



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

DESCRIPCIÓN DE LA
ESTRUCTURA COMUNITARIA DEL MEIOBENTOS
EN LA PLANICIE ABISAL DEL GOLFO DE MÉXICO: 2010

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I Ó L O G A
P R E S E N T A:
THALÍA MALENI MARTÍNEZ SEGUNDO



DIRECTORA DE TESIS:
DRA. ELVA GUADALUPE ESCOBAR-BRIONES

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

Institucionales:

CONACyT, DGAPA-PAPIIT y la UNAM a través de la Coordinación de la Investigación Científica proyecto financiaron el tiempo de buque, obtención de muestras y análisis

Tripulación del B/O “Justo Sierra”

A la institución ICML y laboratorio

Tus sinodales o miembros de comité evaluador

Y en las siguientes líneas a quién tú quieras agradecer (amigos –Familia)

ÍNDICE

Resumen.....	1
Abstract.....	2
1. Introducción.....	3
1.1. El mar profundo.....	
1.2. Las comunidades bénticas.....	
1.3. La meiofauna.....	
1.4. La estructura comunitaria.....	
2. Antecedentes.....	
2.1. Conocimiento general de la meiofauna de mar profundo en el mundo.....	
2.2. Aportaciones del conocimiento de la meiofauna de la planicie abisal Sigsbee.....	
3. Justificación.....	
4. Objetivos.....	
4.1. Objetivo general.....	
4.2. Objetivos particulares.....	
5. Hipótesis.....	
6. Área de estudio.....	
6.1. Ubicación.....	
6.2. Geología.....	
6.3. Hidrodinámica.....	
7. Material y Método.....	
7.1. Trabajo de campo.....	
7.2. Trabajo de laboratorio.....	
8. Resultados.....	
8.1. Descripción taxonómica.....	
8.2. Riqueza y abundancia.....	
8.3. Densidad.....	
8.4. Parámetros comunitarios.....	
8.5. Parámetros ambientales.....	
8.6. Similitud entre localidades.....	
8.7. Afinidad de taxa.....	
8.8. Frecuencia de ocurrencia.....	
9. Discusión.....	
9.1. Descripción taxonómica.....	
9.2. Riqueza específica.....	
9.3. Abundancia y densidad.....	
9.4. Parámetros comunitarios.....	

9.5. Parámetros ambientales.....	
9.6. Similitud y afinidad de taxa entre localidades	
9.7. Afinidad de taxa.....	
10. Conclusiones.....	
11. Bibliografía.....	
12. Anexos.....	

Lista de figuras

Figura 1. XXXXXXXXXXXX	10

Lista de tablas

Tabla 1. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	20

Lista de Anexos

Anexo I XXXXXXXXXXXX	50

RESUMEN

ABSTRACT

1. INTRODUCCIÓN

1.1. El Mar profundo

El mar profundo es la región marina ubicada a más de 200 m de profundidad; la ausencia de luz es el factor ambiental que generalmente determina el límite de esta región al comienzo del talud continental (Escobar-Briones, 2000). Éste presenta una serie de características que hacen del mar profundo un entorno distinto a cualquier otro ecosistema marino, tales como la baja temperatura (tasas biológicas reducidas), el efecto de la presión hidrostática y la dependencia generalmente de otros ecosistemas para sostener a los organismos, donde el fitodetrito es el principal aporte alimentario con valores de 1 a 10 g C m⁻² año⁻¹ (Lara-Lara *et al.*, 2008 y Escobar-Briones, 2014).

La configuración geoquímica, geológica y física de la columna de agua y el fondo marino en el mar profundo permiten la conformación de hábitats, en el que las asociaciones y comunidades de fauna son únicas y específicas (Escobar-Briones, 2014).

1.2. Comunidades bénticas

Las comunidades bénticas constituyen un eslabón muy importante al interior de la cadena trófica; su papel reside en la transferencia de energía entre los productores primarios y los consumidores terciarios. Ya que dependen tanto de factores biológicos como de factores físicos, que en su conjunto intervienen en la distribución de las especies que lo conforman (Levin *et al.*, 2001).

El bentos es el conjunto de organismos que habitan y se encuentran asociados al fondo de los cuerpos de agua. Su clasificación varía dependiendo el tipo de estudio en cuestión, así se tienen las clasificaciones por posición (epifauna e infauna), taxonomía y talla. En particular por su talla se clasifican por la retención que se tiene de los organismos según el tipo de malla de tamiz: macrobentos ($\geq 250 \mu\text{m}$), meiobentos ($< 250 \mu\text{m}$ a $63 \mu\text{m}$) y microbentos ($< 63 \mu\text{m}$) (Durán y Méndez, 2010).

1.3. La meiofauna

La meiofauna habita el sedimento superficial y se llega a distribuir con una alta uniformidad, presentándose comúnmente en hábitats de los márgenes continentales y las extensas planicies abisales.

Los fila representativos de la comunidad béntica: Annelida, Arthropoda, Brachiopoda, Cnidaria, Echinodermata, Mollusca, Nemertina, Porifera, Sipunculida, Kinorhyncha, Nematoda, Platyhelminthes, Sarcomatigofora y Tardigrada (Escobar-Briones, 2000).

Se reconoce que existen patrones de talla que caracterizan a las especies de aguas profundas, entre ellos el enanismo, relacionado con la disminución de alimento y el incremento de la profundidad. Viéndose reflejado en la estructura comunitaria.

1.4. La estructura comunitaria

Una forma de describir la diferencia que tienen las comunidades es por su estructura. La estructura comunitaria es su composición, tanto en número de especies como en sus porcentajes (Starr y Taggrt, 2006). En una interpretación más amplia se puede incluir también los patrones de interacción entre las distintas especies (Roxburgh, 2001). En la actualidad podemos describir la composición de

una comunidad por su riqueza y diversidad de especies. Entendiendo que la riqueza de especies es el número de especies diferentes en una comunidad particular. La estructura comunitaria es el resultado de muchos factores que interactúan, tanto abióticos (parámetros fisicoquímicos) como bióticos (relacionados con los organismos) algunos de los factores que influyen de manera importante son la heterogeneidad, las interacciones entre organismos, al geografía del lugar en que viven (Raven *et al.*, 2014).

2. ANTECEDENTES

A finales del siglo XIX se inició la investigación enfocada al mar profundo, con las campañas del buque Challenger; los primeros estudios sobre el bentos en el ambiente de mar profundo se inician en 1867, con recolecciones realizadas por Alexander Agassiz (Escobar-Briones, 2000).

Las primeras muestras obtenidas en el mar profundo del golfo de México y el mar Caribe las realizó el zoólogo estadounidense A. Agassiz a finales del siglo XIX. Rowe y Menzel (1971) publicaron los primeros estudios de mar profundo del golfo de México, en temas de la distribución de la biomasa del macrobentos en el Escarpe de Campeche (Escobar-Briones, 2000). La tasa baja en la descripción de especies y la limitada cobertura actual de las muestras obtenidas dificultan comprender los patrones de diversidad (Mora *et al.*, 2008).

En México, una de las comunidades marinas menos estudiadas es la del bentos, a pesar de su relevancia en el vínculo que tiene en el reciclaje de materiales en la interface agua-sedimento (Escobar-Briones, 2004).

Los estudios más recientes en el oeste del golfo de México reportan que la densidad de la infauna macrobéntica disminuye con incremento de la profundidad (Escobar-Briones *et al.*, 1999). Rabiela, 2006 reconoció que la variación espacio-

temporal de la macrofauna béntica de la planicie abisal se encuentran relacionados a la disponibilidad de alimento y el tipo de sedimento. Por otro lado Plaza (2006) encontró que la riqueza taxonómica y la densidad no mostraron correlación con el carbono orgánico y nitrógeno del macrobentos de la planicie abisal Sigsbee.

Arredondo (2012) describió la variabilidad geográfica de la biomasa béntica y materia orgánica de la macroinfauna presente en la planicie abisal Sigsbee.

Factores como el carbono orgánico, el nitrógeno y pigmentos cloroplásticos Chl (a) son condicionales para la presencia de grupos taxonómicos como los nematodos, copépodos harpacticoides y poliquetos (Guarneros, 2014).

3. JUSTIFICACIÓN

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Describir la estructura comunitaria del meiobentos en la planicie abisal Sigsbee y noreste del golfo de México el año 2010.

4.2. Objetivos particulares

4.2.1 Identificar los organismos en taxa

4.2.2 Registrar la riqueza específica regional

4.2.3 Describir la abundancia, densidad y frecuencia de taxa que permitan caracterizar a los mismos

4.2.4 Describir los parámetros comunitarios: diversidad, equidad y dominancia

4.2.5 Analizar los parámetros ambientales textura, materia orgánica y clorofila

4.2.6 Describir la similitud y afinidad de taxa entre las localidades

5. HIPÓTESIS

La estructura comunitaria del meiobentos en la planicie abisal Sigsbee y en el noreste del golfo es homogénea.

La estructura comunitaria del meiobentos en la planicie abisal Sigsbee y en el noreste del golfo es contrastante.

6. ÁREA DE ESTUDIO

6.1. Ubicación

El golfo de México está localizado en una zona de transición entre clima tropical y subtropical, entre los 18°-30° N y 82°-98° W. Es una cuenca semicerrada que se comunica con el Océano Atlántico y con el Mar Caribe, por el estrecho de Florida y por el canal de Yucatán, respectivamente (Monreal y Salas, 1997). Su batimetría varía considerablemente, alcanzando profundidades cercanas a los 4 000 m en su región central. La parte occidental tiene una extensión de norte a sur de 1 300 km, mientras que la región central y oriental promedian 900 km (Lara-Lara *et al.*, 2008). La cuenca conocida como planicie abismal de Sigsbee que cubre un área de 137 101 km², es decir, 24%; se localiza en el sector central occidental del golfo de México a una profundidad máxima de 3 900 m (Escobar-Briones, 2000).

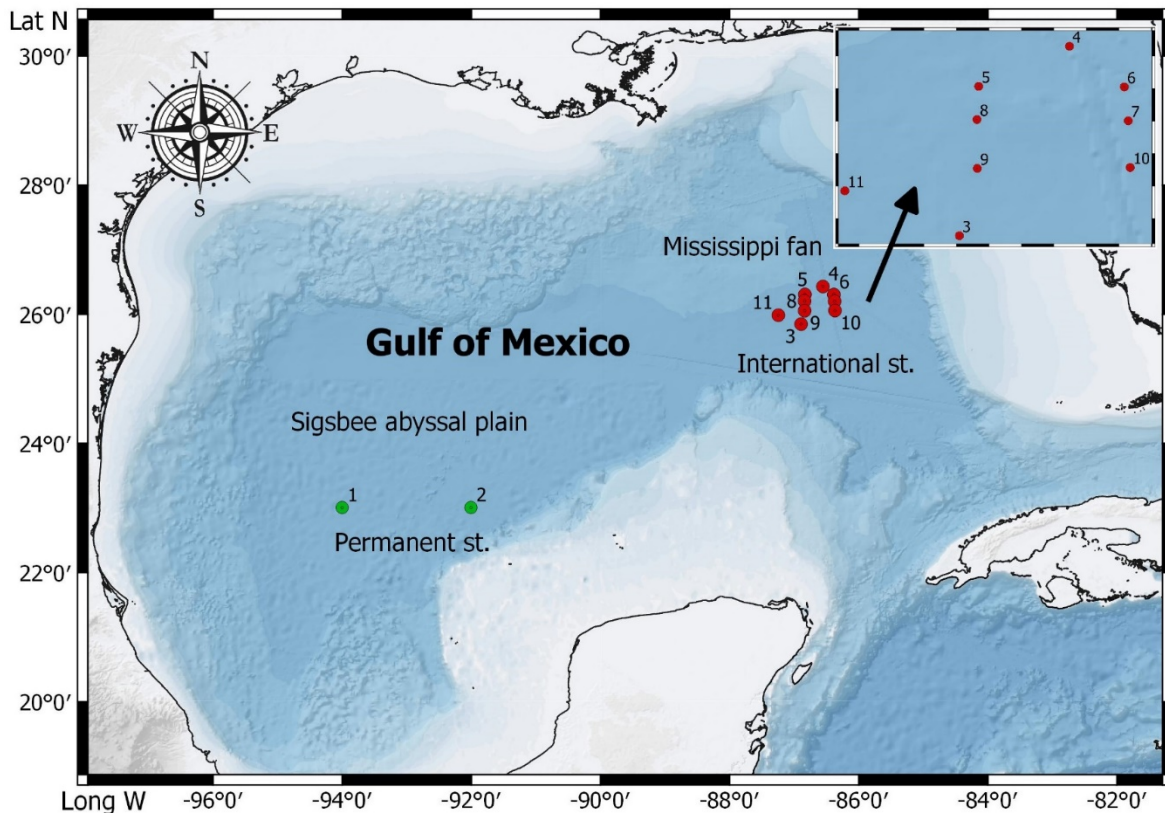


Figura 1. Mapa del golfo de México.

6.2. Geología

El golfo de México cuenta con tres regiones, las cuales se encuentran controladas por la litología del subsuelo; al este y suroeste se encuentran la península de Yucatán y Florida respectivamente, conformadas por bancos de rocas carbonatadas, delimitando la forma total de la cuenca. Mientras que al noroeste y oeste los márgenes lo conforman sedimentos clásticos terrígenos. En el interior, las planicies son rellenos de sedimentación pelágica y los abanicos son el resultado de grandes descargas de turbiditas (Bryant, 1968 y Valle Hernández, 2011).

6.3. Hidrodinámica

La circulación en el golfo de México se debe principalmente al viento y al transporte de masas a través del Canal de Yucatán y del Estrecho de la Florida. El agua cálida y salina que llega por el Canal de Yucatán es llevada hacia el estrecho de la Florida siguiendo una trayectoria de lazo.

La corriente del Lazo y sus anillos ciclónicos y anticiclónicos asociados constituyen los mecanismos primarios que movilizan, distribuyen y dispersan las masas de agua en el golfo de México. Se transporta del caribe hacia el golfo Oriental entre los estrechos de Yucatán y de Florida.

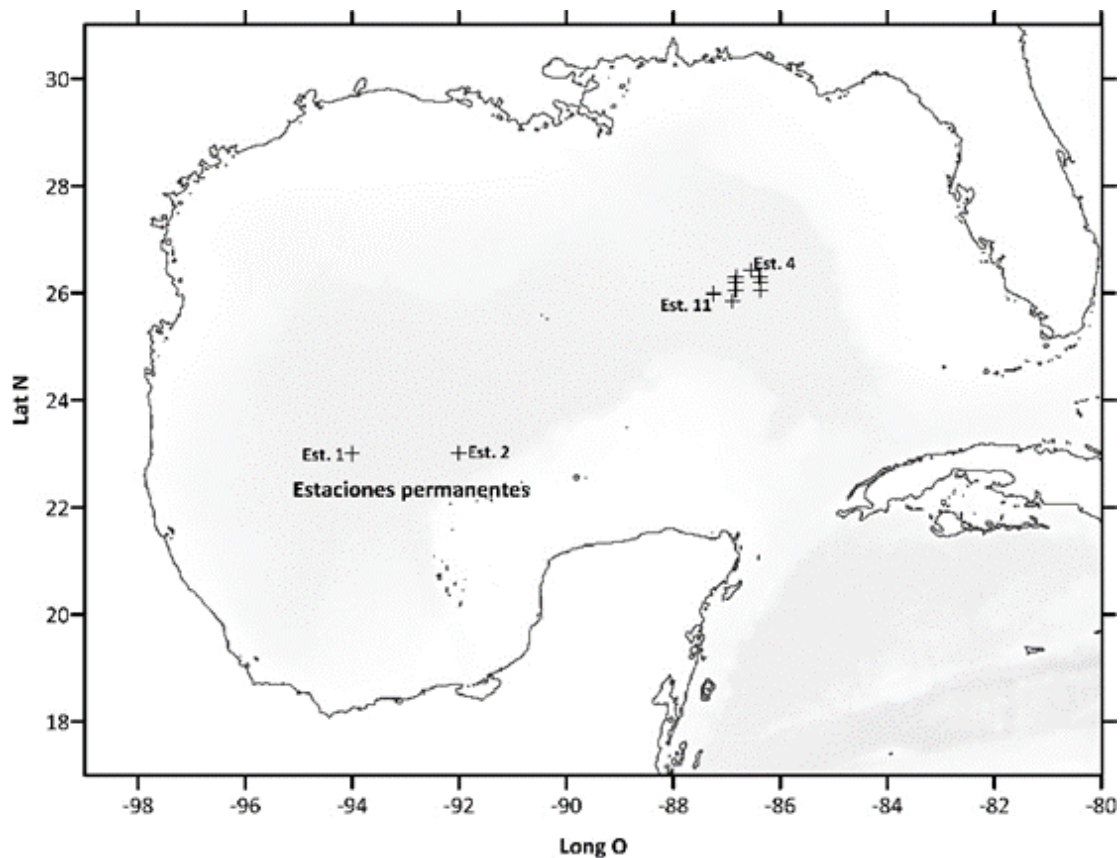
Durante las estaciones del año, la corriente del Lazo presenta distintas características, en primavera y verano alcanzan máximos de temperatura, en la zona norte alcanzan temperaturas superiores a los 28°C, en el centro de 28.7 °C y en el suroriente aproximadamente de 28.9 °C; la salinidad se ve afectada por la temperatura, variando así entre 36% y 36.7% (De la Lanza, 1991).

Mientras que en otoño e invierno, las temperaturas en el golfo de México descienden, alcanzando en el noroccidente 19°C y una salinidad del 31.07% y a partir de éste, el mínimo, asciende de manera paulatina hacia el sur, hasta los 27°C y 36.68% de salinidad en la plataforma de Yucatán. En esta época es donde se presentan mayormente los “nortes” por la combinación de masas de aire polar y los giros de la corriente del lazo (Cochrane y Kelly, 1986).

7. MATERIAL Y MÉTODO

7.1. Trabajo de campo

Las muestras de sedimento del fondo marino se obtuvieron a partir de colectas correspondientes a la campaña oceanográfica Sigsbee 13 a bordo del B/O “Justo Sierra”, realizada del 18 de agosto al 1 septiembre del año 2010 a cargo de la Dra. Elva Escobar-Briones y colaboradores. Las estaciones 1 y 2 corresponden a sitios permanentes de investigación para los estudios de largo plazo y se visitan recurrentemente cada año desde 1997. Adicionalmente se realizaron nueve estaciones como parte de la modificación en la materia orgánica proveniente del derrame de crudo por el Deewater Horizont en golfo de México ocurrido en abril de 2010 (resultados de la Campaña Sigsbee 13) (Fig. 1).



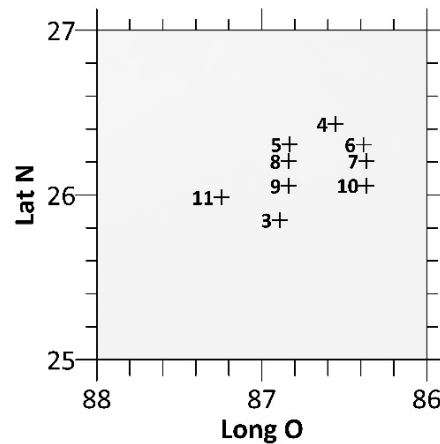


Figura 2. Ubicación geográfica de las estaciones de muestreo (a) y acercamiento a las estaciones del sector noreste (b).

Las muestras de sedimento se obtuvieron con un nucleador múltiple en 11 estaciones de muestreo (Tabla 1). Cada núcleo se cortó en 3 niveles (0-1 cm, 1.1-3 cm y 3.1-5 cm). Cada núcleo representa una réplica con un área de 0.007 m². Así se revisaron los primeros 5 cm del sedimento superficial para analizar la meiofauna. Esta información y su ubicación exacta, se registró en la bitácora de campo. Cada nivel de sedimento se le dio un choque de temperatura en etanol al 70% a 4^oC y se filtró a través de un tamiz de malla de 42 µm. El material retenido en el tamiz se colocó en un frasco rotulado por fuera y dentro (con etiqueta de albanene) con los datos de la estación de muestreo, se fijó con etanol al 70% y se añadió Rosa de Bengala con el fin de teñir a los organismos que se encontraban vivos al momento del muestreo.

Para cada estación se colectaron núcleos adicionales para el análisis de los parámetros ambientales: el contenido de materia orgánica, la textura del sedimento, así como los pigmentos cloroplasmáticos (Chl a).

Tabla 1. Posición geográfica, profundidad y número de réplicas colectadas por estación en el muestreo de meiofauna, de la campaña Sigsbee 13.

Estación	Latitud (N)	Longitud (W)	Profundidad (m)	Número de réplicas
1	23° 00.3176'	94° 00.0794'	3,740	4
2	23° 00.3574'	92° 00.3513'	3,749	4

3	25° 50.8478´	86° 53.4449´	3,219.3	3
4	26° 25.8023´	86° 33.1352´	3,137.2	3
5	26° 18.4022´	86° 49.8786´	2,998	3
6	26° 18.2977´	86° 23.0201´	3,136	4
7	26° 12.0586´	86° 22.2829´	3,086.65	3
8	26° 12.2905´	86° 50.2046´	3,076	4
9	26° 03.2713´	86° 50.1379´	3,192	3
10	26° 03.4347´	86° 21.9324´	3,121	3
11	25° 59.1253´	87° 14.5844´	3,165	3

7.2. Trabajo de laboratorio

7.2.1. Descripción taxonómica

Las muestras de sedimento se revisaron a microscopio estereoscópico de 1-8x aumentos marca Zeiss modelo (). Los organismos se identificaron en grupos taxonómicos siguiendo el criterio de Giere (2009). Además se realizó un registro fotográfico de los grupos taxonómicos representativos con la cámara (marca y modelo)

Los organismos se almacenaron por taxón en frascos de vidrio con etanol al 70%, cada frasco se rotuló con los datos correspondientes a la estación. Los datos se analizaron con el estadístico de ANOVA utilizando el programa R studio.

7.2.2. Riqueza y abundancia

Se obtuvo a partir del número promedio de taxa presentes en cada estación.

7.2.3. Densidad

La densidad se obtuvo a partir de la recolecta de las muestras de sedimento superficial replicadas de 0.007 m². Todo se registró en una bitácora en papel y hoja de cálculo.

7.2.5. Parámetros comunitarios

7.2.6. Parámetros ambientales

El marco ambiental de la exportación de carbono biogénico al fondo y la caracterización conjunta de los parámetros del sedimento superficial, permitirán conocer las condiciones en las cuales se desarrolla la comunidad béntica. Los factores que se evaluaron en el sedimento superficial incluyeron el tamaño de grano, la concentración de la materia orgánica (Boetiusa y Damm, 1989).

7.2.6.1 Textura

7.2.6.2 Materia orgánica

Las muestras provenientes de la campaña fueron colocadas en capsulas de porcelana para acidular con una solución de HCl 0.2 N y con ello eliminar el exceso de carbonatos. Las muestras se enjuagaron con agua destilada para quitar el exceso de ácido y se dejaron secar en una mufa para poder ser entregadas secas y homogéneas al Instituto de Química de la UNAM, quien realizo el análisis elemental; la cantidad mínima para su tratamiento es de 4 mg para muestras sólidas. En su análisis se utilizó un Analizador elemental, Thermo Scientific/Flash 2000.

En el laboratorio la muestra fue pesada e introducida en el reactor de oxidación/reducción mantenido a una temperatura de 950 °C, se empleó oxígeno para una combustión óptima y helio como gas de acarreo. Las sustancias fueron convertidas en gases elementales (N₂, CO₂, H₂O y SO₂), los cuales después de la reducción, se separaron en una columna y finalmente se analizaron con un detector de conductividad térmica de alta sensibilidad. El porcentaje de cada elemento se calculó, considerando el peso de la muestra, con diversos métodos de calibración que requirieron estándares de alta pureza.

Dicho análisis permitió la determinación de %C, %H, %N y %S en las muestras.

7.2.6.3 Pigmentos cloroplásmaticos (Chl a)

El análisis de Clorofilas se llevó a cabo en la Unidad de Biotecnología y Prototipos de la Fes Iztacala. Para la extracción de los pigmentos se agregaron 10 ml de acetona al 90%, las muestras se dejan reposar durante 20 horas en oscuridad a 4°C, para asegurar la extracción completa de la clorofila a. La suspensión se centrifugo a 2500 rpm durante 15 minutos. Se transfirió una alícuota del sobrenadante a una cubeta de vidrio para hacer la lectura en un fluorómetro de mesa 10-AU Turner Desings. Las muestras se analizaron a longitud de onda de 680 nm, para obtener los valores totales de clorofila, los cuales se expresaron en $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ (Arar y Collins, 1997).

7.2.7. Similitud entre localidades

7.2.8. Afinidad de taxa

7.2.9. Frecuencia de ocurrencia Olmsted y tukey análisis y formula

8. RESULTADOS

8.1. Descripción de taxonómica

Se registró un total de 1796 organismos de los cuales se reconocieron doce Phylum representados por once Clases y siete Ordenes (Tabla 2).

Tabla 2. Grupos taxonómicos registrados con base a la clasificación de Brusca y Brusca (2016) de la meiofauna, identificada en once estaciones de muestreo de la campaña Sigsbee 13.

Phylum	Subphylum	Clase	Subclase	Superorden	Orden	Suborden	Familia
Granoreticulosa							
Porifera		Demospongiae	Heteroscleromorpha		Poecilosclerida		Cladorhizidae
Cnidaria		Hydrozoa					
Kinorhyncha							
Priapula							
Mollusca		Caudofoveata			Chaetodermatida		Prochaetodermatidae
		Bivalvia					
Annelida		Polychaeta					
		Clitellata	Oligochaeta				
Sipuncula							

Echyura							
Nematoda							
Arthropoda	Crustacea	Malacostraca	Eumalacostraca	Peracarida	Cumacea		
					Tanaidacea		
					Isopoda		
					Amphipoda	Gammaridea	
		Copepoda	Neocopepoda	Podoplea	Harpacticoida		
		Ostracoda					
	Chelicerata	Euchelicerata	Arachnida	Acariformes			
Echinodermata		Holothuroidea					

8.2. Riqueza específica

El taxa nematoda presento mayor número de organismos en las estaciones revisadas, seguido por copépoda.

8.4 Parámetros comunitarios

8.5 Parámetros ambientales

Tabla (). Valores promedio (\bar{x}) y desviación estándar (σ) de los parámetros ambientales en las zonas de muestreo del meiobentos abisal en Sigsbee.

Zona	N [%]	C [%]	H [%]	S [%]	Tem [%]	Prof [%]
Permanente	0.18±0.021	3.9±1.053	1.039±0.094	-0.089±0.200	4.2±0	3743±4.5
Internacional	0.155±0.034	2.363±1.3449	0.974±0.169	-0.151±0.290	4.2±0.085	3124.753±58.769

Tabla (). Valores promedio (\bar{x}) y desviación estándar (σ) de textura en el sedimento en las zonas de muestreo del meiobentos abisal Sigsbee.

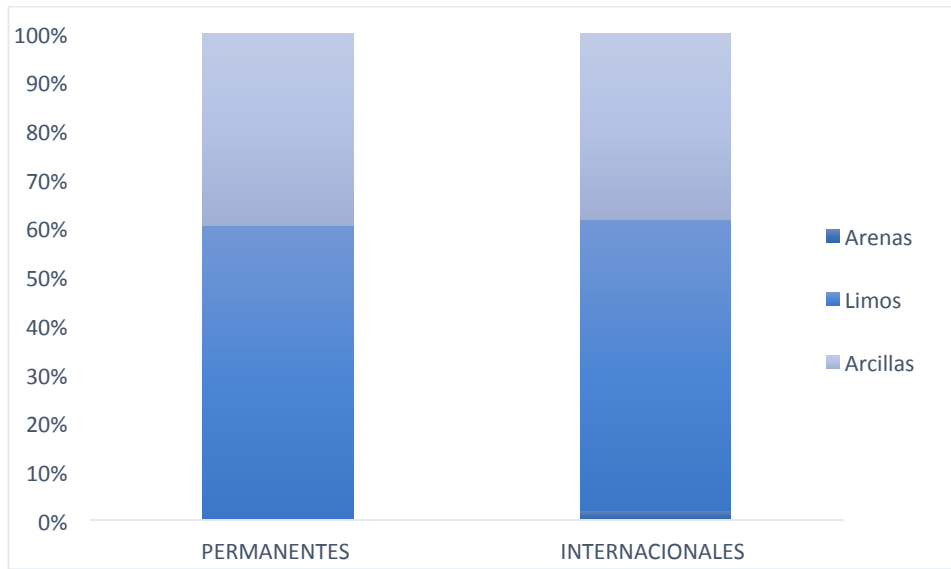
Zona	Arenas	Limos	Arcillas
Permanente	0.187±0.193	60.346±6.058	39.465±6.226
Internacional	2.030±3.652	59.784±5.169	38.184±7.756

Estación	Arenas	Limos	Arcillas
PN1	0.29±0.26	61.93±7.87	37.76±8.11
PN2	0.19±0.16	60.69±7.61	39.10±7.76
PN3	0.07±0.12	58.40±4.14	41.52±4.24

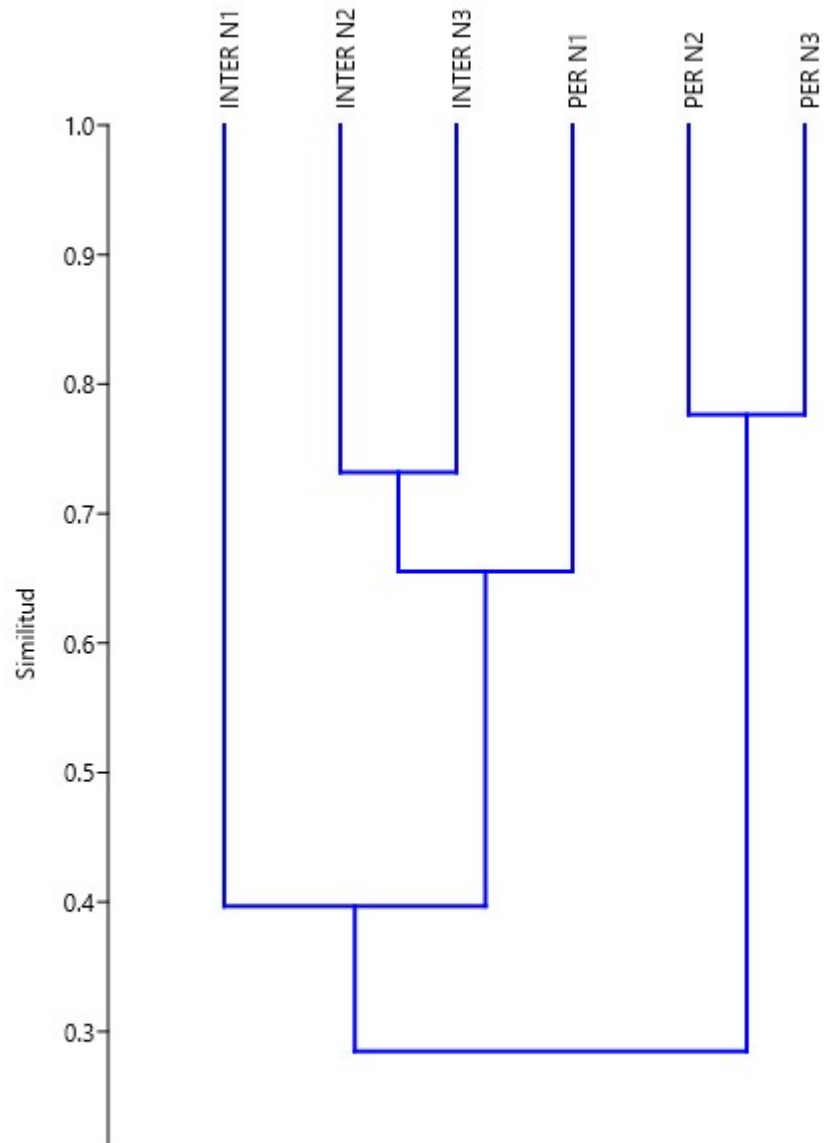
IN1	4.29±5.38	62.16±4.69	33.53±8.84
IN2	1.04±1.49	59.71±4.93	39.23±6.00
IN3	0.74±1.59	57.47±5.12	41.78±6.14

Figura (). Variación del porcentaje promedio de arcilla, limo y arenas.





8.6 Similitud entre localidades



8.7 Afinidad de taxa

8.8 Frecuencia de ocurrencia

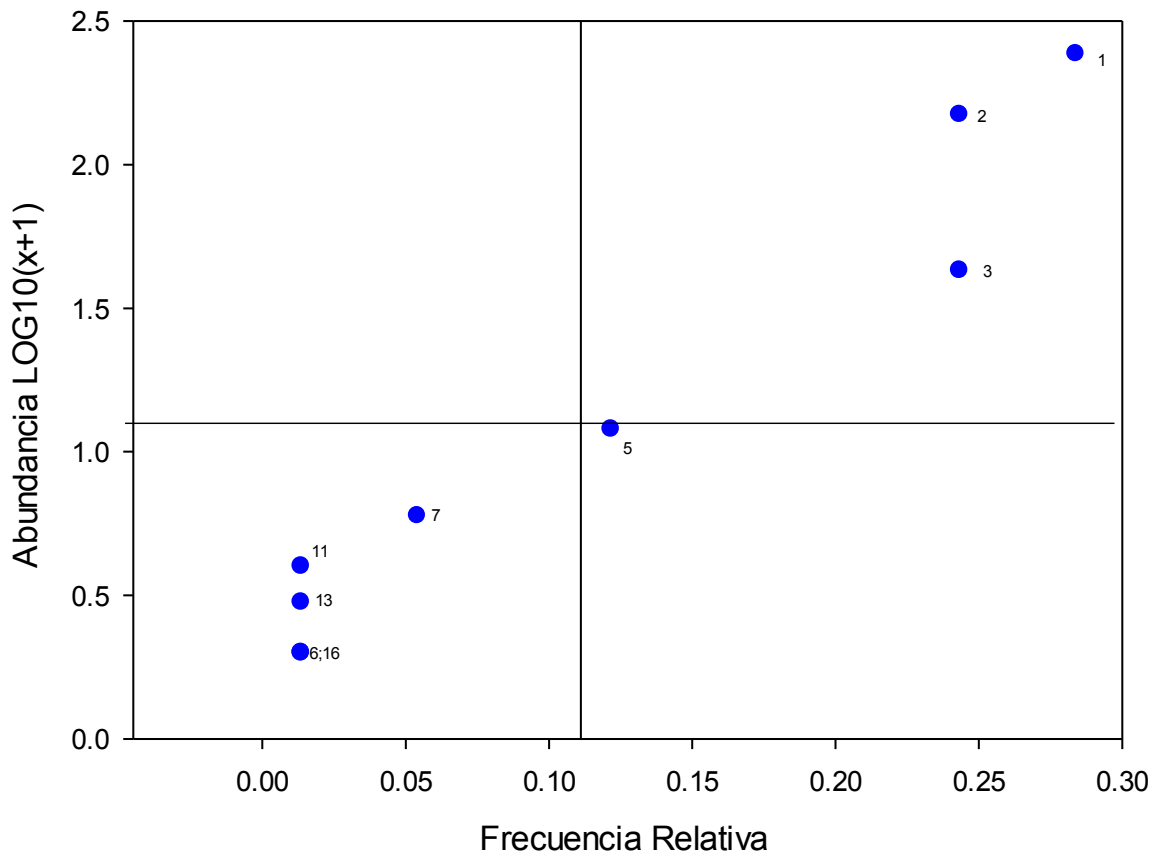


Figura (). Caracterización de los grupos taxonómicos por su frecuencia relativa y abundancia en las estaciones pertenecientes a las estaciones permanentes.

Los números representan a los taxa: Nematoda=1, Copépoda=2, Polichaeta=3, Echiura=4, Ostracoda=5, Cumacea=6, Bivalvia=7, Tanaidacea=8, Porifera=9, Kinorhinchia=10, Sarcomartigophora=11, Oligochaeta=12, Acari=13, Hidrozoo=14, Isopoda=15, Anphipoda=16, Priapulida=17, Sipunculida=18, Holoturoidea=19, Aplacophora=20.

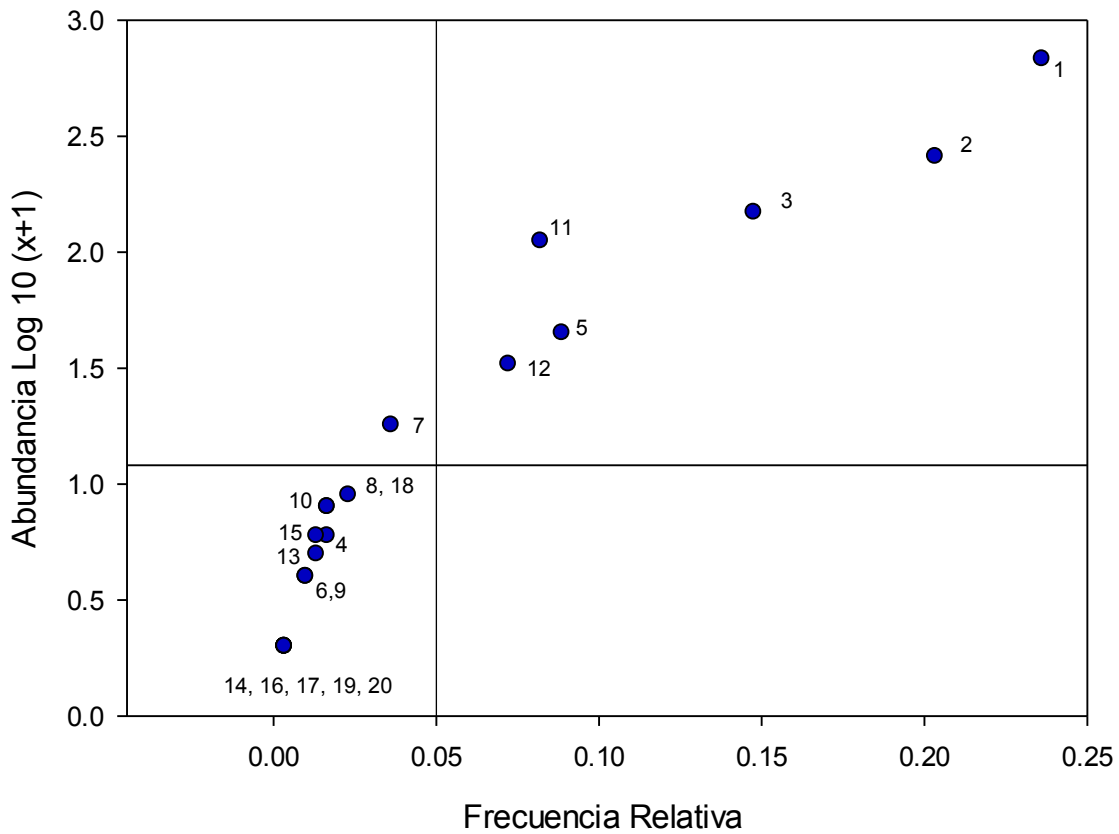


Figura (). Caracterización de los grupos taxonómicos por su frecuencia relativa y abundancia en las estaciones pertenecientes al polígono Internacional.

Los números representan a los taxa: Nematoda=1, Copépoda=2, Polichaeta=3, Echiura=4, Ostracoda=5, Cumacea=6, Bivalvia=7, Tanaidacea=8, Porifera=9, Kinorhyncha=10, Sarcomartigophora=11, Oligochaeta=12, Acari=13, Hidrozoa=14, Isopoda=15, Anphipoda=16, Priapulida=17, Sipunculida=18, Holoturoidea=19, Aplacophora=20. **Olmsted y tukey análisis y formula**

9. DISCUSIÓN

9.1. Descripción taxonómica

9.2. Riqueza específica

9.3. Abundancia y densidad

9.5 Parámetros comunitarios

9.6 Parámetros ambientales

9.7 Similitud y afinidad de taxa entre localidades

9.8 Afinidad de taxa

10. CONCLUSIONES

11. BIBIOGRAFÍA

Arredondo M.I. 2012. Variabilidad de la biomasa de la comunidad bentónica de la macroinfauna de la planicie abisal Sigsbee en el sector central del golfo de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 56 p.

Bryant, W. R., Antonie, J. W., Ewing, M., y Jones, B., 1968. Structure of the Mexican continental shelf and slope, Gulf of Mexico: American Association of Petroleum Geologists Bulletin. 52: 1204-1228.

Brusca, R y G. Brusca. 2006. Invertebrados. 2da edición, Mc Graw Hill. México, D.F. 1005 pp.

Durán G.R. y M. Méndez González (ed.). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CONABIO. Seduma. 496 pp.

Escobar-Briones E., M. Signoret y D. Hernández. 1999. Variación de la densidad de la infauna macrobéntica en un gradiente batimétrico: Oeste del golfo de México. En: Ciencias marinas 25 (2):193-212.

Escobar-Briones E. 2000. La biodiversidad del mar profundo en México. CONABIO. Biodiversitas. 5(29):1-6.

Escobar-Briones E. 2004. Estado del conocimiento de las comunidades bénticas en el golfo de México. En: Caso M., I. Pisanty y E. Ezcurra. (Compiladores). Diagnóstico ambiental del golfo de México I. 199-244 pp.

Escobar-Briones E. y F. J García-Villalobos. 2009. Distribution of total organic carbon and total nitrogen in deep-sea sediments from the southwestern Gulf of Mexico. En: Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana. 61(1):73-86.

Escobar-Briones E. 2014. ¿Qué es el mar profundo? En: Low Pfeng A. y E.M. Peters Recagno (Editores), La frontera final: El océano profundo. 1-10 pp.

Danovaro R., A. Tselepides, A. Otegui y N. Della Croce. 2000. Dynamics of meiofaunal assemblages on the continental shelf and deep-sea sediments of the Cretan Sea (NE Mediterranean): relationships with seasonal changes in food supply. Progress in Oceanography 46: 367-400.

Díaz-Aguilar C. 2001. Patrón de distribución de la riqueza taxonómica, densidad y biomasa de la meiofauna en un gradiente batimétrico del sector occidental del golfo de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 61 p.

Díaz-Aguilar C. 2003. Estructura comunitaria meiofaunal del mar profundo del golfo de México: Variaciones atribuidas al método de separación de muestras. Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México, 95 p.

Giere O. 2009. Meiobenthology: the microscopic motile fauna of aquatic sediments. Springer. Berlin. 538 p.

Guarneros N.P.V. 2014. Variabilidad de la riqueza biológica, densidad y biomasa en la macrofauna bentónica de la planicie abisal del golfo de México. Tesis de Licenciatura, FES Zaragoza, UNAM, México, 76 p.

Gutzmann E., P. Martínez Arbizu, A. Rose y G. Veit-Köhler. 2004. Meiofauna communities along an abyssal depth gradient in the Drake Passage. *Deep-Sea Research II* 51: 1617-1628.

Hernández-Robles D. 1999. Riqueza taxonómica, densidad y biomasa de la infauna macrobentónica a lo largo de un gradiente batimétrico en el sector occidental del golfo de México. Tesis de licenciatura, FES Zaragoza, UNAM, México, 41 p.

Hessler R.R. y P.A. Jumars. 1974. Abyssal community analysis from replicate box cores in the central North Pacific. *Deep-Sea Research I*. 21, 181-209.

Lambshed P.J.D. y G. Boucher. 2003. Marine nematode Deep-sea biodiversity-hyperdiverse or hype? *Journal of Biogeography*. 30, 475-485.

Lara-Lara J.R., V.A. Fuentes, C.B. Guzmán, V.D. Castañeda, E. Escobar-Briones, Ma. de la Cruz G. Abad, G.G. Castro, G.R. Jarero, R.S. Ávalos, L.A. Soto-González, M.T. García y J. E. Valdez-Holguín. 2008. Los ecosistemas marinos. En: *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO. 135-159 pp.

Levin L.A., J.E. Ron, M.A. Rex, A.J. Gooday, C.R. Smith, J. Pineda, C.T. Stuart, R.R. Hesseler y D. Pawson. 2001. Environmental influences on regional deep-sea species diversity. *Annual Reviews in Ecology and Systematics*. 32:51-93.

Levin L.A. 2003. Oxygen minimum zone benthos: adaptations and community response to hypoxia. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*. 41: 1-45.

Martínez-Robles M.L. 2007. Estructura del macrobentos abisal y su variación en presencia de un domo salino en el golfo de México. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología. UNAM, México, 100 p.

Monreal-Gómez M.A. y D.A. Salas de León. 1997. Circulación y estructura termohalina del golfo de México. En: M. F. Lavín (ed.). Unión Geofísica Mexicana. Contribuciones a la Oceanografía Física en México. Monografía No. 3. 183–199 pp.

Mora C., D.P. Tittensor y R.A. Myers. 2008. The completeness of taxonomic inventories for describing the global diversity and distribution of marine fishes, *Proc. Roy. Soc. B.*, 275:149–155.

Plaza R.I.P. 2006. Variación en la estructura comunitaria béntica de la planicie abisal del golfo de México. Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México, 70 p.

Rabiela A.D. 2006. Variación espacio-temporal de la densidad de la macrofauna béntica de la planicie abisal en el golfo de México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 52 p.

Rowe G.T. y D.W. Menzel. 1971. Quantitative benthic samples from the Deep Gulf of Mexico with some comments on the measurement of deep-sea biomass. *Bull. Mar. Sci.* 21, 556-566.

Valle Hernández S. 2011. Perfiles sísmicos de alta resolución y magnéticos del lecho marino dentro del polígono oriental del golfo de México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ingeniería, 9-13.

Van Gaever S., A. Vanreusel, J.A. Hughes, B.J. Bett y K. Kiriakoulakis. 2004. The macro- and micro-scale patchiness of meiobenthos associated with the Darwin Mounds (north-east Atlantic). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 84: 547-556.

Vanhove S., J. Wittoeck, G. Desmet, B. Van den Berghe, R.L. Herman, R.P.M. Bak, G. Niewland, J.H. Vosjan, A. Boldrin, S. Rabitti y M. Vincx. 1995. Deep-sea meiofauna communities in Antarctica: structural analysis and relation with the environment. *Marine Ecology Progress Series* 127: 65-76.

Vanhove S., M. Beghyn, D. Van Gansbeke, L.W. Bullough y M. Vincx. 2000. A seasonally varying biotope at Signy Island, Antarctic: implications for meiofaunal structure. *Marine Ecology Progress Series* 202: 13-25.

ANEXOS

Tabla 3. Parámetros ambientales del área de muestreo. Abreviaturas: Prof: Profundidad; Tem: Temperatura; N%: Nitrógeno orgánico en el sedimento; C%: Carbono orgánico en el sedimento; H%: Hidrogeno en el sedimento y S%: Azufre orgánico en el sedimento (Instituto de Química)

Muestra	Prof (m)	Tem [°C]	N [%]	C [%]	H	S [%]
E1R1N1	3740	4.2	0.171	3.605	1.071	-0.129
E1R1N2	3740	4.2	0.17	4.169	1.016	-0.175
E1R1N3	3740	4.2	0.16	3.64	0.943	-0.149
E1R2N1	3740	4.2	0.179	3.415	1.015	-0.164
E1R2N2	3740	4.2	0.173	2.893	1.123	-0.12
E1R2N3	3740	4.2	0.186	2.266	1.205	-0.14
E2R1N1	3749	4.2	0.224	4.97	1.054	-0.153
E2R1N2	3749	4.2	0.21	4.419	1.045	0.441
E2R1N3	3749	4.2	0.203	5.723	0.881	-0.216
E3R1N1	3219.3	4	0.164	2.072	1.062	0.001
E3R1N2	3219.3	4	0.16	0.6	1.252	0.562
E3R1N3	3219.3	4	0.161	0.558	1.149	0.77
E4R1N1	3137.2	4.2	0.206	3.115	0.694	0.023
E4R1N2	3137.2	4.2	0.197	2.507	0.868	0.023
E4R1N3	3137.2	4.2	0.185	3.089	0.831	-0.026
E5R1N1	2998	4.2	0.213	2.246	0.957	-0.047
E5R1N2	2998	4.2	0.185	2.21	0.995	-0.081
E5R1N3	2998	4.2	0.176	2.776	0.904	-0.142
E6R1N1	3136	4.2	0.235	1.276	1.022	-0.13
E6R1N2	3136	4.2	0.183	3.767	0.793	-0.168
E6R1N3	3136	4.2	0.151	3.13	0.878	-0.137
E6R2N1	3136	4.2	0.176	3.699	0.842	-0.193
E6R2N2	3136	4.2	0.116	1.379	1.144	-0.2
E6R2N3	3136	4.2	0.075	1.084	1.174	-0.285
E7R1N1	3086.65	4.3	0.118	4.273	0.737	-0.349
E7R1N2	3086.65	4.3	0.101	4.153	0.743	-0.382
E7R1N3	3086.65	4.3	0.048	3.959	0.818	-1.353
E7R2N1	3086.65	4.3	0.147	4.157	0.851	-0.157
E7R2N2	3086.65	4.3	0.17	3.947	0.867	-0.359
E7R2N3	3086.65	4.3	0.12	4.201	0.706	-0.299
E8R1N1	3076	4.3	0.126	1.76	1.113	-0.204
E8R1N2	3076	4.3	0.157	0.971	1.054	-0.216
E8R1N3	3076	4.3	0.147	0.724	1.125	-0.225
E8R2N1	3076	4.3	0.146	1.81	1.107	-0.27

E8R2N2	3076	4.3	0.148	0.766	1.094	-0.201
E8R2N3	3076	4.3	0.162	0.849	1.005	-0.23
E9R1N1	3192	4.3	0.154	1.704	1.152	-0.21
E9R1N2	3192	4.3	0.156	1.688	1.128	-0.28
E9R1N3	3192	4.3	0.16	0.719	1.191	-0.209
E9R2N1	3192	4.3	0.163	3.532	0.897	-0.103
E9R2N2	3192	4.3	0.142	1.912	1.18	-0.094
E9R2N3	3192	4.3	0.15	0.717	1.156	-0.04
E10R1N1	3121	4.3	0.168	1.237	1.056	-0.058
E10R1N2	3121	4.3	0.172	1.214	1.111	-0.061
E10R1N3	3121	4.3	0.165	1.2	1.136	-0.073
E11R1N1	3165	4.3	0.159	3.802	0.801	-0.165
E11R1N2	3165	4.3	0.168	4.527	0.745	-0.222
E11R1N3	3165	4.3	0.12	4.838	0.667	-0.13

Tabla 4. Tamaño de partícula encontrado

en las 11 estaciones de la campaña Sigsbee 13. (Instituto de Química)

Muestra	Arenas	Limos	Arcillas
E1R1N1	0.498	65.503	33.999
E1R1N2	0.001	52.817	47.182
E1R1N3	0.001	58.94	41.058
E1R2N1	0.001	52.917	47.082
E1R2N2	0.303	61.251	38.446
E1R2N3	0.001	54.017	45.982
E2R1N1	0.391	67.399	32.21
E2R1N2	0.281	68.021	31.699
E2R1N3	0.213	62.253	37.534
E3R1N1	1.865	67.772	30.363
E3R1N2	1.028	62.774	36.199
E3R1N3	0.323	59.855	39.822
E4R1N1	7.724	67.337	24.939
E4R1N2	0.399	64.29	35.31
E4R1N3	1.106	62.684	36.21
E5R1N1	3.555	64.77	31.675
E5R1N2	3.976	60.225	35.799
E5R1N3	1.134	63.568	35.299
E6R1N1	4.8	66.537	28.663
E6R1N2	3.154	67.871	28.975
E6R1N3	0.273	62.705	37.022
E6R2N1	16.791	64.842	18.367
E6R2N2	1.309	65.993	32.699
E6R2N3	0.991	61.386	37.622
E7R1N1	0.001	53.853	46.146

E7R1N2	0.03	57.16	42.81
E7R1N3	0	49.642	50.358
E7R2N1	0.253	62.236	37.51
E7R2N2	0	51.441	48.558
E7R2N3	0	57.701	42.299
E8R1N1	0.001	56.541	43.458
E8R1N2	0	54.73	45.27
E8R1N3	0	55.242	44.758
E8R2N1	0	56.341	43.658
E8R2N2	0.017	56.213	43.77
E8R2N3	0	52.63	47.37
E9R1N1	1.102	62.912	35.987
E9R1N2	0.149	57.728	42.122
E9R1N3	0.023	53.642	46.334
E9R2N1	7.496	64.765	27.739
E9R2N2	0.001	55.776	44.222
E9R2N3	0	50.054	49.946
E10R1N1	12.267	63.518	24.215
E10R1N2	0.022	57.832	42.146
E10R1N3	0.007	54.623	45.37
E11R1N1	0.014	56.74	43.246
E11R1N2	3.543	64.27	32.187
E11R1N3	5.829	63.408	30.763