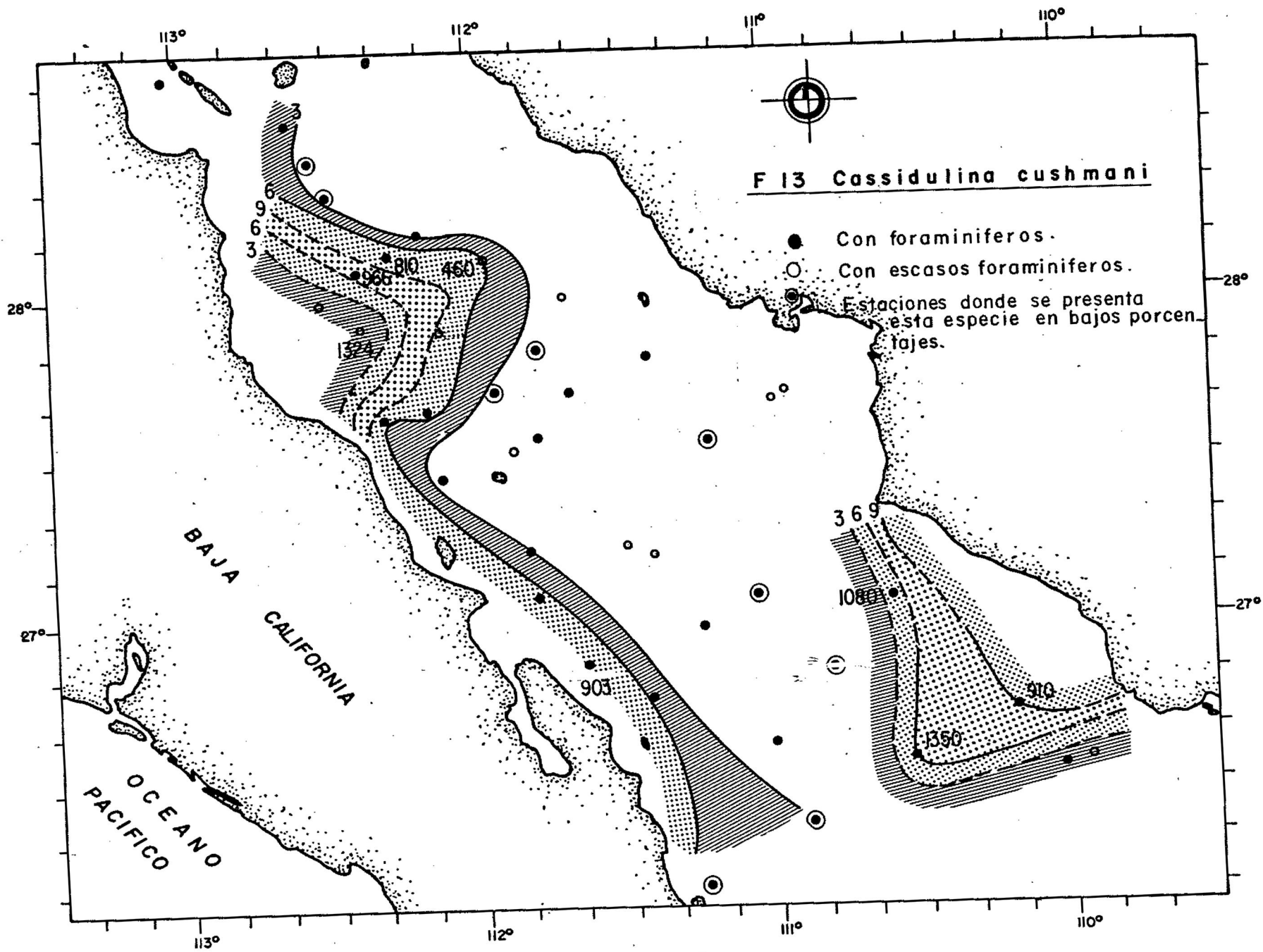


Fig. 13. La distribución de Cassidulinoides cornuta es exclusivamente al norte de la pendiente occidental de la parte central del Golfo de California.

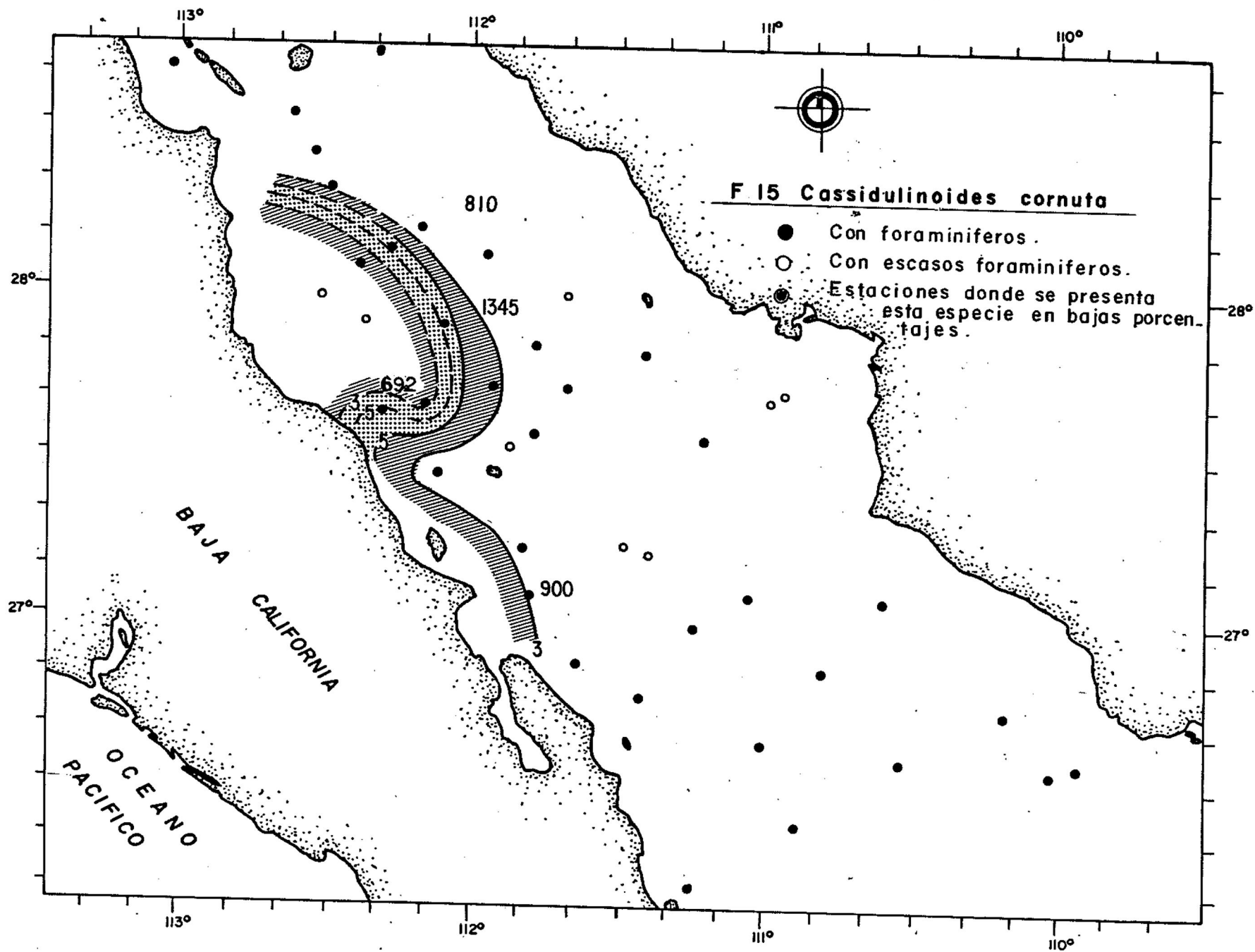


Fig. 14. Globobulimina pacifica es muy escasa y se presenta en aguas profundas.

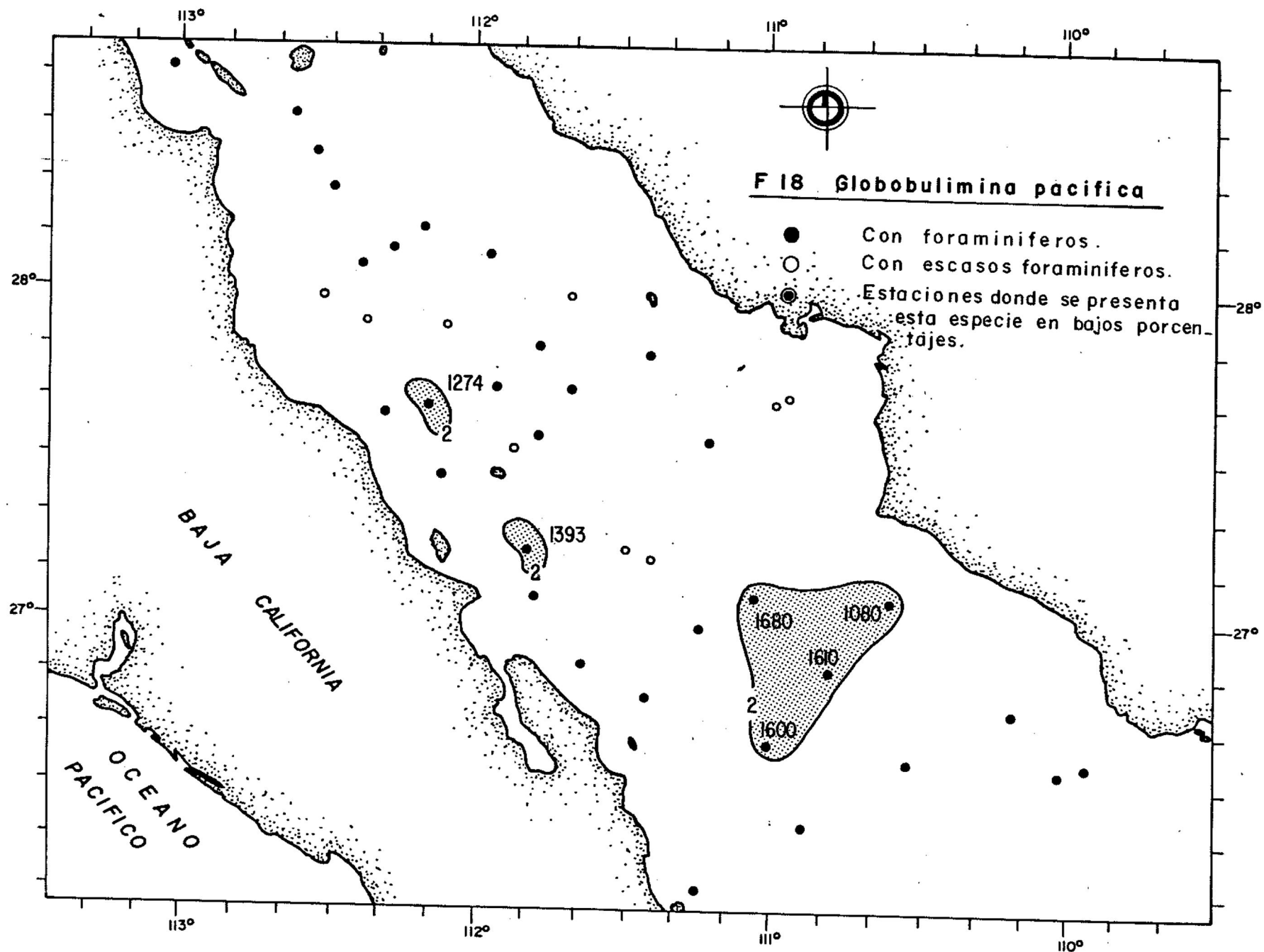


Fig. 15. Oridorsalis tener, se encuentra hacia el centro del Golfo, donde las profundidades son mayores.

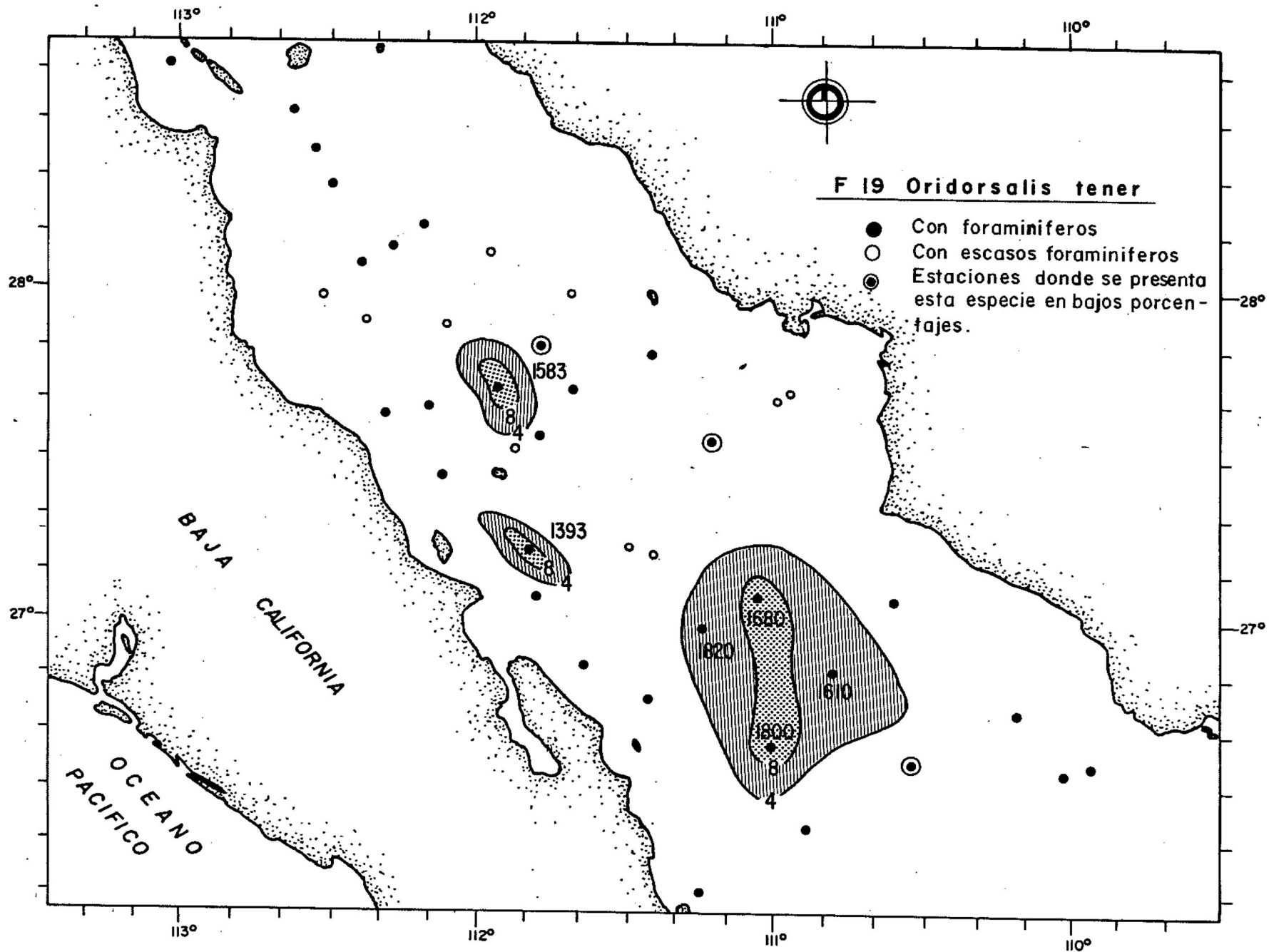


Fig. 16. Loxostomum pseudobeurichi se encuentra
unicamente en la parte occidental del Golfo a
profundidades donde se presenta la pendiente.

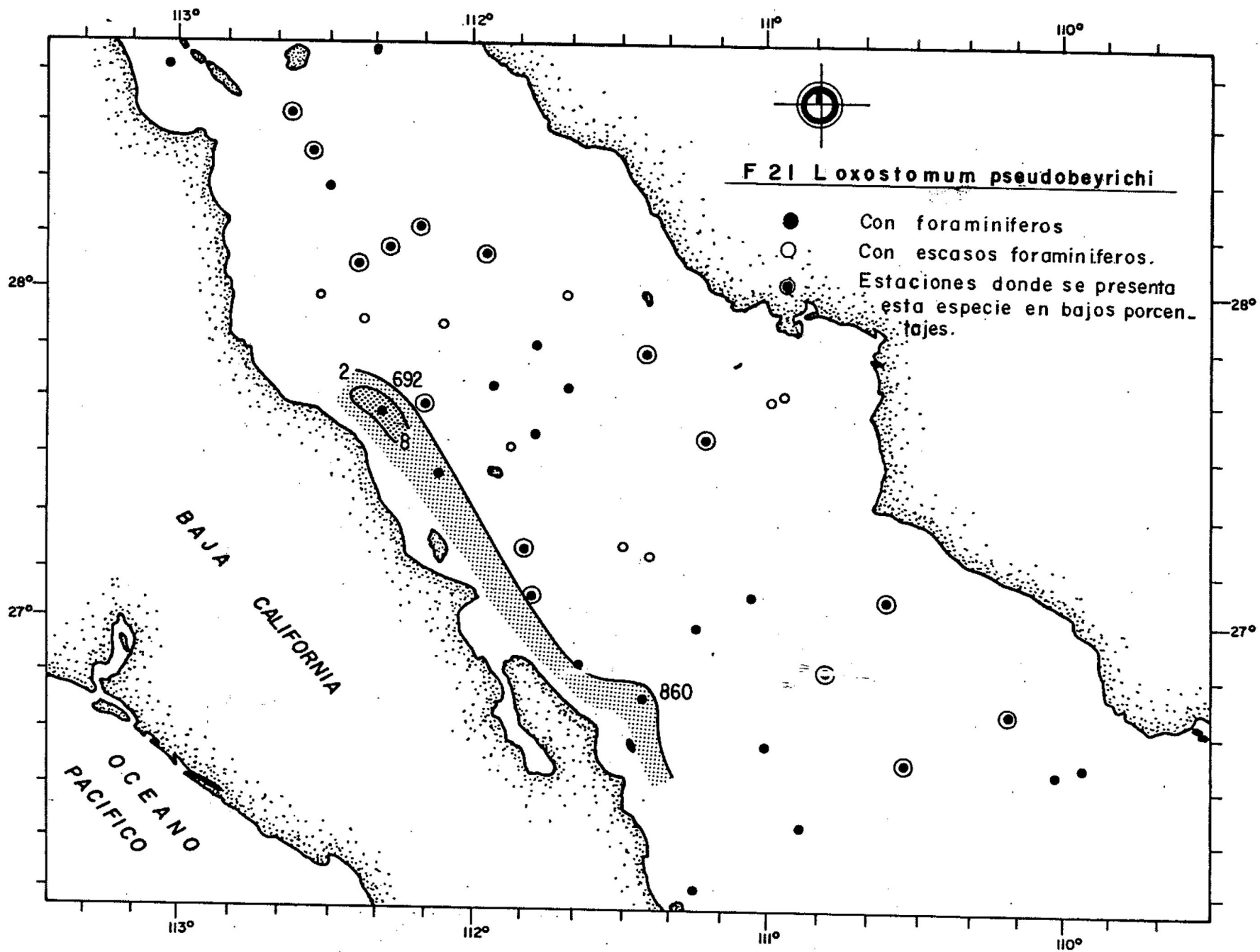


Fig. 17. Uvigerina sp. como se puede observar muestra preferencia por vivir a grandes profundidades.

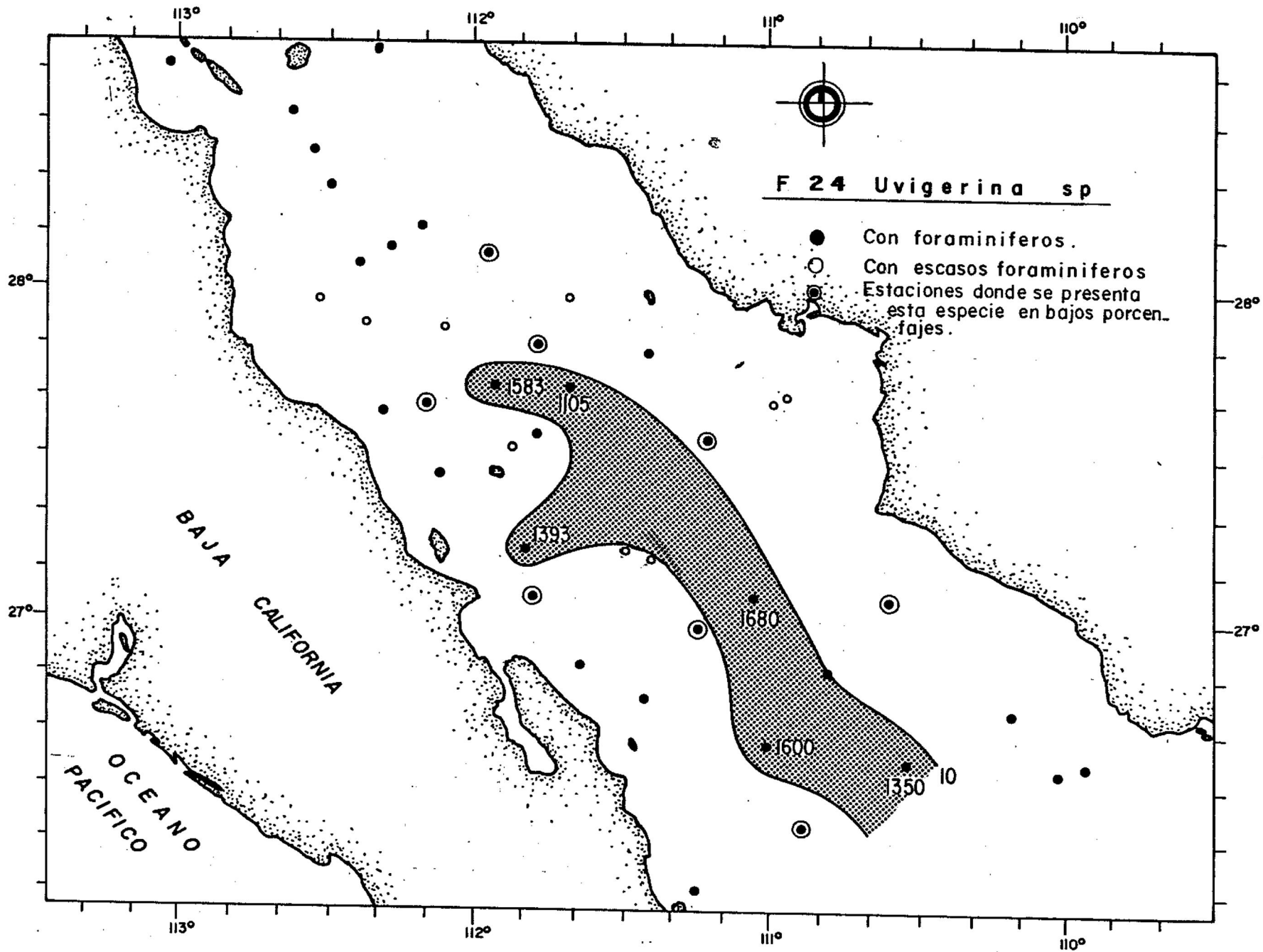


Fig. 18. Uvigerina peregrina se presenta hacia el centro del Golfo donde las profundidades son mayores.

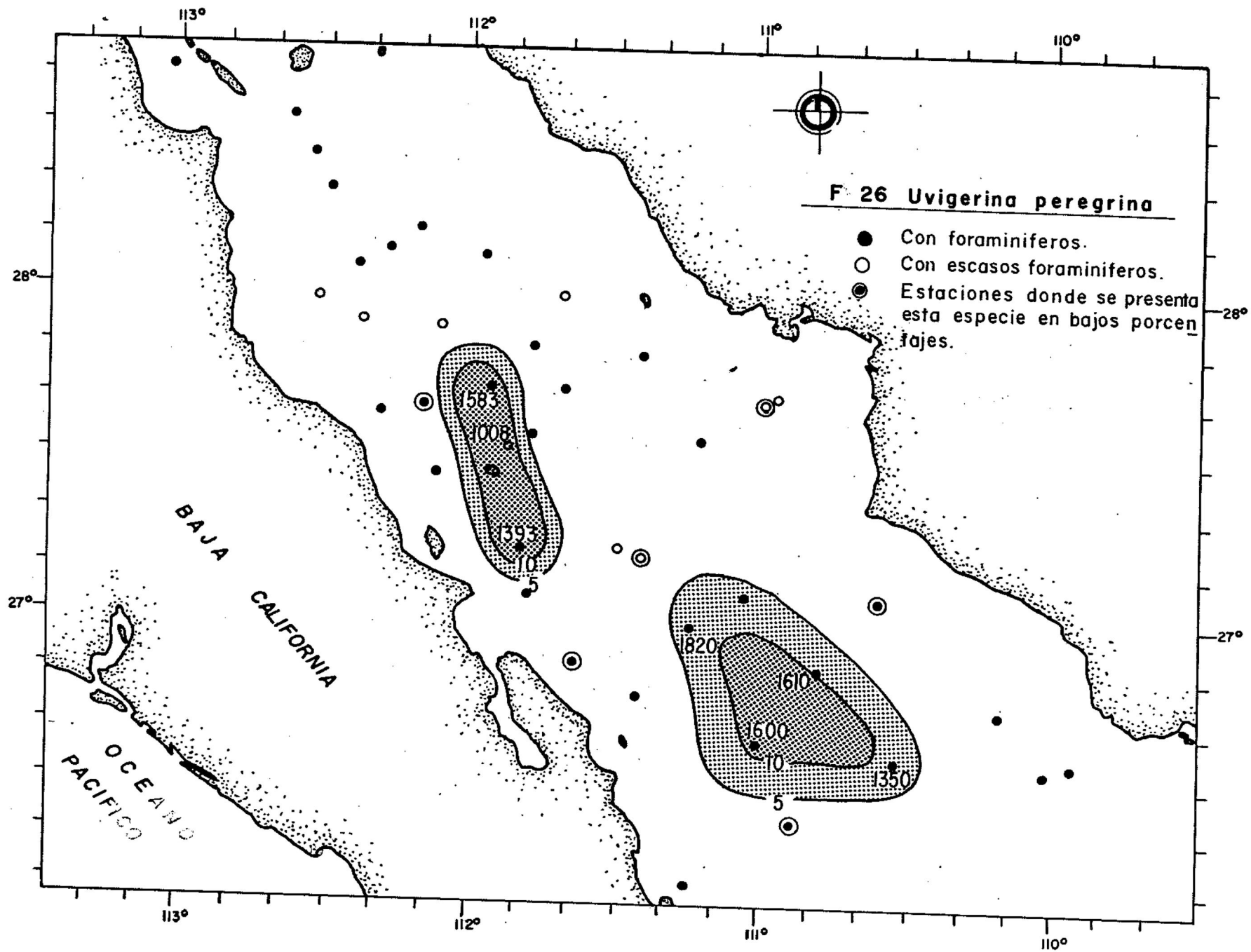


Fig. 19. Bolivina interjuncta bicostata se presenta
unicamente en dos estaciones al sur de la parte
central del Golfo.

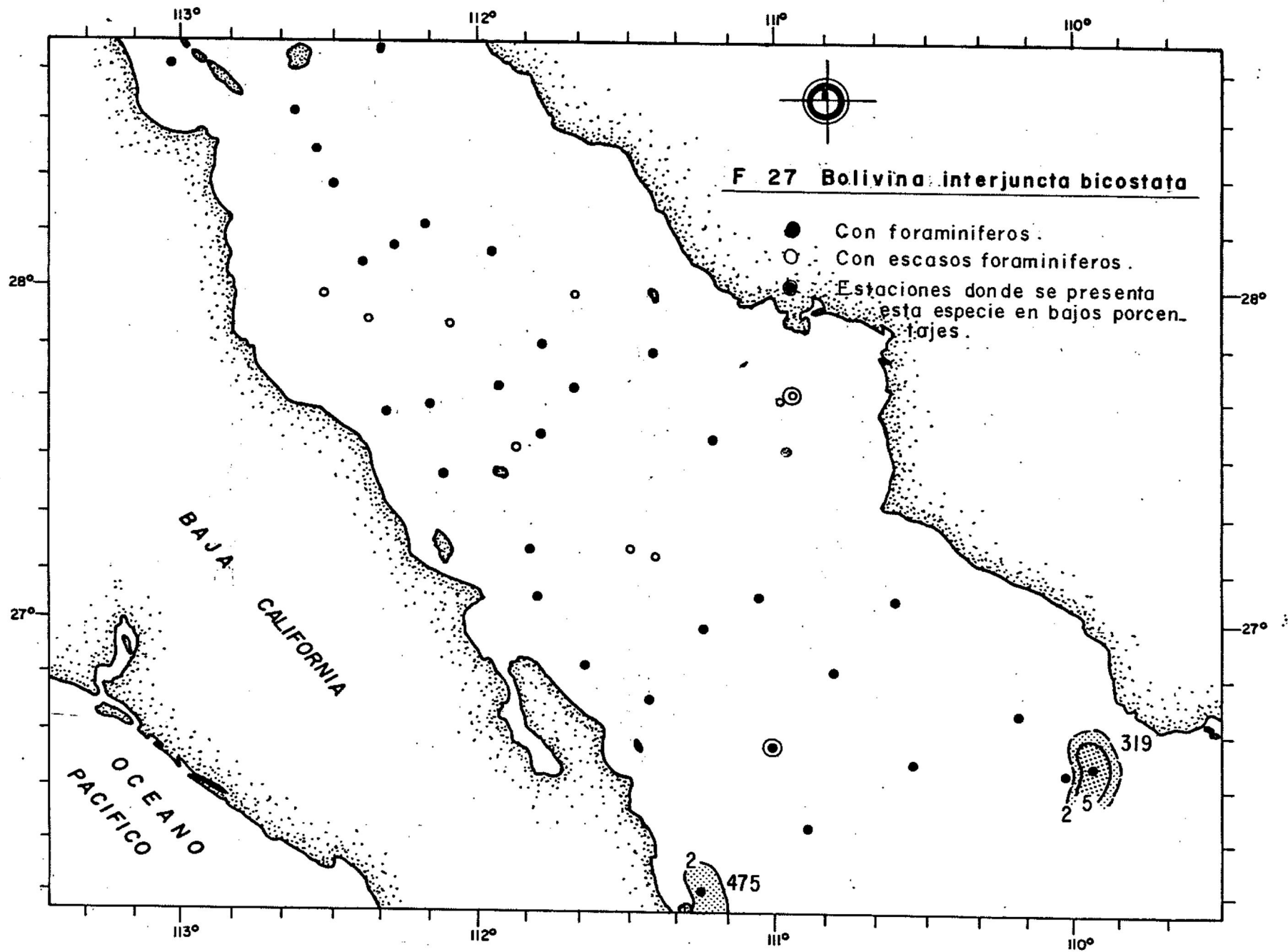


Fig. 20. Distribución de Epistominella sp. en la parte central del Golfo de California.

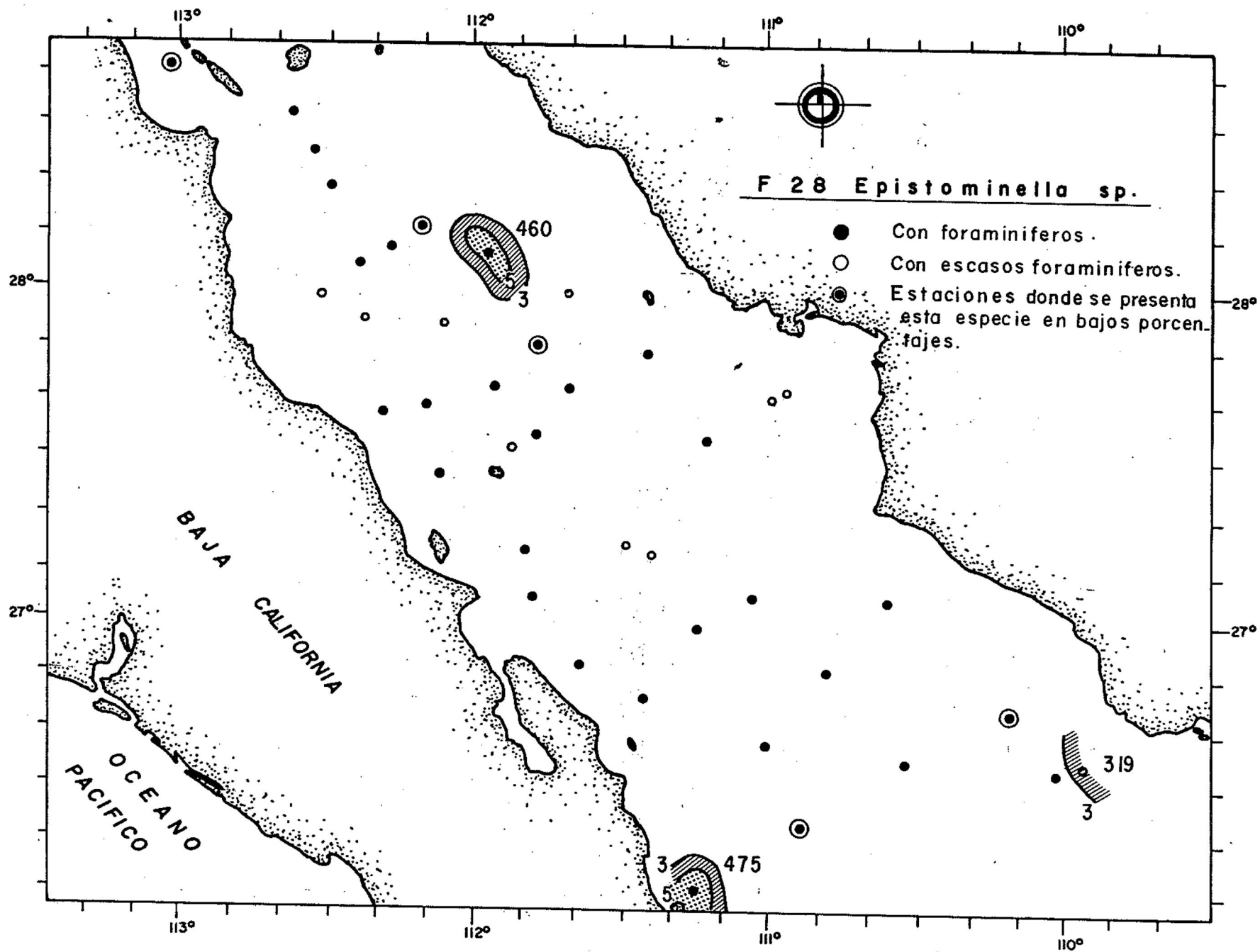


Fig. 21. La distribución de Loxostomum sp. es unicamente hacia el norte de la parte central del Golfo.

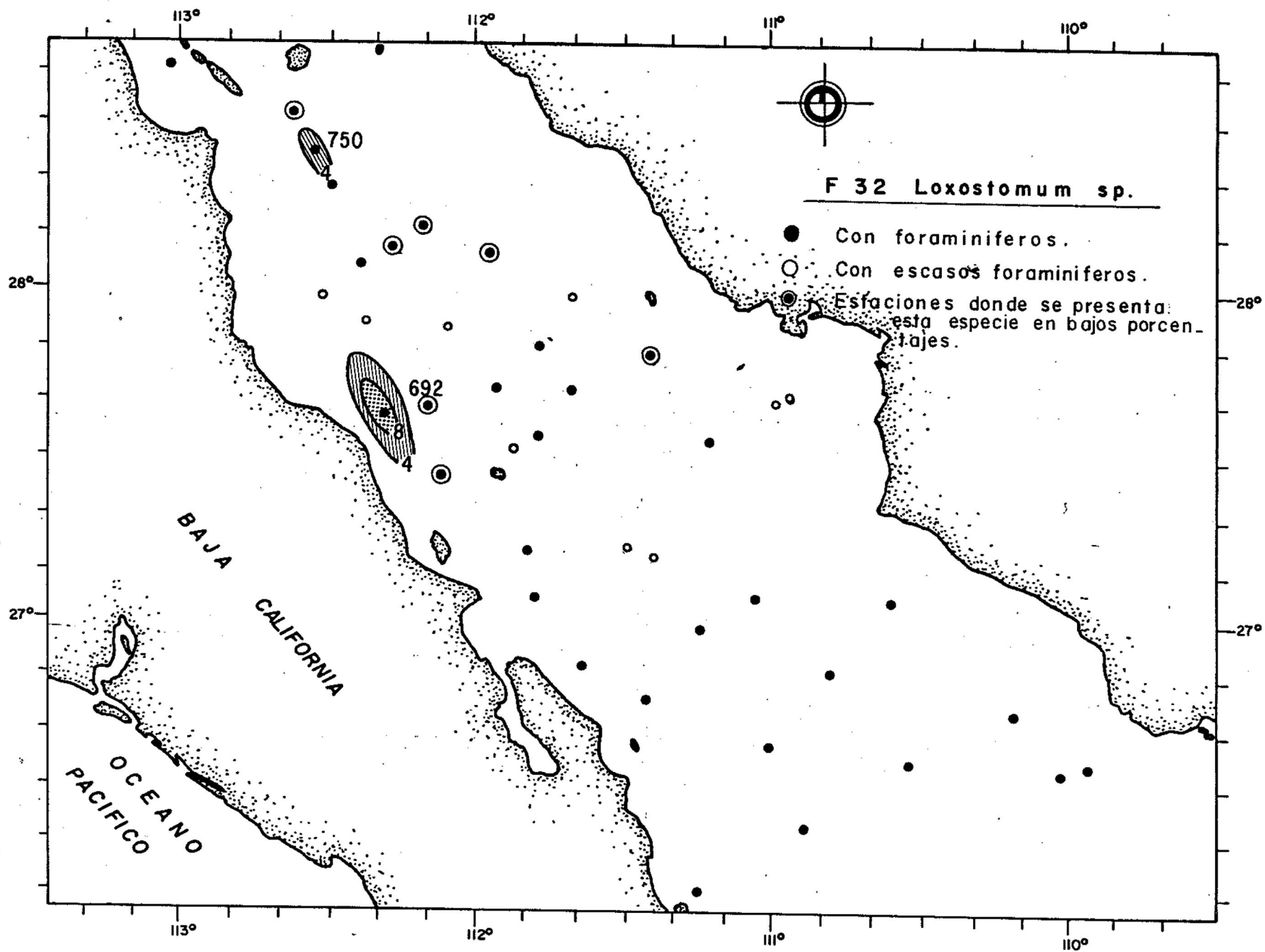


Fig. 22. Bucella tenerrima se encontró en una sola estación al sur de la parte central. Lo más probable es que esta especie se distribuya al sur del Golfo de California.

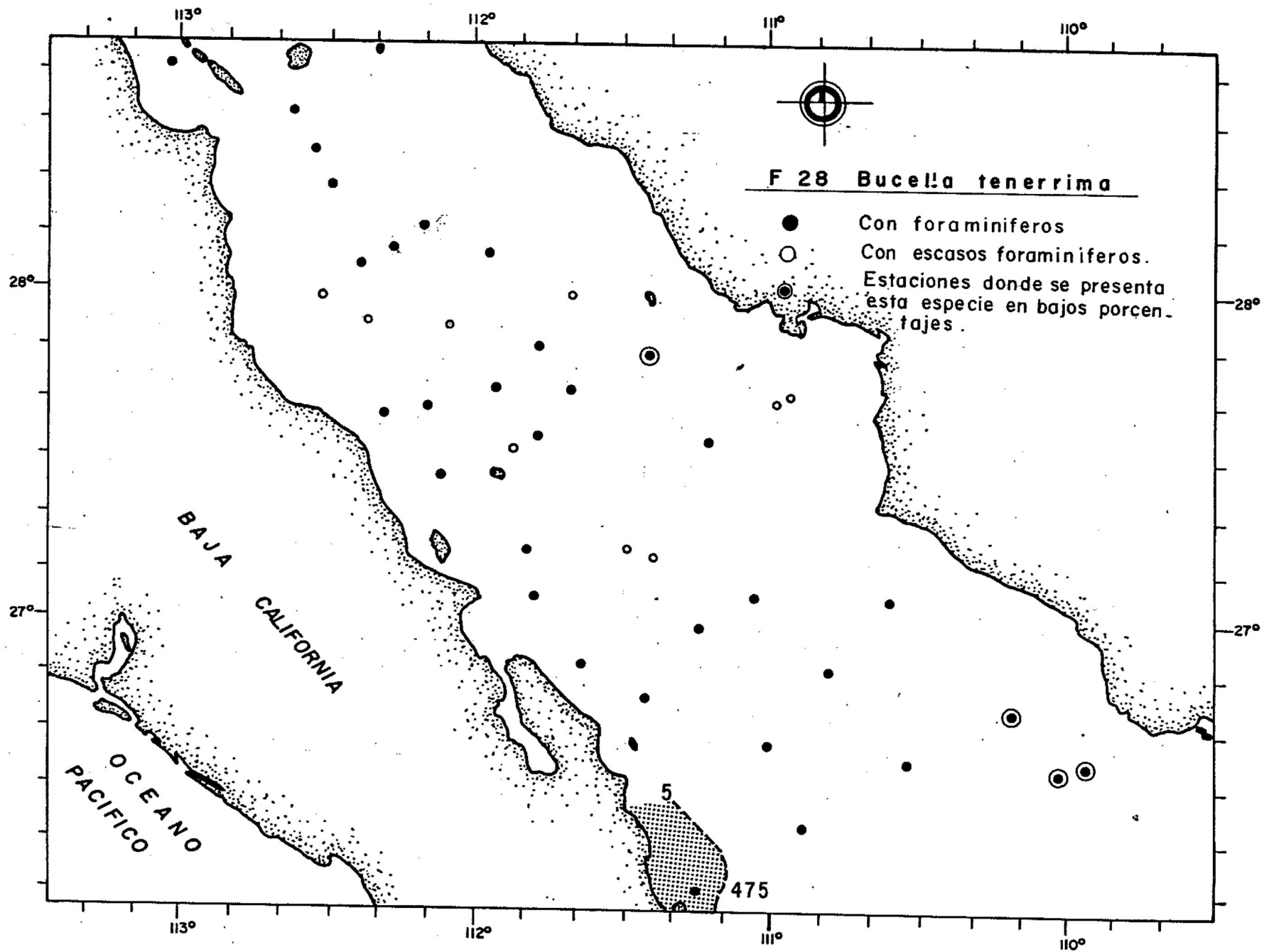


Fig. 23. La distribución de Uvigerina excellens como se puede observar es hacia el centro del Golfo donde las profundidades son mayores.

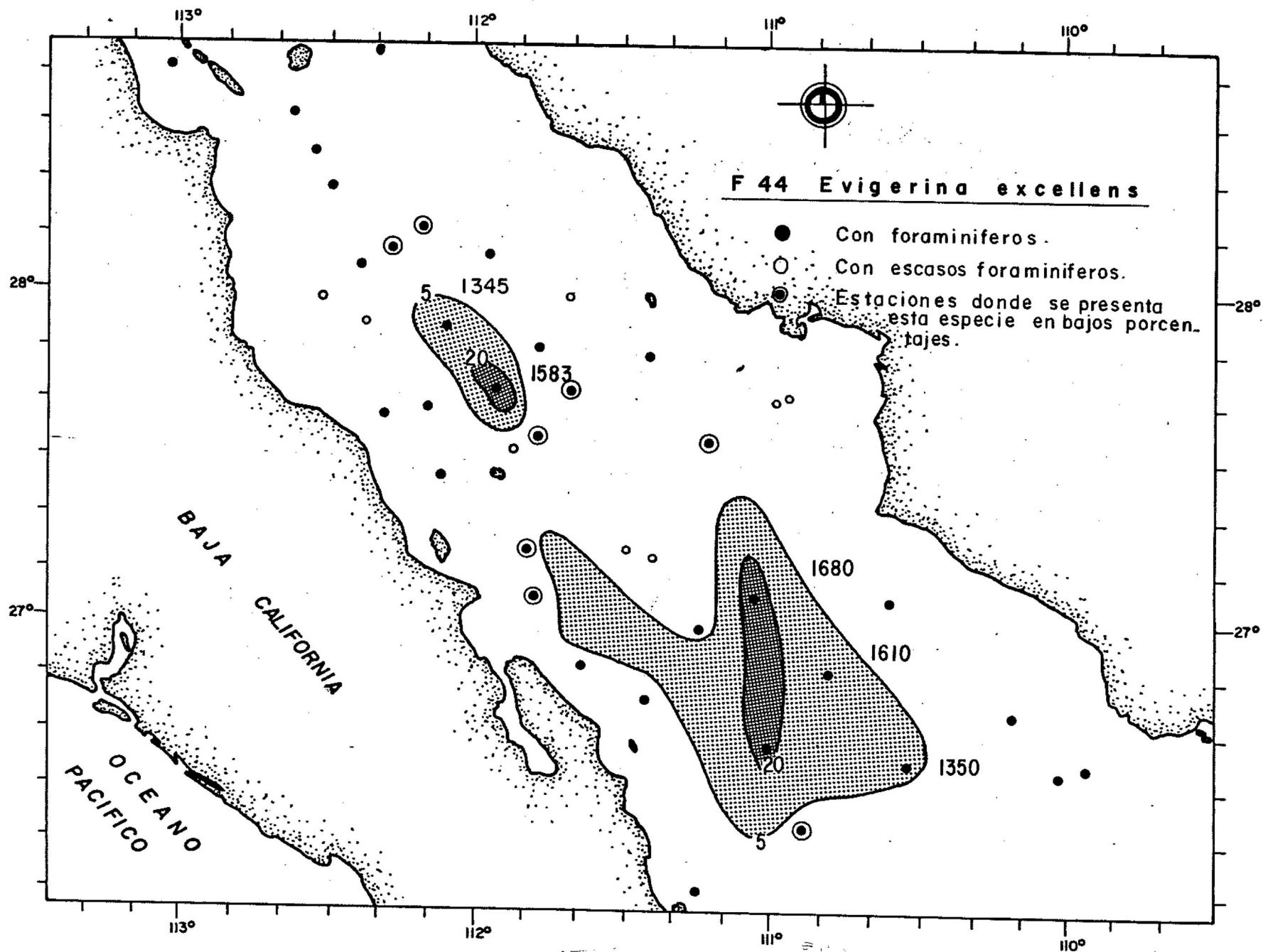


Fig. 24. Cassidulina auka solo se encontró en una sola estación hacia la costa oriental de la parte central del Golfo.

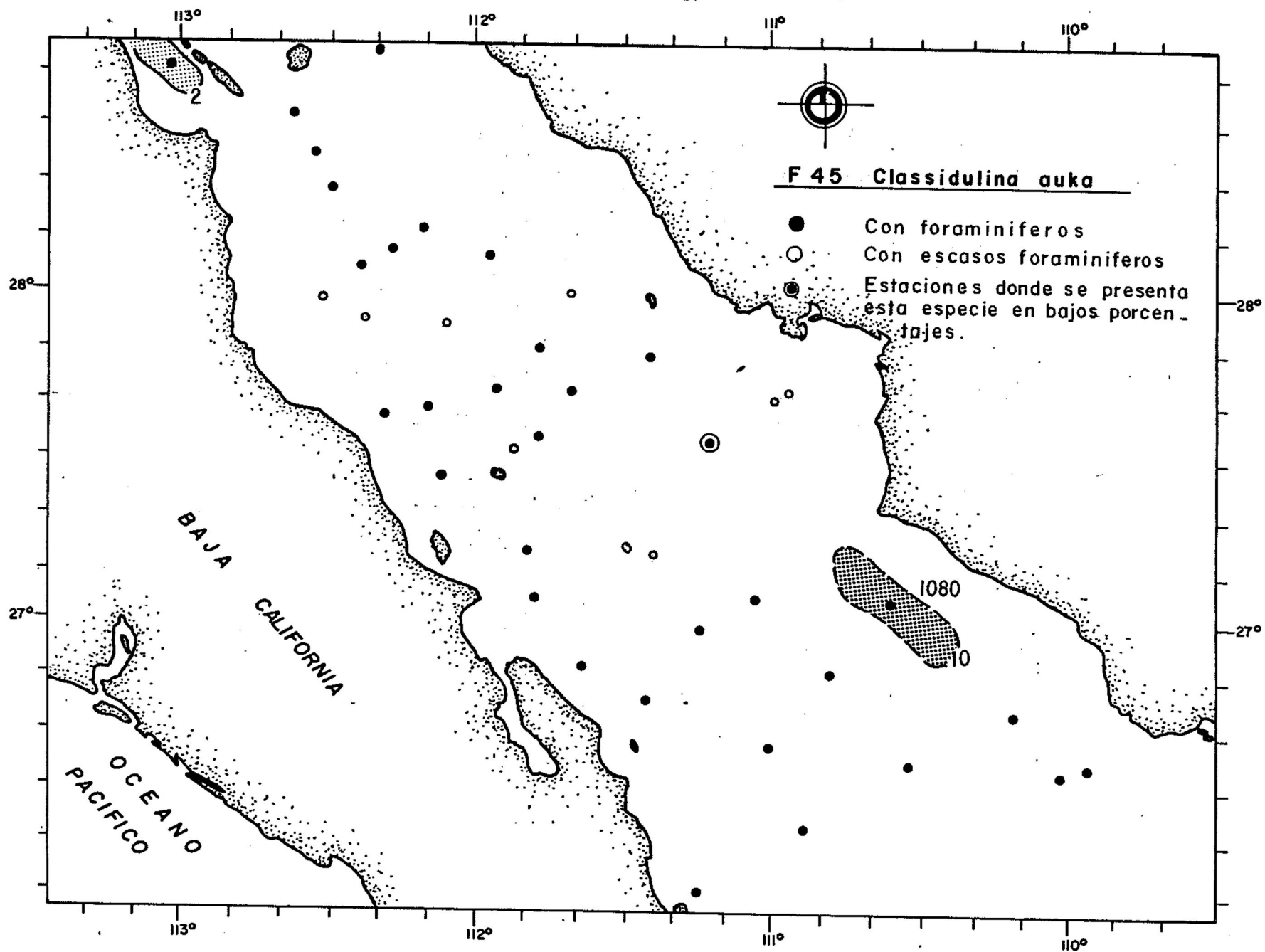


Fig. 25. Cassidulina subcalifornica se presenta
unicamente al norte de la parte central del
Golfo de California.

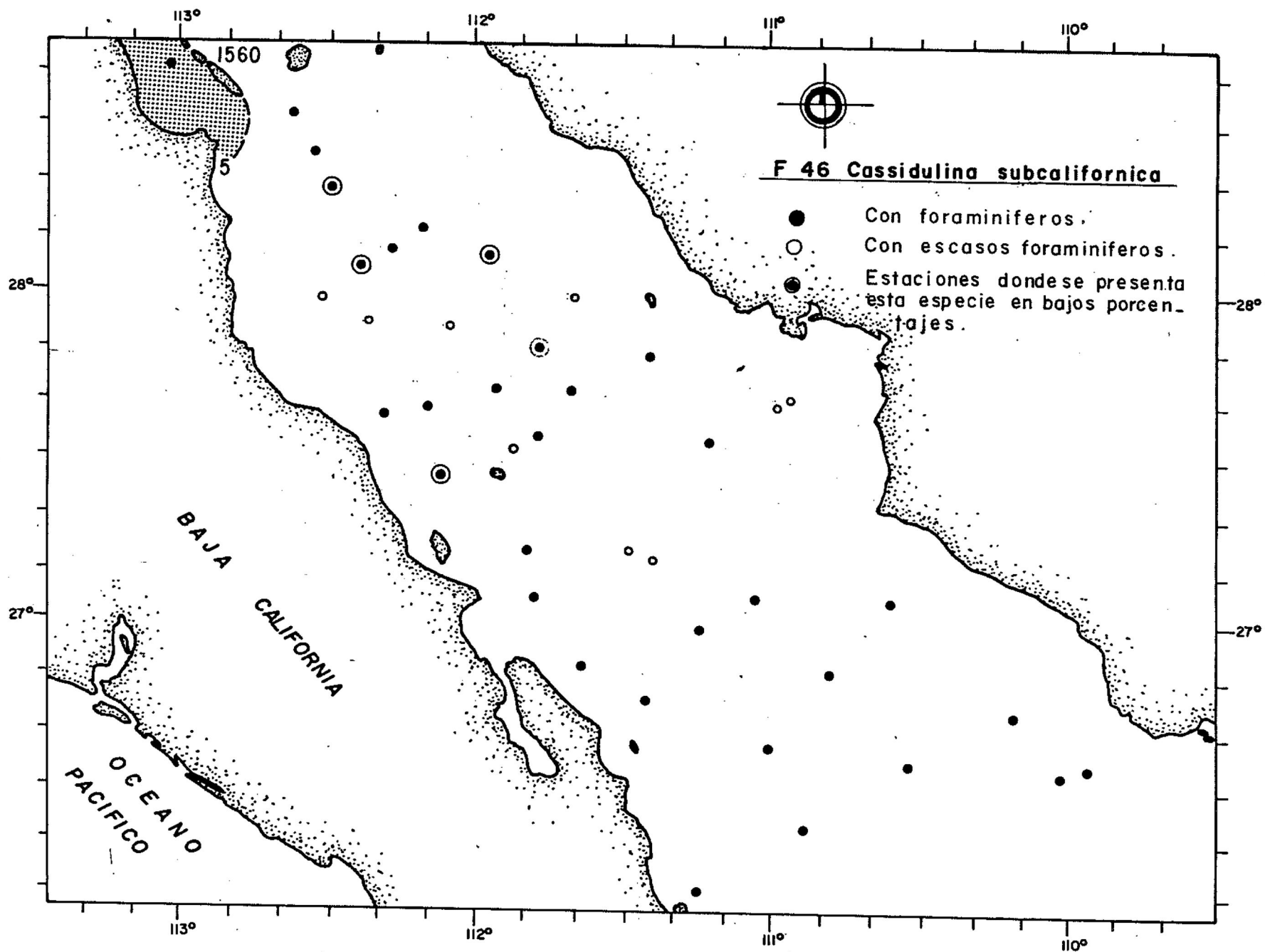


Fig. 26. Fisurina orbignuana var no es muy abundante,
esta especie se presenta en áreas profundas.

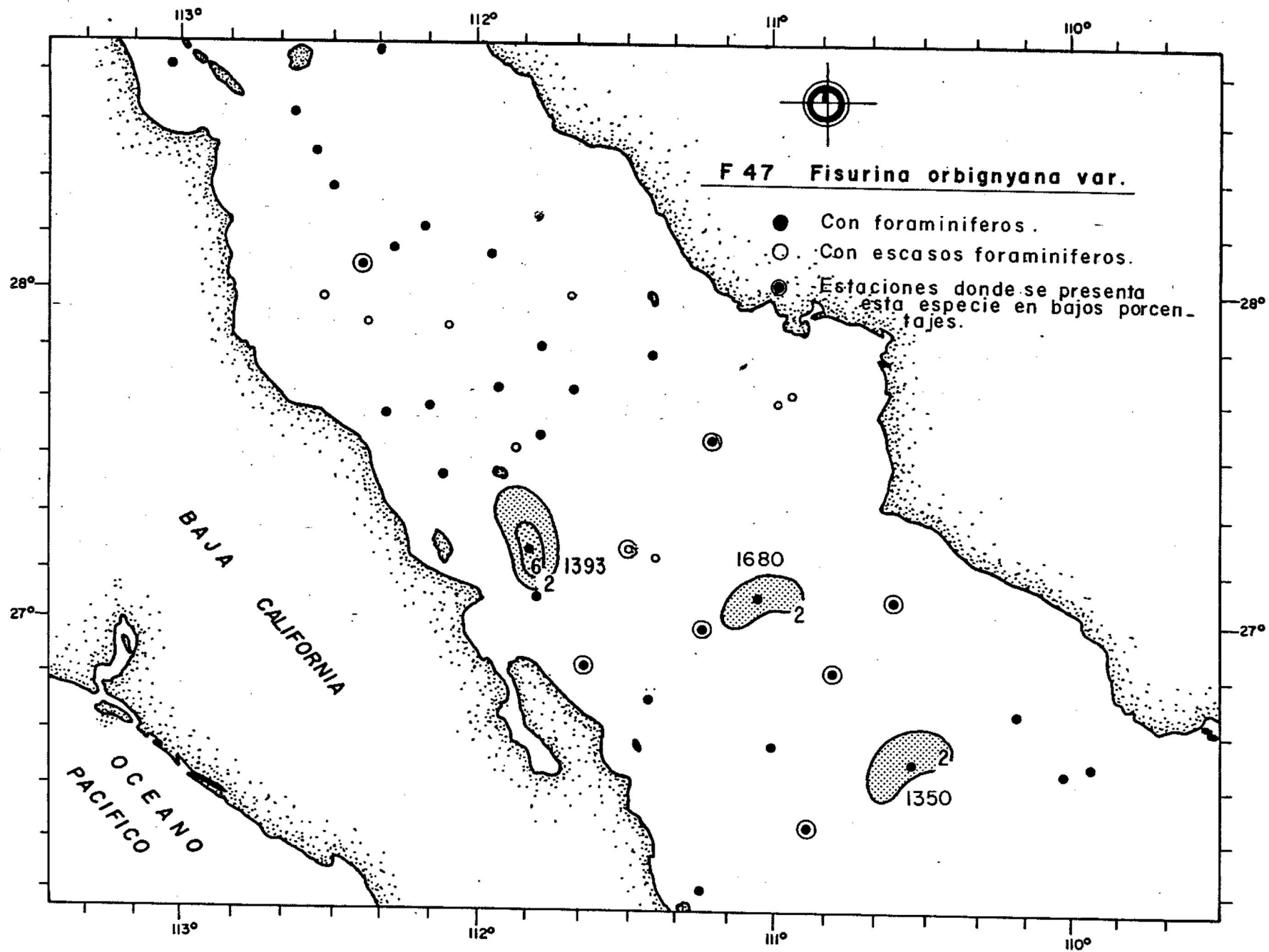


Fig.27. La distribución de Hanzawaia bertheloti es
unicamente hacia el sur del canal de Ballenas.

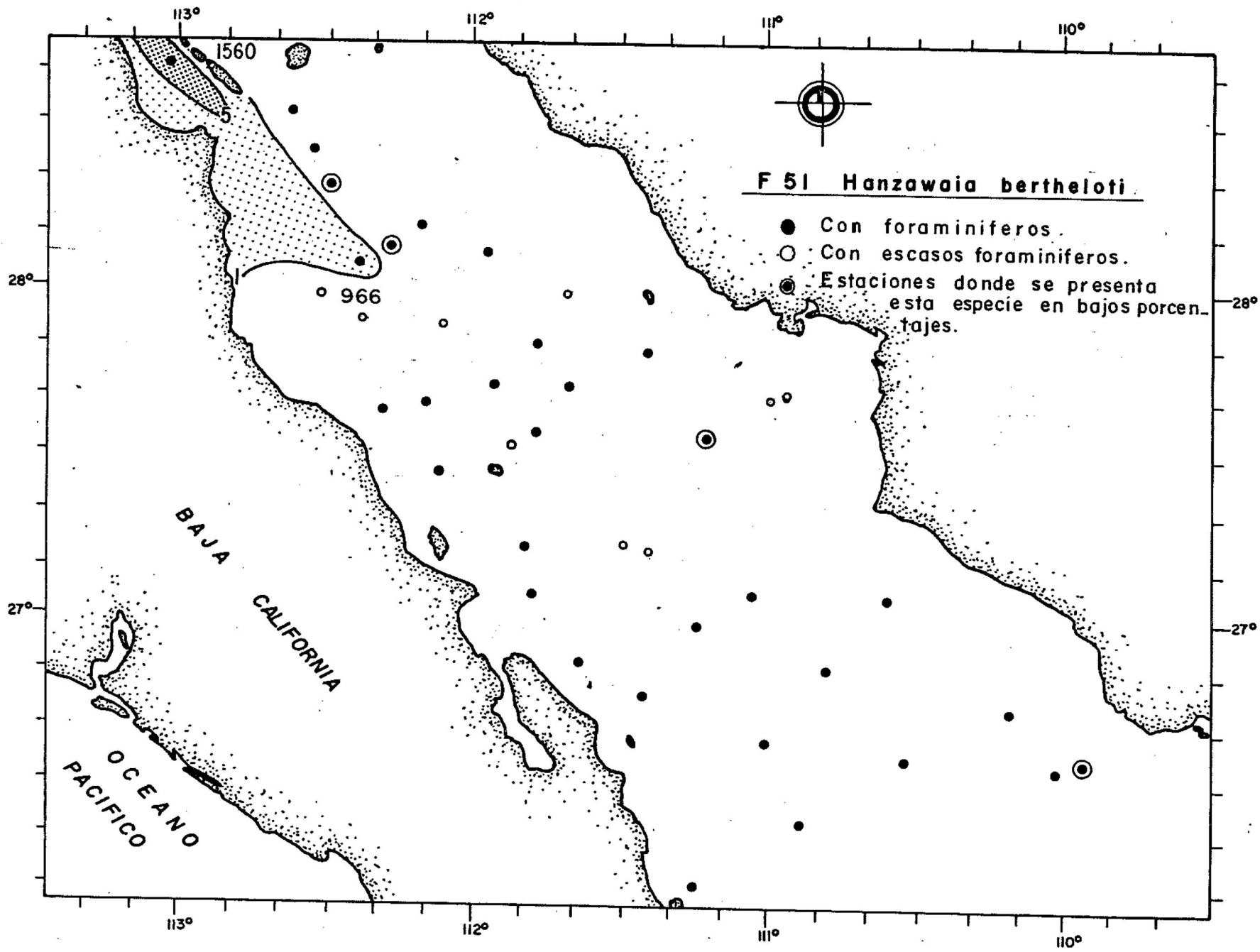


Fig. 28. cibicides mackannai se presenta unicamente en una estación (L-58) al sur de la parte central del Golfo de California.

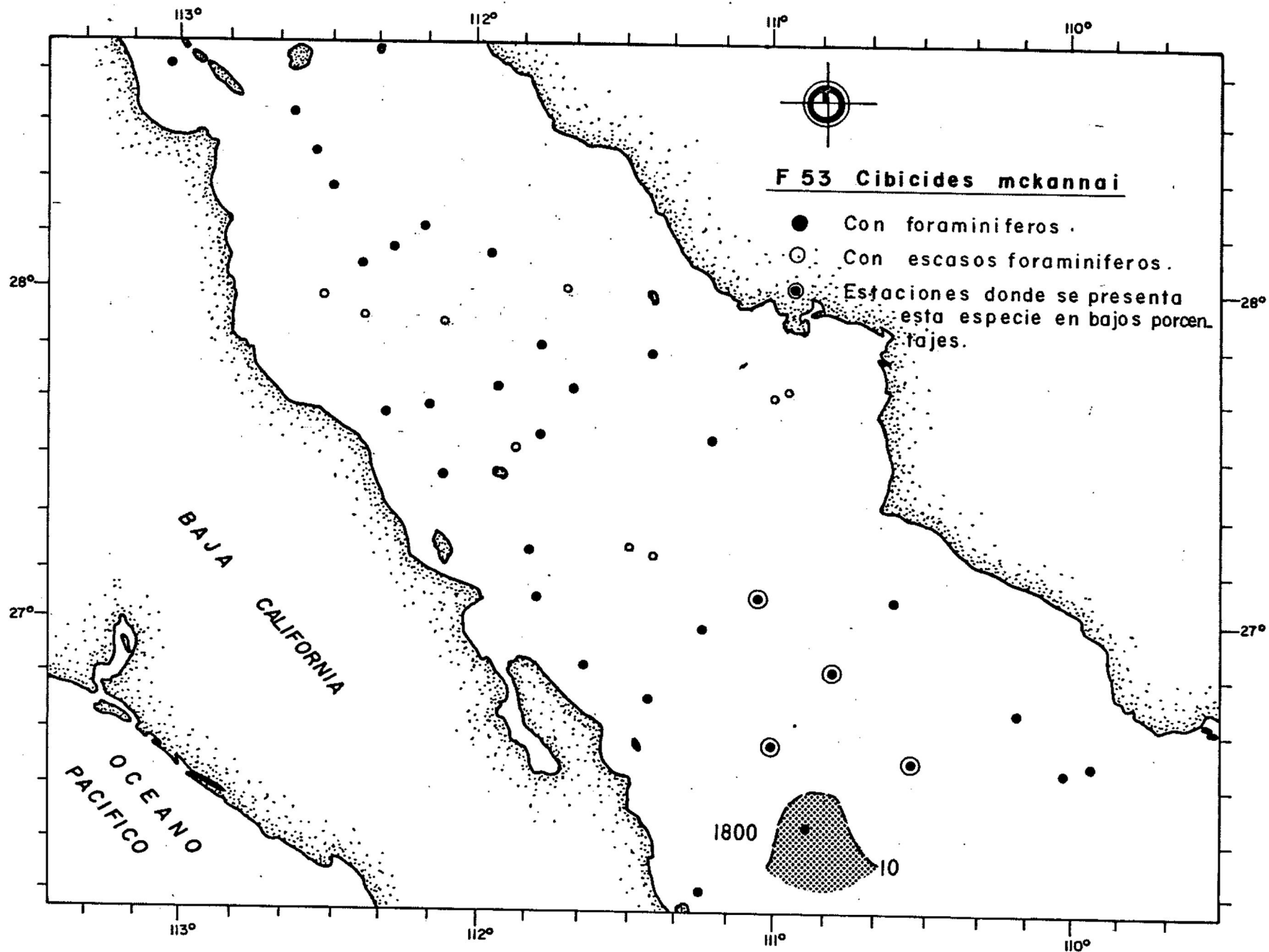


Fig. 29. Globigerinoides ruber se presenta en mayor abundancia (10%) al sur del canal de Ballenas y a través de la parte central en forma de manchas.

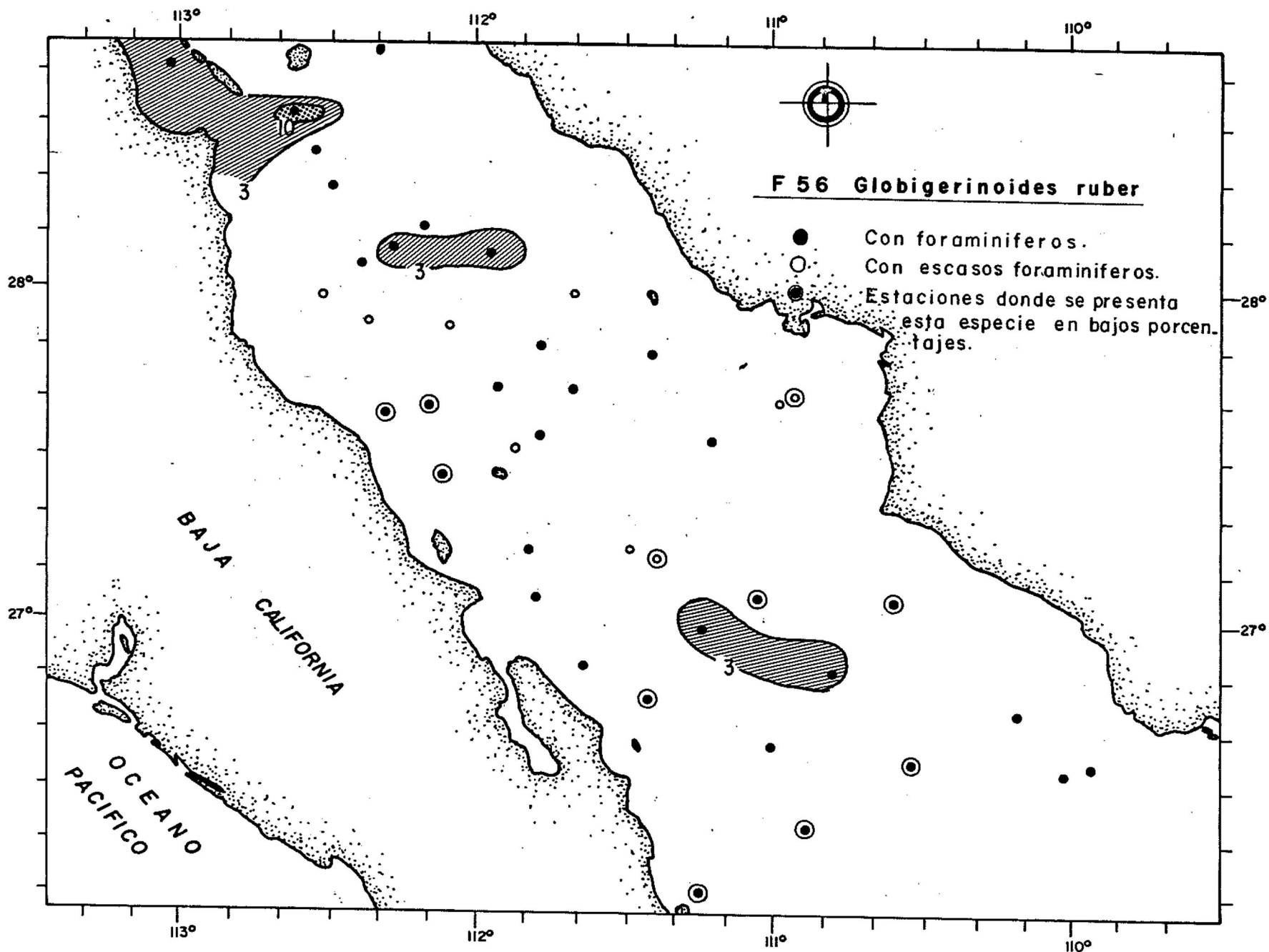


Fig. 30. Globigerina pachyderma se encuentra distribuida principalmente en toda la costa occidental de la parte central del Golfo de California.

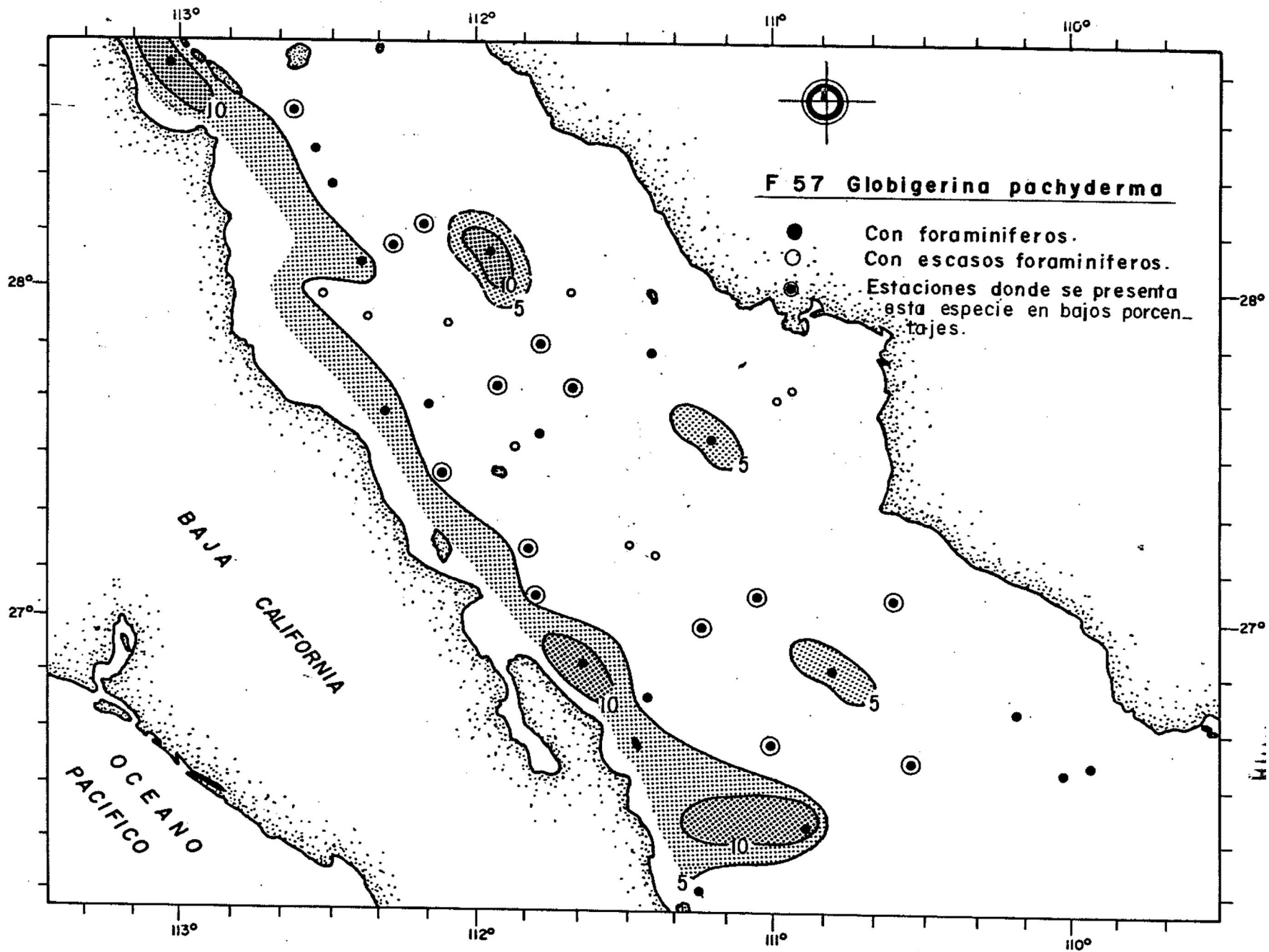


Fig. 31. Distribución de Globoquadrina dutertrei a través de la parte central del Golfo de California.

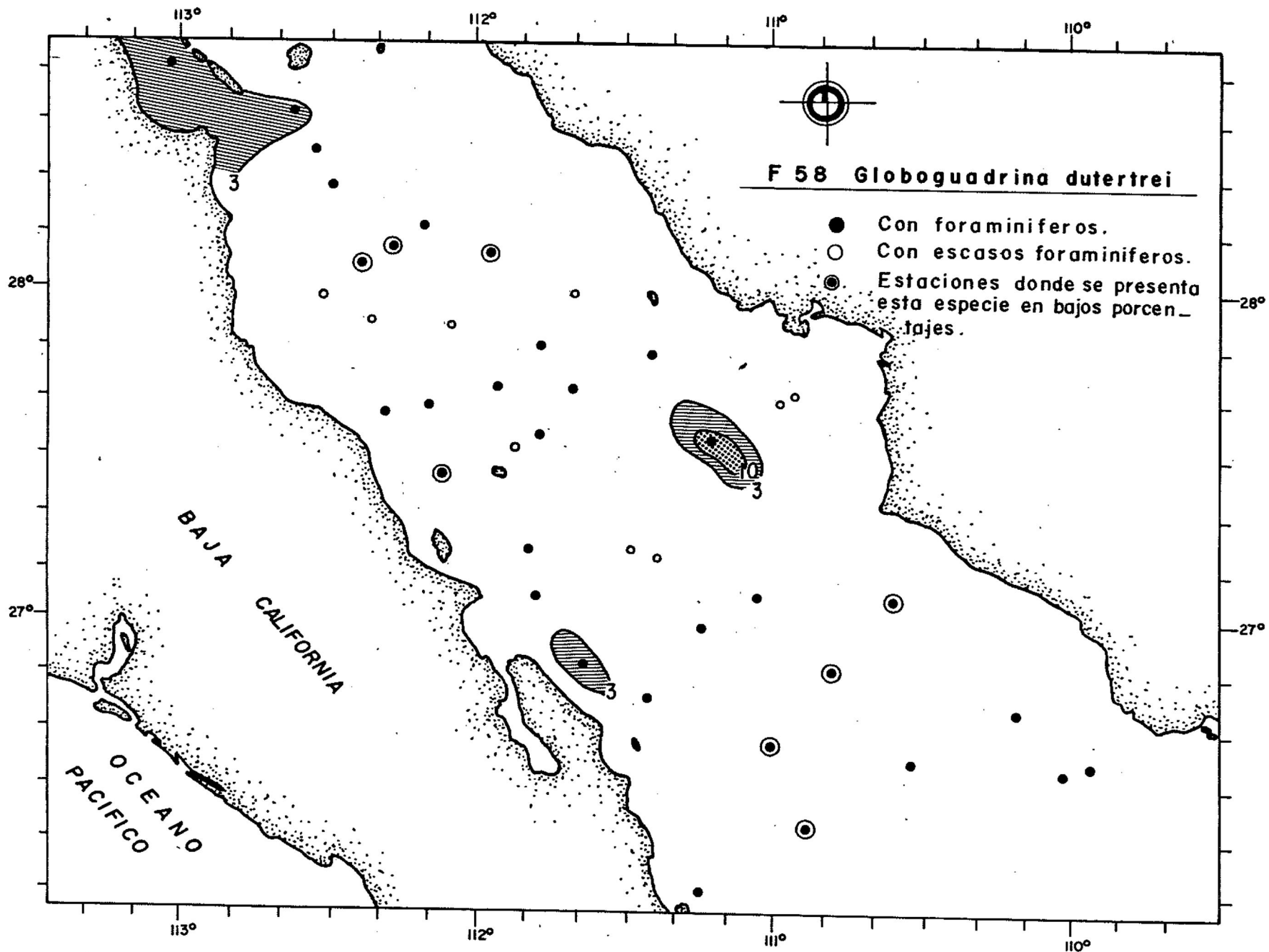


Fig. 32. Globigerina bulloides es relativamente abundante y se encuentra ampliamente distribuida en toda la parte central del Golfo de California.

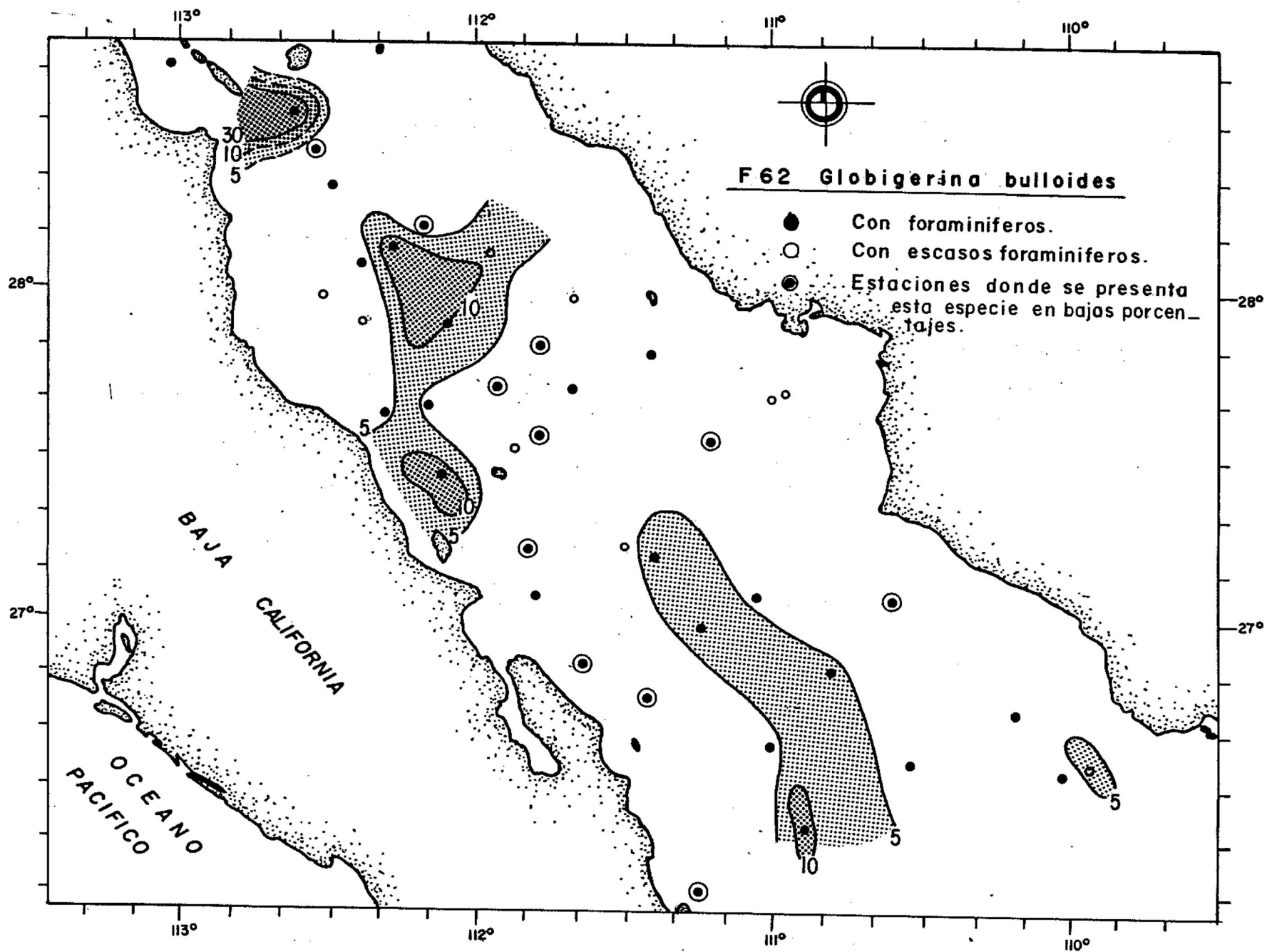


Fig. 33. Distribución de Foraminíferos Planctónicos en la parte central del Golfo de California.

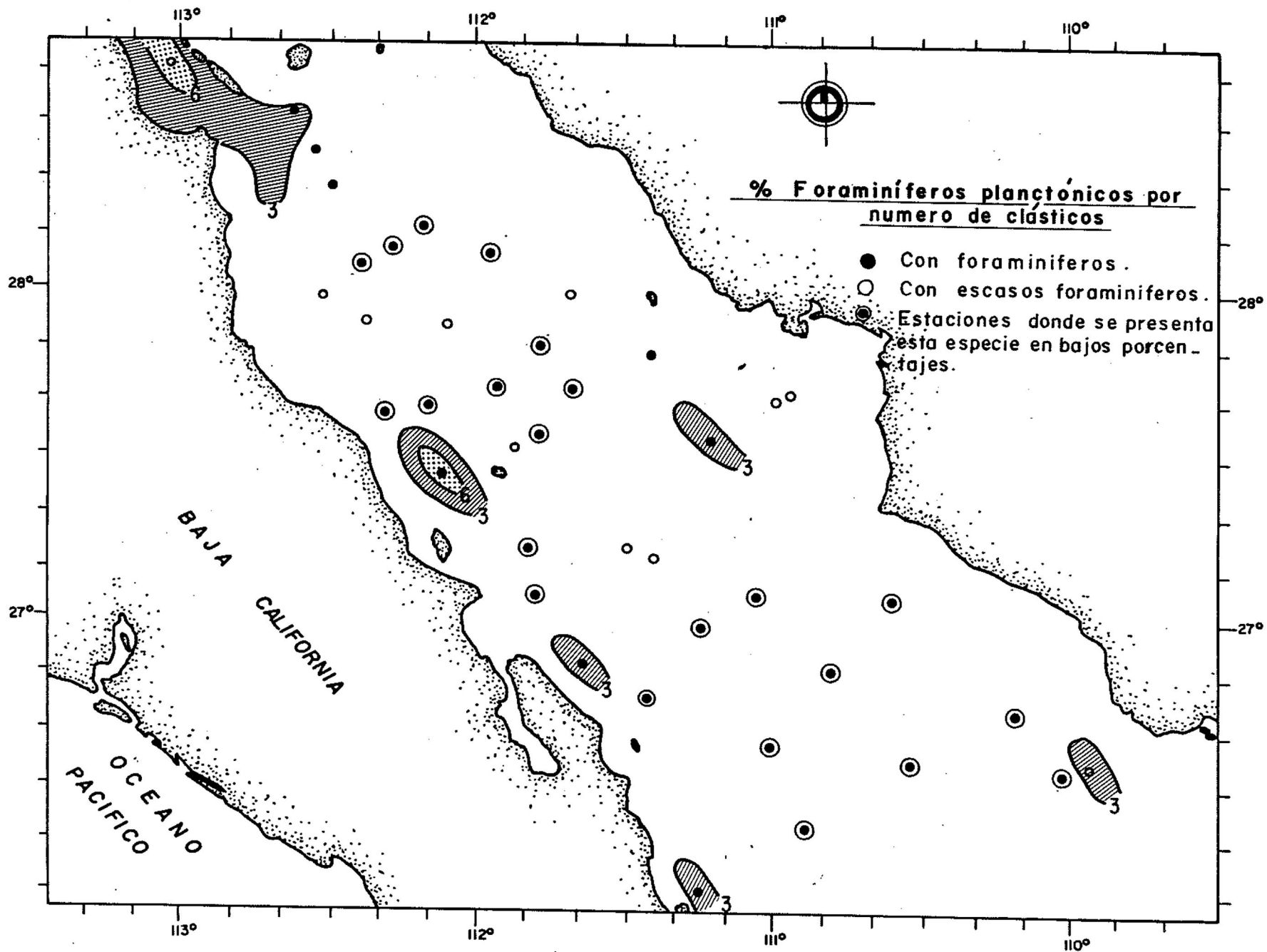


Fig. 34. Distribución de Foraminíferos Bentónicos en la parte central del Golfo de California.

