

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**ANÁLISIS TEXTURAL Y MINERALÓGICO DE LOS
SEDIMENTOS DEL TRAMO COSTERO PORLAMAR-PLAYA
GUACUCO Y SU INFLUENCIA EN LA MORFOLOGÍA
COSTERA, ESTADO NUEVA ESPARTA**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por la Br. Romero V. Angely
Para optar al Título de Ingeniero Geólogo

Caracas, junio de 2018

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**ANÁLISIS TEXTURAL Y MINERALÓGICO DE LOS
SEDIMENTOS DEL TRAMO COSTERO PORLAMAR-PLAYA
GUACUCO Y SU INFLUENCIA EN LA MORFOLOGÍA
COSTERA, ESTADO NUEVA ESPARTA**

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Lenin González

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por la Br. Romero V. Angely
Para optar al Título de Ingeniero Geólogo

Caracas, junio de 2018

Caracas, junio de 2018

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Geología, Minas y Geofísica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por el Bachiller Angely Romero, titulado:

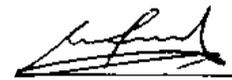
“Análisis textural y mineralógico de los sedimentos del tramo costero Porlamar–Playa Guacuco y su influencia en la morfología costera, estado Nueva Esparta”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero Geólogo, y sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por el autor, lo declaran APROBADO.



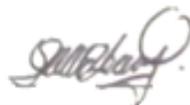
Prof. Angela Rojas

Jurado



Prof. Renier Medero

Jurado



Prof. Lenin González

Tutor Académico

DEDICATORIA

A mis padres, quienes me han apoyado incondicionalmente durante toda mi vida, este trabajo es de ustedes. A ti papi que desde el principio de mi carrera estuviste a mi lado y a ti mami que nunca dejaste de darme aliento y estar en mis momentos más difíciles.

A mis hermanitos Alís, Sebastián e Isabella, que si alguna vez pensé en rendirme... recordé que ellos seguían mis pasos.

A mi abuela Alida, por acobijarme en su regazo y colmarme de amor.

A mi tía Mariela, que siempre me ha cuidado y apoyado en todo momento.

A mi familia, que siempre han manifestado su orgullo y su apoyo hacia mí.

A mí amado compañero de vida Pedro y mi hijo perruno Messi, que fueron mi motor para culminar esta meta y finalmente estar juntos.

A mis ángeles, que me cuidan y sé que están orgullosos de mi desde allá arriba... para ustedes abuelos.

A mis amigas, que siempre estuvieron ahí para escucharme y apoyarme, hasta en la distancia...

A todo aquel que leyendo este trabajo consiga una respuesta.

AGRADECIMIENTOS

A Dios ante todo, por darme fuerzas para no desvanecer, presentarme tantas pruebas como oportunidades, y darme salud y sabiduría para afrontar los retos y obstáculos en mi camino.

A la ilustre Universidad Central de Venezuela, por haberme dado el honor y la oportunidad de poder llamarme UCVISTA, por permitirme hacer realidad el sueño de formarme tanto a nivel profesional y como personal en sus aulas, y por ser el lugar donde pase los mejores momentos de mi vida.

A la Escuela de Geología, Minas y Geofísica (EGMG) porque en sus aulas me llené de conocimientos nuevos, fascinantes y conocí a personas únicas.

A mi tutor Lenin González, por darme la oportunidad de desarrollar este trabajo bajo su tutoría, por su paciencia y orientación, por las recomendaciones e ideas, además, por todos los conocimientos transmitidos durante la carrera.

Al Profesor Orlando Méndez, por cada una de sus clases magistrales, gracias a ellas y a usted, con su furor, dedicación y amor en cada clase pude ver lo maravilloso que es esta ciencia de la tierra llamada Geología.

A todos los profesores que me formaron personal y profesionalmente: Ricardo Alezones, Alfredo Mederos, David Mendi, Frank Audemard, André Singer, Feliciano De Santis, Angela Rojas, Orlando Méndez, Ruthman Hurtado, Enrique Toribio, Enzo Caraballo, Mauricio Bermúdez... Muchas gracias a todos.

A mis padres, mis principales pilares de lucha y mi ejemplo a seguir, por apoyarme en todo momento de mi vida, sin ellos no lo hubiese logrado, por ser mi apoyo incondicional e infinito, estar siempre dispuestos a escucharme y aconsejarme en todos los sentidos de la vida, son los mejores padres del universo.

A ti papá, por acompañarme desde el día que me inscribí en la carrera, por apoyarme siempre en todo momento, por tu comprensión y paciencia durante todos estos años, por llevarme a las 4:00 am cada día a mis clases de la mañana, por madrugar conmigo y acompañarme para estudiar cálculo, estadística o cualquier otra materia, por nunca dudar de mí y ser mi soporte, porque este logro también es tuyo y no me alcanzará la vida para agradecerte tu invaluable apoyo.

A ti mami, por ser una fuente infinita de bondad, por apoyarme y amarme tanto, porque en la distancia siempre estuviste ahí para mí, para socorrerme y darme aliento cuando quise desvanecer, gracias por motivarme a seguir y alentarme cada día para continuar, gracias por tanto apoyo mamita, sin tu amor hubiese sido muy difícil.

A mi tía Mariela, que me acobijó y apoyó desde el inicio de mis días como su hija, por creer en mí, por aguantar mis malcriadeces y berrinches, por tener tanta tolerancia y paciencia, son tus más valiosas virtudes, gracias por todo.

A mi abuela Alida, la persona que más me ha consentido y mimado en la vida, por madrugar conmigo para tenerme el desayuno listo, por llevarme el cafecito y la merienda hasta la computadora durante mis infinitas horas de tesis, gracias infinitas. Te amo abuelita.

A mi familia, por el apoyo moral que siempre me han brindado, cada uno a su manera, pero siempre con la misma fuera y cariño.

A mi amado compañero de vida Pedro Luis, porque desde siempre me apoyaste en este arduo camino, por la paciencia y comprensión durante la carrera, por acompañarme a recoger arenita y acceder a inundar la casa de arena jajaja, por tener la paciencia de organizar y enviarme mis muestras desde tan lejos, porque gracias a ti viajé durante tantos meses seguidos a Margarita y noté la problemática del desplazamiento de la línea de costa en Playa Guacuco, por tu tolerancia y comprensión durante este proceso (sé que no fue fácil), por aguantar mis momentos de colapso y motivarme a salir de ellos, por tu invaluable apoyo moral y económico, definitivamente sin ti hubiese sido imposible.

A mis amigas Jessica, Naliesky y Elvi que siempre estuvieron allí para escucharme y hacerme reír en la distancia, virtual y personalmente, espero la vida nos brinde innumerables momentos especiales juntas.

A mi amiga María Laura, por apoyarme, escucharme y ayudarme en la carrera desde el primer día que nos conocimos, por nuestras tardes de café y nuestras buenas charlas, gracias por tu apoyo.

Gracias a mis amigos de la escuela Bombero, Ender, Michelle, William, Alexmar, Karleydi, Castillo, Ana Cuba, Milagros, y demás compañeros que de alguna u otra forma estuvieron presentes y me apoyaron durante la carrera. A todos, y a tantos otros cuyos nombres se me escapan, les doy mil gracias.

A mi querida Sra. Morella y amigos de la Biblioteca de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica, gracias por su apoyo y confianza, y por su valiosa labor, por su colaboración y ayuda prestada. Gracias infinitas.

Romero, V. Angely G.
**ANÁLISIS TEXTURAL Y MINERALÓGICO DE LOS
SEDIMENTOS DEL TRAMO COSTERO PORLAMAR–PLAYA
GUACUCO Y SU INFLUENCIA EN LA MORFOLOGÍA
COSTERA, ESTADO NUEVA ESPARTA**

Tutor: Prof. Lenin González

**Tesis. Caracas U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y
Geofísica. 2018, 265 p.**

Palabras claves: Nueva Esparta (estado), mineralogía-Nueva Esparta (estado), geología marina, erosión, granulometría, morfología, sedimentos costeros.

Se realizó una caracterización textural y mineralógica a través de análisis granulométricos, morfológicos y mineralógicos, en el tramo costero Porlamar – Playa Guacuco. Para ello se preparó una recopilación bibliográfica y cartográfica de los trabajos previos de la zona y posteriormente se hizo un muestreo a lo largo del tramo costero cada 500 metros aproximadamente, en el cual hubo un total de 56 muestras recolectadas correspondientes a la zona de batida, zona de playa alta y vaivén. Luego, a través de los resultados de un análisis granulométrico realizado a cada muestra, se hizo un análisis morfológico y mineralógico a las clases modales y los puntos de inflexión determinados a través de los histogramas y curvas de frecuencia. Posteriormente de acuerdo a la tendencias litológicas y mineralógica el tramo costero fue dividido en 12 zonas, en las que resultaron predominantes los componentes cloríticos, epidóticos, micáceo y grafitosos, las mismas fueron clasificadas principalmente de acuerdo al porcentaje de grafito, cuarzo, feldespato y plagioclasa y de acuerdo de la diversidad litológica e identificada en los puntos de estudio, Luego, en base a las formaciones o unidades litológicas asociadas se agruparon los puntos estudiados en 5 grupos, donde resultaron predominantes los fragmentos provenientes de la Asociación Metamórfica Los Robles, la Asociación Metamórfica Juan Griego, el Complejo Metaofiolítico Paraguachí y en menor proporción de la Formación Pampatar, el metagranito El Salado y las Volcánicas Los Frailes.

Las muestras en su mayoría presentaron una tendencia unimodal del 92% con una predominancia de arenas finas con asimetría hacia los tamaños gruesos y leptocúrtica. Predominaron los granos con forma discoidal y en algunos casos romboidales, indicando un transporte principal por tracción y un patrón heredado por desprendimiento de la roca

fuelle. En cuanto a la redondez, presentaron una predominancia a granos subangulosos, lo que indica poco transporte por medio de drenajes intermitentes y cercanía de la fuente de sedimento, sin embargo con respecto a los granos subredondeados se atribuye a una distancia larga del transporte principalmente a través de medios fluviales y a la deriva litoral.

En cuanto a la influencia de los procesos costeros en la morfología costera, se estableció un estrecho vínculo entre la influencia de la dirección, velocidad y energía del oleaje, así como de los vientos alisios en el proceso de erosión costera, evidenciándose así un retroceso de la línea de costa de aproximadamente 50 metros en aquellas playas en las que el ángulo entre la línea de costa y el oleaje se encuentra en el rango de 0° a 30°, dicho desplazamiento es referido respecto a la línea de costa identificada en las distintas imágenes satelitales de *Google Earth* correspondientes a los años 1970, 2005 y 2017. Además, la intervención del hombre con la realización de obras costeras realizadas sin un correcto estudio previo tomando en consideración el material empleado y los valores de los procesos costeros y mantenimiento de las mismas influyen en la erosión de sectores del tramo costero y desestabilización del proceso de sedimentación natural.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
I.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	1
I.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
I.3. JUSTIFICACIÓN	4
I.4. OBJETIVOS Y ALCANCE	5
I.4.1. Objetivo General	5
I.4.2. Objetivos Específicos	5
I.4.3. Alcance	5
I.5. TRABAJOS PREVIOS	6
I.6.1 De acuerdo al área de estudio	6
I.6.2 De acuerdo a la metodología empleada	9
I.6. MARCO METODOLÓGICO	13
I.7.1. Fase I: Recopilación bibliográfica	14
I.7.2. Fase II: Recopilación de mapas y fotografías aéreas	14
I.7.3. Fase III: Describir los parámetros morfológicos, las características granulométricas y la composición mineralógica de los sedimentos costeros	14
I.7.3.1. Descripción geomorfológica, selección y toma de las muestras	14
I.7.3.2. Tamizado de las muestras	15
I.7.3.3. Caracterización morfológica de los granos	18
I.7.3.4. Identificación de minerales	20
I.7.3.5. Difracción de Rayos X (DRX)	21
I.7.4. Fase IV: Determinar la procedencia de los sedimentos costeros para definir el origen y recorrido de los mismos así como su roca fuente	21
I.7.4.1. Agrupar tendencias morfológicas	21
I.7.4.2. Agrupar tendencias mineralógicas	22

I.7.4.3. Cartografiar la distribución mineralógica en la franja costera y sus límites en función de las distintas fuentes a escala 1:25000 _____	22
I.7.4.4. Relación de los episodios granulométricos – morfológicos vs mineralógicos _____	23
I.7.5. Fase V: Determinar los patrones de sedimentación _____	23
I.7.5.1. Agrupar tendencia de orientaciones de corriente tomadas en campo _____	23
I.7.5.2. Reconocimiento de variaciones en la línea de costa _____	23
I.7.6. Fase VI: Definir las áreas con mayor susceptibilidad a la erosión y a la colmatación para la realización de una zonificación del tramo costero a escala 1:25000 _____	24
CAPÍTULO II _____	25
MARCO TEÓRICO _____	25
II.1. GEOLOGÍA MARINA _____	25
II.1.1. Generalidades _____	25
II.1.2. Zona costera _____	26
II.1.3. Línea de costa _____	26
II.1.4. Playa _____	26
II.2. PLANIFICACIÓN DE LAS DINÁMICAS COSTERAS _____	28
II.2.1. Estabilización de la costa _____	29
III.2.1.1. Estabilización firme _____	29
III.2.1.1.1. Malecones: _____	29
III.2.1.1.2. Espigones _____	30
III.2.1.1.3. Rompeolas: _____	32
III.2.1.1.4. Dique: _____	33
III.2.1.2. Alternativas a la estabilización dura _____	34
III.2.1.2.1. Alimentación de playa o restitución de la costa: _____	34

III.2.1.2.2. Traslado: _____	36
CAPÍTULO III _____	37
GEOGRAFÍA FÍSICA _____	37
III.1. FISIOGRAFÍA Y RELIEVE _____	37
III.2. HIDROGRAFÍA _____	38
III.3. CLIMA _____	39
III.4. EROSIÓN _____	41
III.5. VEGETACIÓN Y FAUNA _____	42
III.6. SUELOS _____	45
CAPÍTULO IV _____	46
MARCO GEOLÓGICO REGIONAL _____	46
IV.1. EVOLUCIÓN TECTÓNICA DE LA ISLA DE MARGARITA _____	46
IV.2. ESTRATIGRAFÍA REGIONAL _____	55
DINÁMICAS COSTERAS _____	64
V.1. PARAMETROS CLIMATOLÓGICOS Y MAREOGRAFICOS EN EL ESTADO NUEVA ESPARTA, VENEZUELA, 1962-1968 _____	64
V.1.1. Parámetros climatológicos _____	64
V.1.2. Parámetros mareográficos _____	67
V.2. AGENTES CLIMÁTICOS Y DINÁMICAS RECIENTES _____	68
V.2.1. Condiciones climáticas locales _____	68
V.2.2. Agentes dinámicos costeros _____	70
CAPITULO VI _____	73
RESULTADOS _____	73
VI.1. MORFOLOGÍA COSTERA Y EVOLUCIÓN EN LOS CAMBIOS DE LA LÍNEA DE COSTA _____	73
VI.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO _____	81
VI.3. ANÁLISIS MORFOLÓGICO _____	124
VI.4. ANÁLISIS MINERALÓGICO _____	145
VI.5. EVOLUCIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA _____	177
CAPÍTULO VII _____	185

ANÁLISIS DE RESULTADOS _____	185
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES _____	212
CONCLUSIONES _____	212
RECOMENDACIONES _____	214
BIBLIOGRAFÍA _____	216
APÉNDICES _____	226
APÉNDICE _____	226
ANEXOS _____	229

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación regional y local de la zona en estudio. El polígono azul representa el tramo costero estudiado en esta investigación. Tomado de Google Earth, junio 2017. _____	2
Figura 3. Carta de apreciación visual de la morfología. Tomado y modificado de ZINGG (1935)_____	19
Figura 2 Carta visual para la determinación de la esfericidad y redondez Tomado y modificado de CORRALES et al. (1977). _____	19
Figura 4. Carta de estimación visual de porcentaje mineralógico. TOMADO DE TERRY & CHILINGAR, (1955) _____	20
Figura 5 Perfil de la zona litoral. Tomado de TARBUCK Y LUTGENS, (2005) _____	27
Figura 6. Posición de un malecón en la costa. Tomado de TARBUCK & LUTGENS, (2005) _____	30
Figura 7. Efecto de un espigón sobre el transporte de arena en la playa. Tomado de TARBUCK & LUTGENS, (2005)_____	31
Figura 8. Efecto de un espigón perpendicular a la costa. Tomado de LAVADO & MATOS, (2007)_____	31
Figura 9.Efecto de un espigón paralelo a la Costa. Tomado de LAVADO & MATOS, (2007) _____	32
Figura 10. Rompeolas para protección de oleaje. Tomado de Google Earth, septiembre 2016 _____	33
Figura 11. Miami Beach. A) Antes de la alimentación de playa y B) Después de la alimentación de playa. (Cortesía del Cuerpo de Ingenieros del Ejército estadounidense, distrito de Vicksburg.). Tomado de TARBUCK & LUTGENS, (2005) _____	36
Figura 12. Traslado del faro del cabo Hatteras de Carolina del Norte en 1999. Se trasladó 488 metros de la línea de costa al verse amenazado por la erosión costera. (Foto de Drew Wilson © 1999, <i>Virginian-Pilot</i> .) _____	36
Figura 13. Tipo de vegetación según zona climática. Tomado de Leal, (2007) _____	42

Figura 14. Etapa pre colisión Jurásico Medio – Tardío de la evolución geodinámica de la isla de Margarita. Tomado y modificado de CHEVALIER (1987)	47
Figura 15. Etapa de precolisión de la evolución geodinámica de la isla de Margarita. Tomado de CHEVALIER (1987).	48
Figura 16.Reconstrucción simplificada de la etapa 3 (Albiense – Cenomaniense) de la evolución geodinámica de la isla de Margarita. La flecha indica la ubicación asumida de la Agrupación Margarita. Tomado y modificado de STÖCKHERT et al. (1995)	49
Figura 17.Reconstrucción simplificada de la etapa 4 (Turonense - Maastrichtiense) de la evolución geodinámica de la isla de Margarita. La flecha indica la ubicación asumida de la Agrupación Margarita. Tomado y modificado de STÖCKHERT et al. (1995)	50
Figura 18.Fallas intracontinentales y desarrollo de las napas. Tomado y modificado de CHEVALIER (1987).	51
Figura 19. Reconstrucción simplificada de la etapa 5 (Eoceno Temprano - Medio) de la evolución geodinámica de la isla de Margarita. La flecha muestra la ubicación asumida del Complejo de Margarita. Tomado y modificado STÖCKHERT et al. (1995)	52
Figura 20.Modelo de transcolisión Tomado y modificado CHEVALIER (1987).	52
Figura 21.Representación idealizada de la Placa Caribe en el Eoceno Temprano a Medio. Tomado de CHEVALIER (1987)	53
Figura 22Dirección prevaleciente del viento. Tomado de Contreras (1969).	65
Figura 23.Gráfico comparativo de la velocidad media del viento entre 1968-62. Tomado de CONTRERAS (1969).	66
Figura 24.Representación gráfica de la pleamar y bajamar, 1968 Tomado de CONTRERAS (1969).	67
Figura 25.Representación gráfica de la temperatura del agua del mar y de la temperatura del aire, 1968. Tomado de CONTRERAS (1969)	69
Figura 26.Variación anual de las anomalías de la precipitación acumulada en la Isla de Margarita. Años 1966-2012. Tomado de LÓPEZ & TROCCOLI, (2014).	69

Figura 27. Velocidad media del viento en la Isla de Margarita. Años 1975-2008. Tomado de LÓPEZ & TROCCOLI, (2014).	70
Figura 28. Dirección de los vientos de la estación Pta. de Piedras. Tomado de LAVADO Y MATOS, (2007)	71
Figura 29. Variación mensual promedio de la altura de la marea, en la estación mareográfica de Punta de Piedras (1992-2004). Tomado de Fundación La Salle de Ciencias Naturales.	72
Figura 30. Morfología costera y puntos de ubicación en la zona de estudio.	73
Figura 31. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P1.1	82
Figura 32. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P1.2	83
Figura 33. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P2.1	84
Figura 34. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P2.2	85
Figura 35. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P3.1	86
Figura 36. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P3.2	87
Figura 37. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P4.1	88
Figura 38. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P4.2	89
Figura 39. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P5.1	90
Figura 40. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra 5.2	91
Figura 41. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P7.1	92

Figura 42.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P7.2	93
Figura 43.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P10.1	94
Figura 44.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra 10.2	95
Figura 45.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P13.1	96
Figura 46.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P13.2	97
Figura 47.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P14.1	99
Figura 48.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P14.2	100
Figura 49.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P15.1	101
Figura 50.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P15.2	102
Figura 51.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P16.1	104
Figura 52.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P16.2	105
Figura 53.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P18.1	106
Figura 54.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P18.2	107
Figura 55.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P19.1	108
Figura 56.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P19.2	109

Figura 57.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P20.1 _____	111
Figura 58.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P20.2 _____	112
Figura 59.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P21.1 _____	113
Figura 60.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P21.2 _____	114
Figura 61.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P23.1 _____	115
Figura 62.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P23.2 _____	116
Figura 63.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P24.1 _____	117
Figura 64.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P24.2 _____	118
Figura 65.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P26.1 _____	119
Figura 66.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P26.2 _____	120
Figura 67.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P28.1 _____	121
Figura 68.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P28.2 _____	122
Figura 69. Episodios de cambios del desplazamiento de la línea de costa en el tramo Porlamar - Playa Guacuco en el periodo 1970 - 2017 y el patrón del tren de oleaje en la zona de estudio. _____	178
Figura 70. Desplazamiento de la línea de costa de la Bahía de Guaraguao (Playa Bella Vista y Concorde). Fuente: Elaboración propia. _____	181
Figura 71.Desplazamiento de la línea de costa de la Playa La Caracola. _____	182

Figura 72 Desplazamiento de la línea de costa de la Playa El Ángel. _____	183
Figura 73.Desplazamiento de la línea de costa de la Playa Guacuco. Fuente: Elaboración propia. _____	184
Figura 74. Gráfico Asimetría vs. Desviación Estándar _____	186
Figura 75.Gráfico de distancia en zona de estudio (km) vs redondez y forma de 2do orden _____	187
Figura 76.Gráfico de distancia en zona de estudio (km) vs escogimiento y media. _____	189
Figura 77. Distribución mineralógica en la franja costera por zonas y diagramas de la litología constituyente por punto de estudio. _____	192
Figura 78. Mapa de erosión y colmatación de sedimentos del tramo costero Porlamar - Playa Guacuco. _____	209
Figura 79.Escalas de Clasificación de acuerdo al tamaño de grano de los sedimentos. (Tomado y Modificado de FRIEDMAN & SANDERS, 1979) _____	226

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de valores obtenidos en el tamizado _____	17
Tabla 2. Tabla de apreciaciones de gráficas y parámetros granulométricos _____	17
Tabla 3. Tabla de histogramas y valores de forma, esfericidad y redondez obtenidos en cada punto. _____	19
Tabla 4. Formaciones presentes en la Isla de Margarita. Tomado y Modificado de CIEN, (2016) Web. _____	56
Tabla 5. Síntesis de la recopilación de las formaciones presentes en la Isla de Margarita. Tomado de GONZÁLEZ DE JUANA (1980) y (CIEN 2016, web) _____	57
Tabla 6. Tabla resumen de la morfología costera correspondiente a cada localidad estudiada. _____	74
Tabla 7. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P1.1 _____	82
Tabla 8. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P1.2 _____	83
Tabla 9. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P2.1 _____	84
Tabla 10. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P2.2 _____	85
Tabla 11. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P3.1 _____	86
Tabla 12. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P3.2 _____	87
Tabla 13. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P4.1 _____	88
Tabla 14. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P4.2 _____	89
Tabla 15. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P5.1 _____	90
Tabla 16. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P5.2 _____	91
Tabla 17. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P7.1 _____	92
Tabla 18. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P7.2 _____	93
Tabla 19. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P10.1 _____	94
Tabla 20. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P10.2 _____	95
Tabla 21. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P13.1 _____	97
Tabla 22. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P13.2 _____	98
Tabla 23. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P14.1 _____	99
Tabla 24. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P14.2 _____	100

Tabla 25. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P15.1 _____	102
Tabla 26. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P15.2 _____	103
Tabla 27. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P16.1 _____	104
Tabla 28. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P16.2 _____	105
Tabla 29. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P18.1 _____	106
Tabla 30. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P18.2 _____	107
Tabla 31. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P19.1 _____	108
Tabla 32. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P19.2 _____	109
Tabla 33. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P20.1 _____	111
Tabla 34. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P20.2 _____	112
Tabla 35. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P21.1 _____	113
Tabla 36. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P21.2 _____	114
Tabla 37. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P23.1 _____	115
Tabla 38. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P23.2 _____	116
Tabla 39. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P24.1 _____	117
Tabla 40. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P24.2 _____	118
Tabla 41. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P26.1 _____	119
Tabla 42. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P26.2 _____	120
Tabla 43. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P28.1 _____	121
Tabla 44. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P28.2 _____	122
Tabla 45. Abreviaturas de nombre de rocas para los análisis petrográficos pertenecientes a unidades ígneo. Tomado de REKOWSKI & RIVAS, (2005) _____	146
Tabla 46. Cuadro resumen: Puntos de estudio y unidades aflorantes en relación con su procedencia. _____	196
Tabla 47. Intervalos del grado de escogimiento, según Folk (1974). _____	227
Tabla 48. Intervalos de asimetría. _____	228
Tabla 49. Intervalos de Kurtosis. _____	228
Tabla 50. Tabla de datos granulométricos de la muestra P1.1 _____	229
Tabla 51. Tabla de datos granulométricos de la muestra P1.2 _____	230
Tabla 52. Tabla de datos granulométricos de la muestra P2.1 _____	230

Tabla 53. Tabla de datos granulométricos de la muestra P2.2	231
Tabla 54. Tabla de datos granulométricos de la muestra P3.1	231
Tabla 55. Tabla de datos granulométricos de la muestra P3.2	232
Tabla 56. Tabla de datos granulométricos de la muestra P4.1	232
Tabla 57. Tabla de datos granulométricos de la muestra P4.2	233
Tabla 58. Tabla de datos granulométricos de la muestra P5.1	233
Tabla 59. Tabla de datos granulométricos de la muestra P5.2	234
Tabla 60. Tabla de datos granulométricos de la muestra P7.1	234
Tabla 61. Tabla de datos granulométricos de la muestra P7.2	235
Tabla 62. Tabla de datos granulométricos de la muestra P10.1	235
Tabla 63. Tabla de datos granulométricos de la muestra P10.2	236
Tabla 64. Tabla de datos granulométricos de la muestra P13.1	236
Tabla 65. Tabla de datos granulométricos de la muestra P13.2	237
Tabla 66. Tabla de datos granulométricos de la muestra P14.1	237
Tabla 67. Tabla de datos granulométricos de la muestra P14.2	238
Tabla 68. Tabla de datos granulométricos de la muestra P15.1	238
Tabla 69. Tabla de datos granulométricos de la muestra P15.2	239
Tabla 70. Tabla de datos granulométricos de la muestra P16.1	239
Tabla 71. Tabla de datos granulométricos de la muestra P16.2	240
Tabla 72. Tabla de datos granulométricos de la muestra P18.1	240
Tabla 73. Tabla de datos granulométricos de la muestra P18.2	241
Tabla 74. Tabla de datos granulométricos de la muestra P19.1	241
Tabla 75. Tabla de datos granulométricos de la muestra P19.2	242
Tabla 76. Tabla de datos granulométricos de la muestra P20.1	242
Tabla 77. Tabla de datos granulométricos de la muestra P20.2	243
Tabla 78. Tabla de datos granulométricos de la muestra P21.1	243
Tabla 79. Tabla de datos granulométricos de la muestra P21.2	244
Tabla 80. Tabla de datos granulométricos de la muestra P23.1	244
Tabla 81. Tabla de datos granulométricos de la muestra P23.2	245
Tabla 82. Tabla de datos granulométricos de la muestra P24.1	245

Tabla 83. Tabla de datos granulométricos de la muestra P24.2	246
Tabla 84. Tabla de datos granulométricos de la muestra P26.1	246
Tabla 85. Tabla de datos granulométricos de la muestra P26.2	247
Tabla 86. Tabla de datos granulométricos de la muestra P28.1	247
Tabla 87. Tabla de datos granulométricos de la muestra P28.2	248

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

I.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estado Nueva Esparta está integrado por las islas de Margarita, Coche y Cubagua las cuales ocupan una extensión de 1.150 km², que equivale a 0,13% del territorio nacional. De esta superficie, 1.071 km² corresponden a la Isla de Margarita, que en sentido E-O tiene 69 km de longitud, mientras que en dirección N-S es de 33 km.

La Isla de Margarita se encuentra situada en la parte más nororiental de Venezuela, entre las coordenadas 63°45' y 64° 25' de longitud oeste y 10° 50' y 11°20' de latitud norte. El área de estudio se ubica en el sector sureste del estado Nueva Esparta, dentro de los municipios Maneiro, Mariño y Arismendi, con una extensión aproximada de 21.3 km².

La zona de estudio se encuentra ubicada específicamente en el extremo sureste de la Isla de Margarita, en los tramos costeros que se ubican entre La Asunción – Pampatar – Porlamar abarcando las diferentes playas turísticas. La figura 1 representa la zona de estudio.

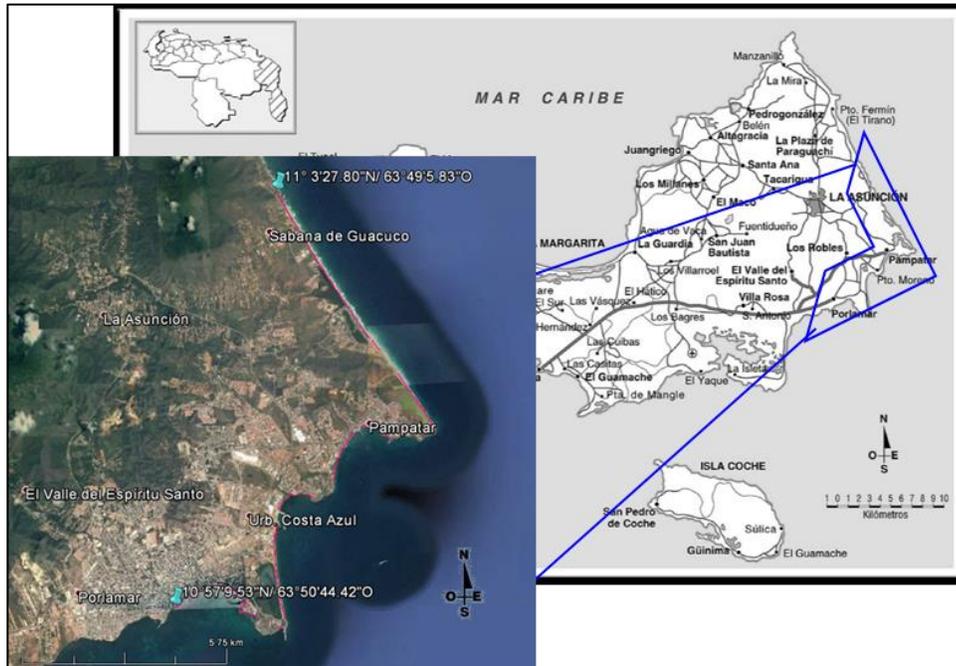


Figura 1. Ubicación regional y local de la zona en estudio. El polígono azul representa el tramo costero estudiado en esta investigación. Tomado de Google Earth, junio 2017.

I.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La región oriental de la isla de Margarita descansa sobre un complejo ígneo metamórfico denominado Asociación Metamórfica Juan Griego, el cual limita con la Asociación Metamórfica Los Robles y está cubierto discordantemente por rocas sedimentarias no metamorizadas, que son principalmente las rocas sedimentarias de la Formación Pampatar y el Grupo Punta Carnero.

El material siliciclástico del área de estudio puede deber su origen a la remoción y erosión de los fragmentos de roca que constituyen la configuración litológica de la Isla de Margarita, por medio de los drenajes intermitentes o ríos que conforman la red hidrográfica del estado Nueva Esparta, o bien pueden proceder del traslado de sedimentos por medio de la deriva litoral trasladando dichos sedimentos a través de las diferentes playas del tramo costero.

En la actualidad, se han realizado trabajos que incluyen una integración geológica de la Isla de Margarita (REKOWSKI Y RIVAS, 2005) por lo que se conoce la distribución de las formación y asociaciones litológicas constituyentes de la misma. Sin embargo, no existe un estudio detallado en el que se determine la correlación entre estos litotipos constituyentes de la geología regional de la Isla de Margarita y los sedimentos costeros de la costa, quiere decir que no existen análisis detallados sobre la procedencia sedimentaria de los mismos, específicamente en el tramo costero Porlamar – Playa Guacuco. De esta manera se plantea realizar un análisis textural y mineralógico de estos sedimentos para determinar la correspondencia con la roca fuente, la influencia del medio de transporte y condiciones del mismo, y generar así una distribución de minerales y asociaciones litológicas presentes en el tramo costero.

En las playas que se encuentran en este tramo costero Porlamar – Playa Guacuco, la línea de costa se ha desplazado progresivamente hacia el continente, ocasionando una pérdida importante de terreno en la costa. Esto ha originado pérdida de algunas infraestructuras turísticas ubicadas en las playas y modificaciones en el paisaje de las mismas, e incluso genera un gran riesgo a la población residente de las zonas aledañas. La remoción del material siliciclástico es el resultado de la influencia de los procesos costeros y de factores humanos, los cuales operan a diferente escala. El problema recae en que la modificación del hombre, sin considerar los patrones de sedimentación, afecta el desarrollo natural de equilibrio sedimentación – erosión.

Por lo tanto, se plantea realizar un análisis de los procesos costeros a través de la morfología y mineralogía de sedimentos recolectados, determinando niveles de energía y patrones de sedimentación los cuales permitirán establecer la influencia sobre la morfología de la costa y zonas con mayor susceptibilidad a la erosión y/o sedimentación, y de esta manera contribuir a una mejor planificación de las dinámicas costeras.

I.3. JUSTIFICACIÓN

Una de las razones principales para la realización de esta investigación radica en la ausencia de estudios que determinen la composición litológica y mineral en el tramo costero Porlamar – Playa Guacuco. La caracterización textural y mineral de los sedimentos de dicho tramo, permitirá determinar la composición de los mismos y a su vez se podrá establecer una posible procedencia de los mismos, y relacionar las características litológicas y mineralógicas de los sedimentos pertenecientes al tramo costero con las formaciones y agrupaciones litológicas que constituyen el relieve de la Isla de Margarita, así como relacionar esta correspondencia litológica con los sistemas de red fluvial presentes en la Isla de Margarita y determinar la procedencia del material siliciclástico que constituyen las playas del tramo costero estudiado.

Además de esto, el socavamiento de la costa en la zona este de la Isla de Margarita, estado Nueva Esparta se incrementa paulatinamente, lo que ha generado colapso de infraestructuras y modificaciones drásticas del paisaje, ocasionando entre otras cosas amenazas al sistema turístico de la isla, el cual es la principal fuente de ingresos de la misma. Esto ha hecho necesario estudiar los patrones de sedimentación que influyen en la morfología de la costa. Comprender a partir de los tamaños granulométricos la variación de la velocidad y dirección del viento en el proceso de sedimentación, así como establecer la relación de los procesos costeros a través de los trenes de olas a lo largo del tramo costero y su relación en la tasa de sedimentación y acarreo de sedimentos.

I.4. OBJETIVOS Y ALCANCE

I.4.1. Objetivo General

Analizar las características texturales y mineralógicas de los sedimentos del tramo costero Porlamar – Playa Guacuco y la influencia del patrón de sedimentación en la morfología costera.

I.4.2. Objetivos Específicos

1. Analizar los parámetros morfológicos (redondez, esfericidad y textura superficial) de las muestras seleccionadas utilizando métodos estadísticos.
2. Caracterizar la composición mineralógica de las muestras de sedimentos en las zonas de estudio a través de lupa binocular y/o láminas montadas de minerales para microscopio para definir la procedencia de los mismos.
3. Analizar las distintas imágenes obtenidas (fotografías aéreas, satelitales y de radar de diferentes años) y cartografiar las corrientes observadas en dichas imágenes al analizar el oleaje.
4. Determinar a partir de un mapa geológico, la composición y distribución mineralógica, la procedencia de los sedimentos y patrones de sedimentación costeros.
5. Cartografiar a escala 1:25000 las áreas con mayor susceptibilidad a la erosión y colmatación a través de los patrones de sedimentación e imágenes de *Google Earth* y de satélite (desde 1970 hasta el presente).

I.4.3. Alcance

A través del estudio textural y mineralógico, se podrá establecer y describir un mapa de procedencia de los sedimentos, así como la agrupación del tramo costero por zonas, las cuales estarán relacionadas con la litología presente en los sedimentos.

La realización de esta investigación pretende ser de tipo exploratoria y descriptiva de los factores actuantes en la dinámica costera en un sector de la Isla de Margarita,

persigue definir las zonas con mayor susceptibilidad erosiva y de colmatación en patrones de sedimentación, aportando elementos nuevos en la planificación de infraestructuras realizadas por el hombre que no afecten la dinámica costera.

I.5. TRABAJOS PREVIOS

I.6.1 De acuerdo al área de estudio

LORENZ (1949), realiza una descripción litológica de las formaciones sedimentarias de la costa sur-oriental de la Isla de Margarita, la Formación El Manglillo y el Grupo Punta Carnero incluyendo las tres formaciones que lo conforman Formación Punta Mosquito, Formación El Dátil y Formación Las Bermúdez. La Asociación Metamórfica Juan Griego y las Volcánicas de Los Frailes son descritas como formaciones.

DELFINO (1950), resume la geología regional de la zona sureste de Manzanillo, identificando fallas locales que acompañadas de un levantamiento regional permitieron la posterior depositación de los sedimentos del Eoceno en la parte baja de la región y establece que las rocas que constituyen la zona son rocas metamórficas que originalmente fueron sedimentos y rocas ígneas ultramáficas. Utiliza el nombre de Ortogneis de Matasiete en su descripción.

PAIVA (1969), estudia las secciones estratigráficas de la parte oriental de la Isla de Margarita, donde describe las rocas del Grupo Punta Carnero como una secuencia tipo flysch depositadas en corrientes de turbidez; establece tres facies en el Grupo Punta Carnero, una facies proximal, una facies distal y una facies central o de flysch normal que corresponden a las formaciones Las Bermúdez, El Dátil y Punta Mosquito respectivamente.

ESCOBAR (1973), realiza un estudio geológico del extremo sureste de la parte oriental de la Isla de Margarita, donde son identificadas las rocas metasedimentarias

de los grupos Juan Griego y Los Robles y a su vez define un metamorfismo de bajo grado en la zona correspondiente a la facies de los esquistos verdes.

GÓMEZ (1973), realiza un estudio geológico de los contactos del Grupo Juan Griego con un complejo ultramáfico en el flanco sur oriental de los cerros de San Juan Bautista y con un gneis que aflora al norte del pueblo de San Juan Bautista en la Isla de Margarita, donde considera que el complejo ultramáfico es un bloque alóctono y el gneis se postula como un paragneis. Además indica que el Grupo Juan Griego sufrió el emplazamiento de cuerpos menores de rocas eclogíticas y calizas las cuales sufrieron el metamorfismo regional de bajo grado que afectó la zona.

NAVARRO (1978), emplea la microsonda electrónica para realizar un estudio en las fases minerales esenciales de las eclogitas de la Isla de Margarita, dicho estudio demuestra que los granates de las eclogitas presentaron dos etapas de crecimiento, producidas durante el proceso metamórfico que afectó a las mismas, en el cual se generaron dos eventos importantes separados en el tiempo responsables de la generación de cristales con composición química diferente.

CASAS & MORENO (1986), presentan un análisis estratigráfico y petrográfico detallado de las secuencias flysch del Eoceno que afloran en la Isla de Margarita, donde identificaron dos unidades principales, una de carácter lutítico / arenosa y otra lutítico / calcárea asignadas a la Formación Pampatar y a la Formación Punta Carnero respectivamente. Infiere que dichas formaciones corresponden al Eoceno Medio Tardío y considera que ambas fueron depositadas en ambientes de canales y abanicos de aguas profundas.

VIVAS & CARRILLO (1986), realizaron un análisis petrográfico y geoquímico de las rocas félsicas metamorfizadas, de la región norte en la Isla de Margarita, con el que determinaron que las mismas estuvieron sometidas a un gradiente geotérmico (P/T) intermedio a alto, entre 4 – 6 Kb y 400 – 500 °C. Dividen la litología estudiada

en cuatro unidades informales: unidad de rocas félsicas, unidad de rocas máficas, unidad de rocas ultramáficas y unidad de rocas metasedimentarias. Reconocen un solo sistema de fallas con rumbo aproximado norte – sur.

CAMPOS & GUZMÁN (2002), realizaron una caracterización sedimentológica y estratigráfica de las facies turbidíticas del “flysch” Eoceno de la Isla de Margarita; en la cual se interpretaron, en base a la definición de litofacies, asociaciones de facies y elementos arquitecturales, una superficie de máxima inundación y varios sistemas encadenados transgresivos y de alto nivel en la Formación Pampatar, y dos superficies de máxima inundación y sistemas encadenados de bajo nivel en el Grupo Punta Carnero.

REKOWSKI & RIVAS (2005), realizan una integración geológica de la Isla de Margarita, donde se generaron 18 cartas geológicas a escala 1:25000 en las que se presentan una serie de unidades ígneo-metamórficas y sedimentarias; ellos dividen la evolución de la isla en 11 etapas, que van desde el Paleozoico hasta el Mio-Plioceno basadas en dataciones radiométricas. Identifican que la mayoría de las rocas aflorantes sufrieron metamorfismo de evolución retrograda.

DELGADO (2006), caracterizó geológicamente la Metatrondhjemita de Matasiete, ubicada en el estado Nueva Esparta, para determinar el contenido de feldespatos de acuerdo a minerales normativos en los cuerpos de roca. Estableció la Metatrondhjemita de Matasiete se puede emplear como mena feldespática para ser utilizada en la fabricación del bizcocho cerámico, siempre y cuando se realicen las acciones requeridas para mejorar el mineral feldespático.

I.6.2 De acuerdo a la metodología empleada

YÁNEZ (1971), estudia los procesos costeros y los sedimentos recientes de la plataforma continental al sur de la Bahía de Campeche en México, donde logra determinar que los sedimentos del área investigada caen dentro de dos grandes grupos: terrígenos y biogénicos. Las condiciones del oleaje durante las épocas de buen tiempo amplían subsecuentemente la playa y la extienden hacia mar abierto, además el excesivo acarreo de sedimentos biogénicos provenientes de la plataforma continental producido por las corrientes y el oleaje, forman los cerros de playa en las islas Aguada y del Carmen.

PARENTE (1998), evalúa los procesos costeros y realiza un balance sedimentario a lo largo de Fortaleza al Noreste de Brasil, logrando determinar que los procesos más relevantes para el equilibrio y evolución de la línea de costa de la región de Fortaleza son el transporte longitudinal de sedimentos y el transporte eólico. En relación con la influencia de los procesos costeros en la granulometría de los sedimentos de las playas, se observa que en el litoral noroeste y en algunos puntos del sudeste, el tamaño del grano es proporcional a la energía transmitida por el oleaje y para el resto del área, la granulometría está asociada a la presencia de discontinuidades morfológicas. Además, observa que las únicas fuentes posibles de sedimentos para la deriva litoral son los aquellos que provienen del perfil de playa, incluyendo la berma y el material proveniente de la erosión de la Formación Barreiras, ya que la capacidad de transporte de los cauces principales es baja haciendo poco probable la aportación directa desde el zócalo y la plataforma.

PADILLA (2003), caracterizó los sedimentos depositados en los ambientes marino somero recientes, en la isla Gran Roque perteneciente al Parque Nacional Archipiélago Los Roques, donde logró registrar seis facies de sedimentos someros no consolidados y dos de rocas de playa, conformando diez ambientes sedimentarios,

que son el resultado de una compleja relación entre diferentes niveles de energía de transporte y fuentes de aporte de sedimentos. Estableció que los ambientes sedimentarios recientes se desarrollan dentro de una etapa de diagénesis temprana donde son abarcadas las zonas marino freática estancada y activa, vadosa de agua dulce y de mezcla. Además, plantea un modelo sedimentológico conceptual, en donde se muestra la evolución de los ambientes sedimentarios marino somero recientes.

LAVADO Y MATOS (2007) realizan un estudio del proceso erosivo en la costa de playa El Yaque en la Isla de Margarita, donde realizaron una recopilación y análisis de datos del oleaje, mareas y corrientes marinas locales, así como la medición y recopilación de datos de batimetría y de la influencia del viento en la zona de estudio. Determinaron como posibles causas velocidades altas de los vientos predominantes, baja capacidad de la costa en el proceso de sedimentación y una acción directa de la Boca Victoria de la Laguna de Las Marites que influyen en la modificación del régimen normal de las corrientes marinas litorales. A través de una simulación de la costa mediante un modelo matemático, proponen como posibles soluciones a la problemática, la reorganización de las estructuras costeras presentes en la playa y realizar una restitución artificial de la costa afectada.

GOSO (2011) determina que los riesgos geológicos más importantes presentes en el departamento de Canelones al sur de Uruguay son la erosión costera, la sedimentación dunar, la elevación de niveles freáticos en playas y la falta de saneamiento en las mismas, con esto logra integrar todas las problemáticas generando un mapa de riesgos geológicos de la costa de Canelones donde se identifican cuatro formas erosivas en dicha costa propensas a la pérdida de material.

GOSO, MESA & ALVEZ (2011), analizaron los riesgos geológicos presentes en la costa platense y atlántica de Uruguay bajo la influencia del cambio climático imperante, las zonas que presentan grandes riesgos fueron mapeadas con el fin de presentar recomendaciones para prevenir pérdida de los recursos costeros. Lograron

establecer que entre los procesos litorales que más influyeron en la costa fueron el oleaje, los vientos y las corrientes, generando el retroceso de los acantilados y costas. Tanto la elevación del nivel del relativo del mar, el déficit en el balance de los sedimentos y las consecuencia de algunas obras ejecutadas años anteriores, son las principales causa de la existencia del avanzado proceso erosivo en ciertos punto de a costa.

ABAD, M., LÓPEZ-GONZÁLEZ, N., DELGADO, J., RODRÍGUEZ-VIDAL, J., CHAMORRO, S., CÁCERES, L.M. Y RUIZ, F. (2010), realizaron un estudio de los procesos geológicos de las costas de la Ciudad Autónoma de Ceuta mediante la construcción de mapas de peligrosidad de inundaciones, deslizamientos y ascenso del nivel del mar para determinar la vulnerabilidad ante las amenazas de los riesgos naturales ocasionados por dichos procesos geológicos. Se determinó que sólo el 15% del territorio de la Ciudad Autónoma de Ceuta está expuesto a procesos geológicos relevantes, con sólo un 10% mismo considerado expuesto a peligrosidad alta a muy alta. Aproximadamente el 72% de la superficie de la costa del litoral de Ceuta es sometida a procesos de peligrosidad alta, sin embargo, sólo el 1% es considerado expuesto a una peligrosidad muy alta.

MORENO (2013), analizó las características geomorfológicas y sedimentológicas de la Bahía de Macama a partir de la recolección de muestras de sedimentos y registro fotográfico en campo, estableciendo así que la misma se puede considerar un ambiente de acumulación representado por la playa y cuyo deposito está constituido fundamentalmente por partículas del tamaño de las arenas, presentando variaciones que van desde la arena gruesa hasta la arena muy fina, bien seleccionadas y de granos subangulares. Es un ambiente con un proceso activo de sedimentación, el cual ofrece las condiciones para el desarrollo de la playa en la parte interna del saliente por efecto de refracción del oleaje y está condicionado principalmente por la alta y constante velocidad del viento, y en consecuencia por la deriva litoral.

ROSAS & LÓPEZ (2014), estudiaron algunos aspectos de la dinámica sedimentaria de la Laguna de las Marites, en el estado Nueva Esparta. Evaluaron las características de los sedimentos superficiales logrando estimar la distribución espacial de los mismos, diferenciando dos zonas con características sedimentológicas diferentes, zona oeste (bocas y área occidental) y zona este (área oriental). La composición de los granos obtenidos fueron: arenas 49 %, arcillas 41 % y limos 10 %, determinando que la composición granulométrica fue heterométrica con tres texturas: arenosas, arcillosa y arcillo-limosas; la materia orgánica con valores entre 2 y 25 %, carbonatos de 1 y 33 %. La laguna presenta principalmente una dinámica de transporte de carga de fondo con zonas de depósito de sedimentos.

MORALES (2017) realizó un estudio textural y mineralógico a través de análisis granulométricos, morfológicos y de composición mineralógica, en el tramo costero Catia La Mar – Chichiriviche de La Costa, recolectó un total de 33 muestras correspondientes a la zona de batida, zona de playa baja, y quebradas existentes de caudal permanente en la zona de estudio. Los resultados presentaron tendencia unimodal y en menor proporción bimodal y polimodal, con clase modal de arenas finas, y asimetría hacia los tamaños gruesos. La forma de las partículas y la redondez le permitió vincular zonas con dominio geomorfológico en el modelado de las partículas sedimentarias. Estableció la distribución mineralógica y su procedencia a través del cartografiado a escala 1:2500 a lo largo del tramo costero. Reafirmó la correspondencia de las fajas tectono-litológicas con la mineralogía encontrada en el tramo costero.

RODRÍGUEZ (2017) realizó el estudio de sedimentos del tramo costero ubicado en el estado Vargas específicamente en la zona Los Caracas-La Sabana. El objetivo principal fue analizar las características texturales y mineralógicas y su posible relación con las fajas tectono-litológicas de la Cordillera de La Costa, procesó 28 muestras, calculando los resultados a través de estadística y parámetros granulométricos según Folk (1974). También llevó a cabo el análisis mineralógico

para su identificación y cuantificación por zonas, así como identificación de las especies minerales minoritarias accesorio (rutilo, granate y óxidos) identificando procedencia. Las arenas estudiadas reflejan patrones de sedimentación que han sido vinculados por la geomorfología de la zona y litología que corresponde a las tres franjas de la Cordillera de La Costa. Cartografió los porcentajes de minerales y fragmentos de rocas provenientes de la Cordillera de La costa.

FERRER (2017) realizó una caracterización mineralógica y textural de los sedimentos del tramo costero Caraballeda – Naiguatá en el estado Vargas, recolectó un total de 29 muestras correspondientes a la zona de batida, zona de playa baja, y quebradas presentes en la zona de estudio, a dichas muestras les realizó un análisis mineralógico y morfológico, con los cuales reagrupó los puntos de estudio en base a su misma tendencia litológica, en un total de seis zonas. Los resultados del análisis granulométrico arrojaron una tendencia unimodal y en menor proporción bimodal y polimodal. En cuanto a los parámetros morfológicos, predominaron los granos esferoidales y prismáticos en las muestras que presentan bimodalidad en cuanto a la esfericidad y con respecto al análisis mineralógico identificó un dominio de: cuarzo, micas, óxidos y feldespatos, con algunos minerales minoritarios como calcita, granate y rutilo. Comprobó la correspondencia de la litología del macizo rocoso perteneciente a La Cordillera de La Costa y la mineralogía encontrada en la zona de sedimentación del tramo costero. Realizó un cartografiado de la distribución mineralógica en la franja costera y sus límites en función de las distintas fuentes a escala 1:25000.

I.6. MARCO METODOLÓGICO

En la presente investigación la metodología fue dividida en seis fases, con la finalidad de obtener resultados, realizar sus respectivos análisis y cumplir con los objetivos propuestos.

I.7.1. Fase I: Recopilación bibliográfica

Se realizó la búsqueda, revisión y recopilación bibliográfica de textos, tesis de grado, artículos científicos, trabajos previos referentes a la zona de estudio, metodología empleada y problemática planteada; esto con el fin de obtener información acerca de las características geológicas de la zona de estudio y de tener una noción de los resultados obtenidos en trabajos similares.

I.7.2. Fase II: Recopilación de mapas y fotografías aéreas

Se realizó una recopilación del material cartográfico (mapas topográficos a escala 1:25000, hojas 7448 IV-NE y 7449 III y fotogeológico (fotografías aéreas con misiones: 040425, escala 1:10000; 040432, escala, 1:25000; 040435, escala 1:80000; 040436, escala 1:20000 y 040439 a escala 1:25000). Donde a través de la interpretación de las fotografías aéreas se podrán observar cambios en la línea de costa para luego ser comparadas con los mapas topográficos e imágenes existentes de Radar, Satelitales LANSAT y *Google Earth* en diferentes años.

I.7.3. Fase III: Describir los parámetros morfológicos, las características granulométricas y la composición mineralógica de los sedimentos costeros

I.7.3.1. Descripción geomorfológica, selección y toma de las muestras

En campo, se realizó una descripción detallada de la geomorfología de cada localidad a ser muestreada, así mismo identificar los litotipos aflorantes y disposición espacial de los mismos, con el fin de ver las tendencias de la fuente de sedimentación in situ y rocas aflorantes.

La zona de estudio está constituida por sedimentos costeros, se tomaron un total de muestras de 28 puntos de recolección distribuidos en las diferentes playas, bahías y franja costera en el tramo de estudio con localización a través de GPS, para ello se procederá de la siguiente manera:

- **Playa:** se seleccionan dos o tres puntos de muestreo, ubicadas en la zona central de la playa y extremos de la misma (junto a malecones) y si existe, en zona de descarga fluvial.
- **Bahía:** se seleccionan dos puntos de muestreo, ubicados en la zona central y si existe, en zona de descarga fluvial.
- **Franja costera:** puntos de muestreo variables equidistantes cada 0,5 km aproximadamente. Dicha distancia podía variar de acuerdo a las pendientes de la zona, ya que en algunos casos se encontraban acantilados que no permitían la recolección de muestras en el área.

En relación a los puntos de muestreo pueden abarcar dos zonas, la zona de playa alta (zona de máximo bañado del mar) y la zona de batida (rompe ola interno) de la playa. Estos sedimentos se tomaron manualmente en una sola palada, cuya cantidad osciló entre 1 y 2kg y fueron embolsados con su respectiva nomenclatura:

- Punto al cual pertenecían (Ejemplo: P1, P2,..., P28, etc.)
- Número “1” si pertenecía a la zona de playa alta o número “2” si pertenecía a la zona de batida (Ejemplo: P1.1/ P1.2)

I.7.3.2. Tamizado de las muestras

Para iniciar la etapa de laboratorio, se hizo un análisis granulométrico con las muestras obtenidas en campo, este análisis se realizó a través del método de tamizado en seco. Para realizar dicho tamizado se utilizaron los siguientes equipos del Laboratorio de Sedimentología de la Escuela de Geología, Minas y Geofísica:

- Tambor vibratorio marca Octagon Digital, con el juego de tamices, ordenados según el tamaño de apertura de forma decreciente: C, A. 5, 7, 10, 14, 18, 25, 35, 45, 60, 80, 100, 120, 170, 230 y bandeja
- Balanza digital marca Kern 572.

Procedimiento para el tamizado:

- Secado de las muestras
- Luego esta muestra seca es pesada en la balanza, se tomó de cada una aproximadamente un 1kg de sedimento.
- El tamizado se realizó en dos partes: Primero haciendo pasar la muestra por el juego de tamices de # C a # 25 y luego por los tamices sobrantes, cada tamizado tuvo una duración en el tambor vibratorio de 8 minutos a la menor velocidad, dada la gran fragilidad de las partículas y a fin de evitar valores inadecuados de granulometría provenientes del retrabajo y fragmentación en el tamizado, respetando la Norma ASTM D-422.
- Luego se procedió al pesado de la fracción de sedimentos retenidos en cada tamiz.
- A través del tamizado se obtuvieron los parámetros observados en la Tabla 1.
- Elaboración de histogramas de frecuencia y curvas de frecuencia acumulada para cada muestra con el uso de los parámetros anteriormente mencionados, a través de las propiedades de Excel de Microsoft Office.
- Descripción y elaboración de tabla con las clases modales y clasificación de acuerdo al tamaño de grano de los sedimentos (Tabla 2).
- Calculo y análisis de parámetros granulométricos (Ver apéndice 1) para cada muestra: mediana, media, moda, coeficiente de escogimiento, coeficiente de asimetría y coeficiente de angulosidad o curtosis (Tabla 2)

Tabla 1. Tabla de valores obtenidos en el tamizado

Localidad								
Muestra								
	Tamiz	Abertura	Peso Retenido (grs.)	Peso Corregido (grs.)	% Peso Corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso Corregido por clase
Gravas	C	-3,0					(-4; -3]	
	A	-2,5					(-3; -2]	
	5	-2,0						
	7	-1,5					(-2; -1]	
	10	-1,0						
Arenas	14	-0,5					(-1; 0]	
	18	0,0					(0; 1]	
	25	0,5						
	35	1,0					(1; 2]	
	45	1,5						
	60	2,0					(2; 3]	
	80	2,5						
	120	3,0					(3; 4]	
	170	3,5						
	230	4,0						
Limos y arcillas	Bandeja	4,5					(4; 5)	
		PT final						

PT inicial(gr)	
-----------------------	--

Tabla 2. Tabla de apreciaciones de gráficas y parámetros granulométricos

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md		
Mz		
σ_1		
SK1		
KG		

I.7.3.3. Caracterización morfológica de los granos

Estos sedimentos tienen tamaño de grano arena o grava, por lo tanto es estudio morfológico, granulométrico y mineralógico se realiza mediante el uso de una lupa marca *Zeiss*, modelo *Stemi SV 6* y la carta visual de redondez y esfericidad (Corrales, 1977).

En esta fase se seleccionaron las muestras de estudio a partir de los histogramas de frecuencia generados por los datos granulométricos. Se tomaron los puntos de inflexión y la clase modal de cada muestra, hasta el intervalo (1, 2] (Tamices 45 - 60), ya que debido al tamaño de las muestras siguientes a dicho intervalo no permitían un buen estudio morfológico. Posteriormente se tomaron de cada una de estas porciones al menos 100 granos aleatorios y se ejecutó el análisis morfológico de redondez, esfericidad y textura superficial de cada grano a través de las cartas visuales de esfericidad y redondez (figura 2) y forma (figura 3). Luego, a partir de los resultados obtenidos se realizaron tablas e histogramas de forma, esfericidad y redondez (tabla 3). Finalmente se realizó el análisis de parámetros morfológicos para cada muestra.

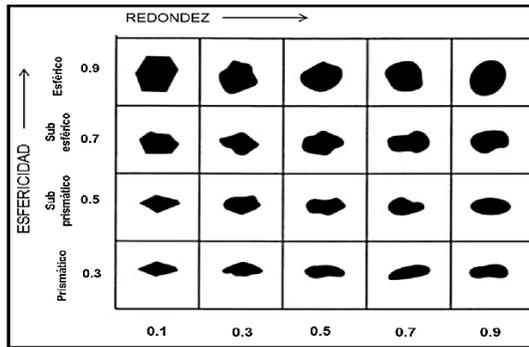


Figura 2 Carta visual para la determinación de la esfericidad y redondez Tomado y modificado de CORRALES et al. (1977).

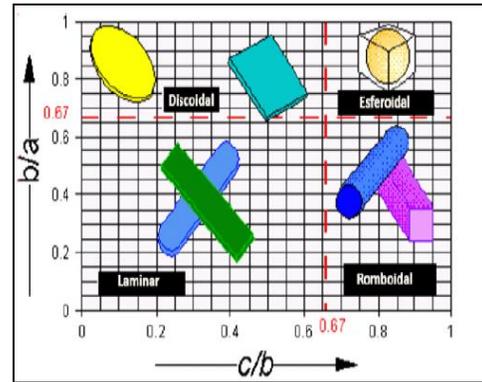


Figura 3. Carta de apreciación visual de la morfología. Tomado y modificado de ZINGG

Tabla 3. Tabla de histogramas y valores de forma, esfericidad y redondez obtenidos en cada punto.

Ø	Muestra P		
Descripción:			
Ø	Muestra P		
Descripción:			

I.7.3.4. Identificación de minerales

El objetivo de esta fase consiste en identificar los minerales que componen cada una de las muestras y determinar la cantidad porcentual en la que se encuentran mediante el uso de la lupa binocular, HCl al 10% y la carta de estimación visual de porcentaje mineralógico.

Para este análisis se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- Se tomaron las fracciones representativas de moda(s) y puntos de inflexión de la curva de frecuencia.
- Se estableció el porcentaje mineralógico por muestra con ayuda de la carta de estimación visual (figura 4).
- Toma de fotografía donde se evidencie la mineralogía encontrada
- Posteriormente se tomaron de cada una de estas porciones al menos 100 granos aleatorios, a los cuales se les realizó de la identificación visual de las propiedades físicas distintivas principales de cada uno, como lo son el hábito, clivaje y color, con el fin de realizar la clasificación mineral y litológica de los granos constituyentes.
- Análisis de minerales y fragmentos de rocas presentes en cada muestra.

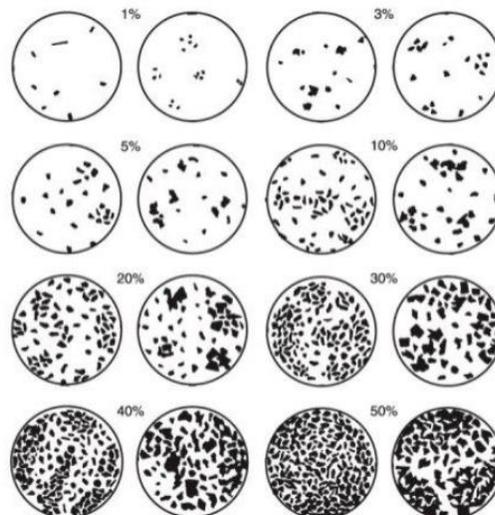


Figura 4. Carta de estimación visual de porcentaje mineralógico. TOMADO DE TERRY & CHILINGAR, (1955)

I.7.3.5. Difracción de Rayos X (DRX)

Este análisis se realizó con el fin de identificar la composición mineralógica de las muestras cuya caracterización visual arrojó resultados particulares, por lo que este análisis permitió cuantificar la mineralogía sobresaliente de las mismas.

- Se analizaron 3 muestras en total, la preparación de la muestra consistió en lo siguiente:
- Disgregar la muestra mediante un mortero de ágata o porcelana, obteniendo un polvo fino.
- Luego, a una plaquita de difracción por el lado de incidencia de los rayos X, se agrega el polvo fino con una espátula cuidando que esta se mantenga perpendicular a la superficie del aluminio para lograr la máxima desorientación. Luego se llena el espacio de la plaquita con el polvo.
- Con una lámina delgada de vidrio se empareja la superficie del polvo fino con respecto a la superficie de la lámina, es decir, el espacio de la plaquita que es rellenado con polvo debe estar al ras con el resto de la superficie de la misma.
- Se identifica cada plaquita con la nomenclatura de la muestra analizada.

Posteriormente la muestra se introduce al equipo y se generan los difractogramas.

I.7.4. Fase IV: Determinar la procedencia de los sedimentos costeros para definir el origen y recorrido de los mismos así como su roca fuente

I.7.4.1. Agrupar tendencias morfológicas

Este objetivo se realizará bajo el estudio de un tratamiento estadístico, para ello se emplearán los parámetros estadísticos obtenidos mediante las representaciones gráficas resultado del análisis granulométrico, tales como: tendencia central, selección, desviación estándar, asimetría y curtosis. Estos parámetros junto con los de redondez y esfericidad serán empleados para determinar el nivel de desgaste de los granos según el mecanismo, velocidad y tiempo de transporte, y distancia relativa recorrida de dichos granos.

I.7.4.2. Agrupar tendencias mineralógicas

Mediante la identificación de minerales se hará una comparación con la información petrográfica reportada de las posibles rocas fuentes (mapa geológico de la zona), determinando la procedencia de los sedimentos y vincular las medidas de orientación según estructuras sedimentarias modernas. Para ello se realizaron un conjunto de gráficos estadísticos mineralógicos de las muestras seleccionadas en el tramo de estudio.

Los gráficos estadísticos se realizaron en el siguiente orden:

- Diagramas circulares (conocidos como diagramas de torta) de cada intervalo estudiado por muestra
- Diagramas circulares (conocidos como diagramas de torta) por punto: a través de parámetros estadísticos y de proporción, se calculó la composición mineralógica de cada punto, a partir de los resultados de la caracterización mineralógica y litológica de la clase modal y el punto de inflexión de cada muestra correspondiente a dicho punto.
- Diagramas circulares (conocidos como diagramas de torta) por zona: se agruparon en base a la caracterización mineralógica y litológica de las muestras de cada punto de la zona de estudio.
- Diagramas circulares (conocidos como diagramas de torta) de litología constituyente: de acuerdo al análisis litológico se realizó un diagrama con la litología de los fragmento de roca presentes en cada muestra.

I.7.4.3. Cartografiar la distribución mineralógica en la franja costera y sus límites en función de las distintas fuentes a escala 1:25000

A partir de los mapas topográficos y geológicos de la zona de estudio a escala 1:25000, se elaboró el cartografiado a través del programa ArcGIS, donde se ubicaron las zonas definidas a partir de los diagramas circulares, de acuerdo a la composición mineral y litológica obtenidas, además se agregaron los diagramas de la litología de los fragmentos de roca presentes en cada punto de recolección.

I.7.4.4. Relación de los episodios granulométricos – morfológicos vs mineralógicos

Se evaluará si existe relación de los episodios de cambios de la línea de costa y los parámetros granulométricos y morfológicos, para así determinar cuáles son las áreas más susceptibles a la erosión y a la colmatación.

I.7.5. Fase V: Determinar los patrones de sedimentación

I.7.5.1. Agrupar tendencia de orientaciones de corriente tomadas en campo

En campo, se realizará la medición de corrientes a través de las rizaduras observadas en las respectivas playas donde se harán los estudios. Luego en el laboratorio, mediante el uso de la lupa se determinarán las texturas superficiales en los granos de los sedimentos. Todo esto con el fin de inferir los posibles patrones de sedimentación conociendo las velocidades de los vientos documentadas para la zona.

I.7.5.2. Reconocimiento de variaciones en la línea de costa

Se realizó un mapa de episodios de cambio de acuerdo a las variaciones de la línea de costa, con el siguiente procedimiento:

- A partir de las fotografías aéreas e imágenes de *Google Earth*, se trazan en dicho programa las líneas de costa de los años estudiados (1970, 2005-2006 y 2017) con un color respectivo para cada año.
- Se tomaron un conjunto de imágenes del mismo año a una altura de 525 metros desde el visor de Google Earth para luego formar un mapa general con mejor apreciación, en el cual se observara a detalle la línea de costa del año respectivo y las infraestructuras presentes en la zona de estudio.
- El procedimiento anterior se realizó para los años 1970, 2005-2006 y 2017.
- Una vez armados los tres mapas con su respectiva línea de costa, se procedió a transparentar cada imagen con el uso del programa CorelDRAW X6, lo cual permitió un mejor solapamiento de los tres mapas en uno.

- Luego de solapados los tres mapas, se trazaron las líneas de costa de los años respectivos en cada mapa, esto se realiza para evitar errores al trazar las líneas de costa tomando en cuenta el desfase de las imágenes satelitales de Google Earth.
- Quedando como resultado final un mapa con los episodios de cambios de la línea de costa de acuerdo a los años respectivos.
- Adicional se agregaron datos de mediciones de corrientes, identificación de los frentes de olas y el ángulo entre la línea de costa y el patrón de oleaje.

I.7.6. Fase VI: Definir las áreas con mayor susceptibilidad a la erosión y a la colmatación para la realización de una zonificación del tramo costero a escala 1:25000

Con los datos obtenidos en las fases anteriores se realizará el cartografiado mediante el software ArcGIS. ®. Se zonificará las áreas con mayor susceptibilidad a ser erosionadas y aquellas con tendencias a ser colmatadas por sedimentos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

II.1. GEOLOGÍA MARINA

II.1.1. Generalidades

La geología marina recopila datos sobre la topografía o forma de los suelos oceánicos, la distribución y el tipo de sedimentos del suelo oceánico, la composición y estructura de las rocas subyacentes y los procesos geológicos que han estado funcionando a lo largo de la historia del fondo marino. Utilizando esta información, los geólogos marinos evalúan los recursos minerales en el fondo del océano profundo, prediciendo la localización de ciertos peligros, investigando los procesos geológicos marinos y, en un sentido más estético, agregan a nuestra comprensión científica global de la Tierra (USGS, 2012).

La acción de las olas y mareas sobre la costa da lugar a la aparición de una gran variedad de formas de relieve, como playas, barras, flechas litorales y dunas costeras, producto del depósito de materiales arrastrados por ellas, y otras, como acantilados, cuevas, farallones y arcos, ponen de manifiesto las fuerzas marinas sobre las líneas de costa.

La importancia relativa de determinadas fuerzas marinas varía según el tipo de línea de costa. Las que están expuestas a los océanos y mares pueden verse muy alteradas debido especialmente a la acción de las olas, y son afectadas en menor grado por las corrientes de marea, los movimientos de subida y bajada del nivel del agua. Por el contrario, las líneas de costa resguardadas en bahías y estuarios suelen acusar enormemente la influencia de las corrientes de marea, mientras que el oleaje desempeña un papel secundario. La acción de estos procesos costeros, combinada con la sedimentación y el tipo y estructura de la roca de la zona, da origen a distintas

formas de relieve. Cada una de ellas presenta problemas concretos para la gestión y conservación de la zona costera (LAVADO Y MATOS, 2007).

II.1.2. Zona costera

Es la zona de transición entre el ambiente marino y terrestre, directamente bajo la influencia de los procesos hidrodinámicos marinos o lagunares, extendiéndose desde la plataforma continental en el límite oceánico, hasta el primer cambio topográfico importante (cuya altura es definida arbitrariamente en cada país) por encima del alcance del máximo oleaje de tormenta (CERC, 2000).

II.1.3. Línea de costa

Según TARBUCK & LUTGENS (2005) la línea de costa es la línea que marca el contacto entre la tierra y el mar. Cada día, conforme las mareas suben y bajan, la posición de la línea de costa migra. Durante períodos más prolongados, la posición media de la línea de costa cambia de manera gradual. Esta línea se caracteriza por representar la interacción de la rompiente de las olas, el aumento o descenso de las mareas, la descarga de sedimentos de los ríos, las corrientes lejanas y cercanas, procesos biológicos, el lento cambio del nivel del mar, el ascenso o descenso de los continentes y la actividad del ser humano (GUZMÁN et al., 2008).

II.1.4. Playa

TARBUCK & LUTGENS (2005) define la playa como una acumulación de sedimento que se encuentra a lo largo del margen continental del océano o un lago. Éstas están compuestas por cualquier material abundante en la zona. El sedimento de algunas

playas se deriva de la erosión de los acantilados adyacentes o las montañas costeras próximas. Otras playas se forman a partir de sedimentos que los ríos depositan en la costa. En las costas rectas, las playas pueden extenderse a lo largo de decenas o centenares de kilómetros. Cuando las costas son irregulares, la formación de la playa puede quedar confinada a las aguas relativamente tranquilas de las bahías.

Las plataformas relativamente planas que suelen estar compuestas por arena y son adyacentes a las dunas costeras o los acantilados y están marcadas por un cambio de pendiente en el límite del lado del mar se denominan bermas.

El frente de playa es la superficie inclinada húmeda que se extiende desde la berma hasta la línea litoral.

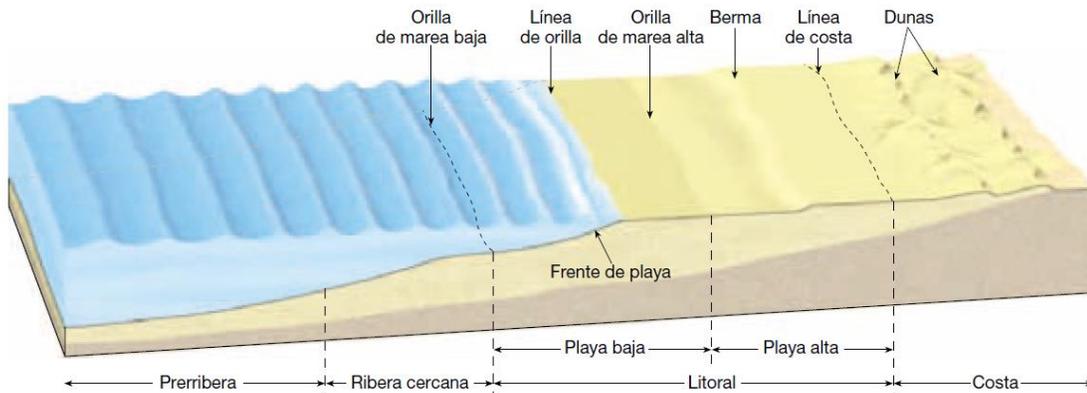


Figura 5 Perfil de la zona litoral. Tomado de TARBUCK Y LUTGENS, (2005)

La erosión costera es el avance del mar sobre la tierra, medido en un periodo de tiempo suficientemente amplio para eliminar las fluctuaciones del clima, de los temporales y de los procesos sedimentarios a nivel local (DOODY, P. Y OTROS, 2005).

La erosión costera resulta de la combinación de varios factores, tanto de origen natural como humano, que operan a diferente escala. Los factores naturales más importantes son: el viento y los temporales, las corrientes litorales, el aumento relativo del nivel del mar (resultado del movimiento vertical de la tierra y el aumento

del nivel del mar), así como los procesos en relieves costeros. Los factores antrópicos de erosión incluyen: las obras costeras, la ganancia de tierra al mar, la regulación fluvial (especialmente la construcción de presas), las operaciones de dragado, aclarados de vegetación, las explotaciones de gas y la extracción de agua (DOODY, P. Y OTROS, 2005).

La erosión costera conlleva tres tipos de impactos (o riesgos):

- La pérdida de superficie, con un valor económico, social o ecológico,
- La destrucción de las defensas costeras naturales por los temporales (generalmente sistemas dunares) hecho que favorece la inundación, y
- El deterioro de las obras de protección, que también favorece el riesgo de inundación.

II.2. PLANIFICACIÓN DE LAS DINÁMICAS COSTERAS

Las infraestructuras de protección costeras representan un conjunto de obras y sistemas construidos e implementados por el hombre para el resguardo o estabilización costera contra el impacto de las acciones del mar (o del cuerpo de agua en cuestión, sea este un río, lago, etc.). La protección costera puede estar diseñada para proteger asentamientos establecidos en o cerca de la costa, o para proteger la costa misma. Específicamente, el objeto de dichas defensas puede ser para:

- Prevenir la erosión de la línea de costa, sea esta natural o artificialmente ganada al mar
- Prevenir inundaciones en zonas costeras causadas por sobrelevaciones del nivel del mar (de alta frecuencia con oleaje generado por viento, con períodos comúnmente de 5 a 15 segundos de baja frecuencia como la sobrelevación por tormenta, con períodos de horas o días)
- Proteger contra el oleaje a las entradas y recintos de puertos o marinas, generando zonas de calma

- Estabilizar canales de navegación en bocas estuarinas o lagunares
- Proteger obras de toma (plantas de generación eléctrica o de plantas desalinizadoras) o de descarga (emisores submarinos) contra el azolve (USACE, 2002).

De esta forma podemos diferenciar varios tipos de estructuras costeras, para diferentes tipos de usos.

II.2.1. Estabilización de la costa

III.2.1.1. Estabilización firme

TARBUCK & LUTGENS (2005) define las estructuras de estabilización firme a aquellas estructuras construidas para proteger una costa de la erosión o para impedir el movimiento de arena a lo largo de una playa. La estabilización firme puede adoptar muchas formas y suele provocar resultados predecibles aunque no deseados. Las técnicas más empleadas en la estabilización firme son los malecones, espigones, rompeolas y los diques.

III.2.1.1.1. Malecones:

Los malecones son estructuras terrestres o marinas cuya función principal es la de preservar o de aliviar el rebasado del oleaje y evitar la inundación de las tierras detrás de la estructura debido a tormentas o mares de leva.

Éstos suelen construirse en parejas y extenderse en el océano en los lugares de entrada de ríos y puertos (ver figura 6). Al confinar el flujo de agua a una zona estrecha, el flujo y el refluo causados por la subida y bajada de las mareas mantienen la arena en movimiento e impiden la sedimentación en el cauce. Asimismo, el malecón también puede actuar como una presa contra la cual la corriente y la deriva litorales depositan la arena. Mientras que del otro lado del malecón, la actividad de

las olas extrae arena y se extingue progresivamente la playa, pues no se genera el proceso de aporte de arena nueva en esta área.

Los malecones se utilizan a menudo para proteger las estructuras colocadas al borde de la línea de costa natural. Los malecones pueden ser elaborados de material rocoso, concreto armado o mixtas. Este tipo de obra por lo general tiene una vía de acceso en la cresta, cuya finalidad es la visita de la estructura, se han visto casos que el malecón se utiliza con finalidad turística.

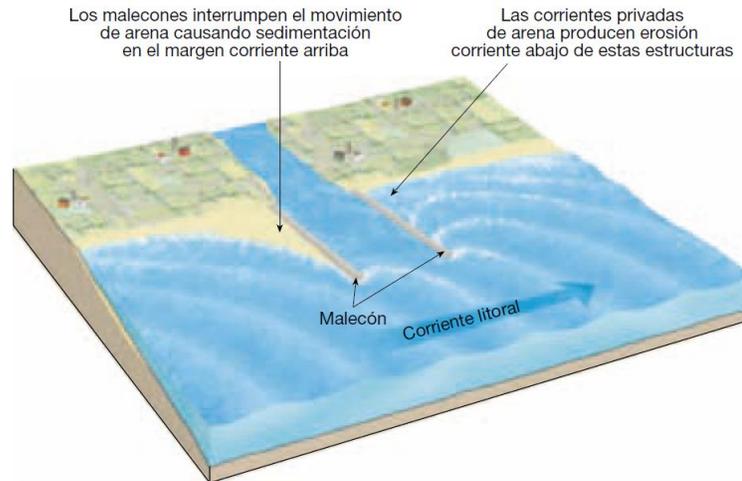


Figura 6. Posición de un malecón en la costa. Tomado de TARBUCK & LUTGENS, (2005)

III.2.1.1.2. Espigones

- **Espigones perpendiculares a la costa:**

Son generados para mantener o ensanchar las playas que están perdiendo arena.

Los espigones perpendiculares son estructuras generalmente de pocos metros de longitud, cuya función principal es la de proteger la costa de la erosión producida por el oleaje. Es una barrera construida en ángulo recto a la playa.

Su funcionamiento depende del transporte litoral, debido a que el espigón forma una barrera, que detiene los sedimentos que son transportados paralelos a la costa, al verse interrumpido el paso de sedimentos por la estructura, que retiene gran cantidad de la arena que es transportada a lo largo de la costa, la playa comienza a erosionarse

del lado opuesto del espigón para recuperar su capacidad de transporte (ver figuras 7 y 8).

Los espigones pueden tener diversas formas según la forma que se le quiera dar a la costa, son elaborados principalmente de material rocoso encontrado en la zona.

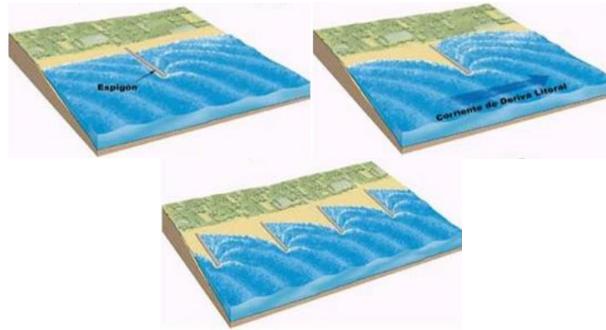


Figura 7. Efecto de un espigón sobre el transporte de arena en la playa. Tomado de **TARBUCK & LUTGENS, (2005)**

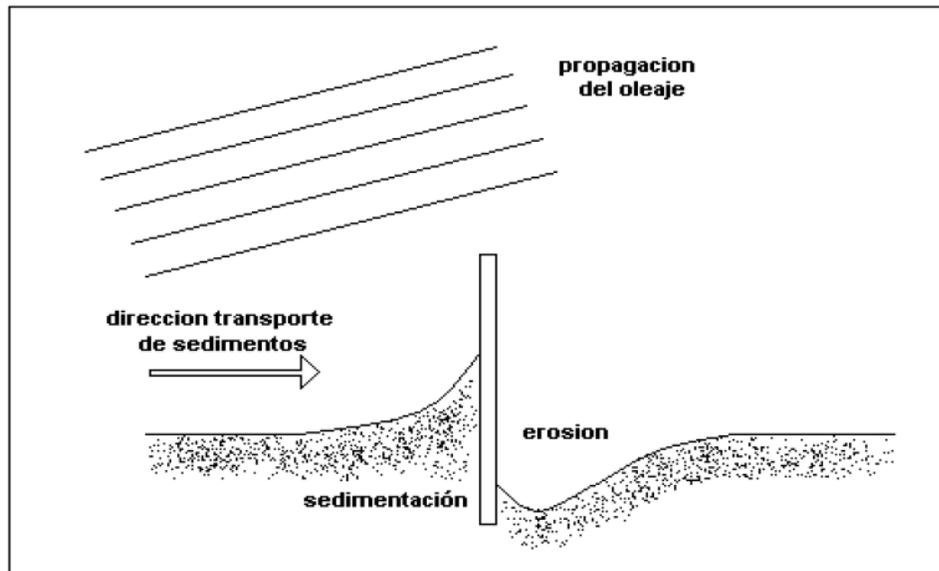


Figura 8. Efecto de un espigón perpendicular a la costa. Tomado de **LAVADO & MATOS, (2007)**

- **Espigones Paralelos a la Costa**

Los espigones paralelos a la costas, son estructuras cuya función principal es la de resguardar a la costa del rompimiento del oleaje, formando una zona de calma entre él y la costa que permite que las partículas se sedimenten, estos espigones pueden ser superficiales o sumergidos, son elaborados principalmente de material rocoso encontrado en la zona (ver figura 9).

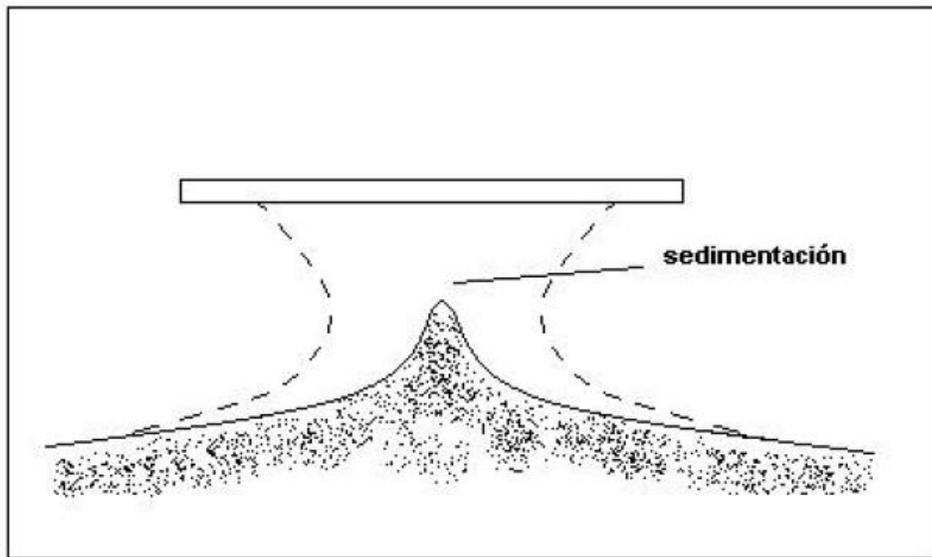


Figura 9.Efecto de un espigón paralelo a la Costa. Tomado de LAVADO & MATOS, (2007)

III.2.1.1.3. Rompeolas:

Las técnicas duras pueden construirse también en paralelo a la línea de costa, como es el caso del rompeolas, cuyo propósito es proteger los barcos de la fuerza de las grandes olas rompientes creando una zona de agua tranquila cerca de la línea de costa. Sin embargo, cuando se hace esto, la reducción de la actividad de las olas a lo largo de la costa por detrás de la estructura puede permitir la acumulación de arena. Si esto ocurre, la dársena acabará llenándose de arena mientras que la playa corriente abajo se erosiona y retrocede. En conclusión, es una barrera construida costa afuera de forma paralela a la línea de costa que tiene por objeto producir la rotura de la ola, anulando su energía y así abrigar y proteger una zona costera, un puerto o un canal de

navegación, son estructuras por lo general de gran longitud, mayor de 100 metros y puede alcanzar hasta kilómetros, como el caso del Rompeolas Oriental cuya longitud es de 4500 metros (ver figura 10).

A diferencia de los malecones y espigones, que buscan proteger la línea de costa, los rompeolas buscan brindar condiciones favorables para la navegabilidad y la recreación.



Figura 10. Rompeolas para protección de oleaje. Tomado de *Google Earth*, septiembre 2016

III.2.1.1.4. Dique:

Se trata de otro tipo de estabilización firme construida paralela a la línea de costa, está diseñado para resguardar la costa y defender la propiedad de la fuerza de las olas rompientes. Las olas dispersan mucha de su energía atravesando la playa abierta, y los diques acortan este proceso reflejando la fuerza de las olas no gastadas en dirección al mar. Como consecuencia, la playa del lado situado en la dirección del mar del dique experimenta una significativa erosión y puede, en algunos casos, ser eliminada del todo. Una vez reducida la anchura de la playa, el dique es sometido a un bombardeo incluso mayor por parte de las olas. Finalmente este bombardeo hará que se caiga el muro y deberá construirse uno más grande y caro para reemplazarlo.

III.2.1.2. Alternativas a la estabilización dura

Defender la costa con estabilización firme tiene varios inconvenientes posibles, como el coste de la estructura y la pérdida de arena en la playa. Entre las alternativas a la estabilización firme se cuentan la alimentación de playa y el traslado (TARBUCK & LUTGENS, 2005).

III.2.1.2.1. Alimentación de playa o restitución de la costa:

La restitución de playas consiste en el aporte de tierras, procedente tanto de lechos de ríos y pantanos, como de fondos marinos; esta es una técnica usada para restaurar la erosión ocasionada por el mar a una playa o para crear un litoral arenoso nuevo, implica la colocación del terraplén de arena con o sin las estructuras de soporte a lo largo del litoral para ensanchar la playa. Es la única herramienta de gerencia que sirve el de doble finalidad de proteger tierras costeras y de preservar recursos de la playa.

Es importante destacar que la restitución de playas no detiene la erosión, este es un fenómeno propio de la zona y tiene que ver con el transporte de sedimento, el perfil y forma de la costa, por esta razón es importante implementar un sistema de mantenimiento. Existe un debate social entre grupos ecologistas y administraciones a cerca de la correcta gestión de las playas en lo que respecta al mantenimiento de la arena en las mismas.

Entre las ventajas y desventajas de la restitución de playas tenemos.

VENTAJAS:

- La restitución de arenas, ensancha la playa permitiendo un mayor provecho para el uso recreacional.
- Las estructuras detrás de la playa se protegen mientras permanezca la arena agregada.
- Cuando la erosión continúa, el alimento de la playa no deja peligros en la playa o en la zona de la resaca. Esto es una ventaja grande en comparación con las

estructuras “duras” de estabilización de la playa como los malecones o los espigones. Los malecones pueden proteger las estructuras detrás de la playa, pero casi siempre hacen que la playa delante de la pared, sea más estrecha. Si la erosión practica una abertura en el malecón, entonces los escombros de la pared, serán dejados en la playa. Puesto que el alimento de la playa pone solamente la arena en la playa, no se deja ningún efecto dañino cuando erosiona.

- Al crear playas en dirección al mar, se mejoran a la vez la calidad de la playa y su protección contra las tormentas

DESVENTAJAS:

- La arena colocada en la playa se erosiona a menudo más rápidamente que la arena originaria del lugar.
- La solución del problema no es definitiva, si no se cuenta con el adecuado mantenimiento.
- Los mismos procesos que eliminaron la arena la primera vez acabarán eliminando la arena de sustitución también
- El proceso de restitución puede dañar, destruir o lastimar otras formas de vida, aplastándola debajo de las niveladoras, cambiando la forma de la playa, o haciendo que el agua cerca de la playa sea demasiado fangosa.
- La alimentación de playa es una opción muy costosa debido a que deben transportarse enormes volúmenes de arena a la playa desde las zonas litorales, próximas a los ríos o de otras fuentes.



Figura 11. Miami Beach. A) Antes de la alimentación de playa y B) Después de la alimentación de playa. (Cortesía del Cuerpo de Ingenieros del Ejército estadounidense, distrito de Vicksburg.). Tomado de **TARBUCK & LUTGENS, (2005)**

III.2.1.2.2. Traslado:

Se propone una política que pase de proteger y reconstruir las playas y las propiedades costeras en áreas de gran riesgo a trasladar los edificios dañados por la tormenta en esos lugares y dejar que la naturaleza recupere la playa.



Figura 12. Traslado del faro del cabo Hatteras de Carolina del Norte en 1999. Se trasladó 488 metros de la línea de costa al verse amenazado por la erosión costera. (Foto de Drew Wilson © 1999, *Virginian-Pilot.*)

CAPÍTULO III

GEOGRAFÍA FÍSICA

III.1. FISIOGRAFÍA Y RELIEVE

La Isla de Margarita presenta una superficie de 1.071 km² y se encuentra ubicada al norte de Venezuela, a 38 km. de la costa norte oriental. Su relieve comprende dos grandes bloques bien diferenciados, dispuestos por un estrecho istmo de muy poca elevación denominado Istmo de La Restinga. El sector oriental, que es el más extenso, y el sector occidental, constituido por la península de Macanao.

El núcleo montañoso de Macanao, el sector occidental, es menos extenso que el sector oriental y se caracteriza por presentar un macizo alargado orientado en sentido este – oeste, desde el cerro Macanao hasta el cerro Guarataro, las depresiones intramontañas son poco numerosas y muy angostas, especialmente el vale de San Francisco. En el sector oriental, la tectónica originó cuatro macizos sin orientación bien definida; y tiene como rasgos topográficos resaltantes los cerros El Copey, Matasiete, Guayamurí y el macizo del cerro Tragaplata. Entre estos macizos, se localizan depresiones relativamente extensas, las cuales se encuentran abiertas hacia el litoral como los valles de Santa Ana, Paraguachí y la depresión de Pedro González, que se conectan por estrechos, tanto con las áreas piemontinas extensas como con las depresiones de San Juan Bautista – Salamanca. El sur de este macizo oriental está constituido por una topografía de bajo relieve, a excepción de las elevaciones moderadas dispuestas al norte de Punta Carnero y en las tetas de María Guevara, al noreste de Punta de Piedras.

La isla de Margarita está constituida por dos núcleos montañosos. La sección de la península de Macanao, cuyo núcleo montañoso forma una fila que se orienta de este

a oeste, donde los altos topográficos principales son el cerro San Francisco (740 m), cerro Corcovado, El Cedral y Guarataro; y está rodeado por lomas que alcanzan los 200 m de altura absoluta en la cercanía del piedemonte. En la sección de Margarita Oriental, las áreas piemontinas las conforman relieves moderados poco disectados en forma de plano levemente inclinado como en el caso del área entre Los Bagres y Porlamar, en la depresión de San Juan Bautista, o en la zona de Juan Griego; las alturas principales de este núcleo montañoso son la serranía del Copey, cuya altura máxima es el Cerro El Copey, con 952 m de altitud, el más alto de toda la isla. Entre esta serranía y el mar, se eleva una segunda fila en la que se ubican los cerros Guayamurí (605 m) y Matasiete (657 m). A pesar de estas altitudes moderadas, los desniveles son importantes (200 m. a 900 m), lo cual es común en las cadenas montañosas del tipo cordillera. Por consiguiente, las pendientes son muy fuertes, frecuentemente llegando a superar el 45%.

Por su parte, el plano costero se extiende entre los dos conjuntos montañosos ya descritos, específicamente entre las albuferas de Las Marites y de la Restinga; y no sobrepasa las alturas a los 100 m presentando un plano inclinado hacia la laguna de la Restinga con una doble pendiente entre los 2 y 3 %, así como otro plano inclinado hacia el Suroeste con una pendiente que oscila entre los 3 y 5 %, lo cual lo hace menos extenso que el anterior. En consecuencia, el plano costero se caracteriza por desniveles muy débiles en relación con el nivel medio del mar, constituyendo la causa principal de la poca jerarquización de la red hidrográfica.

III.2. HIDROGRAFÍA

El agua es un recurso muy escaso en el estado Nueva Esparta pues los períodos de lluvia son cortos y las precipitaciones reducidas. El drenaje en la Isla de Margarita es principalmente de tipo dendrítico, el cual se origina desde las serranías montañosas para posteriormente desplazarse por las laderas hasta desembocar en el Mar Caribe.

No existen corrientes importantes de agua permanentes, sino delgados ríos últimamente estacionales. Entre estos, los principales son el San Juan (posas de San Juan), San Francisco, La Asunción, El Valle, Chaguaramal, El Muco, La Vieja, Negro y Tacarigua; éstos presentan un régimen de escurrimiento bastante irregular, manifestándose secos la mayor parte del año y torrenciales por cortos períodos, lo cual es característico de zonas de baja pero intensa y concentrada precipitación anual (COPLANARH, 1974)

Las albuferas de La Restinga, Los Mártires, Las Marites, la laguna de Gasparico y laguna Blanca, junto con las aguas termales del Valle del Espíritu Santoy el sector de San Francisco, completan un sistema hidrográfico escaso, insuficiente y no apto para abastecer de agua potable a la población local (INE, 2013)

Las pocas lluvias hacen que los recursos de acuíferos superficiales y subterráneos sean escasos, porque a pesar de existir condiciones geológicas propicias para su almacenamiento, la recarga no es significativa.

III.3. CLIMA

La Isla de Margarita está bajo la influencia de un clima árido a semiárido predominante, a pesar de ubicarse en el área de convergencia intertropical y de estar expuesta a los vientos alisios; lo que se explica por la presencia de un centro anticiclónico la mayor parte del año. Con una temperatura media anual alrededor de 27° C en la mayor parte de la isla, llegando hasta 37°C en agosto y 12°C en un diciembre fresco; y en Macanao las temperaturas pueden alcanzar los 30° C en las épocas más secas de los meses de marzo a junio. Los vientos alisios tienen una dirección prevaleciente este-noreste y alcanzan valores medios de 61 km/h (COPLANARH, 1974)

El régimen de precipitación se caracteriza por dos períodos lluviosos (de junio a agosto y de diciembre a febrero) y dos secos (marzo a mayo y septiembre a

noviembre), pero el balance hídrico es deficitario durante todo el año. La humedad relativa media es de 70 a 80 por ciento en la mayor parte de la isla, excepto en las montañas. La zona de mayor precipitación es el bloque montañoso oriental, aunque con grandes variaciones, pues los registros oscilan entre 400 y 1.100 mm anuales. En la península de Macanao, a pesar de las montañas, la precipitación es menor debido a la acción de los vientos alisios (entre 300 y 500 mm anuales). La precipitación decrece con la altura (LEAL, 2007)

INE, (2013) propone un resumen de las características de los dos tipos de clima que predominan en el estado Nueva Esparta, resultado de la relación entre la temperatura media anual y los índices hídricos:

- **Árido:** Se presenta por valores de índice hídrico menores de -40, diferenciándose las siguientes zonas climáticas:
 - **Árido cálido:** se localiza en las islas de Coche y Cubagua, y en las zonas bajas de la isla de Margarita. Es el que ocupa mayor extensión en el estado. Se caracteriza por presentar temperatura media anual superior a los 26°C.
 - **Árido muy cálido:** predomina en las cercanías de Porlamar, San Antonio y Punta de Piedras. Presenta temperatura media anual superior a los 28°C.
 - **Árido templado:** está ubicado en zonas con alturas comprendidas entre los 400 y 800 m.s.n.m., específicamente en los cerros de Paraguachí, Matasiete y Macanao. La temperatura varía entre 24°C y 26°C.
- **Semiárido:** Presenta valores de índice hídrico entre los -20 y -40 en el estado se localiza en las zonas:
 - **Semiárido cálido:** se localiza hacia los alrededores de Tacarigua, San Juan y Macanao. Las temperaturas medias anuales son de 28°C.
 - **Semiárido templado:** se encuentra en las inmediaciones de la serranía de Copey, con una temperatura media menor de 26°C.

- Semiárido frío: se localiza en las serranías de Copey, en las alturas superiores a los 900 m.s.n.m., con rangos de temperaturas que van desde 18° C hasta 22°C.

III.4. EROSIÓN

La erosión predominante es la laminar, donde factores como el viento, la acción de las olas sobre las costas y el agua de lluvia son los principales agentes erosivos que modifican la morfología de la isla (ZERPA, 1988). La deflación eólica altera las vertientes de las colinas y montañas sobre el sustrato metamórfico, donde en la misma influyen las condiciones climáticas y topográficas, la delgadez de los suelos y la resistencia del sustrato geológico para la generación de las cárcavas (VIVAS & CARRILLO 1986).

Según un estudio de erosividad de lluvia realizado por LEAL (2007) en las estaciones climática de Boca de Pozo y La Guardia, se identifica una marcada diferenciación estacional de la precipitación en la Isla de Margarita, donde la lluvia promedio corresponde a los 332.9 mm, y a su vez se concentra alrededor del 80% sobre los meses lluviosos entre junio y diciembre, mientras el resto se manifiesta en la temporada seca, entre los meses de enero y mayo, manteniendo en consecuencia un régimen de lluvias unimodal, asociado principalmente a la influencia de los factores generales, como la Convergencia Intertropical, los factores orográficos y aquellos cuya génesis sea producto de los eventos «Norte». Los meses representativos de cada temporada, son los meses de abril para la temporada seca y agosto para la temporada lluviosa.

Así mismo, en el periodo 1998-2006 se contabilizaron 60 eventos erosivos continuos que superan los 10mm, los presentan con una precipitación media de 24.1783 mm con una desviación estándar de 16.4907 mm y su intensidad por hora comprendía en promedio los 16.416 mm/h, siendo mayor la ocurrencia de los mismos durante las 7:00 pm en los meses de agosto, octubre y noviembre.

De acuerdo con los cálculos del índice de erosividad EI30 De Castro Filho, los eventos erosivos más extraordinarios se presentan durante los meses de julio a diciembre coincidiendo con la temporada lluviosa siendo los valores extremos altos y bajos, los eventos ocurridos en julio de 2000 con 139.41 ton-m-mm/ha.hr y el evento ocurrido en agosto de 1998 con 30.40 ton-m-mm/ha.hr respectivamente (LEAL, 2007)

III.5. VEGETACIÓN Y FAUNA

➤ VEGETACIÓN

En la Isla de Margarita se presentan dos tipos principales de vegetación, en las cuales interviene fundamentalmente en su evolución el clima semiárido predominante de la zona. En primer lugar se tiene una vegetación xerófila semidesértica que es predominante hacia la península de Macanao en donde los vientos y el escaso nivel pluviométrico hacen de esta zona un lugar semidesértico, rodeado de la vegetación xerófila típica de estas zonas. Y por último y en menor cantidad hacia el sector noreste de la isla se localizan zonas abundantes de vegetación tropical a las faldas de los

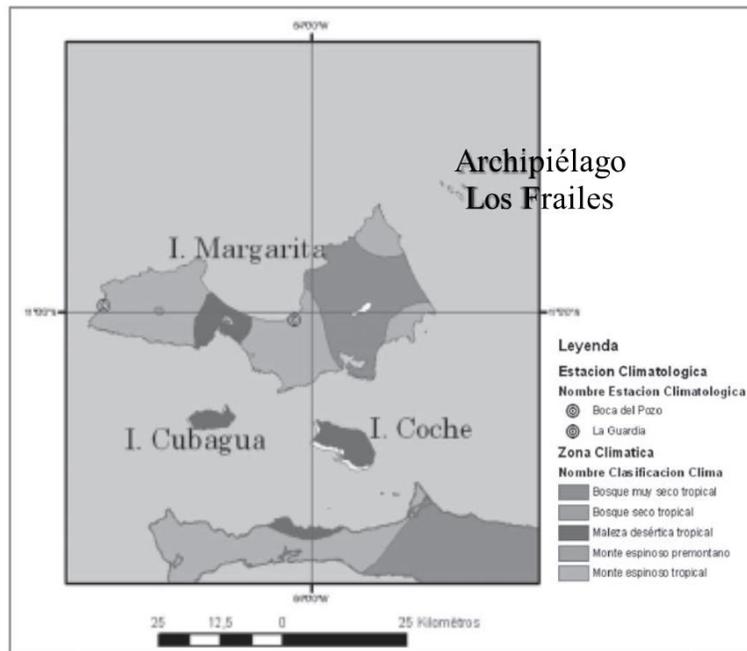


Figura 13. Tipo de vegetación según zona climática. Tomado de Leal, (2007)

principales cerros de la isla, las cuales incluso algunas de estas están dedicadas al cultivo (ZERPA 1988).

En la isla de Margarita los efectos climáticos y/o edáficos han producido una mezcla de zonas de vida, con variados ecosistemas que comprenden desde la maleza desértica tropical, en las zonas bajas y secas, hasta el monte espinoso y el bosque seco tropical en zonas de mayor altura.

Según INE (2013) la mayor parte del estado Nueva Esparta presenta una vegetación correspondiente a la subregión Insular Costera del tipo:

- **Herbazales Litorales Halófilos:** en comunidades bajas, abiertas, en depresiones salinas de la costa, pobres florísticamente (vidrio, hierba de vidrio, escoba de conejo).
- **Herbazales litorales psamófilos:** (yerba de grama – batatilla de playa).
- **Arbustales xerófilos litorales:** kují, yaque, cuica, yabo, palo verde, guatacaro, guatacare, yaguarey o cordón dato, guasabara, guasabano, tuna, guafabora, guayacán, dividive y guamache.
- **Manglares costeros:** mangle rojo, mangle negro, mangle rosado, mangle blanco, mangle botoncillo y lo correspondiente a la serranía del Copey
- **Bosques bajos a medios:** puy, curaro, aragüaney, yema de huevo, indio desnudo, pellejo de indio, torco, cucharo blanco, limoncillo.
- **Bosques ombrófilos submontañosos:** aragüaney, chaparro bobo, guamo, palmito, palmiche, macanilla.
- **Arbustales submontanos enanos:** copecillo, manteco blanco.

➤ FAUNA

La fauna silvestre está constituida por 34 especies de mamíferos, entre estos los más simbólicos son el cunaguaro (*Felis Pardalis*) y el mapurite (*Conepatus semistriatus*). Y por otra parte entre las especies herbívoras se encuentran el venado

caramerudo (*Odocoileus virginianus margaritae*) y ratón silvestre. En cuanto a las aves, se pueden señalar más de 11 órdenes y 158 especies; además de 9 ofidios y 11 lagartos, para la zona terrestres.

- **Mamíferos:** conejo margariteño, la ardilla, la comadreja, el cachicamo.
- **Aves:** guacharaca, turpial, perdiz, paloma, palomino, guayamate, tórtola, potoco
- **Reptiles:** iguana, tragavenado o macaurel, coral, guaripete, lagartija, cascabeles y mapanares.

La fauna marina del estado Nueva Esparta es muy amplia y variada, constituida por numerosas especies de peces, tanto de superficie o pelágicas como por especies demersales, asimismo se encuentran presente una gran variedad de moluscos y otros invertebrados; dónde domina la sardina, que es la especie comercial más abundante por el volumen de capturas.

Otras especies de interés comercial son el jurel y el catado, la lamparosa y el cara de caballo; entre otras especies destacadas están las cabañas o carachanas, junto a los carites, la vieja, el chere-chere, el corocoro rayado, el corocorocongo.

Entre las especies que utilizan la zona marina y costera del estado, se destacan las tortugas marinas, especies en peligro de extinción. En las especies migratorias que utilizan las zonas de manglares se pueden citar la cachimbera, la caravana, la palanqueta y el tigitigui. En las zonas de manglar, las especies existentes son el patipati, el corbatín, la tirrita blanca y el guaicho, conocido como águila pescadora en algunas zonas. En los ámbitos terrestres están presentes las especies: el perico, el ñangaro, además de tórtolas, paraulatas y palomas. En la zona litoral se encuentran de forma permanente playera, gallinitas y turillitos, entre otros, que utilizan la zona intermareal como área de alimentación, recolectando pequeño crustáceos que allí habitan.

La población de aves presenta su mayor expresión en las lagunas costeras existentes. Entre las especies que pueden observarse están: el pelícano, la cotúa, la gaviota o tijereta, la garza blanca, la garza ceniza, la garcita morena y la chenguera. Algunas especies pueden ser clasificadas como fauna cinegética, entre ellas la soisola, la especie migratoria conocida como pato zambullidor, la perdiz y la paloma turca (INE, 2013).

III.6. SUELOS

En general, los suelos del estado Nueva Esparta son el resultado de procesos de adición, pérdida o transposición de materiales en zonas áridas y de escasa vegetación. Son suelos delgados y pocos desarrollados, sujetos a intensos procesos erosivos acelerados por el sobrepastoreo, las oscilaciones del nivel del mar y la deforestación realizada para el aprovechamiento agrícola. Los suelos de los valles, las tierras de mejor calidad, son bien desarrollados, tienen capa orgánica, están protegidos de la acción erosiva del viento y se encuentran cubiertos de vegetación, pero sólo ocupan una pequeña proporción del estado. En las zonas de piedemonte, los conos de deyección y materiales coluviales dan lugar a suelos muy pedregosos. Las islas de Coche y Cubagua presentan suelos con salinidad y con una fuerte erosión resultante de la acción de los vientos, lo cual le confiere a su capa superficial un carácter pedregoso (LEAL, 2007).

En el plano costero de vegetación xerófito, los suelos son arenosos con poca materia orgánica y mínima retención del agua de lluvia. En las montañas, los suelos no son aptos para el cultivo, debido a que están clasificados como eólicos, es decir, pobres en materia orgánica. La superficie es principalmente de color marrón rojizo, y el subsuelo muy compacto y se puede observar un fuerte color rojizo intenso. (CARILLO & VIVAS, 1986).

CAPÍTULO IV

MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

IV.1. EVOLUCIÓN TECTÓNICA DE LA ISLA DE MARGARITA

La evolución geológica de la isla de Margarita ha sido planteada por diversos autores (PINDELL & DEWEY, 1982; PINDELL *et al.*, 1988, CHEVALIER, 1987; PINDELL & BARRETT, 1990 y STÖCKHERT *et al* 1995), los cuales sostienen que las rocas ígneo – metamórficas que constituyen la corteza de la misma han evolucionado desde el Jurásico Tardío junto con el límite sur de la placa Caribe cuando ésta se encontraba en la zona noroeste de la placa Sudamericana, y producto del movimiento relativo de la placa Caribe hacia el este se generaron una variedad de procesos y regímenes que han determinado la configuración geológica actual, así como la ubicación y características de los altos estructurales.

En este capítulo se describe la evolución de la isla de Margarita, la cual será dividida en 12 etapas, basadas en dataciones de edades absolutas e interpretaciones determinadas por STÖCKHERT *et al* (1993, 1995), incluyendo los modelos geodinámicos aportados por CHEVALIER (1987) y por MARESCH *et al.* (2000).

Etapas 1: Paleozoico – Jurásico – Cretácico Temprano?

STÖCKHERT *et al.* (1993, 1995) señalan que para este momento las unidades que actualmente conforman la isla de Margarita no estaban unidas. Los sedimentos precursores de la Asociación Metamórfica Juan Griego eran constituyentes de un margen continental pasivo. Probablemente depositados sobre un basamento granítico. Las Metamáficas de La Rinconada formaban parte de la corteza oceánica, mientras que las Metaultramáficas de Cerro El Copey todavía se encontraban constituyendo el manto superior (STÖCKHERT *et al.* 1993, 1995).

CHEVALIER (1987) no considera éste período dado que no tenía ninguna edad o datación disponible en su momento que lo vinculase al Pensilvaniense, pero señala que en el Jurásico Tardío la extensión oceánica provoca una transgresión ocurriendo una sedimentación carbonática. (Figura 14). Dicha transgresión está marcada localmente, en la base, por los metaconglomerados encontrados en la Asociación Metamórfica Juan Griego, los cuales están formados por fragmentos líticos de naturaleza sedimentaria, posiblemente se trate de un material autóctono que sufrió metamorfismo in situ.

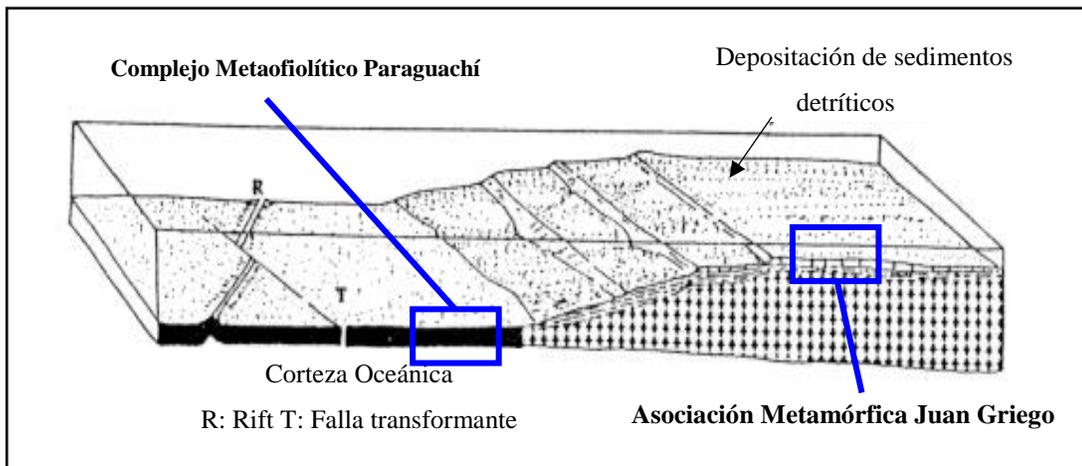


Figura 14. Etapa pre colisión Jurásico Medio – Tardío de la evolución geodinámica de la isla de Margarita. Tomado y modificado de CHEVALIER (1987)

Etapa 2: Cretácico Temprano (Aptiense –Albiense)

STÖCKHERT *et al.* (1993, 1995) indica que en esta etapa intrusión la Metatrondhjemita de Matasiete y el Gneis de Guayacán en el Complejo Metafiolítico Paraguachí, estas intrusiones se atribuyen a diferenciaciones de basalto subcalcalino, asociados a la formación de neo – corteza en un escenario de apertura oceánica (plagiogranito); o a una intrusión calco – alcalina de arco. Las rocas precursoras al Complejo Metafiolítico Paraguachí globalmente serían entonces de edad Aptiense-Albiense o anteriores.

CHEVALIER (1987) indica que antes de generarse las intrusiones de Matasiete y Guayacán, se genera una obducción de la corteza oceánica sobre el paleomargen (figura III.2) que afecta tanto al paleomargen como a las ofiolitas, señala la presencia de un período de actividad plutónica (plutones granodioríticos y graníticos) representados actualmente por el Gneis de Guayacán, la Metatrandjemita de Matasiete, el Metagranito de El Salado, entre otros.

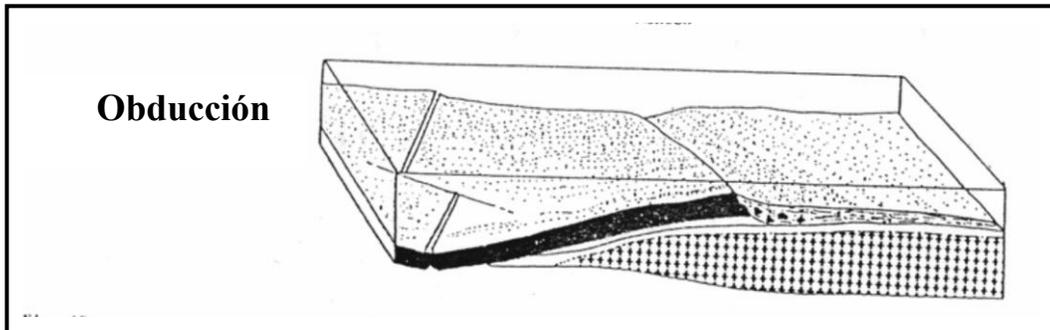


Figura 15. Etapa de precolisión de la evolución geodinámica de la isla de Margarita. Tomado de CHEVALIER (1987).

Posterior a esto durante el Barremiense – Aptiense, se genera un aumento en el nivel del mar, apareciendo la depositación de barras de carbonatos que parecieran presentar continuidad lateral, actualmente representadas por la unidad superior-Mármol de El Piache de la Asociación Metamórfica Juan Griego.

Sin embargo, esta hipótesis de CHEVALIER (1987) es criticada, pues de acuerdo a las condiciones indicadas en la figura 15, no parece probable que pueda ocurrir magmatismo, por eso la hipótesis de STÖCKHERT *et al.* (1993, 1995) resulta más acertada, él señala que Matasiete y Guayacán se hallan formado en condiciones de cadenas centro-oceánicas.

Etapa 3: Albiense – Cenomaniense

STÖCKHERT *et al.* (1993, 1995) señala que para éste momento la corteza basáltica y peridotita, la corteza continental y sus sedimentos (fragmentos del rifting del

protoCaribe) ya estaban disponibles para la acreción y metamorfismo, en un escenario de fore-arc debido a la convergencia de Farallón – ProtoCaribe (figura 16).



Figura 16. Reconstrucción simplificada de la etapa 3 (Albiense – Cenomaniense) de la evolución geodinámica de la isla de Margarita. La flecha indica la ubicación asumida de la Agrupación Margarita.

Tomado y modificado de STÖCKHRT et al. (1995)

STÖCKHERT *et al.* (1993, 1995) indican que durante este proceso las rocas del Complejo Metaofiolítico Paraguachí, Metatrondhjemita de Matasiete, Gneis de Guayacán y la Asociación Metamórfica Juan Griego fueron acrecionados y yutaexpuestos sufriendo deformaciones dúctiles penetrantes y por condiciones de P/T muy elevadas, alcanzando niveles de hasta 500-600°C y 10-14 kbar, la cual es una temperatura característica de márgenes convergentes. (Para efectos de éste capítulo a las rocas de estas unidades ya acrecionadas y yuxtapuestas durante ésta etapa son llamadas informalmente “Agrupación Margarita”).

CHEVALIER (1987) no considera la ocurrencia de subducción, por lo que no explica el metamorfismo de alta P/T en las rocas eclogíticas de la Asociación Metamórfica Juan Griego y el Complejo Metaofiolítico Paraguachí.

Etapa 4: Turoniense – Maastrichtiense

Según STÖCKHERT *et al.* (1993, 1995), en esta etapa ocurre la intrusión del granito de El Salado, el cual arroja una edad de 86 Ma por el método de U – Pb. Esto define la edad del evento metamórfico de alta P/T el cual debe ser más antiguo ya que esta

unidad intrusiva las rocas de alta presión (metabasaltos) del Complejo Metaofiolítico Paraguachí, sin que se vea afectado por el metamorfismo de alta presión (figura 17).



Figura 17. Reconstrucción simplificada de la etapa 4 (Turoniense - Maastrichtiense) de la evolución geodinámica de la isla de Margarita. La flecha indica la ubicación asumida de la Agrupación Margarita. Tomado y modificado de STÖCKHERT et al. (1995)

CHEVALIER (1987) atribuye éstas intrusiones al Neocomaniense e indica para el Cretácico Superior (Maastrichtiense – Campaniense) la instalación de un arco insular vinculado a una subducción de vergencia probablemente occidental donde ocurre vulcanismo basáltico toleítico.

Etapa 5: Paleoceno inferior (Daniense)

STÖCKHERT *et al.* (1993, 1995) señalan que en esta etapa se generan fuertes deformaciones en un nivel intermedio de la corteza, bajo la condición de metamorfismo de la facies de los esquistos verdes, cuya acción influye de forma penetrativa en la Asociación Metamórfica Juan Griego, mientras que en el Complejo Metaofiolítico Paraguachí. Se concentra en zonas de cizalla.

Durante ésta etapa, los sedimentos precursores de la Asociación Metamórfica Los Robles son igualmente metamorfizados y alcanzan su actual relación espacial con respecto a la “Agrupación Margarita” (STÖCKHERT *et al.* 1993, 1995).

La característica estructural prominente desarrollada es una foliación marcada y una lineación de estiramiento horizontal con tendencia NE sugieren deformación en

un margen transformante. La edad absoluta de esta etapa es de 66 Ma, determinada por el método de Ar – Ar en un anfíbol magmático de un gabro.

CHEVALIER (1987) sugiere que esta fase de deformación está acompañada de fallas intracontinentales y a su vez se desarrollan las Napas (Napa de Matasiete y Guayamurí, Napa de Los Robles, Napa El Piache – La Asunción, Napa San Juan Bautista – El Chorro, Napa de Paraguachí (REKOWSKI & RIVAS, 2005) (figura 18).

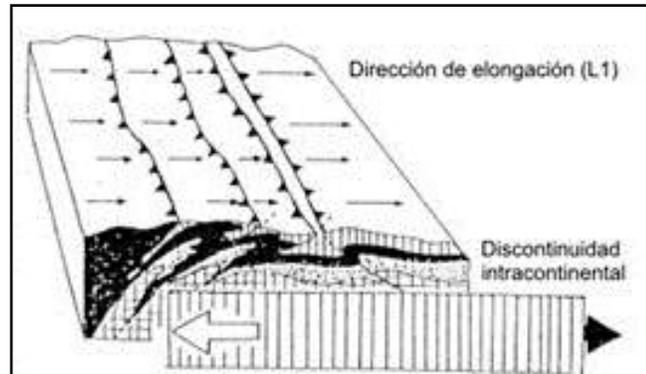


Figura 18. Fallas intracontinentales y desarrollo de las napas. Tomado y modificado de CHEVALIER (1987).

Etapa 6: Eoceno Temprano - Medio

STÖCKHERT *et al.* (1985) sugieren que la “Agrupación Margarita” (ahora incluyendo las rocas de la Asociación Metamórfica Los Robles) sufre un rápido enfriamiento por debajo de los 300 °C a 53-50 Ma, determinado por huellas de fisión en circones del Metagranito de El Salado, y una transición de una deformación dúctil bajo las condiciones de los esquistos verdes a un régimen frágil de fallamiento.

STÖCKHERT *et al.* (1993, 1995) indican que la reequilibración en zonas de cizalla genera una nueva mica blanca, con edades de K-Ar de 55-50 Ma. Ocurre un levantamiento significativo o exhumación que trae a las unidades de la “Agrupación Margarita” de un nivel intermedio de la corteza a un nivel superficial. A 50 Ma una reestructuración tectónica mayor toma lugar, la cual se relaciona con la extensión causada por los cambios relativos de los vectores de movimiento mientras que el arco pasaba la “esquina” de Colombia (figura 19).



Figura 19. Reconstrucción simplificada de la etapa 5 (Eoceno Temprano - Medio) de la evolución geodinámica de la isla de Margarita. La flecha muestra la ubicación asumida del Complejo de Margarita. Tomado y modificado STÖCKHERT et al. (1995)

CHEVALIER (1987) propone un modelo tectónico de transcolisión para justificar la preponderancia del desplazamiento longitudinal y el paralelismo de las lineaciones de elongación en la dirección global de la sección orogénica estudiada. Estas direcciones tendrán una orientación aparente NW – SE (figura 20).

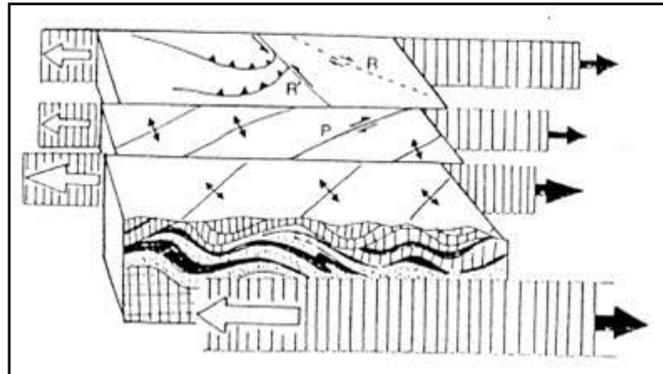


Figura 20. Modelo de transcolisión Tomado y modificado CHEVALIER (1987).

Simultáneamente, en esta etapa inicia la depositación de sedimentos eocenos (Formación Pampatar y Grupo Punta Carnero) en el centro de la cordillera metamórfica (figura 21), en una cuenca desarrollada sobre una zona de debilidad preexistente, la que es asumida por CHEVALIER (1987) como una cuenca “pull-apart”, además éste señala que la estructura de éstos depósitos se atribuye a la tercera fase de plegamiento, así como a sus características sedimentarias, entre las que se encuentran niveles de “slump” generados.

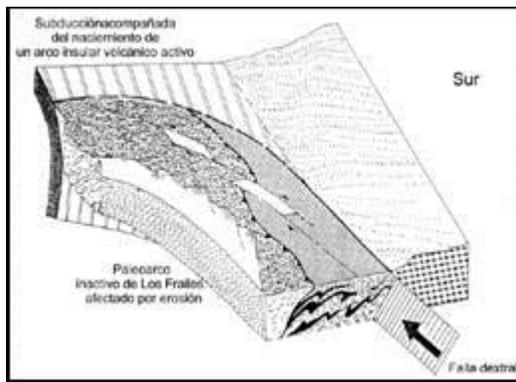


Figura 21. Representación idealizada de la Placa Caribe en el Eoceno Temprano a Medio. Tomado de CHEVALIER (1987)

Etapa 7: Eoceno Medio

Según (STÖCKHERT *et al.* 1993, 1995) esta etapa es caracterizada por una deformación enteramente en el dominio frágil, donde la extensión presenta una dirección este noreste – oeste suroeste. Esta deformación desarrolla fracturas que posteriormente son rellenadas, generando numerosas vetas de cuarzo en diferentes direcciones. Estas vetas se originaron por fluidos de baja a moderada salinidad, con contenidos de CO₂ y otros componentes en pequeñas cantidades. Las variaciones significativas en densidad en las mismas indican variaciones de presión y temperatura en los sistemas hidrotermales.

Etapa 8: Eoceno Medio

Diques de composición basáltica a andesítica se intruyen siguiendo las fracturas formadas en la etapa anterior. Estas intrusiones fueron datadas por el método de ⁴⁰Ar-³⁹Ar aplicado a fenocristales de anfíbol de cinco diques obteniendo una edad de 52-47 Ma (STÖCKHERT *et al.* 1993, 1995).

Etapa 9: Eoceno Tardío- Oligoceno

Fallamiento inverso en direcciones variables, parcialmente caracterizado por la reactivación de un antiguo sistema de fracturas (STÖCKHERT *et al.* 1993, 1995).

Etapa 10: Eoceno Tardío- Oligoceno

Según STÖCKHERT *et al.* (1993) en ésta etapa se desarrolla fallamiento normal en diferentes orientaciones y se genera la reactivación de fallas y sistemas de fracturas anteriores.

Etapa 11: Mioceno Medio

Según (CAMPOS & GUZMÁN, 2002) durante el Mioceno Medio Tardío propusieron que la generación de un cambio en el movimiento relativo de la placa Caribe, pasando de una dirección sureste a una este - oeste, produjo un período de tectónica generalmente transcurrente dextral la cual lleva a la isla de Margarita a su posición actual.

CHEVALIER (1987) indica para esta etapa un levantamiento de los cinturones alóctonos causado por la flotabilidad de la corteza continental de Sudamérica en la entrada a la fosa del Caribe, lo que originó un proceso erosivo de estas zonas positivas pertenecientes al Eoceno Tardío – Oligoceno Medio. Según STÖCKHERT *et al.* (1993, 1995) la historia cortical de la isla de Margarita favorece modelos de placa que requieren un origen pacífico para la Placa Caribe. Y las etapas descritas anteriormente presentan una excelente correlación con la secuencia evolutiva desarrollada por PINDELL *et al.* (1993) y con sus trabajos anteriores.

Etapa 12: Mioceno Medio Tardío

STÖCKHERT *et al.* (1993, 1995) indican que la depositación de sedimentos neógenos ocurre en un episodio de relativa quietud tectónica. Pocas y muy dispersas fallas cortan los sedimentos neógenos y controlan en cierto modo la morfología de la isla.

IV.2. ESTRATIGRAFÍA REGIONAL

La zona oriental de la Isla de Margarita descansa sobre un complejo ígneo – metamórfico denominado Asociación Metamórfica Juan Griego según TAYLOR (1960), este limita al este y al sur con la Asociación Metamórfica Los Robles; la cual está cubierta por un conjunto de rocas sedimentarias no metamorfizadas, que yacen discordantes sobre la misma.

El proceso de sedimentación que se lleva a cabo en el nororiente de Venezuela obedece a toda la complejidad tectónica y estructural que se genera en esta región por formar parte de una franja de 200 km aproximadamente de ancho y que es subparalela al límite de placas den Caribe y Suramérica.

En este trabajo serán estudiados y caracterizados los sedimentos recientes no consolidados presentes en la zona de estudio, las rocas que constituyen las formaciones que conforman la Isla de Margarita no serán analizadas; sin embargo, es necesario conocer las características de las formaciones aflorantes para luego de un estudio mineralógico realizado a dichos sedimentos, se pueda determinar la procedencia del mismo, es decir, determinar la formación a la cual pertenece.

A continuación se presenta una síntesis de la recopilación de las formaciones presentes en la Isla de Margarita (tabla 4), la cual se realizó tomando como referencia la compilación realizada por GONZÁLEZ DE JUANA, *et al.* (1980) y el Comité Interfilial de Estratigrafía y Nomenclatura (CIEN, 2016, web).

Tabla 4. Formaciones presentes en la Isla de Margarita. Tomado y Modificado de CIEN, (2016) Web.

EDAD		NUEVA ESPARTA		DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	
CENOZOICO	RECIENTE				
	PLEISTOCENO	Fm. EL MANGULLO		MARGAS ARENOSAS Y COQUELAS	
		Fm. FAUCA } Fm. COCHE } Fm. CASTILLO		ARENISAS CONGLOMERADAS CALCÁREAS	
	PLIOCENO	Mb. LAS HERNANDEZ		ARCILLAS MARGOSAS	
	MIOCENO	Tardío	Mb. LA TEJITA		CONGLOMERADOS-ARENISAS CALIZAS DE POCA ELEVACIÓN LIMOLITAS-ARCILLAS
		Medio	Mb. LA GUICA		
		Temprano			
	OLIGOCENO				
	EOCENO	Tardío			
		Medio	Gp. JUAN CARNEIRO	Fm. PA MORQUEO Fm. EL DATIL Fm. LAS BERNARDEZ	Fm. PAM- PATAR
Temprano				CALIZAS ORIBICIALES ARCILLAS Y CALIZAS CONGLOMERADAS CALIZAS APRECIALES	
PALEOCENO				CONGLOMERADOS ARENOSOS ARCILLAS LIMOLITAS	
MESOZOICO	Maastrichtiense	Fm. LOS FRAILES		TOBAS VOLCÁNICAS Y FTANITAS	
	Campaniense				
	Santonense				
	Coniaciense				
	Turonense				
	Cenamaniense				
	Albiense	Fm. LOS ROBLES		ESQUISTOS, FILITAS Y CUARCITAS	
	Aptiense				
	Barremiense				
	Hauteriense				
Valanginiense					
Berriaciense	Fm. EL PIACHE		MARMOLES INTERCALADOS CON ESQUISTOS Y FILITAS		
JURASICO	Gp. JUAN GREGO		GNES, ESQUISTOS, CUARCITAS FACIES DE LOS ESQUISTOS VERDES		

Tabla 5. Síntesis de la recopilación de las formaciones presentes en la Isla de Margarita. Tomado de GONZÁLEZ DE JUANA (1980) y (CIEN 2016, web)

Formación (Edad)	Litología	Extensión	Contactos	Fósiles	Paleoambiente
El Mangillito (Pleistoceno Tardío)	Está constituida principalmente por margas arenosas impuras y zonas conchíferas localmente coralígenas, moderadamente fosilíferas así como arenas arcillosas grisáceas mal consolidadas, localmente conglomeráticas. Estas litologías varían paulatinamente de una a otra tanto en sentido vertical como horizontal. Hacia la costa la compactación de la roca aumenta, tomando el aspecto típico de una roca de playa; en sentido opuesto se pasa a sedimentos más arenosos y conglomeráticos de tamaño de grano grueso cuya compactación es una relación directa con el material carbonático que contiene. Esta formación puede ser catalogada como una clásica terraza marina marginal, donde se observa un desarrollo pobre de algas calcáreas, corales in situ, con conchas de moluscos infaunales. Mientras que hacia la base, se observan conglomerados de grano redondeado, con tamaños que van de grava a peña, de la roca infrayacente.	La extienden hasta la península de Macanao a unas terrazas del pleistoceno tardío descrita por Graf (1972), a la parte occidental de la península de Araya, y en la colina Caracare y el cerro El Zamuro en la región de Cumaná. Incluyen las arenas que afloran en Punta Charagato en la isla de Cubagua.	Discordantemente sobre el Grupo Punta Carnero y la Formación Cubagua.	Los autores aportan una larga lista de fósiles, siendo los más comunes <i>Chione cancellata</i> y <i>Macrocallia maculata</i> .	Ambiente marinos costeros a muy someros con profundidades comprendidas entre 1 y 6 m., sin la influencia de sedimentos fluviales. La variación faunal indica ambientes de costas abiertas con buena circulación de las aguas, y en otros casos corresponde a lagunas o ensenadas de la línea de costa.
Pampatar (Terciario Eoceno)	La sección comienza con un olistolito de flantita cuyas capas se presentan finamente estratificadas y laminadas, este cuerpo mide aproximadamente 15 m de espesor. En contacto con las flantitas se encuentran conglomerados de guijarros envueltos en una matriz arcillosa así como capas gruesas, gradadas, de conglomerados a areniscas y grauvacas de grano grueso y fino. En general los conglomerados se encuentran gradados y exhiben una mala selección del tamaño de grano. Sus clastos son de composición heterogénea, predominando los de rocas volcánicas extrusivas, cuarzo y flantita. Posteriormente se encuentra una alternancia de arcillitas y grauvacas, las cuales se ven interrumpidas por un intervalo de arcillitas arenosas de color marrón las cuales poseen bloque exóticos así como una alternancia de limonitas y arcillitas (de fractura astillosa) con areniscas grauvacas. Gradualmente se pasa a una secuencia de intercalaciones monótonas recurrentes de grauvacas y arcillitas de carácter turbidítico. En toda la sección tanto en flanco sur como en el norte del sinclinal son comunes las estructuras primarias de desizamiento.	En los alrededores de la ciudad de Pampatar, desde la bahía de Moreno por el sur, hasta la laguna de Agua de Vacca por el norte.	Yace en contacto discordante sobre el Grupo Los Robles. El tope de la secuencia está truncado por erosión, o cubierto por aluviones recientes	Muñoz menciona Globigerina sp., Discocyclina sp., Operculinoides sp., Eoconuloides sp. y Globorotalia sp., además de micromoluscos, fragmentos de equinóideos y algas (Lithothamnium sp.) En los conglomerados de Punta Moreno, se han encontrado macromoluscos como Turritella sp. y Ostrea sp. y restos de pecípodos.	La sección se depositó en un ambiente marino profundo, en condiciones de pronunciada inestabilidad tectónica.

Formación (Edad)	Litología	Extensión	Contactos	Fósiles	Paleoambiente
Cubagua (Mioceno Tardío a Plioceno Tardío)	La sección superior de esta formación está constituida principalmente por calizas arrecifales sacaroideas, bancos de moluscos y briozoarios, areniscas cuarzosas, areniscas calcáreas, calcarenitas, calizas micríticas, calizas bioclásticas interstratificadas con arcillitas, arcillas y limolitas grises. En la parte inferior de la formación se encuentran arcillitas grises con glauconita y abundantes nódulos de pirita, junto con limolitas grises así como algunos intervalos arenosos interdigitados con clásticos más finos.	Aflora en la isla de Cubagua, parte oeste de la península de Araya e isla de Margarita.	En Margarita, las "Capas de La Tejita" suprayacen rocas metamórficas o sedimentos eocenos con discordancia angular. En Araya y Cubagua presenta contacto concordante con la Formación Cumaná, aunque la paleontología indica un hiatus (Bולי y Bermúdez, 1965)		La parte superior de la formación es típica de ambientes de aguas tropicales someras de mar abierto así como de detrás de arrecifes, bancos de moluscos y briozoarios. El ambiente de sedimentación está comprendido entre nerítico interno a medio de plataforma abierta el cual va pasando transicionalmente a batial.
Punta Mosquito (Terciario Medio)	Es considerada la unidad superior del Grupo Punta Camero, estando constituida principalmente en su parte basal por calizas orbitoidales grises, arenosas, en capas que pueden medir hasta un metro de espesor, intercaladas con arcillitas arenosas, capas delgadas de arenisca laminada calcárea y lentes conglomeráticos. En la sección superior, prevalecen arcillitas y limolitas oscuras laminadas, micáceas y esporádicamente ligníticas, las cuales están intercaladas con areniscas finas, de color gris verdoso, usualmente calcáreas; en menor proporción se presentan capas delgadas de caliza arenosa orbitoidal. Según GONZALEZ DE JUANA <i>et al.</i> , (1980) la Formación Punta Mosquito, constituye una facie más clásica que la formación El Dátil (infrayacente a esta formación). MUNOZ (1973), considera que la secuencia aflorante en Punta Mosquito, es una facies de "flysch" calcarenítico, muy similar a la de la Formación Punta Camero, en el área de Las Bermúdez-El Manglillo. La cual, según el mismo autor está constituida por capas gruesas de calizas arrecifales bioclásticas, de grano muy grueso, intercaladas con arcillitas pelágicas y biocalciarcillitas laminadas.	Aflora en la región de Las Manites, al noroeste de EL Manguillo y esporádicamente más al este; en la zona central del sinclinal de Pampatar, forma los cerros que circundan la ciudad del mismo nombre por el noreste, oeste y suroeste.	Es suprayacente y transicional sobre la Formación El Dátil. La Formación La Tejita yace en discordancia angular sobre la Formación Punta Mosquito	Según Bermúdez y Gámez (1966) toda la sección corresponde a la faunizones de <i>Porticulospira mexicana</i> y <i>Tuncorotaloides robrri</i> .	Muñoz (1973), apunta que el intervalo, como el resto de la Formación Punta Camero, fue depositada en un ambiente marino profundo, de mar abierto, bajo un régimen tectónico inestable.

Formación (Edad)	Litología	Extensión	Contactos	Fósiles	Paleoambiente
Grupo Punta Camero (Eoceno Medio-Tardío)	<p>La base del grupo es la Formación Las Bermúdez la cual está constituida por un arreglo caótico de fragmentos de diferentes tamaños los cuales van desde bloques a partículas tamaño arenas, y de variada composición. Estos fragmentos están embebidos en una matriz arcillosa deformada. Incluye en su parte inferior, una mesa de caliza arrecifal lenticular, llamada Los Bagres, que ha sido considerada diversamente formación individual, miembro, capa o elemento alóctono. KUGLER, (1957) en CIEN, (2002), web, reseño el carácter de "flysch" salvaje, ("wildflysch") de esta formación, al igual que MUNOZ en 1973.</p> <p>El intervalo medio denominado Formación El Dátil, consta de intercalaciones de capas delgadas de limolita, areniscas calcáreas y algunas calizas con orbitoides. Hacia el tope prevalecen las arcillitas con intercalaciones delgadas de areniscas calcáreas y arcillas. Distribuidas por toda la sección se encuentran concreciones ferruginosas. Mientras que la parte superior del grupo (Formación Punta Mosquito), está constituido por calizas orbitoidales en la base, intercaladas con calizas no arrecifales, areniscas calcáreas y arcillitas. Hacia la parte superior, predominan las limolitas y arcillitas calcáreas intercaladas con areniscas calcáreas y arcillitas pelégicas. En esta parte de la sección abunda la materia orgánica carbonosa.</p>	<p>Aflora en una franja fuertemente deformada, esencialmente sinclinal, a lo largo de la parte meridional de la isla. Las tres localidades principales de afloramientos son: la sección tipo al norte de Punta Camero, norte y sur de Pampar y Punta Mosquito</p>	<p>Este grupo se encuentra en contacto discordante con los esquistos del grupo Los Robles o las flintitas y andesitas de la Formación Los Frailes, los cuales se encuentran en contacto basal con el Grupo Punta Camero. El contacto superior es con la Formación El Manglillo o con aluviones recientes, este contacto al igual que el inferior es discordante.</p>	<p>Orbitoides, calizas arrecifales.</p>	<p>Ambiente marinos costeros.</p>
Arenas de Falca (Plioceno Tardío - Pleistoceno)	<p>Arenas cuarzosas, sin consolidar, muy bien escogidas, de grano fino, angular a subangular de color rojizo y marrón amarillento. Este color rojizo se debe a hematita y goethita. Su composición es de hasta un 98% de cuarzo; la fracción fina nunca es superior al 2% y los accesorios observados son clorita, anfíbol y granate.</p>		<p>Cubren discordante el complejo basal ígneo y metamórfico, el Grupo Punta Camero y la Formación Cubagua. Localmente yacen bajo aluviones recientes.</p>	<p><i>Egaterial(?) sp.</i></p>	<p>BERMÚDEZ Y GAMEZ (1966), indica que las arenas posiblemente sean antiguas dunas. Las características texturales de arenas muy bien escogidas y su composición de hasta 98% de cuarzo, parece indicar un ambiente sedimentario eólico, con mantos de arenas desplazándose por la acción del viento desde la línea de costa hacia tierra adentro.</p>

Formación (Edad)	Litología	Extensión	Contactos	Fósiles	Paleoambiente
El Dátíl (Eoceno Medio)	<p>La Formación El Dátíl es la unidad intermedia del Grupo Punta Camero; en su parte basal está compuesta principalmente por limolitas gris verdoso, arcillitas calcáreas y areniscas calcáreas grises, con ciertas intercalaciones de calizas con orbitoides. En la parte superior, prevalecen las intercalaciones de areniscas de grano fino calcáreas con arcillitas de color gris claro que meteorizan a amarillento. El intervalo presenta también cristales de yeso y concreciones ferruginosas elipsoidales y discoidales, de color rojizo a púrpuro.</p> <p>Según MUÑOZ, (1973) la secuencia es un "flysch" calcarenítico, compuesto por una intercalación monótona de calizas bioclásticas (biocalcareniticas, bioalcilimolitas, biocalciarcillitas) y arcillitas pelágicas, con ciertas intercalaciones de grauwacas calcáreas. En la parte inferior de la sección, la estratificación es más gruesa y con mayor proporción de biocalcareniticas de color grns, mientras que en la parte superior, la estratificación es más fina, con predominio de arcillitas, bioalcilimolitas y biocalciarcillitas de color amarillento.</p>	Áreas de Las Marites y Pamptar, isla de Margarita, estado Nueva Esparta.	En su base es transicional sobre la Formación Bermúdez, y en su tope es transicional con la Formación Punta Mosquito.	Bermúdez y Cámez (1966) mencionaron de modo especial la presencia de <i>Clavigerinitella colombiana</i> , <i>Hantkenina aragonensis</i> , <i>H. mexicana</i> , etc.	El contexto depositacional de esta secuencia fue un ambiente marino profundo de mar abierto, en condiciones de inestabilidad.
Las Bermúdez (Eoceno posiblemente inferior o medio)	<p>Esta formación se distingue por presentar un carácter de "wildflysch"; el cual se caracteriza por mostrar un arreglo caótico de diferentes unidades litológicas, entre las cuales tenemos: una matriz arcillosa que envuelve a conglomerados polimícticos, paraconglomerados de guijarros en lodo, brechas de fragmentos de calizas arrecifales y capas de areniscas-grauvacas. Los conglomerados son de color rojizo y marrón, están conformados principalmente por fragmentos de cuarzo, rocas volcánicas andesíticas, ftanita, diorita, otras rocas ígneas, grauwacas y calizas. Los clastos presentan variación en el tamaño de grano, esta variación va desde clastos de más de un metro de diámetro, hasta tamaño arena. Estos conglomerados pueden estar intercalados con arcillitas y areniscas mayormente verde oliva y marrón. En toda la sección se pueden encontrar fragmentos de color blanco-grisáceos de calizas arrecifales coralinas y algáceas los cuales son conocidos como Caliza de Los Bagres, la cual en base al estudio de su contenido fosilífero indica una edad Paleoceno o Eoceno Inferior, por lo tanto estos fragmentos se consideran elementos alóctonos deslizados a la cuenca, por procesos de deslizamiento submarino (Muñoz, 1973).</p>	Se ubica a 2 km al suroeste del caserío Las Bermúdez, estado Nueva Esparta; avanzando unos 750 metros hacia el sureste hasta el camino Las Bermúdez-El Manglillo (González de Juana, 1968)	El contacto inferior es discordante sobre los esquistos y filitas de la Asociación Metamórfica Los Robles, posiblemente por sobreocorrimiento, el contacto superior es transicional hacia la Formación El Dátíl.		

Formación (Edad)	Litología	Extensión	Contactos	Fósiles	Paleoambiente
Complejo Metaofiolítico de Paraguachí (Jurásico Medio Tardío)	En Margarita Oriental, incorpora las rocas ultrabásicas a la unidad que interpreta como metaofiolita. Divide el substrato metaofiolítico en dos secuencias: Secuencia ultrabásica: constituida de dunita y clinioixenita, aún identificables, de peridotita serpentinizada y serpentinita Secuencia básica: comprendida por metagabro unidos con anfibolita, anfibolita granatífera y eclogita. En la península de Macanao está constituida por metagabro y serpentinita	Tiene su zona de afloramientos en la parte nororiental de Margarita, al norte de El Portachuelo, hasta la playa de Pedro González por el Noroeste y la región de Manzanillo por el noreste. Además, se extiende hasta la Península de Macanao y Araya.	Según MARESCH (1975) es transicional con la Asociación Metamórfica Juan Griego suprayacente.		
Volcánicas Los Frailes (Cretácico Tardío - Medio)	Intercalación de ftanitas duras, con rocas extrusivas de naturaleza Andesítica.	Secuencia de rocas encontradas en la Salina de Agua de Vaca, cerca de Punta Gorda y estudiadas con más detalle en el islote El Fraile Grande del archipiélago de Los Frailes.	El contacto superior es concordante y abrupto con la sección de conglomerados basales del Grupo Punta Carnero. El contacto inferior se desconoce por estar cubierto.		

Formación (Edad)	Litología	Extensión	Contactos	Fósiles	Paleoambiente
<p>Los Robles (Cretácico Cenomaniense)</p>	<p>Según GONZÁLEZ DE JUANA, et al. (1980) esta formación se distingue por presentar dos secuencias dentro de la misma unidad. Una primera unidad basal pelítica compuesta por filitas cuarzo-sericitico-cloríticas, las cuales se hacen más calcáreas hacia el contacto con la Formación El Piache (infrayacente). La unidad forma suelos de coloración verde-amarillento y pardo-rojizo, lo que lo hace fácilmente distintivo de la secuencia superior, la cual esta está representada por esquistos cuarzo-micáceocloríticos, con plagioclasa, epidoto y sercita, y en menor porcentaje, por cuarzitas micáceo-epidóticas y algunos metaconglomerados cuarzo-albíticos, la cual genera suelos que meteoriza en color gris blanquecino a gris amarillento.</p>	<p>VIGNALI (1979) en la península de Macanao, aflora en la parte septentrional, en dos estrechas zonas costeras (Punta Tigre y Morro Robledar). Aflora ocupando una estrecha faja en dirección norte sur desde el cerro El Piache hasta la falda oeste del cerro Matasiete. Existen afloramientos menores en el Morro de Porlamar, el cerro Banco Largo y el sector meridional de las Tetas de María Guevara.</p>	<p>En Margarita el contacto inferior es concordante y transicional con el de la Asociación Metamórfica Juan Griego. El superior es siempre discordante por debajo de aluviones o sedimentos terciarios jóvenes.</p>		<p>Según CHEVALIER, (1987) en CIEN, (2002), web. Las rocas sedimentarias que dieron origen a esta secuencia, fueron depositadas en ambiente de plataforma en el paleo-margen continental de Sudamérica.</p>
<p>Piache (Cretácico Barremiense - Aptiense)</p>	<p>Esta unidad está formada principalmente por mármoles de tamaño de grano fino y colores que varían entre blanquecinos, grises, verdes, y otros; intercalados con esquistos y filitas. Los mármoles se presentan en capas individuales, de espesor variable entre 30 y 90 cm, con delgadas intercalaciones cloríticas y actinolíticas. En la localidad tipo se diferencian dos tipos de mármoles, uno verde, clorítico, y uno blanco, dolomítico; ambos se exhiben con intercalaciones de filitas cuarzo-cloríticas y cuarzo-sericiticas.</p>				<p>JAM Y MÉNDEZ, (1962) indican un origen arrecifal para estas calizas. Mientras que CHEVALIER, (1987) cree que esta unidad fue depositada en ambiente de plataforma del paleo-margen continental de Sudamérica. Esta litofacies, implica un regreso a condiciones oxigenadas, de mar abierto.</p>

Formación (Edad)	Litología	Extensión	Contactos	Fósiles	Paleoambiente
<p>Grupo Juan Griego (Jurásico-Cretácico Aptiense)</p>	<p>El Grupo Juan Griego está compuesto principalmente por rocas de origen sedimentario metamorfizadas en la facies de los Esquistos Verdes. Estando integrada principalmente por los siguientes litotipos: gneises, esquistos y cuarcitas. Los gneises son primordialmente gneises cuarcíticos y gneises cuarzo-feldespáticos los cuales se caracterizan por poseer un bandeamiento de ligero a pronunciado, duros, compactas, de grano fino a mediano. Ciertas variedades contienen granates que pueden alcanzar tamaños hasta de 1 cm. Los esquistos principalmente cuarzo-feldespáticos, esquistos cuarzo-micáceos, esquistos grafitosos y esquistos granatíferos, presentan foliación bien marcada y colores variables, según su composición, son de grano grueso y fino, y presentan variaciones en la proporción relativa de micas, que hace que aparezcan interdigitados con los paragneises o gradando lateralmente a estos. JAM Y MENDEZ, (1962), mencionan asimismo, otros litotipos de menor carácter, tales como esquistos clorítico-epidóticos y conglomerados, así como CHEVALIER, (1987), en CHEN, (2002), web, señala la presencia de anfíbolitas. Modernamente se incluye en el tope del grupo, a los Mármoles Masivos de El Piache.</p> <p>CHEVALIER, (1987), en CHEN, (2002), web, divide al Grupo Juan Griego en cuatro unidades; una unidad basal, cuarzo feldespática que contiene anfíbolitas derivadas posiblemente de lavas básicas y tobas. Sigue hacia arriba una unidad mica esquistosa carbonatada, con mármoles en capas disimétricas y lentes centimétricos. Este intervalo está cubierto por una unidad grafitosa, compuesta por esquistos grafitosos con intercalaciones de esquistos micáceos y de cuarcitas en la base, y por último la unidad superior (Formación El Piache), constituida por mármoles masivos.</p>	<p>Ocupa casi toda la península de Macanao, en el sector oriental de Margarita aflora dentro de una extensión relativamente grande delimitada al este por una línea desde el valle de La Asunción, aflora hacia el oeste y suroeste de la carretera de La Asunción - Santa Ana - La Playa de Pedro González y al norte de la carretera Porlamar - El Espinal - La Guardia, lo que viene a constituir la mayor parte de la isla.</p>	<p>Según Taylor (1960) está limitado por el sur y el sureste por la Asociación Metamórfica Los Robles, siendo este el contacto superior y el mismo es transicional. Localmente está cubierto por la Formación Falca.</p>		

CAPÍTULO V

DINÁMICAS COSTERAS

V.1. PARAMETROS CLIMATOLÓGICOS Y MAREOGRAFICOS EN EL ESTADO NUEVA ESPARTA, VENEZUELA, 1962-1968

V.1.1. Parámetros climatológicos

- **Temperatura**

Según Contreras para el año 1968 la variación anual de la temperatura tipo ecuatorial alcanza un valor de 14.9°C y para el periodo de 1962-66 fue de 17.7°C; sin embargo, la temperatura máxima absoluta para 1968 fue de 35.4°C, la temperatura mínima fue más elevada 20.5°C con respecto a los 17.2°C de 1966 y la temperatura media se mantuvo prácticamente igual desde 1966 a 1968 con un promedio de 28.5°C, lo cual señala al año 1968 como el año más cálido del periodo 1962-68.

- **Viento**

La dirección predominante fue del ENE, con una velocidad máxima registrada de 15.2 m/seg.; sin embargo, la velocidad media varió de 2.4 m/seg en 1962 a 0.9 m/seg. en 1968, esta disminución de la velocidad fue registrada a partir de 1964. Entre los meses marzo a junio la diferencia de las velocidades medias mensuales es mayor, a favor del año 1962, mientras que de agosto hasta diciembre esta presentó valores mínimos.

- **Precipitación**

Para 1968 enero fue el mes más lluvioso de la Isla de Margarita, con un 17.4% del total caído en el año, y por su parte mayo fue señalado como el mes más seco, coincidiendo con el registro del periodo 1964-1967. Las pocas precipitaciones fueron característicamente muy dispersas, la mayor cantidad de lluvia registrada en un día fue de 33.8 mm. De los 366 días del año apenas se registraron 79 eventos lluviosos,

de los cuales 21 fueron lluvias inapreciables (0.0 mm), 20 entre 0.1 y 1.0 mm., 24 entre 1.1 y 4.9 mm. y 14 mayores de 5mm. El total de lluvia registrada durante 1968 fue de 262.3 mm. y en 1967 se registró un promedio de 337.4 mm (CONTRERAS, 1969).

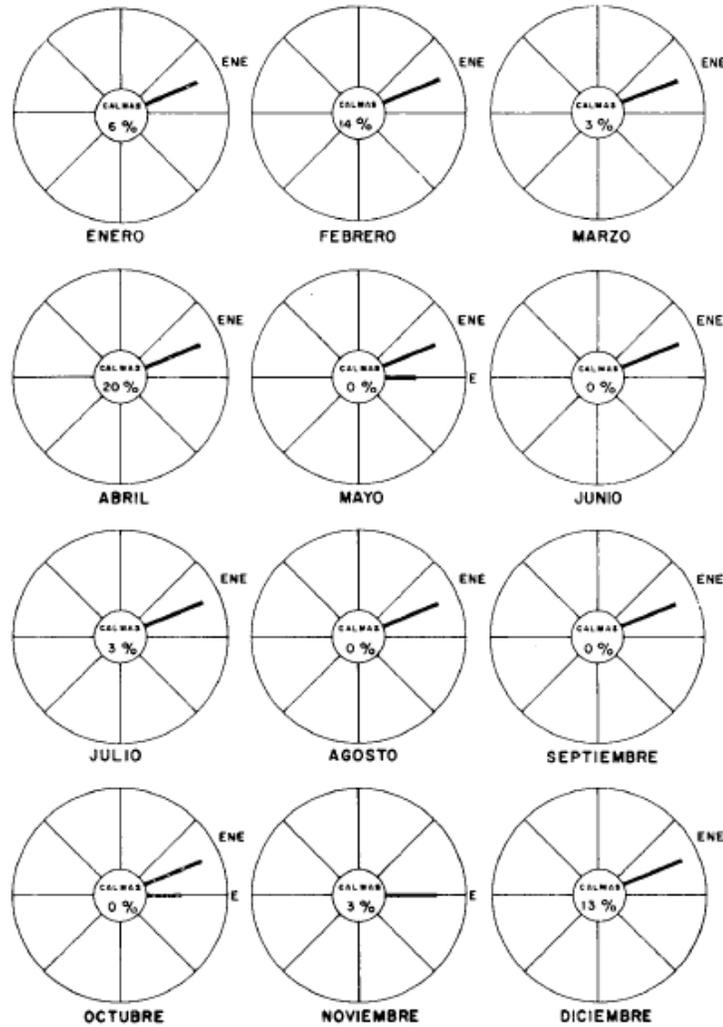


Figura 22 Dirección prevaleciente del viento. Tomado de Contreras (1969).

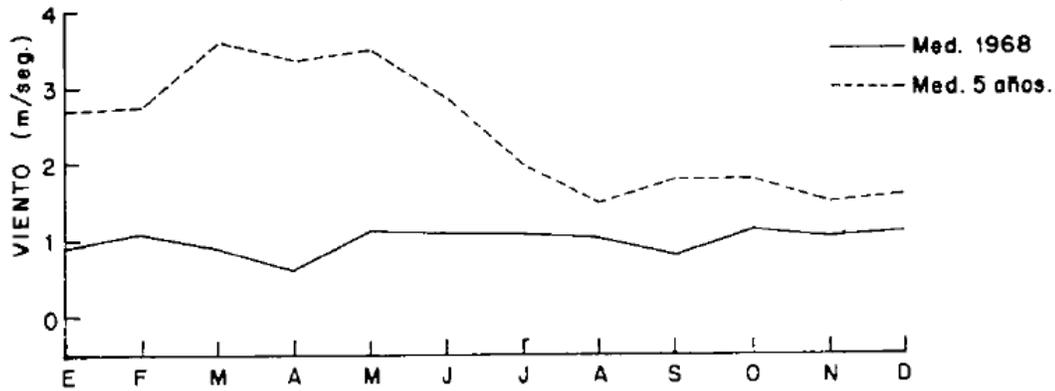


Figura 23. Gráfico comparativo de la velocidad media del viento entre 1968-62. Tomado de CONTRERAS (1969).

- **Radiación solar**

En 1968 la máxima radiación recibida en un día fue de 515 cal/cm³ y la mínima 147 cal/cm³; mientras que la radiación total recibida durante dicho año fue de 156.826 cal/cm³, representando una disminución de 3.713 cal/cm³ con respecto a los datos registrados en 1967.

- **Insolación**

Durante 1968 hubo 137.1 horas más de Sol que en 1967, lo cual se tradujo como un aumento de temperatura. El valor mínimo diario fue registrado el mes de julio, con un valor de 0.0 horas. La máxima cantidad de horas de Sol fue presentada el mes de octubre, con un total de 295.2 horas, y en 1967 el registro fue de 285.2 horas; asimismo la mínima cantidad registrada en promedio para ambos años tuvo un valor de 235.0 horas y tuvo lugar en el mes de abril (CONTRERAS, 1969).

- **Humedad relativa**

El valor medio de este parámetro es bastante ajustado, pues durante el verano la disminución fue muy evidente y en los meses lluviosos el promedio no llegó al 75%. El valor mínimo registrado fue de 28% y el descenso del día ocurre entre las 12:00 y las 14:00, mientras que los valores máximos tuvieron lugar durante la noche y hasta

las 7:00, cuando comienza a calentar el Sol y el viento a soplar. La humedad media para 1968 fue 67%.

- **Evaporación**

En la Isla de Margarita para 1968 la cantidad total de agua evaporada fue de 2526.1 mms., contra 262.3 mms. de lluvia, lo que indica que la precipitación solo alcanzó valores del 10% de la evaporación.

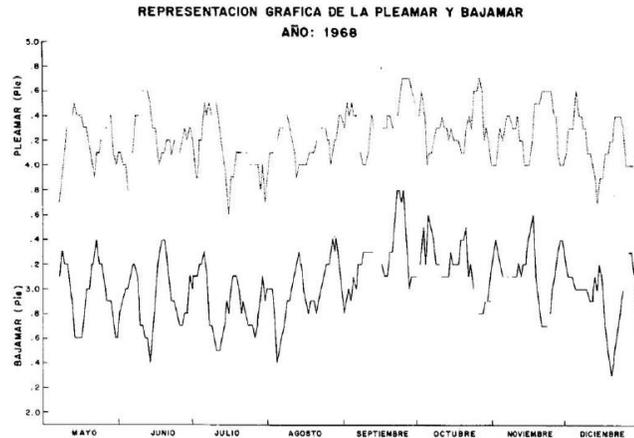


Figura 24. Representación gráfica de la pleamar y bajamar, 1968 Tomado de CONTRERAS (1969).

V.1.2. Parámetros mareográficos

- **Mareas:**

Durante 1968 el tipo predominante son las mareas diurnas, la marea semidiurna se presenta con las fases lunares: luna llena y nueva, produciéndose dos pleas y dos bajas en un día y tiene una duración de unos cuatro días. En general, en un mes la marea semidiurna se hace presente en nueve días y el resto es diurna (CONTRERAS, 1969).

- **Temperaturas:**

La oscilación mensual es pequeña, la máxima tuvo lugar en noviembre con 4.4°C, la del agua presenta una oscilación más pequeña de 2.4°C.

V.2. AGENTES CLIMÁTICOS Y DINÁMICAS RECIENTES

V.2.1. Condiciones climáticas locales

La precipitación acumulada mensual presenta una variación de 9 a 52 mm/mes y la menor precipitación se registra durante enero y julio. A partir de junio los registros de lluvia presentan un incremento en sus registros de entre 52 mm/mes en el mes de noviembre y 51 mm/mes durante el mes de diciembre. El promedio anual de precipitaciones acumuladas es de 359 mm/año (LOPEZ Y & TROCCOLI, 2014)

De acuerdo con el análisis de anomalías, las sequías extremas se registraron en los años: 1972, 1982, 1992 y 2003, con una anomalía de $\bar{X} = 186$ mm/año. El ciclo de máximas lluvias abarcó los años: 1975, 1988, 1999 y 2008 $\bar{X} = 735$ mm/año, con una anomalía de $\bar{X} = 425$ mm/año.

Además de esto, el autor refiere que a través del análisis de conglomerados se distinguieron dos períodos con características pluviométricas distintas: el primero de enero a junio con mínima pluviosidad ($\bar{X} = 16$ mm/mes) y el segundo entre julio y diciembre con máxima de $\bar{X} = 44$ mm/mes. Por otro lado, la evaporación acumulada mensual varía de 214 mm/mes en el mes de diciembre a 305 mm/mes en abril, con promedio de 263 mm/mes.

Respecto a la variación interanual, SILVA (2010) señala que es frecuente que la precipitación anual sea muy cambiante y por esta razón se reconocen años secos y lluviosos en una localidad. El comportamiento en este caso parece seguir un ciclo interdecadal, tanto para los años secos como para los lluviosos. Asimismo, puede observarse un incremento en la frecuencia de estos ciclos: 13 años entre 1975 y 1988; 11 entre 1988 y 1999 y 10 entre 1999 y 2008 (Figura 27).

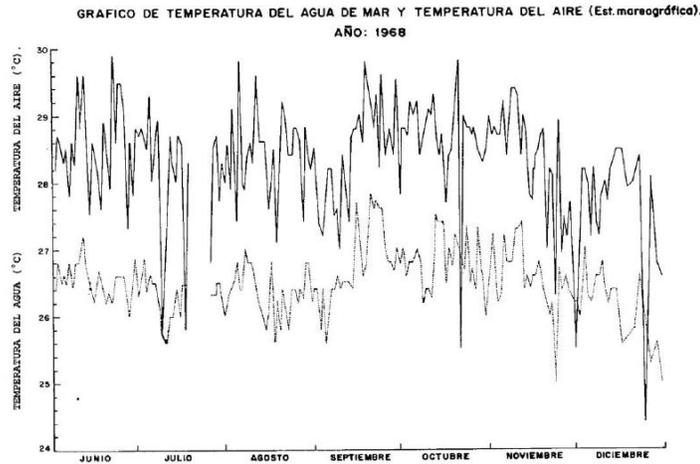


Figura 25.Representación gráfica de la temperatura del agua del mar y de la temperatura del aire, 1968. Tomado de CONTRERAS (1969)

Al mismo tiempo, este tipo de variaciones interdecadales en la pluviosidad han sido reconocidas previamente en el Atlántico Norte Tropical (ALFARO, 2002), Colombia (POVEDA 2004) y sobre la cuenca de Cariaco (TAYLOR *et al.* 2012). Asociándose en todos los casos a una posible relación con ciclos naturales vinculados a cambios en la presión atmosférica, debido a eventos de la oscilación del Atlántico Norte (LÓPEZ & TROCCOLI, 2014).

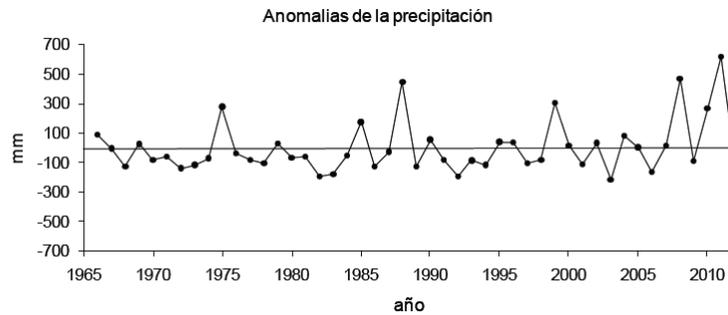


Figura 26.Variación anual de las anomalías de la precipitación acumulada en la Isla de Margarita. Años 1966-2012. Tomado de LÓPEZ & TROCCOLI, (2014).

V.2.2. Agentes dinámicos costeros

La velocidad del viento presenta un promedio de 5.2 m/s, por lo cual muestra un comportamiento inverso a las precipitaciones. De esta manera, los primeros meses del año aumenta progresivamente la velocidad del viento, hasta el máximo $\bar{X} = 6.4$ m/s en abril y disminuye en octubre hasta el mínimo de $\bar{X} = 4.3$ m/s (Figura 28). A su vez, se registran las máximas velocidades durante febrero hasta junio $\bar{X} = 6.1$ m/s en las que prevalecen las direcciones Este y Este-Noreste y que corresponden con la surgencia costera del área de estudio (LÓPEZ & TROCCOLI, 2014).

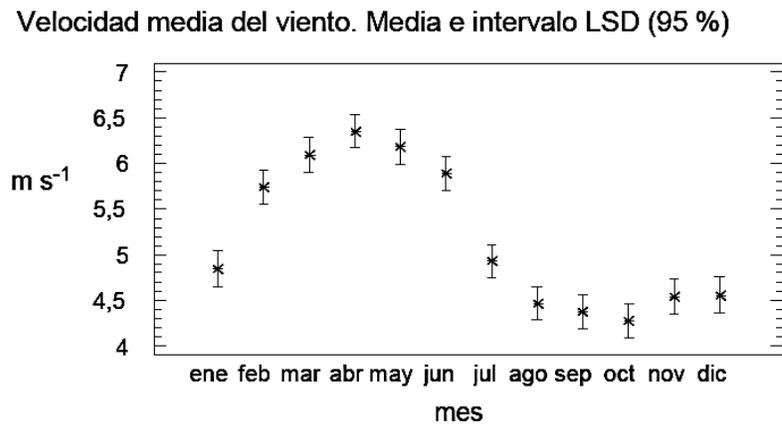


Figura 27. Velocidad media del viento en la Isla de Margarita. Años 1975-2008. Tomado de LÓPEZ & TROCCOLI, (2014).

Según los datos horarios obtenidos en campo en la zona de Punta de Piedras a través de la estación meteorológica de La Fundación La Salle durante todo el año 2005, se presentó la dirección predominante hacia el NNE con un promedio de 7° y 9° desde el Norte al igual que una Velocidad de 15,48 km/h (8,36 nudos) y 16,1 km/h (8,69 nudos) respectivamente.

Otras direcciones como SW, SE y E son predominantes debido a la acción de la cadena montañosa en la zona oriental como el macizo Copey donde existen alturas superiores a los 800 y 900m respectivamente, que producen que las direcciones

originales sean desviadas. Al igual la velocidad medida en sitio fue de 8 nudos (15 kph) en promedio (LAVADO & MATOS, 2007).

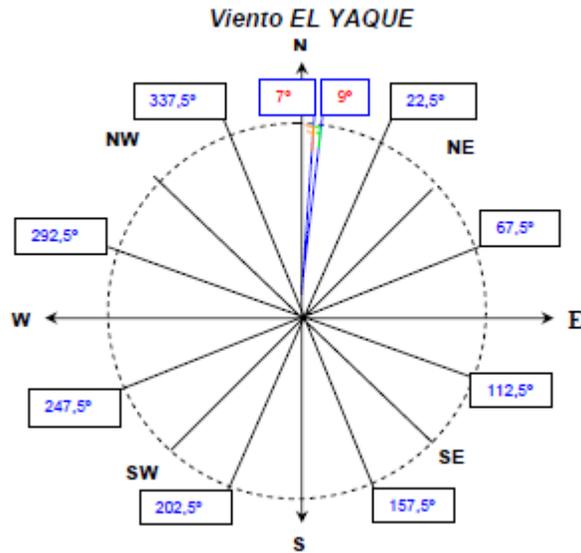


Figura 28. Dirección de los vientos de la estación Pta. de Piedras. Tomado de LAVADO Y MATOS, (2007)

Por otra parte, en la región nororiental la predominancia de los alisios del este permite que existan condiciones favorables durante todo el año, para que se active la surgencia costera (APARICIO & CONTRERAS, 2003). Por lo cual, se presume que la magnitud es el factor que condiciona el mecanismo de surgencia en la Isla de Margarita, incluso mucho más que el factor de la dirección del viento. Conjuntamente, el tiempo también debe durar la intensidad adecuada para que se pueda producir la surgencia, la cual debe mantenerse 1 – 2 semanas para que se observen cambios en el mar (LÓPEZ & TROCCOLI, 2014).

Por otro lado, la dirección de los vientos provienen principalmente del cuadrante norte con valores dentro del rango 65° y 83°, siendo este el patrón direccional del viento predominante en la zona geográfica de la Isla de Margarita, donde presenta un valor registrado de la dirección principal de 76°. Además, las temperaturas del aire presentan valores entre los 26.6° y 32°C (MEDINA & VARELA, 2017).

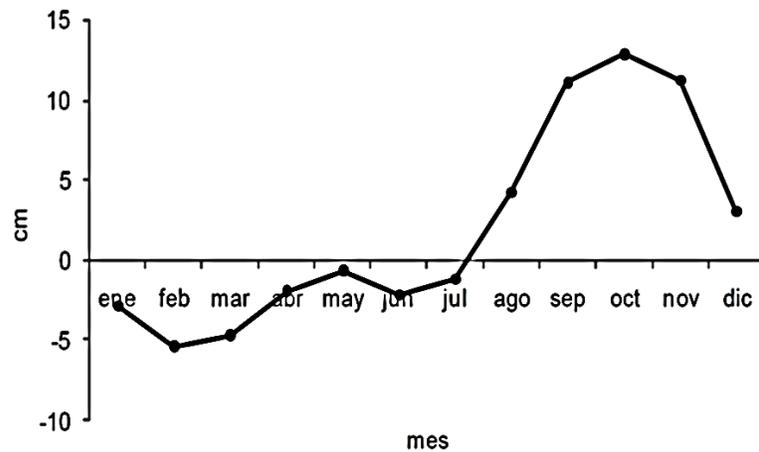


Figura 29. Variación mensual promedio de la altura de la marea, en la estación mareográfica de Punta de Piedras (1992-2004). Tomado de Fundación La Salle de Ciencias Naturales.

En la región oriental de Venezuela, los rangos de alturas de mareas varían entre 45 y 85 cm, los máximos rangos ocurren durante el lapso agosto-noviembre y los mínimos en febrero-marzo (Aparicio 2003). Asimismo, en el Sur de la Isla de Margarita, las mediciones del nivel del mar de la estación mareográfica de Punta de Piedras señalan rangos entre 39 y 55 cm (Figura 30), coincidiendo las mareas más altas del año con el período lluvioso y las más bajas con el seco. El ciclo diario es mixto, predominantemente diurno, con una altura media de 17 cm y variaciones provocadas principalmente por la topografía (LÓPEZ & TROCCOLI, 2017).

En cuanto a los patrones del oleaje, los mismos provienen principalmente del cuadrante noreste, coincidiendo con el patrón direccional de los vientos dominantes de la Isla de Margarita, con valores de entre los 56° y los 80°. La altura de las olas alcanza promedios de 0.5 a 1.6 m y predominan las olas marginales. El efecto combinado de las corrientes litorales y las corrientes originadas por el viento, junto con la refracción del oleaje y la rompiente de las olas sobre la playa, son los factores que generan el movimiento de los granos de las arenas y por consecuencia, dan inicio al acarreo litoral.

CAPITULO VI

RESULTADOS

VI.1. MORFOLOGÍA COSTERA Y EVOLUCIÓN EN LOS CAMBIOS DE LA LÍNEA DE COSTA

Se muestra un conjunto de imágenes satelitales de la zona de estudio (figura 31) donde se observa la morfología costera presente en cada localidad estudiada, la línea de costa actual y la ubicación de los puntos de estudio de recolección de muestras.



Figura 30. Morfología costera y puntos de ubicación en la zona de estudio.

Elaboración: propia. Imágenes tomadas de *Google Earth*, 2017.

Se detalla a continuación mediante un cuadro resumen el paisaje y la morfología costera presente en cada una de las localidades estudiadas (Tabla 6).

Tabla 6. Tabla resumen de la morfología costera correspondiente a cada localidad estudiada.

LOCALIDAD	PUNTOS DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS	DESCRIPCIÓN DEL PAISAJE
Playa Bella Vista	P1, P2, P3, P4	Se trata de una costa urbanizada cuya morfología costera es una bahía alargada con aproximadamente unos 1.7 km de largo y 30 metros de ancho. El frente de playa posee una pendiente relativamente suave de 4° de inclinación en promedio. Se encuentra limitada al oeste con la desembocadura del río El Valle y al este con la salida del sistema fluvial de la laguna El Morro. Cuenta con tres estructuras costeras: un par de malecones en la desembocadura del río, un dique de aproximadamente 2 m de altura y 200 m de largo al comienzo de la bahía y un espigón justo después de este dique el cual da comienzo a la denominada playa Bella Vista; así mismo, las construcciones urbanas se encuentran a escasos metros del frente de playa, cuyos desagües de aguas servidas desembocan en la orilla de la playa.

<p>Playa Concorde</p>	<p>P5</p>	<p>Esta playa es parte de una morfología costera modelada por el oleaje, la cual además ha sido producto de la intervención del hombre con el fin de modificar el paisaje de la misma para el disfrute turístico. Cuenta con aproximadamente 415 m de largo y su paisaje se describe como una concavidad suave que limita al oeste con un espigón lateral de aproximadamente 80 m de largo y al este con el Morro El Palmar. En esta playa se encuentra el desarrollo de una marina turística hacia el lado noroeste de la playa, así como un conjunto de restaurantes en el frente la playa.</p>
<p>Playa Valdez</p>	<p>P7</p>	<p>Es una bahía estrecha rodeada de rocas metamórficas, con unos 220 m de largo y 24 m de ancho aproximadamente. Limita al oeste con un acantilado costero y al este con un muelle de 330 m de largo (muelle de Puerto Valdez). Se trata de un puerto pesquero de aguas tranquilas.</p>
<p>Playa La Caracola</p>	<p>P10</p>	<p>Es una playa angosta que se extiende a lo largo de un cordón litoral, el cual se desarrolla en la parte externa del sistema laguna-albufera de Laguna Blanca. Cuenta con 2.5 km de largo y unos 34.3 m en promedio de ancho, el frente de playa</p>

		<p>posee una pendiente media de 6° de inclinación en promedio y predominan las arenas medias a lo largo de la playa. Su límite izquierdo es el muelle de Puerto Valdez y hacia el costado derecho de la playa se encuentra limitada con un espigón de 43.25 m de largo en forma de T; en este extremo de la playa se localiza un conjunto de edificaciones las cuales están ubicadas cercanas al frente de playa.</p>
Playa Bay Side	P13	<p>Es una bahía estrecha de playa amplia de unos 223 m de largo y 60 m de ancho. Se encuentra limitada en el extremo izquierdo por un espigón en T que la separa de la playa La Caracola, y en el extremo derecho se encuentra la marina Bay Side la cual consta de un espigón en forma de L y un rompeolas en L paralelo a la línea costera. Es una playa de aguas tranquilas debido a la acción que tienen las infraestructuras costeras presentes.</p>
Playa Venetur	P14	<p>Es una playa estrecha con 345 m de largo y 44 m de ancho, tiene una morfología rectilínea y la pendiente del frente de playa no excede los 5° de inclinación. En frente de la playa se encuentra la construcción del Hotel Venetur, hacia el extremo izquierdo se encuentra la marina Bay Side y un</p>

		acantilado costero de 10 m de altura limita el final de esta playa.
Playa Moreno	P15	Es un playa corta muy influenciada por el hombre, hacia el oeste se encuentra un conjunto de galpones en la orilla de la playa que limita el flujo natural de los procesos costeros y se observa la construcción de una rampa de concreto sumergida de unos 5 m de largo para fines comerciales. Hacia la zona este se encuentra una pequeña bahía que cuenta con un muelle de madera de 50 m de largo y tiene función de puerto pesquero, y al mismo las infraestructuras del mismo están en el frente de playa. Se observan afloramientos de rocas sedimentarias presentes en esta playa.
Playa El Ángel	P16	Es una playa estrecha con 772 m de largo y 15 m de ancho en promedio, tiene una morfología rectilínea y la pendiente del frente de playa no excede los 5° de inclinación. Posee una ligera concavidad y comienza en el borde de un acantilado costero hasta extenderse hacia el norte, donde es delimitada por un espigón de 67 m de largo perpendicular a la línea costera.

<p>Playa Bahía Dorada</p>	<p>P18</p>	<p>Se trata de una playa estrecha con 378 m de largo y 18 m de ancho en promedio. Tiene una morfología rectilínea ligeramente cóncava y está delimitada por dos espigones perpendiculares a la línea costera que la divide de playa El Ángel y de la playa Círculo Militar. Las edificaciones aquí presentes se encuentran a escasos metros del frente de playa.</p>
<p>Playa Círculo Militar</p>	<p>P19</p>	<p>Es una playa estrecha que cuenta con 416 m de largo y 13 m de ancho, delimitada al sur por un espigón de 50 m de largo cuyo extremo alberga la construcción de un restaurant y hacia el norte se ubica el Castillo San Carlos de Borromeo. Al igual que en la playa de Bahía Dorada las edificaciones se encuentran muy cercanas al frente de playa y se observa abundancia de vegetación reduciendo la zona costera a unos escasos metros.</p>
<p>Playa Pampatar</p>	<p>P20</p>	<p>Se trata de una bahía urbanizada con aproximadamente unos 700 m de largo y 14 m de ancho. El frente de playa posee una pendiente relativamente suave de 4° de inclinación en promedio. Se encuentra limitada al oeste con el Castillo San Carlos de Borromeo y al este con un cabo</p>

		conformado por rocas sedimentarias de 11 m de altura. Cuenta con dos estructuras costeras: hacia el oeste un muelle de concreto de 225 m de largo y hacia el este un muelle de madera de 55 m de largo donde funciona un pequeño puerto pesquero; asimismo las construcciones urbanas se encuentran a escasos metros del frente de playa.
Playa La Caranta	P21	Es una bahía estrecha limitada al oeste por un cabo de 11 m de altura y al este por un muelle de 150 m aproximadamente que la divide de playa Juventud. Cuenta con unos 138 m de largo y 12 m de ancho aproximadamente. Se trata de un pequeño puerto pesquero de aguas tranquilas.
Playa Juventud	P23	Es una bahía estrecha de playa amplia, que cuenta con unos 100 m de largo y 19 m de ancho aproximadamente. Limita al oeste con un muelle de 150 m aproximadamente y al este con acantilado costero de rocas sedimentarias. Es una playa turística con unos 6° de inclinación del frente de playa.
Playa Beach Bar	P24	Es una bahía estrecha pequeña rodeada de rocas sedimentarias, con unos 45 m de largo y 10 m de ancho aproximadamente. Limitada en ambos extremos por

		acantilados costeros. Es una playa turística muy influenciada por la acción del hombre, la cual cuenta con una cancha y un restaurant en el borde este de la playa.
Playa Guacuco	P26, P28	Es una playa estrecha con 1.3 km de largo y 14 m de ancho en promedio, tiene una morfología rectilínea y la pendiente del frente de playa es de aproximadamente 8° de inclinación. Las infraestructuras están en el frente de playa y cuenta con la presencia de un espigón de 70 m de largo hacia el sur; y al final de la playa, hacia el norte, se encuentra un acantilado costero constituido por rocas metamórficas, el cual pone el límite de dicha playa.

VI.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

A continuación se describen en sentido oeste a este (Porlamar – Playa Guacuco), los resultados obtenidos del análisis granulométrico realizado a cada una de las muestras tomadas en la zona de estudio: tabla con datos granulométricos (ver anexo 1), histogramas de frecuencia, curvas de frecuencia, curvas de frecuencia acumulada y parámetros granulométricos. Cabe recordar que los puntos Pn.1 representan zona de bañado y Pn.2 las zonas de batida de oleaje.

El análisis realizado para el cálculo de escogimiento por Folk (1974) no corresponde a los valores arrojados por Pettijohn (1975), se debe a que las muestras presentan rangos de tamaño sólo en arenas y la formulación de estas ecuaciones aplica para rangos más amplios, este hallazgo fue notificado por Trask (1938).

PUNTO 1 (Playa Bella Vista)

• **Muestra P1.1**

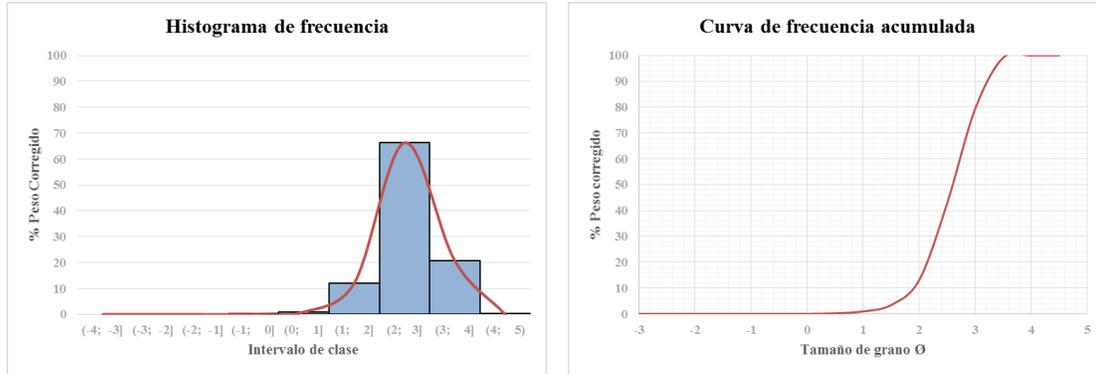


Figura 31. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P1.1

Tabla 7. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P1.1

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,60	Arenas finas
Mz	2,58	Arenas finas
σ_1	0,51	Moderadamente bien escogido
SK1	-0,10	Asimétrica hacia tamaños gruesos
KG	1,02	Mesocúrtica

• **Muestra P1.2**

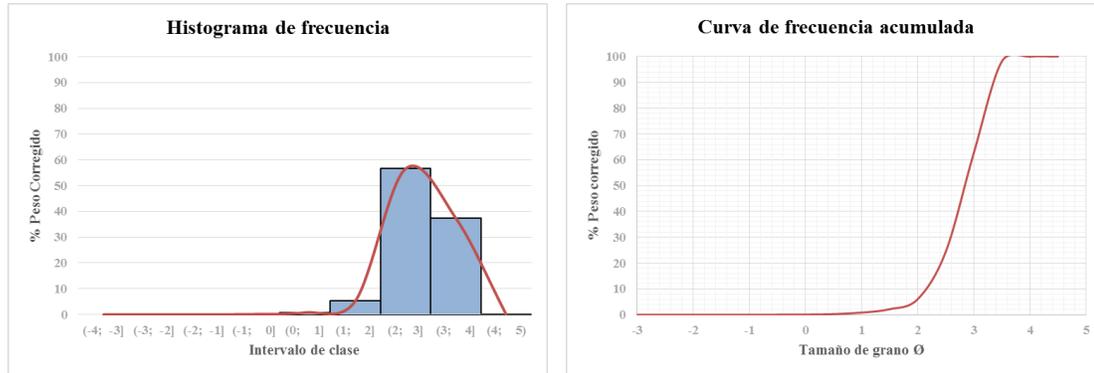


Figura 32. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P1.2

Tabla 8. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P1.2

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,84	Arenas finas
Mz	2,81	Arenas finas
σ_1	0,46	Bien escogido
SK1	-0,14	Asimétrica hacia tamaños gruesos
KG	0,97	Mesocúrtica

Análisis:

El punto 1 lo comprende el resultado de dos muestras tomadas en el costado derecho de la desembocadura del río El Valle, corresponde a la muestra P1.1 tomada en la zona de playa alta y la muestra P1.2 tomada en la zona de vaivén; ambas muestras son unimodales y el mayor porcentaje de material retenido se encuentra en

el intervalo (2, 3], que corresponde a arenas finas. En los sedimentos de este punto, el escogimiento varía de moderadamente bien escogido en la muestra P1.1 a bien escogido en la muestra P1.2 y presentan una distribución mesocúrtica y asimétrica hacia los gruesos; están compuestos en su mayoría por arenas (99,98%) en menor proporción gravas, limos y arcillas.

PUNTO 2 (Playa Bella Vista)

• **Muestra P2.1**

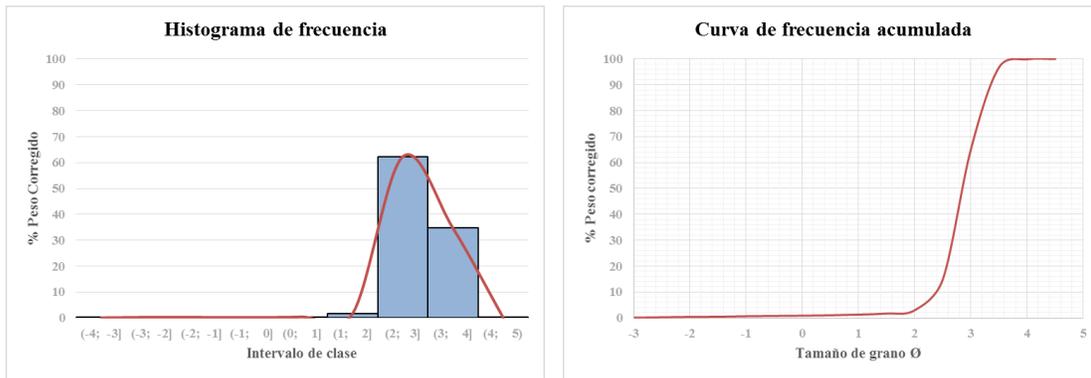


Figura 33. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P2.1

Tabla 9. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P2.1

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,82	Arenas finas
Mz	2,86	Arenas finas
σ_1	0,40	Bien escogido
SK1	0,06	Casi simétrica
KG	1,10	Mesocúrtica

• **Muestra P2.2**

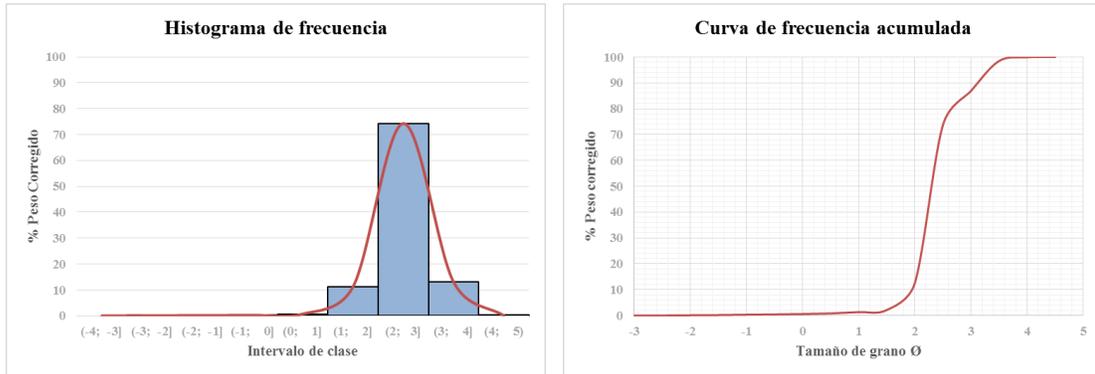


Figura 34. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P2.2

Tabla 10. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P2.2

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,30	Arenas finas
Mz	2,38	Arenas finas
σ_1	0,44	Bien escogido
SK1	0,29	Asimétrica hacia tamaños finos
KG	1,67	Muy leptocúrtica

Análisis:

Para este punto se analizan las muestras P2.1 y P2.2, tomadas en la zona de playa alta y la zona de vaivén respectivamente, donde ambas muestras son unimodales y el tamaño de grano promedio las clasifica como arenas finas bien escogidas. Para la muestra P2.1 se tiene una asimetría hacia tamaños finos mientras que para la muestra P2.2 presenta una distribución casi simétrica y muy leptocúrtica, lo que corresponde

a muestras con un composición de 99% de arenas y un remanente de gravas, limos y arcillas.

PUNTO 3 (Playa Bella Vista)

• **Muestra P3.1**

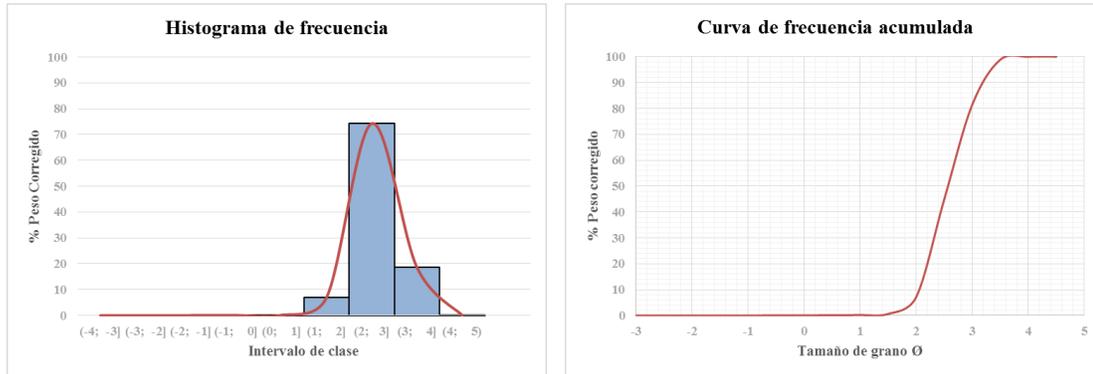


Figura 35. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P3.1

Tabla 11. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P3.1

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,57	Arenas finas
Mz	2,60	Arenas finas
σ_1	0,44	Bien escogido
SK1	0,10	Asimétrica hacia tamaños finos
KG	0,91	Mesocúrtica

• **Muestra P3.2**

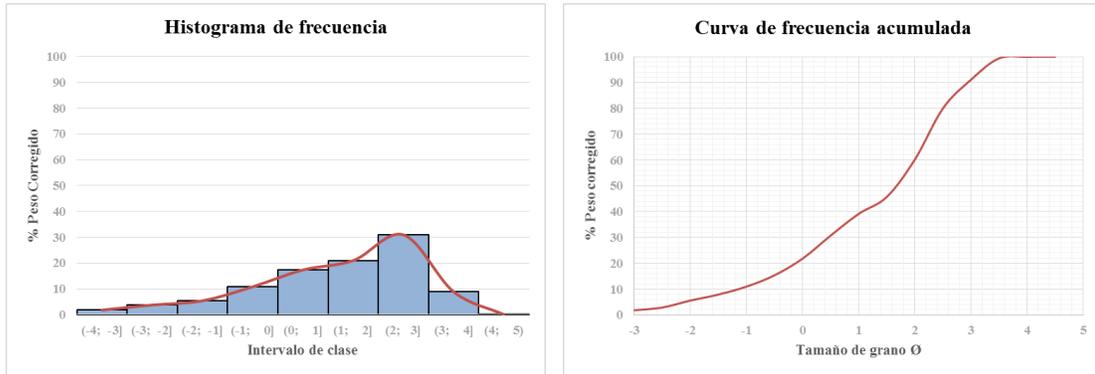


Figura 36. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P3.2

Tabla 12.Tabla de resultados granulométricos de la muestra P3.2

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	1,68	Arenas finas
Mz	1,30	Arenas medias
σ_1	1,57	Mal escogido
SK1	-0,40	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos
KG	0,99	Mesocúrtica

Análisis:

Este punto está constituido por las muestras P3.1 y P3.2, tomadas en zona de playa baja y zona de batida del oleaje respectivamente; ambas muestras presentan una distribución mesocúrtica y unimodal, y el tamaño de grano predominante corresponde a arenas finas. Asimismo, el escogimiento de dichas muestras varía de bien escogido

en la zona de playa alta a mal escogido en la zona de batida; lo cual es correspondiente al lugar donde fue tomada cada muestra, la muestra P3.2 fue tomada en la zona de mayor energía, por lo cual el porcentaje de arenas finas y medias es de (60%), el de arenas gruesas y gravas de 39%, el 1% restante se le atribuye a limos y arcillas, siendo esto el resultado de un nivel de energía variable en el medio; por otro lado la muestra P3.1 fue tomada en la zona de playa alta arrojando un porcentaje del 99% de arenas medias y finas y un 1% correspondiente a arenas gruesas y limos.

PUNTO 4 (Playa Bella Vista)

• **Muestra P4.1**

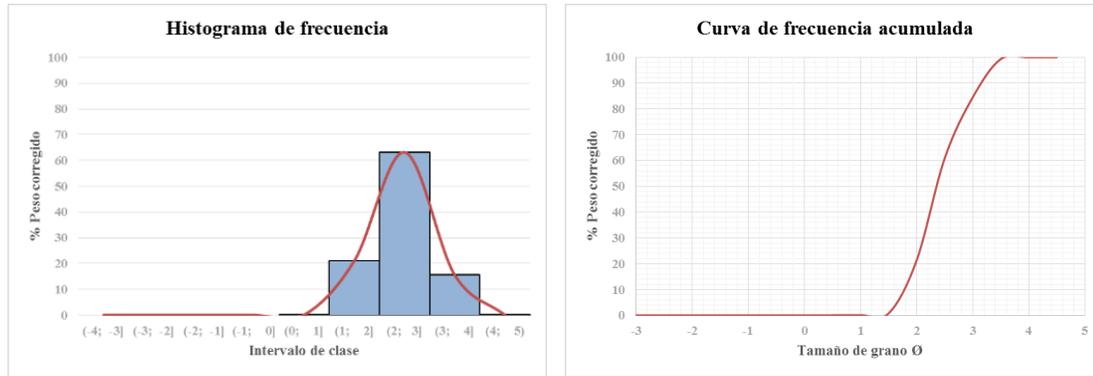


Figura 37. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P4.1

Tabla 13. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P4.1

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,38	Arenas finas
Mz	2,43	Arenas finas
σ_1	0,52	Moderadamente bien escogido
SK1	0,12	Casi simétrica
KG	0,95	Mesocúrtica

• **Muestra P4.2**

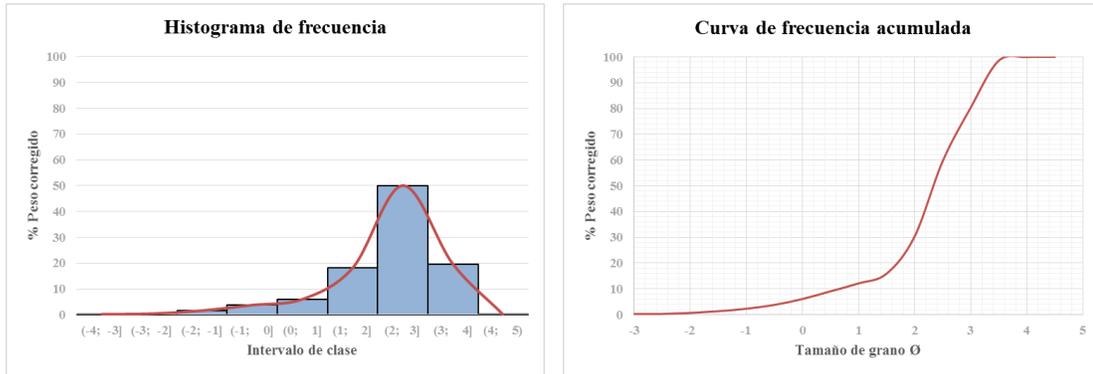


Figura 38. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P4.2

Tabla 14. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P4.2

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,30	Arenas finas
Mz	2,30	Arenas finas
σ_1	0,93	Moderadamente escogido
SK1	-0,20	Asimétrica hacia tamaños gruesos
KG	1,48	Leptocúrtica

Análisis:

Para este punto se analizan las muestras P4.1 y P2.2, tomadas en la zona de playa alta y la zona de vaivén respectivamente, donde ambas muestras son unimodales y el tamaño de grano predominante las clasifica como arenas finas. Por otro lado, se infiere que el sedimento en este punto presenta un escogimiento moderadamente bueno, debido a que para la muestra P4.1 la distribución es mesocúrtica y casi

simétrica, mientras que para la muestra P4.2 se tiene una distribución leptocúrtica y asimétrica hacia tamaños gruesos, lo que indica un nivel de energía constante en el medio. En promedio el porcentaje de arenas en este punto corresponde a un 98,7%, un 1% de gravas y el restante en limos y arcillas.

PUNTO 5 (Playa Concorde)

• **Muestra P5.1**

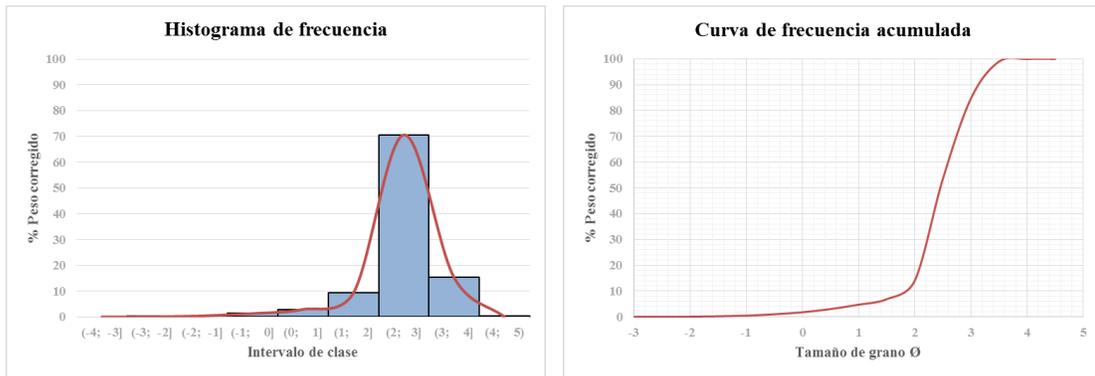


Figura 39. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P5.1

Tabla 15. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P5.1

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,46	Arenas finas
Mz	2,49	Arenas finas
σ_1	0,59	Moderadamente bien escogido
SK1	-0,08	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos
KG	1,46	Leptocúrtica

• **Muestra P5.2**

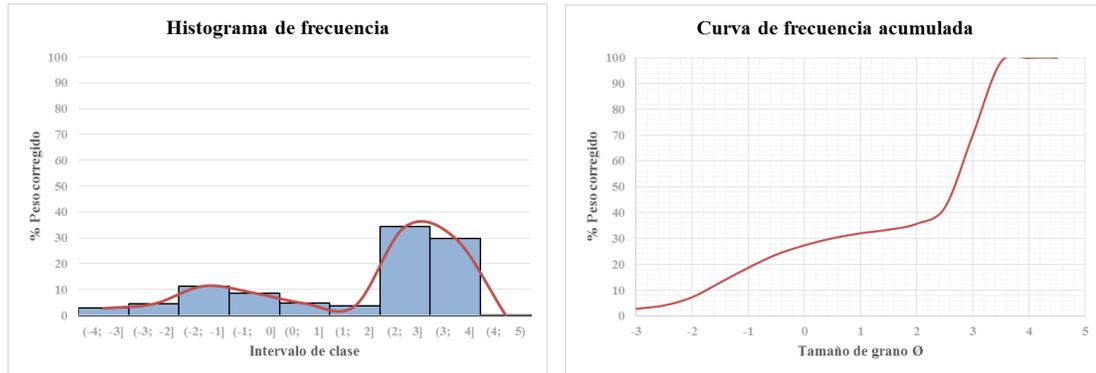


Figura 40. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra 5.2

Tabla 16. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P5.2

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Bimodal	(-2, -1]	Gránulos
	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,68	Arenas finas
Mz	1,54	Arenas medias
σ_1	1,84	Mal escogido
SK1	-0,94	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos
KG	0,57	Muy planicúrtica

Análisis:

Este punto lo constituye las muestras P5.1 y P5.2, pertenecientes a la zona de playa alta y zona de batida del oleaje respectivamente. La muestra P5.1 es unimodal con clasificación de arenas finas moderadamente bien escogidas y muy asimétricas hacia

tamaños gruesos; a diferencia de la muestra P5.2 que presenta una distribución bimodal con mayor retención de material en el intervalo (2, 3] que corresponde a arenas finas mal escogidas. En este punto se puede inferir que existen dos posibles fuentes litológicas distintas de proveniencia de sedimentos con distinto nivel de energía, lo cual es congruente a la localización de este punto de estudio, debido a que se encuentra cercano a un afloramiento y se observa refracción del oleaje.

PUNTO 7 (Playa Valdez)

• **Muestra P7.1**

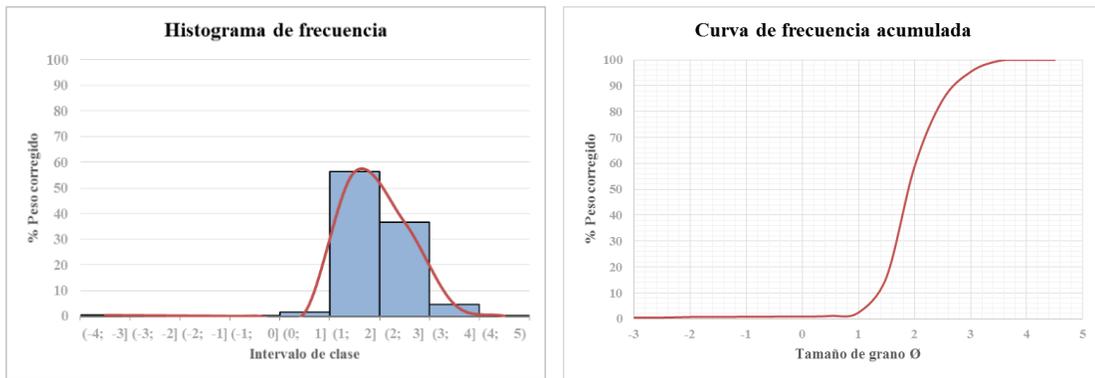


Figura 41. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P7.1

Tabla 17. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P7.1

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(1, 2]	Arenas medias
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	1,70	Arenas medias
Mz	1,90	Arenas medias
σ_1	0,53	Moderadamente bien escogido
SK1	0,51	Muy asimétrica hacia tamaños finos
KG	1,13	Leptocúrtica

Muestra P7.2

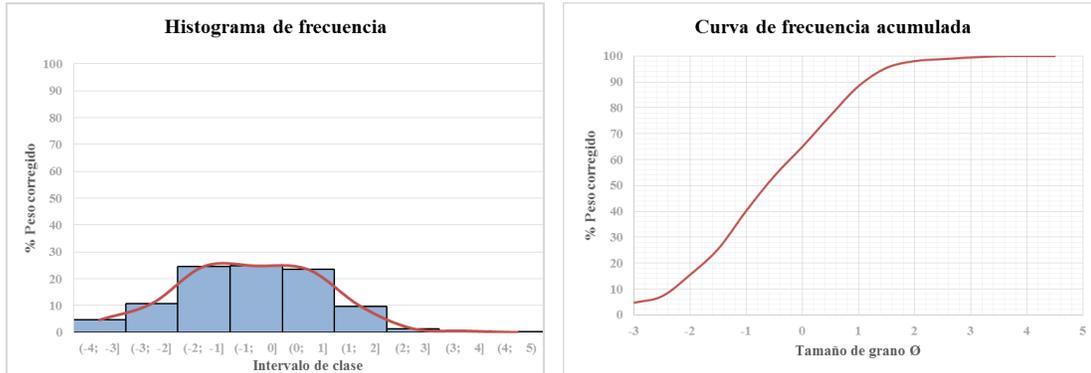


Figura 42. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P7.2

Tabla 18. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P7.2

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(-1, 0]	Arenas muy gruesas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	-0,65	Arenas muy gruesas
Mz	-0,61	Arenas muy gruesas
σ_1	1,65	Mal escogido
SK1	0,15	Asimétrica hacia tamaños finos
KG	1,34	Leptocúrtica

Análisis:

Este punto está constituido por las muestras P7.1 y P7.2, tomadas en zona de playa baja y zona de vaivén respectivamente; ambas muestras presentan una distribución unimodal con asimetría hacia tamaños finos, cuya clasificación según el tamaño de grano corresponde a arenas medias bien escogidas para la muestra P7.1 y arenas muy gruesas mal escogidas para P7.2. La muestras P7.2 presenta una incongruencia en los valores granulométricos obtenidos, debido a que el coeficiente de escogimiento (σ_1)

es de 1.65 lo cual indica un mal escogimiento, mientras que el coeficiente de angulosidad es de 1.34 que corresponde a una curva leptocúrtica que a su vez esta indica un buen escogimiento de los granos.

PUNTO 10 (Playa La Caracola)

• **Muestra P10.1**

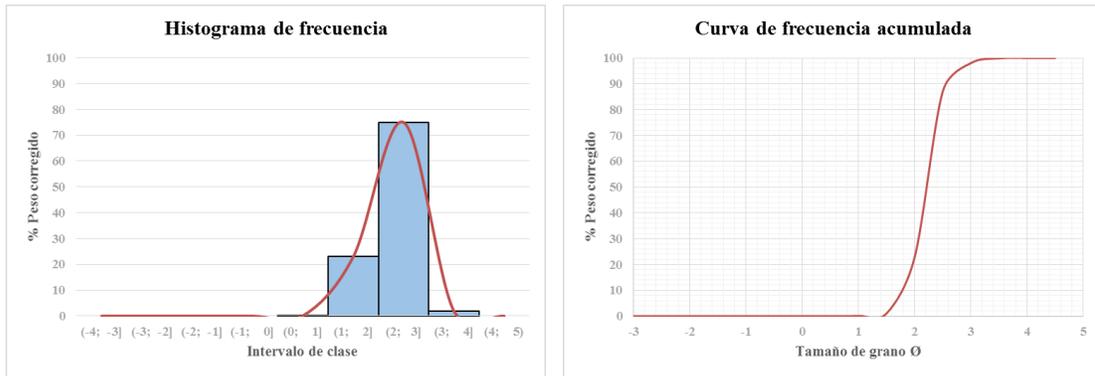


Figura 43. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P10.1

Tabla 19. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P10.1

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,20	Arenas finas
Mz	2,20	Arenas finas
σ_1	0,31	Muy bien escogido
SK1	0,00	Casi simétrica
KG	1,19	Leptocúrtica

• **Muestra P10.2**

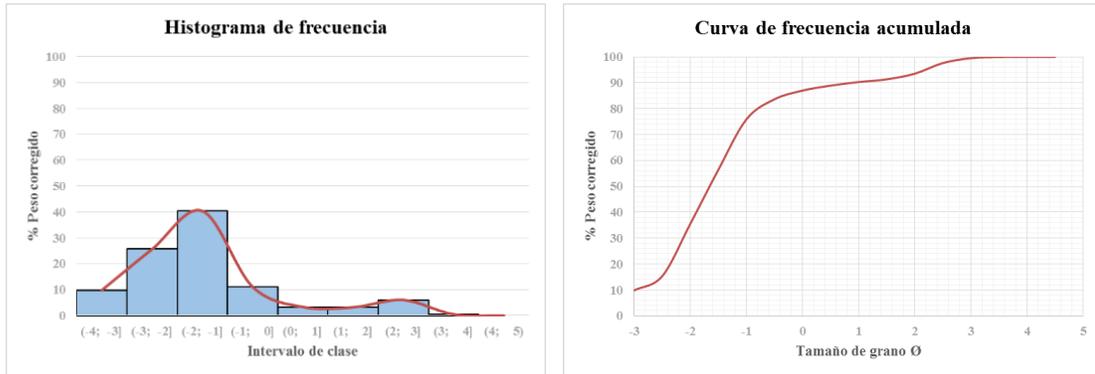


Figura 44. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra 10.2

Tabla 20. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P10.2

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Bimodal	(-2, -1]	Gránulos
	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	-1,67	Gránulos
Mz	-1,53	Gránulos
σ_1	1,42	Mal escogido
SK1	0,25	Asimétrica hacia tamaños finos
KG	2,05	Muy leptocúrtica

Análisis:

Este punto lo constituye las muestras P10.1 y P10.2, pertenecientes a la zona de playa alta y zona de batida del oleaje respectivamente. La muestra P10.1 es unimodal con clasificación de arenas finas muy bien escogidas y con una distribución casi simétrica y leptocúrtica; mientras que la muestra P10.2 es bimodal con mayor

retención de material en el intervalo (-2, -1] que corresponde a gránulos. Para la muestra P10.1 se tiene un 100% de arenas, a diferencia de la muestra P10.2 que está constituida por 76% de gravas y 24% de arenas. Los valores obtenidos de los parámetros granulométricos para P10.2 no coinciden con el gráfico, ya que estos cálculos sólo emplean para casos unimodales, por lo que en este caso se analiza la curva de frecuencia para la descripción de la muestra. En este punto se puede inferir que existen dos posibles fuentes de sedimentos, o bien, una variación en los mecanismos de sedimentación del medio.

PUNTO 13 (Playa Bayside)

- **Muestra P13.1**

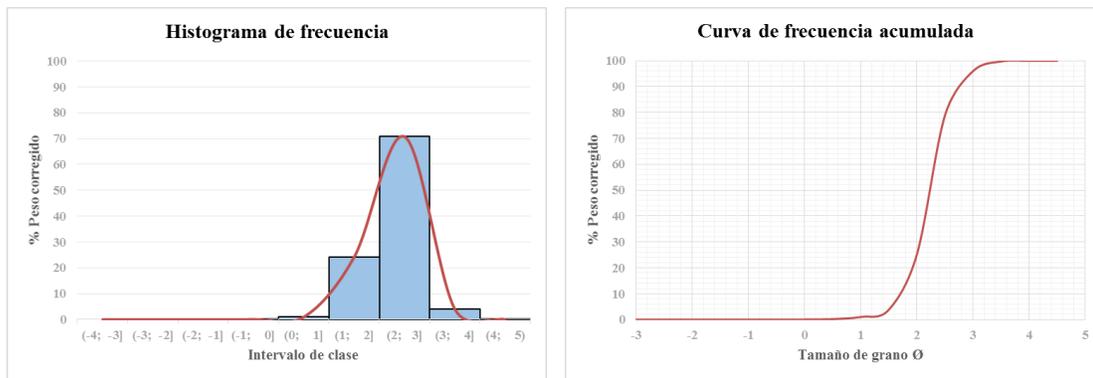


Figura 45. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P13.1

Tabla 21. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P13.1

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,23	Arenas finas
Mz	2,22	Arenas finas
σ_1	0,41	Bien escogido
SK1	0,00	Casi simétrica
KG	1,30	Leptocúrtica

• **Muestra P13.2**

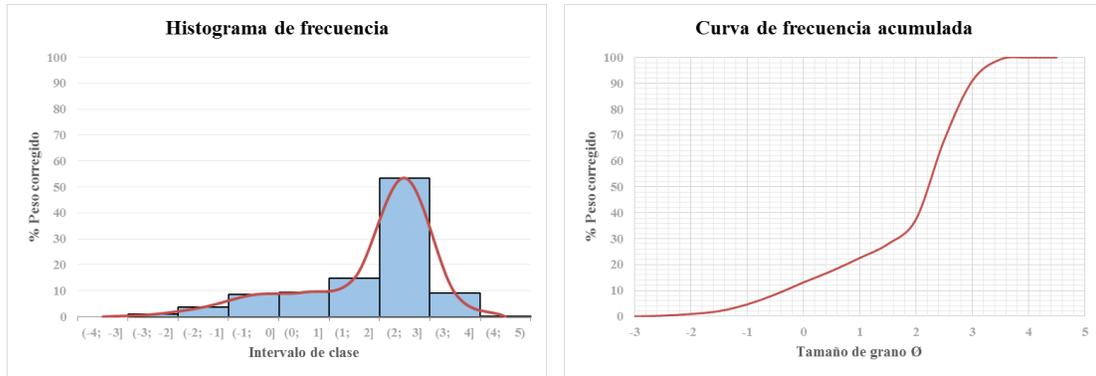


Figura 46. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P13.2

Tabla 22. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P13.2

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,22	Arenas finas
Mz	1,80	Arenas medias
σ_1	1,25	Mal escogido
SK1	-0,52	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos
KG	1,25	Leptocúrtica

Análisis:

Para este punto se analizan las muestras P13.1 y P13.2, tomadas en la zona de playa alta y la zona de batida respectivamente, donde ambas muestras son unimodales y el tamaño de grano predominante las clasifica como arenas finas. En esta zona, el escogimiento varía de bien escogido en la zona de playa alta, a mal escogido en la zona de batida. Presenta una distribución leptocúrtica en ambos casos, sin embargo la muestra P13.1 es casi simétrica y la muestra P13.2 es muy asimétrica hacia los tamaños gruesos; esto indica cambios de la energía promedio del agente de transporte. En promedio el porcentaje de arenas en este punto corresponde a un 97,6%, un 2.3% de gravas y el restante en limos y arcillas.

PUNTO 14 (Playa Venetur)

• **Muestra P14.1**

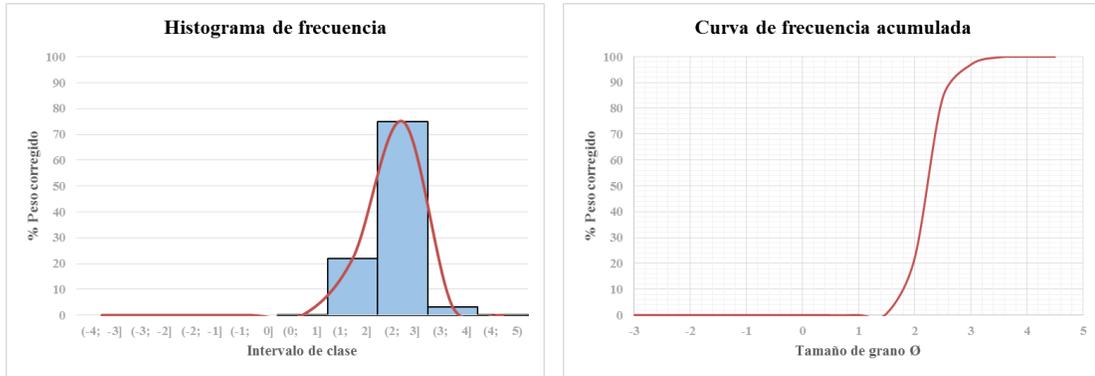


Figura 47. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P14.1

Tabla 23. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P14.1

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,23	Arenas finas
Mz	2,15	Arenas finas
σ_1	0,38	Bien escogido
SK1	-0,11	Asimétrica hacia tamaños gruesos
KG	1,27	Leptocúrtica

Muestra P14.2

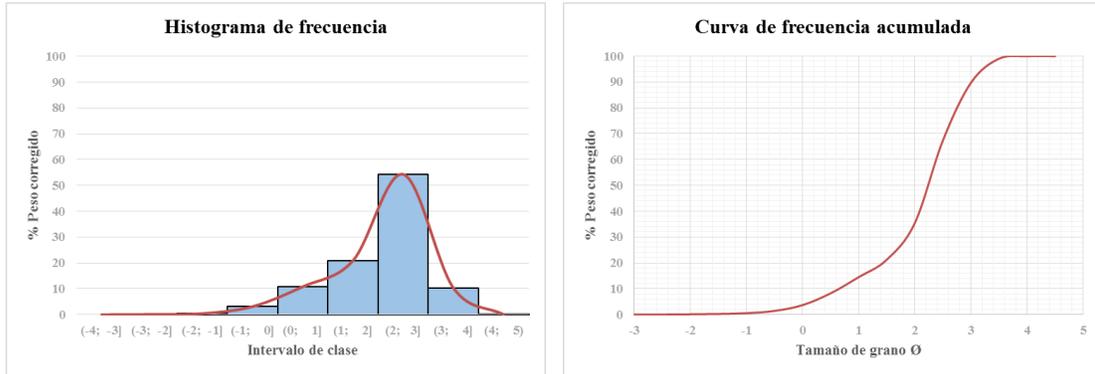


Figura 48. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P14.2

Tabla 24. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P14.2

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,24	Arenas finas
Mz	2,09	Arenas finas
σ_1	0,89	Moderadamente escogido
SK1	-0,31	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos
KG	1,31	Leptocúrtica

Análisis:

Este punto está constituido por las muestras P14.1 y P14.2, tomadas en zona de playa baja y zona de batida respectivamente; ambas muestras son unimodales y el tamaño de grano predominante las clasifica como arenas finas. Asimismo, presenta una distribución leptocúrtica que va de asimétrica hacia tamaños gruesos para la muestra P14.1 a muy asimétricas hacia tamaños gruesos para la muestra P14.2. En esta zona, el escogimiento varía de bien escogido en la zona de playa alta a moderadamente escogido en la zona de batida. En promedio el porcentaje de arenas en este punto corresponde a un 99,70%, un 0,27% de gravas y el restante en limos y arcillas.

PUNTO 15 (Playa Moreno)

• **Muestra P15.1**

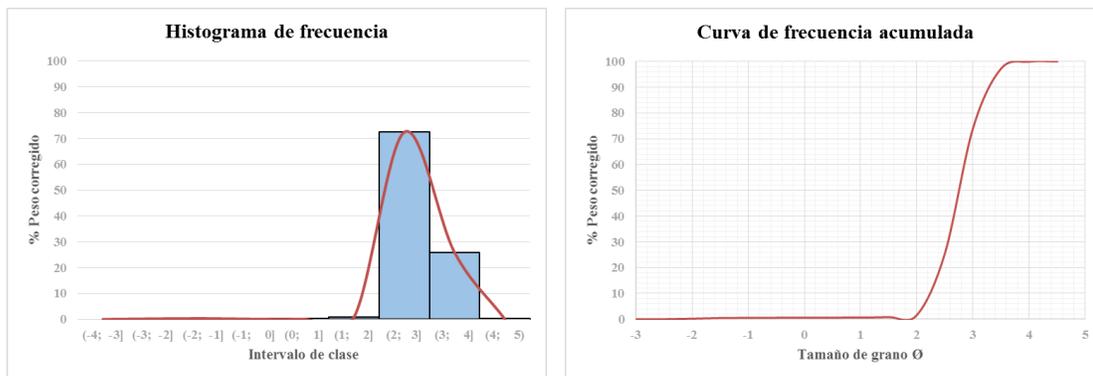


Figura 49. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P15.1

Tabla 25. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P15.1

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,76	Arenas finas
Mz	2,76	Arenas finas
σ_1	0,40	Bien escogido
SK1	0,02	Asimétrica hacia tamaños finos
KG	1,04	Mesocúrtica

• Muestra P15.2

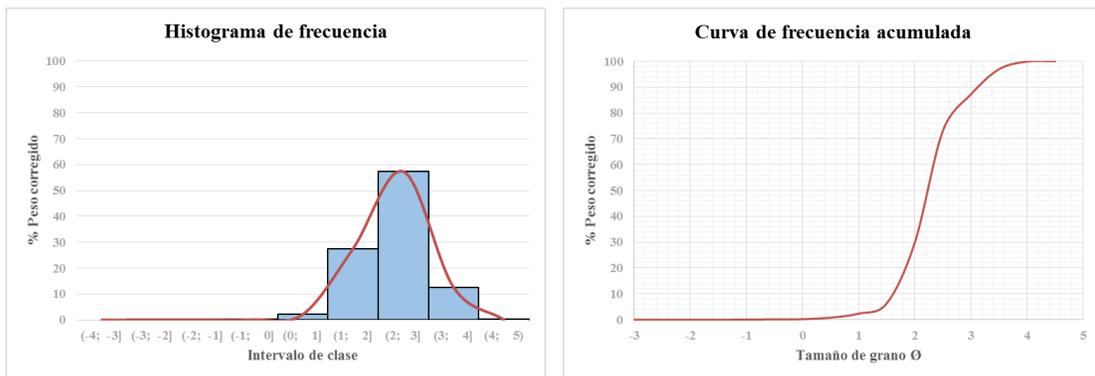


Figura 50. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P15.2

Tabla 26. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P15.2

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,22	Arenas finas
Mz	2,27	Arenas finas
σ_1	0,56	Moderadamente bien escogido
SK1	0,17	Asimétrica hacia tamaños finos
KG	1,28	Leptocúrtica

Análisis:

El punto 15 se constituye por dos muestras recogidas en zona de playa alta P15.1 y en zona de oleaje P15.2, ambas muestras son unimodales con clasificación en arenas finas. En ambas muestras se tiene una asimetría hacia tamaños finos, sin embargo para la muestra P15.1 se tiene una clasificación bien escogida y una distribución mesocúrtica, mientras que para P15.2 la muestra es moderadamente bien escogida y su distribución es leptocúrtica.

PUNTO 16 (Playa El Ángel)

• **Muestra P16.1**

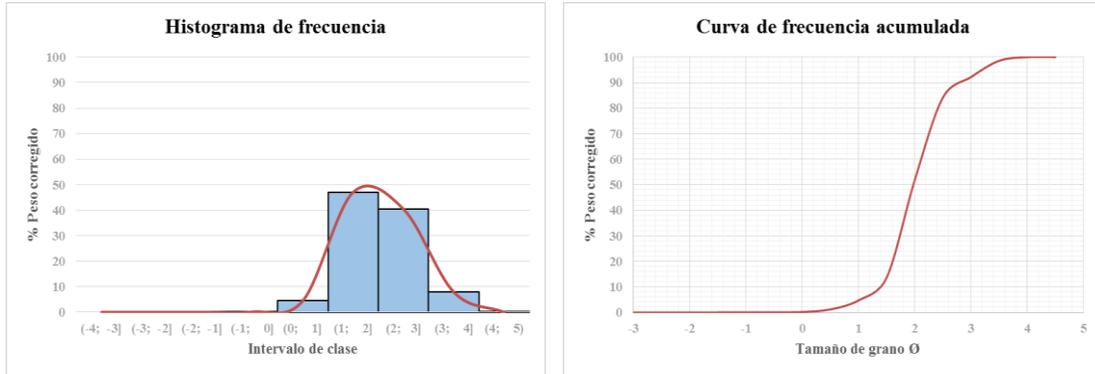


Figura 51. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P16.1

Tabla 27. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P16.1

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(1, 2]	Arenas medias
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	1,98	Arenas medias
Mz	2,01	Arenas finas
σ_1	0,56	Moderadamente bien escogido
SK1	0,13	Asimétrica hacia tamaños finos
KG	1,32	Leptocúrtica

• **Muestra P16.2**

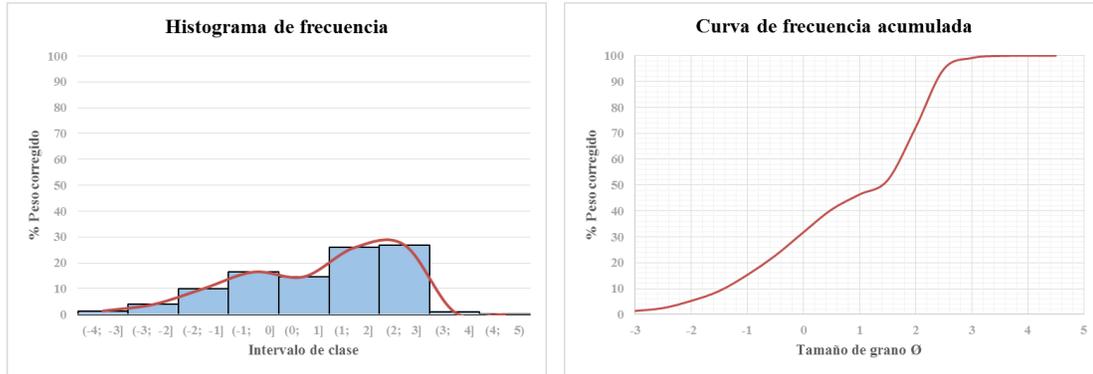


Figura 52. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P16.2

Tabla 28. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P16.2

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Bimodal	(-1, 0]	Arenas muy gruesas
	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	1,43	Arenas medias
Mz	0,97	Arenas muy gruesas
σ_1	1,54	Mal escogido
SK1	-0,47	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos
KG	0,78	Planicúrtica

Análisis:

Este punto está constituido por las muestra P16.1 tomada en zona de playa baja y la muestra P16.2 tomada en la zona de batida. La muestra P16.1 es unimodal con clasificación de arenas medias moderadamente bien escogidas y con una distribución leptocúrtica y asimétrica para tamaños finos; mientras que la muestra P16.2 es

bimodal con mayor retención de material en el intervalo (2, 3] que corresponde a arenas finas, los parámetros granulométricos que presenta esta muestra corresponden a una arena mal escogida y muy asimétrica hacia tamaños gruesos con distribución planicúrtica. En este punto se puede inferir que existen dos posibles fuentes de aporte y una variación en los mecanismos de sedimentación del medio, lo cual es congruente a la localización de este punto de estudio, debido a que se encuentra cercano a un afloramiento y se observa refracción del oleaje.

PUNTO 18 (Playa Bahía Dorada)

• **Muestra P18.1**

Tabla 29. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P18.1

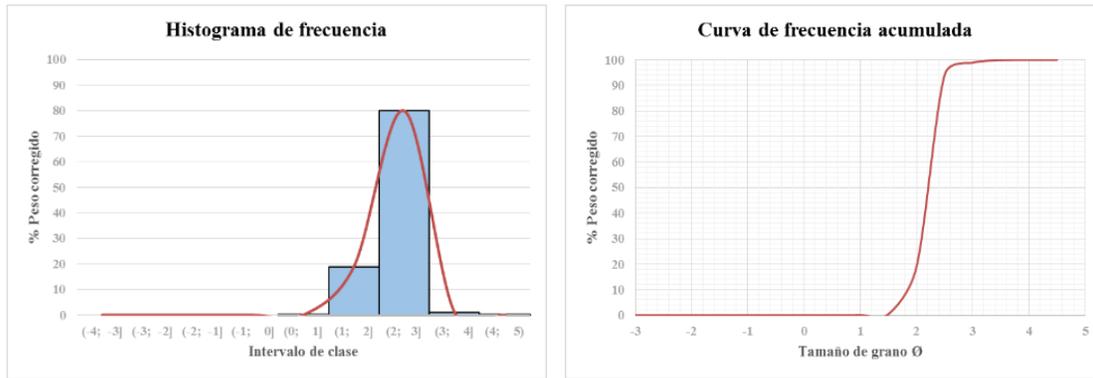


Figura 53. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P18.1

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,39	Arenas finas
Mz	2,33	Arenas finas
σ_1	0,32	Muy bien escogido
SK1	-0,32	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos
KG	0,84	Planicúrtica

• **Muestra P18.2**

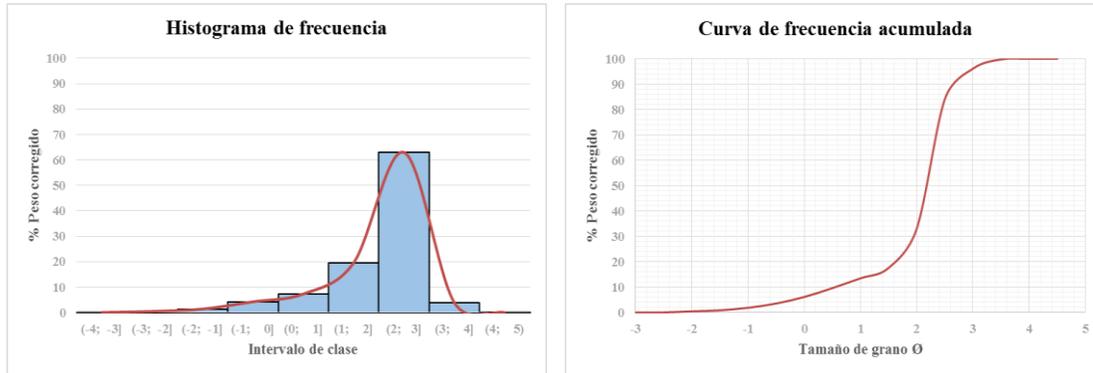


Figura 54.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P18.2

Tabla 30.Tabla de resultados granulométricos de la muestra P18.2

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,18	Arenas finas
Mz	2,03	Arenas finas
$\sigma 1$	0,76	Moderadamente escogido
SK1	-0,45	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos
KG	2,19	Muy leptocúrtica

Análisis:

Para este punto se analizan las muestras P18.1 y P18.2, tomadas en la zona de playa alta y la zona de batida respectivamente, donde ambas muestras son unimodales y el tamaño de grano predominante las clasifica como arenas finas. En esta zona, el escogimiento varía de muy bien escogido en la zona de playa alta a moderadamente escogido en la zona de batida. En ambos casos, las muestras son muy asimétricas

hacia tamaños gruesos, sin embargo para la muestra P18.1 se tiene una distribución planicúrtica, mientras que para la muestra P18.2 la distribución es muy leptocúrtica.

PUNTO 19 (Playa Círculo Militar)

• **Muestra P19.1**

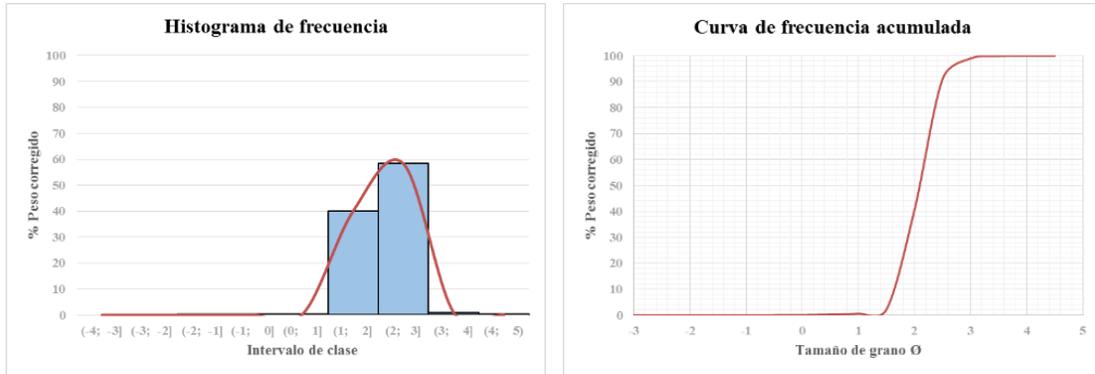


Figura 55. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P19.1

Tabla 31. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P19.1

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,10	Arenas finas
Mz	2,08	Arenas finas
σ_1	0,33	Muy bien escogido
SK1	-0,04	Casi simétrica
KG	0,97	Mesocúrtica

• **Muestra P19.2**

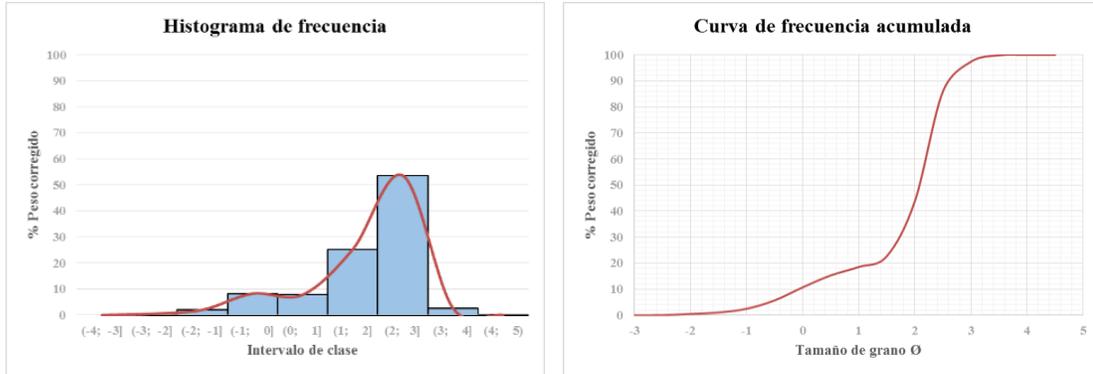


Figura 56. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P19.2

Tabla 32. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P19.2

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Bimodal	(-1, 0]	Arenas muy gruesas
	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,10	Arenas finas
Mz	1,72	Arenas medias
σ_1	0,98	Moderadamente escogido
SK1	-0,60	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos
KG	1,83	Muy leptocúrtica

Análisis:

Este punto lo constituye las muestras P19.1 y P19.2, pertenecientes a la zona de playa alta y zona de batida del oleaje respectivamente. La muestra P19.1 es unimodal con clasificación de arenas finas muy bien escogidas y con una distribución casi simétrica y mesocúrtica; mientras que la muestra P19.2 es bimodal con mayor retención de material en el intervalo (2, 3] que corresponde arenas finas moderadamente escogidas y con una distribución muy asimétrica hacia los tamaños grueso y muy leptocúrtica. Para la muestra P19.1 se tiene un 99.9% de arenas, a diferencia de la muestra P19.2 que está constituida por 97,50% de arenas y 2,48% de gravas, el resto del porcentaje en ambos casos se le atribuye a limos y arcillas. En este punto se puede inferir que existen dos posibles fuentes de sedimentos, o bien, una variación en los mecanismos de sedimentación del medio.

PUNTO 20 (Playa Pampatar)

• **Muestra P20.1**

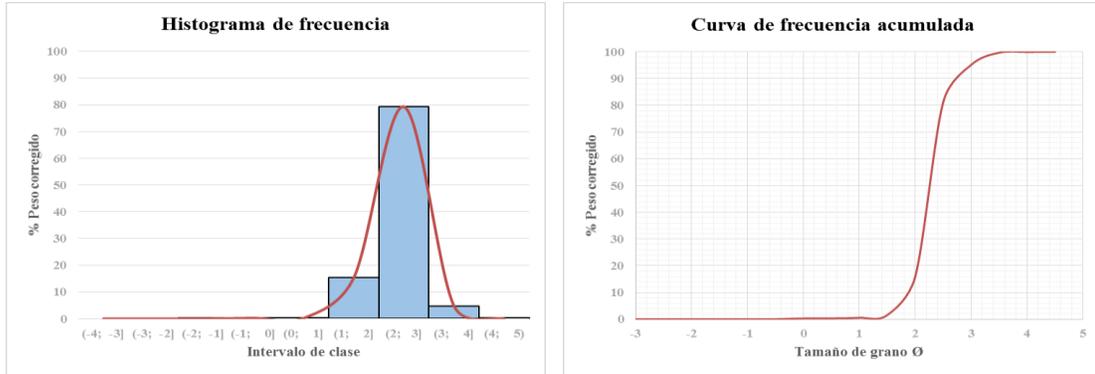


Figura 57. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P20.1

Tabla 33. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P20.1

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,25	Arenas finas
Mz	2,27	Arenas finas
σ_1	0,33	Muy bien escogido
SK1	0,12	Asimétrica hacia tamaños finos
KG	1,52	Muy leptocúrtica

• **Muestra P20.2**

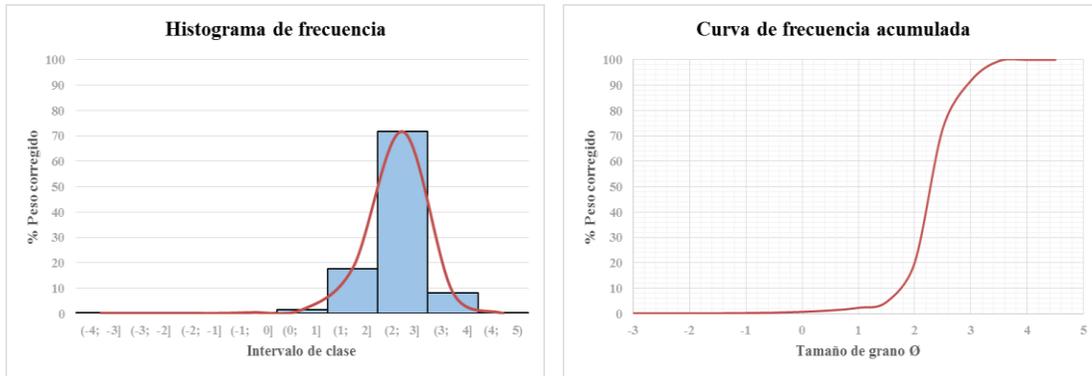


Figura 58. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P20.2

Tabla 34. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P20.2

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,27	Arenas finas
Mz	2,32	Arenas finas
σ_1	0,44	Bien escogido
SK1	0,14	Asimétrica hacia tamaños finos
KG	1,36	Leptocúrtica

Análisis:

Este punto está constituido por las muestras P20.1 y P20.2, tomadas en zona de playa baja y zona de batida respectivamente; ambas muestras son unimodales y el tamaño de grano predominante las clasifica como arenas finas. Asimismo, presentan una distribución asimétrica hacia tamaños finos y van de muy leptocúrtica para la muestra P20.1 a leptocúrtica para la muestra P20.2. En esta zona, el escogimiento

varía de muy bien escogido en la zona de playa alta a bien escogido en la zona de batida. En promedio el porcentaje de arenas en este punto corresponde a un 99,8% y el restante se atribuye a gravas, limos y arcillas.

PUNTO 21 (Playa La Caranta)

• **Muestra P21.1**

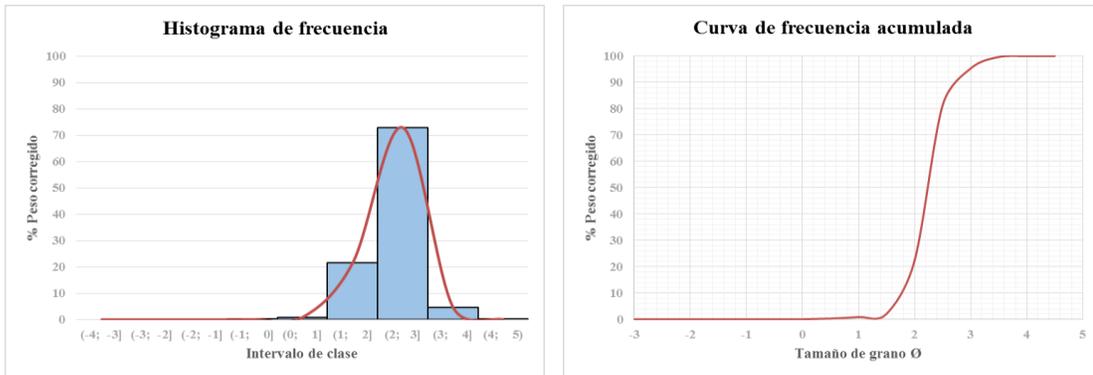


Figura 59. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P21.1

Tabla 35. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P21.1

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,26	Arenas finas
Mz	2,26	Arenas finas
σ_1	0,37	Bien escogido
SK1	0,03	Casi simétrica
KG	1,40	Leptocúrtica

• **Muestra P21.2**

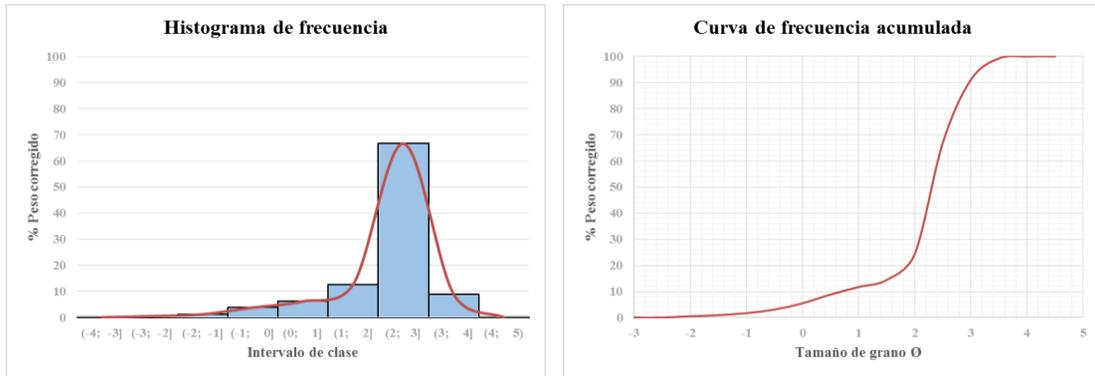


Figura 60. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P21.2

Tabla 36. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P21.2

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,30	Arenas finas
Mz	2,24	Arenas finas
σ_1	0,79	Moderadamente escogido
SK1	-0,31	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos
KG	2,06	Muy leptocúrtica

Análisis:

Para este punto se analizan las muestras P21.1 y P21.2, tomadas en la zona de playa alta y la zona de batida respectivamente, donde ambas muestras son unimodales y el tamaño de grano predominante las clasifica como arenas finas. En esta zona, el escogimiento varía de bien escogido en la zona de playa alta a moderadamente

escogido en la zona de batida. Por otro lado, la muestra P21.1 consta de una distribución leptocúrtica y casi simétrica, mientras que la muestra P21.2 presenta una distribución muy leptocúrtica y es muy asimétrica hacia tamaños gruesos.

PUNTO 23 (Playa Juventud)

• **Muestra P23.1**

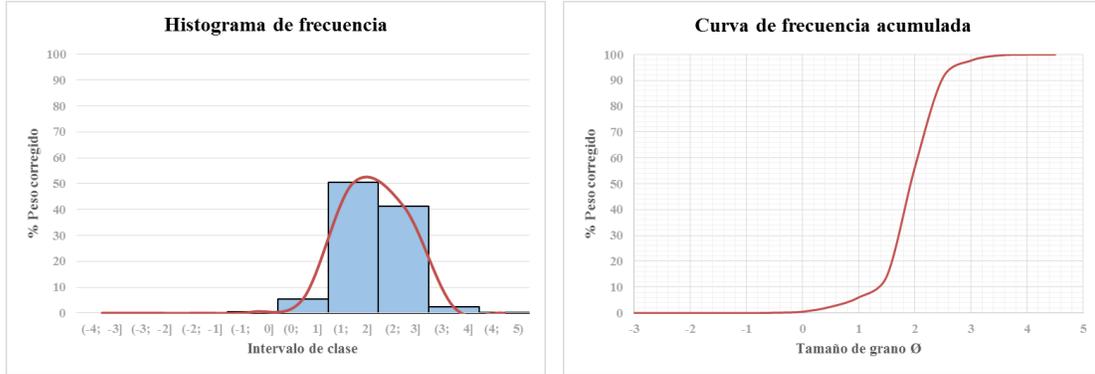


Figura 61. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P23.1

Tabla 37. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P23.1

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(1, 2]	Arenas medias
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	1,90	Arenas medias
Mz	1,94	Arenas medias
σ_1	0,47	Bien escogido
SK1	0,00	Casi simétrica
KG	1,24	Leptocúrtica

• **Muestra P23.2**

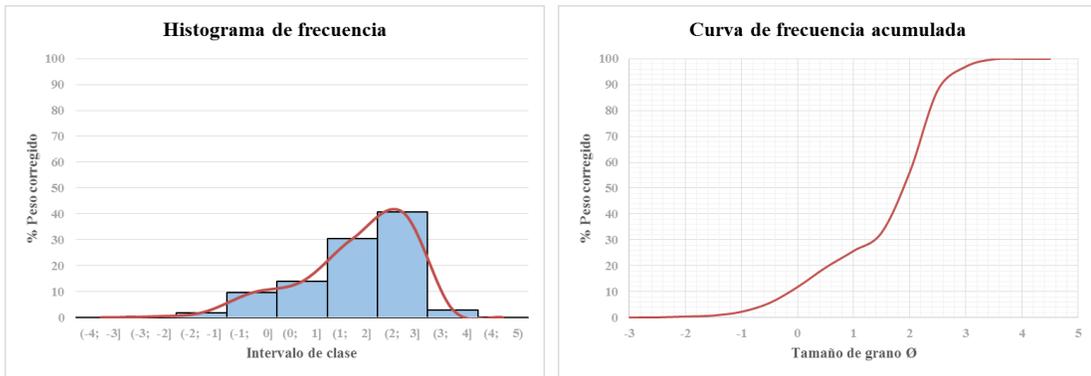


Figura 62. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P23.2

Tabla 38. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P23.2

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	1,90	Arenas medias
Mz	1,54	Arenas medias
σ_1	1,04	Mal escogido
SK1	-0,49	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos
KG	1,05	Mesocúrtica

Análisis:

Este punto está constituido por las muestras P23.1 y P23.2, tomadas en zona de playa baja y zona de batida respectivamente; ambas muestras son unimodales y el mayor porcentaje de material retenido se encuentra en el intervalo (2, 3], que corresponde a arenas finas. Para la muestra P23.1 se tiene una distribución casi

simétrica y leptocúrtica, mientras que para la muestra P23.2 presenta una distribución muy asimétrica hacia tamaños gruesos y mesocúrtica. En esta zona, el escogimiento varía de bien escogido en la zona de playa alta a mal escogido en la zona de batida, siendo esto el resultado de un nivel de energía variable en el medio

PUNTO 24 (Playa Beach Bar)

- Muestra P24.1

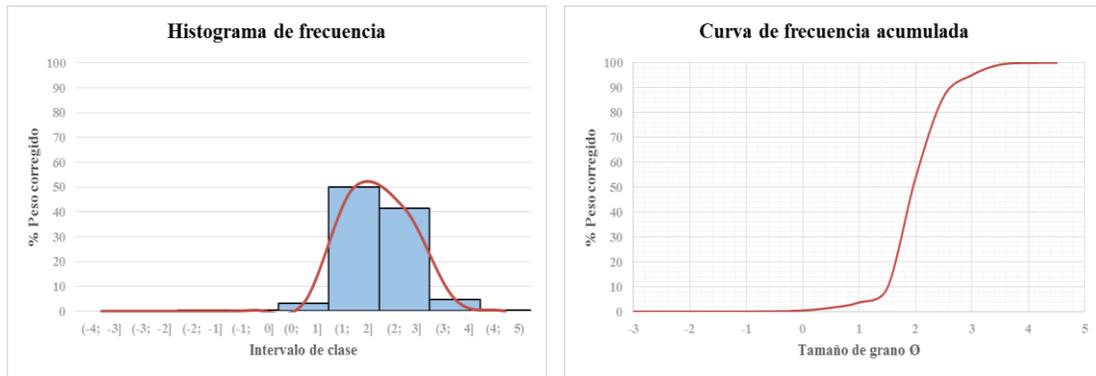


Figura 63. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P24.1

Tabla 39. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P24.1

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(1, 2]	Arenas medias
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	1,95	Arenas medias
Mz	2,00	Arenas medias
σ_1	0,48	Bien escogido
SK1	0,19	Asimétrica hacia tamaños finos
KG	1,21	Leptocúrtica

• **Muestra P24.2**

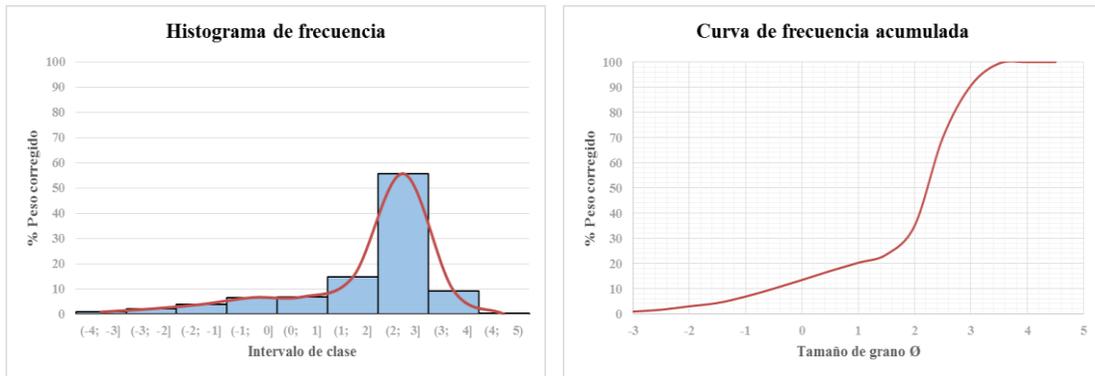


Figura 64.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P24.2

Tabla 40.Tabla de resultados granulométricos de la muestra P24.2

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,23	Arenas finas
Mz	1,81	Arenas medias
σ_1	1,28	Mal escogido
SK1	-0,55	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos
KG	1,84	Muy leptocúrtica

Análisis:

El punto 24 se comprende por dos muestras tomadas en zona de playa alta P24.1 y en zona de batida P24.2, ambas muestras son unimodales con clasificación entre arenas medias P24.1 y arenas finas P24.2. Presentan una distribución que va de

asimétrica hacia tamaños finos y leptocúrtica para la zona de playa alta y muy asimétrica hacia tamaños gruesos y muy leptocúrtica para la zona de batida.

Por otro lado, el escogimiento para la muestra P24.1 es bueno, mientras que para la muestra P24.2 es malo, siendo esto el resultado de un nivel de energía inestable en el medio con una variación en los mecanismos de sedimentación del medio.

PUNTO 26 (Playa Guacuco)

• **Muestra P26.1**

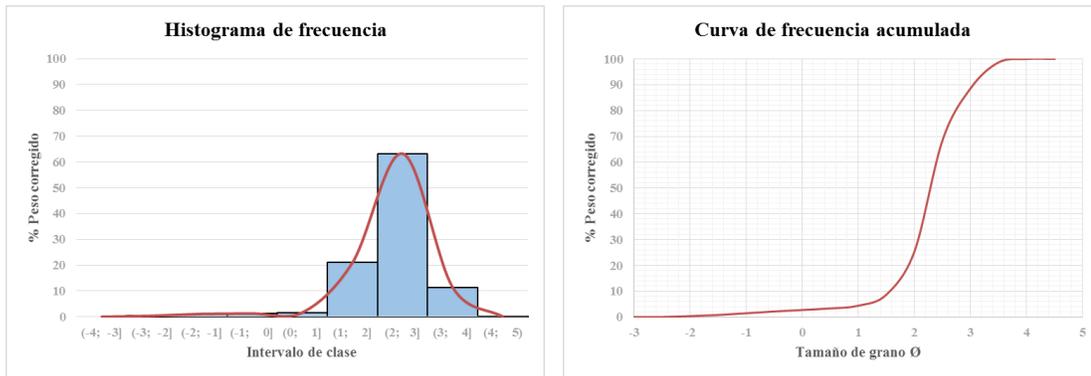


Figura 65. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P26.1

Tabla 41. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P26.1

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,25	Arenas finas
Mz	2,30	Arenas finas
σ_1	0,58	Moderadamente bien escogido
SK1	0,08	Casi simétrica
KG	1,39	Leptocúrtica

• **Muestra P26.2**

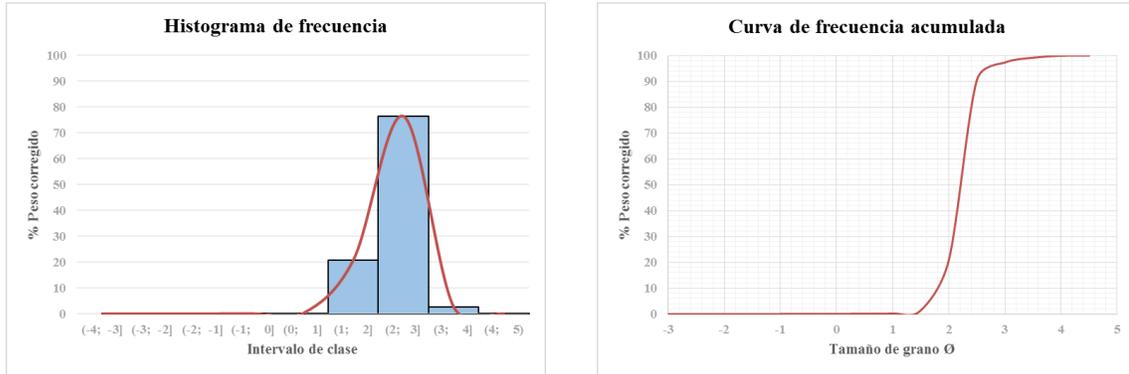


Figura 66.Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P26.2

Tabla 42.Tabla de resultados granulométricos de la muestra P26.2

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,20	Arenas finas
Mz	2,20	Arenas finas
σ_1	0,29	Muy bien escogido
SK1	-0,04	Casi simétrica
KG	1,41	Leptocúrtica

Análisis:

Para este punto se analizan las muestras P26.1 y P26.2, tomadas en la zona de playa alta y la zona de batida respectivamente, ambas muestras son unimodales y el tamaño de grano predominante las clasifica como arenas finas. Asimismo, ambas presentan una distribución leptocúrtica y casi simétrica; sin embargo, el escogimiento

varía de moderadamente bien escogido en la zona de playa alta a muy bien escogido en la zona de batida.

PUNTO 28 (Playa Guacuco)

• **Muestra P28.1**

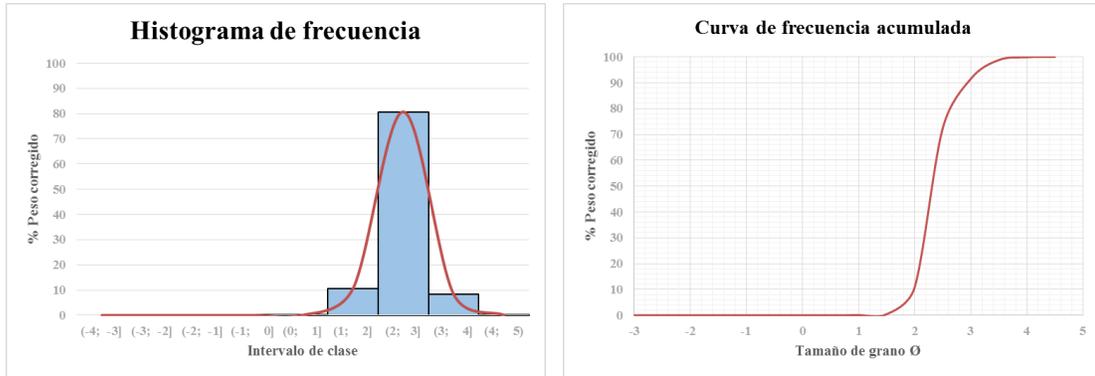


Figura 67. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P28.1

Tabla 43. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P28.1

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,34	Arenas finas
Mz	2,39	Arenas finas
σ_1	0,38	Bien escogido
SK1	0,23	Asimétrica hacia tamaños finos
KG	1,27	Leptocúrtica

• **Muestra P28.2**

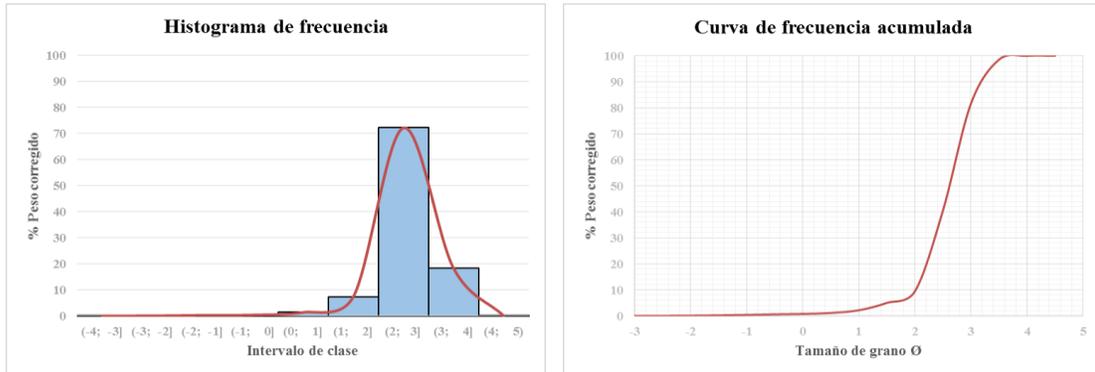


Figura 68. Histograma de frecuencia y curva de frecuencia acumulada de la muestra P28.2

Tabla 44. Tabla de resultados granulométricos de la muestra P28.2

MODALIDAD	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN TAMAÑO DE GRANO PROMEDIO
Unimodal	(2, 3]	Arenas finas
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
Md	2,60	Arenas finas
Mz	2,59	Arenas finas
σ_1	0,50	Bien escogido
SK1	-0,10	Casi simétrica
KG	1,21	Leptocúrtica

Análisis:

Este punto está constituido por las muestras P28.1 y P28.2, tomadas en zona de playa baja y zona de batida respectivamente; ambas muestras son unimodales y el mayor porcentaje de material retenido se encuentra en el intervalo (2, 3], que corresponde a arenas finas. Al mismo tiempo, ambas muestra presentan un buen escogimiento y una distribución leptocúrtica, puesto que en este caso coinciden los valores de los parámetros granulométricos con el gráfico, ya que ambos arrojan el

mismo resultado. Para la muestra P28.1 se tiene una distribución asimétrica hacia tamaños finos mientras que para la muestra P23.2 se tiene una distribución casi simétrica. En promedio el porcentaje de arenas en este punto corresponde a un 99,7% y un porcentaje mínimo distribuido entre gravas y limos.

VI.3. ANÁLISIS MORFOLÓGICO

A continuación se describen en sentido oeste – este los resultados obtenidos en el estudio morfológico realizado a las clases modales de cada muestra tomada en el tramo costero Porlamar – Playa Guacuco, tanto las muestras tomadas en la zona de playa alta como las tomadas en la zona de batida y en la zona de vaivén), estos resultados son: forma, esfericidad y redondez.

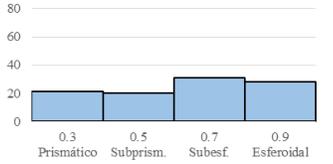
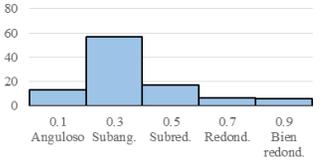
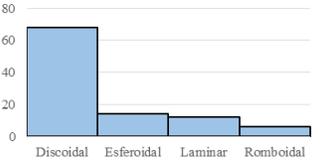
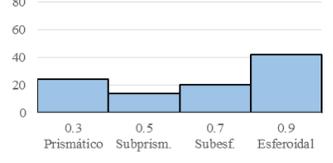
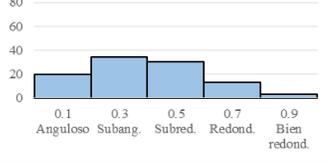
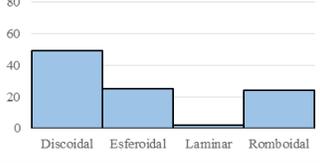
• **PUNTO 1**

Ø	Muestra P1.1		
(2, 3]	<p>Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p>Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p>Histograma de frecuencia de forma</p>
<p>Descripción:</p> <p>En este punto se estudió el intervalo (2, 3], correspondiente a arenas finas, donde predominan los granos subesféricos y subangulosos, lo que indica que tuvieron poco transporte desde la fuente de aporte. Por otro lado, la morfología predominante es discoidal, lo que significa un transporte por tracción.</p>			
Ø	Muestra P1.2		
(2, 3]	<p>Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p>Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p>Histograma de frecuencia de forma</p>

Descripción:

Para la muestra P1.2 la morfología predominante es discoidal, indicando un transporte por tracción. La esfericidad y redondez promedio es subprismática y subangular respectivamente, lo que puede analizarse como poco transporte desde la fuente de aporte de sedimento.

• PUNTO 2

Ø	Muestra P2.1		
(2, 3]	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de esfericidad</p> 	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de redondez</p> 	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de forma</p> 
<p>Descripción:</p> <p>Esta muestra se caracteriza por presentar morfología principalmente discoidal, donde predominan los granos subesféricos y subangulosos, asumiendo un transporte por tracción y un trayecto corto desde la fuente de aporte de sedimentos.</p>			
Ø	Muestra P2.2		
(2, 3]	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de esfericidad</p> 	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de redondez</p> 	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de forma</p> 
<p>Descripción:</p> <p>En este punto fue estudiado el intervalo (2, 3], correspondiente a arenas finas. La muestra presenta granos predominantemente esféricos y subangulares, lo que denota un transporte reducido de los sedimentos. La forma que predomina es discoidal, por lo que se infiere un transporte por tracción.</p>			

• PUNTO 3

Ø	Muestra P3.1		
(2, 3]	<p>Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p>Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p>Histograma de frecuencia de forma</p>
	Ø	Muestra P3.2	
(2, 3]	<p>Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p>Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p>Histograma de frecuencia de forma</p>
	<p>Descripción:</p> <p>En este punto se estudian las muestras P3.1 y P3.2, donde en ambos casos se evaluó el intervalo (2, 3], correspondiente a arenas finas. En general, la morfología predominante para ambas muestras es discoidal, para lo cual se infiere un transporte por tracción. Predominan los granos subangulosos y subesferoidales, lo que indica que tuvieron poco transporte.</p>		

• PUNTO 4

Ø	Muestra P4.1		
(2, 3]	<p>Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p>Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p>Histograma de frecuencia de forma</p>
	<p>Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p>Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p>Histograma de frecuencia de forma</p>
Ø	Muestra P4.2		
(2, 3]	<p>Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p>Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p>Histograma de frecuencia de forma</p>
	<p>Descripción:</p> <p>Se estudian las muestras P4.1 y P4.2, correspondientes a arenas finas. Donde la forma predominante de sus granos es discoidal y La esfericidad promedio es subesférica, mientras que la redondez para ambas muestras es de subangular a angular, expresando poco transporte desde la fuente.</p>		

• PUNTO 5

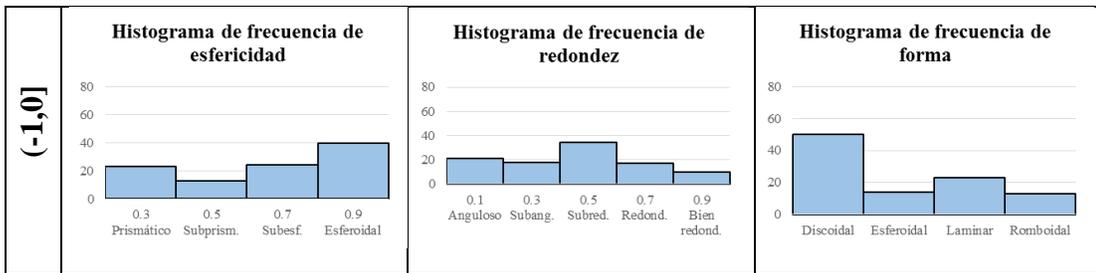
Ø	Muestra P5.1		
(2, 3]	<p>Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p>Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p>Histograma de frecuencia de forma</p>
	<p>Descripción:</p> <p>En este punto fue estudiado el intervalo (2, 3], correspondiente a arenas finas. La muestra presenta granos predominantemente subesfericos y subangulares, lo que denota poco transporte de los mismos. La forma que predomina es discoidal, por lo que se infiere un transporte por tracción.</p>		
Ø	Muestra P5.2		
(-2, -1]	<p>Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p>Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p>Histograma de frecuencia de forma</p>
	(2, 3]	<p>Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p>Histograma de frecuencia de redondez</p>

Descripción:

En este punto se evaluaron dos intervalos: (-2, -1] correspondiente a gránulos y (2, 3] correspondientes a arenas finas. La morfología en ambos intervalos es discoidal, simbolizando un transporte por tracción. Respecto a la esfericidad, predominan los granos subesferoidales. Así mismo, la redondez predominante en ambos intervalos es subangulosa, expresando que los sedimentos han tenido un transporte corto desde la fuente.

- **PUNTO 7**

Ø		Muestra P7.1		
(1, 2]		<p>Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p>Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p>Histograma de frecuencia de forma</p>
	<p>Descripción:</p> <p>Para la muestra P7.1 la morfología predominante es discoidal, mientras que la esfericidad es de subesferoidal a esferoidal. Por otro lado, la redondez promedio es de angulosa a subredondeada, lo que denota un transporte intermedio de los sedimentos o dos mecanismos de transporte diferentes.</p>			
(-3,-2]		<p>Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p>Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p>Histograma de frecuencia de forma</p>

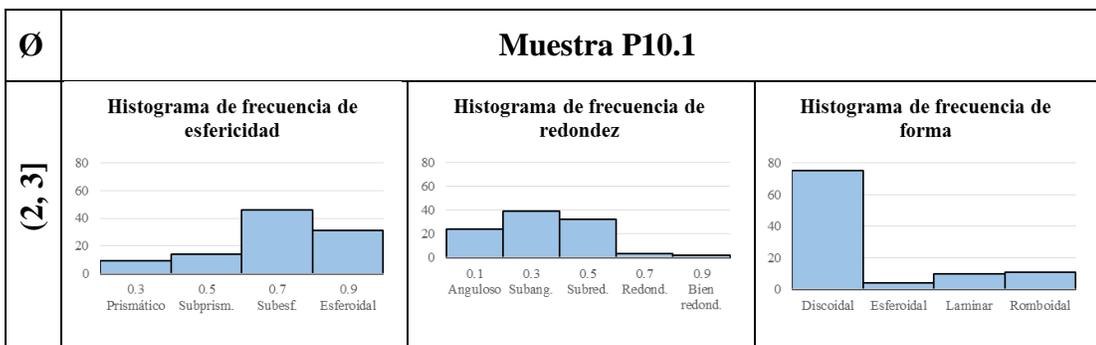


Descripción:

En este punto se evaluaron dos intervalos: (-3, -2] correspondiente a gravas y (-1, 0] correspondientes a arenas muy gruesas. Para el intervalo correspondiente a gravas, los granos presentan una esfericidad prismática y poseen una morfología discoidal y laminar, mientras que la redondez dominante es angulosa y subredondeada, esta modalidad indica que los sedimentos fueron transportados a distancia y velocidades distintas, y que a su vez existen dos fuentes de aporte.

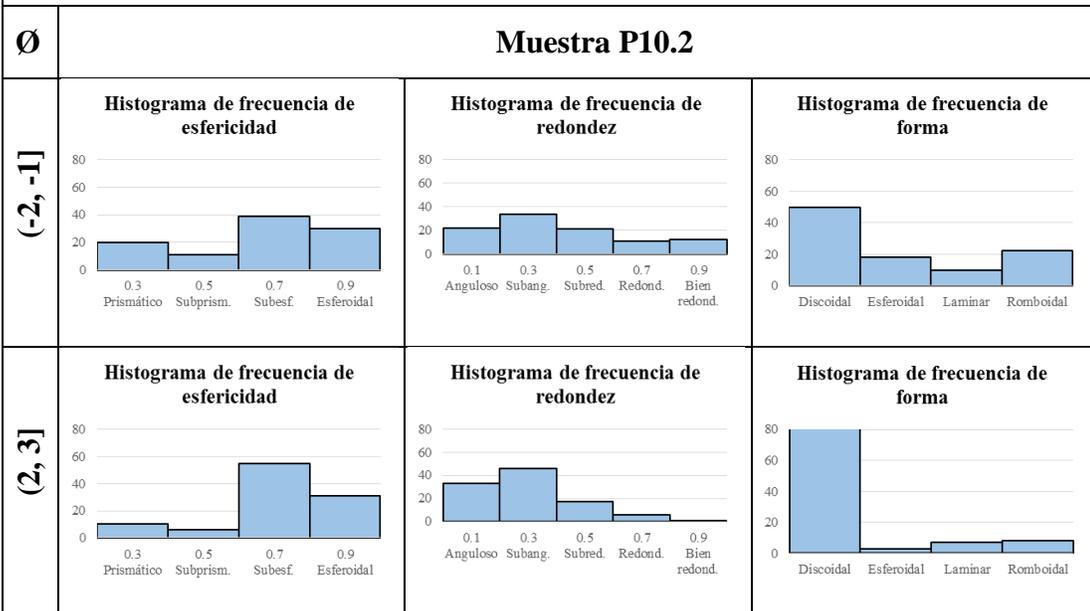
En cuanto a los intervalos de tamaño arena, predomina una morfología discoidal, sin embargo se observa un porcentaje significativo de granos laminares. Predominan los granos esferoidales y subredondeados a su vez. Así mismo, la redondez predominante en ambos intervalos es subangulosa, indicando esto distancias relativamente amplias recorridas por los sedimentos desde la fuente.

• **PUNTO 10**



Descripción:

En este punto fue estudiado el intervalo (2, 3], correspondiente a arenas finas. La muestra presenta granos con esfericidad de subesferoidal a esferoidal y con una redondez promedio subangular, lo que denota una corta distancia del transporte de los mismos. La forma que predomina es discoidal, por lo que se infiere un transporte por tracción.



Descripción:

En este punto se evaluaron dos intervalos: (-2, -1] correspondiente a gránulos y (2, 3] correspondientes a arenas finas. La morfología en ambos intervalos es discoidal, significando un transporte por tracción. Respecto a la esfericidad, predominan los granos subesferoidales a esferoidales. Asimismo, La redondez predominante en ambos intervalos es subangular, expresando que los sedimentos han tenido un transporte corto desde la fuente.

• PUNTO 13

Ø	Muestra P13.1		
(2, 3]	<p>Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p>Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p>Histograma de frecuencia de forma</p>
Ø	Muestra P13.2		
(2, 3]	<p>Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p>Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p>Histograma de frecuencia de forma</p>
<p>Descripción:</p> <p>Se estudian las muestras P13.1 y P13.2, correspondientes a arenas finas. Ambas muestras se caracterizan por presentar morfología preferentemente discoidal, donde predominan los granos con esfericidad subesferoidal y redondez es subangulosa a subredondeada, asumiendo un transporte por tracción y un trayecto relativamente corto desde la fuente de aporte de sedimentos.</p>			

• PUNTO 14

Ø	Muestra P14.1		
(2, 3]	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de forma</p>
Ø	Muestra P14.2		
(2, 3]	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de forma</p>
<p>Descripción:</p> <p>En este punto se estudian las muestras P14.1 y P14.2, donde en ambos casos se evaluó el intervalo (2, 3], correspondiente a arenas finas. La morfología predominante para ambas muestras es discoidal. Asimismo, la esfericidad promedio es subesferoidal y en cuanto a la redondez es predominantemente redondeada a subredondeada, lo que indica que los sedimentos fueron transportados largas distancias desde la fuente.</p>			

• PUNTO 15

Ø	Muestra P15.1		
(2, 3]	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de forma</p>
<p>Descripción:</p> <p>Para la muestra P15.2 la morfología predominante es discoidal, asumiendo un transporte por tracción. La esfericidad es subesferoidal, mientras que la redondez es angular a subredondeada.</p>			
Ø	Muestra P15.2		
(2, 3]	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de forma</p>
<p>Descripción:</p> <p>En este punto fue estudiado el intervalo (2, 3], correspondiente a arenas finas. La muestra presenta una esfericidad de esferoidal a subesferoidal y la redondez es redondeada a angular, esto sugiere dos mecanismos de transporte. La forma que predomina es discoidal, por lo que se infiere un transporte por tracción.</p>			

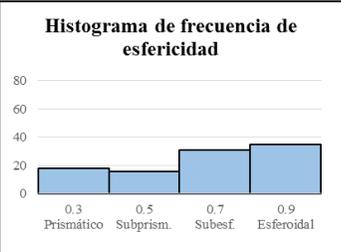
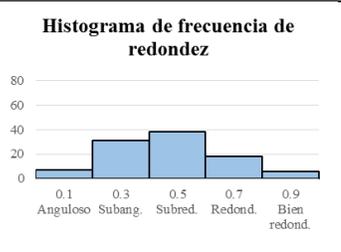
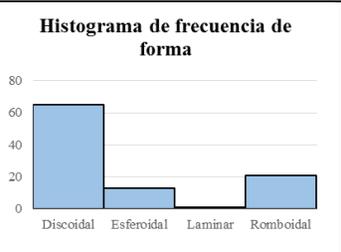
• PUNTO 16

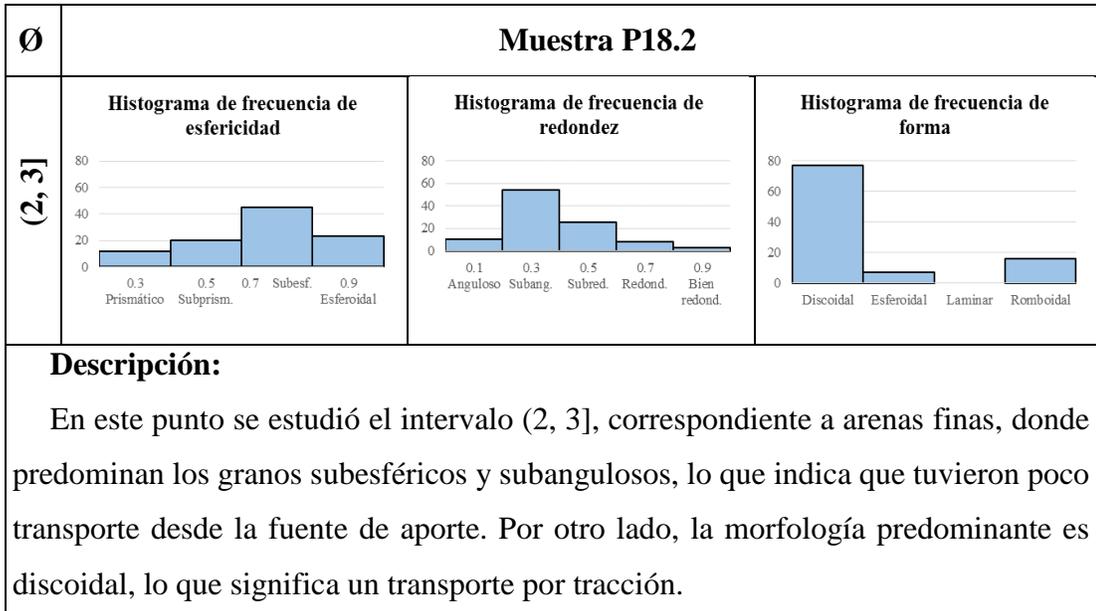
Ø	Muestra P16.1		
((1, 2])	<p>Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p>Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p>Histograma de frecuencia de forma</p>
	<p>Descripción:</p> <p>Se estudió el intervalo (1, 2], correspondiente a arenas finas. La forma que predomina es discoidal, por lo que se infiere un transporte por tracción. Asimismo, la esfericidad es subesferoidal, mientras que la redondez es de subangular a subredondeada, lo que indica un transporte intermedio desde la fuente de aporte.</p>		
Ø	Muestra P16.2		
(-1, 0]	<p>Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p>Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p>Histograma de frecuencia de forma</p>
	<p>Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p>Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p>Histograma de frecuencia de forma</p>

Descripción:

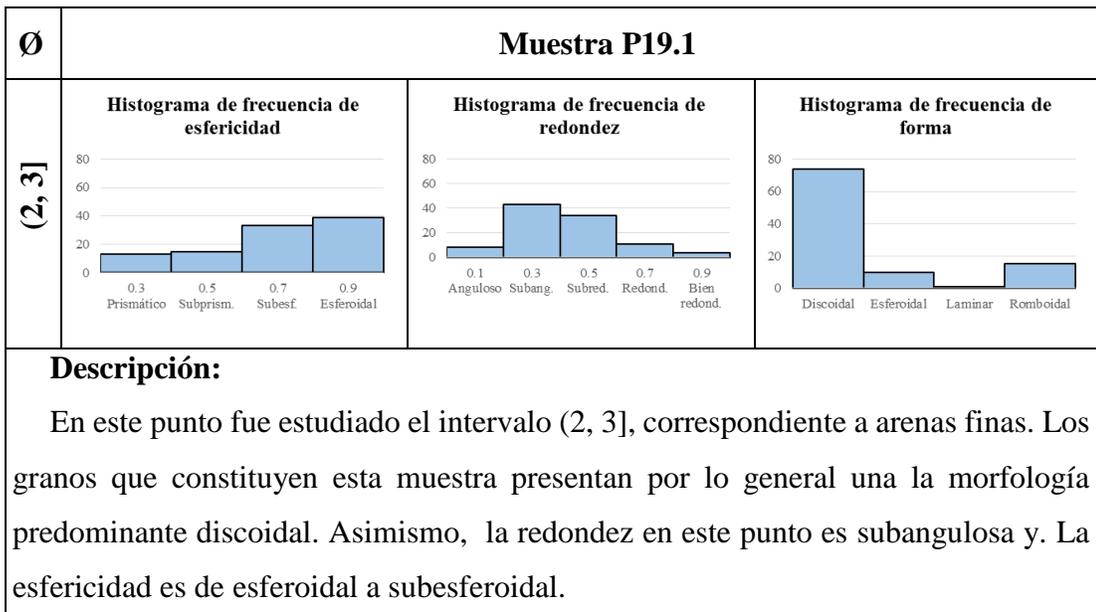
En este punto se evaluaron dos intervalos: (-1, 0] correspondiente a arenas muy gruesa y (2, 3] correspondientes a arenas finas. La morfología en ambos intervalos es discoidal, significando un transporte por tracción. Respecto a la esfericidad, predominan los granos subesferoidales a esferoidales y en cuanto a la redondez predominante en ambos intervalos es subredondeada, expresando que los sedimentos han tenido un transporte intermedio desde la fuente.

• **PUNTO 18**

Ø	Muestra P18.1		
(2, 3]	<p>Histograma de frecuencia de esfericidad</p> 	<p>Histograma de frecuencia de redondez</p> 	<p>Histograma de frecuencia de forma</p> 
	<p>Descripción:</p> <p>En este punto fue estudiado el intervalo (2, 3], correspondiente a arenas finas que por lo general presentan una la morfología predominante discoidal. Por otro lado, la esfericidad es de esferoidal a subesferoidal y la redondez en este punto es subredondeada, lo que indica un transporte largo desde la fuente.</p>		

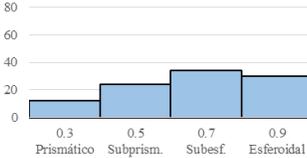
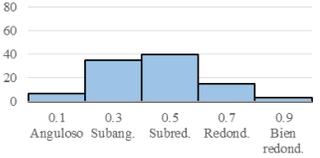
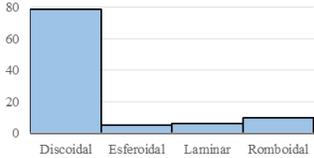
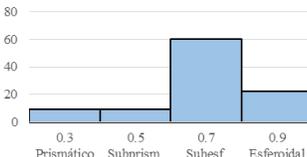
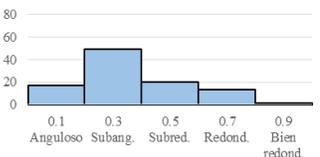
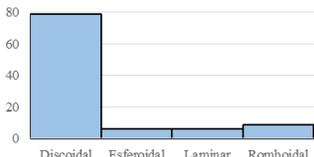


• **PUNTO 19**



Ø	Muestra P19.2		
(-1, 0]	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de forma</p>
(2, 3]	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de forma</p>
<p>Descripción:</p> <p>Se estudian las muestras P19.1 y P19.2, correspondientes a arenas finas. Donde la forma predominante de sus granos es discoidal y la esfericidad promedio es subsférica. Además la redondez en ambas muestras es de subangular, indicando poco transporte desde la fuente.</p>			

• PUNTO 20

Ø	Muestra P20.1		
(2, 3]	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de esfericidad</p> 	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de redondez</p> 	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de forma</p> 
<p>Descripción:</p> <p>Se estudió el intervalo (2, 3], correspondiente a arenas finas. Predominan los granos subredondeados a subangulosos, lo cual indica un transporte considerable desde la fuente. Asimismo, la esfericidad promedio es subesferoidal a esferoidal y la morfología predominante es discoidal.</p>			
Ø	Muestra P20.2		
(2, 3]	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de esfericidad</p> 	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de redondez</p> 	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de forma</p> 
<p>Descripción:</p> <p>En este punto fue estudiado el intervalo (2, 3], correspondiente a arenas finas. La muestra presenta granos con esfericidad de subesferoidal y con una redondez promedio subangular, lo que denota una corta distancia del transporte de los mismos. La forma que predomina es discoidal, por lo que se infiere un transporte por tracción.</p>			

• PUNTO 21

Ø		Muestra P21.1		
(2, 3]		Histograma de frecuencia de esfericidad 	Histograma de frecuencia de redondez 	Histograma de frecuencia de forma
		Histograma de frecuencia de esfericidad 	Histograma de frecuencia de redondez 	Histograma de frecuencia de forma
Ø		Muestra P21.2		
(2, 3]		Histograma de frecuencia de esfericidad 	Histograma de frecuencia de redondez 	Histograma de frecuencia de forma
		Histograma de frecuencia de esfericidad 	Histograma de frecuencia de redondez 	Histograma de frecuencia de forma
		Descripción: <p>Se estudian las muestras P21.1 y P21.2, correspondientes a arenas finas. Donde la forma predominante de sus granos es discoidal y la esfericidad promedio es subs esférica, mientras que la redondez para ambas muestras es subangular, esto indica un transporte reducido desde la fuente de aporte.</p>		

• PUNTO 23

Ø	Muestra P23.1		
(1, 2]	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de forma</p>
<p>Descripción:</p> <p>Esta muestra se caracteriza por presentar morfología principalmente discoidal, donde predominan los granos subesféricos y la redondez es de subangulosa a subredondeada, asumiendo un transporte por tracción y un trayecto relativamente corto desde la fuente de aporte de sedimentos.</p>			
Ø	Muestra P23.2		
(2, 3]	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de forma</p>
<p>Descripción:</p> <p>En este punto fue estudiado el intervalo (2, 3], correspondiente a arenas finas. La muestra presenta granos predominantemente subesféricos y subangulares, lo que denota poco transporte de los mismos. La forma que predomina es discoidal, por lo que se infiere un transporte por tracción.</p>			

• PUNTO 24

Ø	Muestra P24.1		
(1, 2]	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de forma</p>
<p>Descripción:</p> <p>En este punto fue estudiado el intervalo (1, 2], correspondiente a arenas finas. Los granos que constituyen esta muestra presentan por lo general una la morfología predominante discoidal. Asimismo, la redondez en este punto es subangulosa y. La esfericidad es subesferoidal, lo que indica poco transporte desde la fuente de aporte.</p>			
Ø	Muestra P24.2		
(2, 3]	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de forma</p>
<p>Descripción:</p> <p>Se estudió el intervalo (2, 3], correspondiente a arenas finas. La forma que predomina es discoidal, por lo que se infiere un transporte por tracción. Asimismo, la esfericidad es subesferoidal, mientras que la redondez es de subangular a angular, lo que indica un transporte intermedio desde la fuente de aporte.</p>			

• PUNTO 26

Ø	Muestra P26.1		
(2, 3]	<p>Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p>Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p>Histograma de frecuencia de forma</p>
Ø	Muestra P26.2		
(2, 3]	<p>Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p>Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p>Histograma de frecuencia de forma</p>
<p>Descripción:</p> <p>Se estudian las muestras P26.1 y P26.2, correspondientes a arenas finas. Donde la forma predominante de sus granos es discoidal y la esfericidad promedio es subsférica, mientras que la redondez para ambas muestras es de subangular a angular, esto indica un transporte corto desde la fuente de aporte, ya que los granos redondeados son escasos.</p>			

• PUNTO 28

Ø	Muestra P28.1		
(2, 3]	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de forma</p>
<p>Descripción:</p> <p>En este punto se estudió el intervalo (2, 3], correspondiente a arenas finas, donde predominan los granos subesféricos y subangulosos a angulosos, lo que indica que tuvieron poco transporte desde la fuente de aporte. Por otro lado, la morfología predominante es discoidal, lo que significa un transporte por tracción.</p>			
Ø	Muestra P28.2		
(2, 3]	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de esfericidad</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de redondez</p>	<p style="text-align: center;">Histograma de frecuencia de forma</p>
<p>Descripción:</p> <p>Esta muestra se caracteriza por presentar morfología principalmente discoidal, donde predominan los granos subesféricos y la redondez es de angulosa a subangulosa, asumiendo un trayecto relativamente corto desde la fuente de aporte de sedimentos debido a la ausencia de granos redondeados. Se infieren dos posibles mecanismos de transporte, por tracción y por saltación, asociados a la morfología discoidal y romboidal respectivamente.</p>			

VI.4. ANÁLISIS MINERALÓGICO

Se describen a continuación de oeste a este (Porlamar – Playa Guacuco), los resultados del análisis mineralógico realizado a cada muestra de los puntos estudiados, en los cuales se caracteriza mineralógicamente los sedimentos correspondientes a los puntos de inflexión de cada muestra. Los resultados son expresados a través de un diagrama circular y es anexada una fotografía de los sedimentos analizados, con su respectiva escala e identificación de los granos más representativos.

En este trabajo se toma como referencia la litología mencionada e identificada mediante los análisis petrográficos realizados por REKOWSKI & RIVAS (2005), así como también se usó la nomenclatura propuesta por los mismos ya que están adaptadas a las normas actuales de nomenclatura de unidades litodémicas.

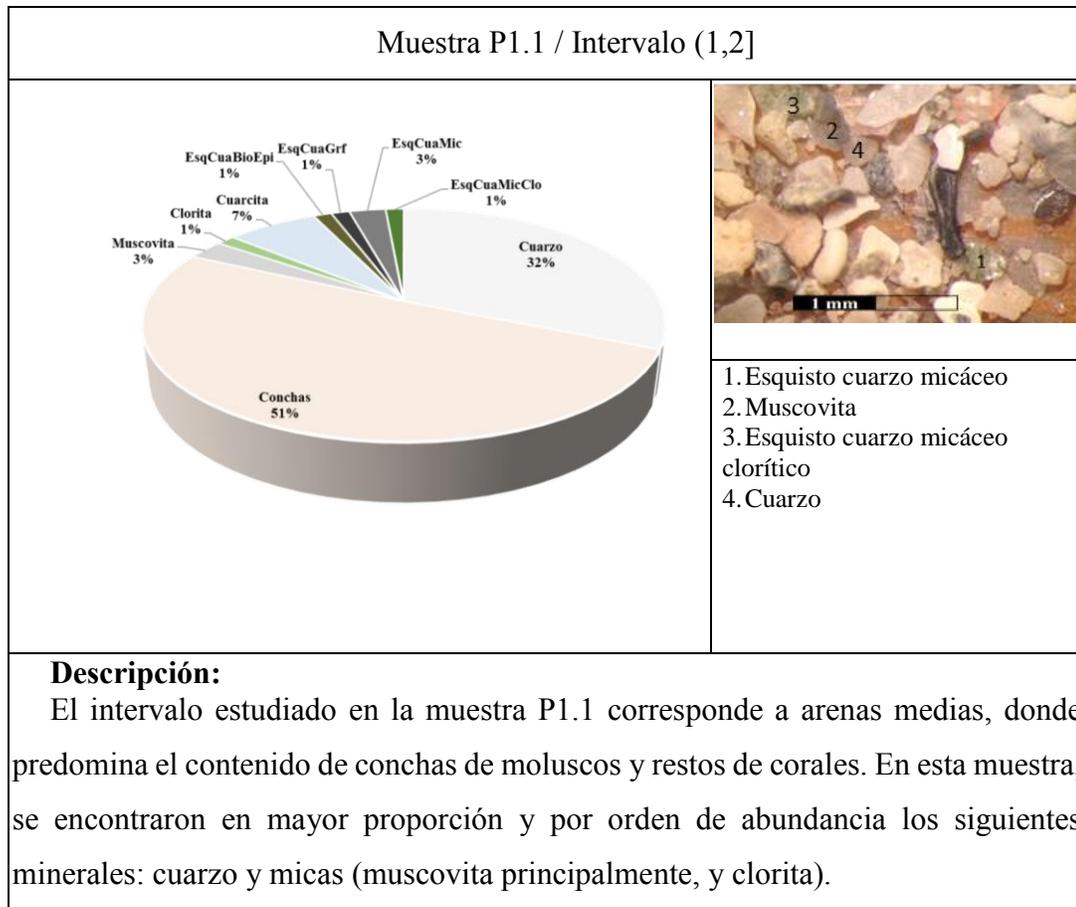
Cabe destacar que se emplearon abreviaturas para la identificación de los nombres de los fragmentos de roca pertenecientes a las unidades ígneas y metamórficas, para ello se empleó la abreviatura propuesta por REKOWSKI & RIVAS (2005).

**Tabla 45. Abreviaturas de nombre de rocas para los análisis petrográficos pertenecientes a unidades ígneo.
Tomado de REKOWSKI & RIVAS, (2005)**

Nombre de la roca	Abreviatura	Nombre de la roca	Abreviatura
Esquisto actinolítico	Es qAct	Esquisto cuarzo micáceo clorítico epidótico	Es qCuaMicCloEpi
Esquisto actinolítico cuarzo micáceo	Es qActCuaMic	Esquisto cuarzo micáceo epidótico	Es qCuaMicEpi
Esquisto actinolítico epidótico anfibólico	Es qActEpiAnf	Esquisto cuarzo micáceo feldespático	Es qCuaMicFeld
Esquisto anfibólico	Es qAnf	Esquisto cuarzo micáceo feldespático calcáreo	Es qCuaMicFeldCal
Esquisto anfibólico	Es qAnf	Esquisto cuarzo micáceo feldespático clinzoicítico	Es qCuaMicFeldCli
Esquisto anfibólico clinzoicítico granatífero	Es qAnfCIIGra	Esquisto cuarzo micáceo feldespático grafitoso	Es qCuaMicFeldGrf
Esquisto anfibólico epidótico	Es qAnfEpi	Esquisto cuarzo micáceo feldespático granatífero	Es qCuaMicFeldGra
Esquisto calcáreo grafitoso	Es qCalGrf	Esquisto cuarzo micáceo grafitoso	Es qCuaMicGrf
Esquisto clinzoicítico feldespático	Es qCIZFeI	Esquisto cuarzo micáceo grafitoso	Es qCuaMicGrf
Esquisto clorítico cuarzo epidótico albítico	Es qCloCuaEpiAlb	Esquisto cuarzo micáceo grafitoso	Es qCuaMicGrf
Esquisto clorítico epidótico	Es qCloEpi	Esquisto cuarzo micáceo grafitoso granatífero	Es qCuaMicGrafGra
Esquisto clorítico feldespático epidótico	Es qCloFeldEpi	Esquisto cuarzo micáceo granatífero	Es qCuaMicGra
Esquisto cuarzo actinolítico muscovítico	Es qCuaActMus	Esquisto cuarzo micáceo granatífero epidótico	Es qCuaMicGraEpi
Esquisto cuarzo albítico	Es qCuaAlb	Esquisto cuarzo micáceo granatífero grafitoso	Es qCuaMicGraGrf
Esquisto cuarzo albítico clorítico	Es qCuaAlbClo	Esquisto cuarzo muscovítico	Es qCuaMus
Esquisto cuarzo albítico epidótico	Es qCuaAlbEpi	Esquisto cuarzo muscovítico	Es qCuaMus
Esquisto cuarzo albítico epidótico grafitoso	Es qCuaAlbEpiGrf	Esquisto cuarzo muscovítico	Es qCuaMus
Esquisto cuarzo albítico muscovítico	Es qCuaAlbMus	Esquisto cuarzo muscovítico actinolítico	Es qCuaMusAct
Esquisto cuarzo anfibólico	Es qCuaAnf	Esquisto cuarzo muscovítico albítico	Es qCuaMusAlb
Esquisto cuarzo biotítico	Es qCuaBio	Esquisto cuarzo muscovítico albítico clorítico	Es qCuaMusAlbClo
Esquisto cuarzo biotítico epidótico	Es qCuaBioEpi	Esquisto cuarzo muscovítico almandínico	Es qCuaMusAlm
Esquisto cuarzo biotítico epidótico feldespático	Es qCuaBioEpiFeld	Esquisto cuarzo muscovítico clorítico	Es qCuaMusClo
Esquisto cuarzo biotítico feldespático	Es qCuaBioFeld	Esquisto cuarzo muscovítico epidótico	Es qCuaMusEpi
Esquisto cuarzo biotítico feldespático	Es qCuaBioFeld	Esquisto cuarzo muscovítico grafitoso	Es qCuaMusGrf
Esquisto cuarzo biotítico plagioclásico	Es qCuaBioPla	Esquisto cuarzo muscovítico granatífero	Es qCuaMusGra
Esquisto cuarzo calcítico	Es qCuaCal	Esquisto cuarzo muscovítico magnetítico	Es qCuaMusMag
Esquisto cuarzo calcítico clorítico	Es qCuaCalClo	Esquisto cuarzo muscovítico plagioclásico	Es qCuaMusPla
Esquisto cuarzo calcítico epidótico	Es qCuaCalEpi	Esquisto cuarzo plagioclásico	Es qCuaPla
Esquisto cuarzo calcítico sericitico	Es qCuaCalSer	Esquisto cuarzo plagioclásico biotítico	Es qCuaPlaBio
Esquisto cuarzo clorítico	Es qCuaClo	Esquisto cuarzo plagioclásico epidótico	Es qCuaPlaEpi
Esquisto cuarzo clorítico epidótico	Es qCuaCloEpi	Esquisto cuarzo plagioclásico feldespático	Es qCuaPlaFeld
Esquisto cuarzo clorítico calcítico	Es qCuaCloCal	Esquisto cuarzo plagioclásico grafitoso	Es qCuaPlaGrf
Esquisto cuarzo clorítico epidótico	Es qCuaCloEpi	Esquisto cuarzo plagioclásico micáceo	Es qCuaPlaMic
Esquisto cuarzo clorítico feldespático	Es qCuarCloFeld	Esquisto cuarzo plagioclásico muscovítico	Es qCuaPlaMus
Esquisto cuarzo clorítico feldespático epidótico	Es qCuaCloFeldEpi	Esquisto cuarzo sericitico	Es qCuaSer
Esquisto cuarzo clorítico granatífero	Es qCuaCloGra	Esquisto cuarzo sericitico calcítico	Es qCuaSerCal
Esquisto cuarzo clorítico micáceo	Es qCuaCloMic	Esquisto epidótico cuarítico	Es qEpiCua
Esquisto cuarzo clorítico muscovítico	Es qCuaCloMus	Esquisto epidótico plagioclásico	Es qEpiPla
Esquisto cuarzo clorítico plagioclásico	Es qCuaCloPla	Esquisto feldespático clorítico clinzoicítico	Es qFeldCloCli
Esquisto cuarzo epidótico	Es qCuaEpi	Esquisto feldespático clorítico cuarzo epidótico	Es qFeldCloCuaEpi
Esquisto cuarzo epidótico granatífero	Es qCuaEpiGra	Esquisto feldespático clorítico epidótico	Es qFeldCloEpi
Esquisto cuarzo feldespático muscovítico	Es qCuaFeldMus	Esquisto feldespático cuarítico	Es qFeICua
Esquisto cuarzo feldespático	Es qCuaFeld	Esquisto gneisico cuarzo micáceo feldespático	Es qGneCuaMicFeld
Esquisto cuarzo feldespático clorítico biotítico	Es qCuaFeldCloBio	Esquisto grafitoso	Es qGrf
Esquisto cuarzo feldespático clorítico calcáreo	Es qCuaFeldCloCal	Esquisto micáceo epidótico	Es qMicEpi
Esquisto cuarzo feldespático clorítico epidótico	Es qCuaFeldCloEpi	Esquisto muscovítico cuarzoso granatífero	Es qMusCuaGra
Esquisto cuarzo feldespático micáceo	Es qCuaFeldMic	Esquisto muscovítico epidótico	Es qMusEpi
Esquisto cuarzo grafitoso	Es qCuaGrf	Esquisto plagioclásico cuarítico	Es qPlaCua
Esquisto cuarzo granatífero muscovítico	Es qCuaGraMus	Esquisto plagioclásico cuarítico micáceo	Es qPlaCuaMic
Esquisto cuarzo hornbléndico	Es qCuaHor	Esquisto plagioclásico cuarítico muscovítico	Es qPlaCuaMus
Esquisto cuarzo micáceo	Es qCuaMic	Esquisto plagioclásico cuarzoso biotítico	Es qPlaCuaBio
Esquisto cuarzo micáceo granatífero grafitoso	Es qCuaMicGraGrf	Esquisto plagioclásico cuarzoso feldespático	Es qPlaCuaFeld
Esquisto cuarzo micáceo albítico	Es qCuaMicAlb	Esquisto talco tremolítico	Es qTAlTre
Esquisto cuarzo micáceo clinzoicítico granatífero	Es qCuaMicCIIGra	Filita cuarzo micácea	FilCuaMic

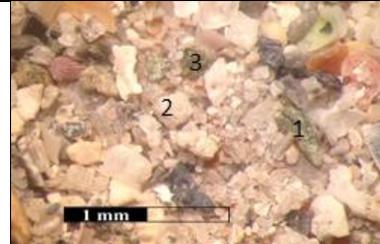
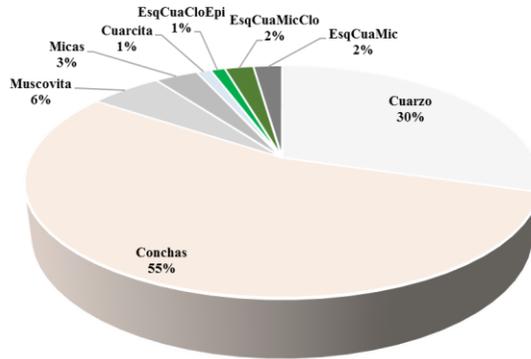
Nombre de la roca	Abreviatura	Nombre de la roca	Abreviatura
Cuarcita	Cuarc	Gabro	Gab
Cuarcita bandeada	CuarcBand	Gabro hornbléndico de grano fino	GabHorggrfin
Cuarcita bandeada feldespática	CuarcBandFeld	Gabro hornbléndico de grano medio	GabHorgmed
Cuarcita bandeada feldespática granatífera	CuarcBandFeldGra	Gneis bandeado	GneBand
Cuarcita biotítica grafitosa	CuarcBioGrf	Gneis cuarzo anfibolítico	GneCuaAnf
Cuarcita esquistosa	CuarcEsq	Gneis cuarzo feldespático	GneCuaFeld
Cuarcita feldespática	CuarcFeld	Gneis cuarzo feldespático micáceo	GneCuaFeldMic
Cuarcita feldespática bandeada	CuarcFeldBan	Gneis esquistoso	GneEsq
Cuarcita feldespática esquistosa	CuarcFeldEsq	Gneis feldespático cuarzoso	GneFeldCua
Cuarcita feldespática micácea	CuarcFeldMic	Gneis feldespático micáceo	GneFeldMic
Cuarcita granatífera	CuarcGra	Gneis o Gneis aplítico	Gne/ GneApl
Cuarcita micácea	CuarcMic	Gneis anfibólico epidótico	GneAnfEpi
Cuarcita Micácea Bandeada	CuarcMicBand	Gneis cuarzo epidótico clorítico	GneCuaEpiClo
Cuarcita micácea bandeada feldespática	CuarcMicBandFeld	Gneis cuarzo micáceo	GneCuaMic
Cuarcita micácea epidótica carbonática	CuarcMicEpiCal	Gneis cuarzo muscovítico	GneCuaMus
Cuarcita micácea feldespática	CuarcMicFeld	Gneis cuarzo plagioclásico	GneCuaPla
Cuarcita micácea feldespática bandeada	CuarcMicFeldBand	Gneis cuarzo plagioclásico micáceo	GneCuaPlaMic
Cuarcita micácea feldespática granatífera	CuarcMicFeldGra	Gneis cuarzo plagioclásico muscovítico	GneCuaPlaMus
Cuarcita muscovítica	CuarcMus	Gneis plagioclásico cuarzoso muscovítico	GnePlaCuaMus
Cuarcita o Metaconglomerado	Cua/Metcon	Gneis plagioclásico epidótico	GnePlaEpi
Actinolita	Actt	Gneis trondhjemítico	GneTro
Andesita	And	Granofel epidótico albitico cuarcítico	GranEpiAlbCua

PUNTO 1 (Playa Bella Vista)



En cuanto a los fragmentos de rocas encontrados, la cuarcita tiene el mayor porcentaje de abundancia seguida del esquisto cuarzo micáceo y en menor proporción se encuentra el esquisto cuarzo biotítico epidótico, esquisto cuarzo micáceo clorítico y el esquisto grafitoso.

Muestra P1.2 / Intervalo (1,2]

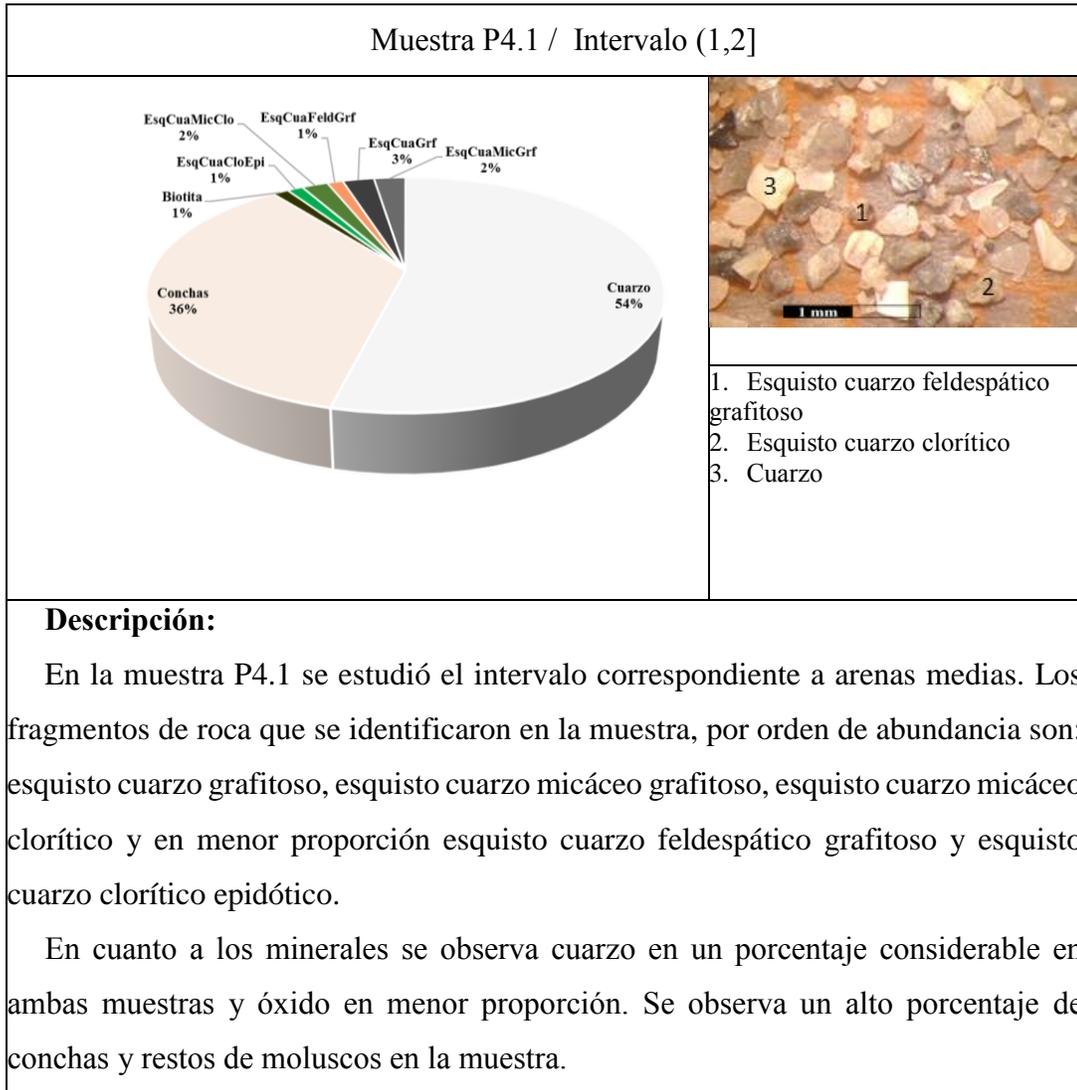


1. Esquisto cuarzo clorítico epidótico
2. Cuarzo
3. Esquisto cuarzo micáceo clorítico

Descripción:

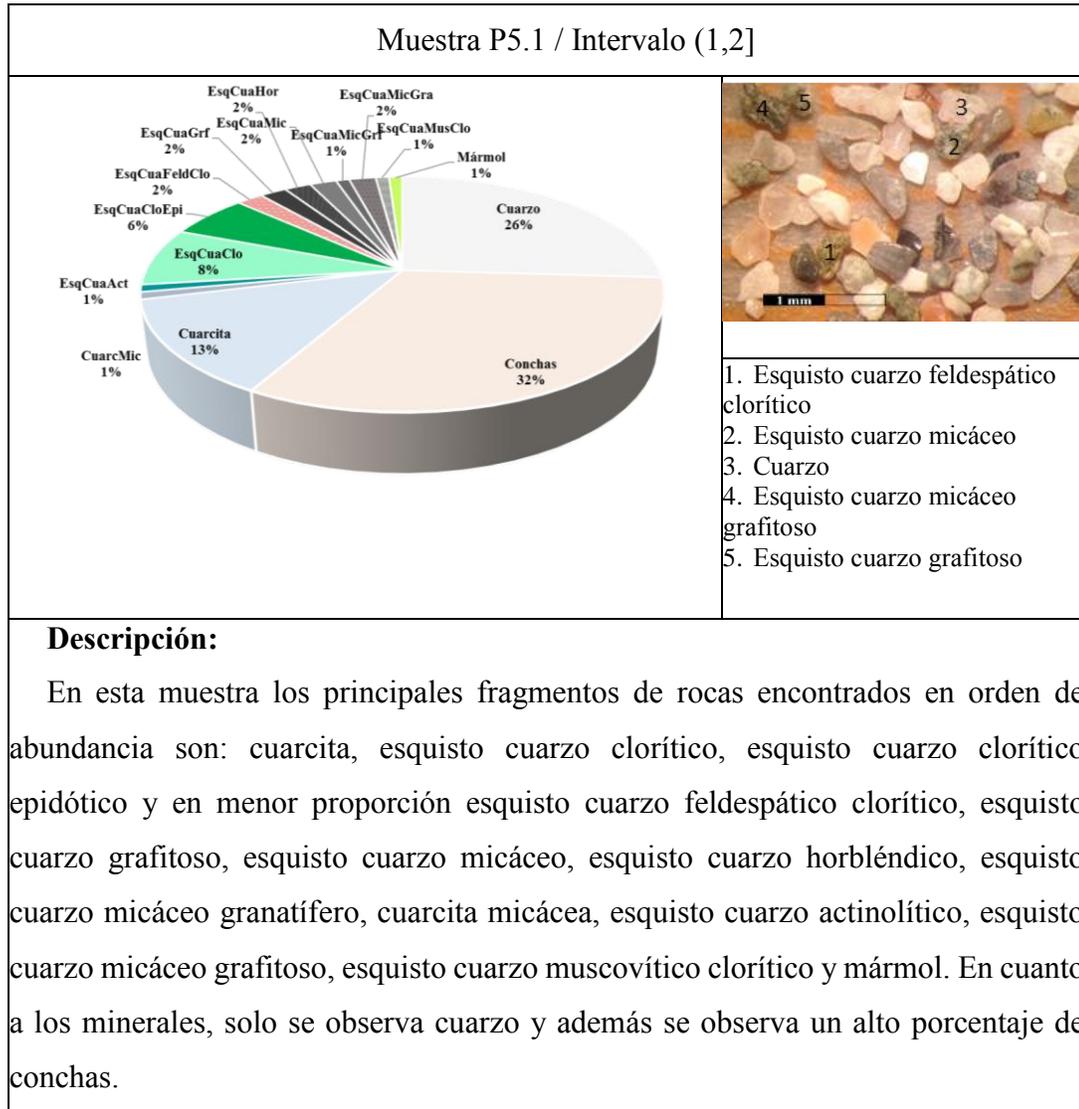
Para la muestra P1.2 se tiene que las conchas y restos de moluscos ocupan el mayor porcentaje de la misma. Mientras que los minerales identificados en orden de abundancia son: cuarzo y micas (muscovita principalmente). Por otro lado, en cuanto a los fragmentos de rocas se tienen en mayor proporción el esquisto cuarzo micáceo clorítico y el esquisto cuarzo micáceo, y en menor proporción la cuarcita y el esquisto cuarzo clorítico epidótico.

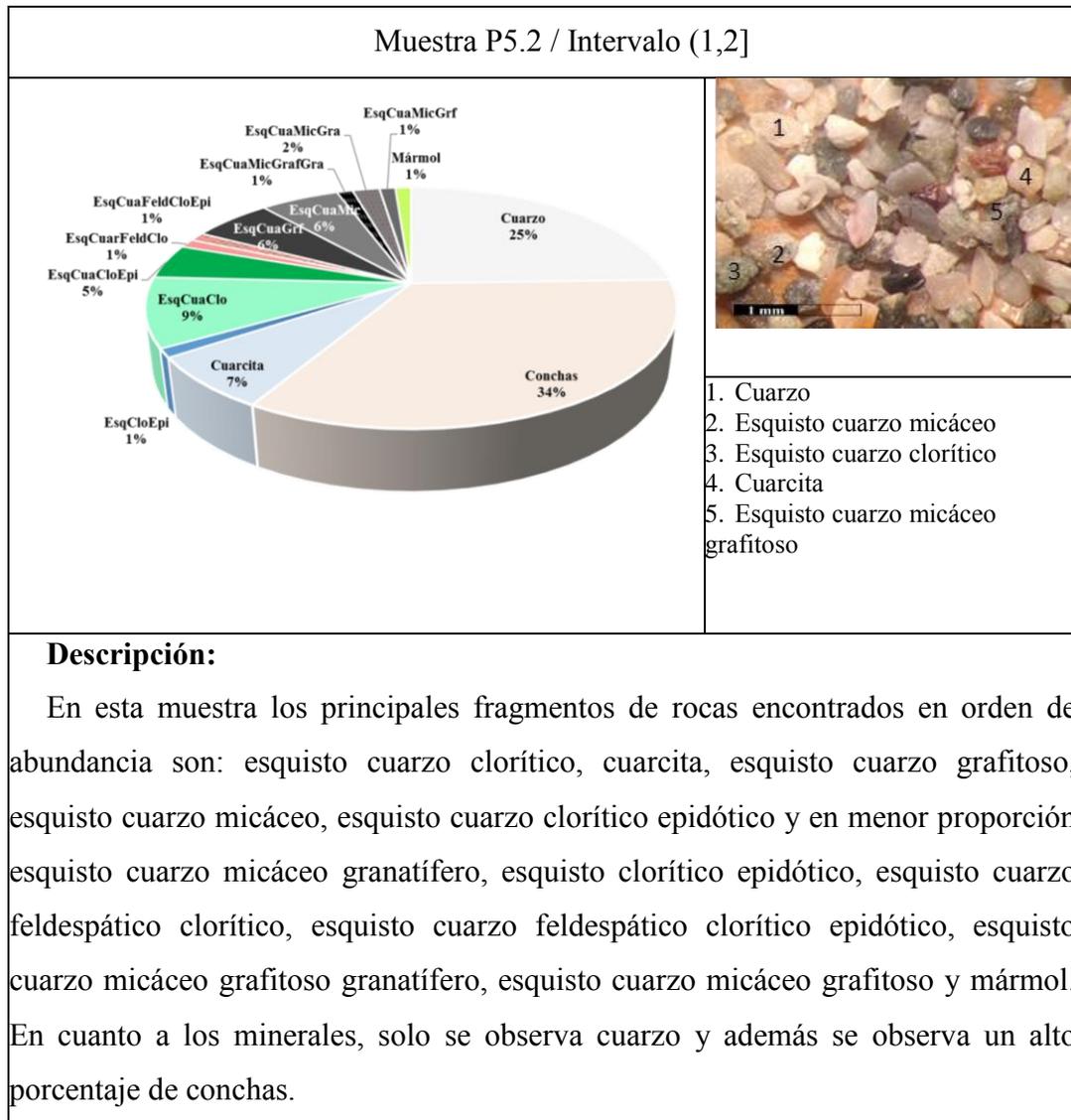
• PUNTO 4



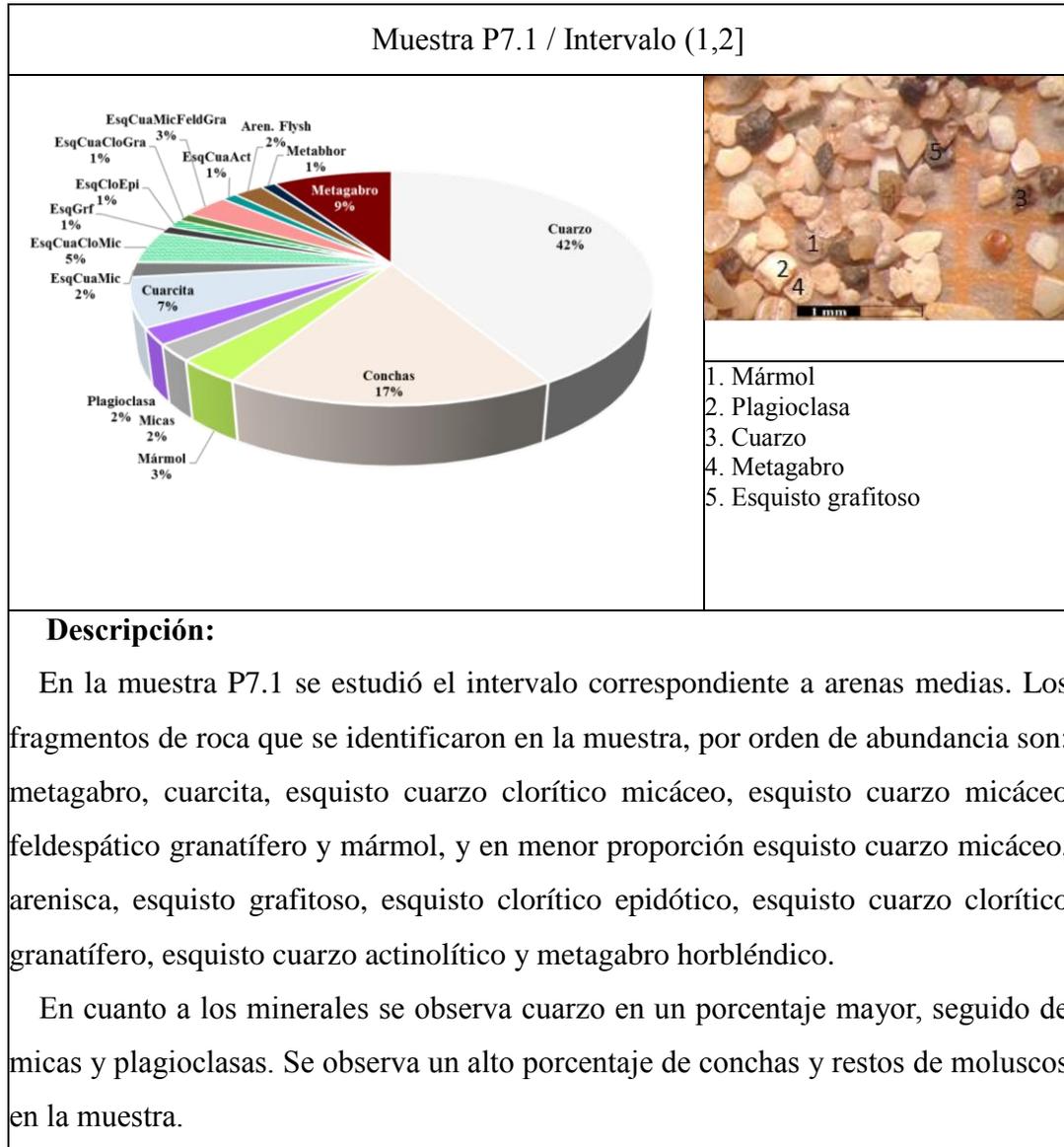


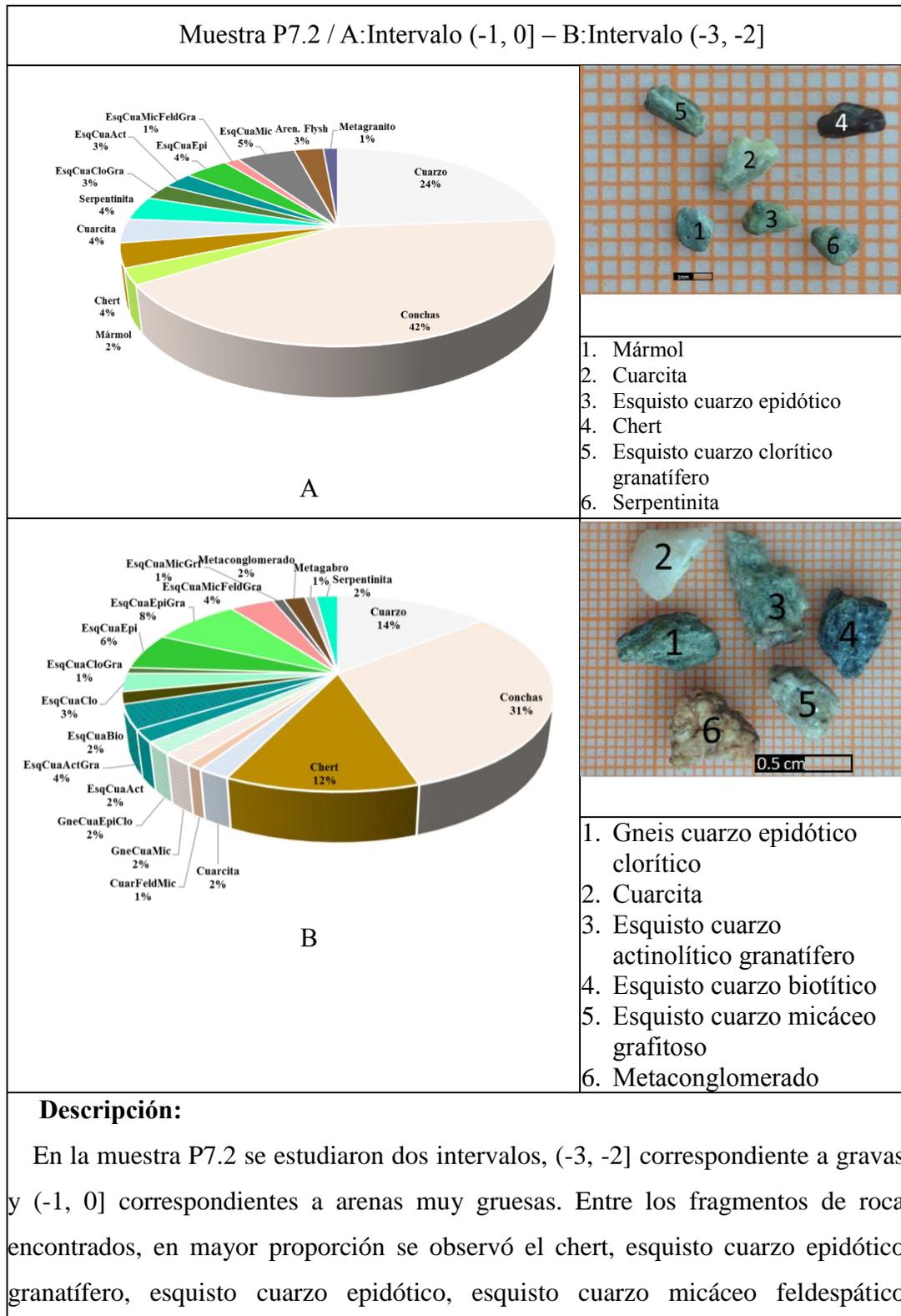
• PUNTO 5





• PUNTO 7

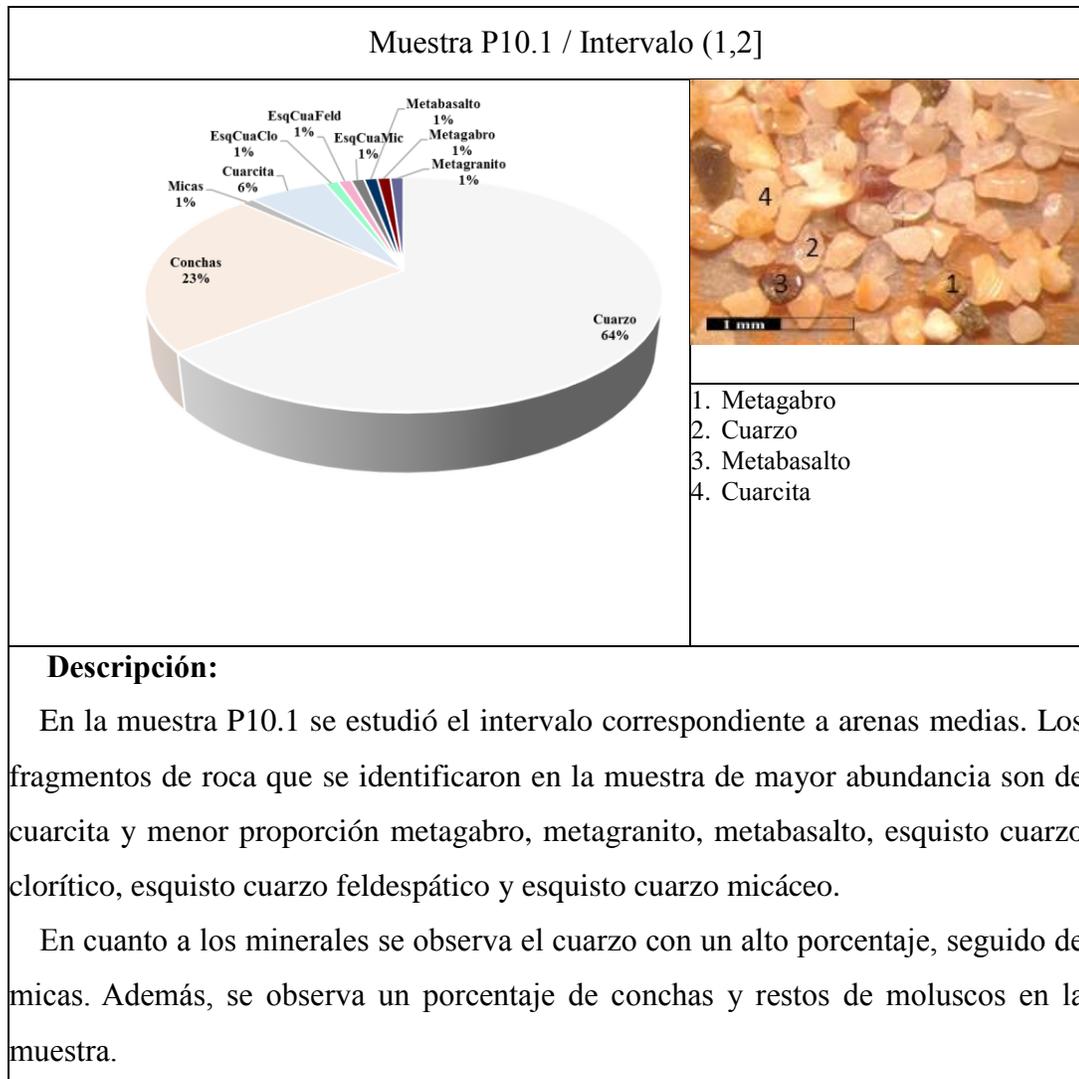




granatífero, esquisto cuarzo micáceo, esquisto cuarzo actinolítico granatífero, esquisto cuarzo clorítico, arenisca, serpentinita, cuarcita, gneis cuarzo micáceo, gneis cuarzo epidótico clorítico, metaconglomerado, mármol y en menor proporción cuarcita feldespática micácea, mármol, metagabro, esquisto cuarzo micáceo grafitoso y metagranito.

En cuanto a los minerales presentes, solo se observa cuarzo. En ambas muestras existe un alto porcentaje de conchas y restos de moluscos.

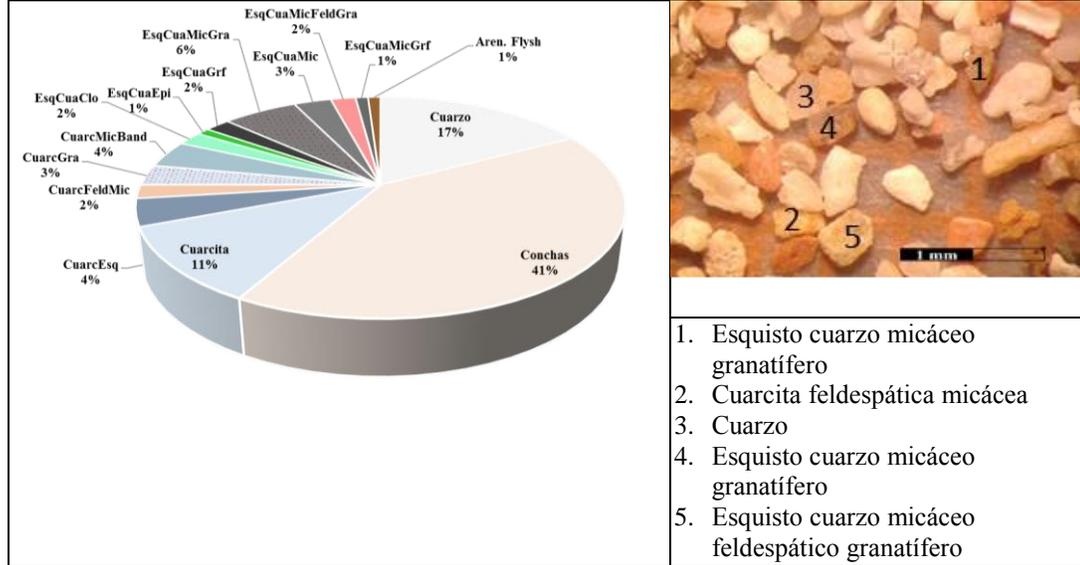
• PUNTO 10





En cuanto a los minerales, se observa cuarzo con un porcentaje importante en ambas muestras y óxido en menor proporción. Además se observa un considerable porcentaje de conchas.

Muestra P13.2 / Intervalo (1,2]

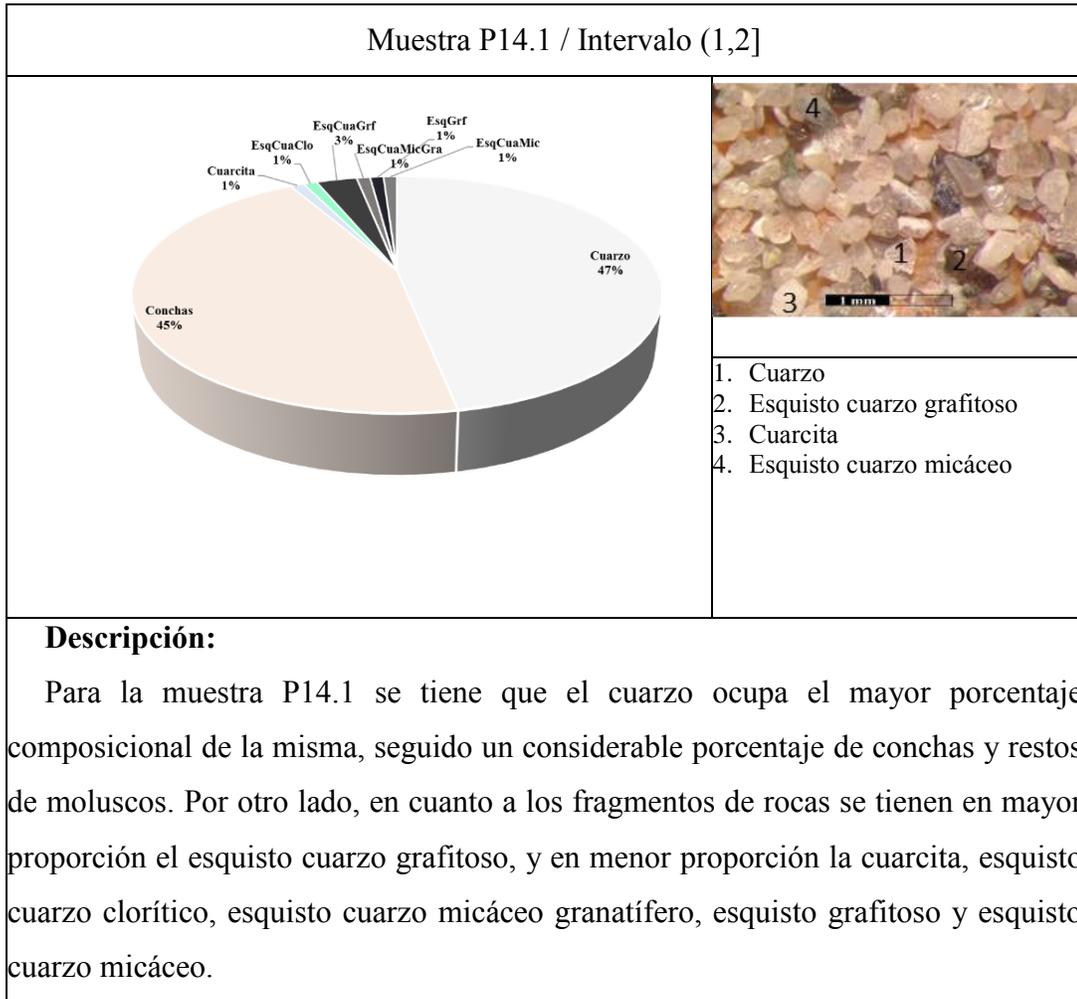


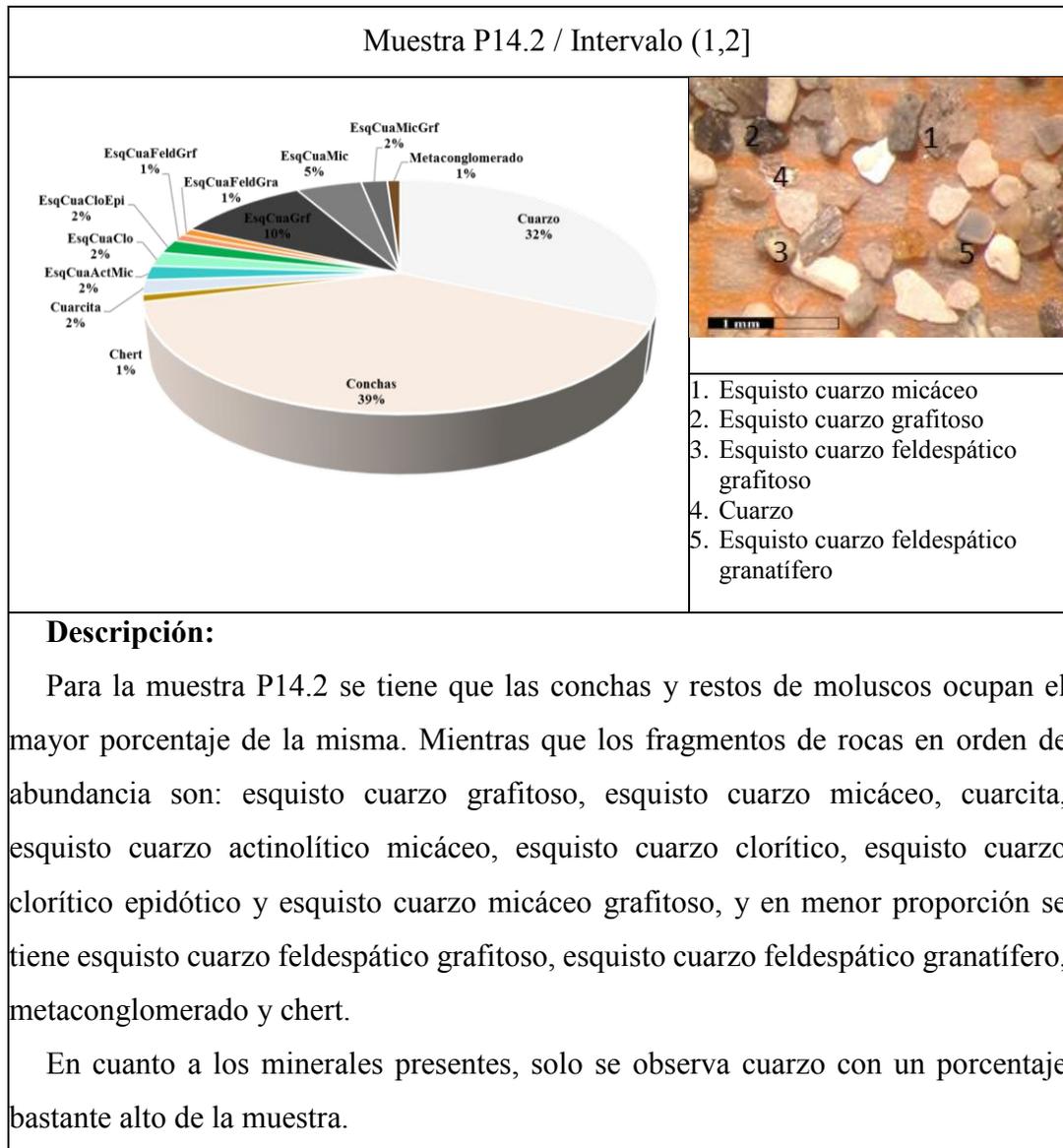
Descripción:

En esta muestra los principales fragmentos de rocas encontrados en orden de abundancia son: cuarcita, esquisto cuarzo micáceo granatífero, cuarcita micácea bandeada, cuarcita granatífera, esquisto cuarzo micáceo, cuarcita feldespática micácea, esquisto cuarzo clorítico, esquisto cuarzo grafitoso, esquisto cuarzo micáceo feldespático granatífero y en menor proporción esquisto cuarzo epidótico, esquisto cuarzo micáceo grafitoso y arenisca.

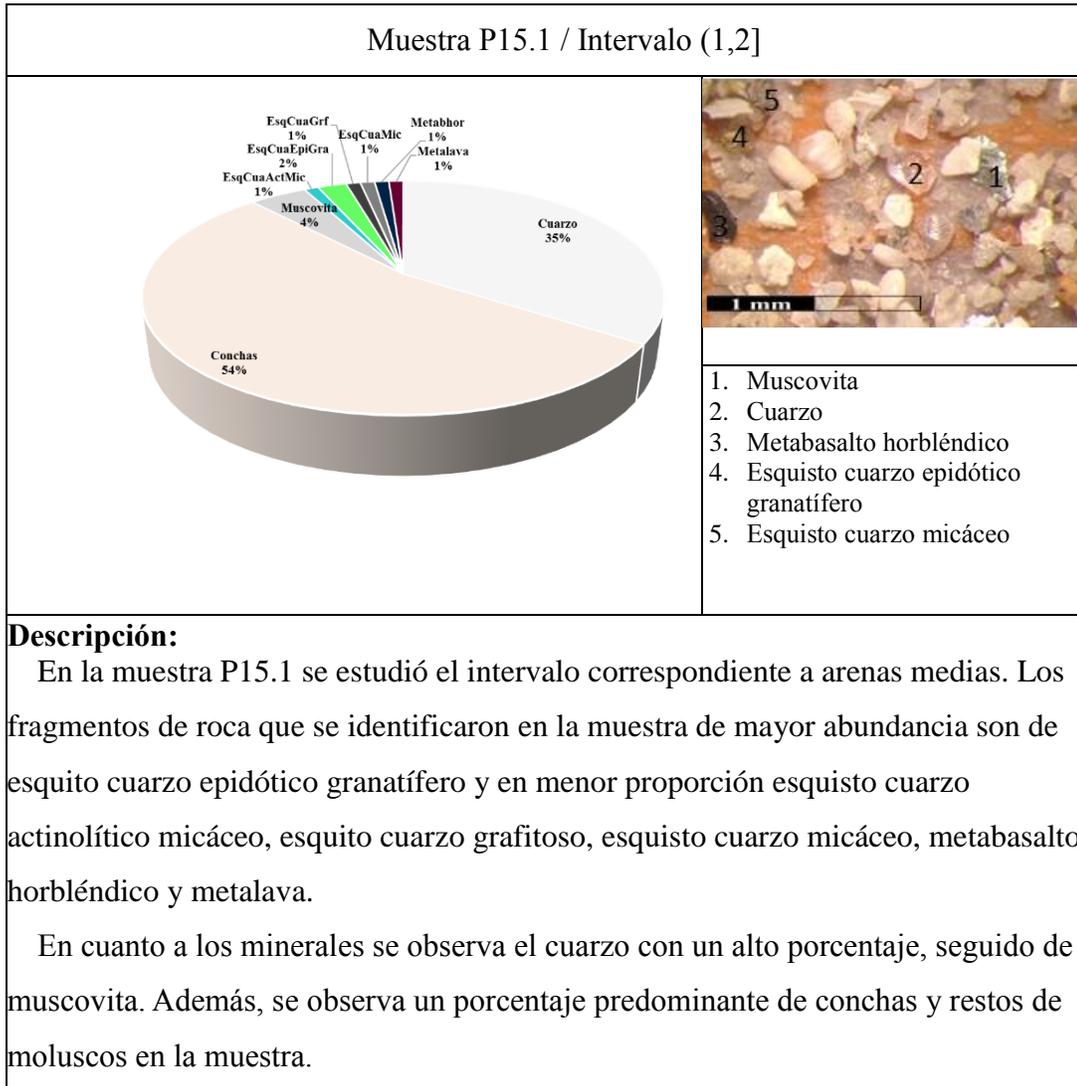
En cuanto a los minerales presentes, solo se observa cuarzo. El más alto porcentaje composicional es de conchas y restos de moluscos.

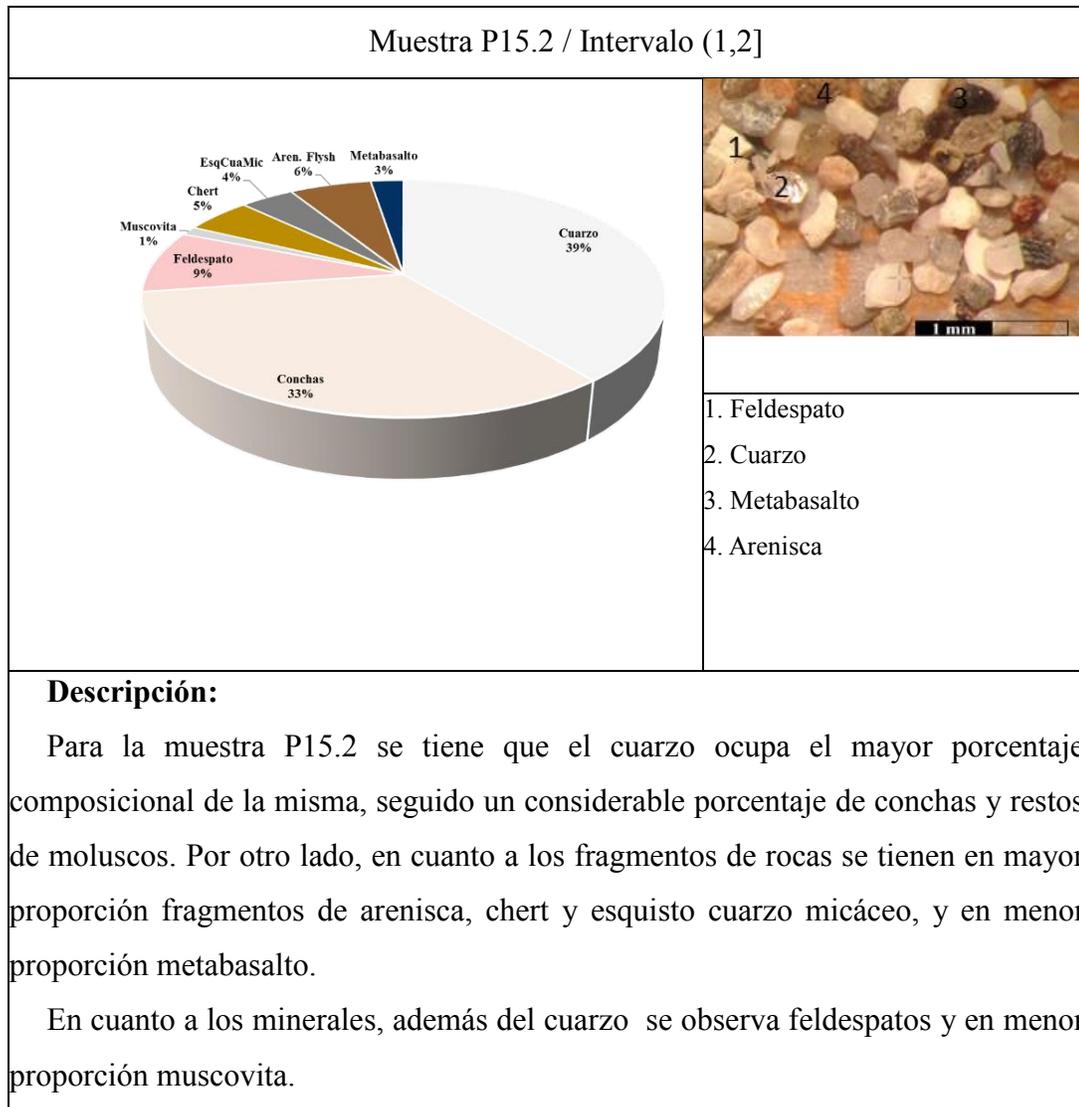
• PUNTO 14



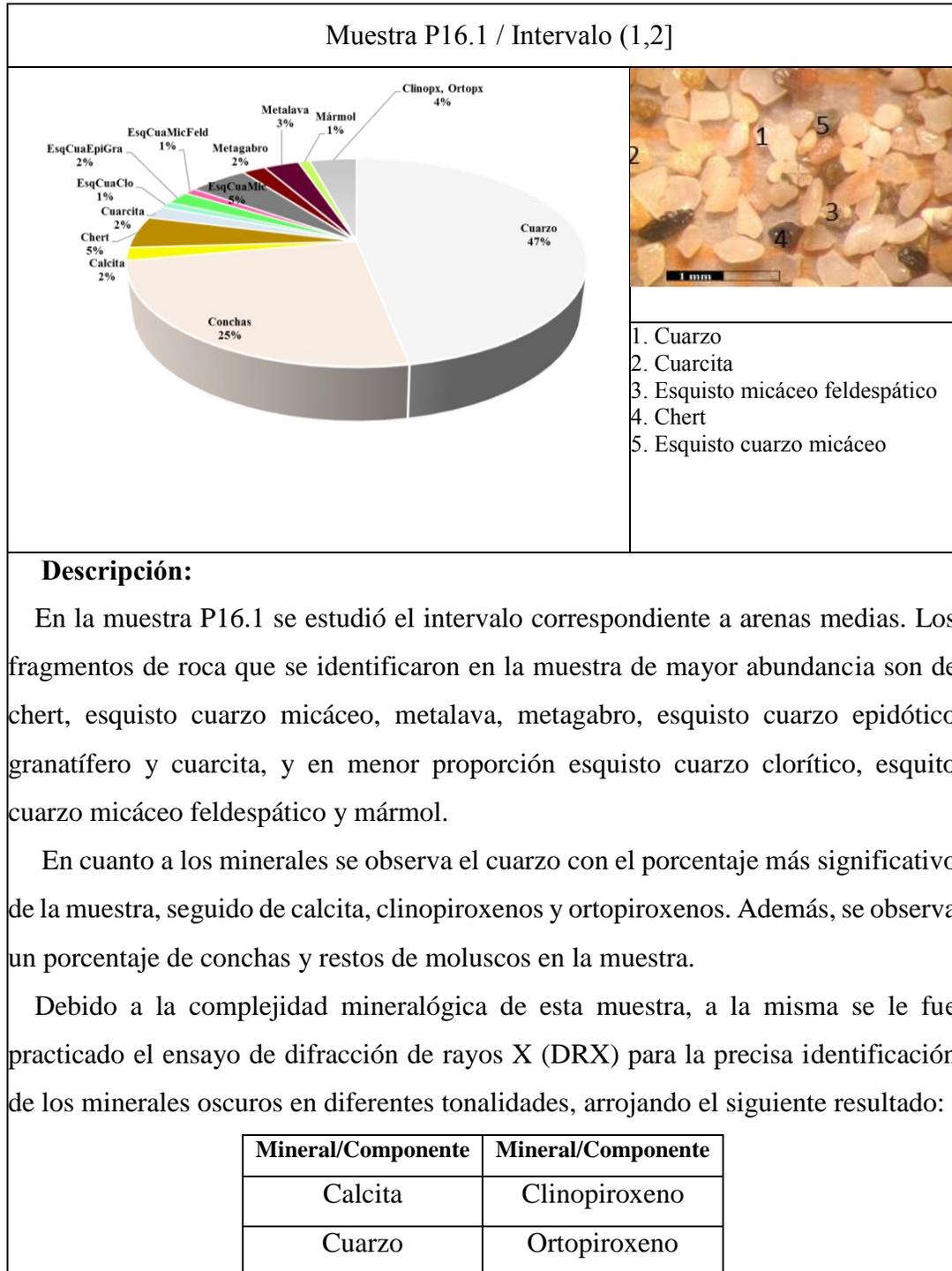


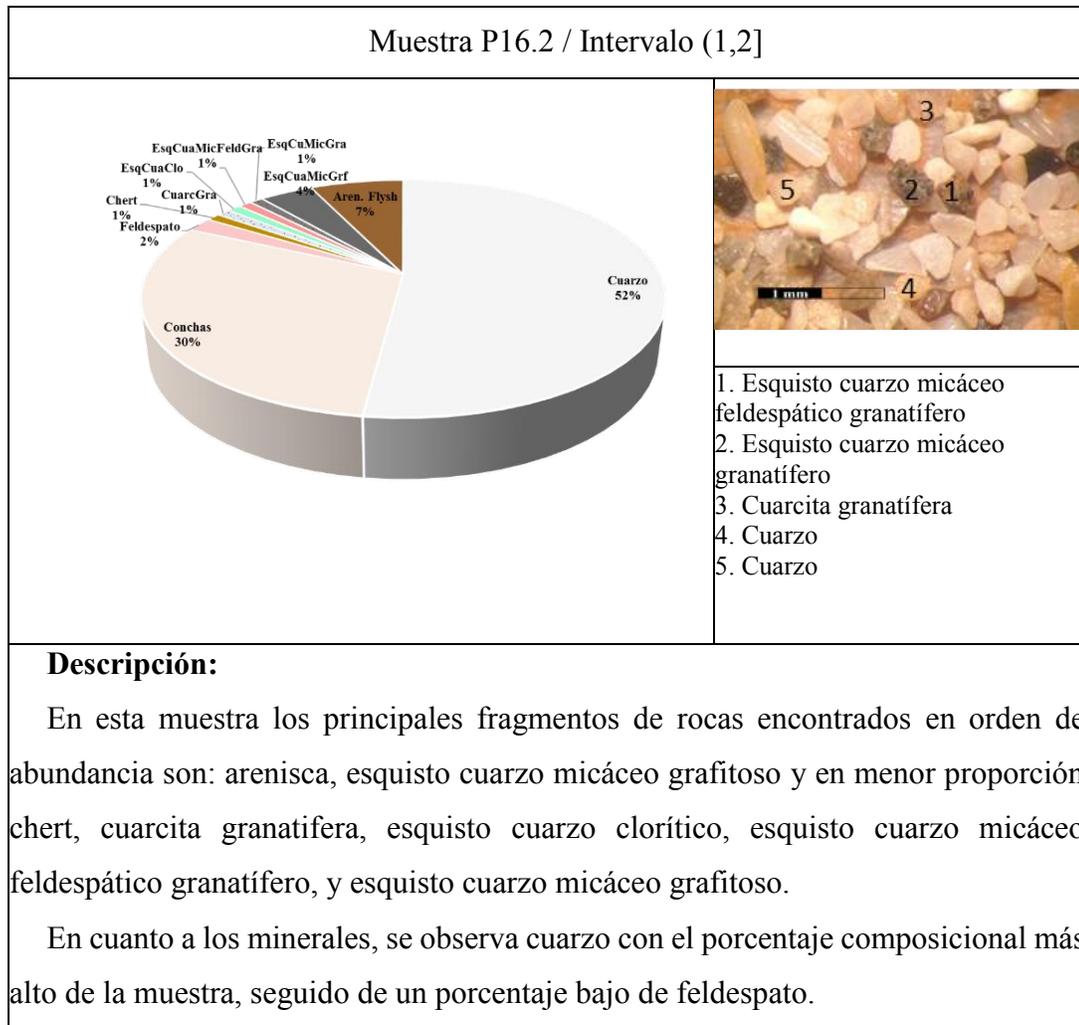
• PUNTO 15



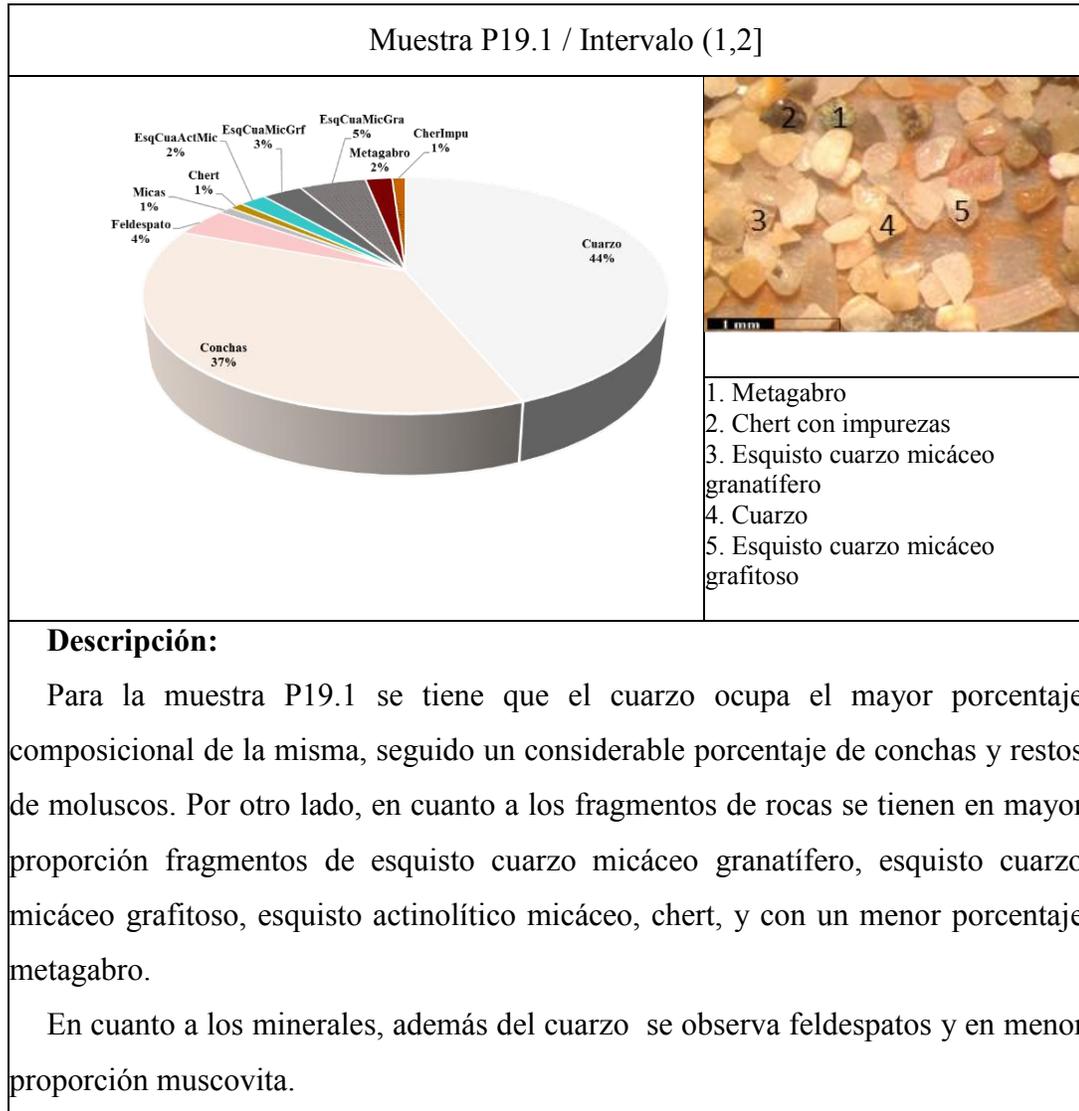


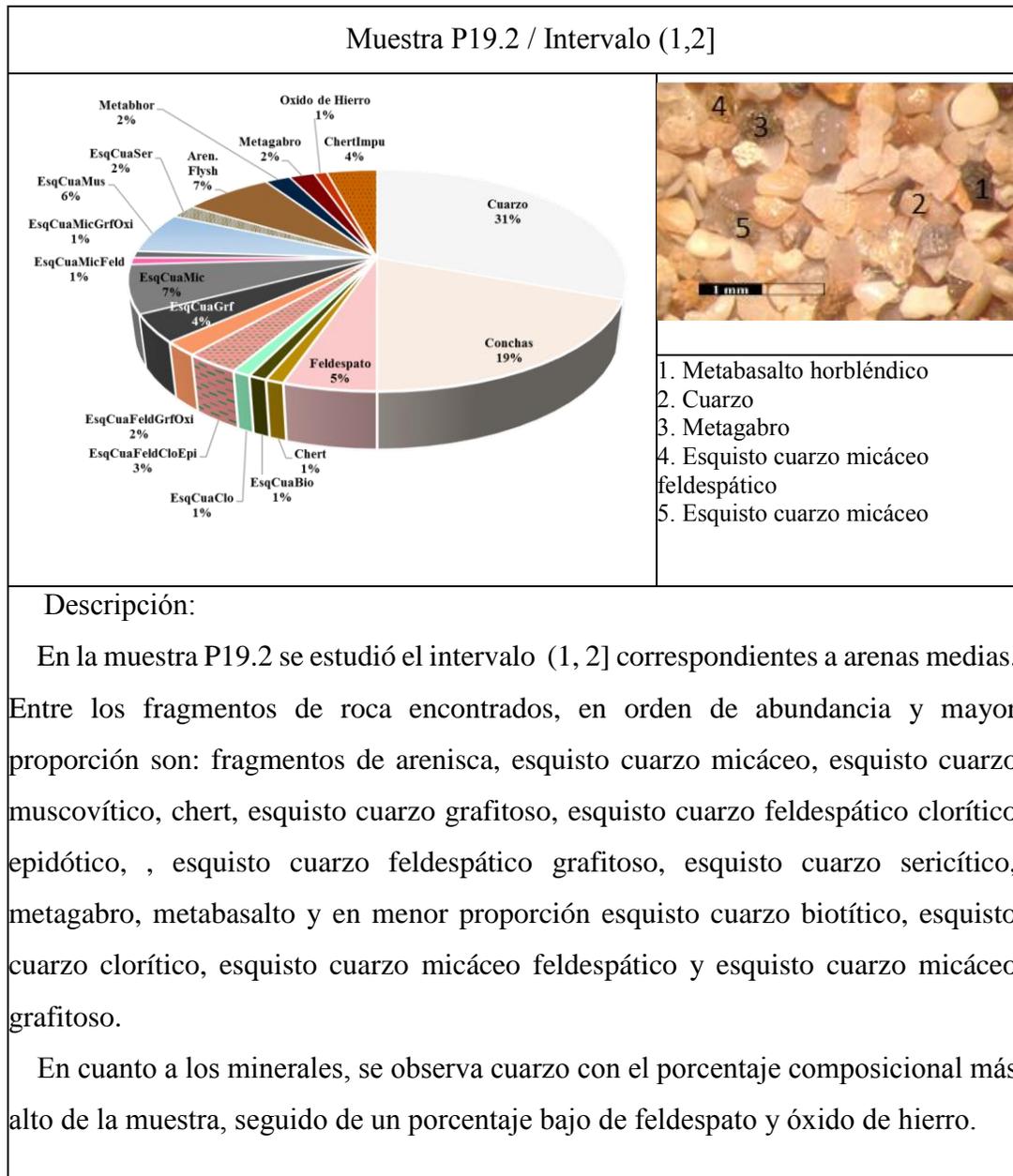
• PUNTO 16



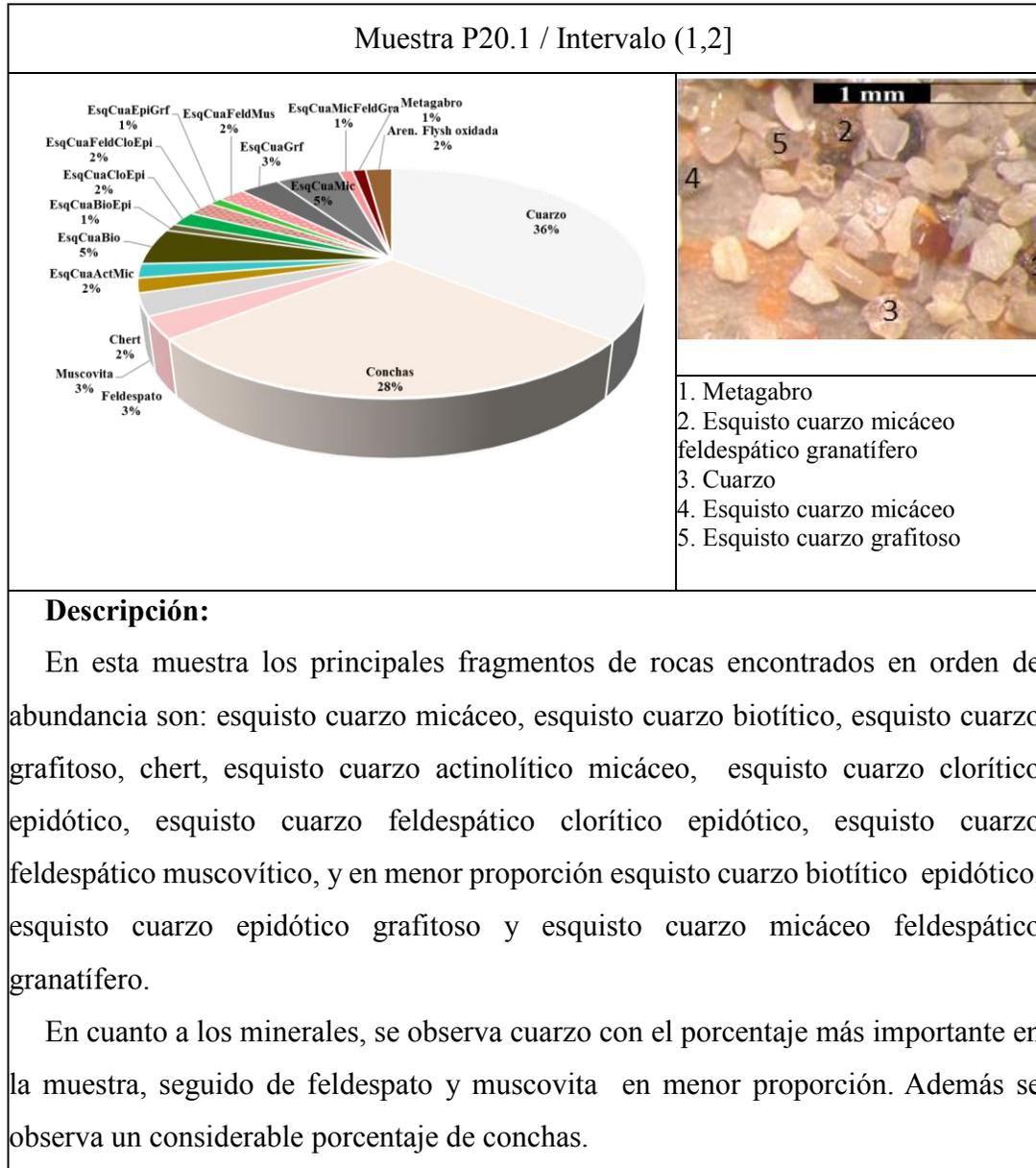


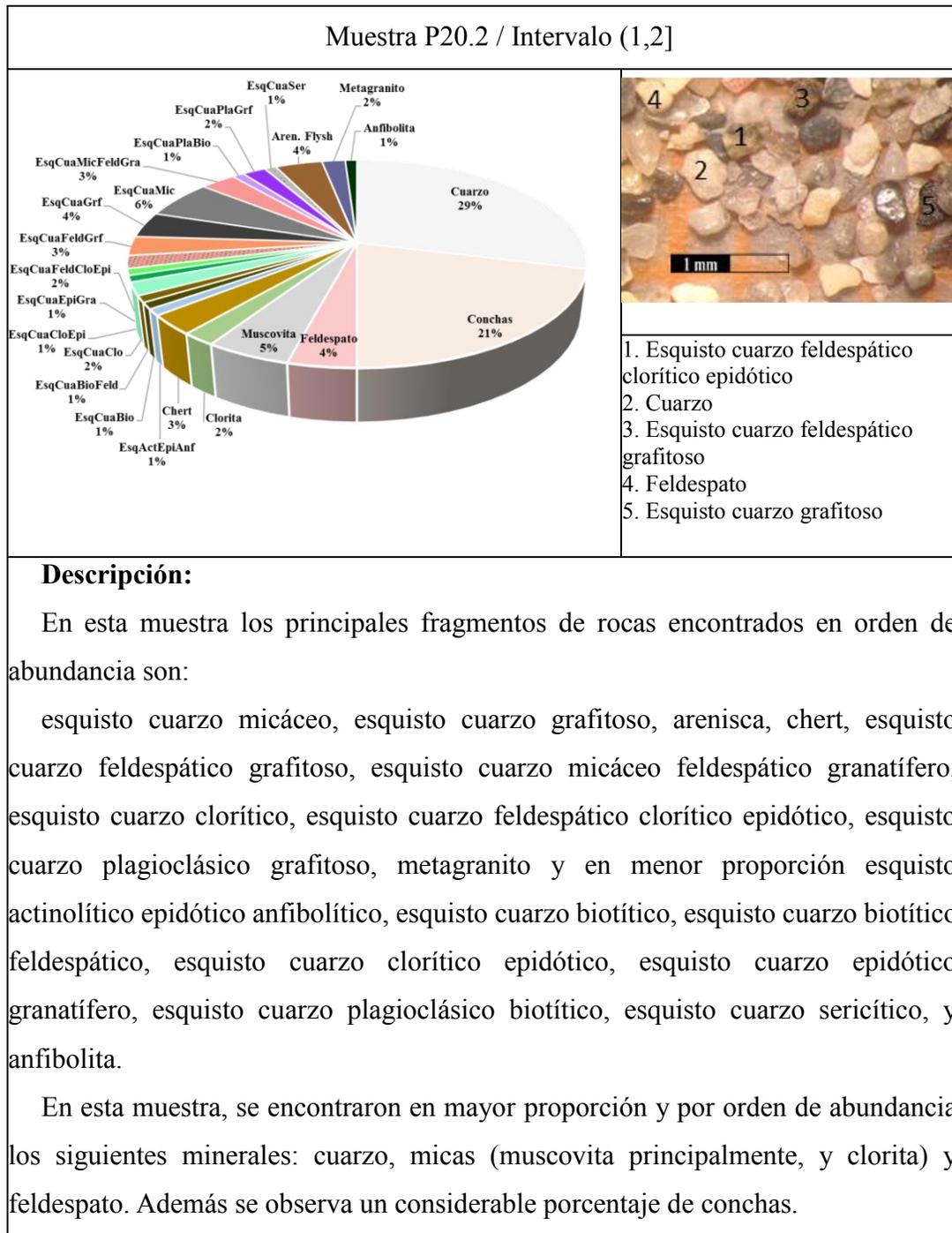
• PUNTO 19



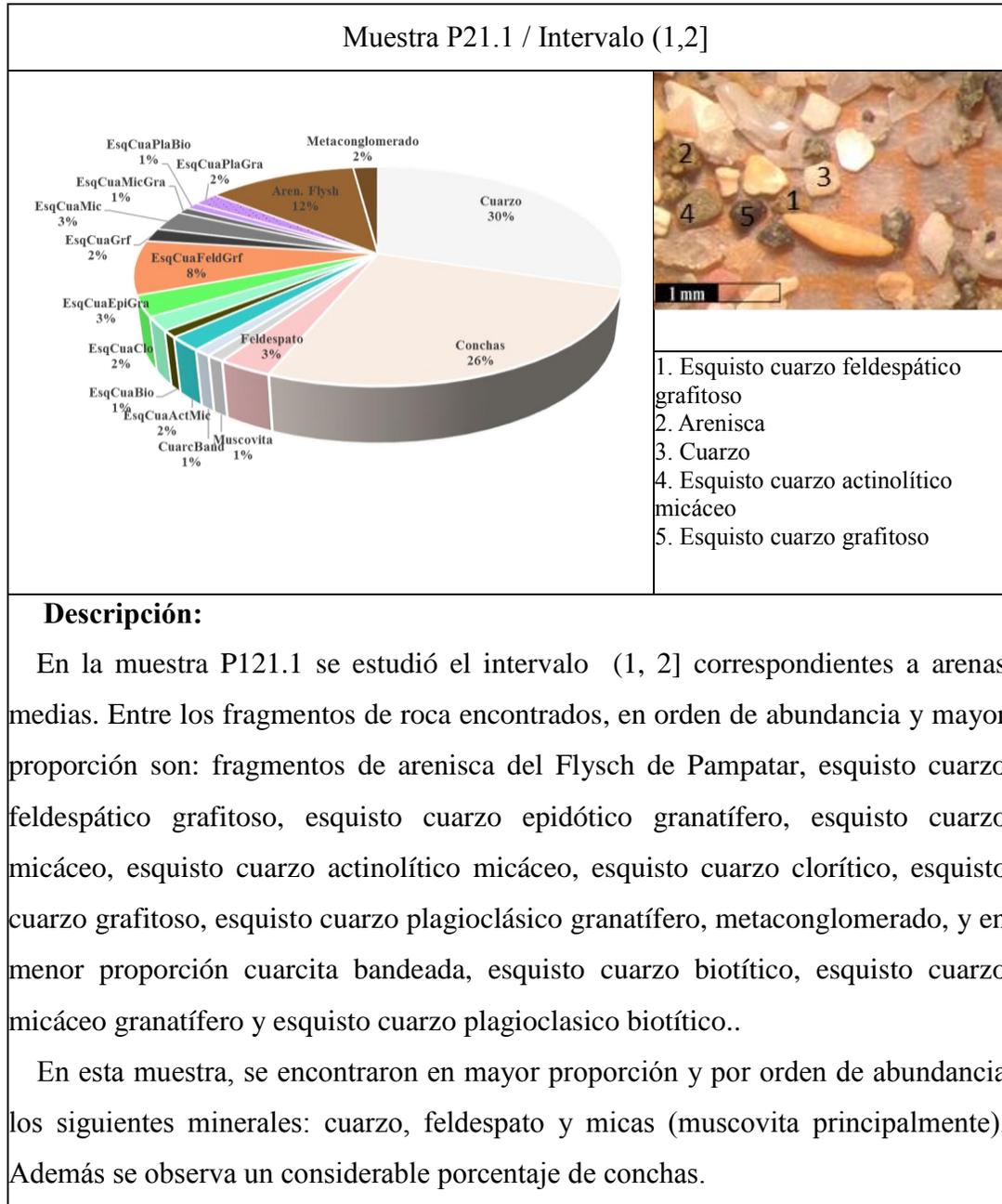


• PUNTO 20



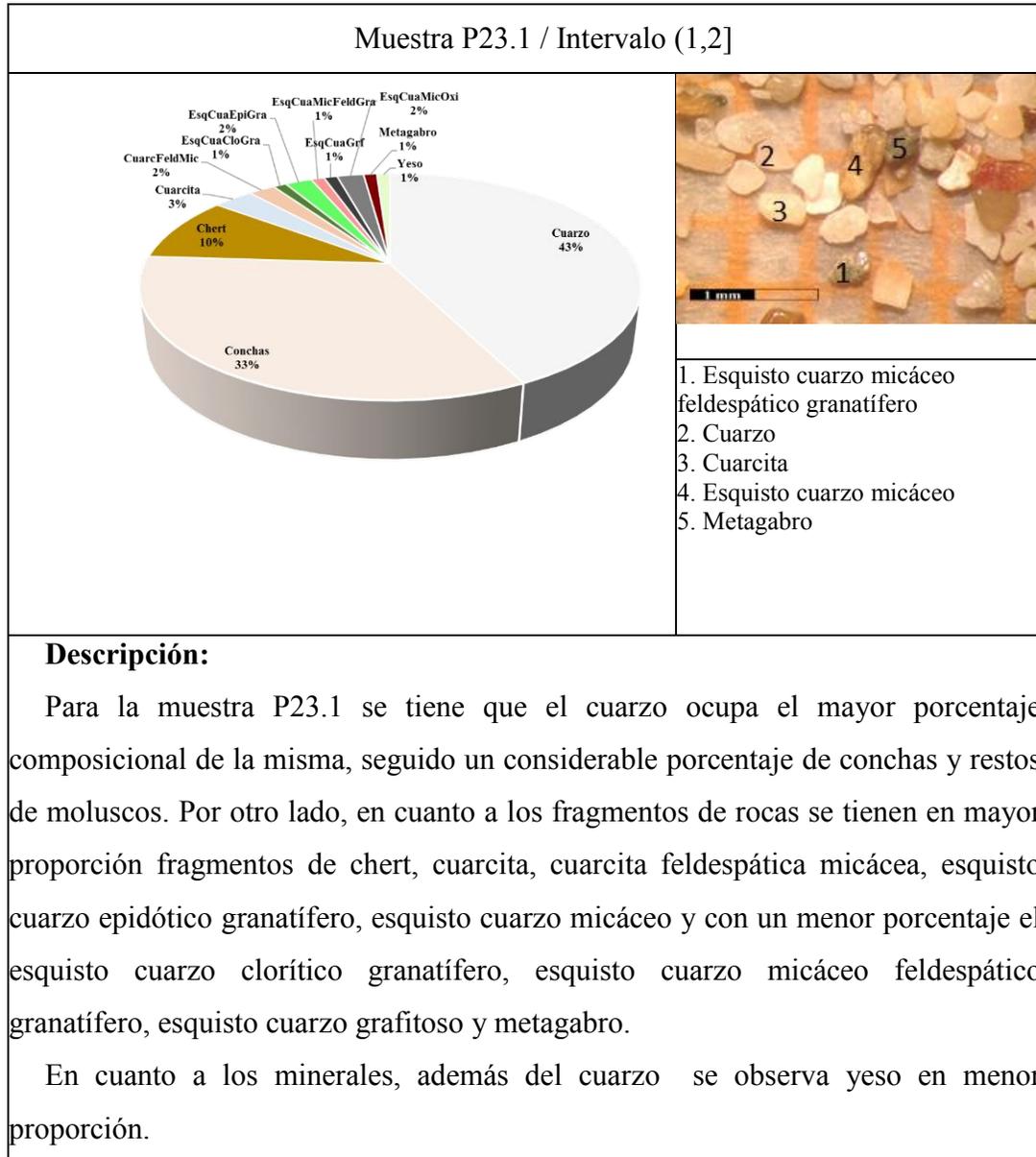


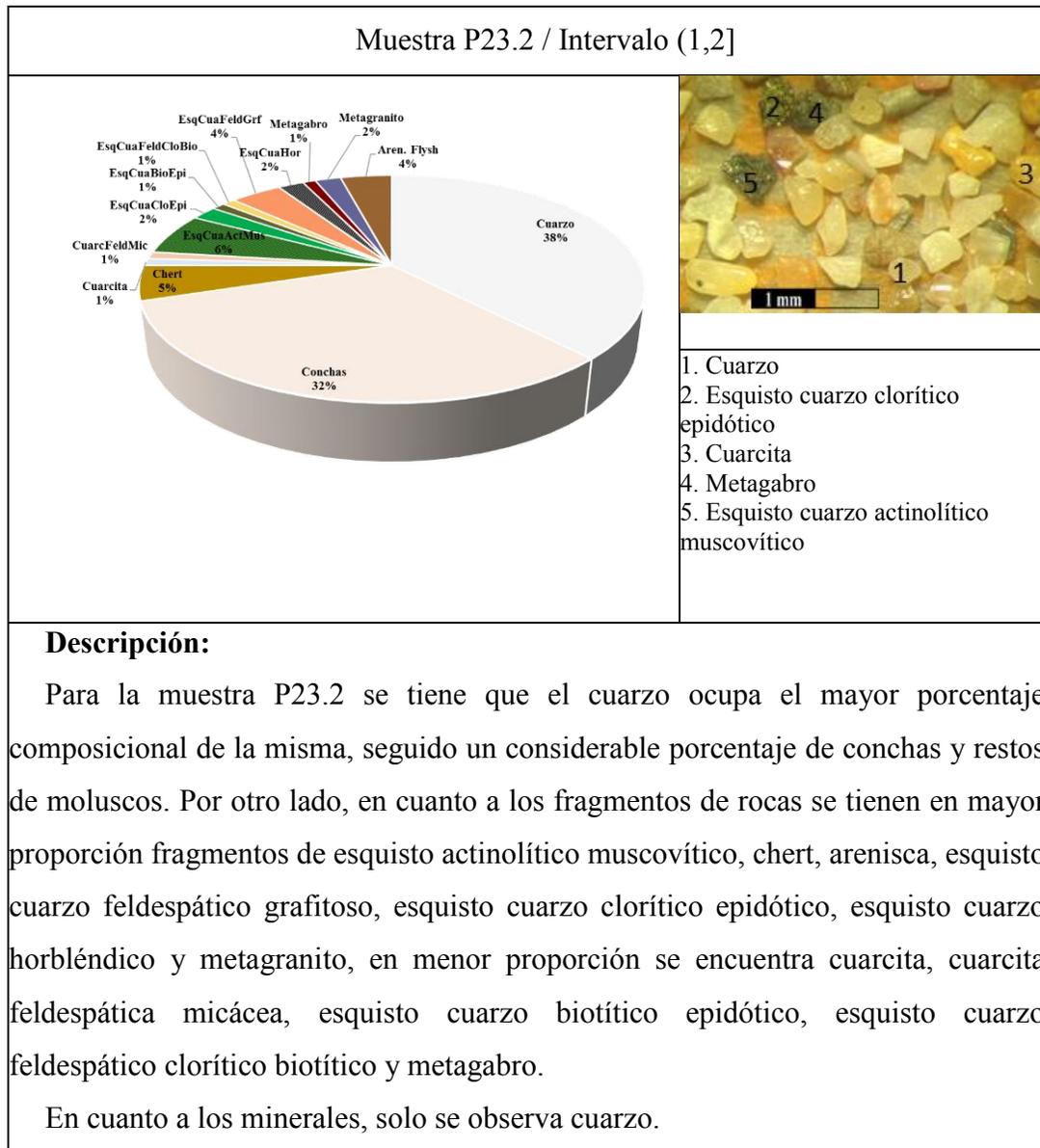
• PUNTO 21



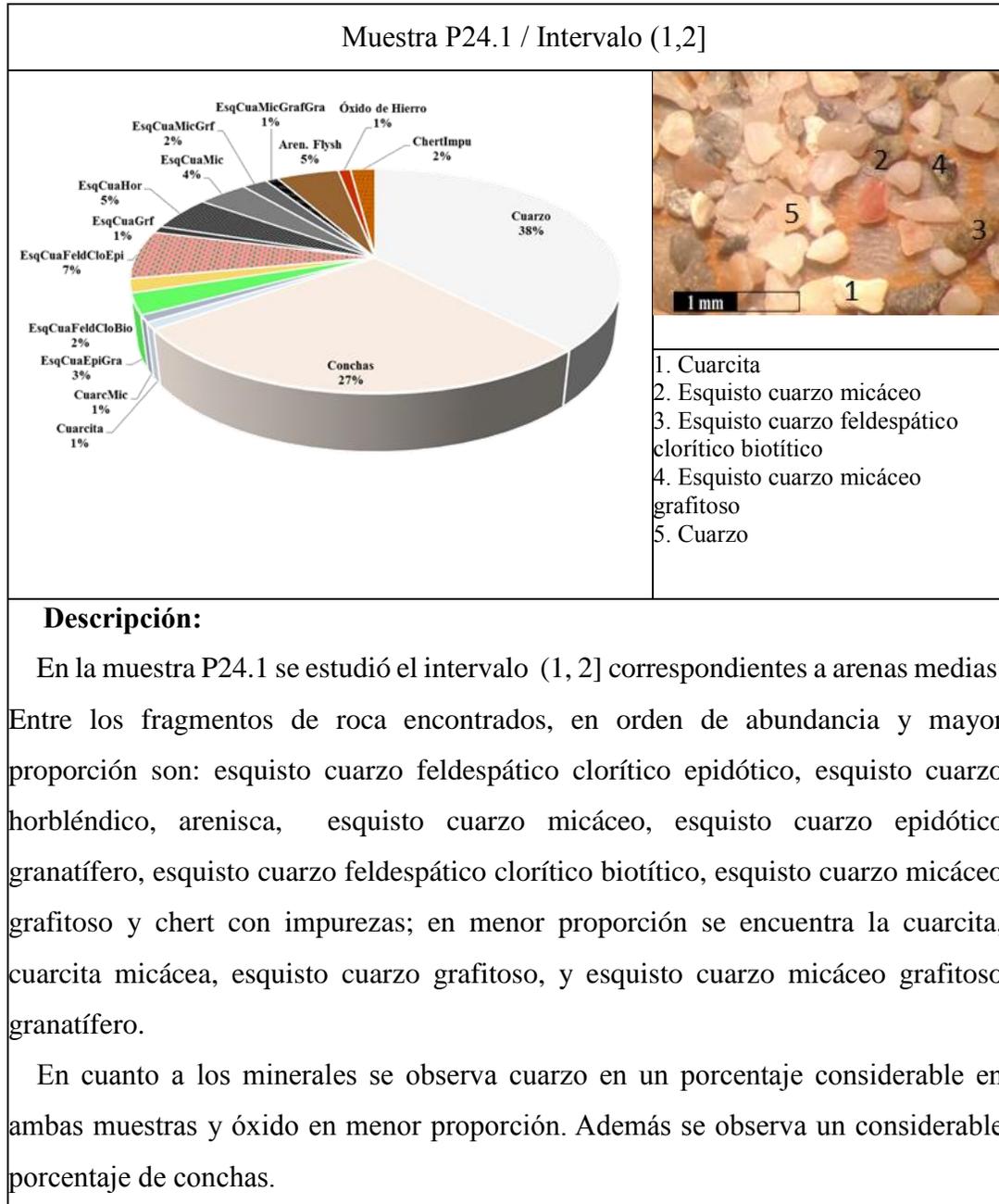


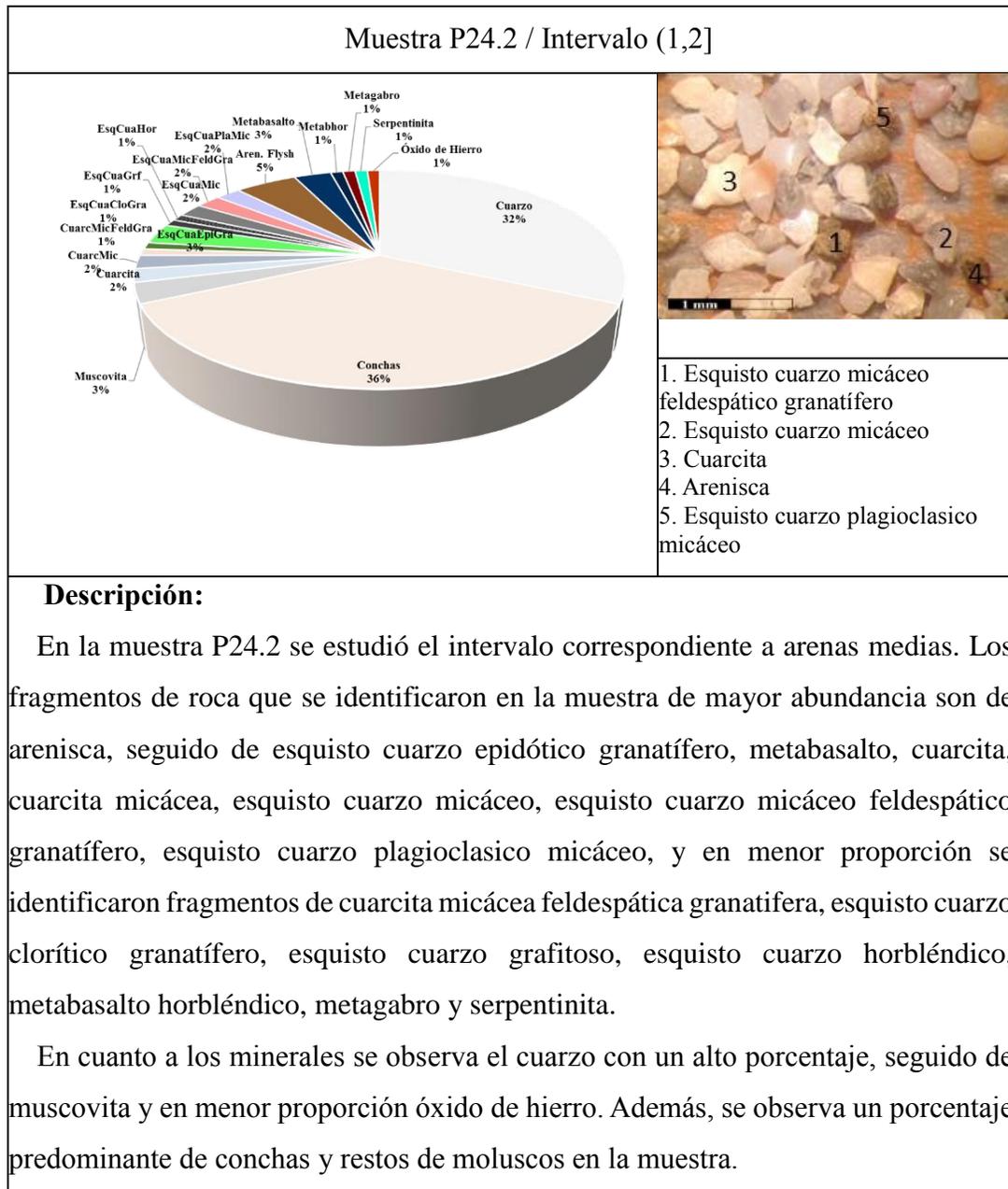
• PUNTO 23



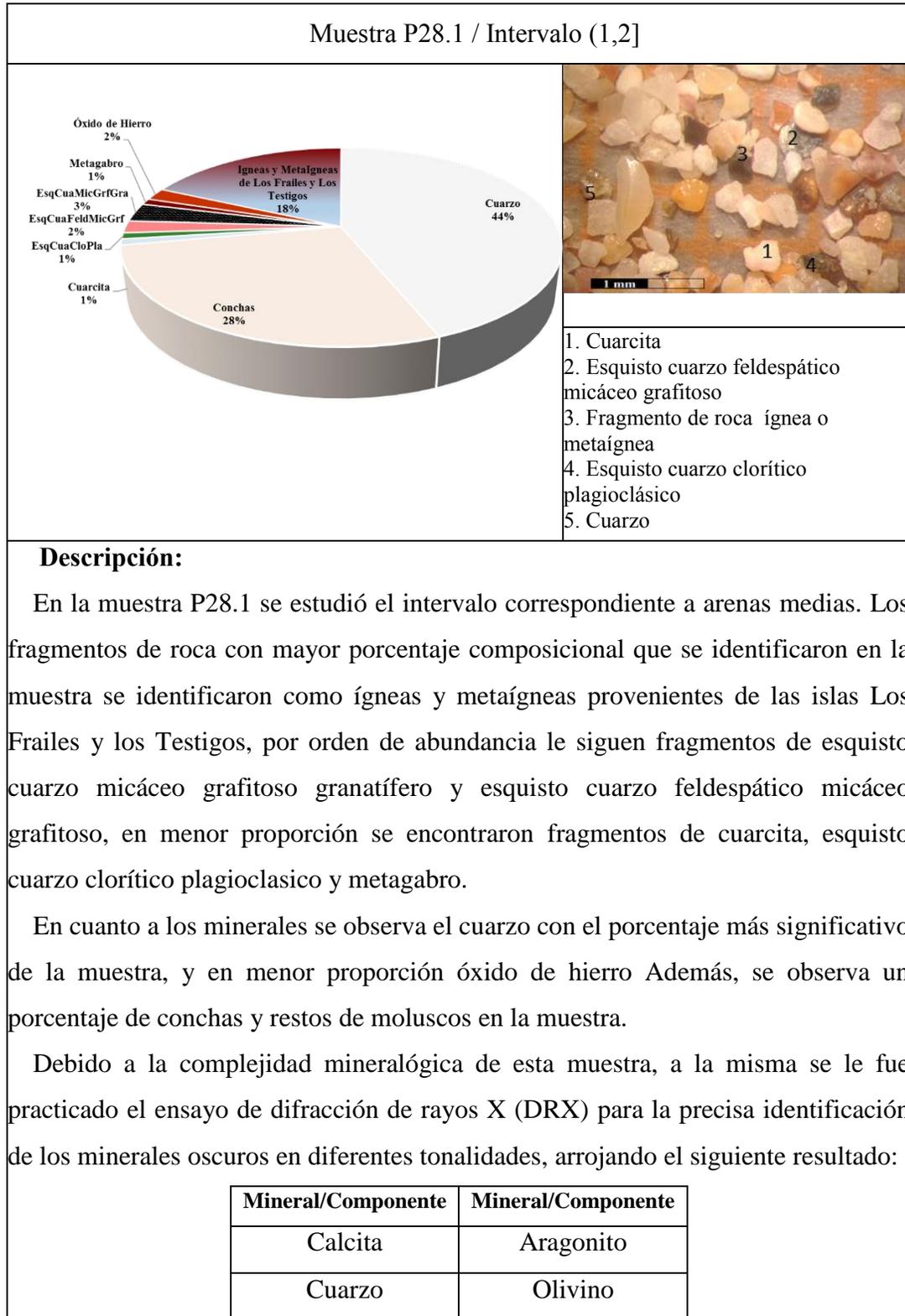


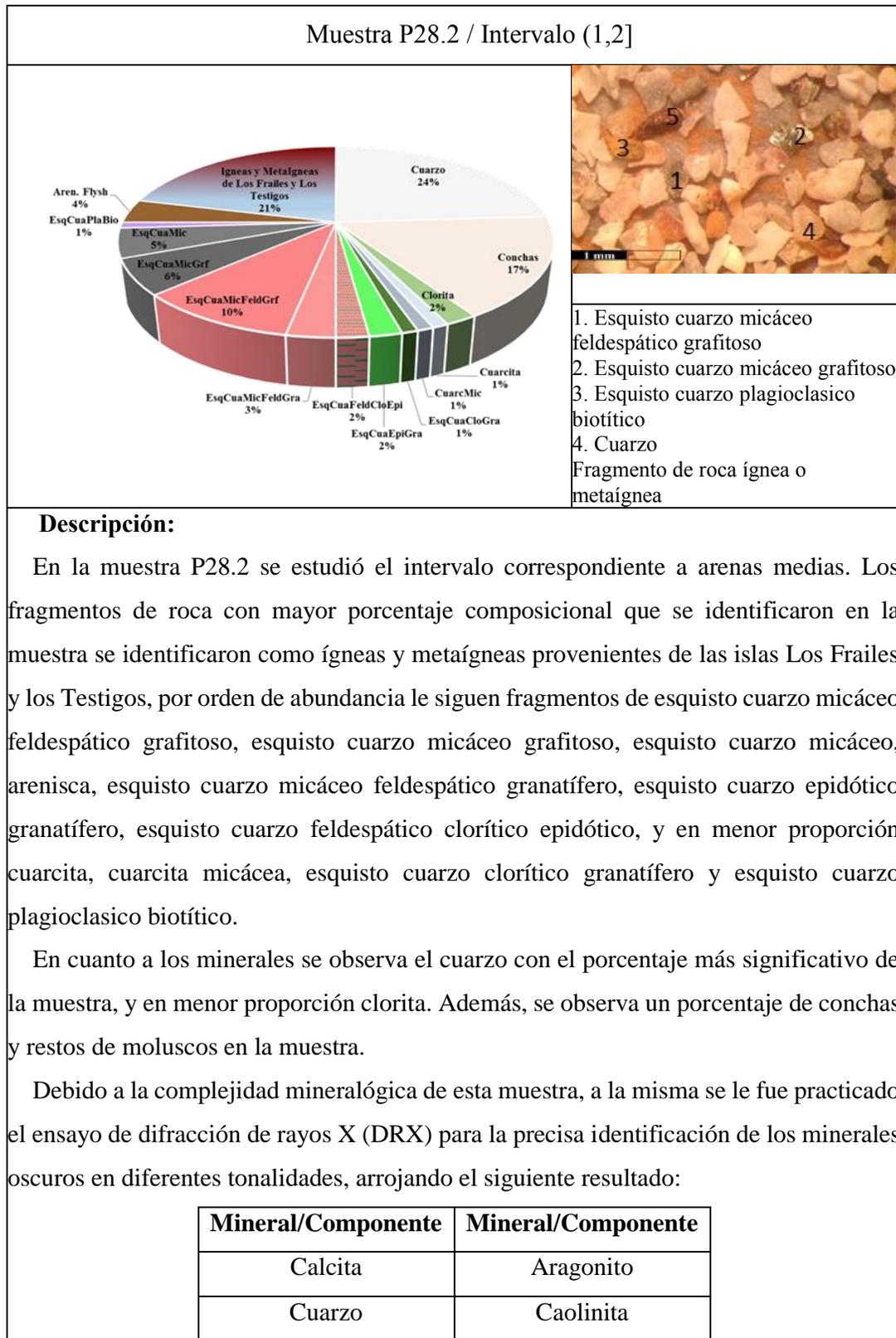
• PUNTO 24





• PUNTO 28





VI.5. EVOLUCIÓN DE LA LÍNEA DE COSTA

La morfología costera está determinada por los cambios en la línea de costa y los factores y procesos que modifican la misma, por eso es necesario realizar un estudio de la evolución de la costa a través del tiempo, con el fin de determinar los factores y las variables naturales y antropogénicas que influyen en la modificación de la morfodinámica natural del sistema costero.

Se presenta a continuación un mapa de episodios de cambios del desplazamiento de la línea de costa (ver figura 70), donde se evidencia la erosión en el tramo estudiado, para ello se realizó la superposición de imágenes satelitales de *Google Earth* para obtener una visión de dicho desplazamiento de la línea de costa entre los años 1970, 2005 y 2017. Esta superposición de imágenes se realizó a través del uso del programa CorelDRAW X6, el cual permite transparentar cada imagen para lograr solapar las mismas con un mínimo margen de error, luego de ser solapadas las imágenes se procedió a trazar las líneas de costa correspondientes a cada año respectivamente para así determinar el desplazamiento de la línea costera.

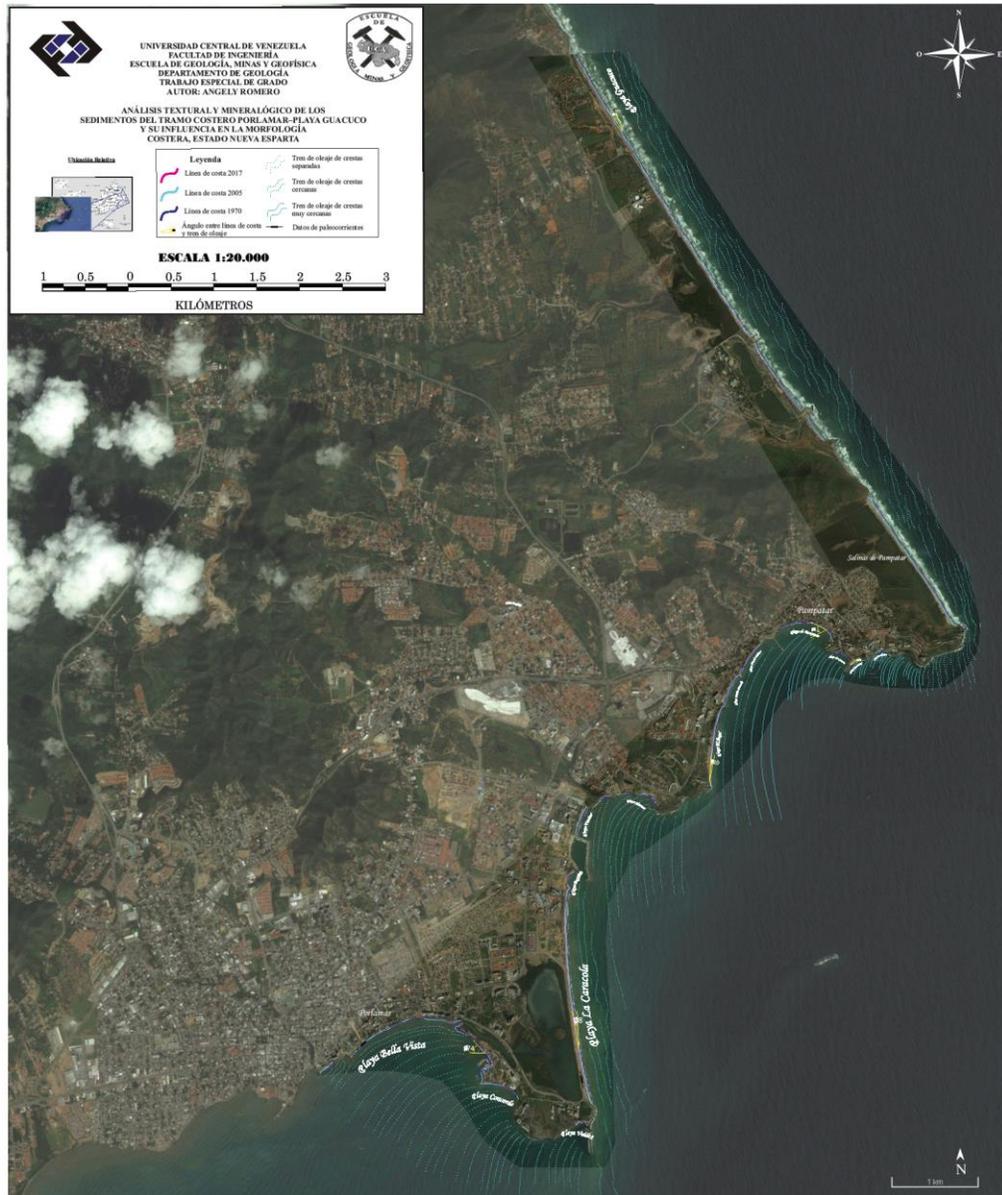


Figura 69. Episodios de cambios del desplazamiento de la línea de costa en el tramo Porlamar - Playa Guacuco en el periodo 1970 - 2017 y el patrón del tren de oleaje en la zona de estudio.

A través de este mapa de episodios de cambios se evidencia las variaciones en el desplazamiento de la línea de costa del tramo costero Porlamar – Playa Guacuco. Este desplazamiento indica una erosión que varía de 1m a 50m aproximadamente en los diferentes sectores del tramo costero.

De acuerdo a esto, se infiere que existe una erosión de los sedimentos costeros a lo largo de la zona de estudio, la cual depende de muchos factores, entre los cuales se destacan la influencia del oleaje, la marea, la intervención del hombre y la morfología natural de la costa.

En el caso de las playas o sectores que poseen una morfología costera tipo bahía y cuya influencia del oleaje no impacta perpendicularmente en las costas, se observa que el desplazamiento de la línea de costa en estos casos es mínimo y en algunas ocasiones ausente. Como sucede en las playas Bella Vista, Concorde, Valdez, Moreno y Pampatar (ver figura 69) Se observa que la morfología de dichas costas es del tipo bahía y se encuentran resguardadas del impacto directo del oleaje, y la energía del mismo es baja.

Lo contrario ocurre en las playas La Caracola y playa El Ángel, las cuales poseen una morfología estrecha y alargada y el oleaje impacta directa y perpendicularmente en la costa, en estas playas se evidencia una alta tasa de erosión, en un desplazamiento aproximado entre 20 y 43 m.

Existen casos diferentes como son la playas Bayside, Venetur, Bahía Dorada y Círculo Militar, en las que se observa un desplazamiento de la línea de costa medianamente bajo (ver figura 69), donde el oleaje a pesar de impactar directamente no genera una erosión tan marcada como el caso anterior, estas playas se encuentran además resguardadas por obras costeras como espigones y muelles, por lo que se puede inferir que dichas obras generan una refracción del oleaje y disminución de la energía del mismo.

El caso particular del extremo norte del tramo costero en estudio, que desde las Salinas de Pampatar a Playa Guacuco, se evidencia un desplazamiento notorio de la línea de costa (ver figura 70), cuyas playas poseen una morfología de playa estrecha y alargada con geometría rectilínea, en dichas playas se observa un tren de oleaje con mucha variabilidad del mismo, las crestas de las olas son discontinuadas y no poseen la misma distancia entre sí. Sin embargo en todo este tramo el oleaje impacta directa y perpendicularmente en la costa y se caracteriza por tener una energía de media a alta, por lo que genera una alta tasa de erosión, además se considera la influencia de los vientos alisios que influyen en la isla, los cuales impactan perpendicularmente en este tramo costero a razón de 15 m/s.

Hacia el tramo sur se observa un tren de oleaje cuyas crestas son mayoritariamente equidistantes y separadas, y el tramo costero donde impacta presenta la menor tasa de erosión. Hacia la zona central del tramo costero estudiado se observan un conjunto de crestas de olas equidistantes pero medianamente más unidas entre sí, y las playas donde impactan estas olas presentan una erosión relativamente baja (ver figura 70).

A continuación se describe la evolución de la línea de costa en las playas con mayor índice de erosión.

- **Bahía de Guaraguao (Playa Bella Vista – Playa Concorde)**

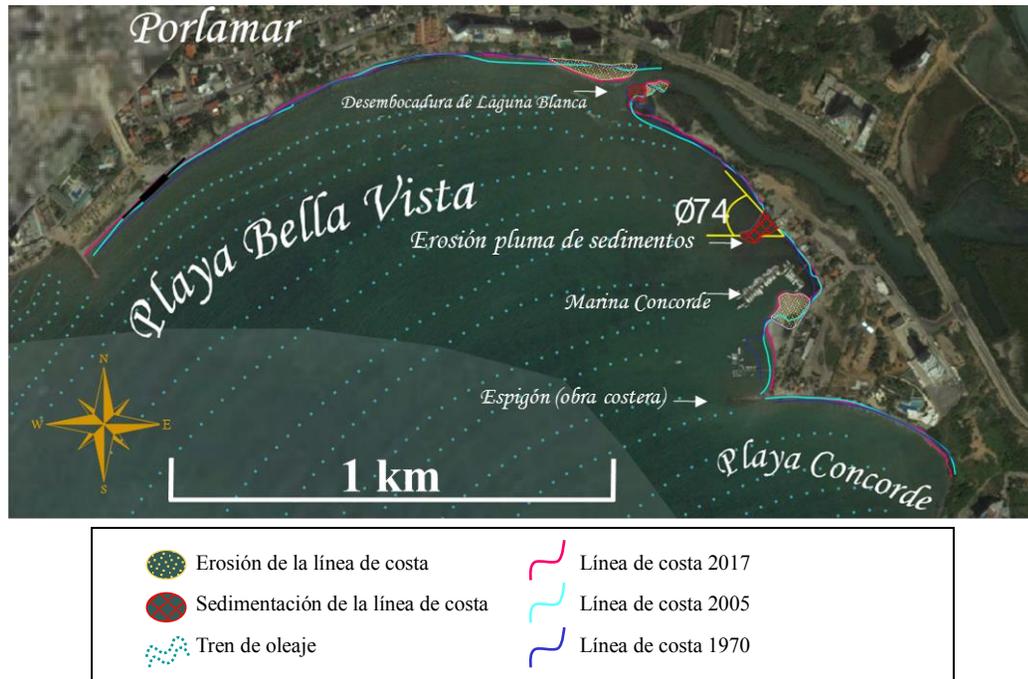


Figura 70. Desplazamiento de la línea de costa de la Bahía de Guaraguao (Playa Bella Vista y Concorde). Fuente: Elaboración propia.

Se evidencia una notable modificación al norte de la playa Concorde en la desembocadura de Laguna Blanca, existe una erosión y una sedimentación en el extremo de la forma costera modelada por oleaje allí presente. En la figura 70 se observan los sectores donde existe pérdida y adición de material tanto en esta forma como en la Marina Concorde.

Entre 2005 y 2017 se genera la erosión de aproximadamente 3760 m² de una pluma de sedimentos y se genera la sedimentación de 2481 m² aproximadamente hacia la zona de la Marina Concorde. Hacia el extremo sur de la marina se evidencia un desplazamiento de 31 m aproximadamente de la línea de costa, posiblemente producto de la acción de la obra costera allí presente o la intervención de hombre.

- **Playa La Caracola**



Figura 71.Desplazamiento de la línea de costa de la Playa La Caracola.

Fuente: Elaboración propia.

Esta playa se caracteriza por tener una morfología de playa angosta y se extiende a lo largo de un cordón litoral, donde la acción del oleaje incide directa y perpendicularmente sobre la misma, con un ángulo entre la línea de costa y el tren de olas de 8° aproximadamente. En la figura 71 se evidencia un desplazamiento de 43 m aproximadamente d la línea de costa a los largo del tramo costero.

- **Playa El Ángel**

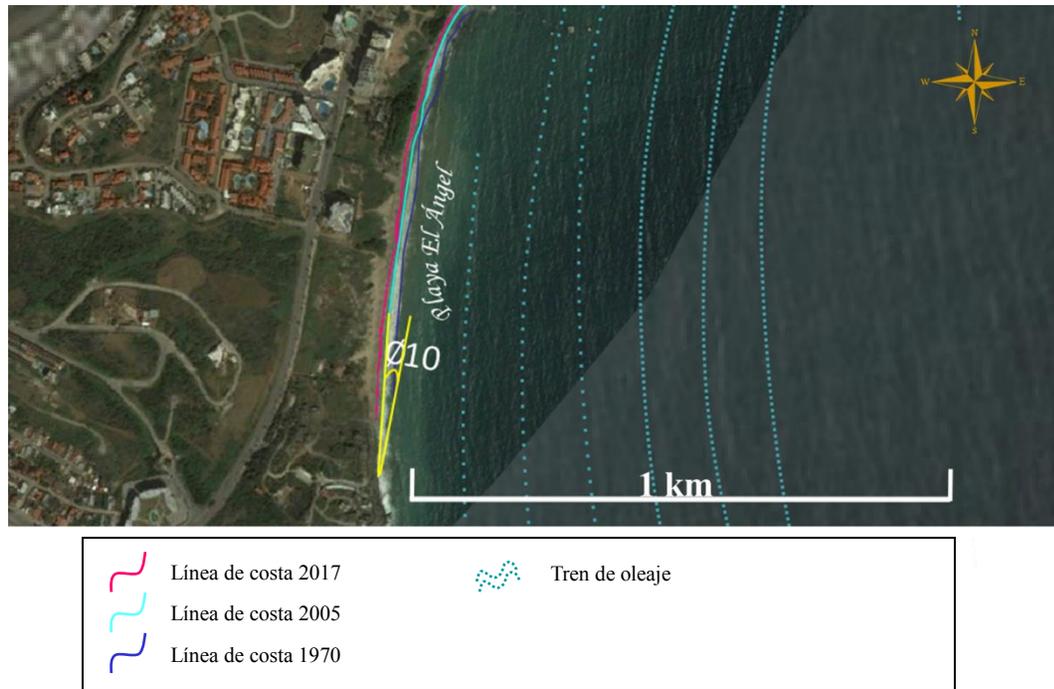


Figura 72 Desplazamiento de la línea de costa de la Playa El Ángel.

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que la playa La Caracola se trata de una playa estrecha alargada donde la acción del oleaje incide un ángulo entre la línea de costa y el tren de olas de 10° aproximadamente, lo que genera un notable desplazamiento de la línea de costa que varía entre 21 y 30 m aproximadamente (ver figura 72).

- **Playa Guacuco**



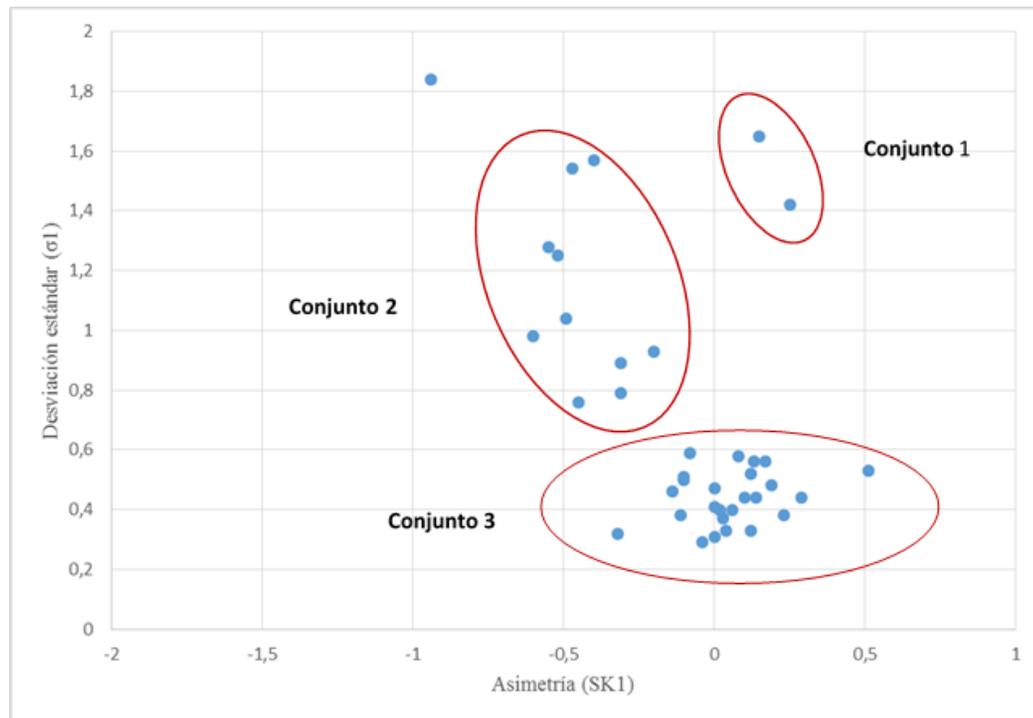
Figura 73.Desplazamiento de la línea de costa de la Playa Guacuco. Fuente: Elaboración propia.

La morfología de la costa es alargada y el oleaje incide directamente en ella, con un ángulo entre la línea de costa y el tren de oleaje de 12° aproximadamente, se observa un desplazamiento notorio al sur de la misma de aproximadamente 52 metros, en este tramo costero se evidencia un desplazamiento paulatino, es decir, se va erosionando con más intensidad de sur a norte (ver figura 73). En el periodo 2005 – 2017 el desplazamiento de la línea de costa en el extremo norte es muy pequeño, no varía notablemente hacia este sector, sin embargo hacia el sector central de la playa, se observa una erosión marcada haciéndose más notoria al finalizar la playa cuando se observa la notoria influencia de la obra costera (espigón) que genera una alta erosión.

CAPÍTULO VII

ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación la figura 74 representa la relación entre el escogimiento versus la asimetría, la cual demuestra que probablemente existan dos poblaciones texturales que se distribuyen en el gráfico y que representan mecanismos de transporte diferentes. En este caso, se observan que los sedimentos analizados en el tramo costero en estudio tienden a agruparse en tres áreas diferentes. El *Conjunto 1* pertenece a sedimentos cuyas clases modales corresponden a arenas muy gruesas o gravas, lo cual indica que la fuente principal de aporte está a poca distancia del punto de estudio o que el medio de transporte de dichos sedimentos es de alta energía, en ambos casos las muestras presentan un mal escogimiento lo cual indica dos o más posibles fuentes de aporte de sedimentos, para estos estas muestras dichas fuentes de aporte pueden asociarse tanto a los afloramientos cercanos de las unidades de la Asociación Metamórfica Los Robles, el Complejo Metafiolítico Paraguachí y la Formación Pampatar presentes en tanto en P7 y P10 (Playa Valdez y Playa La Caracola respectivamente) como a la deriva litoral que transporta los fragmentos de roca de las Volcánicas Los Frailes y la Asociación Metamórfica Juan Griego; el *Conjunto 2* agrupa a aquellos sedimentos cuya clase modal los clasifica como arenas finas pero que contienen un porcentaje significativo de granos medios a gruesos, lo cual las caracteriza por presentar sedimentos de moderadamente a mal escogidos, indicando dos posibles fuentes de aporte tanto por sistema fluvial que arrastra los fragmentos de roca de las unidades litológicas de la Isla de Margarita y por medio de la deriva litoral que transportan sedimentos a lo largo del tramo costero, y además indica una variación de la energía en los mecanismos de sedimentación del medio; mientras que el *Conjunto 3* pertenece a aquellos sedimentos clasificados como arenas finas, con un buen escogimiento de los granos constituyentes.



De acuerdo a la litología identificada en los sedimentos costeros del tramo Porlamar – Playa Guacuco, estos datos permiten determinar que la principal fuente de aporte de dichos sedimentos provienen de las rocas constituyentes de las montañas y afloramientos cercanos a la zona de estudio, que a través de la erosión de las mismas por medio de ríos y quebradas son transportados hasta la costa, esto permite afirmar que la litología encontrada en la zona de estudio está estrictamente relacionada con las unidades de rocas ígneas y metamórficas de la Isla de Margarita tales como la Asociación Metamórfica Los Robles, Asociación Metamórfica Juan Griego, Complejo Metaofiolítico Paraguachí, metagranito El Salado, Formación Pampatar y las Volcánicas Los Frailes y en menor proporción se encuentran fragmentos de roca transportados por deriva litoral provenientes las rocas ígneas y metaígneas de la Isla de Los Frailes y de la Isla Los Testigos..

En tal sentido, los escasos afluentes hidrográficos de la Isla de Margarita como el río El Valle, La Asunción, y sus afluentes funcionan como medio de transporte del material sedimentario derivado de la erosión y meteorización química de las formaciones

litológicas presentes, y a medida que la fuente de sedimento se encuentre a mayor distancia de la costa mayor es el transporte recorrido por el sedimento, por lo tanto los granos experimentan un desgaste progresivo de sus aristas como consecuencia de los mecanismos de erosión generados durante su transporte ocasionando una disminución del tamaño de los mismos.

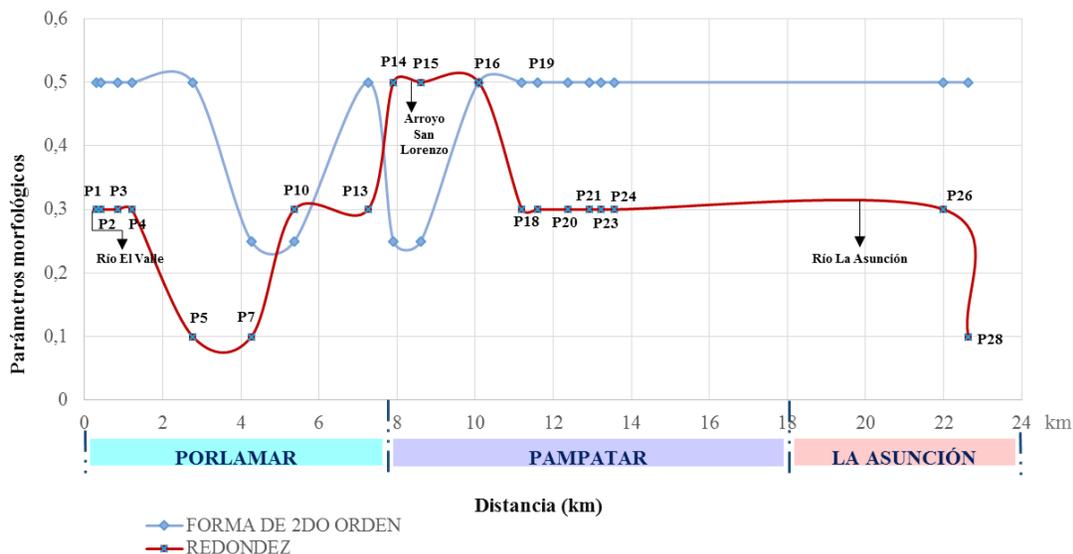


Figura 75. Gráfico de distancia en zona de estudio (km) vs redondez y forma de 2do orden

En la figura anterior se muestra la relación entre los parámetros de forma y redondez de los granos con el relieve y la litología presente en la zona de estudio. Desde Porlamar (0 km) y en dirección este se observa una baja redondez, predominando granos subangulosos desde el punto 1 hasta el punto 4, correspondientes a la playa Bella Vista, la cual presenta varias intervenciones del hombre como la construcción de un malecón en la desembocadura del Río El Valle y un espigón a escasos metros de dicho malecón, lo que genera que los sedimentos se mantengan retenidos en la zona y no sean transportados por la deriva litoral de forma constante, la forma predominante de estos granos es discoidal lo que indica un transporte por tracción, sin embargo la forma predominante de 2do orden es romboidal lo que sugiere que un porcentaje considerable de estos sedimentos poseen un patrón heredado del hábito de su litología fuente.

A unos 1,3 km aproximadamente del punto 4 se observa una redondez significativamente baja en el punto 5 y el punto 7, debido a que la fuente de sedimentos se encuentra a escasos metros de la costa, ocasionando que los afluentes depositen los sedimentos en la costa de manera abrupta y rápido, lo cual genera que las aristas de los granos mantengan su angulosidad original debido a que estas no son suavizadas a través del transporte de los granos. Además, se observa que la forma de 2do orden predominante de los sedimentos es laminar y romboidal lo cual indica que los granos mantienen la forma de los granos heredados de la roca fuente.

Desde la playa La Caracola hasta la playa Bayside, se encuentran los puntos 10 y 13 respectivamente, donde la redondez de los granos es baja, predominan granos subangulosos, en el caso del punto 10 producto de los drenajes intermitentes en la zona de estudio y por la cercanía de la fuente de sedimentos y en el caso del punto 13 debido a la presencia de dos espigones en los laterales de la playa Bayside los cuales generan que el sedimento no pueda movilizarse lateralmente a través de la deriva costera y mantengan su angulosidad.

En dirección este, específicamente a 8 km aproximadamente desde el punto de inicio del tramo costero, se encuentran los puntos 14, 15 y 16. En el caso de los puntos 14 y 15 la redondez aumenta debido a que los granos son depositados en zonas de vaivén lo que genera una leve redondez de los granos, aunado a esto hacia el este del punto 14 y el oeste del punto 15 se encuentra la desembocadura del arroyo San Lorenzo, lo que genera una alta esfericidad de los granos y una redondez media producto del transporte por sistema fluvial. En el punto 16 la redondez es intermedia, lo que indica que los sedimentos fueron transportados a velocidades y distancias distintas, lo cual es congruente con los parámetros granulométricos obtenidos, que indican dos posibles fuentes de aporte de sedimentos, esto es expresado por la bimodalidad en el análisis granulométrico. Lo que quiere decir que el mayor porcentaje de granos constituyentes de esta playa provienen de una fuente con una distancia relativamente alta, lo cual genera un redondeamiento de los clastos.

Por otra parte, en el centro de Pampatar se tienen granos con redondez baja, lo cual indica que los sedimentos acarreados tuvieron poco transporte desde el área fuente, y la influencia de las obras costeras en este tramo como espigones a los laterales de las playas como es el caso de los puntos 18 y 19, y un muelle al oeste del punto 20 y un espigón en su lateral derecho. Además, entre los puntos 21 y 23 se encuentra un espigón que separa ambas playas, lo que ocasiona que los sedimentos queden atrapados entre dichas obras costeras y no se genere el desplazamiento lateral a lo largo de la costa de los mismos a través de la deriva litoral.

A unos 22 km se encuentra la zona de La Asunción, específicamente en los puntos 26 y 28 que corresponden a la playa Guacuco, los granos de esta zona poseen una redondez baja producto del poco transporte del sedimento desde la fuente de los mismos, en el caso del punto 28 los granos presentan una angulosidad muy alta producto de la cercanía a unos escasos metros de la fuente de sedimento, aunado a esto las pendientes de las laderas de las montañas donde están ubicados los afloramientos son abruptas, lo cual genera una rápida depositación de los sedimentos en la costa.

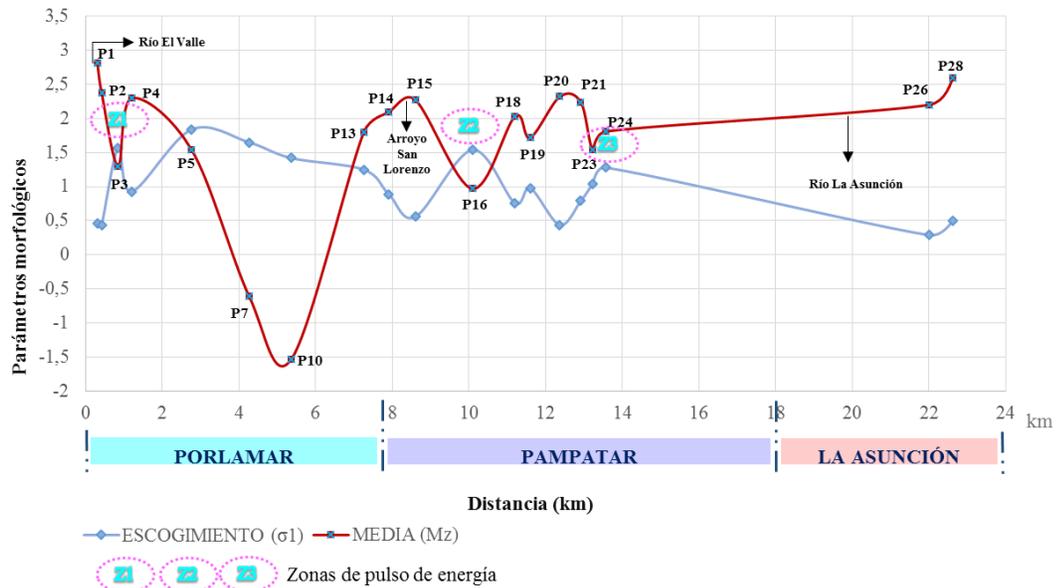


Figura 76. Gráfico de distancia en zona de estudio (km) vs escogimiento y media.

La figura 76 muestra la relación entre el escogimiento y la media a lo largo del tramo Porlamar – Playa Guacuco. El escogimiento de los sedimentos del tramo costero presenta una cierta homogeneidad, la cual varía de moderadamente escogido a bien escogido. Sin embargo, se observan tres zonas de pulso de energía en las que el escogimiento de los sedimentos refleja un nivel de energía variable.

Hacia el este de Porlamar predominan las arenas finas con un escogimiento de moderadamente escogido a mal escogido, y a partir del punto 4 el tamaño de grano de la misma incrementa a arenas gruesas y muy gruesas en los puntos 5, 7 y 10, los cuales para estos últimos presentan el tamaño de grano más grueso de todo el tramo costero y poseen un mal escogimiento de los sedimentos constituyentes, producto de la cercanía del sustrato erosivo. En este tramo se observa un pulso de energía (Z1) en P3 ligado posiblemente a los cambios en las fluctuaciones de la energía de la desembocadura de Laguna Blanca.

Hacia la zona de Pampatar predominan las arenas finas y con un escogimiento de moderado a bueno, sin embargo en este tramo se observa una zona de pulso de energía en el punto 16 (Z2) donde los sedimentos describen un aumento en el nivel de energía debido a su correspondencia con el tamaño de grano grueso y un mal escogimiento de los mismos. En P24 se observa otra zona de pulso de energía, donde el escogimiento es malo, esta playa se caracteriza por presentar afloramientos en la costa y por estar fuertemente intervenida por el hombre, donde se ha generado la construcción de una cancha de futbolito a escasos 6 metros de la línea de costa y un restaurant justo en la zona costera, cuyo material de construcción son cantos rodados que usan para decorar dichas estructuras, por lo cual se atribuye este mal escogimiento a la cantidad de material de aporte producto de la intervención antropogénica.

En la Asunción, específicamente en playa Guacuco el escogimiento decrece hacia el este (los sedimentos presentan granos bien escogidos) y la media predomina hacia arenas finas, indicando un patrón de sedimentación en el que la energía del medio se mantuvo constante y al presentar un mayor porcentaje de arenas finas indica una baja energía del mismo.

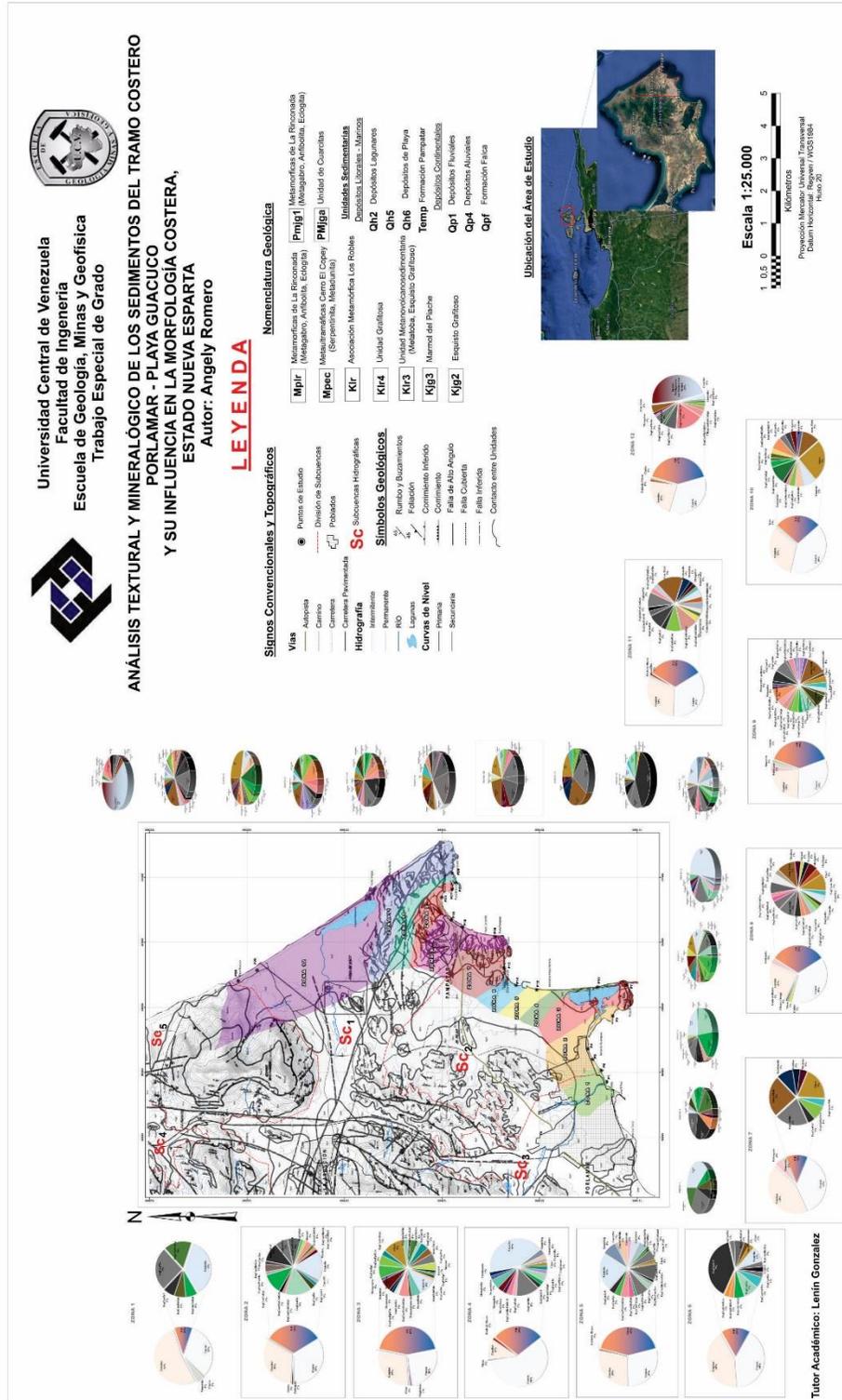


Figura 77. Distribución mineralógica en la franja costera por zonas y diagramas de la litología constituyente por punto de estudio.

En la figura 77 se presenta un mapa de la distribución mineralógica y litológica en el tramo costero Porlamar – Playa Guacuco, realizado a través de la mineralogía y los fragmentos de roca encontrados en los sedimentos de dicho tramo costero. De acuerdo a esto se reagruparon 12 zonas según la tendencia litológica presente, lo que permite evaluar la procedencia de los sedimentos y su relación con las formaciones y unidades litológicas de la zona de estudio. De oeste a este, se describen a continuación las 12 zonas:

- Zona 1: Se ubica al este de Porlamar e incluye el punto 1, se observan fragmentos de cuarcita, esquistos cuarzo micáceo, esquisto cuarzo biotítico epidótico, esquisto grafitoso y se evidencia la presencia del componente clorítico tanto como mineral minoritario como en los fragmentos de roca en los fragmentos de esquisto cuarzo micáceo clorítico y esquisto cuarzo clorítico epidótico. En líneas generales se trata de una zona con poca diversidad litológica.
- Zona 2: Comprendida por los puntos 4 y 5, se mantiene la presencia del componente clorítico, micáceo y grafitoso en los fragmentos de roca. Sin embargo, a partir de estos puntos aparecen porcentajes de feldespato tanto como mineral minoritario como en fragmentos de roca. Además aparecen fragmentos de mármol y metalava, al igual que un pequeño porcentaje de esquisto cuarzo actinolítico.
- Zona 3: Constituida por el punto 7, se caracteriza por tener una composición mineralógica y litológica muy variada. Se mantiene parte de la litología antes descrita, sin embargo aparece un porcentaje significativo de chert y arenisca, así como se observa un pequeño porcentaje de plagioclasa como mineral minoritario, gneis cuarzo epidótico, gneis cuarzo micáceo, fragmentos de rocas metaígneas como metabasalto, metagranito y metagabro. El componente actinolítico aumenta y el porcentaje de cuarcita disminuye. Además se observa un porcentaje significativo de serpentinita y un aumento del porcentaje de mármol.

- Zona 4: Se ubica en Porlamar, comprendida por el punto 10, se caracteriza por estar constituido principalmente por cuarzo y cuarcito, ocupando un 72 aproximadamente de los constituyentes mineralógicos y litológicos de la zona, El gneis y el mármol desaparecen y tanto el componente clorítico como el epidótico disminuyen. En cuanto a los minerales minoritarios desaparece la plagioclasa pero se observan fragmentos de óxido de hierro.
- Zona 5: Compreendida por el punto 13, ubicada en Porlamar, en el sector de playa Bayside. En esta zona la variedad de los tipos litológicos de cuarcita aumentan, encontrándose porcentajes significativos de cuarcita esquistosa, cuarcita feldespática micácea y cuarcita granatífera. El porcentaje del componente granatífero y micáceo como mineral accesorio constituyente de los fragmentos de roca también aumenta. Por el contrario, el componente clorítico, el epidótico y el porcentaje de chert y de arenisca disminuye, así como el componente plagioclasico, y los fragmentos de rocas metaígneas desaparecen en esta zona.
- Zona 6: Constituida por el punto 14, la presencia de cuarcita disminuye considerablemente al igual que el componente feldespático. Se caracteriza por presentar un porcentaje alto de esquistos cuarzo grafitoso, es decir, el componente grafitoso es predominante en esta zona.
- Zona 7: Construida por el punto 15, la cuarcita desaparece y el componente grafitoso disminuye considerablemente, de modo contrario el porcentaje de chert aumenta. Reaparecen los fragmentos de arenisca y de rocas metaígneas. A diferencia de las zonas anteriores, esta zona presenta poca diversidad litológica.
- Zona 8: Ubicada al este de Pampatar, constituida por los puntos 16 y 19. A diferencia de las otras zonas, esta presenta una composición en cuanto a minerales minoritarios variada, constituida por calcita, micas feldespato, óxido de hierro, clinopiroxenos y ortopiroxenos. Aparece el mármol con un pequeño porcentaje y la cuarcita. El componente micáceo se mantiene, al igual que los fragmentos de metaígneas. Aparece el esquistos cuarzo sericítico y el chert presenta impurezas en su estructura cristalina.

- Zona 9: Ubicada al centro de Pampatar, constituida por los puntos 20 y 21. En esta zona disminuye el porcentaje de chert y aumentan los componentes biotítico y epidótico. Además aparece el componente plagioclasico como constituyente en los fragmentos de roca y aparece la anfibolita. Así como también aumenta el porcentaje de los componentes plagioclasico y granatífero como minerales accesorios en las rocas.
- Zona 10: Constituida por el punto 23. Aumenta el porcentaje de chert y de arenisca, disminuye el componente clorítico y desaparece el componente plagioclasico. Aparece el esquisto cuarzo actinolítico muscovítico con un porcentaje significativo en la muestra y además aparece el yeso como mineral minoritario y el esquisto cuarzo horbléndico con un pequeño porcentaje.
- Zona 11: Ubicada al este de Pampatar, constituida por el punto 24. Aumenta considerablemente el componente grafitoso y micáceo, así como el porcentaje de esquisto cuarzo horbléndico. Aparece el esquisto feldespático clorítico epidótico con un porcentaje significativo, y la serpentinita y el componente plagioclasico con porcentajes menores.
- Zona 12: Ubicada en La Asunción, constituida por el punto 28. Aumenta el porcentaje de feldespato y desaparece el chert. Disminuye el porcentaje del componente clorítico y epidótico, así como el porcentaje de arenisca- Aparecen fragmentos de rocas ígneas y metaígneas las cuales se infiere que provienen de las islas Los Frailes y Los Testigos, esta zona se caracteriza por presentar arenas oscuras.

Tabla 46. Cuadro resumen: Puntos de estudio y unidades aflorantes en relación con su procedencia.

Grupos	Punto	Fragmentos de roca encontrados	Procedencia: Unidades / Formaciones asociadas	Unidades/ Formaciones que afloran en la costa	
GRUPO 1	P1	Cuarcita	Asociación Metamórfica Juan Griego	Aluvión	
		EsqCuaCloEpi			
		EsqCuaBioEpi			
		EsqCuaGrf			
		EsqCuaMic			
		EsqCuaMicClo			
	P4	Cuarcita	Asociación Metamórfica Juan Griego		
		CuarcMic			
		EsqCuaBio			
		EsqCuaCloEpi			
		EsqCuaMic			
		EsqCuaMicClo			
		EsqCuaMicGra			
		EsqCuaGrf			
		Metalava			Asociación Metamórfica Los Robles
		EsqCuaFeldGrf			
		EsqCuaClo			
		EsqCuaMicGrf			
	P5	Cuarcita	Asociación Metamórfica Juan Griego		
		CuarcMic			
		EsqCuaAct			
EsqCuaCloEpi					
EsqCuaGrf					
EsqCuaMic					

		EsqCuaMicGrfGra		Complejo Metaofiolítico Paraguachí (Metamáficas La Rinconada)
		EsqCuaMicGra		
		EsqCuaClo		
		EsqCuaFeldCloEpi	Asociación Metamórfica Los Robles	
		EsqCuaFeldClo		
		EsqCuaMicGrf		
		EsqCuaMusClo		
		Mármol		
		EsqCloEpi		
		EsqCuaHor	Complejo Metaofiolítico Paraguachí	
GRUPO 2	P7	Chert	Volcánicas de Los Frailes	Aluvión
		Cuarcita	Asociación Metamórfica Juan Griego	
		CuarFeldMic		
		GneCuaMic		
		GneCuaEpiClo		
		EsqCuaBio		
		EsqCuaMic		
		EsqCuaCloMic		
		EsqGrf		
		EsqCuaActGra		
		EsqCuaAct		
		EsqCuaClo	Asociación Metamórfica Los Robles	Complejo Metaofiolítico Paraguachí
		EsqCuaCloGra		
		EsqCuaMicFeldGra		
		EsqCuaMicGrf		
		Metaconglomerado		
EsqCloEpi				

		EsqCuaEpi	Complejo Metaofiolítico Paraguachí	(Metamáficas La Rinconada)
		EsqCuaEpiGra		
		Metabhor		
		Metagabro		
		Metabasalto		
		Serpentinita		
		Metagranito	Metagranito de El Salado	
	Aren. Flysch	Formación Pampatar		
	P10	Chert	Volcánicas de Los Frailes	Aluvión
		Cuarcita	Asociación Metamórfica Juan Griego	
		CuarcEsq		
		CuarcFeldMic		
		CuarcMic		
		EsqCuaAct		
		EsqCuaFeld		
		EsqCuaCloEpi		
		EsqCuaGrf		
		EsqCuaMic		
		EsqCuaPlaGra		
		EsqCuaClo		
EsqCuaMicFeldGrf				
Metadiabasa	Complejo Metaofiolítico Paraguachí			
Metabasalto				
Metagabro				
Serpentinita				

		Metagranito	Metagranito de El Salado		
GRUPO 3	P13	Chert	Volcánicas de Los Frailes	Aluvión	
		Cuarcita	Asociación Metamórfica Juan Griego		
		CuarcEsq			
		CuarcMic			
		CuarcFeldMic			
		CuarcFeld			
		CuarcMicBand			
		CuarcGra			
		EsqCuaCloPla			
		EsqCuaGrf			
		EsqCuaMic			
		EsqCuaCloEpi			
		EsqCuaMicGra			
		EsqCuaMicGrafGra			
		EsqMusCuaGra			
		EsqCuaCloGra			
		EsqCuaMicFeld			Asociación Metamórfica Los Robles
		EsqCuaClo			
		EsqCuaMicFeldGra			
		EsqCuaMicGrf	Complejo Metafiolítico Paraguachí		
		EsqCuaEpi			
		Aren.Flysch	Formación Pampatar		

	P14	Chert	Volcánicas de Los Frailes	Aluvi3n
		Cuarcita	Asociaci3n Metam3rfica Juan Griego	
		EsqCuaActMic		
		EsqCuaGrf		
		EsqCuaCloEpi		
		EsqCuaMic		
		EsqCuaMicGra		
		EsqGrf		
		EsqCuaFeldGra	Asociaci3n Metam3rfica Los Robles	
		EsqCuaFeldGrf		
		EsqCuaClo		
		EsqCuaMicGrf		
		Metaconglomerado		
		P15	Chert	
	EsqCuaActMic		Asociaci3n Metam3rfica Juan Griego	
EsqCuaGrf				
EsqCuaMic				
Metabasalto	Complejo Metaofiol3tico Paraguach3		Formaci3n Pampatar	
Metabhor				
Metalava				
EsqCuaEpiGra				
Aren. Flysch	Formaci3n Pampatar			
P16	Chert	Volcánicas de Los Frailes		Aluvi3n
	CuarcGra			
	Cuarcita			

		EsqCuaMic	Asociación Metamórfica Juan Griego	Formación Pampatar
		EsqCuaMicGra		
		EsqCuaClo	Asociación Metamórfica Los Robles	
		EsqCuaMicFeld		
		EsqCuaMicFeldGra		
		Mármol		
		EsqCuaMicGrf	Complejo Metafiolítico Paraguachí	
		EsqCuaEpiGra		
		Metagabro		
		Metalava	Formación Pampatar	
		Aren. Flysch		
	P19	Chert	Volcánicas de Los Frailes	Aluvión
		EsqCuaActMic	Asociación Metamórfica Juan Griego	
		EsqCuaBio		
		EsqCuaGrf		
		EsqCuaMic		
		EsqCuaMicGra		
		EsqCuaMus	Asociación Metamórfica Los Robles	
		EsqCuaClo		
		EsqCuaFeldCloEpi		
EsqCuaFeldGrf				
EsqCuaMicFeld				
EsqCuaMicGrf				
EsqCuaSer				
Metabhor				

		Metagabro	Complejo Metafiolítico Paraguachí	
		Aren. Flysch	Formación Pampatar	
GRUPO 4	P20	Chert	Volcánicas de Los Frailes	Aluvión
		EsqCuaActMic	Asociación Metamórfica Juan Griego	
		EsqCuaBio		
		EsqCuaBioEpi		
		EsqCuaBioFeld		
		EsqCuaCloEpi		
		EsqCuaGrf		
		EsqCuaMic		
		EsqCuaPlaBio		
		EsqCuaPlaGrf		
		EsqCuaClo		
		EsqCuaEpiGrf		
		EsqCuaFeldCloEpi		
		EsqCuaFeldGrf		
		EsqCuaFeldMus		
		EsqCuaFeldMicGra		
		EsqCuaSer		
		Metagabro	Complejo Metafiolítico Paraguachí	
		Anfibolita	Metagranito de El Salado	
		Metagranito		

	P21	Aren. Flysch	Formación Pampatar	Aluvión
		CuarcBand	Asociación Metamórfica Juan Griego	
		EsqCuaActMic		
		EsqCuaBio		
		EsqCuaGrf		
		EsqCuaMic		
		EsqCuaMicGra		
		EsqCuaPlaBio		
		EsqCuaPlaGra		
		Metaconglomerado	Asociación Metamórfica Los Robles	
		EsqCuaFeldGrf		
		EsqCuaFeldEpi		
		EsqCuaMicFeldGra		
		EsqCuaClo		
		EsqCuaPlaEpi	Complejo Metaofiolítico Paraguachí	
	EsqCuaEpiGra			
	SerpClo			
	Aren. Flysch	Formación Pampatar		
	P23	Chert	Volcánicas de Los Frailes	Aluvión
		Cuarcita	Asociación Metamórfica Juan Griego	
		CuarcFeldMic		
EsqCuaActMus				
EsqCuaCloEpi				
EsqCuaBioEpi				
EsqCuaMic				
EsqCuaGrf				

		EsqCuaCloGra	Asociación Metamórfica Los Robles	Formación Pampatar
		EsqCuaMicFeldGra		
		EsqCuaFeldCloBio		
		EsqCuaFeldGrf		
		EsqCuaEpiGra	Complejo Metafiolítico Paraguachí	
		EsqCuaHor		
		Metagabro		
		Metagranito	Metagranito de El Salado	
		Aren. Flysch	Formación Pampatar	
GRUPO 5	P24	Cuarcita	Asociación Metamórfica Juan Griego	Aluvión
		CuarcMic		
		CuarcMicFeldGra		
		EsqCuaGrf		
		EsqCuaMic		
		EsqCuaMicGrafGra		
		EsqCuaPlaMic		
		EsqCuaCloGra		
		EsqCuaFeldCloBio	Asociación Metamórfica Los Robles	
		EsqCuaFeldCloEpi		
		EsqCuaMicFeldGra		
		EsqCuaMicGrf		
		EsqCuaEpiGra	Complejo Metafiolítico Paraguachí	
		Metabasalto		
		Metabor		
		Metagabro		
		EsqCuaHor		
Serpentinita				
				Formación Pampatar

P28	Aren.Flysch	Formación Pampatar	
	ChertImpu	Volcánicas de Los Frailes	
	Cuarcita	Asociación Metamórfica Juan Griego	Aluvión
	CuarcMic		
	EsqCuaMicGrfGra		
	EsqCuaMic		
	EsqCuaPlaBio		
	EsqCuaCloGra	Asociación Metamórfica Los Robles	
	EsqCuaCloPla		
	EsqCuaMicFeldGra		
	EsqCuaMicFeldGrf		
	EsqCuaFeldCloEpi		
	EsqCuaMicGrf	Complejo Metafiolítico Paraguachí	Complejo Metafiolítico Paraguachí (Metaultramáficas del Cerro Copey)
	EsqCuaEpiGra		
	Metagabro	Formación Pampatar	
	Aren. Flysch		
Ígneas y Metaígneas de Los Frailes y Los Testigos	Formación Los Frailes		

En la tabla 46 se agrupan los puntos de acuerdo a las unidades y formaciones litológicas asociadas de acuerdo a los fragmentos de roca identificados en los puntos de estudio. Se separan en 5 grupos:

- Grupo 1: Correspondiente a la zona este de Porlamar, incluyen los puntos 1, 2, 3, 4 y 5, en dicho grupo se encuentran presentes principalmente las Asociaciones Metamórficas Los Robles y Juan Griego, y en el punto 5 se observan fragmentos de roca pertenecientes al Complejo Metafiolítico Paraguachí, en este punto afloran a escasos metros tanto la Asociación Metamórfica Los Robles como el Complejo Metafiolítico Paraguachí, la Asociación Metamórfica Juan Griego aflora aguas arriba constituyendo ellas elevaciones topográficas que son erosionadas y cuyos sedimentos son transportados a través de drenajes intermitentes y a través del Rio El Valle para ser depositados en la costa.
- Grupo 2: Ubicado en Porlamar, constituido por los puntos 7 y 10. En este grupo se relacionan la Asociación Metamórfica Juan Griego, el metagranito El Salado, las volcánicas de Los Frailes, el Complejo Metafiolítico Paraguachí, la Asociación Metamórfica Los Robles y la Formación Pampatar, estas tres últimas afloran a escasos metros de la costa, de manera que los sedimentos son transportados directamente desde los afloramientos hasta la playa, bien sea por transporte eólico como por los afluentes intermitentes durante las precipitaciones, Tanto los sedimentos correspondientes a la Asociación Metamórfica Juan Griego como al metagranito El Salado son transportados desde aguas arriba así como mediante deriva litoral, las Volcánicas de Los Frailes son transportadas a través de la deriva costera.
- Grupo 3: Este grupo lo constituyen los puntos 13, 14, 15, 16 y 19, en dicho grupo se relacionan las Asociaciones Metamórficas Los Robles y Juan Griego, el Complejo Metafiolítico Paraguachí, las volcánicas de Los Frailes y la Formación Pampatar, esta última aflora en la costa de la zona correspondiente a este grupo y existe una correspondencia litológica a través del transporte de dichos sedimentos por medio de la deriva litoral y por los afloramientos de

dichas formaciones ubicados aguas arriba, cuyos sedimentos son transportados hasta la costa a través de drenajes intermitentes.

- Grupo 4: Ubicado en Pampatar, constituido por los puntos 20, 21 y 23. En este grupo se relacionan la Asociación Metamórfica Juan Griego, el metagranito El Salado, las volcánicas de Los Frailes, el Complejo Metaofiolítico Paraguachí, la Asociación Metamórfica Los Robles y la Formación Pampatar. Esta última aflora en la costa de la zona correspondiente a dicho grupo por lo que existe una correspondencia litológica, para el resto de las formaciones dichos afloramientos se encuentran aguas arriba y se ubican en una zona tectónicamente activa por lo cual son transportados a través de los drenajes intermitentes hasta la costa, de igual manera se infiere que los sedimentos correspondientes a las Volcánicas de Los Frailes son transportados a través de la deriva litoral.
- Grupo 5: Ubicado al este de Pampatar y se extiende hasta La Asunción, incluye los puntos 24 y 28. Se relacionan las unidades de la Asociación Metamórfica Juan Griego, la Asociación Metamórfica Los Robles, la Formación Pampatar y las volcánicas de Los Frailes. Los sedimentos correspondientes a estas tres últimas unidades se infieren que son transportados a través de la deriva litoral provenientes tanto del norte de la Isla de Margarita, como en el caso de la Asociación Metamórfica Los Robles, o mediante la deriva y las corrientes marinas que transportan los sedimentos provenientes de las Islas Los Frailes y Los Testigos.

Se puede observar que la litología de la zona corresponde con la información geológica reportada en la litología de la Isla de Margarita por los autores (REKOWSKI & RIVAS, 2005) y con las formaciones que cortan los cauces de los ríos o se encuentran aledaños aportando material, además que las montañas donde afloran dichas formaciones litológicas se encuentran tectónicamente activas, es decir, existen una gran cantidad de fallas activas posiblemente causantes de la adición de esos fragmentos de roca. Y por otra parte se encuentra una cantidad de fragmentos de rocas ígneas y metaígneas transportados por deriva litoral provenientes de las Islas Los Frailes y Los Testigos, tales como metadiabasa, meta-andesitas, riolitas, basaltos, dioritas, ftanitas negras y marrones, gabros y andesitas. Lo que quiere decir que el transporte por saltación a través de deriva litoral es una de las fuentes de aporte de sedimentos.

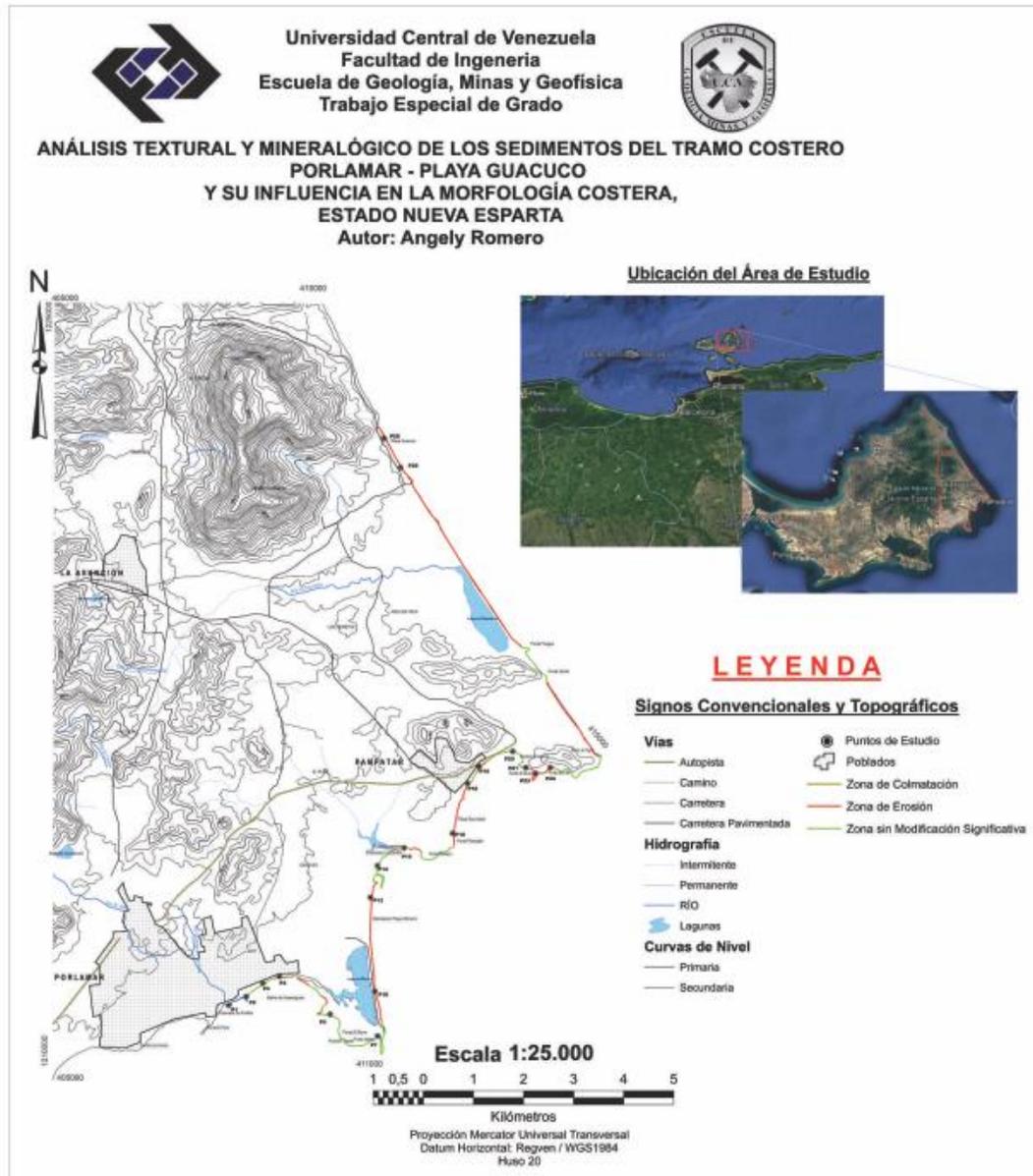


Figura 78. Mapa de erosión y colmatación de sedimentos del tramo costero Porlamar - Playa Guacuco.

De acuerdo a el análisis conjunto de los resultados del análisis del desplazamiento de la línea de costa, el patrón del oleaje y los procesos costeros, así como los resultados de procedencia litológica, se plantea un mapa de zonificación de áreas con mayor susceptibilidad a ser erosionadas, aquellas con tendencias a ser colmatadas y aquellas áreas que sin modificación significativa de la franja costera (figura 78). A partir de este análisis se distinguieron estos tres sectores mencionados los cuales están estrictamente relacionados con la influencia de los procesos costeros. Entre ellos se destaca la influencia de la velocidad del oleaje y el ángulo existente entre el tren de olas y la línea de costa. Asimismo, tanto los criterios de urbanización de las localidades cercanas a las playas turísticas, donde prevalecen diseños de cuadrícula, radiales o mixtos, como la construcción de obras costeras como muelles, espigones y malecones en la zona costera, tienen una incidencia en la erosión costera La actividad antropogénica.

Las zonas más propensas a la erosión, son aquellas cuya línea de costa presenta un desplazamiento entre los 10 y 50 m en el periodo 2017 – 1970, las misma están directamente relacionadas con la morfología de la franja costera así como con el ángulo existente entre el patrón del oleaje con la línea de costa; aquellas playas que tienen una morfología de playa estrecha y alargada y cuyo ángulo con el tren de oleaje se encuentra en el rango de los 0° a 30°, presentan un porcentaje de erosión alto, esto se observa en Playa La Caracola, Playa El Ángel, Playa Círculo Militar y Playa Guacuco

Mientras tanto en aquellas playas que poseen una morfología costera tipo bahía y cuyo ángulo entre la línea de costa y el tren de oleaje va entre 60° a 90°, son clasificadas como zonas sin modificación significativa, debido a que el desplazamiento de la línea de costa es mínimo y en algunas ocasiones ausente

En el caso de las playas cuya línea de costa presenta un ángulo entre 30° y 60°, entran en el rango de las zonas de erosión sin embargo los desplazamientos de la línea costera son de escasos 9 m aproximadamente.

Las zonas de colmatación son identificadas en el mapa con el color azul, se presenta en la Bahía de Guaraguo exactamente en la desembocadura de Laguna Blanca, esta zona de colmatación es indicativa de la dirección del flujo de transporte de sedimentos y de la influencia antropogénica en esta zona, por lo genera las estructuras costeras como espigones, malecones y muelles que están construidos perpendicularmente a la línea de costa o con un ángulo de entre 70° y 90° tienden a retener sedimentos en el sentido de transporte de los mismos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados del análisis litológico y mineralógico de los sedimentos costeros pertenecientes al tramo costero Porlamar – Playa Guacuco, se establece una correspondencia con las unidades y formaciones litológicas presentes en la Isla de Margarita, en mayor proporción se asocian dichos sedimentos con Asociación Metamórfica Los Robles, Asociación Metamórfica Juan Griego, Complejo Metaofiolítico Paraguachí y en menor proporción con la Formación Pampatar, metagranito El Salado y las Volcánicas Los Frailes.

De acuerdo al análisis granulométrico realizado a los sedimentos del tramo costeros se establece que los granos predominantes en la zona costeras son arenas finas, de moderadamente a bien escogidas, presentando variaciones en el tamaño de grano así como en su escogimientos en aquellas playas donde la fuente de sedimentos aflora en la costa, lo que quiere decir que el tamaño y escogimiento de los granos dependen de la composición mineralógica de la litología asociada, la cercanía de la fuente de sedimentos, la energía y la velocidad del medio de transporte, el retrabajo de los sedimentos por deriva litoral y de la influencia antropogénica.

En cuanto a la morfología de los granos presentes en el tramo costero, la forma predominante de 1er orden es discoidal y la forma de 2do orden era romboidal y laminar, así mismo predominan los granos subangulosos.

Dicho esto, a través de los resultados morfológicos, mineralógicos, granulométricos y de procedencia, se establece que de los sedimentos costeros de la zona de estudio fueron transportados a través de los escasos drenajes intermitentes que presenta la Isla

de Margarita e igualmente pero con un menor porcentaje de influencia a través de la deriva litoral en sentido este– oeste.

El área de estudio se dividió en 12 zonas, basado en asociaciones minerales y litológicas, las cuales fueron clasificadas principalmente de acuerdo al porcentaje de grafito, cuarzo, feldespato y plagioclasa y de acuerdo de la diversidad litológica e identificada en los puntos de estudio. En la zona de estudio las muestras estudiadas presentan un alto porcentaje de cuarzo y fragmentos de conchas de moluscos y corales, abarcando un 60% aproximadamente.

La erosión costera depende en mayor medida de los factores naturales, sin embargo las intervenciones humanas contribuyen al proceso erosivo. La pérdida de sedimentos de la playa por acción antropogénica depende principalmente de la ejecución y tipo de obras costeras construidas sobre la costa tales como espigones, malecones, rompeolas, puertos, muelles, etc., que generan un obstáculo al transporte litoral de los sedimentos; así como del patrón de urbanismo de las zonas cercanas a la zona costera, lo cual altera la dinámica natural de la costa contribuyendo a proceso erosivo sobre las mismas.

Sin embargo, los procesos costeros tienen una influencia importante en la modificación de la morfología costera, entre estas razones se tienen:

- La acción del viento, donde influyen la velocidad y la dirección de los mismos en el proceso erosivo.
- Las corrientes marinas, las cuales arrastran los sedimentos costeros de la playa y los depositan hacia aguas profundas.
- La deriva litoral, que en el área de estudio presenta un sentido este – oeste y está directamente relacionada con el patrón del oleaje y el patrón de los vientos alisios.
- Las precipitaciones relacionadas con tormentas y huracanes.
- El ángulo entre la línea de costa y el tren de oleaje, mientras menor sea este ángulo mayor incremento en el proceso erosivo.

RECOMENDACIONES

- Realizar el estudio sedimentológico en las dos temporadas diferentes de precipitaciones de la zona de estudio, para comparar entre ambas estaciones y corroborar variaciones en cuanto a los parámetros morfológicos y granulométricos de los sedimentos costeros.
- Hacer el estudio de Difracción de Rayos X (DRX) y de en muestras con granos menores a 2 micras y cuya identificación se dificulte a través del uso de la lupa binocular.
- Para determinar el desplazamiento de la línea de costa, se recomienda usar un programa especial en edición de imágenes que permita transparentar y solapar los distintos eventos de desplazamiento de la costa, el programa recomendado a usar es CorelDRAW X6 el cual permite editar y manejar las imágenes para su fácil solapamiento e identificar el desplazamiento.
- Implementar un estudio de batimetría para con los datos arrojados calcular el porcentaje de erosión y sedimentación en la zona costera.
- De acuerdo a la literatura revisada se recomienda realizar un modelo de simulación del sistema costero a través de diferentes modelos numéricos, los cuales emplean como data principal:
 - Dinámica costera.
 - Batimetría.
 - Parámetros granulométricos y morfológicos de los sedimentos.
 - Impacto ambiental
 - Obras marítimas simuladas, entre estas se sugiere simular dos técnicas, las técnicas duras y las técnicas blandas, de manera individual y en conjunto:

- Para las técnicas duras se sugiere simular la colocación de nuevos espigones, rompeolas y malecones en las playas donde se presenta mayor erosión. Así como la modificación o eliminación de los que ya están presentes en el tramo costero que han sido realizados sin estudios o parámetros adecuados, además de la constante supervisión y adaptación de los mismos a las modificaciones del sistema costero.
- Para las técnicas blandas, se sugiere simular una alimentación o reestructuración artificial de las playas con mayor porcentaje de erosión para determinar el comportamiento de las mismas ante esta solución, tomando en cuenta el tipo de material empleado para dicho relleno artificial y la resistencia de los mismos, se recomienda evaluar el relleno artificial con varios tipos de materiales para determinar con que propiedades la costa presenta un mejor comportamiento en cuanto al proceso erosivo.
- Es importante destacar que esta simulación debe realizarse para condiciones a corto y a largo plazo, debido que para ambos casos las condiciones de las playas son diferentes y suelen presentar una solución temporal y local. Además es necesario evaluar el costo de inversión para dichas reestructuraciones.

BIBLIOGRAFÍA

BASTIDA, F. (2005). Geología, una visión moderna de las Ciencias de la Tierra. Asturias. Ed. Trea. 974 p.

BERMÚDEZ, P. (1966). Consideraciones sobre los sedimentos del mioceno medio al reciente de las costas central y oriental de Venezuela. Bol. Geol., Caracas, 7 (14): 333-441.

BERMÚDEZ, R J., & GÁMEZ, H. (1966). Estudio paleontológico de una sección del Eoceno. Grupo Punta Camero de la isla de Margarita, Venezuela. Mem. Soc. Cien. Nat. La Salle, Tomo Y.XVI, No. 75, 205-259 p.

CARRILLO M. & B. VIVAS 1986. Petrología y petrogénesis de las rocas félsicas metamorfozadas de la región norte de la isla de Margarita. UCV-GEO. 92 p.

CONTRERAS, A. 1969. Resumen climatológico de la estación meteorológica de Punta de Piedras, estado Nueva Esparta, 1962 – 67. Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle 29(83): 146–169.

VENEZUELA-COMISIÓN DEL PLAN NACIONAL DE APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRÁULICOS, (1974). Estudio geomorfológico de la Isla de Margarita. COPLANARH. 78 p.

CVET – COMISIÓN VENEZOLANA DE ESTRATIGRAFÍA Y TERMINOLOGÍA. (1970). Léxico estratigráfico de Venezuela. 2da. edición. Bol. Geol., Caracas, Public. Esp. 4, 756 p.

DALTON L. V. (1912) On the geology of Venezuela. Geol. Mag):203 – 210.

DAVIS, R.A (1985). Beach and nearshore zone. In: R.A. Davis y R.L. Ethington (Editors), Beach and neashore sedimentation. Soc. of Econ. Paleon and Min. Sp. Publ. 24, Tulsa, Oklahoma, U.S.A., pp. 379-449.

DELFINO C. (1950). Reconocimiento geológico de la zona Manzanillo sur-este (Estado Nueva Esparta). Trabajo especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

DELGADO, K. (2006). Caracterización geológica de la Metatrondhjemita de Matasiete en una zona ubicada entre Guarame y Sabana de Guacuco, estado Nueva Esparta, con miras a obtener mena feldespática de valor comercial. Trabajo especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela, Caracas

ESCOBAR R. (1973). Estudio geológico del extremo sureste de la parte oriental de la isla de Margarita, Estado Nueva Esparta. Trabajo especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

FERRER, M (2007). Caracterización mineralógica y textural de los sedimentos del tramo costero Caraballeda – Naignuatá, estado Vargas. Trabajo especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

FOLK. R. L. PETROLOGY OF SEDIMENTARY ROCKS. Hemphill Pub. Co. Austin Texas, U. S. A. 1974. 182 pp. (Recomendado para el tema V). Chamley, H. SÉDIMENTOLOGIE. Dunod. Francia, 199

GOSO AGUILAR C. (2011). Geología y problemática costera del departamento de Canelones (Uruguay). En: López RÁ & Marcomini SC (comp.): Problemática de los ambientes costeros: sur de Brasil, Uruguay y Argentina. Editorial Croquis, Buenos Aires, pp. 77-94.

GOSO AGUILAR, C, MESA, V., ALVEZ, M., (2011). Sinopsis geológico-ambiental de la costa platense y atlántica de Uruguay. En: López RÁ & Marcomini SC (comp.): Problemática de los ambientes costeros: sur de Brasil, Uruguay y Argentina. Editorial Croquis, Buenos Aires, pp. 77-94

GÓMEZ M. A. (1973). Estudio geológico de la mitad este de la isla de Margarita, Estado Nueva Esparta. Trabajo especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

GONZÁLEZ DE JUANA, C., ITURRALDE J. & PICARDA X. (1980) Geología de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferas, 2 T. Edic. FONIVES, Caracas, 1021 p.

GRAF C. H. (1972). Guía de la Excursión L-4. Sedimentos del Terciario Superior y Cuaternario del sur de la península de Macanao. VI Conferencia Geológica del Caribe (Isla de Margarita, 6-14 julio 1971), Mem., p. 28-32.

GUZMÁN, W., B.O. POSADA, G. GUZMÁN & D. MORALES. (2008). Programa Nacional de Investigación para la Prevención, Mitigación y Control de la Erosión Costera en Colombia – PNIEC – Plan de Acción 2009 – 2019. Invemar, Santa Marta. 72 p

JAM, R & M. MÉNDEZ A. (1962). Geología de las Islas de Margarita, Coche y Cubagua. Memorias de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, Tomo XXII, No. 61, 50-93 p.

KUGLER H. (1957). Contribution to the geology of the islands Margarita and Cubagua, Venezuela. *Bull. Geol Soc. América.* 68(5):555-566.

LAVADO & MATOS, (2007). Estudio del proceso erosivo presentado en la costa de Playa El Yaque, Isla de Margarita, edo. Nueva Esparta. Trabajo especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

LEAL, R. (2007). Análisis de la 125 p. Métodos de estimación de la erosividad de la lluvia en la Isla de Margarita a través de datos de precipitación horaria. Investigaciones Geográficas. Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante (España) 44: 167- 185

LÓPEZ-MONROY F. & L. TROCCOLI-GHINAGLIA. (2014). Aproximación sobre la climatología de la isla de Margarita y su importancia en los procesos oceánicos. Saber 26(4): 465-471.

LORENZ W. A. (1949). Contribución a la geología de las formaciones sedimentarias de la isla de Margarita, Estado Nueva Esparta. Trabajo especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

MACSOTAY O. (1965). Carta faunal de microfósiles correspondientes a las formaciones Cenozoicas de Araya, estado Sucre. Geos (Escuela de Geología Universidad Central de Venezuela), 13: 37-49.

MARESCH W.V. Y OTROS (2000). Crustal history and plate tectonic development in the southern Caribbean. Zeitschrift für Angewandte Geologie, Sonderhefte, 1:283-290.

MARESCH W.V., J. PINDELL. & P. STANEK. (2000). Origin, polarity reversal, and migration history of the Great Caribbean Arc as constrained by geochronology and P-T. International Geological Congress, Abstracta. 31 p.

MIALL, A.D. (1996). "The Geology of Fluvial Deposits". 2 edición. Berlín, Springer. 582 p.

MORALES, N. (2017). Análisis textural y mineralógico de los sedimentos del tramo costero Catia La Mar - Chichiriviche de la Costa del estado Vargas. Trabajo especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

MUÑOZ, N. G. (1973). Geología sedimentaria del flysch Eoceno de la Isla de Margarita (Venezuela). Geos (Escuela de Geología Universidad Central de Venezuela), 20:5-64.

NAVARRO E. (1978). Relaciones mineralógicas de las rocas eclogíticas de la isla de Margarita, Estado Nueva Esparta. Trabajo de Ascenso para optar a la categoría de profesor asociado. Inédito. Universidad Central de Venezuela.

PADILLA J. (2003). Caracterización de ambientes sedimentarios carbonático - recientes de aguas someras presentes en la isla Gran Roque, parque nacional Archipiélago Los Roques, Dependencias Federales. Trabajo especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

PAIVA A. (1969). Contribución al estudio de las rocas del Eoceno de la isla de Margarita, Estado Nueva Esparta. Trabajo especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

PETTIJOHN F.J. (1975). Sedimentary Rocks. 3rd ed. Harper y Row Publ. New York. 628 pp.

PINDELL J.L (1993) Regional synopsis of Gulf of México and Caribbean evolution. Transactions of GCSSEPM 13th Annual Research Conference, 251-274

PINDELL J.L & BARRETT S (1990). Geological evolution of the Caribbean region; a Plate tectonic perspective. Dengo, G. and Case, J. E. (eds), The Caribbean Region. Geological Society of America. The Geology of North America, H, 405-432.

PINDELL J.L & DEWEY, J.F (1982). Permo-triassic reconstruction of western Pangea and the evolution of the Gulf of Mexico/Caribbean region. *Tectonics*, 1982, 1, 179-211

PINDELL, J.L. Y OTROS (1988). A plate-kinematic framework for models of Caribbean evolution. *Tectonophysics*, 1988, 151, 121-138.

PINDELL J.L., R. HIGOS & J.F. DEWEY. (1998). Cenozoic palinspatic reconstruction, paleogeographic evolution and hidrocarbon setting of the northern margin of South America. *SEPM Spec. Pub.* 58: 45-85 p.

POWERS, M. C. (1982). "Comparison charts for estimating roundness and sphericity". AGI Data Sheets, American Geological Institute, Alexandria, Va, USA.

REKOWSKI, F. & RIVAS, L. (2005) Integración geológica de la Isla de Margarita, estado Nueva Esparta. Trabajo especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

RODRÍGUEZ, M. (2017). Análisis textural y mineralógico de los sedimentos del tramo costero Los Caracas – La Sabana, estado Vargas. Trabajo especial de Grado. Inédito. Universidad Central de Venezuela, Caracas.

SALCEDO, R. (2007) análisis de la erosividad de la lluvia en Isla de Margarita (Venezuela) a través de datos de precipitación horaria.

SHEPARD, F.P. (1973). *Submarine geology*. Harber & Row Publishers, New York, 517 p.

STOCKHERT, B. Y OTROS. (1993). Tectonic history of Isla Margarita, Venezuela- a record of a piece of crust close to an active Plate Margin. *Zentralblatt für Geologie und Paläentologie* 1: 485-498.

STOCKHERT, B. Y OTROS. (1995). Crustal history of Margarita Island (Venezuela) in detail constraint on the Caribbean Plate tectonic scenario. *Geology* (Boulder) 23(9):787-790.

TARBUCK, E. J & LUTGENS, F.K. (2005). *Ciencias de la Tierra: Una Introducción a la Geología Física*. Ed. Prentice Hall, Madrid.

TAYLOR G. C. (1960). Geología de la isla de Margarita, Venezuela Bol Geol, Public. Esp., Mem. III Congreso Geológico Venezolano, 11:838-893.

VIGNALI, M. (1979). Estratigrafía y estructura de las cordilleras metamórficas de Venezuela Oriental (Península de Araya -Paria e Isla de Margarita,). *Geos* (Escuela de Geología Universidad Central de Venezuela), 25:19-66.

ZERPA, G. 1988. Petrología y petrogénesis de las rocas félsicas metamorfizadas de la región norte en la Isla de Margarita. UCV-GEO. 119 p.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS:

ABAD, M. Y OTROS. (2010) análisis y cartografía de peligrosidad geológica en el Litoral de Ceuta Disponible: [http://www.sociedadgeologica.es/archivos/REV/23\(1-2\)/art04.pdf](http://www.sociedadgeologica.es/archivos/REV/23(1-2)/art04.pdf) Consulta 2017, Mayo.

CIEN, (2016), COMITÉ INTERFILIAL DE ESTRATIGRAFÍA Y NOMENCLATURA, *Léxico Estratigráfico Electrónico de Venezuela*. PDVSA – Intevep; <http://www.pdv.com/lexico>. Consulta 2017, Mayo.

DOODY, P. Y OTROS. (2005): Vivir con la erosión costera en Europa: Sedimentos y espacio para la sostenibilidad. Resultados del Estudio EUROSION. Comisión Europea. Luxemburgo. Disponible: http://www.euroasion.org/project/euroasion_es.pdf Consulta 2017, Mayo.

DÍAZ DE TERÁN, J (2011). Geología. Dinámica litoral. Universidad de Cantabria (Santander, España). Disponible: <http://ocw.unican.es/enseanzas-tecnicas/geologia/Materiales/tema12.pdf> Consulta 2017, Mayo.

INE, (2013). Instituto Nacional de Estadística. Estado Nueva Esparta. Disponible: <http://www.ine.gov.ve/documentos/see/sintesisestadistica2013/estados/nuevaesparta/documentos/situacionfisica.htm> Consulta 2017, Mayo.

MEDINA, L & VALERA, R (2017) Comparación de la temperatura, precipitación, velocidad media y dirección del viento medidas por dos estaciones meteorológicas, ubicadas en Punta de Piedras, isla de Margarita.

HTTP://SABER.UCV.VE/OJS/INDEX.PHP/REV_MEM/ARTICLE/VIEW/12688 Consulta 2017, Mayo.

MORENO, N (2013) Estudio geomorfológico y sedimentológico de la Bahía de Macama, estado Falcón. Disponible: <http://www.scielo.org.ve/pdf/ri/v37n80/art09.pdf> Consulta 2017, Julio.

MIGUÉLEZ, I. (2015). Capear el temporal o correrlo. Cómo enfrentarse a un temporal. Sail&trip. Artículos sobre la vela y la navegación. España. Disponible: <http://sailandtrip.com/capear-el-temporal/> Consulta 2017, noviembre.

PARENTE, L. (1998). Procesos costeros y balance sedimentario a lo largo. Tesis de Doctorado. Universidad de Barcelona, 269 p. Disponible: http://repositorio.ufc.br/ri/bitstream/riufc/40/1/1998_Teselpmaia.pdf Consulta 2017, Mayo.

POSADA, B. & PINEDA, W. (2007) Diagnóstico de la erosión costera en el caribe Colombiano. Cartagena, Colombia. Disponible: http://www.inveemar.org.co/redcostera1/inveemar/docs/605220080501_AErosionCaribeContinentalColombia.pdf Consulta 2017, Mayo.

POSADA, B. & PINEDA, W. (2007). Diagnóstico de la erosión costera en el caribe Colombiano Cartagena, Colombia. Disponible: http://www.mincit.gov.co/loader.php?IServicio=Documentos&IFuncion=verPdf&id=64605&name=3_Diagnostica_de_erosion_costera_en_el_caribe_colombiano.pdf&prefijo=file Consulta 2017, Mayo.

ROSAS, D & LÓPEZ, F (2014) Algunos aspectos de la dinámica sedimentaria de la Laguna de Las Marites, estado Nueva Esparta

Disponible: <http://www.ojs.udo.edu.ve/index.php/boletiniov/article/view/1307>
Consulta 2017, Mayo.

RUISOTO, Y. (2016). Aprende a leer las olas. Radical Surf Magazine. Disponible: <http://radicalsufmag.com/aprende-a-leer-las-olas/> Consulta 2016, julio.

SERVICIO NACIONAL DE ESTUDIOS TERRITORIALES SERVICIO OCEANOGRÁFICO NACIONAL. (2009). Introducción a los procesos costeros. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. El Salvador. Disponible: <http://www.snet.gob.sv/ver/oceanografia/seccion+educativa/procesos+costeros/>
Consulta 2017, Mayo.

USGS (2012) Marine Geology: Research Beneath the Sea. Disponible:
<https://walrus.wr.usgs.gov/pubinfo/margeol.html> Consulta: 2017, julio.

YÁNEZ, A. (1971). Procesos costeros y sedimentos recientes de la plataforma continental al sur de la Bahía de Campeche. Bol. Soc. Geol. Mexicana. México. Disponible: <http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca03/3202/1969-32-2%20Yanez.pdf>. Consulta 2017, Mayo.

APÉNDICES

APÉNDICE

	mm	Φ	Terminología y clases por escala graduadas
G R A V A S		-12 -10	Peñones
	256	-8	Peñas
	64	-7 -6 -5	
	16	-4	
	4	-3	Guijarros
	2	-2 -1	Gránulos
A R E N A S	1	0	Arenas muy gruesas
	1/2	1	Arenas gruesas
	1/4	2	Arenas medias
	1/8	3	Arenas finas
		4	Arenas muy finas
	1/16		Limos gruesos
L I M O S	1/32	5	Limos medios
	1/64	6	Limos finos
	1/128	7	Limos muy finos
	1/256	8	
		9 10 11 12 13 14	Arcillas

Figura 79. Escalas de Clasificación de acuerdo al tamaño de grano de los sedimentos. (Tomado y Modificado de FRIEDMAN & SANDERS, 1979)

Parámetros granulométricos

Para el cálculo de los parámetros granulométricos se trabaja con los percentiles $\phi 95$, $\phi 84$, $\phi 75$, $\phi 50$, $\phi 25$, $\phi 16$ y $\phi 5$.

Mediana: Es el tamaño que tiene el 50% de los granos gruesos y el 50% de los granos finos, es decir, indica el tamaño medio, el nivel de energía en el ambiente sedimentario. Se calcula directamente de la curva acumulativa, es el tamaño obtenido con la intersección entre la curva y el percentil 50.

$$Md = \phi 50$$

Media: Promedio aritmético de todos los tamaños de partículas en una muestra.

$$Mz = \frac{\phi 16 + \phi 50 + \phi 84}{3}$$

Coefficiente de escogimiento ($\sigma 1$): Indica el grado de escogimiento de la muestra y la respuesta de las fluctuaciones en los niveles de energía de la corriente basándose la variedad de los tamaños de granos. Para ello, ver significado de los valores arrojados por el cálculo en la tabla

$$\sigma 1 = \frac{\phi 84 - \phi 16}{4} + \frac{\phi 95 - \phi 5}{6.6}$$

Tabla 47. Intervalos del grado de escogimiento, según Folk (1974).

$\sigma 1$ (σ)	GRADO DE ESCOGIMIENTO
< 0.35	Muy bien escogido
0.35 – 0.50	Bien escogido
0.50 – 0.70	Moderadamente bien escogido
0.71 – 1.0	Moderadamente escogido
1.0 – 2.0	Mal escogido
2.0 – 4.0	Muy mal escogido
> 4.0	Extremadamente mal escogido

Coefficiente de asimetría (SK): Indica la asimetría de la curva de frecuencias, es útil en la interpretación de las tendencias de la energía promedio del agente de transporte. Ver significado de valores dados en la tabla

$$SK 1 = \frac{(\phi 84 + \phi 16 - 2\phi 50)}{2(\phi 84 - \phi 16)} + \frac{(\phi 95 + \phi 5 - 2\phi 50)}{2(\phi 95 - \phi 5)}$$

Tabla 48. Intervalos de asimetría.

SK1	ASIMETRÍA
> 0.3	Muy asimétrica hacia tamaños finos
0.3 a 0.1	Asimétrica hacia tamaños finos
0.1 a -0.1	Casi simétrica
-0.1 a -0.3	Asimétrica hacia tamaños gruesos
< -0.3	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos

Coefficiente de angulosidad o curtosis (KG): Parámetro que indica el grado de agudeza de la curva. La interpretación de los resultados se realiza en base a la tabla

$$KG = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2.44(\phi_{75} - \phi_{25})}$$

Tabla 49. Intervalos de Kurtosis.

KG	KURTOSIS
< 0.67	Muy planicúrtica
0.67 – 0.90	Planicúrtica
0.90 – 1.11	Mesocúrtica
1.11 – 1.50	Leptocúrtica
1.50 – 3.0	Muy leptocúrtica
> 3.00	Extremadamente leptocúrtica

ANEXOS

DATOS GRANULOMÉTRICOS

A continuación se muestran las tablas de datos granulométricos de las muestras estudiadas:

Tabla 50. Tabla de datos granulométricos de la muestra P1.1

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,00	(-3; -2]	0,00
5	-2,0	0	0,00	0,00	0,00		
7	-1,5	0	0,00	0,00	0,00	(-2; -1]	0,00
10	-1,0	0	0,00	0,00	0,00		
14	-0,5	0	0,00	0,00	0,00	(-1; 0]	0,02
18	0,0	0,2	0,20	0,02	0,02		
25	0,5	2	2,00	0,19	0,21	(0; 1]	0,95
35	1,0	8	8,01	0,76	0,97		
45	1,5	25,8	25,84	2,46	3,44	(1; 2]	12,09
60	2,0	100,9	101,05	9,63	13,07		
80	2,5	312,3	312,78	29,81	42,88	(2; 3]	66,29
120	3,0	382,2	382,78	36,48	79,36		
170	3,5	207,2	207,52	19,78	99,14	(3; 4]	20,63
230	4,0	8,9	8,91	0,85	99,99		
Bandeja	4,5	0,1	0,10	0,01	100,00	(4; 5]	0,01
	PT final	1047,6	1049,2	100			
	PT inicial(gr)	1049,2					

Tabla 51. Tabla de datos granulométricos de la muestra P1.2

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,00	(-3; -2]	0,00
5	-2,0	0	0,00	0,00	0,00		
7	-1,5	0	0,00	0,00	0,00	(-2; -1]	0,01
10	-1,0	0,1	0,10	0,01	0,01		
14	-0,5	0,2	0,20	0,02	0,03	(-1; 0]	0,09
18	0,0	0,6	0,60	0,07	0,10		
25	0,5	1,5	1,50	0,16	0,26	(0; 1]	0,75
35	1,0	5,4	5,41	0,59	0,85		
45	1,5	12,1	12,12	1,32	2,17	(1; 2]	5,19
60	2,0	35,5	35,55	3,87	6,04		
80	2,5	168,3	168,52	18,34	24,37	(2; 3]	56,56
120	3,0	350,8	351,26	38,22	62,60		
170	3,5	325,8	326,23	35,50	98,09	(3; 4]	37,38
230	4,0	17,3	17,32	1,88	99,98		
Bandeja	4,5	0,2	0,20	0,02	100,00	(4; 5)	0,02
	PT final	917,8	919	100			
	PT inicial(gr)	919					

Tabla 52. Tabla de datos granulométricos de la muestra P2.1

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	1,1	1,10	0,09	0,09	(-4; -3]	0,09
A	-2,5	1,7	1,70	0,15	0,24	(-3; -2]	0,29
5	-2,0	1,7	1,70	0,15	0,39		
7	-1,5	0,7	0,70	0,06	0,45	(-2; -1]	0,25
10	-1,0	2,2	2,20	0,19	0,64		
14	-0,5	1,4	1,40	0,12	0,76	(-1; 0]	0,22
18	0,0	1,2	1,20	0,10	0,86		
25	0,5	1,6	1,60	0,14	1,00	(0; 1]	0,42
35	1,0	3,3	3,31	0,28	1,28		
45	1,5	4,5	4,51	0,39	1,66	(1; 2]	1,67
60	2,0	15	15,03	1,29	2,95		
80	2,5	139,6	139,91	11,98	14,93	(2; 3]	62,28
120	3,0	586,1	587,41	50,30	65,23		
170	3,5	367,7	368,52	31,55	96,78	(3; 4]	34,67
230	4,0	36,3	36,38	3,12	99,90		
Bandeja	4,5	1,2	1,20	0,10	100,00	(4; 5)	0,10
	PT final	1165,3	1167,9	100			
	PT inicial(gr)	1167,9					

Tabla 53. Tabla de datos granulométricos de la muestra P2.2

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,00	(-3; -2]	0,09
5	-2,0	1	1,00	0,09	0,09		
7	-1,5	0,7	0,70	0,06	0,16	(-2; -1]	0,19
10	-1,0	1,4	1,41	0,13	0,28		
14	-0,5	1,4	1,41	0,13	0,41	(-1; 0]	0,27
18	0,0	1,6	1,61	0,15	0,56		
25	0,5	2,6	2,61	0,24	0,79	(0; 1]	0,73
35	1,0	5,4	5,42	0,49	1,29		
45	1,5	8,9	8,93	0,81	2,10	(1; 2]	11,27
60	2,0	114,6	115,03	10,46	12,55		
80	2,5	669,2	671,70	61,06	73,61	(2; 3]	74,32
120	3,0	145,3	145,84	13,26	86,87		
170	3,5	126,9	127,37	11,58	98,45	(3; 4]	13,04
230	4,0	16	16,06	1,46	99,91		
Bandeja	4,5	1	1,00	0,09	100,00	(4; 5)	0,09
	PT final	1096	1100,1	100			
	PT inicial(gr)	1100,1					

Tabla 54. Tabla de datos granulométricos de la muestra P3.1

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,00	(-3; -2]	0,00
5	-2,0	0	0,00	0,00	0,00		
7	-1,5	0	0,00	0,00	0,00	(-2; -1]	0,04
10	-1,0	0,4	0,40	0,04	0,04		
14	-0,5	0,3	0,30	0,03	0,06	(-1; 0]	0,06
18	0,0	0,3	0,30	0,03	0,09		
25	0,5	0,4	0,40	0,04	0,13	(0; 1]	0,13
35	1,0	1	1,00	0,09	0,22		
45	1,5	4,5	4,51	0,41	0,63	(1; 2]	6,96
60	2,0	71,2	71,39	6,55	7,18		
80	2,5	409,9	410,99	37,68	44,86	(2; 3]	74,27
120	3,0	398	399,06	36,59	81,45		
170	3,5	188,9	189,40	17,37	98,81	(3; 4]	18,52
230	4,0	12,6	12,63	1,16	99,97		
Bandeja	4,5	0,3	0,30	0,03	100,00	(4; 5)	0,03
	PT final	1087,8	1090,7	100			
	PT inicial(gr)	1090,7					

Tabla 55. Tabla de datos granulométricos de la muestra P3.2

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	19,8	19,85	1,82	1,82	(-4; -3]	1,82
A	-2,5	11,4	11,43	1,05	2,87	(-3; -2]	3,77
5	-2,0	29,6	29,68	2,72	5,59		
7	-1,5	25,1	25,16	2,31	7,89	(-2; -1]	5,40
10	-1,0	33,7	33,79	3,10	10,99		
14	-0,5	47,6	47,72	4,37	15,36	(-1; 0]	10,83
18	0,0	70,3	70,48	6,46	21,83		
25	0,5	97,1	97,35	8,92	30,75	(0; 1]	17,35
35	1,0	91,7	91,94	8,43	39,17		
45	1,5	71,2	71,38	6,54	45,72	(1; 2]	20,99
60	2,0	157,2	157,60	14,45	60,16		
80	2,5	215,7	216,26	19,82	79,99	(2; 3]	30,93
120	3,0	120,9	121,21	11,11	91,10		
170	3,5	90,1	90,33	8,28	99,38	(3; 4]	8,85
230	4,0	6,2	6,22	0,57	99,94		
Bandeja	4,5	0,6	0,60	0,06	100,00	(4; 5)	0,06
	PT final	1088,2	1091	100			
	PT inicial(gr)	1091					

Tabla 56. Tabla de datos granulométricos de la muestra P4.1

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,00	(-3; -2]	0,00
5	-2,0	0	0,00	0,00	0,00		
7	-1,5	0	0,00	0,00	0,00	(-2; -1]	0,00
10	-1,0	0	0,00	0,00	0,00		
14	-0,5	0	0,00	0,00	0,00	(-1; 0]	0,00
18	0,0	0	0,00	0,00	0,00		
25	0,5	0,7	0,70	0,07	0,07	(0; 1]	0,14
35	1,0	0,8	0,80	0,07	0,14		
45	1,5	6,5	6,51	0,61	0,75	(1; 2]	21,09
60	2,0	219,9	220,13	20,49	21,23		
80	2,5	424,1	424,53	39,51	60,75	(2; 3]	63,18
120	3,0	254	254,26	23,67	84,41		
170	3,5	159,5	159,66	14,86	99,27	(3; 4]	15,55
230	4,0	7,4	7,41	0,69	99,96		
Bandeja	4,5	0,4	0,40	0,04	100,00	(4; 5)	0,04
	PT final	1073,3	1074,4	100			
	PT inicial(gr)	1074,4					

Tabla 57. Tabla de datos granulométricos de la muestra P4.2

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	2,7	2,71	0,23	0,23	(-4; -3]	0,23
A	-2,5	0,5	0,50	0,04	0,27	(-3; -2]	0,43
5	-2,0	4,6	4,61	0,39	0,66		
7	-1,5	7,9	7,92	0,67	1,33	(-2; -1]	1,63
10	-1,0	11,4	11,43	0,97	2,29		
14	-0,5	17,5	17,54	1,48	3,78	(-1; 0]	3,78
18	0,0	27,1	27,16	2,29	6,07		
25	0,5	35,3	35,38	2,99	9,06	(0; 1]	6,04
35	1,0	36	36,08	3,05	12,11		
45	1,5	44,3	44,40	3,75	15,86	(1; 2]	18,15
60	2,0	170,1	170,49	14,40	30,26		
80	2,5	345,1	345,89	29,22	59,48	(2; 3]	50,04
120	3,0	245,9	246,46	20,82	80,30		
170	3,5	215,1	215,59	18,21	98,51	(3; 4]	19,63
230	4,0	16,7	16,74	1,41	99,92		
Bandeja	4,5	0,9	0,90	0,08	100,00	(4; 5)	0,08
	PT final	1181,1	1183,8	100			
	PT inicial(gr)	1183,8					

Tabla 58. Tabla de datos granulométricos de la muestra P5.1

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,00	(-3; -2]	0,06
5	-2,0	0,6	0,60	0,06	0,06		
7	-1,5	1,8	1,80	0,17	0,22	(-2; -1]	0,40
10	-1,0	2,5	2,51	0,23	0,46		
14	-0,5	5,9	5,91	0,55	1,01	(-1; 0]	1,33
18	0,0	8,4	8,42	0,78	1,79		
25	0,5	13,4	13,43	1,25	3,03	(0; 1]	2,93
35	1,0	18,1	18,14	1,68	4,72		
45	1,5	22,9	22,95	2,13	6,85	(1; 2]	9,34
60	2,0	77,4	77,57	7,21	14,06		
80	2,5	423,2	424,15	39,40	53,45	(2; 3]	70,61
120	3,0	335,3	336,05	31,21	84,67		
170	3,5	153,9	154,24	14,33	98,99	(3; 4]	15,30
230	4,0	10,4	10,42	0,97	99,96		
Bandeja	4,5	0,4	0,40	0,04	100,00	(4; 5)	0,04
	PT final	1074,2	1076,6	100			
	PT inicial(gr)	1076,6					

Tabla 59. Tabla de datos granulométricos de la muestra P5.2

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	30,2	30,22	2,76	2,76	(-4; -3]	2,76
A	-2,5	14,2	14,21	1,30	4,05	(-3; -2]	4,49
5	-2,0	35	35,03	3,20	7,25		
7	-1,5	62,5	62,55	5,71	12,96	(-2; -1]	11,42
10	-1,0	62,6	62,65	5,72	18,67		
14	-0,5	55,8	55,85	5,10	23,77	(-1; 0]	8,68
18	0,0	39,3	39,33	3,59	27,36		
25	0,5	29,7	29,72	2,71	30,07		
35	1,0	21,2	21,22	1,94	32,01	(0; 1]	4,65
45	1,5	15,2	15,21	1,39	33,39		
60	2,0	25,1	25,12	2,29	35,69	(1; 2]	3,68
80	2,5	68,2	68,26	6,23	41,91		
120	3,0	308,3	308,55	28,15	70,07		
170	3,5	309,4	309,65	28,25	98,32	(3; 4]	29,84
230	4,0	17,4	17,41	1,59	99,91		
Bandeja	4,5	1	1,00	0,09	100,00	(4; 5)	0,09
	PT final	1095,1	1096	100			
	PT inicial(gr)	1096					

Tabla 60. Tabla de datos granulométricos de la muestra P7.1

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	4,4	4,41	0,41	0,41	(-4; -3]	0,41
A	-2,5	0,4	0,40	0,04	0,45	(-3; -2]	0,25
5	-2,0	2,3	2,30	0,21	0,66		
7	-1,5	0,4	0,40	0,04	0,70	(-2; -1]	0,09
10	-1,0	0,6	0,60	0,06	0,75		
14	-0,5	0,6	0,60	0,06	0,81	(-1; 0]	0,09
18	0,0	0,4	0,40	0,04	0,85		
25	0,5	2,5	2,50	0,23	1,08		
35	1,0	13,6	13,62	1,26	2,34	(0; 1]	1,50
45	1,5	146,5	146,72	13,62	15,96		
60	2,0	459,6	460,28	42,73	58,69	(1; 2]	56,34
80	2,5	276,8	277,21	25,73	84,42		
120	3,0	117,5	117,67	10,92	95,34		
170	3,5	45,5	45,57	4,23	99,57	(3; 4]	4,60
230	4,0	4	4,01	0,37	99,94		
Bandeja	4,5	0,6	0,60	0,06	100,00	(4; 5)	0,06
	PT final	1075,7	1077,3	100			
	PT inicial(gr)	1077,3					

Tabla 61. Tabla de datos granulométricos de la muestra P7.2

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	54,6	54,71	4,70	4,70	(-4; -3]	4,70
A	-2,5	28,8	28,86	2,48	7,19	(-3; -2]	10,78
5	-2,0	96,3	96,49	8,30	15,48		
7	-1,5	115,4	115,63	9,94	25,42	(-2; -1]	24,64
10	-1,0	170,6	170,94	14,70	40,12		
14	-0,5	156,5	156,81	13,48	53,61	(-1; 0]	24,79
18	0,0	131,2	131,46	11,30	64,91		
25	0,5	139,7	139,98	12,04	76,94	(0; 1]	23,41
35	1,0	132	132,26	11,37	88,32		
45	1,5	82,3	82,46	7,09	95,41	(1; 2]	9,69
60	2,0	30,2	30,26	2,60	98,01		
80	2,5	9	9,02	0,78	98,79	(2; 3]	1,41
120	3,0	7,4	7,41	0,64	99,42		
170	3,5	5,4	5,41	0,47	99,89	(3; 4]	0,56
230	4,0	1,1	1,10	0,09	99,98		
Bandeja	4,5	0,2	0,20	0,02	100,00	(4; 5)	0,02
	PT final	1160,7	1163	100			
	PT inicial(gr)	1163					

Tabla 62. Tabla de datos granulométricos de la muestra P10.1

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,00	(-3; -2]	0,00
5	-2,0	0	0,00	0,00	0,00		
7	-1,5	0	0,00	0,00	0,00	(-2; -1]	0,00
10	-1,0	0	0,00	0,00	0,00		
14	-0,5	0	0,00	0,00	0,00	(-1; 0]	0,00
18	0,0	0	0,00	0,00	0,00		
25	0,5	0,5	0,50	0,04	0,04	(0; 1]	0,11
35	1,0	0,8	0,80	0,07	0,11		
45	1,5	11,8	11,81	1,02	1,13	(1; 2]	22,93
60	2,0	253,8	253,95	21,91	23,04		
80	2,5	743,1	743,55	64,14	87,18	(2; 3]	75,00
120	3,0	125,8	125,88	10,86	98,04		
170	3,5	21	21,01	1,81	99,85	(3; 4]	1,96
230	4,0	1,7	1,70	0,15	100,00		
Bandeja	4,5	0	0,00	0,00	100,00	(4; 5)	0,00
	PT final	1158,5	1159,2	100			
	PT inicial(gr)	1159,2					

Tabla 63. Tabla de datos granulométricos de la muestra P10.2

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	144,4	144,49	9,80	9,80	(-4; -3]	9,80
A	-2,5	81,4	81,45	5,53	15,33	(-3; -2]	25,67
5	-2,0	296,6	296,78	20,14	35,47		
7	-1,5	307,8	307,99	20,90	56,37	(-2; -1]	40,40
10	-1,0	287,2	287,38	19,50	75,87		
14	-0,5	114,1	114,17	7,75	83,62	(-1; 0]	11,12
18	0,0	49,7	49,73	3,37	86,99		
25	0,5	28,1	28,12	1,91	88,90	(0; 1]	3,31
35	1,0	20,7	20,71	1,41	90,30		
45	1,5	15,1	15,11	1,03	91,33	(1; 2]	3,20
60	2,0	32,1	32,12	2,18	93,51		
80	2,5	60,4	60,44	4,10	97,61	(2; 3]	6,01
120	3,0	28,1	28,12	1,91	99,52		
170	3,5	6,2	6,20	0,42	99,94	(3; 4]	0,48
230	4,0	0,9	0,90	0,06	100,00		
Bandeja	4,5	0	0,00	0,00	100,00	(4; 5)	0,00
	PT final	1472,8	1473,7	100			
	PT inicial(gr)	1473,7					

Tabla 64. Tabla de datos granulométricos de la muestra P13.1

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0,0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0,0	0,00	0,00	0,00	(-3; -2]	0,00
5	-2,0	0,0	0,00	0,00	0,00		
7	-1,5	0,0	0,00	0,00	0,00	(-2; -1]	0,00
10	-1,0	0,0	0,00	0,00	0,00		
14	-0,5	0,4	0,40	0,04	0,04	(-1; 0]	0,07
18	0,0	0,3	0,30	0,03	0,07		
25	0,5	1,6	1,60	0,15	0,22	(0; 1]	0,97
35	1,0	8,6	8,61	0,81	1,03		
45	1,5	29,7	29,74	2,81	3,84	(1; 2]	24,20
60	2,0	226,0	226,28	21,39	25,23		
80	2,5	566,2	566,90	53,59	78,83	(2; 3]	70,75
120	3,0	181,3	181,52	17,16	95,99		
170	3,5	39,4	39,45	3,73	99,72	(3; 4]	3,98
230	4,0	2,6	2,60	0,25	99,96		
Bandeja	4,5	0,4	0,40	0,04	100,00	(4; 5)	0,04
	PT final	1056,5	1057,8	100			
	PT inicial(gr)	1057,8					

Tabla 65. Tabla de datos granulométricos de la muestra P13.2

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	2,5	2,50	0,26	0,26	(-3; -2]	0,91
5	-2,0	6,2	6,21	0,65	0,91		
7	-1,5	10,6	10,61	1,11	2,02	(-2; -1]	3,70
10	-1,0	24,8	24,82	2,59	4,61		
14	-0,5	36,9	36,93	3,85	8,46	(-1; 0]	8,49
18	0,0	44,4	44,44	4,64	13,10		
25	0,5	41,9	41,94	4,38	17,48	(0; 1]	9,43
35	1,0	48,4	48,45	5,06	22,53		
45	1,5	51,2	51,25	5,35	27,88	(1; 2]	14,86
60	2,0	91,1	91,19	9,52	37,40		
80	2,5	292	292,27	30,50	67,90	(2; 3]	53,48
120	3,0	220	220,21	22,98	90,88		
170	3,5	80,1	80,18	8,37	99,25	(3; 4]	9,07
230	4,0	6,7	6,71	0,70	99,95		
Bandeja	4,5	0,5	0,50	0,05	100,00	(4; 5)	0,05
	PT final	957,3	958,2	100			
	PT inicial(gr)	958,2					

Tabla 66. Tabla de datos granulométricos de la muestra P14.1

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,00	(-3; -2]	0,00
5	-2,0	0	0,00	0,00	0,00		
7	-1,5	0	0,00	0,00	0,00	(-2; -1]	0,00
10	-1,0	0	0,00	0,00	0,00		
14	-0,5	0	0,00	0,00	0,00	(-1; 0]	0,00
18	0,0	0	0,00	0,00	0,00		
25	0,5	0,1	0,10	0,01	0,01	(0; 1]	0,05
35	1,0	0,4	0,40	0,04	0,05		
45	1,5	5,8	5,82	0,55	0,60	(1; 2]	21,83
60	2,0	223,2	224,09	21,28	21,88		
80	2,5	651,4	654,01	62,11	83,99	(2; 3]	75,02
120	3,0	135,4	135,94	12,91	96,90		
170	3,5	29,9	30,02	2,85	99,75	(3; 4]	3,08
230	4,0	2,4	2,41	0,23	99,98		
Bandeja	4,5	0,2	0,20	0,02	100,00	(4; 5)	0,02
	PT final	1048,8	1053	100			
	PT inicial(gr)	1053					

Tabla 67. Tabla de datos granulométricos de la muestra P14.2

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0,3	0,30	0,03	0,03	(-3; -2]	0,11
5	-2,0	0,8	0,80	0,08	0,11		
7	-1,5	1,2	1,20	0,12	0,23	(-2; -1]	0,43
10	-1,0	3	3,01	0,31	0,54		
14	-0,5	8,6	8,64	0,88	1,42	(-1; 0]	3,12
18	0,0	22	22,09	2,25	3,67		
25	0,5	44,7	44,88	4,56	8,23	(0; 1]	10,82
35	1,0	61,3	61,55	6,26	14,49		
45	1,5	65,9	66,17	6,73	21,21	(1; 2]	20,90
60	2,0	138,8	139,37	14,17	35,39		
80	2,5	312,8	314,08	31,93	67,32	(2; 3]	54,29
120	3,0	219	219,89	22,36	89,68		
170	3,5	91,3	91,67	9,32	99,00	(3; 4]	10,29
230	4,0	9,5	9,54	0,97	99,97		
Bandeja	4,5	0,3	0,30	0,03	100,00	(4; 5)	0,03
	PT final	979,5	983,5	100			
	PT inicial(gr)	983,5					

Tabla 68. Tabla de datos granulométricos de la muestra P15.1

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,00	(-3; -2]	0,20
5	-2,0	2,1	2,10	0,20	0,20		
7	-1,5	2,6	2,61	0,24	0,44	(-2; -1]	0,33
10	-1,0	0,9	0,90	0,08	0,52		
14	-0,5	0,5	0,50	0,05	0,57	(-1; 0]	0,07
18	0,0	0,3	0,30	0,03	0,60		
25	0,5	0,2	0,20	0,02	0,62	(0; 1]	0,07
35	1,0	0,5	0,50	0,05	0,66		
45	1,5	1,7	1,70	0,16	0,82	(1; 2]	0,93
60	2,0	8,2	8,22	0,77	1,59		
80	2,5	255,7	256,25	23,94	25,54	(2; 3]	72,51
120	3,0	518,6	519,72	48,56	74,10		
170	3,5	247,3	247,83	23,16	97,26	(3; 4]	25,84
230	4,0	28,6	28,66	2,68	99,93		
Bandeja	4,5	0,7	0,70	0,07	100,00	(4; 5)	0,07
	PT final	1067,9	1070,2	100			
	PT inicial(gr)	1070,2					

Tabla 69. Tabla de datos granulométricos de la muestra P15.2

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,00	(-3; -2]	0,02
5	-2,0	0,2	0,20	0,02	0,02		
7	-1,5	0	0,00	0,00	0,02	(-2; -1]	0,04
10	-1,0	0,4	0,40	0,04	0,05		
14	-0,5	0,9	0,90	0,08	0,13	(-1; 0]	0,14
18	0,0	0,7	0,70	0,06	0,20		
25	0,5	6,9	6,92	0,62	0,81	(0; 1]	2,17
35	1,0	17,4	17,45	1,56	2,37		
45	1,5	44,6	44,73	3,99	6,36	(1; 2]	27,56
60	2,0	263,7	264,45	23,58	29,93		
80	2,5	483,8	485,18	43,25	73,19	(2; 3]	57,32
120	3,0	157,3	157,75	14,06	87,25		
170	3,5	108,4	108,71	9,69	96,94	(3; 4]	12,64
230	4,0	33	33,09	2,95	99,89		
Bandeja	4,5	1,2	1,20	0,11	100,00	(4; 5)	0,11
	PT final	1118,5	1121,7	100			
	PT inicial(gr)	1121,7					

Tabla 70. Tabla de datos granulométricos de la muestra P16.1

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,00	(-3; -2]	0,00
5	-2,0	0	0,00	0,00	0,00		
7	-1,5	0,2	0,20	0,02	0,02	(-2; -1]	0,02
10	-1,0	0,1	0,10	0,01	0,02		
14	-0,5	0,3	0,30	0,02	0,05	(-1; 0]	0,16
18	0,0	1,6	1,60	0,13	0,18		
25	0,5	12,2	12,21	1,01	1,20	(0; 1]	4,52
35	1,0	42,2	42,25	3,50	4,70		
45	1,5	107	107,12	8,88	13,58	(1; 2]	47,09
60	2,0	460,1	460,60	38,20	51,79		
80	2,5	389,2	389,62	32,32	84,11	(2; 3]	40,37
120	3,0	97	97,10	8,05	92,16		
170	3,5	76,8	76,88	6,38	98,54	(3; 4]	7,82
230	4,0	17,4	17,42	1,44	99,98		
Bandeja	4,5	0,2	0,20	0,02	100,00	(4; 5)	0,02
	PT final	1204,3	1205,6	100			
	PT inicial(gr)	1205,6					

Tabla 71. Tabla de datos granulométricos de la muestra P16.2

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	18,1	18,14	1,39	1,39	(-4; -3]	1,39
A	-2,5	14,6	14,63	1,12	2,50	(-3; -2]	3,88
5	-2,0	36,1	36,19	2,76	5,27		
7	-1,5	49,9	50,02	3,82	9,08	(-2; -1]	10,02
10	-1,0	81	81,19	6,20	15,28		
14	-0,5	97,7	97,93	7,48	22,76	(-1; 0]	16,45
18	0,0	117,3	117,58	8,98	31,74		
25	0,5	114,6	114,87	8,77	40,51	(0; 1]	14,62
35	1,0	76,4	76,58	5,85	46,35		
45	1,5	71,6	71,77	5,48	51,83	(1; 2]	25,85
60	2,0	266,2	266,83	20,37	72,20		
80	2,5	293,8	294,50	22,48	94,69	(2; 3]	26,89
120	3,0	57,6	57,74	4,41	99,10		
170	3,5	10,2	10,22	0,78	99,88	(3; 4]	0,89
230	4,0	1,4	1,40	0,11	99,98		
Bandeja	4,5	0,2	0,20	0,02	100,00	(4; 5]	0,02
	PT final	1306,7	1309,8	100			
	PT inicial(gr)	1309,8					

Tabla 72. Tabla de datos granulométricos de la muestra P18.1

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,00	(-3; -2]	0,00
5	-2,0	0	0,00	0,00	0,00		
7	-1,5	0	0,00	0,00	0,00	(-2; -1]	0,00
10	-1,0	0	0,00	0,00	0,00		
14	-0,5	0	0,00	0,00	0,00	(-1; 0]	0,00
18	0,0	0	0,00	0,00	0,00		
25	0,5	0,2	0,20	0,02	0,02	(0; 1]	0,07
35	1,0	0,6	0,60	0,05	0,07		
45	1,5	4,1	4,13	0,37	0,44	(1; 2]	18,88
60	2,0	205,2	206,55	18,51	18,96		
80	2,5	832,9	838,39	75,14	94,10	(2; 3]	79,93
120	3,0	53	53,35	4,78	98,88		
170	3,5	10,8	10,87	0,97	99,86	(3; 4]	1,10
230	4,0	1,4	1,41	0,13	99,98		
Bandeja	4,5	0,2	0,20	0,02	100,00	(4; 5]	0,02
	PT final	1108,4	1115,7	100			
	PT inicial(gr)	1115,7					

Tabla 73. Tabla de datos granulométricos de la muestra P18.2

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0,7	0,70	0,05	0,05	(-4; -3]	0,05
A	-2,5	0,9	0,90	0,07	0,12	(-3; -2]	0,47
5	-2,0	5,2	5,22	0,40	0,53		
7	-1,5	5,5	5,53	0,43	0,95	(-2; -1]	1,42
10	-1,0	12,8	12,86	0,99	1,94		
14	-0,5	21,6	21,70	1,67	3,61	(-1; 0]	4,26
18	0,0	33,5	33,66	2,59	6,20		
25	0,5	45	45,22	3,48	9,68		
35	1,0	49,7	49,94	3,84	13,53	(0; 1]	7,32
45	1,5	53,4	53,66	4,13	17,66		
60	2,0	200,3	201,26	15,49	33,15	(1; 2]	19,62
80	2,5	659,7	662,86	51,02	84,17		
120	3,0	154,7	155,44	11,96	96,13		
170	3,5	46,9	47,12	3,63	99,76	(2; 3]	62,99
230	4,0	2,9	2,91	0,22	99,98		
Bandeja	4,5	0,2	0,20	0,02	100,00	(4; 5)	0,02
	PT final	1293	1299,2	100			
	PT inicial(gr)	1299,2					

Tabla 74. Tabla de datos granulométricos de la muestra P19.1

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,00	(-3; -2]	0,00
5	-2,0	0	0,00	0,00	0,00		
7	-1,5	0	0,00	0,00	0,00	(-2; -1]	0,02
10	-1,0	0,3	0,30	0,02	0,02		
14	-0,5	0,4	0,40	0,03	0,06	(-1; 0]	0,06
18	0,0	0,4	0,40	0,03	0,09		
25	0,5	2,4	2,40	0,19	0,28		
35	1,0	3,8	3,80	0,30	0,58	(0; 1]	0,49
45	1,5	20,4	20,41	1,63	2,21		
60	2,0	482,4	482,71	38,44	40,65	(1; 2]	40,06
80	2,5	632,3	632,70	50,38	91,03		
120	3,0	99,4	99,46	7,92	98,95		
170	3,5	11,9	11,91	0,95	99,90	(2; 3]	58,30
230	4,0	1	1,00	0,08	99,98		
Bandeja	4,5	0,3	0,30	0,02	100,00	(3; 4]	1,03
	PT final	1255	1255,8	100		(4; 5)	0,02
	PT inicial(gr)	1255,8					

Tabla 75. Tabla de datos granulométricos de la muestra P19.2

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0,3	0,30	0,03	0,03	(-3; -2]	0,48
5	-2,0	4,5	4,50	0,45	0,48		
7	-1,5	5,7	5,70	0,57	1,05	(-2; -1]	2,01
10	-1,0	14,4	14,40	1,44	2,48		
14	-0,5	32,4	32,41	3,23	5,72	(-1; 0]	8,23
18	0,0	50,1	50,11	5,00	10,71		
25	0,5	46	46,01	4,59	15,30		
35	1,0	32,3	32,31	3,22	18,53	(0; 1]	7,81
45	1,5	41,7	41,71	4,16	22,69		
60	2,0	211,8	211,86	21,13	43,81	(1; 2]	25,29
80	2,5	422,4	422,53	42,14	85,95		
120	3,0	114,6	114,63	11,43	97,39		
170	3,5	24,5	24,51	2,44	99,83	(3; 4]	2,59
230	4,0	1,5	1,50	0,15	99,98		
Bandeja	4,5	0,2	0,20	0,02	100,00	(4; 5)	0,02
	PT final	1002,4	1002,7	100			
	PT inicial(gr)	1002,7					

Tabla 76. Tabla de datos granulométricos de la muestra P20.1

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,00	(-3; -2]	0,00
5	-2,0	0	0,00	0,00	0,00		
7	-1,5	0	0,00	0,00	0,00	(-2; -1]	0,01
10	-1,0	0,1	0,10	0,01	0,01		
14	-0,5	0,2	0,20	0,02	0,03	(-1; 0]	0,28
18	0,0	2,4	2,40	0,26	0,29		
25	0,5	0,5	0,50	0,05	0,34		
35	1,0	1,8	1,80	0,19	0,54	(0; 1]	0,25
45	1,5	9,5	9,51	1,02	1,55		
60	2,0	133,8	133,97	14,34	15,89	(1; 2]	15,36
80	2,5	608,8	609,58	65,24	81,14		
120	3,0	130,9	131,07	14,03	95,17		
170	3,5	42,3	42,35	4,53	99,70	(3; 4]	4,81
230	4,0	2,6	2,60	0,28	99,98		
Bandeja	4,5	0,2	0,20	0,02	100,00	(4; 5)	0,02
	PT final	933,1	934,3	100			
	PT inicial(gr)	934,3					

Tabla 77. Tabla de datos granulométricos de la muestra P20.2

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	1	1,01	0,11	0,11	(-4; -3]	0,11
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,11	(-3; -2]	0,03
5	-2,0	0,3	0,30	0,03	0,14		
7	-1,5	0,3	0,30	0,03	0,17	(-2; -1]	0,12
10	-1,0	0,8	0,80	0,09	0,26		
14	-0,5	1,3	1,31	0,14	0,39	(-1; 0]	0,47
18	0,0	3,1	3,12	0,33	0,72		
25	0,5	5,1	5,13	0,54	1,27		
35	1,0	9,9	9,96	1,05	2,32	(0; 1]	1,60
45	1,5	21,4	21,53	2,28	4,60		
60	2,0	145,3	146,17	15,48	20,08	(1; 2]	17,76
80	2,5	496,2	499,16	52,87	72,95		
120	3,0	177	178,06	18,86	91,81		
170	3,5	72,7	73,13	7,75	99,55	(2; 3]	71,72
230	4,0	4,1	4,12	0,44	99,99		
Bandeja	4,5	0,1	0,10	0,01	100,00	(3; 4]	8,18
						(4; 5)	0,01
	PT final	938,6	944,2	100			
	PT inicial(gr)	944,2					

Tabla 78. Tabla de datos granulométricos de la muestra P21.1

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,00	(-3; -2]	0,00
5	-2,0	0	0,00	0,00	0,00		
7	-1,5	0	0,00	0,00	0,00	(-2; -1]	0,00
10	-1,0	0	0,00	0,00	0,00		
14	-0,5	0,1	0,10	0,01	0,01	(-1; 0]	0,04
18	0,0	0,3	0,30	0,03	0,04		
25	0,5	2,6	2,61	0,26	0,30		
35	1,0	5,8	5,83	0,58	0,88	(0; 1]	0,84
45	1,5	12,3	12,37	1,23	2,11		
60	2,0	202,5	203,63	20,24	22,35	(1; 2]	21,47
80	2,5	589,4	592,70	58,90	81,25		
120	3,0	140,4	141,19	14,03	95,28		
170	3,5	43,5	43,74	4,35	99,63	(2; 3]	72,94
230	4,0	3,6	3,62	0,36	99,99		
Bandeja	4,5	0,1	0,10	0,01	100,00	(3; 4]	4,71
						(4; 5)	0,01
	PT final	1000,6	1006,2	100			
	PT inicial(gr)	1006,2					

Tabla 79. Tabla de datos granulométricos de la muestra P21.2

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0,7	0,70	0,07	0,07	(-4; -3]	0,07
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,07	(-3; -2]	0,47
5	-2,0	4,8	4,81	0,47	0,54		
7	-1,5	4,4	4,41	0,43	0,97	(-2; -1]	1,20
10	-1,0	7,8	7,82	0,77	1,74		
14	-0,5	14	14,04	1,38	3,12	(-1; 0]	3,80
18	0,0	24,6	24,67	2,42	5,54		
25	0,5	34,1	34,19	3,35	8,89	(0; 1]	6,20
35	1,0	29	29,08	2,85	11,74		
45	1,5	27,5	27,57	2,70	14,44	(1; 2]	12,69
60	2,0	101,6	101,87	9,99	24,43		
80	2,5	432,6	433,75	42,53	66,96	(2; 3]	66,64
120	3,0	245,2	245,85	24,11	91,07		
170	3,5	83,1	83,32	8,17	99,24	(3; 4]	8,91
230	4,0	7,5	7,52	0,74	99,98		
Bandeja	4,5	0,2	0,20	0,02	100,00	(4; 5)	0,02
	PT final	1017,1	1019,8	100			
	PT inicial(gr)	1019,8					

Tabla 80. Tabla de datos granulométricos de la muestra P23.1

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,00	(-3; -2]	0,00
5	-2,0	0	0,00	0,00	0,00		
7	-1,5	0	0,00	0,00	0,00	(-2; -1]	0,00
10	-1,0	0	0,00	0,00	0,00		
14	-0,5	1	1,00	0,09	0,09	(-1; 0]	0,49
18	0,0	4,2	4,20	0,39	0,49		
25	0,5	20,3	20,31	1,90	2,39	(0; 1]	5,53
35	1,0	38,8	38,81	3,63	6,02		
45	1,5	87,5	87,53	8,19	14,21	(1; 2]	50,37
60	2,0	450,7	450,87	42,18	56,39		
80	2,5	370,3	370,44	34,66	91,04	(2; 3]	41,28
120	3,0	70,8	70,83	6,63	97,67		
170	3,5	21,1	21,11	1,97	99,64	(3; 4]	2,31
230	4,0	3,6	3,60	0,34	99,98		
Bandeja	4,5	0,2	0,20	0,02	100,00	(4; 5)	0,02
	PT final	1068,5	1068,9	100			
	PT inicial(gr)	1068,9					

Tabla 81. Tabla de datos granulométricos de la muestra P23.2

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0,6	0,60	0,06	0,06	(-4; -3]	0,06
A	-2,5	0,6	0,60	0,06	0,11	(-3; -2]	0,36
5	-2,0	3,2	3,20	0,30	0,42		
7	-1,5	4,3	4,30	0,41	0,82	(-2; -1]	1,86
10	-1,0	15,4	15,40	1,46	2,28		
14	-0,5	35,8	35,81	3,38	5,66	(-1; 0]	9,56
18	0,0	65,3	65,31	6,17	11,84		
25	0,5	79,4	79,42	7,51	19,34	(0; 1]	13,94
35	1,0	68,1	68,11	6,44	25,78		
45	1,5	75,2	75,21	7,11	32,89	(1; 2]	30,41
60	2,0	246,5	246,55	23,30	56,19		
80	2,5	335,1	335,16	31,68	87,87	(2; 3]	40,76
120	3,0	96,1	96,12	9,08	96,96		
170	3,5	30,1	30,11	2,85	99,80	(3; 4]	3,01
230	4,0	1,7	1,70	0,16	99,96		
Bandeja	4,5	0,4	0,40	0,04	100,00	(4; 5]	0,04
	PT final	1057,8	1058	100			
	PT inicial(gr)	1058					

Tabla 82. Tabla de datos granulométricos de la muestra P24.1

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,00	(-3; -2]	0,00
5	-2,0	0	0,00	0,00	0,00		
7	-1,5	0,1	0,10	0,01	0,01	(-2; -1]	0,03
10	-1,0	0,2	0,20	0,02	0,03		
14	-0,5	0,9	0,90	0,08	0,11	(-1; 0]	0,43
18	0,0	4	4,01	0,35	0,46		
25	0,5	12,5	12,53	1,09	1,55	(0; 1]	3,23
35	1,0	24,4	24,45	2,14	3,68		
45	1,5	66,1	66,24	5,78	9,47	(1; 2]	49,92
60	2,0	504,4	505,46	44,14	53,61		
80	2,5	375,2	375,99	32,83	86,44	(2; 3]	41,49
120	3,0	98,9	99,11	8,65	95,09		
170	3,5	48,2	48,30	4,22	99,31	(3; 4]	4,88
230	4,0	7,6	7,62	0,67	99,97		
Bandeja	4,5	0,3	0,30	0,03	100,00	(4; 5]	0,03
	PT final	1142,8	1145,2	100			
	PT inicial(gr)	1145,2					

Tabla 83. Tabla de datos granulométricos de la muestra P24.2

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	10	10,00	0,88	0,88	(-4; -3]	0,88
A	-2,5	8,3	8,30	0,73	1,62	(-3; -2]	2,10
5	-2,0	15,5	15,50	1,37	2,98		
7	-1,5	14,8	14,80	1,31	4,29	(-2; -1]	3,87
10	-1,0	29	29,01	2,56	6,85		
14	-0,5	35,8	35,81	3,16	10,01	(-1; 0]	6,58
18	0,0	38,7	38,71	3,42	13,43		
25	0,5	40,3	40,31	3,56	16,98	(0; 1]	6,85
35	1,0	37,3	37,31	3,29	20,28		
45	1,5	37,3	37,31	3,29	23,57	(1; 2]	14,75
60	2,0	129,8	129,82	11,46	35,03		
80	2,5	396,3	396,37	34,98	70,01	(2; 3]	55,69
120	3,0	234,6	234,64	20,71	90,72		
170	3,5	98,9	98,92	8,73	99,45	(3; 4]	9,26
230	4,0	6	6,00	0,53	99,98		
Bandeja	4,5	0,2	0,20	0,02	100,00	(4; 5)	0,02
	PT final	1132,8	1133	100			
	PT inicial(gr)	1133					

Tabla 84. Tabla de datos granulométricos de la muestra P26.1

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0,2	0,20	0,02	0,02	(-3; -2]	0,36
5	-2,0	3,7	3,70	0,34	0,36		
7	-1,5	4,7	4,71	0,43	0,80	(-2; -1]	1,11
10	-1,0	7,3	7,31	0,68	1,47		
14	-0,5	7,5	7,51	0,69	2,16	(-1; 0]	1,28
18	0,0	6,3	6,31	0,58	2,75		
25	0,5	6,4	6,41	0,59	3,34	(0; 1]	1,66
35	1,0	11,6	11,62	1,07	4,41		
45	1,5	46,5	46,56	4,30	8,71	(1; 2]	21,03
60	2,0	180,9	181,13	16,73	25,45		
80	2,5	466,1	466,70	43,11	68,56	(2; 3]	63,20
120	3,0	217,2	217,48	20,09	88,65		
170	3,5	108,4	108,54	10,03	98,68	(3; 4]	11,33
230	4,0	14,1	14,12	1,30	99,98		
Bandeja	4,5	0,2	0,20	0,02	100,00	(4; 5)	0,02
	PT final	1081,1	1082,5	100			
	PT inicial(gr)	1082,5					

Tabla 85. Tabla de datos granulométricos de la muestra P26.2

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,00	(-3; -2]	0,00
5	-2,0	0	0,00	0,00	0,00		
7	-1,5	0	0,00	0,00	0,00	(-2; -1]	0,01
10	-1,0	0,1	0,10	0,01	0,01		
14	-0,5	0,2	0,20	0,02	0,03	(-1; 0]	0,05
18	0,0	0,4	0,40	0,03	0,06		
25	0,5	0,5	0,50	0,04	0,10		
35	1,0	1,4	1,41	0,12	0,23	(0; 1]	0,16
45	1,5	13,6	13,65	1,18	1,40		
60	2,0	225,6	226,44	19,53	20,93	(1; 2]	20,70
80	2,5	804,5	807,49	69,64	90,57		
120	3,0	78,4	78,69	6,79	97,35		
170	3,5	21,5	21,58	1,86	99,21	(2; 3]	76,42
230	4,0	9	9,03	0,78	99,99		
Bandeja	4,5	0,1	0,10	0,01	100,00	(3; 4]	2,64
						(4; 5]	0,01
	PT final	1155,3	1159,6	100			
	PT inicial(gr)	1159,6					

Tabla 86. Tabla de datos granulométricos de la muestra P28.1

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0	0,00	0,00	0,00	(-4; -3]	0,00
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,00	(-3; -2]	0,00
5	-2,0	0	0,00	0,00	0,00		
7	-1,5	0	0,00	0,00	0,00	(-2; -1]	0,00
10	-1,0	0	0,00	0,00	0,00		
14	-0,5	0,1	0,10	0,01	0,01	(-1; 0]	0,02
18	0,0	0,1	0,10	0,01	0,02		
25	0,5	0,3	0,30	0,03	0,05		
35	1,0	0,5	0,50	0,05	0,09	(0; 1]	0,07
45	1,5	3,7	3,71	0,34	0,43		
60	2,0	113,7	113,98	10,34	10,76	(1; 2]	10,67
80	2,5	676,2	677,86	61,47	72,23		
120	3,0	211,7	212,22	19,24	91,47		
170	3,5	80,5	80,70	7,32	98,79	(2; 3]	80,71
230	4,0	11,9	11,93	1,08	99,87		
Bandeja	4,5	1,4	1,40	0,13	100,00	(3; 4]	8,40
						(4; 5]	0,13
	PT final	1100,1	1102,8	100			
	PT inicial(gr)	1102,8					

Tabla 87. Tabla de datos granulométricos de la muestra P28.2

Tamiz	Abertura	P Ret	P corr	%P corr	%P acum	Intervalo de clase	%P Corr (clase)
C	-3,0	0,2	0,20	0,02	0,02	(-4; -3]	0,02
A	-2,5	0	0,00	0,00	0,02	(-3; -2]	0,07
5	-2,0	0,7	0,70	0,07	0,09		
7	-1,5	1,2	1,21	0,12	0,21	(-2; -1]	0,30
10	-1,0	1,8	1,81	0,18	0,38		
14	-0,5	2,2	2,21	0,22	0,60	(-1; 0]	0,39
18	0,0	1,8	1,81	0,18	0,78		
25	0,5	3,5	3,52	0,34	1,12	(0; 1]	1,40
35	1,0	10,7	10,75	1,05	2,18		
45	1,5	28,7	28,82	2,83	5,01	(1; 2]	7,33
60	2,0	45,7	45,90	4,50	9,51		
80	2,5	315,3	316,67	31,07	40,58	(2; 3]	72,18
120	3,0	417,1	418,91	41,11	81,69		
170	3,5	170,8	171,54	16,83	98,52	(3; 4]	18,29
230	4,0	14,8	14,86	1,46	99,98		
Bandeja	4,5	0,2	0,20	0,02	100,00	(4; 5]	0,02
	PT final	1014,7	1019,1	100			
	PT inicial(gr)	1019,1					