

**TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

**CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA Y TEXTURAL DE LOS  
SEDIMENTOS DEL TRAMO COSTERO CARABALLEDA –  
NAIGUATÁ, ESTADO VARGAS**

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
por la Br. Ferrer Ch. María E.  
para optar al título de Ingeniero Geólogo

Caracas, Noviembre 2017

# **TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

## **CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA Y TEXTURAL DE LOS SEDIMENTOS DEL TRAMO COSTERO CARABALLEDA – NAIGUATÁ, ESTADO VARGAS**

Tutor académico: Prof. Lenin González

Presentado ante la Ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
por la Br. Ferrer Ch. María E.  
para optar al título de Ingeniero Geólogo

Caracas, Noviembre 2017

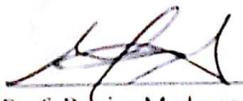
Caracas, Noviembre de 2017

Los abajo firmantes, miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Geología, Minas y Geofísica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por la Bachiller María Eugenia Ferrer Chirinos, titulado:

**“Caracterización mineralógica y textural de los sedimentos del tramo costero  
Caraballeda – Naiguatá, estado Vargas”**

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. Enzo Caraballo  
Jurado

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Renier Mederos  
Jurado

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Lenin González  
Tutor Académico

**A mis padres y mí adorado abuelo Milo, por su infinito apoyo y  
paciencia**

## AGRADECIMIENTO

A Dios primeramente, por escuchar cada plegaria, por darme las fuerzas y las ganas de continuar cada vez que caía o quería desistir.

A mi amado abuelo Milo, quien en vida me apoyó, me educó, me alentó a ser mejor cada día, quien me consintió y amó como a nadie. Sé que desde el cielo sigues conmigo y celebras como siempre me dijiste que lo harías cuando cumpliera esta meta. No me alcanzará la vida para agradecerte por tanto mi viejo. Te amo y te extraño.

A mis padres por ser mi apoyo constante, mi motor para continuar, por cada enseñanza que me brindaron, por hacer de mi la mujer que soy hoy.

A mi mejor amiga Lucila por estar a mi lado en los momentos más duros, por siempre tener una palabra de aliento, gracias por todo lo que has hecho por mí.

A mi tutor Lenin González, por permitirme trabajar con él, por su paciencia y orientación.

A todos los profesores que me formaron personal y profesionalmente: Ricardo Alezones, Mederos, Sebastián Grande, David Mendi, Frank Audemard, Singer, Feliciano De Santis, Rafael Falcón, Orlando Méndez...Muchas gracias a todos.

A mis compañeros de carrera por siempre estar ahí dispuestos a tenderme la mano, en especial a Marianyelis Rodríguez quien ha estado en las buenas y en las malas a lo largo de este camino, gracias por todo amiga. A mis futuros colegas, José Miguel Luna, Carlos Castillo y Sney Godoy por todo su apoyo y ayuda durante estos años. A todos un millón de gracias.

A la Universidad Central de Venezuela, la casa que vence las sombras, por haberme abierto las puertas para formarme como persona y como profesional, por haber sido mi segundo hogar por todos estos años.

A todos los que alguna manera me apoyaron a lo largo de la carrera, muchas gracias.

Ferrer Ch., María E.

## **CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA Y TEXTURAL DE LOS SEDIMENTOS DEL TRAMO COSTERO CARABALLEDA – NAIGUATÁ, ESTADO VARGAS**

**Tutor académico: Prof. Lenin González**

**Tesis. Caracas, U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y  
Geofísica. 2017, 141p**

**Palabras claves:** Sedimentos costeros, Granulometría, Morfología, Cordillera de La  
Costa, Caraballeda - Naiguatá-Vargas (Estado)

**Resumen.** Se realizó un muestreo con tendencia equidistante de 0,5 km a lo largo de la costa, específicamente en el tramo Caraballeda – Naiguatá del estado Vargas, a fin de realizar un estudio textural y mineralógico a través de análisis granulométrico, morfológicos y de composición mineral. La metodología usada en la investigación consistió en: la recopilación bibliográfica y cartográfica de trabajos previos en la zona, y el muestreo de campo a lo largo de la franja de estudio, donde se recolectaron un total de 29 muestras correspondientes a la zona de batida, zona de playa baja, y quebradas. A dichas muestras se les efectuaron estudios granulométricos, luego se procedió a realizar los estudios morfológicos y mineralógicos a los puntos de inflexión y la clase modal determinados por los histogramas y curva de frecuencia. Mediante métodos estadísticos y de proporción, se pudieron reagrupar los puntos en base a su misma tendencia litológica, en un total de seis zonas. Además, se observaron los minerales minoritarios en cada punto, describiendo el comportamiento a lo largo de la zona de estudio y su posible procedencia.

Con respecto a los resultados granulométricos obtenidos se tiene que el 56% de las muestras presentan tendencia unimodal, mientras que el 39% y 5% bimodal y polimodal respectivamente, siendo evidente el cambio modal en cada zona, ya que en el área de Caraballeda el tamaño de grano oscila de arenas medias a gruesas y en Naiguatá van de arenas medias a guijarros. En cuanto a los parámetros morfológicos, se pudo evidenciar el predominio de granos esferoidales y prismáticos en las muestras que presentan bimodalidad en cuanto a la esfericidad, lo cual obedece a mecanismos de transportes distintos como lo son los ríos, lo cual aplica para los granos esferoidales y drenajes secundarios que desembocan en la costa a través de laderas muy abruptas y la acción de la deriva litoral, lo cual se cumple para los granos prismáticos. Se argumentó que las muestras que presentan un patrón unimodal en cuanto a la redondez, poseen granos subangulares, lo que obedece a que fueron acarreados a una corta distancia y tuvieron un rápido transporte a través de drenajes secundarios, dicho patrón se observa en Punta Cerro Grande, Boca del Uria, Punta El Tigrillo, Naiguatá, río Miguelena y Anare. Con respecto a las muestras cuyo patrón es bimodal, se tiene que predominan los granos redondeados y subangulosos, lo que muestra que las partículas fueron transportadas a velocidades y distancias diferentes,

siendo los redondeados desplazados por ríos de grandes longitudes y los subangulosos por drenajes secundarios, dicha bimodalidad se observa en Punta Tanaguarena, Naiguatá, Camurí Grande, Punta Care y Punta El Francés. La mineralogía presente a lo largo del tramo costero es dominada por: cuarzo, micas, óxidos y feldespatos, con algunos minerales minoritarios como calcita, granate y rutilo. Los fragmentos de rocas arrojaron variación en cuanto a proporción, ya que a lo largo de toda la zona costera predominan los gneis, cuarcitas, anfibolitas y esquistos cuyos componentes principales son el grafito, epidoto, feldespato, cuarzo y moscovita. Al comparar la litología reportada en los mapas geológicos existentes se pudo comprobar la correspondencia en los que se refiere a lo desprendido del macizo rocoso perteneciente a La Cordillera de La Costa y lo encontrado en la zona de sedimentación, es decir, el equilibrio se mantiene sin alteraciones mineralógicas significativas.

## INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 UBICACIÓN .....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	3
1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	3
1.5 ANTECEDENTES .....	5
II. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO .....	11
2.1 MARCO TEÓRICO .....	11
2.1.1 GRANULOMETRÍA .....	11
2.1.2 MORFOLOGÍA.....	11
2.2 METODOLOGÍA .....	14
2.2.1 ETAPA 1: PRE CAMPO .....	14
2.2.2 ETAPA 2: CAMPO.....	15
2.2.3 ETAPA 3: OFICINA.....	16
III GEOGRAFÍA FÍSICA .....	24
3.1. RELIEVE.....	24
3.2. DRENAJE.....	24
3.3. CLIMA.....	25
IV GEOLOGÍA REGIONAL .....	26
4.1 GENERALIDADES .....	26
4.2 LITOLOGÍA .....	28
V. RESULTADOS.....	39
5.1 DATOS GRANULOMÉTRICOS.....	41
5.2 ANÁLISIS MORFOLÓGICO .....	77
5.3 ANÁLISIS MINERALÓGICO .....	87
VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	103

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	116
7.1. CONCLUSIONES.....	116
7.2 RECOMENDACIONES.....	118
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	119
IX. APÉNDICES .....	128
APENDICE 1 .....	128
APÉNDICE 2 .....	130

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación relativa de la zona de estudio .....	1
Figura 2. Perfil tipo de playa. Adaptado de Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología.....	15
Figura 3. Carta visual para la determinación de la esfericidad y redondez (Tomado y modificado de Corrales et al. 1977) .....	20
Figura 4. Carta de apreciación visual de la morfología (Tomado y modificado de Zingg, 1935).....	20
Figura 5. Carta de estimación visual de porcentaje mineralógico (tomado de Terry & Chilingar, 1955) .....	21
Figura 6. Ficheros utilizados para clasificar los minerales y fragmentos de rocas presentes en cada muestra .....	22
Figura 7. Visualización y clasificación de los minerales y fragmentos de rocas de las muestras.....	22
Figura 8. Distribución de las tres asociaciones metamórficas (Tomado de Villegas, 2006) .....	27
Figura 9. Imágenes de la zona de estudio. (Tomadas de Google Earth, 2017).....	39
Figura 10. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT1H....	41
Figura 11. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT2H....	43
Figura 12. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT3H....	44
Figura 13. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT4H....	46
Figura 14. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT5H....	47
Figura 15. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT6S ....	49
Figura 16. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT6H....	50
Figura 17. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT7S ....	51
Figura 18. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT7H....	52
Figura 19. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra QDA.....	54
Figura 20. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT8S ....	55
Figura 21. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT8H....	56
Figura 22. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT9S ....	57
Figura 23. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT9H....	58
Figura 24. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT10S ..	60
Figura 25. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT10H..	61
Figura 26. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT11S ..	62
Figura 27. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT11H..	63
Figura 28. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT12S ..	65
Figura 29. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT12H..	66
Figura 30. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT13H..	67

Figura 31. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT14S ..	68
Figura 32. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT14H..	69
Figura 33. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT15S ..	70
Figura 34. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT15H..	71
Figura 35. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT16S ..	72
Figura 36. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT16H..	73
Figura 37. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT17S ..	75
Figura 38. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT17H..	76
Figura 39. Resumen de datos morfológicos de la muestra PT1H.....	77
Figura 40. Resumen de datos morfológicos de la muestra PT2H.....	78
Figura 41. Resumen de datos morfológicos de la muestra PT3H.....	78
Figura 42. Resumen de datos morfológicos de la muestra PT4H.....	79
Figura 43. Resumen de datos morfológicos de la muestra PT5H.....	79
Figura 44. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT6S y PT6H.....	80
Figura 45. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT7S y PT7H.....	80
Figura 46. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT8S y PT8H.....	81
Figura 47. .Resumen de datos morfológicos de la muestra QDA.....	81
Figura 48. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT9S y PT9H.....	82
Figura 49. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT10S y PT10H.....	82
Figura 50. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT11S y PT11H.....	83
Figura 51. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT12S y PT12H.....	83
Figura 52. Resumen de datos morfológicos de la muestra PT13H.....	84
Figura 53. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT14S y PT14H.....	84
Figura 54. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT15S y PT15H.....	85
Figura 55. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT16S y PT16H.....	85
Figura 56. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT17S y PT17H.....	86
Figura 57. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 1.....	87
Figura 58. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 2.....	88
Figura 59. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 3.....	88
Figura 60. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 4.....	89
Figura 61. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 5.....	89
Figura 62. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 6.....	90
Figura 63. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 7.....	91
Figura 64. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 8.....	92
Figura 65. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto QDA93	
Figura 66. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 9.....	94
Figura 67. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 10....	95
Figura 68. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 11....	96
Figura 69. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 12....	97

Figura 70. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 13....	98
Figura 71. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 14....	99
Figura 72. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 15..	100
Figura 73. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 16..	101
Figura 74. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 17..	102
Figura 75. Gráfico de distancia (m) vs forma y redondez .....	103
Figura 76. Zona de estudio (m) vs escogimiento y media .....	105
Figura 77. Distribución mineralógica en la franja costera por zonas y diagramas de minerales minoritarios por punto de estudio .....	107
Figura 79. Escalas de Clasificación de acuerdo al tamaño de grano de los sedimentos clásticos. (Tomado y Modificado de Friedman & Sanders, 1979.....	128

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos obtenidos en el tamizado .....	18
Tabla 2. Apreciaciones de las gráficas granulométricas .....	18
Tabla 3. Parámetros granulométricos.....	18
Tabla 4. Tabla resumen del paisaje presente en cada uno de los puntos estudiados...	40
Tabla 5. Clase modal de la muestra PT1H.....	41
Tabla 6. Parámetros granulométricos de la muestra PT1H.....	42
Tabla 7. Clase modal de la muestra PT2H.....	43
Tabla 8. Parámetros granulométricos de la muestra PT2H.....	43
Tabla 9. Clase modal de la muestra PT3H.....	44
Tabla 10. Parámetros granulométricos de la muestra PT3H.....	45
Tabla 11. Clase modal de la muestra PT4H.....	46
Tabla 12. Parámetros granulométricos de la muestra PT4H.....	46
Tabla 13. Clase modal de la muestra PT5H.....	48
Tabla 14. Parámetros granulométricos de la muestra PT5H.....	48
Tabla 15. Clase modal de la muestra PT6S.....	49
Tabla 16. Parámetros granulométricos de la muestra PT6S .....	49
Tabla 17. Clase modal de la muestra PT6H.....	50
Tabla 18. Parámetros granulométricos de la muestra PT6H.....	50
Tabla 19. Clase modal de la muestra PT7S.....	51
Tabla 20. Parámetros granulométricos de la muestra PT7S .....	52
Tabla 21. Clase modal de la muestra PT7H.....	52
Tabla 22. Parámetros granulométricos de la muestra PT7H.....	53
Tabla 23. Clase modal de la muestra QDA.....	54
Tabla 24. Parámetros granulométricos de la muestra QDA.....	54
Tabla 25. Clase modal de la muestra PT8S.....	55
Tabla 26. Parámetros granulométricos de la muestra PT8S .....	55
Tabla 27. Clase modal de la muestra PT8H.....	56
Tabla 28. Parámetros granulométricos de la muestra PT8H.....	56
Tabla 29. Clase modal de la muestra PT9S.....	57
Tabla 30. Parámetros granulométricos de la muestra PT9S .....	58
Tabla 31. Clase modal de la muestra PT9H.....	58
Tabla 32. Parámetros granulométricos de la muestra PT9H.....	59
Tabla 33. Clase modal de la muestra PT10S.....	60
Tabla 34. Parámetros granulométricos de la muestra PT10S .....	60
Tabla 35. Clase modal de la muestra PT10H.....	61
Tabla 36. Parámetros granulométricos de la muestra PT10H.....	61
Tabla 37. Clase modal de la muestra PT11S.....	62

Tabla 38. Parámetros granulométricos de la muestra PT11S .....	63
Tabla 39. Clase modal de la muestra PT11H.....	63
Tabla 40. Parámetros granulométricos de la muestra PT11H.....	64
Tabla 41. Clase modal de la muestra PT12S.....	65
Tabla 42. Parámetros granulométricos de la muestra PT12S .....	65
Tabla 43. Clase modal de la muestra PT12H.....	66
Tabla 44. Parámetros granulométricos de la muestra PT12H.....	66
Tabla 45. Clase modal de la muestra PT13H.....	67
Tabla 46. Parámetros granulométricos de la muestra PT13H.....	68
Tabla 47. Clase modal de la muestra PT14S.....	69
Tabla 48. Parámetros granulométricos de la muestra PT14S .....	69
Tabla 49. Clase modal de la muestra PT14H.....	69
Tabla 50. Parámetros granulométricos de la muestra PT14H.....	70
Tabla 51. Clase modal de la muestra PT15S.....	71
Tabla 52. Parámetros granulométricos de la muestra PT15S .....	71
Tabla 53. Clase modal de la muestra PT15H.....	71
Tabla 54. Parámetros granulométricos de la muestra PT15H.....	72
Tabla 55. Clase modal de la muestra PT16S.....	73
Tabla 56. Parámetros granulométricos de la muestra PT16S .....	73
Tabla 57. Clase modal de la muestra PT16H.....	73
Tabla 58. Parámetros granulométricos de la muestra PT16H.....	74
Tabla 59. Clase modal de la muestra PT17S.....	75
Tabla 60. Parámetros granulométricos de la muestra PT17S .....	75
Tabla 61. Clase modal de la muestra PT17H.....	76
Tabla 62. Parámetros granulométricos de la muestra PT17H.....	76
Tabla 63. Zonas, puntos de estudio y unidades aflorantes en relación con su procedencia .....	110
Tabla 64. Intervalos del grado de escogimiento, según Folk.....	129
Tabla 65. Intervalos de asimetría .....	130
Tabla 66. Intervalos de curtosis .....	130
Tabla 67. Tabla de datos granulométricos de la muestra PT1H .....	131
Tabla 68. Tabla de datos granulométricos de la muestra PT2H .....	131
Tabla 69. Tabla de datos granulométricos de la muestra PT4H .....	132
Tabla 70. Tabla de datos granulométricos de la muestra PT3H .....	132
Tabla 71. Tabla con datos granulométricos de la muestra PT5H .....	133
Tabla 72. Datos granulométricos de la muestra PT6S .....	133
Tabla 73. Datos granulométricos de la muestra PT6H .....	134
Tabla 74. Datos granulométricos de la muestra PT7S .....	134
Tabla 75. Datos granulométricos de la muestra PT7H .....	135

Tabla 76. Datos granulométricos de la muestra PT8S .....	135
Tabla 77. Datos granulométricos de la muestra PT8H .....	136
Tabla 78. Datos granulométricos de la muestra PT9S .....	136
Tabla 79. Datos granulométricos de la muestra PT9H .....	137
Tabla 80. Datos granulométricos de la muestra PT10S .....	137
Tabla 81. Datos granulométricos de la muestra PT10H .....	138
Tabla 82. Datos granulométricos de la muestra PT11S .....	138
Tabla 83. Datos granulométricos de la muestra PT11H .....	139
Tabla 84. Datos granulométricos de la muestra PT12S .....	139
Tabla 85. Datos granulométricos de la muestra PT12H .....	140
Tabla 86. Datos granulométricos de la muestra PT13H .....	140
Tabla 87. Datos granulométricos de la muestra PT14S .....	141
Tabla 88. Datos granulométricos de la muestra PT14H .....	141
Tabla 89. Datos granulométricos de la muestra PT15S .....	142
Tabla 90. Datos granulométricos de la muestra PT15H .....	142
Tabla 91. Datos granulométricos de la muestra PT16S .....	143
Tabla 92. Datos granulométricos de la muestra PT16H .....	143
Tabla 93. Datos granulométricos de la muestra PT17S .....	144
Tabla 94. Datos granulométricos de la muestra PT17H .....	144

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación tiene como área de estudio el tramo costero entre Caraballeda y Naiguatá en el estado Vargas, se ubica en la Cordillera de La Costa, específicamente en el flanco norte del macizo del Ávila, entre las coordenadas  $10^{\circ}36'52.82''$  N –  $66^{\circ}50'01.28''$  O y  $10^{\circ}37'34.91''$  N –  $66^{\circ}37'24.69''$ O, representando una distancia aproximada de 28 km. (ver figura 1)



Figura 1 Ubicación relativa de la zona de estudio

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Cordillera de La Costa se encuentra al norte de Venezuela, entre los llanos y el mar Caribe. De este a oeste va desde el Golfo de Paria hasta la depresión de Yaracuy. Ocupa una extensión de unos 53.000 km<sup>2</sup>, y en su seno nacen importantes ríos que vierten sus aguas en el mar Caribe, en el lago de Valencia o en el río Tuy.

Geológicamente, está conformada en su parte norte y central, por la Asociación Metamórfica La Costa (AM La Costa), Asociación Metasedimentaria Caracas (AM Caracas) y la Asociación Metamórfica Ávila (AM Ávila) (Urbani 2009).

Los sedimentos no consolidados del área de estudio pueden tener su procedencia por la erosión de material terrestre o fragmentos de rocas provenientes de La Cordillera de La Costa a través de los ríos o quebradas, o bien de la deriva litoral lo que conlleva a la depositación desplazada de dichos sedimentos sobre la costa. Actualmente, aunque se conoce la delimitación de los bloques de las fajas tectono-litológicas (Urbani, 2000), no existen estudios que determinen una correlación entre la roca fuente y los sedimentos acarreados por los sistemas fluviales, tampoco se tiene información del aporte mineralógico y litológico, los posibles cambios y límites de los mismos, al igual que no se ha estudiado la relación entre las fajas tectono-litológicas de La Cordillera de La Costa y los sedimentos existentes en el estado Vargas, específicamente en el tramo costero Caraballeda-Naiguatá. Es por esto que en la siguiente investigación se plantea realizar estudios sedimentológicos para determinar la posible relación con dichas fajas, esto podría servir como una primera aproximación para obtener la distribución de minerales y/o litoclastos que pudieran estar asociados a las fajas

### **1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

El motivo principal para la realización de esta investigación radica en la ausencia de estudios que determinen la composición litológica y mineral en el tramo costero Caraballeda – Naiguatá del estado Vargas.

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 correspondencia, con el fin de encontrar la relación litológica o no de los sistemas fluviales desde su roca fuente hasta la costa y de las fajas tectono-litológicas presentes.

Los resultados que aquí se deriven serán de gran importancia para establecer la composición mineralógica y su distribución en la zona de estudio, en función de una primera aproximación de acumulación y aprovechamiento económico tanto de la comunidad como del país.

### **1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

#### **Objetivo General**

Analizar las características texturales y mineralógicas de los sedimentos del tramo costero Caraballeda – Naiguatá del estado Vargas y su posible relación con las fajas tectono-litológicas de la Cordillera de La Costa.

### **Objetivos específicos**

1. Realizar análisis granulométricos de las muestras de sedimentos distribuidas a lo largo del tramo costero Caraballeda - Naiguatá y de las cuencas de los ríos Tanaguarena y Naiguatá.
2. Analizar los parámetros morfológicos (redondez, esfericidad y textura) de las muestras seleccionadas.
3. Caracterizar la composición mineralógica de las muestras de sedimentos en las zonas de estudio a través de lupa binocular.
4. Realizar gráficos estadísticos mineralógicos de las muestras seleccionadas en el tramo de estudio.
5. Cartografiar la distribución mineralógica en la franja costera y sus límites en función de las distintas fuentes a escala 1:25000

## 1.5 ANTECEDENTES

**Cano y Melo (2001):** Realizaron la cartografía geológica de la zona comprendida entre las cuencas de quebrada Seca de Caraballeda y el río Care, pertenecientes al flanco norte del macizo del Ávila, estado Vargas, representando un área aproximada de 150 km<sup>2</sup>. El objetivo principal fue la realización de la cartografía geológica a escala 1:25.000, dado que esta zona no había sido estudiada previamente a esta escala. En el área de estudio se cartografiaron un conjunto de unidades de rocas sedimentarias y metamórficas divididas con base a su ubicación geográfica, composición mineralógica, texturas metamórficas y características geomorfológicas, obteniéndose de norte a sur la siguiente división con el porcentaje que ocupa en el área total de estudio: Rocas sedimentarias 9%, Asociación Metamórfica La Costa 29% (Esquisto Tacagua 19%, Mármol Antímamo 9% y Serpentina 1%), Asociación Metamórfica Ávila 62% (Complejo San Julián 29%, Augengneis de Peña de Mora 10%, Metaígneas plutónicas 7% y Metagranito de Naiguatá 8%

Llegaron a la conclusión que la zona de estudio presenta un metamorfismo correspondiente a la facies de los esquistos verdes ubicándose entre las zonas de la clorita y granate, con reliquias de un posible metamorfismo en un régimen de mayor P/T, evidenciado por las muestras que presentan anfíbol verde-azul, jadeíta y glaucofano, minerales indicadores de metamorfismo de la facies de esquistos azules.

En la zona de estudio determinaron tres patrones de fallas, estos son:

- Fallas con dirección E-W.
- Fallas con dirección N40°-60°W.
- Fallas con dirección N50°-70°E.

**Ambrosio, R. (2001):** En este trabajo se presentan los resultados de un estudio gravimétrico realizado en los conos aluviales de La Guaira, Macuto y Caraballeda. La adquisición de los datos se realizó con el gravímetro LaCoste &

Romberg modelo G-452. Se realizó la medición de 348 estaciones ordinarias, los datos de gravedad fueron procesados y referidos al nivel medio del mar y se obtuvo como resultado la anomalía de Bouguer, a partir de la cual se generó un mapa de isoanomalías gravimétricas.

Las curvas de isoanomalías de Bouguer poseen una tendencia general este oeste, con valores extremos de 60.3 y 80.4 miligales para toda la zona estudiada. El gradiente presenta poca variación en toda el área, estableciéndose un valor promedio de aproximadamente 9.8 mgal/km en la dirección norte- sur, disminuyendo hacia el norte.

A través de un análisis geoestadístico de los datos de anomalía de Bouguer realizado con el software GRIDSTATPRO, se determinó que el variograma teórico con menor error de ajuste es el variograma semigaussiano, que es usado generalmente para representar superficies suaves. Las rosetas de distribución espacial y a las elipses de anisotropía muestran que la zona de mayor continuidad espacial tiene un azimut de 90°.

**Guzmán, H. (2004):** Realizó la cartografía de amenaza geológica por procesos de remoción en masa a escala 1:10.000 de la zona entre las cuencas de la quebrada Tanaguarena y el río Naiguatá. Concluyó que existen muchas variables que determinan la ocurrencia de los movimientos en masa en las cuencas de estudio. Sin embargo, la interacción de las características intrínsecas del macizo rocoso junto con los factores externos (especialmente el clima y la gravedad), es la que genera una condición de inestabilidad en las laderas y abanicos aluviales. Las rocas que afloran en el área de estudio pertenecen a la Asociaciones Metamórficas La Costa (Mesozoico) y Ávila (Paleozoico-Precámbrico), que forman parte de la Super asociación Metamórfica Cordillera de La Costa.

En cuanto a la clinometría concluyó que las zonas de pendiente abrupta representan el mayor porcentaje areal en las cuencas estudiadas y son producto de la

intensa socavación del drenaje aunado a la tectónica. En estas zonas se genera el mayor número de movimientos en masa influenciados por la gravedad.

Las áreas planas y semiplanas se encuentran en las zonas próximas costeras, creadas por la acumulación de abanicos aluviales coalescentes y terrazas aluviales. También se observó áreas semiplanas en el tope de las colinas y estribos con topes acolinados, producto del aplanamiento por erosión. Al realizar la sumatoria de los valores ponderados parciales asignados para la litología, pendiente, estado físico, análisis cinemático y geomorfología, se establecieron 5 zonas de amenaza geológica por procesos de remoción en masa en las laderas. Estas zonas son:

Amenaza muy alta (0-20%), amenaza alta (21-40%), amenaza media (41-60%), amenaza baja (61-80%) y amenaza muy baja (81-100%).

En las zonas planas de abanicos aluviales y fondos de valle la zonificación se basó en las características geodinámicas, ya que la metodología usada es aplicable sólo en laderas.

**Zakhia, W. (2004):** Este trabajo expone los grados de Amenaza que presenta la zona de estudio que abarca 70 km<sup>2</sup>, comprendida entre las cuencas de Naiguatá al oeste y Care el este, en la vertiente norte del macizo Ávila, estado Vargas. Para esto, se tuvo que estudiar y analizar varias variables físicas relevantes y que la influyen de manera importante, como lo son la litología, pendientes, estabilidad de laderas (geotecnia) y los procesos geomorfológicos (exodinámicos), así como sus respectivos mapas en escala 1:10.000. En el caso de las pendientes estas tienden a ser de alto grado en los márgenes de los ríos, quebradas y tributarios, también en sectores de la cuenca Naiguatá y Camurí Grande. El estudio de estabilidad de laderas a partir del mapa Geológico, delató el caso de inestabilidad con más concurrencia, que consistió en inestabilidad del tipo cuña, debido a la gran intersección de planos de diaclasas y la foliación local, esto ocurre con mayor número de casos en la cuenca de Naiguatá. Los procesos geomorfológicos (exodinámicos) delatan áreas que confirman los resultados de estabilidad, así como áreas estables a nivel de macizo pero sensibles a nivel de suelos, estos procesos son muy frecuentes y abundantes en las cuencas bajas

donde la litología es menos resistente al clima. A partir de la compilación de todos estos estudios y de obtener el mapa de amenaza a escala 1:10.000 donde se definen las laderas con su grado de sensibilidad. Los resultados obtenidos se encuentran entre los siguientes niveles de amenaza: Muy Alta, Alta, Baja y Muy Baja; encontrándose un dominio del 59 % del área de la cuenca de Naiguatá con una “Amenaza Alta”, 66 % de “Amenaza Baja” para la cuenca de Camuri Grande y un 52 % de “Amenaza Alta” para la cuenca de Care. No obtuvo ninguna ladera de “Amenaza Muy Baja” ya que solo ocurren en las áreas planas ubicadas en las cotas más bajas de las cuencas, que vale destacar, son las áreas amenazadas por ubicarse en la vía de escape o en estrictamente en el cono de deyección, donde drenan todos los fluidos y materiales desprendidos en cualquiera de las laderas que forman parte de una cuenca en particular.

**Aldana, H. (2005):** Realizó la sectorización de la amenaza por procesos de remoción en masa en un área que abarca 59,6 km<sup>2</sup>, comprendida entre las cuencas del río San Julián y la quebrada Tanaguarena, en el Litoral Central, estado Vargas. La amenaza obtenida fue el resultado del estudio de un conjunto de variables: litoestructura, clinometría o pendiente, estado físico del macizo rocoso (meteorización y fracturamiento), análisis cinemático de las laderas y análisis cinemático de los suelos.

A través de la sumatoria de los valores ponderados asignados a cada variable Aldana generó una condición de estabilidad previa, la cual, en conjunto con los procesos geomorfológicos, fueron empleados en la etapa de validación por contrastación visual, de la que se obtuvo la sectorización definitiva de la amenaza.

Las categorías establecidas para los niveles de la amenaza fueron los siguientes: Amenaza muy Alta, Amenaza Alta, Amenaza Media, Amenaza Baja y Amenaza muy Baja. En la cuenca del río San Julián la más resaltante fue la amenaza alta con un 29,3%, en la cuenca de la quebrada Seca fue la amenaza baja 47,2%, en la cuenca de la quebrada Cerro Grande la amenaza media resultó la dominante con

32,8%, mientras que en la cuenca de Tanaguarena lo hizo la amenaza alta con 35,4%. Todos los porcentajes fueron basados en relación al área que abarcan con respecto al total de cada cuenca.

Se elaboraron mapas a escala 1:10.000, de orientación natural de las laderas, litoestructural, pendientes, procesos geomorfológicos y amenaza.

En el área de trabajo se definieron 51 laderas, con orientaciones establecidas mediante el uso del taludómetro, y que fueron empleadas como unidad básica espacial dentro de las cuales se realizaron las posteriores subdivisiones según la variable estudiada, lo que llevo a la sectorización de la estabilidad previa y posterior amenaza.

**Flores (2013):** realizó un estudio en el río Guárico de la relación que existe entre clima, erosión y tectónica a través de análisis geomorfológicos, geológicos y datos termocronológicos existentes. Realizaron análisis morfométricos de minerales pesado y análisis visual y computarizado, además de microscopía electrónica de barrido. Concluyó que los minerales pesados de la subcuenca del río Guárico están siendo transportados desde sectores más lejanos de la Cordillera, siendo éstos granos con mayor índice de redondez, baja pendiente, menor relieve, mayor índice de transporte de sedimentos, menores índices de erosión, y menores tasas de precipitación. Los índices de humedad y capacidad de transporte de sedimentos indican que las tres subcuencas conformarían un sistema concatenado, en el cual el material es removido por la combinación de efectos climáticos y tectónicos de los sitios de mayor pendiente y relieve (orógenos al norte del Embalse de Guárico y de Camatagua), y transportados a sistemas con mayor capacidad para transportar y acomodar sedimentos.

**López y Uzcátegui (2014):** realizaron una comparación de dos sectores de la Formación Mesa mediante caracterización mineralógica, textural, geomorfológica y análisis de minerales pesados en el sector central de la cuenca del río Orinoco. López y Uzcátegui, trabajaron con 10 muestras que representaban las dos fracciones de 5

sub-áreas tomadas en la parte central del río Orinoco, estas muestras llamadas Peñón Aro, Borbón Roca, Borbón detrítico, Fundo Mata Linda y Moitaco, a la cual se le realizaron estudios morfo-textural de los minerales pesados. También utilizaron análisis digital del terreno, con el cual se usaron imágenes de elevación digital y datos de la misión TRMM, para un estudio de geomorfología cuantitativa. La cuenca Peñón Aro presenta valores más altos en los índices de erosión, precipitación y humedad, esto se debe a que es la de mayor área, sin embargo la que posee el promedio más alto de humedad es Fundo Mata Linda, como consecuencia de estar ubicada sobre las Mesas Orientales, por lo que sus valores de pendiente son muy bajos. Los resultados indicaron que el clima es un factor importante sobre la evolución del relieve, la alta correlación entre los índices de erosión con el relieve ( $r = 0.99$ ), y entre relieve calculado a diferentes radios y precipitación ( $r = 0.99$ ) indicó que el relieve está siendo controlado por el clima. La fuerte anti-correlación ( $r = - 0.99$ ) entre la redondez de los granos y el patrón de precipitaciones demuestra que esos minerales son erosionados en sitios muy lejanos con otras condiciones climáticas y tectónicas muy diferentes a donde están siendo depositados hoy en día. Concluyeron que las 3 cuencas están drenando áreas completamente diferentes en términos de edades, lo que se traduce en múltiples fuentes.

## II. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

### 2.1 MARCO TEÓRICO

#### 2.1.1 GRANULOMETRÍA

La granulometría es la medición de los granos de una formación o depósito sedimentario y el cálculo de la abundancia de los mismos, correspondiente a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica.

La clasificación granulométrica, es la gradación de los materiales sedimentarios así como de los suelos que se lleva a cabo con fines de análisis tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas.

Siguiendo el método gráfico se pueden obtener los parámetros texturales a partir del promedio, media, desviación estándar, asimetría y curtosis, según Friedman (1967) junto con Folk y Ward (1957).

#### 2.1.2 MORFOLOGÍA

La morfología de las partículas está afectada por la morfología inicial de los minerales y la naturaleza de la roca fuente, así como el grado de meteorización, transporte, etc. (Navarro 1999).

Existen distintos aspectos que permiten estudiar las partículas sedimentarias, estos se explican a continuación:

**Forma:** Se refiere a las características geométricas de las tres dimensiones de los granos y refleja el origen, historia y estructura interna de las partículas (Navarro, 1999). Los factores que afectan la forma son:

- La forma inicial de las partículas liberadas de la roca madre: la procedencia de las partículas puede ser inferida a partir de sus formas; es decir, las rocas volcánicas no obtienen la mismas características morfológicas que las graníticas o metamórficas.
- Composición: es importante establecer si una de las partículas consiste en varios minerales o fragmentos de rocas, ya que la roca fuente puede romperse en sus partes constituyentes.
- Dureza, fragilidad o friabilidad. Una partícula suave se redondea más rápido que una partícula dura.
- Particularidades heredadas de la roca fuente (fractura, esquistosidad, clivaje, estratificación, etc.): Los fragmentos de roca que tienen particularidades o lineaciones iniciales se rompen a través de esos planos de debilidad, tendiendo así a ser achatados.
- Tamaño de grano. Las partículas grandes como las gravas, son más abrasadas durante el transporte en agua en movimiento que las partículas tamaño arena. Mientras, es raro que la arena muy fina y el limo muestren efectos de la abrasión.
- Agente y rigores de transporte. Dos de los factores envueltos en el moldeado de las partículas, en especial de tamaños grandes, son la distancia de arrastre y el retrabajo sufrido. Ejemplo, las gravas en las playas de alta energía pueden estar sujetas a mayor desgaste y por ende sufren cambios en su forma diferentes a los de las partículas corrientes de baja energía. Aunque es fundamental destacar, que una partícula atrapada en una poza de un río, a solo 10 metros de su fuente de origen, puede mostrar los mismos efectos de abrasión desarrollado por las partículas que han viajado 50 km sin haber sido atrapadas en pozas.

Los factores responsables de las formas de las partículas son muchos y variados lo que influye en algunos casos donde no es tan sencillo obtener conclusiones definitivas a pesar de los más elaborados estudios. La forma influye de forma parcial en el modo de transporte de la partícula en el agua, ya que determina que si la misma rodará o será cargada en suspensión, de este modo, la forma controla de manera parcial el comportamiento de una partícula que viaja a través de un fluido.

**Esfericidad:** La esfericidad (E) es un parámetro cuantitativo que expresa el grado de aproximación de la partícula a una esfera de igual volumen, es decir, la medida de qué tan iguales son las dimensiones axiales de un grano. Para obtener esta medida de manera cualitativa en una lámina delgada se cuenta con una carta de comparación ya establecida, de donde podemos determinar una esfericidad alta y baja. (Navarro, 1999). Los factores que afectan la esfericidad son:

- Volumen original
- Comportamiento hidráulico
- Fragilidad, estratificación, clivaje o fractura
- Tamaño de grano
- Transporte selectivo dependiendo del tamaño.

**Redondez:** representa la agudeza de las aristas del grano, se produce por impacto entre granos durante el movimiento, los granos más grandes se impactan con más fuerza por lo que pueden presentar una mayor redondez. Este parámetro indica la cantidad de abrasión que han sufrido los granos y representa la historia de transporte, pero no necesariamente la distancia.

Los factores que afectan la redondez son:

- Viscosidad del fluido o medio
- Agente de transporte
- Velocidad y distancia a que es transportado el grano
- Textura del fondo (guijarrosa o arenosa)
- Peso, dureza, forma y fisibilidad de las partículas

Existen distintas cartas de estimación visual para la esfericidad y redondez, algunas de ellas permiten clasificar a los granos en función de sus grados de redondez y de esfericidad. El primero varía desde muy angulosos a muy redondeados. El segundo oscila entre granos de alta y baja esfericidad. También existen cartas con valores numéricos para ambos parámetros.

## **2.2 METODOLOGÍA**

La presente investigación se ejecutará en tres etapas, con la finalidad de obtener resultados, realizar sus respectivos análisis y cumplir con los objetivos propuestos.

### **2.2.1 ETAPA 1: PRE CAMPO**

- Recopilación bibliográfica y/o hemerográfica: libros, tesis, artículos, informes técnicos, etc.
- Recopilación cartográfica:
  - ✓ Mapa geológico de la región de Caraballeda, escala 1:25000. Hoja 6847- IV-NE. Urbani & Rodríguez (2003)

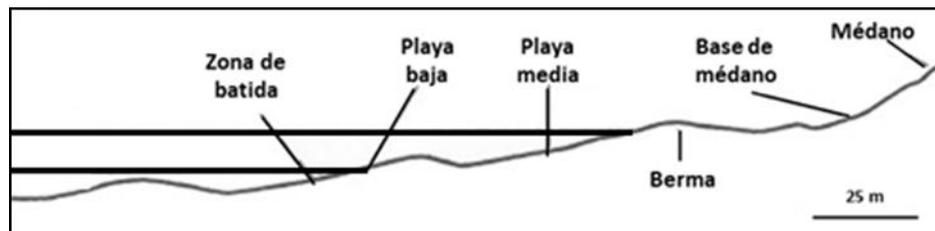
- ✓ Mapa geológico de la región de Naiguatá, escala 1:25000. Hoja 6847-I-NO. Urbani & Rodríguez (2003)
- ✓ Mapa topográfico de la región de Caraballeda, escala 1:25000. Hoja 6847- IV-NE. Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar
- ✓ Mapa topográfico de la región de Naiguatá, escala 1:25000. Hoja 6847- I-NO. Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar

- Delimitación de cuencas hidrográficas a través de mapas topográficos.
- Integración de mapas geológicos con mapas topográficos.

### 2.2.2 ETAPA 2: CAMPO

Se tomó un total de 29 muestras, con un peso aproximado entre 1 y 2 kg cada una, en un total de 18 puntos de recolección a lo largo de la región costera Caraballeda – Naiguatá y en un único afluyente como lo es el río Miguelena, ya que el resto de los ríos y quebradas de la zona se encuentran muy intervenidos por el hombre.

En cada punto de la costa se tomaron dos muestras pertenecientes a la zona de batida del oleaje y a la zona de playa baja (ver figura 2), esto en el caso de las playas, ya que también se tomaron muestras en farallones, donde solo se pudo recolectar una por punto y fue en la zona de batida del oleaje, ya que las olas rompen directamente en él, es decir, que no hay zona de playa baja. En el caso del afluyente, se tomó la muestra en el cauce del mismo.



**Figura 2. Perfil tipo de playa. Adaptado de Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología**

La distancia entre los puntos de recolección a lo largo de la costa fue de 500 m aproximadamente, ya que existen tramos donde hay farallones con alta pendiente lo cual impidió acceder a la zona.

Las muestras fueron colocadas en bolsas plásticas y rotuladas de la siguiente manera:

- Para indicar que fue recolectada en la costa se nombró al inicio con “PT + (número del punto de recolección)”. Ej. PT1.
- Al final se colocó la letra “H” si pertenecía a la zona de batida o “S” si pertenecía a la zona de playa baja. Ej. PT1H, PT1S, etc.
- La muestra recolectada en el afluente se nombró como “QDA1”

En cada punto de recolección de muestra se tomaban las coordenadas con el GPS y se describía el paisaje de la zona, adicionalmente se observaban parámetros como: litología y disposición espacial, con la finalidad de ver las tendencias de la fuente de sedimentación in situ y rocas aflorantes.

### **2.2.3 ETAPA 3: OFICINA**

#### **1. Tamizado de las muestras**

Para realizar el tamizado de las muestras se utilizaron los siguientes equipos:

- 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. Precisión de lectura: 0.01 g (0 oz), 0.001 g (0 oz), 0.1 g (0 oz)

**Procedimiento:**

- Secado de las muestras
- 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, según la Norma ASTM D-422.
- Los sedimentos retenidos fueron colocados en bolsas plásticas, las cuales fueron rotuladas indicando el nombre de la muestra y el número de tamiz al que pertenecen.
- Pesado de la fracción de sedimentos retenidos en cada tamiz.
- A través de los datos obtenidos, se procedió a llenar los parámetros observados en la tabla 1.
- Elaboración de histogramas de frecuencia y curvas de frecuencia acumulada para cada muestra a través de la aplicación Excel.
- Descripción y elaboración de tabla con las clases modales y clasificación de acuerdo al tamaño de grano de los sedimentos (Tabla 2).
- Cálculo 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 3)

**Tabla 1. Datos obtenidos en el tamizado**

Muestra:								
Peso inicial								
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3						
	A	-2,5						
	5	-2						
	7	-1,5						
	10	-1						
A R E N A S	14	-0,5						
	18	0						
	25	0,5						
	35	41						
	45	1,5						
	60	2						
	80	2,5						
	100	2,75						
	120	3						
	170	3,5						
L I C I M O L L A S Y S	Bandeja	4,5						

**Tabla 2. Apreciaciones de las gráficas granulométricas**

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACION

**Tabla 3. Parámetros granulométricos**

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
MZ		
Md		
$\sigma_1$		
SK1		
KG		

## **2. Análisis de los parámetros morfológicos de las muestras seleccionadas**

Para analizar los parámetros morfológicos se utilizaron los siguientes equipos:

- Lupas estereoscópicas
- Lámpara
- Carta visual de redondez y esfericidad (Corrales, 1977)

### **Procedimiento:**

- Se seleccionaron las muestras de estudio a partir de los histogramas de frecuencia generados por los datos granulométricos. Se tomaron los puntos de la clase modal de cada muestra hasta el intervalo (0, 1], ya que a partir de allí el tamaño de grano es muy fino, lo que impide observar bien la morfología de los mismos.
- Se realizó el estudio de la forma, esfericidad y redondez a 100 granos aleatorios de la muestra seleccionada a través de las cartas visuales de esfericidad y redondez (figura 3) y forma (figura 4)
- A partir de los resultados obtenidos se realizaron tablas e histogramas de forma, esfericidad y redondez.
- Análisis de parámetros morfológicos para cada muestra.

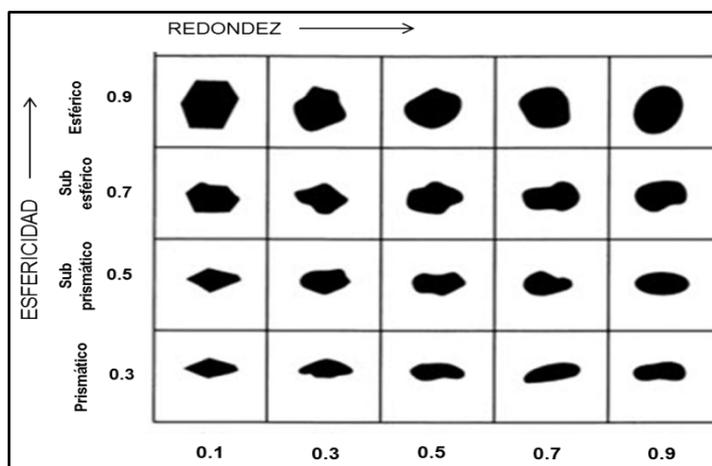


Figura 3. Carta visual para la determinación de la esfericidad y redondez (Tomado y modificado de Corrales et al. 1977)

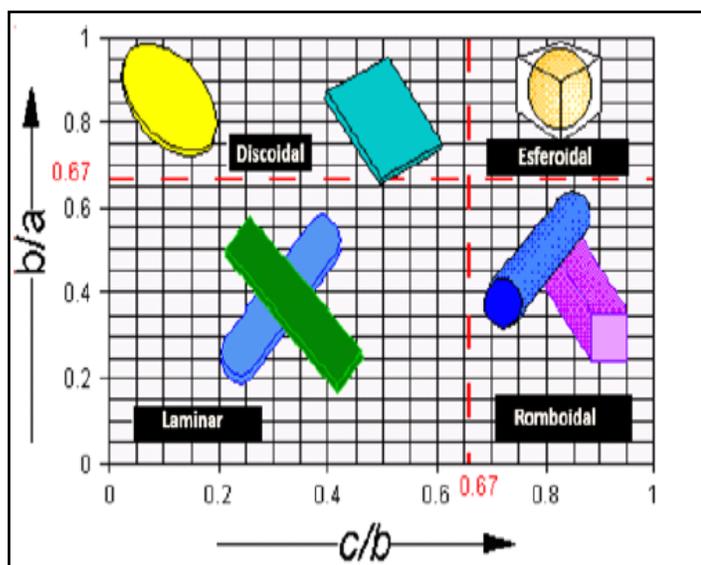


Figura 4. Carta de apreciación visual de la morfología (Tomado y modificado de Zingg, 1935)

### 3. Caracterización mineralógica de las muestras

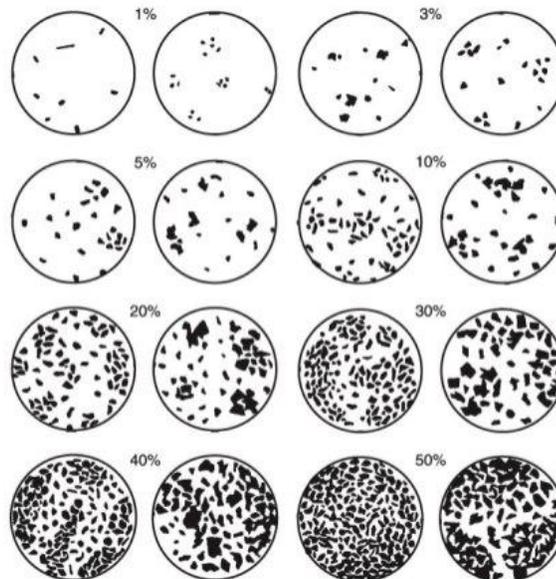
Para la caracterización mineralógica se utilizaron los siguientes equipos:

- Lupas estereoscópicas
- Lupas 10X

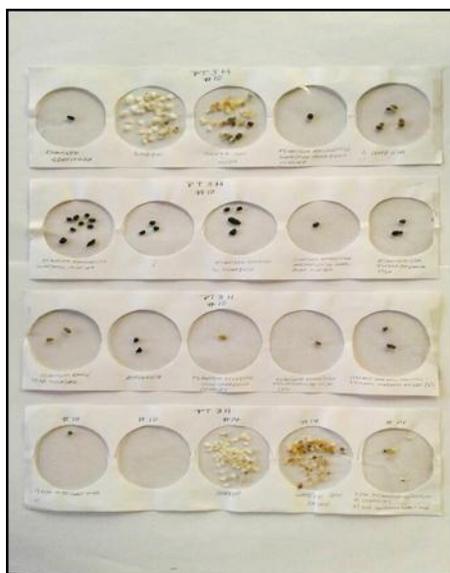
- Lámpara
- HCl al 10%
- Carta de estimación visual de porcentaje mineralógico

**Procedimiento:**

- Selección de la moda para cada muestra
- Determinación del porcentaje presente por minerales en cada una de las muestras, para esto se utilizó la carta de estimación visual (figura 5). A partir de estos resultados se elaboraron ficheros donde se aprecia la clasificación mineral y litológica presente (figura 6).
- Toma de fotografía donde se evidencie la mineralogía encontrada
- Realización de diagrama circular con el porcentaje mineralógico
- Análisis de minerales y fragmentos de rocas presentes en cada muestra



**Figura 5. Carta de estimación visual de porcentaje mineralógico (tomado de Terry & Chilingar, 1955)**



**Figura 6. Ficheros utilizados para clasificar los minerales y fragmentos de rocas presentes en cada muestra**



**Figura 7. Visualización y clasificación de los minerales y fragmentos de rocas de las muestras**

#### **4. Elaboración de gráficos estadísticos mineralógicos de las muestras seleccionadas en el tramo de estudio.**

Los gráficos se realizaron de la siguiente manera:

- Diagramas circulares de la clase modal por muestra
- Diagramas circulares por punto: para elaborar estos gráficos se utilizaron parámetros estadísticos y de proporción para el cálculo de la composición mineral de cada punto, a partir de los resultados del estudio mineralógico y litológico de la clase modal de cada muestra.
- Diagramas circulares por zona: estos gráficos se elaboraron en base a un análisis de la composición mineral y litológica de cada punto, a partir de esto se pudo asociar y definir cada zona.
- Diagramas circulares de minerales accesorios: se realizaron en cada punto de estudio, con los minerales con ocurrencia menor al 5%.

#### **5. Cartografía de 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 delimitaron las subcuencas y las zonas según la composición mineral y litológica obtenidas en los diagramas circulares, además se agregaron los diagramas de minerales accesorios presentes en cada punto de recolección.

### **III GEOGRAFÍA FÍSICA**

#### **3.1. RELIEVE**

El abrupto relieve del Ávila en la costa nor-central de Venezuela posee un desnivel desde 0 hasta 2.765 m (altura del Pico Naiguatá), en una distancia horizontal cercana a los 8 km, teniendo en muchos lugares escarpes que imposibilitan el acceso a ciertas zonas. La línea de cresta de la Cordillera de la Costa, posee una dirección principal E-W, pero a lo largo de su desarrollo presenta una serie de “eses”, producto del patrón de fallamiento NW-SE.

En la zona de estudio, el relieve está compuesto por una sucesión de picos redondeados con alturas similares entre los 2.400 y 2.765 m (Pico Oriental, Topo Galindo, Pico Naiguatá, Topo Macanillal y Topo Tacamahaco). Hacia el norte, entre los 1.600 a 2.400 m s.n.m., los ríos son encajonados y las pendientes son cercanas a los 40° producto del sistema de fallas NW-SE.

A partir de los 1.600 m hasta llegar a los 300 m s.n.m., el relieve presenta una pendiente de menor ángulo, sin embargo en varias zonas se observan desniveles de hasta 60 m de altura que son representación de escarpes de falla. Luego de los 300 m s.n.m. hasta la costa, la topografía posee formas más redondeadas con pendientes suaves que culminan en zonas de planicies aluvionales y conos de deyección de los ríos principales, existiendo además, zonas de buzamientos altos que representan la terminación de las estribaciones del macizo en la franja costera.

#### **3.2. DRENAJE**

El drenaje presente dentro del área de estudio forma parte de la sub-cuenca del Litoral. La disposición general de los ríos y quebradas en la zona de estudio es de forma subparalela a dendrítica, con una dirección preferencial sur-norte. La parte más alta de los ríos y quebradas bajan encajonados dentro de valles jóvenes con laderas de fuerte pendiente. Hacia la zona costera los ríos principales se ensanchan a causa de la

atenuación de la pendiente creando de esta manera depósitos sedimentarios en conos de deyección.

Los ríos y quebradas tienen agua todo el año, salvo las quebradas con las menores cuencas entre 12 y 2,5 km<sup>2</sup> como Quebrada Seca, Tanaguarena, Tigrillo, Care y muchas otras menores a 1 km<sup>2</sup> presentes en la parte baja y a lo largo de la costa del litoral central.

Las cuencas de mayor importancia tienen una extensión en 12 y 26 km<sup>2</sup> y son las de los ríos Cerro Grande, Uria, Naiguatá y Camurí Grande.

### **3.3. CLIMA**

El clima varía según la altitud, encontrándose de esta manera cuatro pisos climáticos. Entre los 0 a 600 m s.n.m. la humedad es baja con una temperatura promedio de 27° C, en este piso climático se tienen las mediciones pluviométricas de la estación Naiguatá, siendo la media mensual de 51 mm, teniendo un máximo en el mes de diciembre de 107 mm y en mayo su mínimo con 25 mm (MARN 1999) correspondiente al período de 1951 a 1997. En los pisos intermedios la temperatura promedio fluctúa entre 18 a 21° C entre las cotas de 600 a 1.500 m s.n.m. y de 13 a 18° C para las cotas 1.500 a 2.000 m s.n.m. En el último piso climático, que va desde 2.000 a los 2.765 m s.n.m, la temperatura varía de 10 a 13° C, pudiendo llegar a temperaturas menores, este piso climático posee casi todo el año pluviosidad al igual que niebla, siendo los meses de sequía febrero y abril.

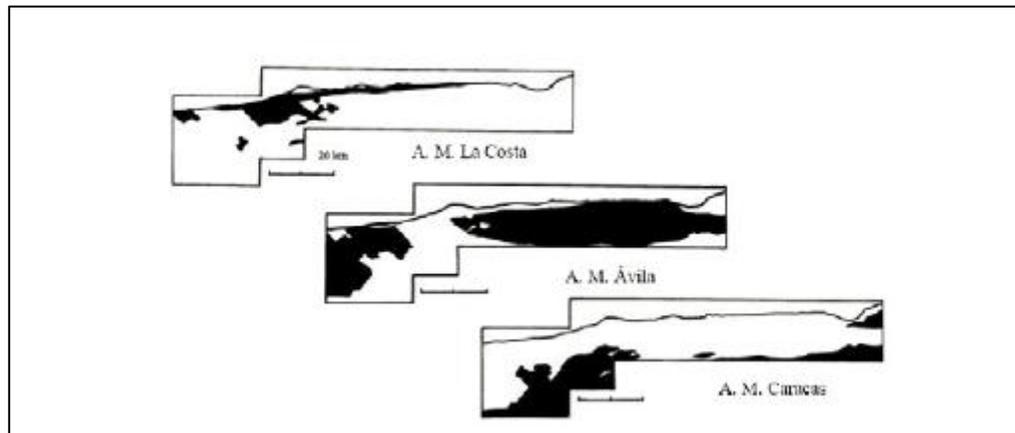
## IV GEOLOGÍA REGIONAL

### 4.1 GENERALIDADES

La zona de estudio se encuentra dentro del marco tectónico del Caribe meridional, que corresponde a la interacción entre las placas del Caribe y Suramericana, lo cual ha producido el levantamiento de la Cordillera de La Costa, que consta, según el concepto de Urbani & Ostos (1989), Urbani (2000), Urbani, Rodríguez & Vivas (2000) y Barboza & Rodríguez (2001) de tres fajas de unidades fácilmente cartografiables y distinguibles en el campo y laboratorio, además formado en espacio y tiempo diferentes, e igualmente de orígenes y contextos geodinámicos distintos, estas son:

- Norte: Asociación Metamórfica de la Costa (Mesozoico)
- Centro: Asociación Metamórfica Ávila (Paleozoico – Precámbrico)
- Sur: Asociación Metasedimentaria Caracas (Mesozoico)

En la figura 8 se representa un mapa geológico simplificado donde se muestra la distribución de dichas asociaciones. Los contactos entre ellas son tectónicos, con fallas de ángulo alto en los sistemas de orientación este-oeste y noroeste-sureste y movimiento normal y/o dextral. También hay fallas con una tendencia noreste-suroeste que generalmente se ha interpretado como inversas, tanto de ángulo alto como bajo.



**Figura 8. Distribución de las tres asociaciones metamórficas (Tomado de Urbani, 2005)**

La Asociación Metamórfica La Costa (A.M La Costa) está compuesta por unidades con una compleja mezcla de litologías metaígneas y metasedimentarias, con la conspicua presencia de elementos ofiolíticos (anfíbolita, metagabro, metabasalto, eclogita, glaucofanita, serpentinita, etc.), donde los minerales metamórficos ferromagnesianos indican haber sido sometidos a un régimen de alta presión y baja temperatura (AP/BT). Esta unidad corresponde a un terreno adosado, debido a la interacción de la colisión oblicua entre las placas del Caribe y Sudamérica. Las edades disponibles indican que corresponden al cretácico. Las rocas de esta asociación afloran en la zona definida como “Faja Margarita-Costera” según Stephan (1982) y Beck (1985).

Las rocas de la Asociación Metamórfica Ávila (A.M. Ávila) con edades desde el Precámbrico al Paleozoico, corresponden a unidades típicas de un margen pasivo de corteza continental, representando un basamento exhumado, donde a gran escala la foliación indica un anticlinal. La configuración del macizo del Ávila, localidad tipo de la asociación, muestra una estructura tipo Horst, controlada mayoritariamente por las fallas San Sebastián, Macuto y Ávila, con otras fallas intermedias que producen un notable escalonamiento topográfico tanto en el flanco norte como en el sur.

La Asociación Metasedimentaria Caracas (A.M Caracas), como su nombre lo indica, está compuesta por rocas de origen sedimentario, con dos unidades principales, a saber: 1.- Esquistos de Las Brisas, con rocas de colores claros, con predominio de esquistos con una variable combinación de moscovita, clorita, cuarzo y albita, así como metarenisca y metaconglomerado. 2.- Esquistos de Las Mercedes con rocas de color gris oscuro a negro, mayoritariamente filita y esquisto grafitoso, pero con cantidades esenciales de cuarzo, moscovita, albita y calcita, minoritariamente hay niveles de metarenisca. Ambas unidades contienen cuerpos carbonáticos (Mármol), mayoritariamente dolomítico en Las Brisas (Mármol de Zenda) y calcíticos en Las Mercedes (Mármol de Los Colorados) (Urbani *et al* 1997).

## 4.2 LITOLOGÍA

### **Asociación Metamórfica La Costa**

Esta asociación metamórfica se encuentra descrita en la revisión realizada por Urbani (2000) en la cual se indica que está compuesta por el Esquisto de Tacagua, Mármol de Antímano, Anfibolita de Nirgua. En los siguientes párrafos se da un resumen de los litodemos descritos por Urbani (*op. cit.*) que están presentes en la zona de estudio.

- **Esquisto de Tacagua (CT)**

La Formación Tacagua es una secuencia alternante de esquisto calcáreo grafitoso y esquisto epidótico, expuestos en el valle de la quebrada de Tacagua, Distrito Capital Dengo (1951, 1963), considerándola como parte de su Grupo Caracas. Smith (1952) indica que algunas rocas de su Formación Paracotos son similares a los de la Formación Tacagua.

La localidad tipo se encuentra en la quebrada Tacagua, al norte de su intersección con la quebrada Topo. Este sitio se ubica cerca del Viaducto 2 de la Autopista

Caracas - La Guaira, Distrito Capital. En la localidad tipo y en los afloramientos en la zona costera del litoral central, se encuentra una asociación de esquisto albitico calcítico cuarzo micáceo grafitoso, de color gris oscuro, semejante a aquellos descritos como típicos del Esquisto de Las Mercedes, intercalados concordantemente con esquisto de color verde claro, constituido por cuarzo, albita, minerales del grupo del epidoto, así como actinolita, clorita y moscovita, también se ha descrito que contienen cantidades menores o trazas de hematita, calcita, pirita, anfíbol y granate; en muchas oportunidades la roca tiene altas concentraciones de epidoto, siendo una verdadera epidocita. Adicionalmente se han reportado cuerpos de anfibolita epidótica González *et al.* (1980). El carácter distintivo de esta fase es la alternancia de rocas esquistosas grises oscuras y verdes claro.

Dengo (1951) menciona un espesor -que debe considerarse como aparente- de 150 a 200 m en la localidad tipo. La franja de afloramientos costeros de esta unidad se extiende desde Oricao hasta Naiguatá, estado Vargas, con un ancho medio de unos 2 km. En la zona de la localidad tipo, los afloramientos se extienden casi paralelamente al valle de la quebrada Tacagua, desde Mamo hasta cerca del Viaducto 1 de la autopista Caracas - La Guaira.

Dengo (1951) menciona que en la localidad tipo se encuentra en contacto transicional con el infrayacente Esquisto de Las Mercedes, mientras que Urbani & Ostos (1989) y Ostos (1990) indican contactos tectónicos con unidades tales como: Complejo de San Julián y Augengneis de Peña de Mora de la Asociación Metamórfica Ávila, así como el Mármol de Antímamo y la Anfibolita de Nirgua y cuerpos de serpentinita de la misma Asociación Metamórfica la Costa.

En base a los modelos tectónicos de Talukdar & Loureiro (1982) y la escasa información paleontológica (Urbani *et al.* 1989) disponible, es probable que esta unidad sea del Cretácico Tardío, pero a falta de más información se considera como Jurásico - Cretácico, sin diferenciar.

Smith (1952) la consideró correlacionable con la filita de Paracotos. Igualmente las rocas verdes de Tacagua se han comparado litológicamente con las metavolcánicas de la Formación Copey, en la Península de Araya - Paria.

En base a los modelos evolutivos de Talukdar & Loureiro (1982) y Navarro *et al.* (1988), así como las características petrográficas y faunales de la muestra estudiada por Urbani *et al.* (1989), estos autores sugieren una sedimentación en un surco, formado dentro del prisma de acreción en un tiempo contemporáneo a la colisión. Méndez & Navarro (1987) analizan los componentes mayoritarios y algunos trazas de diversas muestras de las rocas verdes (metavolcánicas) de esta unidad, que interpretados utilizando diversos diagramas de variación, sugieren su origen en un magmatismo de afinidad subcalina de tendencia toleítica, probablemente formadas en un ambiente tectónico de dorsales y fondos oceánicos.

- **Mármol de Antímano (CA)**

La referencia original es Dengo (1951, 1963, 1964), quien describe formalmente la Formación Antímano con localidad tipo en la zona de Antímano, Distrito Capital (totalmente cubiertos por el urbanismo de Caracas, con afloramientos aún visibles en las canteras de la quebrada Mamera), pero algunos de los cuerpos de esta unidad según dicha descripción de Dengo (1951), habían sido identificados previamente como pertenecientes a la Fase Zenda de la Formación Las Brisas Dengo (1947), o como parte de la Formación Las Mercedes (Aguerrevere & Zuloaga. 1937 y Smith. 1952), Wehrmann (1972) y González (1972) extienden esta unidad hacia los estados Miranda, Aragua y Carabobo. González *et al.* (1980) son los primeros en interpretar que esta unidad probablemente “representa un horizonte tectónico y no una unidad litoestratigráfica”. Ostos *et al.* (1987), Navarro *et al.* (1988) la redefinen como Fase Antímano, formando parte de su unidad litodémica de corrimiento que denominan como Complejo La Costa, que reúne adicionalmente a sus fases Tacagua y Nirgua. Urbani & Ostos (1989) y Urbani *et al.* (1989) utilizan este nombre en los

mapas geológicos de la zona de Puerto Cruz a Macuto, estado Vargas, y El Palito - Morón - Valencia, estado Carabobo.

Dengo (1951) describe esta unidad como un mármol masivo de grano medio, color gris claro, con cristales de pirita, alternando con capas de esquistos cuarzo micáceo, y asociadas con cuerpos concordantes de rocas anfibólicas, algunas con estructuras de “boudinage”. El mármol está formado de un 85-95% de calcita, con cantidades menores de cuarzo, moscovita (2,5%), grafito (2,5%) y pirita (2%).

Dengo (1950) describe con detalle las anfibolitas glaucofánicas de esta unidad, incluyendo análisis químico, indica que los mármoles son rocas estructuralmente competentes en comparación con los esquistos que las rodean, pero incompetentes en relación con las rocas anfibólicas, mostrando pliegues de flujo alrededor de ellas y resultando así la estructura de “boudinage”.

Schurmann (1950) igualmente estudia estas rocas glaucofánicas, presentando un mapa detallado de los diversos tipos litológicos aflorantes en el sector de Antímano y Mamera.

Ostos (1990) describe algunas de las rocas de esta unidad aflorantes en la sección Chichiriviche - Colonia Tovar, siendo anfibolita granatífera y esquistos albitico clorítico. La anfibolita tiene porfiroblastos de granate, mientras que el esquistos los tiene de albita con sombras de presión simétrica y bien desarrollada. Las asociaciones mineralógicas metamórficas indican un primer evento de alta relación P/T en la facies de la eclogita, siendo impreso por un segundo evento metamórfico de P/T intermedia en la facies de los esquistos verdes.

Urbani *et al.* (1997) estudian la mineralogía carbonática de los mármoles de los afloramientos de la punta oeste de la bahía de Chichiriviche, estado Vargas, encontrando que carecen de dolomita, mientras que aquellos de Mamera lo presentan en muy pocas muestras y en muy bajas concentraciones. En los trabajos ya

mencionados de Ostos, Urbani y otros, el criterio para cartografiar esta unidad es la presencia de la asociación de rocas anfibólicas con mármoles.

Considerando a la foliación como plano de referencia, el espesor aparente de esta unidad es de 40 m en la localidad tipo, según Dengo (1951), disminuyendo hacia el este y oeste. Al sur de San Pedro, Smith (1952) indicó un espesor aparente máximo de 300 m.

Se han descrito afloramientos aislados desde la zona de Antímano, hacia el oeste en San Pedro y hacia el este hasta La Florida (afloramientos hoy cubiertos por el urbanismo de la ciudad de Caracas), continúa la zona de afloramientos en una franja en el valle de la quebrada Tacagua, y de ahí hacia el oeste como una franja entre Mamo, Carayaca y Tarma, estado Vargas. El mayor de los cuerpos de mármoles de esta unidad fue cartografiado por Smith (1952) al sur de San Pedro y Lagunetas, estado Miranda, con una extensión de unos 6 x 1,5 km. Los afloramientos más occidentales se han reconocido en la zona de El Palito, estado Carabobo.

En las zonas donde afloran cuerpos de mármol masivo y gruesos se nota una topografía abrupta, con estructuras kársticas superficiales.

Cantisano (1989) interpreta como de falla de corrimiento el contacto con el Esquistos de Las Mercedes, e indica que los contactos son estructuralmente concordantes tanto con los esquistos de Las Mercedes y Las Brisas.

Ante la ausencia de fósiles y por su presunta posición “estratigráfica” ha sido propuesta de edad Mesozoico medio a superior. Según los modelos de evolución de la Cordillera de la Costa de Ostos *et al.* (1987) y Navarro *et al.* (1988) se sugiere sea del Cretácico.

González (1972) y Wehrmann (1972) correlacionan esta unidad con la Anfíbolita de Nirgua, mientras que Ostos *et al.* (1987), Navarro *et al.* (1988) y Ostos (1990) la correlacionan con sus fases Tacagua y Nirgua, integradas en su unidad litodémica que denominan Complejo La Costa.

Talukdar & Loureiro (1982) y Beck (1985, 1986) postulan que las rocas anfibólicas de esta unidad se derivaron de basaltos relacionados con un evento de “rifting” Mesozoico entre norte y Sur América. Ostos (1990) por sus estudios geoquímicos interpreta que las anfibolitas corresponden a basaltos metamorfizados, formados en un ambiente de cordillera centro oceánica.

Smith (1952) menciona que estos mármoles son de bajo contenido de magnesio, a diferencia de los de Zenda. Esta observación está ampliamente corroborada por Urbani *et al.* (1997).

### **Asociación Metamórfica Ávila**

Esta Asociación se encuentra descrita en la revisión realizada por Urbani (2000) donde indica que está compuesta por el Complejo San Julián, Augengneis de Peña de Mora y el Metagranito de Naiguatá, entre otros, y estos son los que afloran en la zona de estudio.

- **Complejo San Julián (ASJ)**

Lamare (1928) es el primero en presentar información petrográfica de rocas de esta unidad, colectadas como cantos rodados en el río Tócome, Los Chorros. A partir de un trabajo detallado en el macizo de El Ávila por Ostos (1981), este autor pudo cartografiar al augengneis como una unidad separada a los demás tipos de rocas, que autores anteriores habían adicionalmente incluido dentro de Peña de Mora. Lo mismo ocurrió con los trabajos de la zona de La Sabana - Cabo Codera, Mamo - Puerto Cruz, Puerto Cabello - Valencia (recopilados en Urbani *et al.*, 1989a, 1989b) donde igualmente se pudo cartografiar separadamente las zonas de augengneis de los demás tipos de rocas. Por consiguiente Urbani & Ostos (1989), proponen volver al nombre original propuesto por Aguerrevere & Zuloaga (1937) de Augengneis de Peña de Mora para referirse únicamente a los cuerpos dispersos de augengneis y gneis de grano grueso, mientras que proponen el nombre de Esquisto de San Julián para incluir

las litologías esquistosas y gnéicas que los circundan, ambas unidades agrupadas bajo el Complejo Ávila. Presentan mapas geológicos desde Puerto Cruz, estado Vargas, hasta Cabo Codera, Miranda, donde se muestra la extensión y continuidad de esta unidad.

La localidad tipo se encuentra en quebrada de San Julián, que nace en la Silla de Caracas y desemboca en el mar Caribe en Caraballeda, estado Vargas. Urbani & Ostos (*op. cit.*) proponen adicionalmente secciones de referencia en el río Chuspa, al sur del pueblo de Guayabal, estado Miranda; carretera Chichiriviche - Colonia Tovar en el tramo de Paso Palomas - Naranjal, estado Vargas, así como en la quebrada Vallecito, Guaremal, estado Carabobo.

Las rocas preponderantes son el esquisto y gneis cuarzo plagioclásico micáceo, frecuentemente se nota una rápida gradación desde una textura esquistosa haciéndose la granulometría más gruesa hasta que pasa a rocas de carácter gnéisico (Urbani & Ostos *op. cit.*). El esquisto es de color gris a gris oscuro con tonalidades verde, meteoriza a tonos pardos, usualmente se presenta muy bien foliado. El gneis siempre tiene colores más claros que los esquistos, ya que su textura se debe fundamentalmente a la mayor proporción de feldespatos y menor de filosilicatos. Una característica resaltante de ciertos sectores donde aflora el esquisto cuarzo plagioclásico micáceo, es que la plagioclasa (albita - oligoclasa) se desarrolla marcadamente porfidoblástica, y cuando su concentración es alta puede enmascarar a la foliación, impartándole a la roca un aspecto moteado. Un resumen de la geología del flanco sur del macizo de El Ávila desde Maripérez hasta Izcaragua (Miranda) aparece en Urbani *et al.* (1997).

Desde la localidad tipo el noroeste de Caracas, se ha extendido hacia el oeste hasta la zona de El Cambur en el estado Carabobo, y hacia el este hasta Cabo Codera en el estado Miranda. Por formar parte de la Asociación Metamórfica Ávila que constituye el núcleo de la Cordillera de La Costa, siempre aflora en zonas de topografía muy abrupta y con grandes pendientes.

En muchos casos los contactos son de fallas de ángulo alto con unidades adyacentes. Los contactos con las rocas de la Asociación Metamórfica La Costa al norte (Nirgua, Antímano y Tacagua) son interpretados predominantemente como fallas de corrimiento y de ángulo alto (Urbani & Ostos, 1989).

Kovach *et al.* (1979) presenta datos de Rb/Sr de cantos rodados de muestras esquistas de la quebrada San Julián, que al ser recalculados por Urbani (1981, 1982) resulta en una edad de 270 Ma.

- **Augengneis de Peña de Mora (APM)**

La localidad tipo es el sitio de Peña de Mora, en la rama ascendente de la antigua carretera de Caracas a La Guaira. Urbani & Ostos (1989) proponen una sección de referencia en el curso bajo del río Chichiriviche, estado Vargas.

Aguerrevere & Zuloaga (1937) describieron augengneis que interpretan como formados por inyección “lit - par - lit” de un magma granítico en una roca laminar. Wehrmann (1972) lo define como un complejo ígneo - metamórfico equivalente lateral, por lo menos en parte, de la “Formación Las Brisas” que prácticamente forma el núcleo de la Cordillera de La Costa, incluyendo augengneis grueso y bandeado, gneis de grano fino a medio, también cuarcita de poco espesor, esquisto cuarzo moscovítico y ocasionalmente anfibolita, mármol, así mismo dentro de esa secuencia identifica cuerpos dispersos de rocas metaígneas ultramáficas, máficas y félsicas. Encuentra que el augengneis es de color claro ligeramente verdoso y meteorización marrón claro; los “augen” son mayoritariamente de feldespato potásico, llegando a alcanzar hasta 3 cm de largo y están rodeados por minerales micáceos y cuarzo.

Estudios estructurales de Ostos (1987) en las localidades de Peña de Mora y Chichiriviche, revelan el carácter milonítico de gran parte de la unidad debido a deformación en el régimen plástico. Estas texturas miloníticas se encuentran típicamente desarrolladas hacia las zonas de cizalla, ocurriendo un cambio textural del gneis grueso con poco desarrollo de bandeamiento en las zonas alejadas a las

zonas de cizalla, a augengneis y gneis fino (milonitas) al acercarse y entrar en dichas zonas. Los planos de cizalla son indicativos de un transporte tectónico desde el noroeste hacia el sureste, el cual coincide con la dirección de las lineaciones mineralógicas. Ostos (1990) indica que hay zonas esquistosas formadas por cizallamiento del augengneis.

Desde la localidad tipo el noroeste de Caracas, se ha extendido hacia el oeste hasta la zona de El Cambur en el estado Carabobo, y hacia el este hasta cerca de Chirimena en el estado Miranda. Siempre aflora en zonas de topografía muy abrupta y con grandes pendientes.

Ostos *et al.* (1989) presentan una isócrona Rb-Sr de roca total que corresponde a una edad de  $1.560 \pm 83$  Ma, incluyendo dos muestras de la localidad tipo y una del río Chichiriviche. Kovach *et al.* (1979) presenta otra isócrona obtenida con tres cantos rodados de gneis de la quebrada San Julián dando una edad de  $220 \pm 20$  Ma.

- **Metagranito de Naiguatá**

Aguerrevere & Zuloaga (1937) ubica en su mapa a un cuerpo de granito en la Fila Maestra en las cabeceras del río Naiguatá. Dengo (1951) menciona este tipo de roca, que encuentra como cantos rodados en las quebradas que drenan del pico Naiguatá. La localidad tipo se encuentra en la Fila Maestra de la Cordillera de La Costa en las cercanías del pico Naiguatá, estados Miranda y Vargas. Wehrmann (1972) señala una mineralogía de cuarzo (36,5%), feldespato (37), biotita (11,5), moscovita (7,5), epidoto (5), clorita (2,5) y trazas de apatito, turmalina, zircón, hematita, magnetita y granate, igualmente indica que cantos rodados de metagranito se ubican en diversas quebradas y ríos, deduciendo que puede haber una amplia variedad de este tipo de rocas, desde granodiorita hasta monzonita.

García *et al.* (1995) y Sabino & Urbani (1995) al estudiaron el cuerpo ubicado entre Puertas de Hércules y el pico Naiguatá señalan que la roca es un metaleucosienogranito de grano medio con ligera gneisoidad. La mineralogía promedio es de feldespato potásico (45%), cuarzo (35), plagioclasa - albita (15), biotita (2) y trazas de epidoto, moscovita, esfena, granate y hematita. Esta metamorfozado en la facies de los esquistos verdes, zona de la biotita. Su cartografía en las zonas donde no se observan afloramientos fue facilitada con el uso de un contador portátil de radiación gamma, siendo que esta roca presenta mayores niveles de radioactividad gamma total (140 cps) que las demás unidades circundantes.

Al este del pico Naiguatá el cuerpo deja de aflorar, apareciendo nuevamente en la zona de Gárate - Macanillal, donde es estudiado por Aranguren (1996) quien lo clasifica como un meta-sienogranito, indicando una mineralogía constituida por: feldespato potásico (55%), cuarzo (20 plagioclasa (albita - oligoclasa) (10), moscovita (6), biotita (4), y cantidades menores de clorita, anfíbol, epidoto, esfena, circón y apatito.

La cobertura de vegetación y meteorización impiden observar los contactos y por lo tanto se desconoce su naturaleza. Constituye la culminación de la cordillera con una topografía relativamente más suave que las rocas circundantes. La meteorización produce formas rocosas redondeadas, formando entre otros los conocidos “Platos del Diablo”.

### **Asociación Metasedimentaria Caracas (AMC)**

- **Esquistos de Las Brisas (CaB)**

Aguerrevere & Zuluaga (1937) llamaron conglomerados de Las Brisas, a la secuencia conglomerática que yace en discordancia sobre el Complejo basal de Sebastopol, y lo dividen en dos miembros: el inferior, de carácter conglomerático y arenoso, y el superior o Fase Zenda, calcáreo.

El miembro inferior consta de conglomerados cuarzosos de grano grueso, metarenisca, arcosas y cuarcitas intercaladas con esquistos cuarzo – moscovíticos y filitas grafitosas. Los conglomerados presentan textura gneísica incipiente, y se observa la presencia de porfidoblastos de microclino. El tope del miembro inferior, lo constituye las calizas del Miembro Zenda, de composición dolomítica, donde se han encontrado diversos fósiles de pelecípodos, que determinaron definitivamente la edad de la formación (Urbani, 1969).

La parte superior de La Formación La Brisas, consta de conglomerados microclínicos, cuarcitas, metalimolitas, esquistos y filitas cuarzo – moscovíticos y cloríticos. El tope de la formación lo constituyen esquistos grafitosos que localmente pasan de forma transicional a los esquistos de La Formación Las Mercedes, suprayacente.

- **Esquistos de Las Mercedes (CaM)**

Representada por una secuencia monótona de esquistos primordialmente grafitosos y calcáreos y calizas lenticulares delgadas, que Aguerrevere & Zuluaga (1937) denominaron Formación Las Mercedes. Estos autores mencionan además un horizonte de calizas oscuras en capas delgadas que constituyen un excelente horizonte guía, y que denominaron Fase Los Colorados. Wehrmann (1972), afirma que dichas calizas no tienen una posición estratigráfica definida. Este mismo autor encontró además, un conglomerado en la base de la formación, en la quebrada Canoas (Distrito Capital) y en el río San Carlos en el estado Aragua, de composición cuarcítica, de grano fino a medio, y calcáreo. Hacia el tope, la formación se hace más cuarzosa y menos calcárea, en la transición hacia la Formación Chuspita. Las asociaciones fósiles poco diagnósticas, solo permiten sugerir una edad Mesozoica, sin diferenciar.

## V. RESULTADOS

Se muestran a continuación imágenes aéreas de la zona de estudio donde se puede observar el paisaje presente en cada uno de los puntos (figura 9), siendo resaltantes los frentes montañosos de cara al mar de abrupto contacto con la línea de costa, definido por un declive de muy elevado grado y una línea de costa de muy baja sinuosidad.

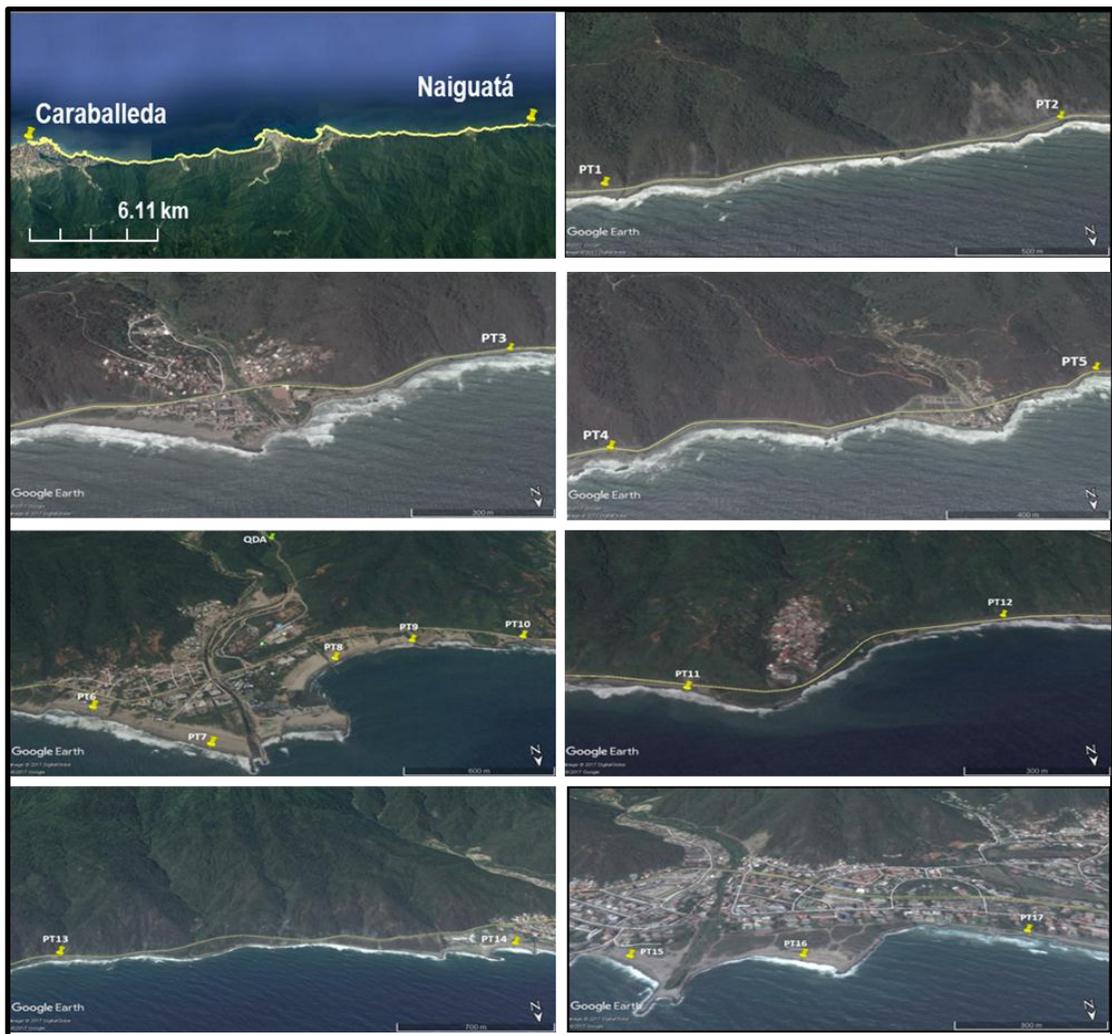


Figura 9. Imágenes de la zona de estudio. (Tomadas de Google Earth, 2017)

A continuación se muestra un cuadro resumen con el paisaje predominante en cada punto estudiado.

**Tabla 4. Tabla resumen del paisaje presente en cada uno de los puntos estudiados**

<b>PUNTO</b>	<b>PAISAJE</b>
PT1	Farallón aledaño a un frente montañoso con pendientes abruptas
PT2	Farallón aledaño a un frente montañoso con pendientes abruptas
PT3	Farallón aledaño a un frente montañoso con pendientes abruptas
PT4	Farallón aledaño a un frente montañoso con pendientes abruptas
PT5	Farallón aledaño a un frente montañoso con pendientes abruptas
PT6	Línea o margen costero de muy baja sinuosidad, playa amplia
PT7	Línea o margen costero de muy baja sinuosidad, playa amplia
QDA	Cauce del río Miguelena, rodeado de pendientes abruptas
PT8	Margen costero de muy baja sinuosidad, playa amplia. Zona intervenida por el hombre
PT9	Margen costero de muy baja sinuosidad, playa amplia. Zona intervenida por el hombre
PT10	Margen costero de muy baja sinuosidad, playa estrecha. Zona intervenida por el hombre
PT11	Línea o margen costero de muy baja sinuosidad, playa amplia
PT12	Farallón aledaño a un frente montañoso con pendientes muy abruptas
PT13	Farallón aledaño a un frente montañoso con pendientes muy abruptas
PT14	Margen costero de muy baja sinuosidad, playa estrecha. Zona intervenida por el hombre
PT15	Margen costero de muy baja sinuosidad, playa estrecha. Zona intervenida por el hombre
PT16	Margen costero de muy baja sinuosidad, playa estrecha. Zona intervenida por el hombre
PT17	Margen costero de muy baja sinuosidad, playa amplia. Zona intervenida por el hombre

## 5.1 DATOS GRANULOMÉTRICOS

Se describen en sentido este a oeste (Naiquatá – Caraballeda), los resultados obtenidos del estudio granulométrico de cada muestra, como lo son: tabla de datos obtenidos en el tamizado (ver apéndice 2), histogramas, curvas de frecuencia acumulada y parámetros morfológicos. Cabe destacar que para este estudio se tomó en consideración el tamaño de grano más representativo, es decir, la clase modal con mayor retención de sedimentos.

### PUNTO 1

#### Muestra PT1H:

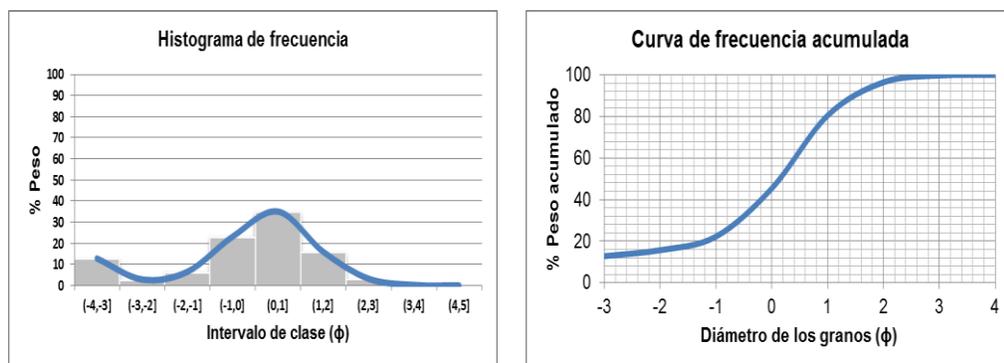


Figura 10. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT1H

Tabla 5. Clase modal de la muestra PT1H. \*Significa moda estudiada

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Grava de playa	[-4,-3]	Gujarros
Arena de playa *	[0, 1]	Arenas gruesas

**Tabla 6. Parámetros granulométricos de la muestra PT1H**

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	-0,21	Arenas gruesas
<b>Md</b>	-0,18	Arenas gruesas
<b><math>\sigma_1</math></b>	1,87	Mal escogido
<b>SK1</b>	-0,63	Asimétrica hacia tamaños gruesos
<b>KG</b>	2,00	Muy leptocúrtica

**Análisis:**

Este punto está comprendido por la muestra PT1H, tomada en zona de batida del oleaje. En cuanto al paisaje, pertenece a un farallón a 16 m de un frente montañoso con pendientes muy abruptas. Con respecto a los análisis granulométricos efectuados, se puede observar que existe una clase bimodal (ver figura 10), donde la mayor retención de material se encuentra en el intervalo [0, 1], lo que corresponde a arenas gruesas. Por ser bimodal, los parámetros granulométricos calculados (ver tabla 6) no coinciden con el gráfico, ya que dichos cálculos sólo aplican para casos unimodales, es por esto que se hará la descripción granulométrica analizando la curva de frecuencia (ver figura 10). Cabe destacar que al ser bimodal se presume de dos posibles fuentes litológicas distintas de proveniencia de sedimentos. La muestra está moderadamente escogida.

## PUNTO 2

### Muestra PT2H:

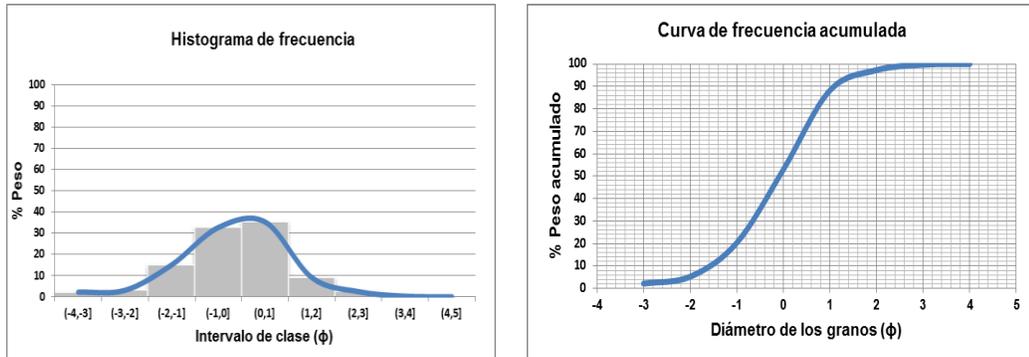


Figura 11. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT2H

Tabla 7. Clase modal de la muestra PT2H.

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Arena de playa	[0, 1]	Arenas gruesas

Tabla 8. Parámetros granulométricos de la muestra PT2H

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
MZ	-0,15	Arenas gruesas
Md	-0,10	Arenas gruesas
$\sigma_1$	1,02	Mal escogido
SK1	-0,35	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos
KG	0,98	Mesocúrtica

### Análisis:

Este punto está comprendido por la muestra PT2H, tomada en zona de batida del oleaje. En cuanto al paisaje, pertenece a un farallón a 24 m de un frente

montañoso con pendientes muy abruptas. Con respecto a los análisis granulométricos efectuados, se puede observar que existe una clase unimodal (ver figura 11), donde la mayor retención de material se encuentra en el intervalo [0, 1], lo que corresponde a arenas gruesas. Los parámetros granulométricos que presenta la muestra (ver tabla 8), corresponden a una arena mal escogida y muy asimétrica hacia tamaños gruesos.

### PUNTO 3

#### Muestra PT3H:

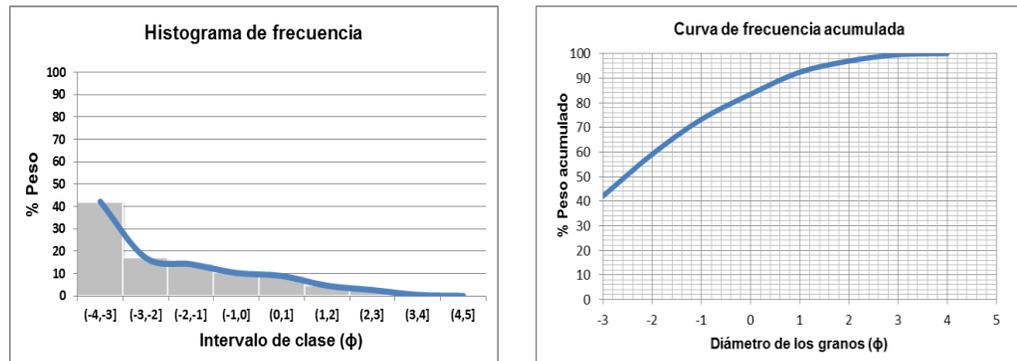


Figura 12. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT3H

Tabla 9. Clase modal de la muestra PT3H. \*Significa moda estudiada

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Grava de playa *	[-4,-3]	Guijarros
Grava de playa	[-2,-1]	Gránulos

**Tabla 10. Parámetros granulométricos de la muestra PT3H**

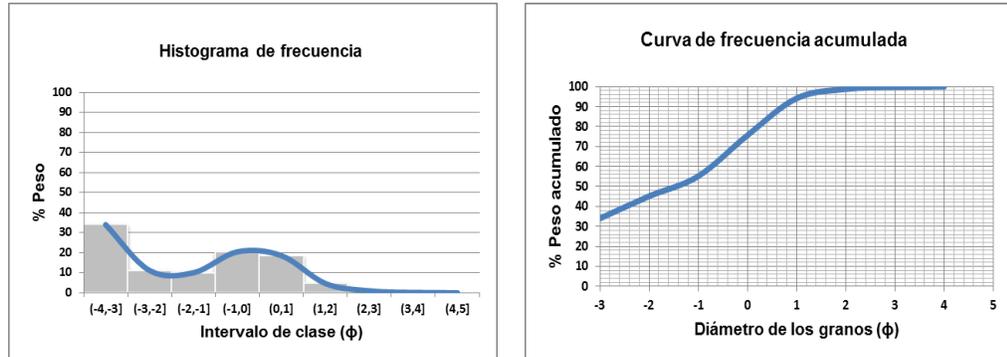
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	-2,2	Guijarros
<b>Md</b>	-2,30	Guijarros
<b><math>\sigma_1</math></b>	2,11	Muy mal escogido
<b>SK1</b>	-3,72	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos
<b>KG</b>	0,86	Platicúrtica

**Análisis:**

Este punto está comprendido por la muestra PT3H, tomada en zona de batida del oleaje. En cuanto al paisaje, pertenece a un farallón a 21 m de un frente montañoso con pendientes muy abruptas. Con respecto a los análisis granulométricos efectuados, se puede observar que existe una clase bimodal (ver figura 12), donde la mayor retención de material se encuentra en el intervalo [-4,-3], lo que corresponde a guijarros. Por ser bimodal, los parámetros granulométricos calculados (ver tabla 10) no coinciden con el gráfico, ya que dichos cálculos sólo aplican para casos unimodales, es por esto que se hará la descripción granulométrica analizando la curva de frecuencia (ver figura 12). Cabe destacar que al ser bimodal se presume de dos posibles fuentes litológicas distintas de proveniencia de sedimentos. Esta muestra presenta un muy buen escogimiento y es asimétrica hacia tamaños finos.

## PUNTO 4

### Muestra PT4H:



**Figura 13. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT4H**

**Tabla 11. Clase modal de la muestra PT4H. \*Significa moda estudiada**

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Grava de playa *	[-4, -3]	Guijarros
Arena de playa	[-1, 0]	Arenas muy gruesas

**Tabla 12. Parámetros granulométricos de la muestra PT4H**

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	-1,63	Guijarros
<b>Md</b>	-0,70	Guijarros
<b><math>\sigma_1</math></b>	2,01	Muy mal escogido
<b>SK1</b>	-4,34	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos
<b>KG</b>	0,63	Muy platicúrtica

### Análisis:

Este punto está comprendido por la muestra PT4H, tomada en zona de batida del oleaje. En cuanto al paisaje, pertenece a un farallón a 24 m de un frente montañoso con pendientes muy abruptas. Con respecto a los análisis granulométricos efectuados, se puede observar que existe una clase bimodal (ver figura 13), donde la mayor retención de material se encuentra en el intervalo [-4,-3], lo que corresponde a guijarros. Por ser bimodal, los parámetros granulométricos calculados (ver tabla 12) no coinciden con el gráfico, ya que dichos cálculos sólo aplican para casos unimodales, es por esto que se hará la descripción granulométrica analizando la curva de frecuencia (ver figura 13). Cabe destacar que al ser bimodal se presume de dos posibles fuentes litológicas distintas de proveniencia de sedimentos. Esta muestra presenta un muy buen escogimiento y es asimétrica hacia tamaños finos.

## PUNTO 5

### Muestra PT5H:

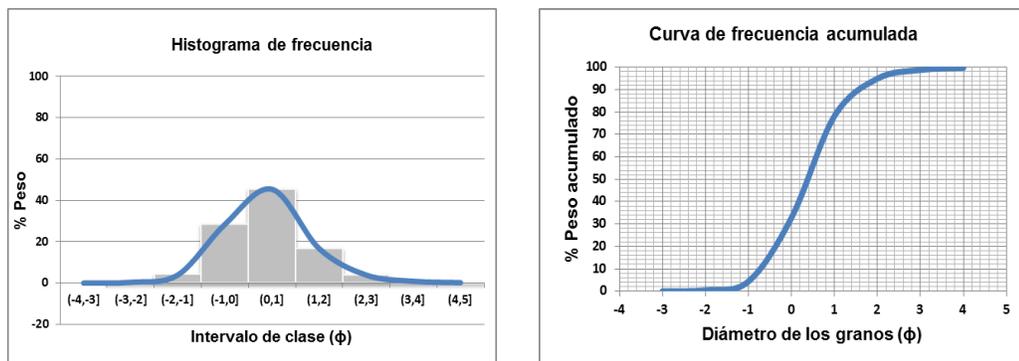


Figura 14. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT5H

**Tabla 13. Clase modal de la muestra PT5H**

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Arena de playa	[0, 1]	Arenas gruesas

**Tabla 14. Parámetros granulométricos de la muestra PT5H**

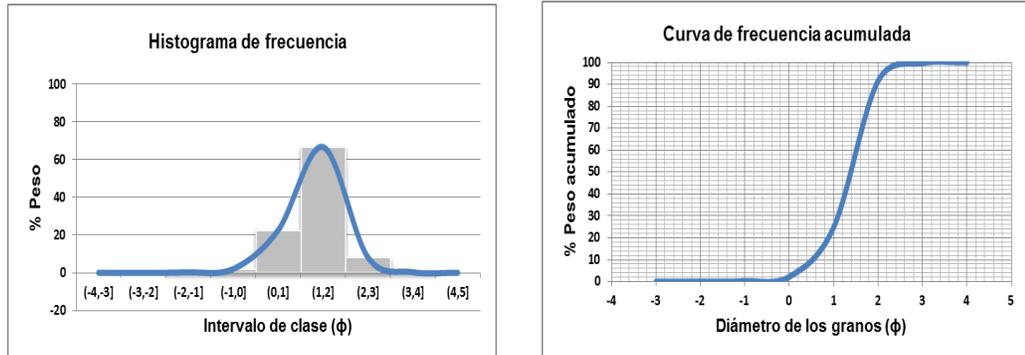
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	0,38	Arenas gruesas
<b>Md</b>	0,40	Arenas gruesas
<b><math>\sigma_1</math></b>	0,85	Moderadamente escogido
<b>SK1</b>	0,56	Muy asimétrica hacia tamaños finos
<b>KG</b>	0,85	Platicúrtica

**Análisis:**

Este punto está comprendido por la muestra PT5H, tomada en zona de batida del oleaje. En cuanto al paisaje, pertenece a un farallón a 20 m de un frente montañoso con pendientes abruptas. Con respecto a los análisis granulométricos efectuados, se puede observar que existe una clase unimodal (ver figura 14), donde la mayor retención de material se encuentra en el intervalo [0, 1], lo que corresponde a arenas gruesas. Los parámetros granulométricos que presenta la muestra, corresponden a una arena moderadamente escogida y muy asimétrica hacia tamaños finos (ver tabla 14).

## PUNTO 6

### Muestra PT6S:



**Figura 15. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT6S**

**Tabla 15. Clase modal de la muestra PT6S**

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Arena de playa*	[1 , 2]	Arenas medias

**Tabla 16. Parámetros granulométricos de la muestra PT6S**

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	1,33	Arenas medias
<b>Md</b>	1,40	Arenas medias
<b><math>\sigma_1</math></b>	0,54	Moderadamente bien escogido
<b>SK1</b>	1,07	Muy asimétrica hacia tamaños finos
<b>KG</b>	1,11	Leptocúrtica

## Muestra PT6H

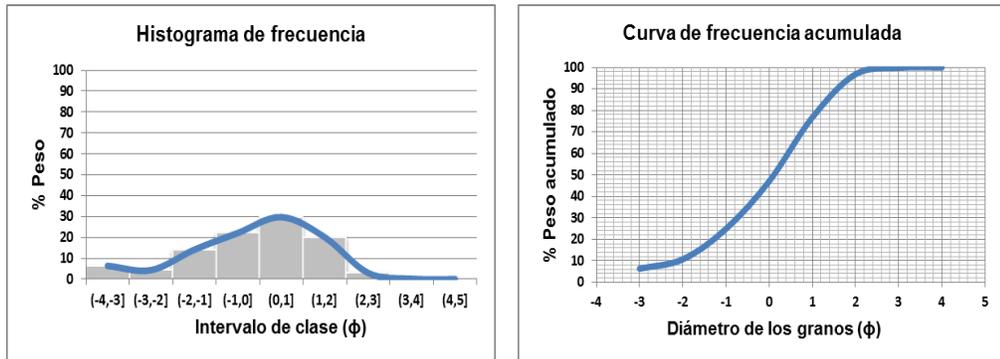


Figura 16. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT6H

Tabla 17. Clase modal de la muestra PT6H

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Arenas de playa	[0, 1]	Arenas gruesas

Tabla 18. Parámetros granulométricos de la muestra PT6H

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	-0,01	Arenas gruesas
<b>Md</b>	0,18	Arenas gruesas
<b><math>\sigma_1</math></b>	1,43	Mal escogido
<b>SK1</b>	-0,43	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos
<b>KG</b>	1,04	Mesocúrtica

### Análisis:

Este punto está comprendido por las muestras PT6S y PT6H, tomadas en zona de playa baja y zona de batida del oleaje respectivamente. En cuanto al paisaje, pertenece a una línea o margen costero de muy baja sinuosidad, específicamente una playa amplia, a 305 m de un frente montañoso con pendientes suaves, menores a 45°. Con respecto a los análisis granulométricos efectuados, se puede observar que ambas muestras son unimodales (ver figuras 15 y 16) con clasificación de arenas medias a gruesas. En esta zona, el escogimiento varía de moderadamente bien escogido en la zona de playa baja (ver tabla 16) a mal escogido en la zona de batida (ver tabla 18).

## PUNTO 7

### Muestra PT7S:

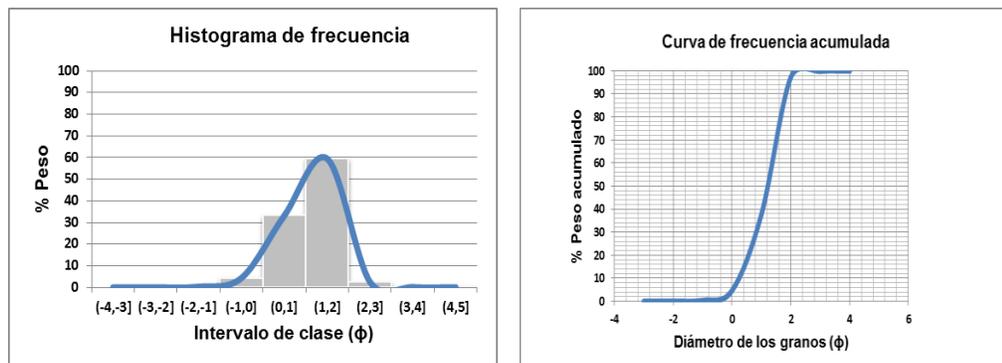


Figura 17. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT7S

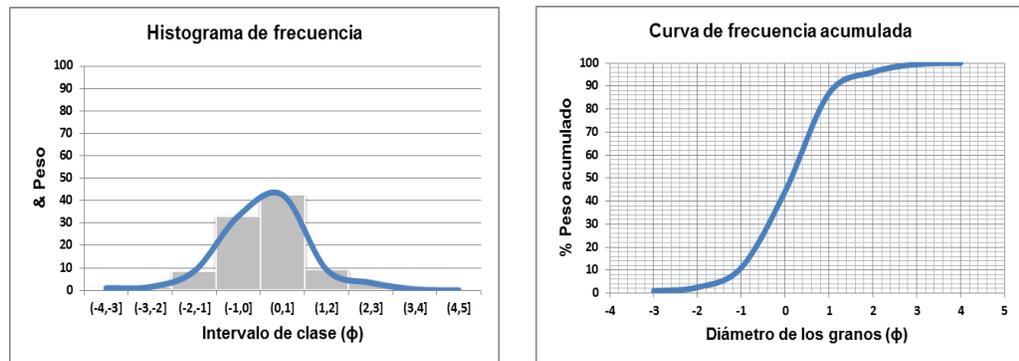
Tabla 19. Clase modal de la muestra PT7S

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Arena de playa	[1 , 2]	Arenas medias

**Tabla 20. Parámetros granulométricos de la muestra PT7S**

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
MZ	1,11	Arenas medias
Md	1,20	Arenas medias
$\sigma_1$	0,61	Moderadamente bien escogido
SK1	-18,01	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos
KG	0,87	Platicúrtica

**Muestra PT7H:**



**Figura 18. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT7H**

**Tabla 21. Clase modal de la muestra PT7H**

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Arena de playa	[0, 1]	Arenas gruesas

**Tabla 22. Parámetros granulométricos de la muestra PT7H**

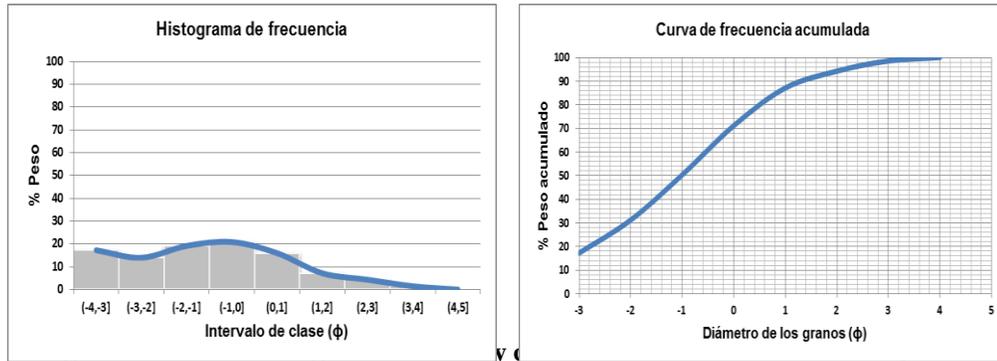
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	0,07	Arenas gruesas
<b>Md</b>	0,20	Arenas gruesas
<b><math>\sigma_1</math></b>	0,86	Moderadamente escogido
<b>SK1</b>	-0,15	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos
<b>KG</b>	0,88	Platicúrtica

**Análisis:**

Este punto está comprendido por las muestras PT7S y PT7H, tomadas en zona de playa baja y zona de batida del oleaje respectivamente. En cuanto al paisaje, pertenece a una línea o margen costero de muy baja sinuosidad, específicamente una playa amplia, a 1.605 m de un frente montañoso con pendientes suaves. Con respecto a los análisis granulométricos efectuados, se puede observar que ambas muestras son unimodales (ver figuras 17 y 18) con clasificación de arenas medias a gruesas. En esta zona, el escogimiento varía de moderadamente bien escogido en la zona de playa baja (ver tabla 20) a moderadamente escogido en la zona de batida (ver tabla 22).

## PUNTO QDA

### Muestra QDA



**Tabla 23. Clase modal de la muestra QDA**

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Arena de playa	[-1, 0]	Arenas muy gruesas

**Tabla 24. Parámetros granulométricos de la muestra QDA**

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	-1,18	Arenas muy gruesas
<b>Md</b>	-1,00	Arenas muy gruesas
<b>σ1</b>	1,92	Mal escogido
<b>SK1</b>	-2,30	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos
<b>KG</b>	0,95	Mesocúrtica

### **Análisis:**

Este punto está comprendido por la muestra QDA1, tomada en el cauce del río Miguelena a 2.172 m de la costa, rodeado de abundante vegetación y pendientes abruptas. En cuanto a los análisis granulométricos efectuados, se puede observar que existe una clase unimodal (ver figura 19), donde la mayor retención de material se encuentra en el intervalo [-1, 0], lo que corresponde a arenas muy gruesas. Los

parámetros granulométricos que presenta la muestra (ver tabla 24), corresponden a una arena mal escogida, muy asimétrica hacia tamaños gruesos.

## PUNTO 8

### Muestra PT8S:

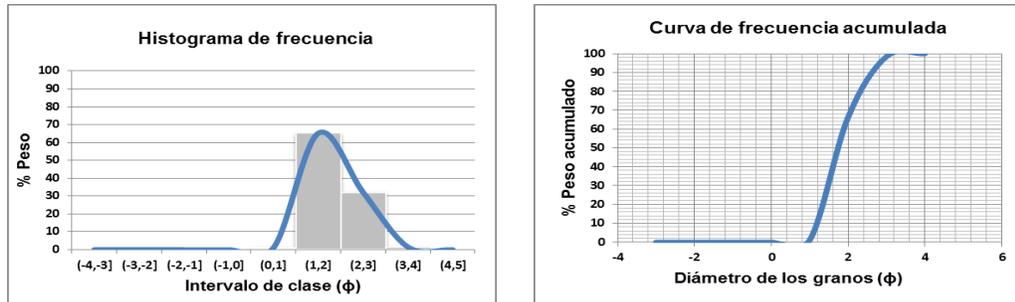


Figura 20. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT8S

Tabla 25. Clase modal de la muestra PT8S

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Arena de playa	[1 , 2]	Arenas medias

Tabla 26. Parámetros granulométricos de la muestra PT8S

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	1,80	Arenas medias
<b>Md</b>	1,70	Arenas medias
<b><math>\sigma_1</math></b>	0,53	Moderadamente bien escogido
<b>SK1</b>	2,30	Muy asimétrica hacia tamaños finos
<b>KG</b>	0,87	Platicúrtica

### Muestra PT8H:

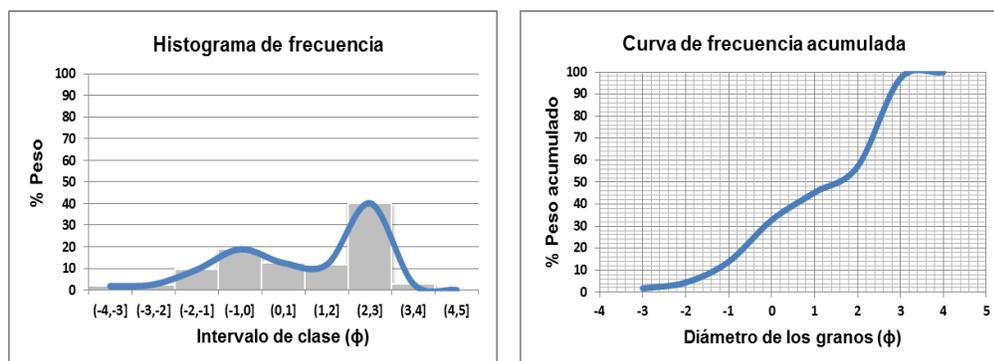


Figura 21. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT8H

Tabla 27. Clase modal de la muestra PT8H. \*Significa moda estudiada

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Arena de playa	[-1, 0]	Arenas muy gruesas
Arena de playa *	[2, 3]	Arenas finas

Tabla 28. Parámetros granulométricos de la muestra PT8H

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	1,13	Arenas finas
<b>Md</b>	1,60	Arenas finas
<b><math>\sigma_1</math></b>	1,56	Mal escogido
<b>SK1</b>	1,11	Muy asimétrica hacia tamaños finos
<b>KG</b>	0,69	Platicúrtica

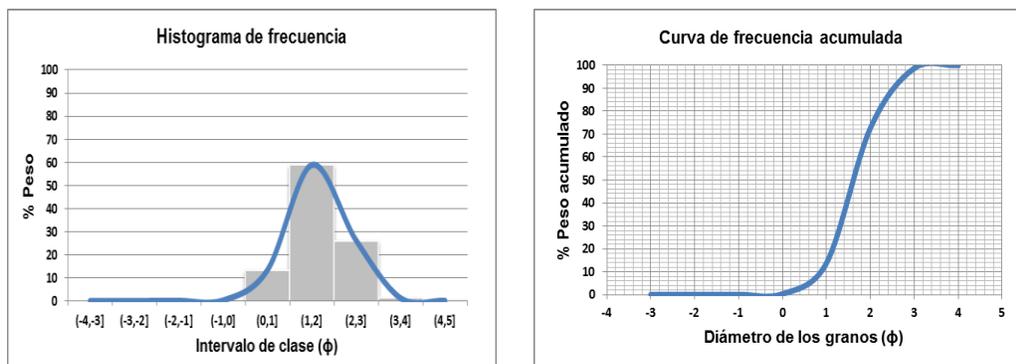
### Análisis:

Este punto está comprendido por las muestras PT8S y PT8H, tomadas en zona de playa baja y zona de batida del oleaje respectivamente. En cuanto al paisaje, pertenece a una línea o margen costero de muy baja sinuosidad, específicamente una playa amplia y está ubicado en un área intervenida por el hombre con presencia de malecones, a 263 m de un frente montañoso con pendientes suaves. Con respecto a

los análisis granulométricos efectuados, se puede observar que la muestra PT8S es unimodal, la mayor retención de sedimentos está en el intervalo [1, 2] (ver figura 20) y corresponden a arenas medias moderadamente escogidas (ver tabla 26), mientras que la PT8H es bimodal. Por ser bimodal, los parámetros granulométricos calculados (ver tabla 28) no coinciden con el gráfico, ya que dichos cálculos sólo aplican para casos unimodales, es por esto que se hará la descripción analizando la curva de frecuencia (ver figura 21), la cual indica que la mayor retención de sedimentos se encuentra en el intervalo [2, 3], lo que corresponde a arenas finas bien escogidas.

## PUNTO 9

### Muestra PT9S:



**Figura 22. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT9S**

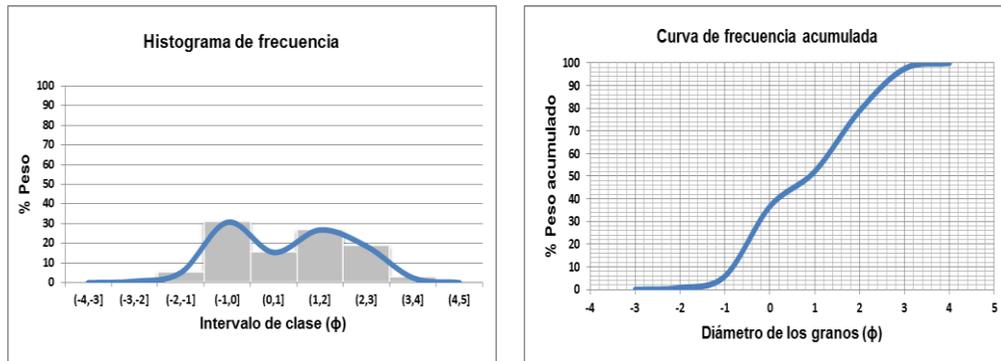
**Tabla 29. Clase modal de la muestra PT9S**

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Arena de playa	[1 , 2]	Arenas medias

**Tabla 30. Parámetros granulométricos de la muestra PT9S**

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	1,63	Arenas medias
<b>Md</b>	1,60	Arenas medias
<b><math>\sigma_1</math></b>	0,66	Moderadamente bien escogido
<b>SK1</b>	2,07	Muy asimétricas hacia tamaños finos
<b>KG</b>	1,00	Mesocúrtica

**Muestra PT9H:**



**Figura 23. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT9H**

**Tabla 31. Clase modal de la muestra PT9H. \*Significa moda estudiada**

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Arena de playa *	[-1, 0]	Arenas muy gruesas
Arena de playa	[1, 2]	Arenas medias

**Tabla 32. Parámetros granulométricos de la muestra PT9H**

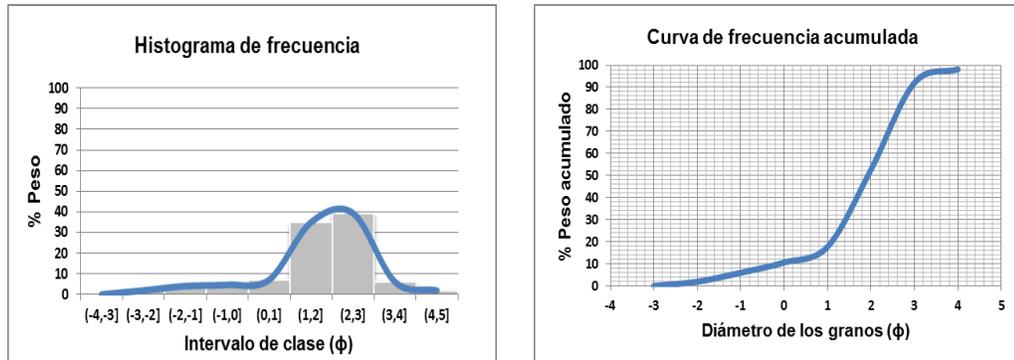
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	0,80	Arenas muy gruesas
<b>Md</b>	0,80	Arenas muy gruesas
<b><math>\sigma_1</math></b>	1,28	Mal escogido
<b>SK1</b>	1,34	Muy asimétricas hacia tamaños finos
<b>KG</b>	0,71	Platicúrtica

**Análisis:**

Este punto está comprendido por las muestras PT9S y PT9H, tomadas en zona de playa baja y zona de batida del oleaje respectivamente. En cuanto al paisaje, pertenece a una línea o margen costero de muy baja sinuosidad, específicamente una playa amplia y está ubicado en un área intervenida por el hombre con presencia de malecones, a 126 m de un frente montañoso con pendientes abruptas. Con respecto a los análisis granulométricos efectuados, se puede observar que la muestra PT9S es unimodal (ver figura 22), corresponde a arenas medias moderadamente bien escogidas, mientras que la PT9H es bimodal (ver figura 23). Por ser bimodal, los parámetros granulométricos calculados (ver tabla 32) no coinciden con el gráfico, ya que dichos cálculos sólo aplican para casos unimodales, es por esto que se hará la descripción analizando la curva de frecuencia, lo que muestra que la mayor retención de sedimentos pertenece al intervalo [-1, 0]. Lo que corresponde a arenas muy gruesas, moderadamente escogidas.

## PUNTO 10

### Muestra PT10S:



**Figura 24. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT10S**

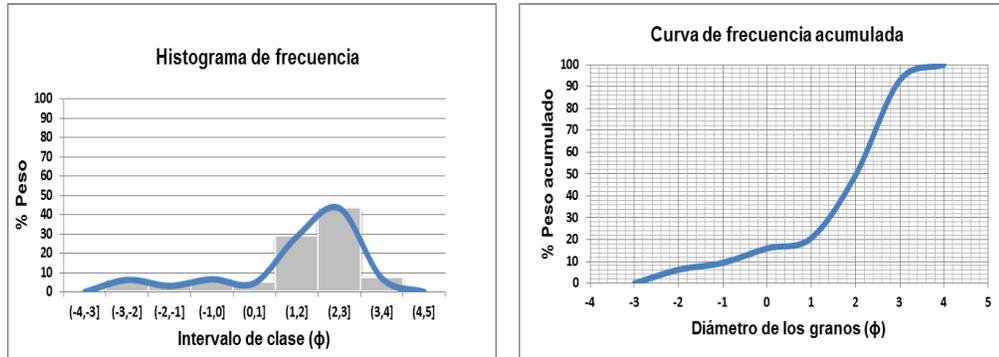
**Tabla 33. Clase modal de la muestra PT10S**

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACION
Arena de playa	[2,3]	Arenas finas

**Tabla 34. Parámetros granulométricos de la muestra PT10S**

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	1,70	Arenas finas
<b>Md</b>	1,50	Arenas finas
<b>σ1</b>	1,07	Mal escogido
<b>SK1</b>	2,66	Muy asimétrica hacia tamaños finos
<b>KG</b>	2,30	Muy leptocúrtica

**Muestra PT10H:**



**Figura 25. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT10H**

**Tabla 35. Clase modal de la muestra PT10H. \*Significa moda estudiada**

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Grava de playa	[-3,-2]	Guijarros
Arena de playa	[-1, 0]	Arenas muy gruesas
Arena de playa *	[2 , 3]	Arenas finas

**Tabla 36. Parámetros granulométricos de la muestra PT10H**

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
MZ	1,58	Arenas finas
Md	2,00	Arenas finas
$\sigma_1$	1,46	Mal escogido
SK1	1,74	Muy asimétrica hacia tamaños finos
KG	3,80	Extremadamente leptocúrtica

**Análisis:**

Este punto está comprendido por las muestras PT10S y PT10H, tomadas en zona de playa baja y zona de batida del oleaje respectivamente. En cuanto al paisaje, pertenece a una línea o margen costero de muy baja sinuosidad, específicamente una

playa estrecha y está ubicado en un área intervenida por el hombre con presencia de malecones, a 30 m de un frente montañoso con pendientes abruptas. Con respecto a los análisis granulométricos efectuados, se puede observar que la muestra PT10S es unimodal, mientras que la PT10H es polimodal (ver figuras 24 y 25). Por ser polimodal, los parámetros granulométricos calculados (ver tabla 36) no coinciden con el gráfico, ya que dichos cálculos sólo aplican para casos unimodales, es por esto que se hará la descripción analizando la curva de frecuencia (ver figura 25), lo que muestra que la mayor retención de sedimentos se encuentra en el intervalo [2, 3] que corresponde a arenas finas bien escogidas. En relación a la muestra PT10S se tiene que la mayor retención de sedimentos se encuentra en el intervalo [2, 3], lo que corresponde a arenas finas, mal escogidas y asimétricas hacia tamaños finos.

## PUNTO 11

### Muestra PT11S:

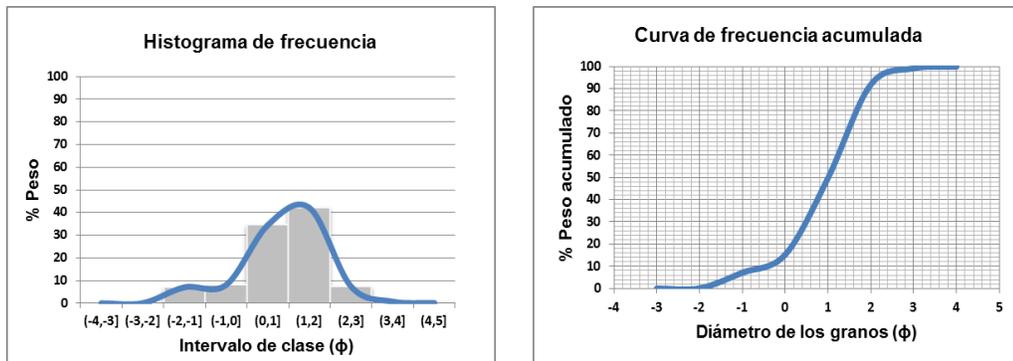


Figura 26. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT11S

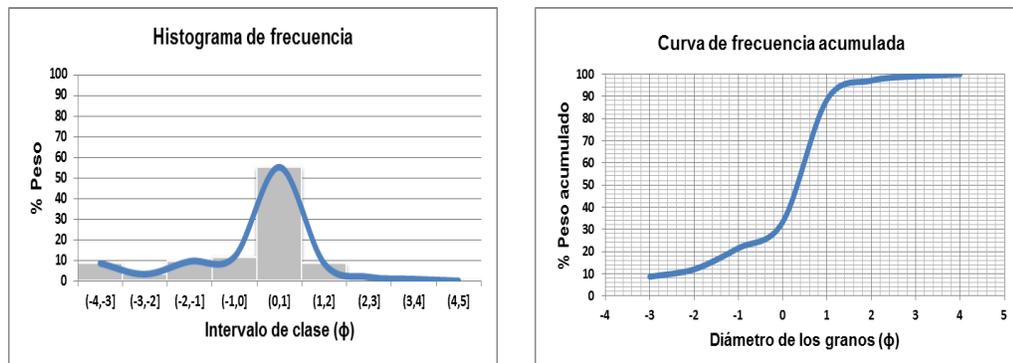
Tabla 37. Clase modal de la muestra PT11S. \*Significa moda estudiada

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Grava de playa	[-2,-1]	Gránulos
Arena de playa *	[1,2]	Arenas medias

**Tabla 38. Parámetros granulométricos de la muestra PT11S**

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	0,90	Arenas medias
<b>Md</b>	1,00	Arenas medias
<b><math>\sigma_1</math></b>	0,92	Moderadamente escogido
<b>SK1</b>	0,95	Muy asimétrica tamaños finos
<b>KG</b>	1,13	Leptocúrtica

**Muestra PT11H:**



**Figura 27. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT11H**

**Tabla 39. Clase modal de la muestra PT11H. \*Significa moda estudiada**

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Grava de playa	[-2,-1]	Gránulos
Arena de playa*	[0, 1]	Arenas gruesas

**Tabla 40. Parámetros granulométricos de la muestra PT11H**

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	-0,07	Arenas gruesas
<b>Md</b>	0,35	Arenas gruesas
<b><math>\sigma_1</math></b>	1,34	Mal escogido
<b>SK1</b>	-1,05	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos
<b>KG</b>	1,84	Muy leptocúrtica

**Análisis:**

Este punto está comprendido por las muestras PT11S y PT11H, tomadas en zona de playa baja y zona de batida del oleaje respectivamente. En cuanto al paisaje, pertenece a un margen costero de muy baja sinuosidad o rectilíneo, específicamente una playa amplia a 41 m de un frente montañoso con pendientes abruptas, aproximadamente de 45°. Con respecto a los análisis granulométricos efectuados, se puede observar que las muestras son bimodales (ver figuras 26 y 27), es por esto que los parámetros granulométricos calculados (ver tablas 38 y 40) no coinciden con el gráfico, ya que dichos cálculos sólo aplican para casos unimodales, por lo cual se hará la descripción analizando las curvas de frecuencia, lo que muestra que la mayor retención de sedimentos en la muestra PT11S se encuentra en el intervalo [1, 2], que corresponde a arenas medias moderadamente escogidas. En relación a la muestra PT11H se tiene que la mayor retención de sedimentos se encuentra en el intervalo [0, 1], lo que corresponde a arenas gruesas, bien escogidas.

## PUNTO 12

### Muestra PT12S:

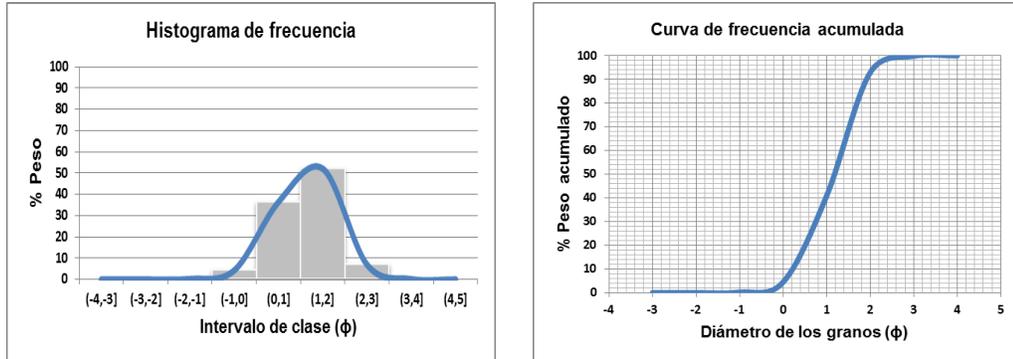


Figura 28. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT12S

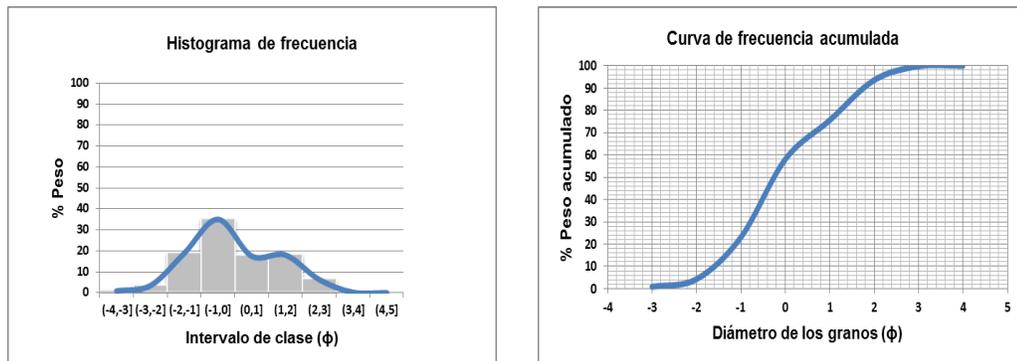
Tabla 41. Clase modal de la muestra PT12S

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACION
Arena de playa	[1, 2]	Arenas medias

Tabla 42. Parámetros granulométricos de la muestra PT12S

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	1,13	Arenas medias
<b>Md</b>	1,20	Arenas medias
<b><math>\sigma_1</math></b>	0,67	Moderadamente bien escogido
<b>SK1</b>	1,27	Muy asimétrica hacia tamaños finos
<b>KG</b>	0,86	Platicúrtica

**Muestra PT12H:**



**Figura 29. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT12H**

**Tabla 43. Clase modal de la muestra PT12H. \*Significa moda estudiada**

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Arena de playa *	[-1, 0]	Arenas muy gruesas
Arena de playa	[1, 2]	Arenas medias

**Tabla 44. Parámetros granulométricos de la muestra PT12H**

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	-0,02	Arenas muy gruesas
<b>Md</b>	-0,25	Arenas muy gruesas
<b><math>\sigma_1</math></b>	1,26	Mal escogido
<b>SK1</b>	0,38	Asimétrica hacia tamaños finos
<b>KG</b>	0,89	Platicúrtica

**Análisis:**

Este punto está comprendido por las muestras PT12S y PT12H, tomadas en zona de playa baja y zona de batida del oleaje respectivamente. En cuanto al paisaje, pertenece a un farallón a 10 m de un frente montañoso con pendientes muy abruptas. Con respecto a los análisis granulométricos efectuados, se puede observar que la muestra PT12S es unimodal, mientras que la PT12H es bimodal (ver figuras 28 y 29).

Por ser bimodal, los parámetros granulométricos calculados (ver tabla 44) no coinciden con el gráfico, ya que dichos cálculos sólo aplican para casos unimodales, es por esto que se hará la descripción analizando la curva de frecuencia (ver figura 29), lo que muestra que la mayor retención de sedimentos se encuentra en el intervalo [-1, 0] que corresponde a arenas muy gruesas bien escogidas. En relación a la muestra PT12S se tiene que la mayor retención de sedimentos se encuentra en el intervalo [1, 2], lo que corresponde a arenas medias, bien escogidas.

### PUNTO 13

#### Muestra PT13H:

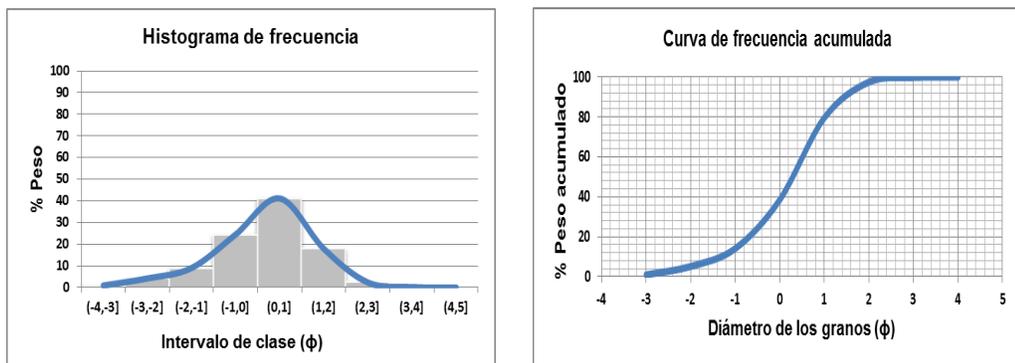


Figura 30. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT13H

Tabla 45. Clase modal de la muestra PT13H

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Arena de playa	[0, 1]	Arenas gruesas

**Tabla 46. Parámetros granulométricos de la muestra PT13H**

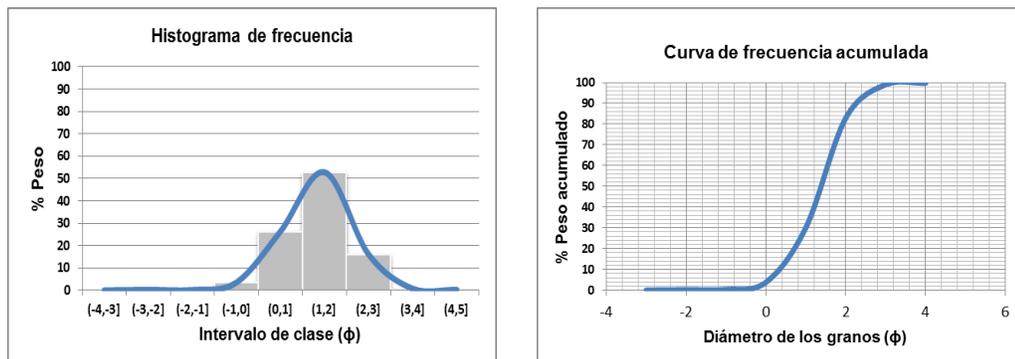
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	0,19	Arenas gruesas
<b>Md</b>	0,30	Arenas gruesas
<b><math>\sigma 1</math></b>	1,08	Mal escogido
<b>SK1</b>	0,03	Casi asimétrica
<b>KG</b>	1,12	Leptocúrtica

**Análisis:**

Este punto está comprendido por la muestra PT13H, tomada en zona de batida del oleaje. En cuanto al paisaje, pertenece a un farallón a 20 m de un frente montañoso con pendientes muy abruptas. Con respecto a los análisis granulométricos efectuados, se puede observar que existe una clase unimodal (ver figura 30), donde la mayor retención de material se encuentra en el intervalo [0, 1], lo que corresponde a arenas gruesas mal escogidas (ver tabla 46).

**PUNTO 14**

**Muestra PT14S:**



**Figura 31. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT14S**

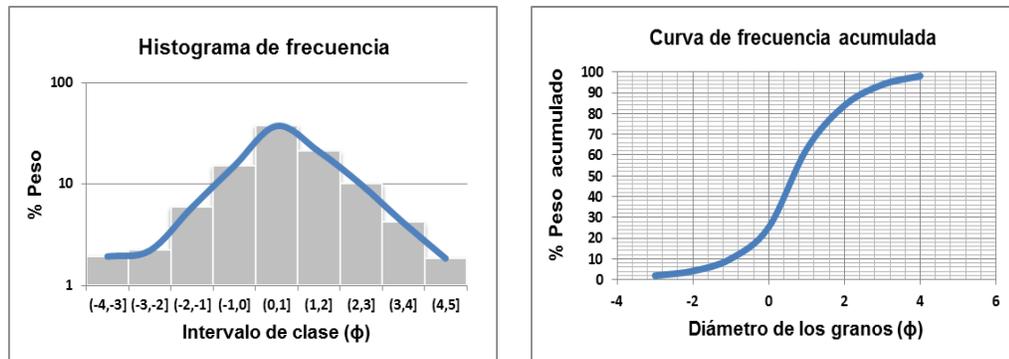
**Tabla 47. Clase modal de la muestra PT14S**

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Arena de playa	[1,2]	Arenas medias

**Tabla 48. Parámetros granulométricos de la muestra PT14S**

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	1,33	Arenas medias
<b>Md</b>	1,40	Arenas medias
<b><math>\sigma_1</math></b>	0,73	Moderadamente escogido
<b>SK1</b>	1,54	Muy asimétrica hacia tamaños finos
<b>KG</b>	1,07	Mesocúrtica

**Muestra PT14H:**



**Figura 32. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT14H**

**Tabla 49. Clase modal de la muestra PT14H**

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Arena de playa	[0,1]	Arenas gruesas

**Tabla 50. Parámetros granulométricos de la muestra PT14H**

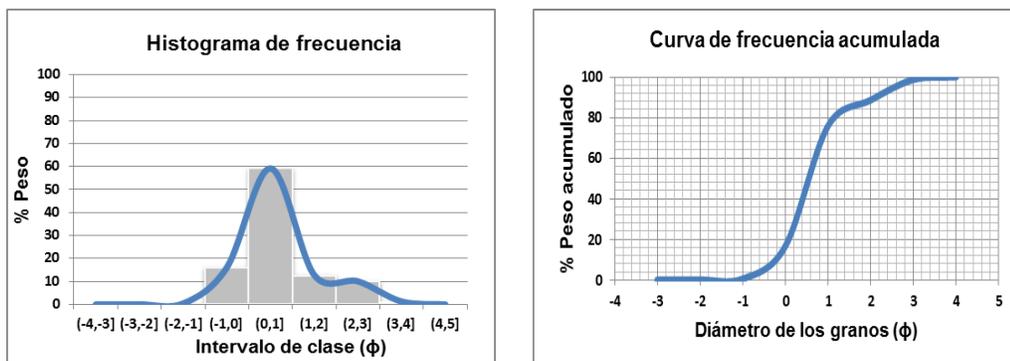
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	0,78	Arenas gruesas
<b>Md</b>	0,65	Arenas gruesas
<b><math>\sigma_1</math></b>	1,32	Mal escogido
<b>SK1</b>	1,45	Muy asimétrica hacia tamaños finos
<b>KG</b>	1,35	Leptocúrtica

**Análisis:**

Este punto está comprendido por las muestras PT14S y PT14H, tomadas en zona de playa baja y zona de batida del oleaje respectivamente. En cuanto al paisaje, pertenece a una línea o margen costero de muy baja sinuosidad, específicamente una playa estrecha, a 276 m de un frente montañoso con pendientes abruptas. Con respecto a los análisis granulométricos efectuados, se puede observar que ambas muestras son unimodales (ver figuras 31 y 32) con clasificación de arenas medias a gruesas. En esta zona, el escogimiento varía de moderadamente escogido en la zona de playa baja (ver tabla 48) a mal escogido en la zona de batida (ver tabla 50).

**PUNTO 15**

**Muestra PT15S:**



**Figura 33. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT15S**

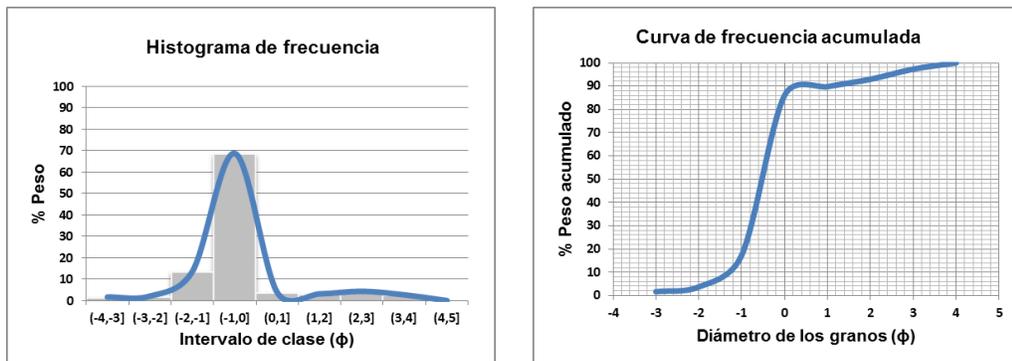
**Tabla 51. Clase modal de la muestra PT15S**

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Arena de playa *	[0,1]	Arenas gruesas

**Tabla 52. Parámetros granulométricos de la muestra PT15S**

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
MZ	0,67	Arenas gruesas
Md	0,60	Arenas gruesas
$\sigma_1$	0,77	Mal escogido
SK1	1,11	Muy asimétrica hacia tamaños finos
KG	1,43	Leptocúrtica

**Muestra PT15H:**



**Figura 34. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT15H**

**Tabla 53. Clase modal de la muestra PT15H**

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Arena de playa	[-1,0]	Arenas muy gruesas

**Tabla 54. Parámetros granulométricos de la muestra PT15H**

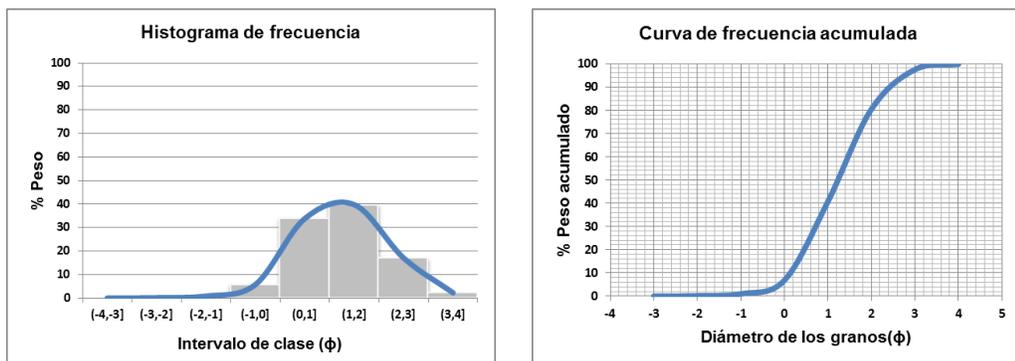
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	-0,53	Arenas muy gruesas
<b>Md</b>	-0,50	Arenas muy gruesas
<b><math>\sigma_1</math></b>	0,80	Moderadamente escogido
<b>SK1</b>	-0,33	Muy asimétrica hacia tamaños gruesos
<b>KG</b>	2,60	Muy leptocúrtica

**Análisis:**

Este punto está comprendido por las muestras PT15S y PT15H, tomadas en zona de playa baja y zona de batida del oleaje respectivamente. En cuanto al paisaje, pertenece a una línea o margen costero de muy baja sinuosidad, específicamente una playa estrecha, a 865 m de un frente montañoso con pendientes de aproximadamente 45°. Con respecto a los análisis granulométricos efectuados, se puede observar que ambas muestras son unimodales (ver figura 33 y 34) con clasificación de arenas gruesas a muy gruesas. En esta zona, el escogimiento varía de mal escogido en la zona de playa baja (ver tabla 52) a moderadamente escogido en la zona de batida (ver tabla 54).

**PUNTO 16**

**Muestra PT16S:**



**Figura 35. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT16S**

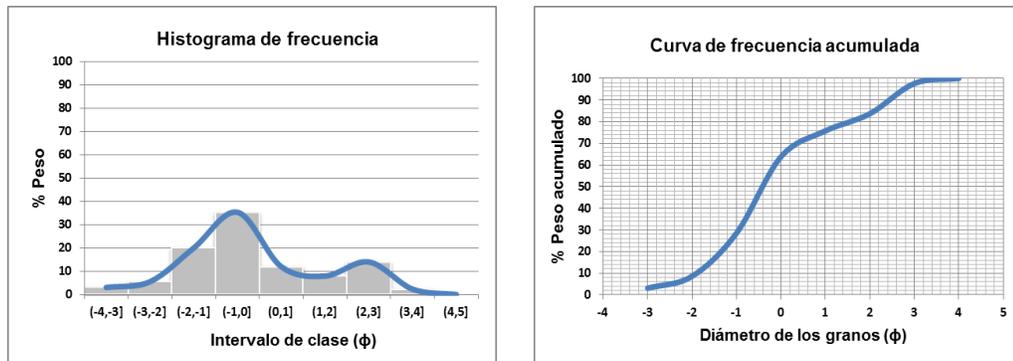
**Tabla 55. Clase modal de la muestra PT16S**

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACIÓN
Arena de playa	[1,2]	Arenas medias

**Tabla 56. Parámetros granulométricos de la muestra PT16S**

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	1,18	Arenas medias
<b>Md</b>	1,20	Arenas medias
<b><math>\sigma_1</math></b>	0,88	Moderadamente escogido
<b>SK1</b>	1,74	Muy asimétrica hacia tamaños finos
<b>KG</b>	0,95	Mesocúrtica

**Muestra PT16H:**



**Figura 36. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT16H**

**Tabla 57. Clase modal de la muestra PT16H. \*Significa moda estudiada**

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACION
Arena de playa *	[-1,0]	Arenas muy gruesas
Arena de playa	[2,3]	Arenas finas

**Tabla 58. Parámetros granulométricos de la muestra PT16H**

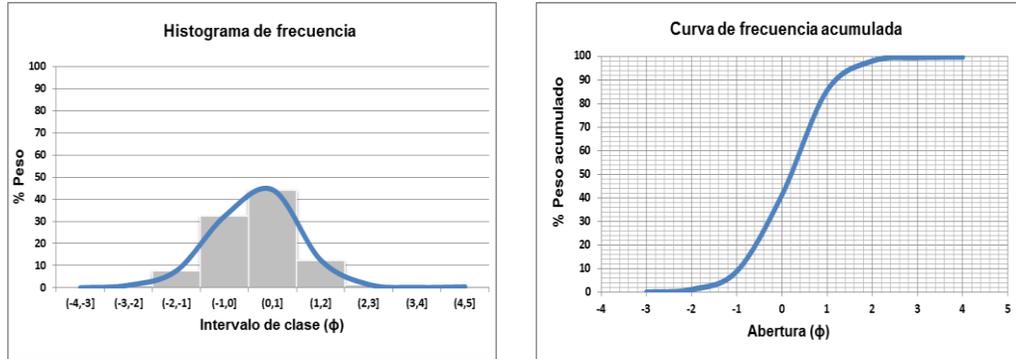
PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	0,03	Arenas muy gruesas
<b>Md</b>	-0,40	Arenas muy gruesas
<b><math>\sigma_1</math></b>	1,62	Mal escogido
<b>SK1</b>	0,75	Muy asimétrica hacia tamaños finos
<b>KG</b>	0,87	Platicúrtica

**Análisis:**

Este punto está comprendido por las muestras PT16S y PT16H, tomadas en zona de playa baja y zona de batida del oleaje respectivamente. En cuanto al paisaje, pertenece a un margen costero de muy baja sinuosidad, específicamente una playa estrecha, a 592 m de un frente montañoso con pendientes abruptas. Con respecto a los análisis granulométricos efectuados, se puede observar que la muestra PT16S es unimodal, mientras que la PT16H es bimodal (ver figuras 35 y 36). Por ser bimodal, los parámetros granulométricos calculados (ver tabla 58) no coinciden con el gráfico, ya que dichos cálculos sólo aplican para casos unimodales, es por esto que se hará la descripción analizando la curva de frecuencia, lo que muestra que la mayor retención de sedimentos se encuentra en el intervalo [-1, 0] que corresponde a arenas muy gruesas bien escogidas. En relación a la muestra PT16S se tiene que la mayor retención de sedimentos se encuentra en el intervalo [1, 2], lo que corresponde a arenas medias, moderadamente escogidas.

## PUNTO 17

### Muestra PT17S:



**Figura 37. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT17S**

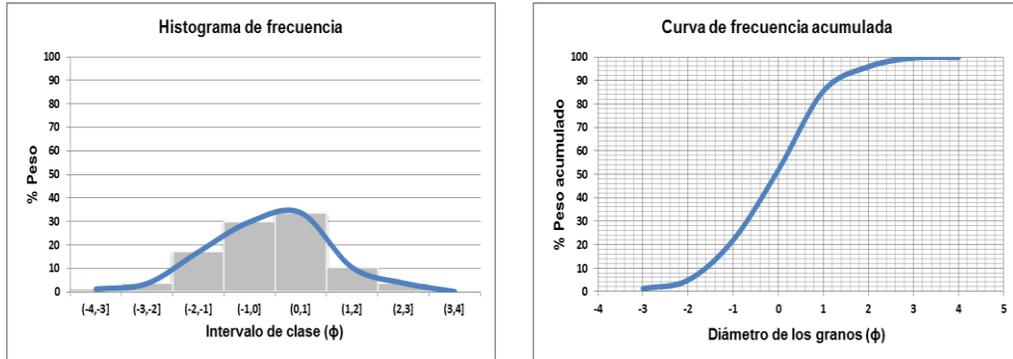
**Tabla 59. Clase modal de la muestra PT17S**

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACION
Arena de playa *	[0,1]	Arenas gruesas

**Tabla 60. Parámetros granulométricos de la muestra PT17S**

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	0,14	Arenas gruesas
<b>Md</b>	0,20	Arenas gruesas
<b>σ1</b>	0,78	Moderadamente escogido
<b>SK1</b>	0,06	Muy asimétrica hacia tamaños finos
<b>KG</b>	1,03	Mesocúrtica

**Muestra PT17H:**



**Figura 38. Distribución granulométrica y curva acumulativa de la muestra PT17H**

**Tabla 61. Clase modal de la muestra PT17H**

SEDIMENTO ESTUDIADO	CLASE MODAL	CLASIFICACION
Arena de playa *	[0,1]	Arenas gruesas

**Tabla 62. Parámetros granulométricos de la muestra PT17H**

PARÁMETRO GRANULOMÉTRICO	VALOR OBTENIDO	SIGNIFICADO
<b>MZ</b>	-0,15	Arenas gruesas
<b>Md</b>	-0,10	Arenas gruesas
<b><math>\sigma_1</math></b>	1,05	Mal escogido
<b>SK1</b>	-0,32	Muy asimétrica hacia tamaños finos
<b>KG</b>	1,04	Mesocúrtica

**Análisis:**

Este punto está comprendido por las muestras PT17S y PT17H, tomadas en zona de playa baja y zona de batida del oleaje respectivamente. En cuanto al paisaje, pertenece a una línea o margen costero de muy baja sinuosidad, específicamente una playa amplia, a 897 m de un frente montañoso con pendientes abruptas. Con respecto

a los análisis granulométricos efectuados, se puede observar que ambas muestras son unimodales (ver figuras 37 y 38), la mayor retención de sedimentos se encuentra en los intervalos [0, 1] correspondiente a arenas gruesas. En esta zona, el escogimiento varía de moderadamente escogido en la zona de playa baja (ver tabla 60) a mal escogido en la zona de batida (ver tabla 62).

## 5.2 ANÁLISIS MORFOLÓGICO

A continuación se describen en sentido este a oeste (Naiquatá – Caraballeda), los resultados obtenidos del estudio morfológico de cada muestra, como lo son: forma, esfericidad y redondez. Cabe destacar que para este estudio se tomó en consideración el tamaño de grano más representativo, es decir, la clase modal con mayor retención de sedimentos, exceptuando las muestras cuya moda era superior o igual al intervalo [1, 2], ya que el tamaño de grano es muy fino, lo que dificulta la observación de los parámetros morfológicos, por lo cual se procedió a estudiar el intervalo anterior a este, es decir [0, 1].

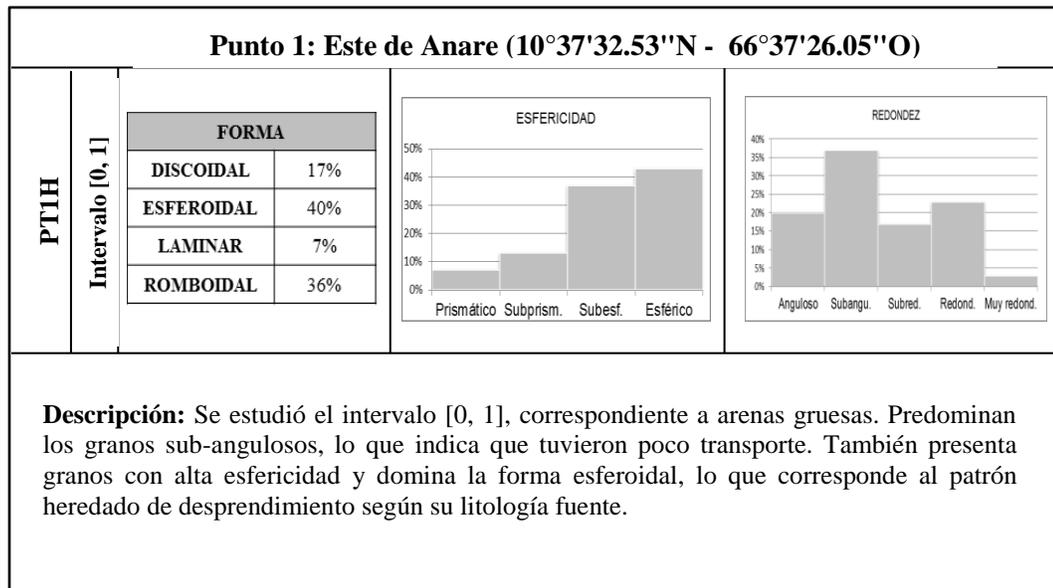
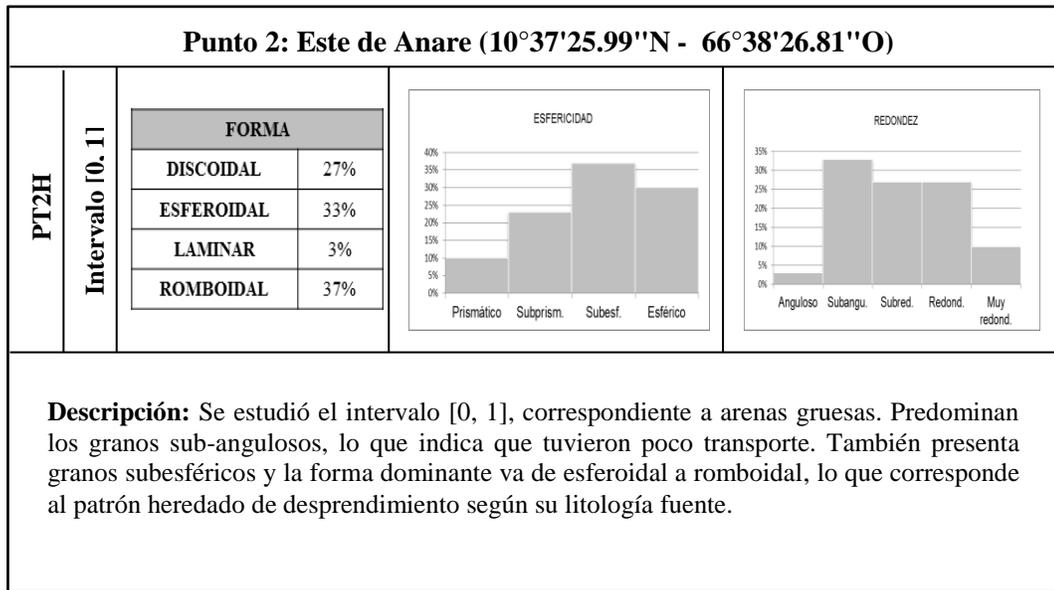
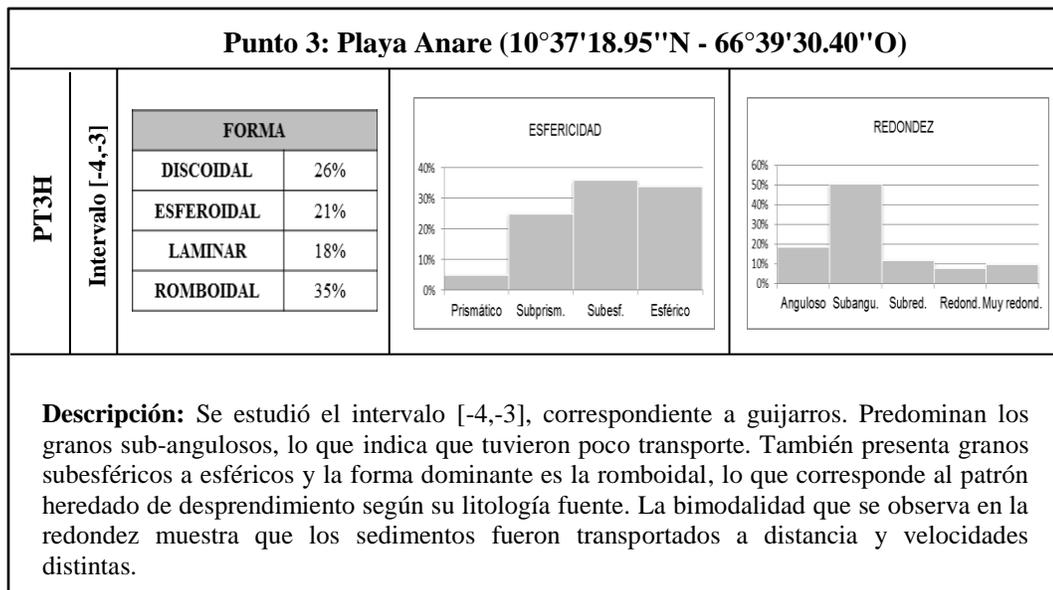


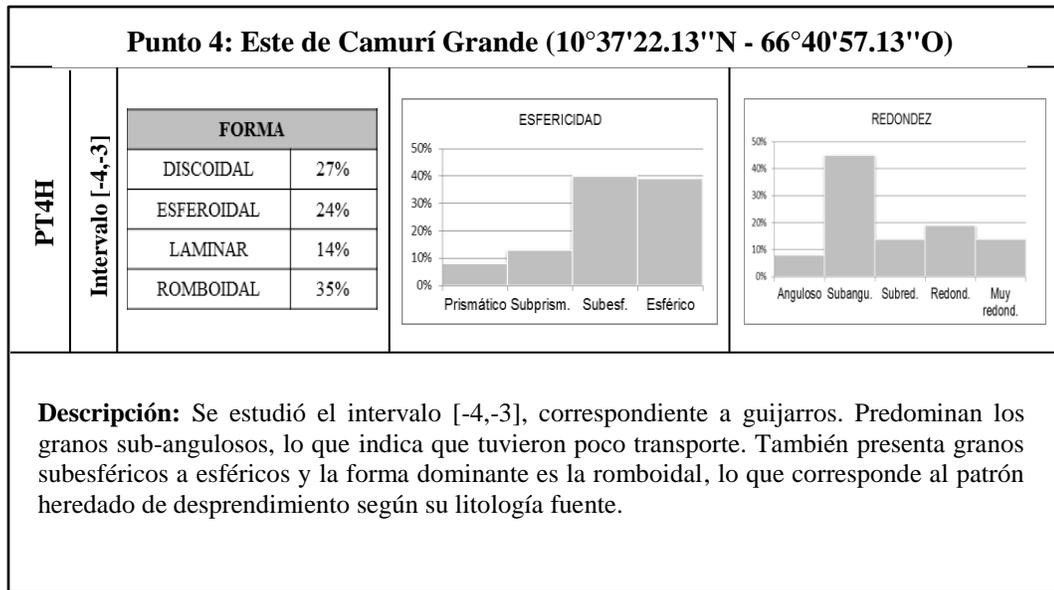
Figura 39. Resumen de datos morfológicos de la muestra PT1H



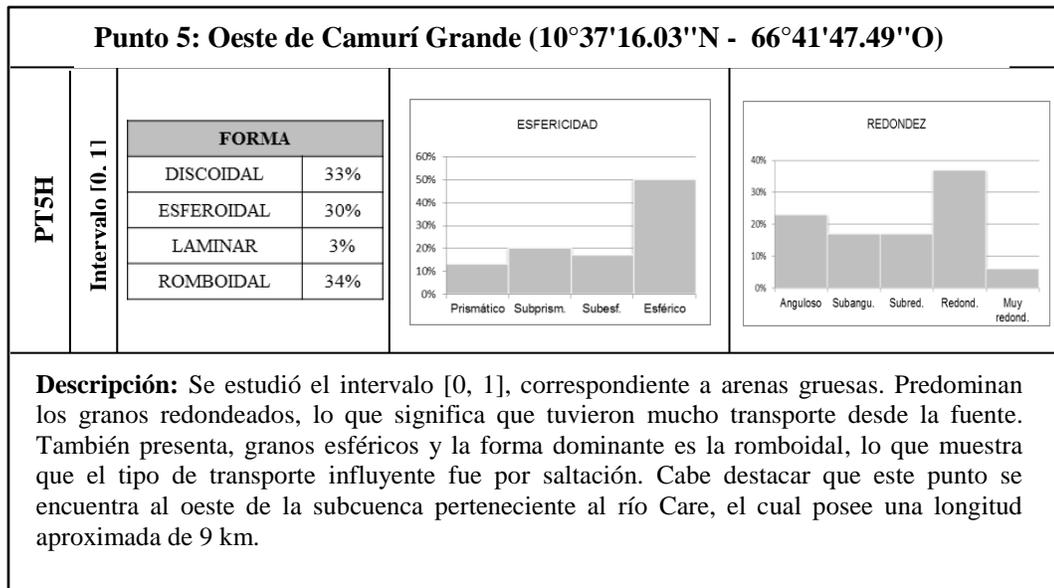
**Figura 40. Resumen de datos morfológicos de la muestra PT2H**



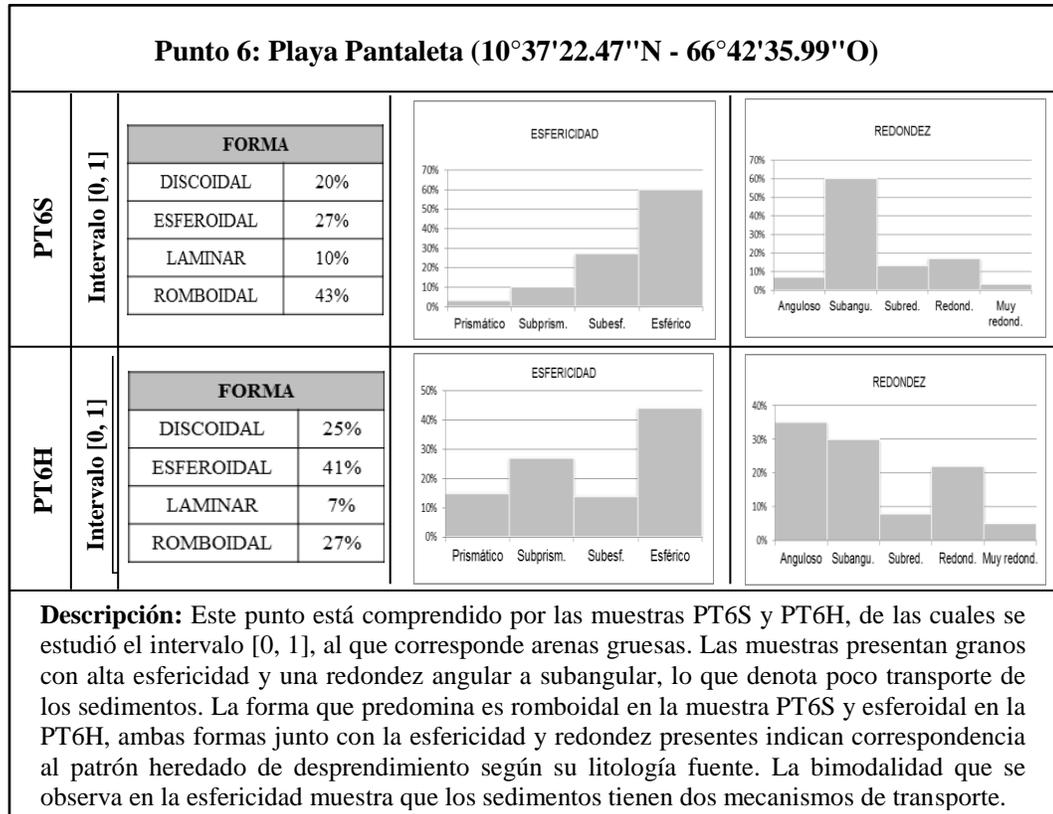
**Figura 41. Resumen de datos morfológicos de la muestra PT3H**



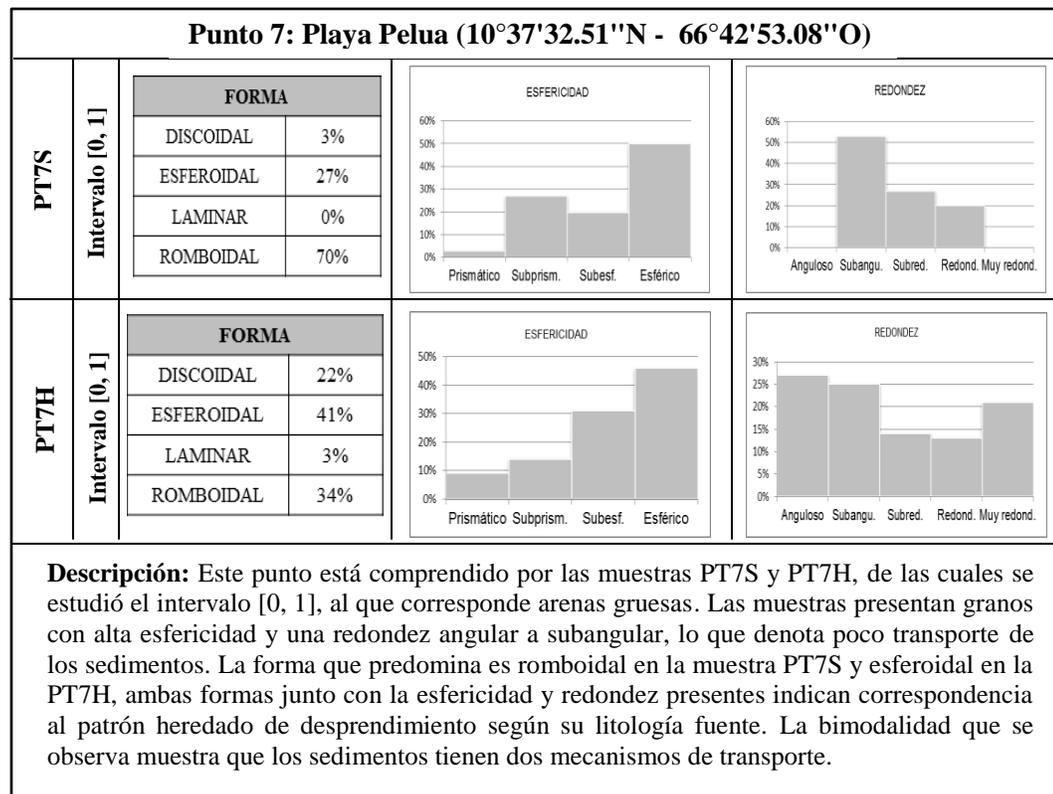
**Figura 42. Resumen de datos morfológicos de la muestra PT4H**



**Figura 43. Resumen de datos morfológicos de la muestra PT5H**



**Figura 44. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT6S y PT6H**



**Figura 45. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT7S y PT7H**

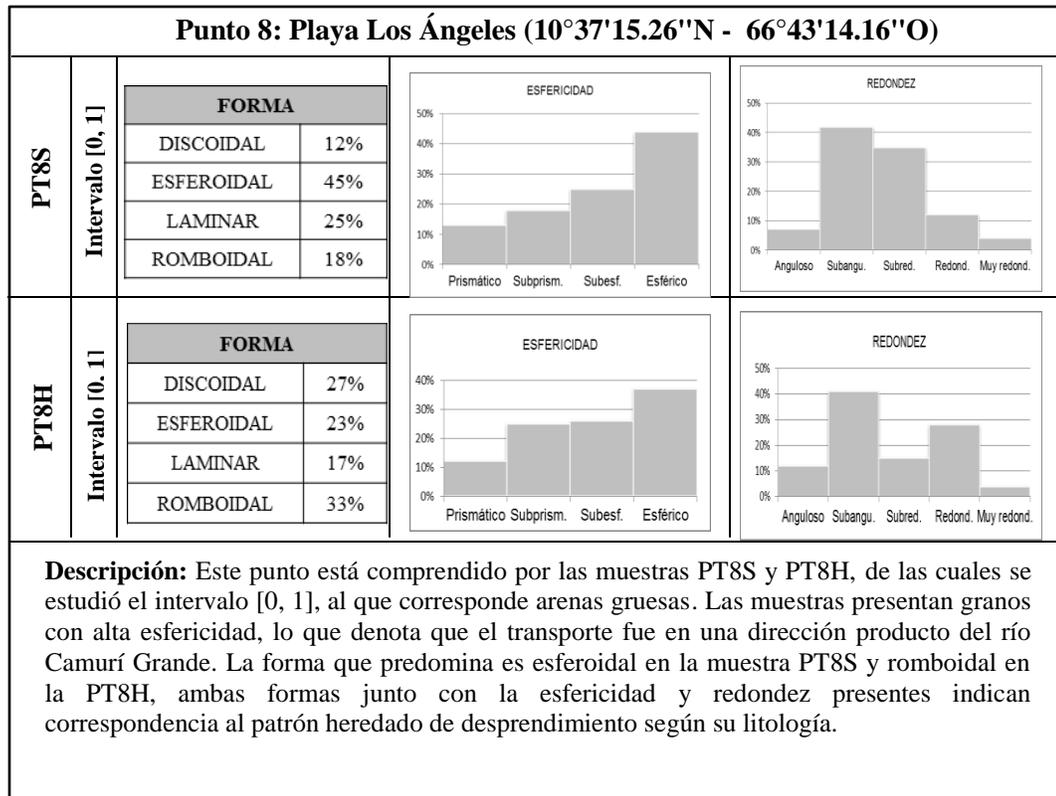


Figura 46. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT8S y PT8H

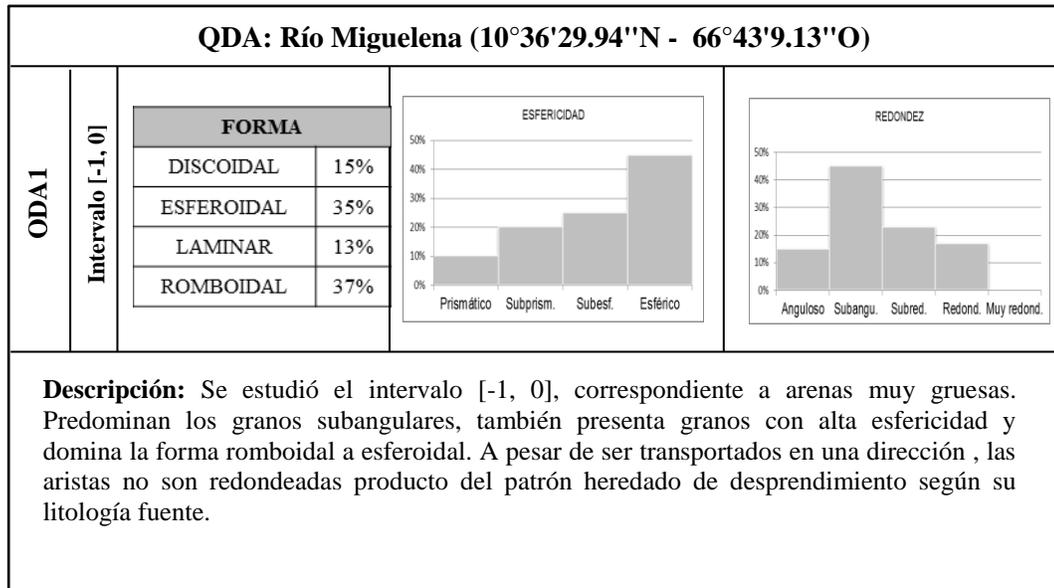
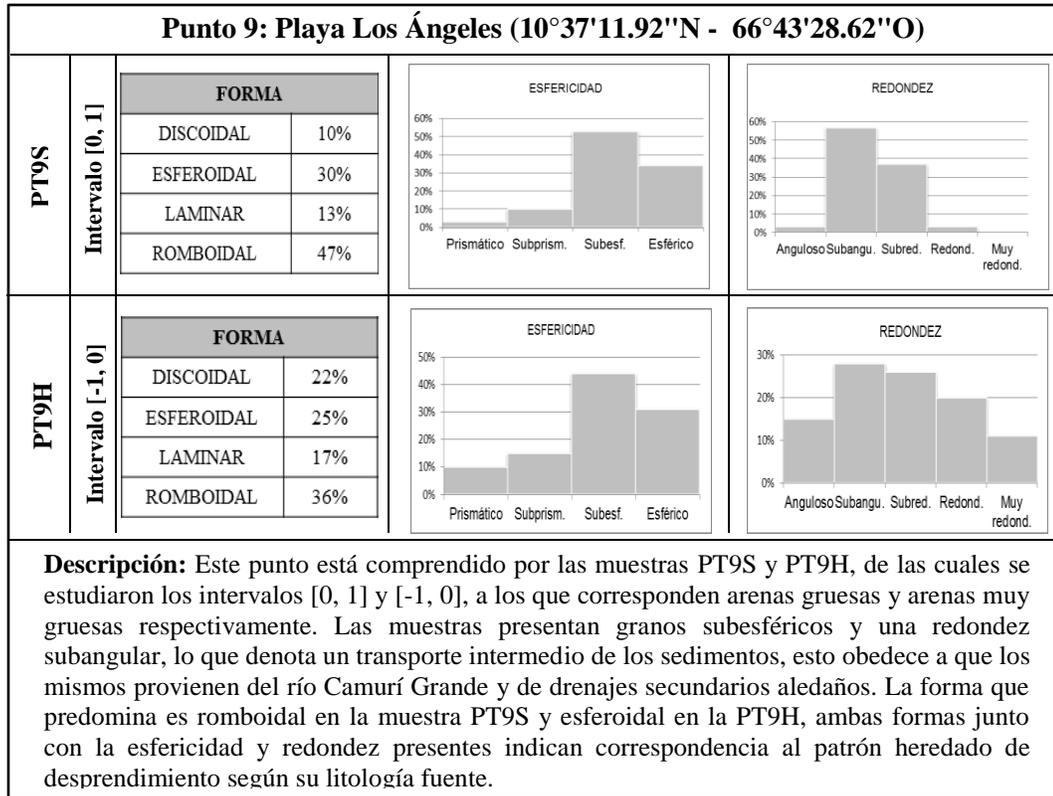
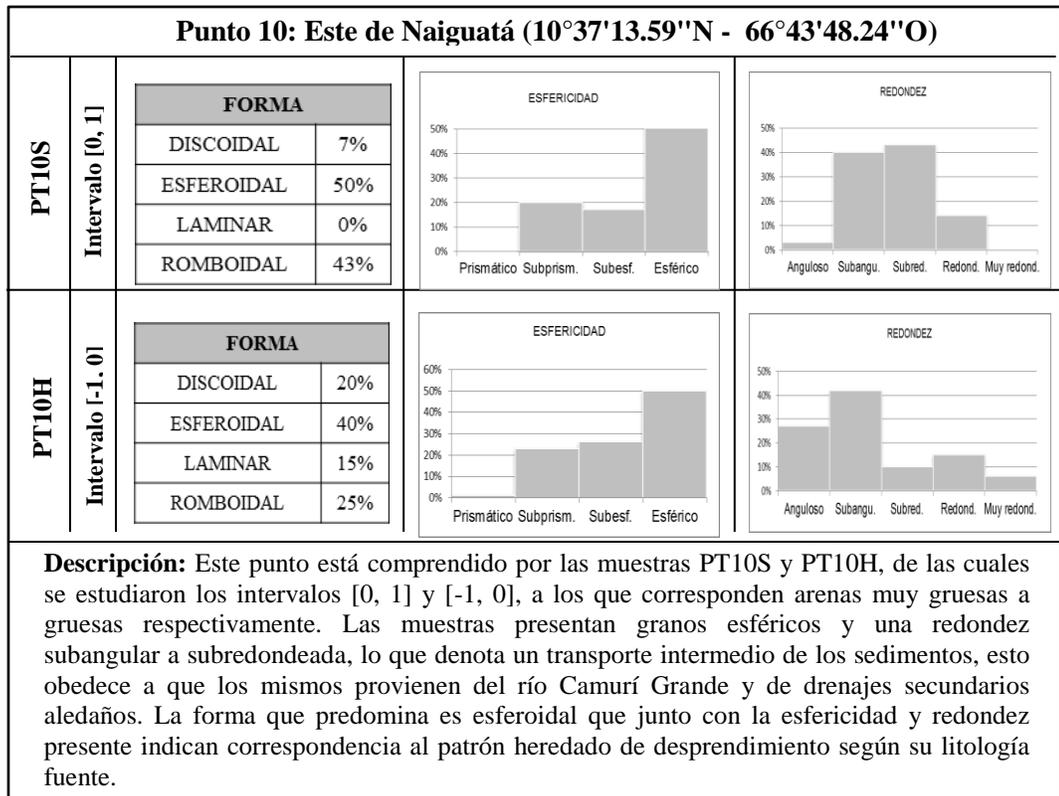


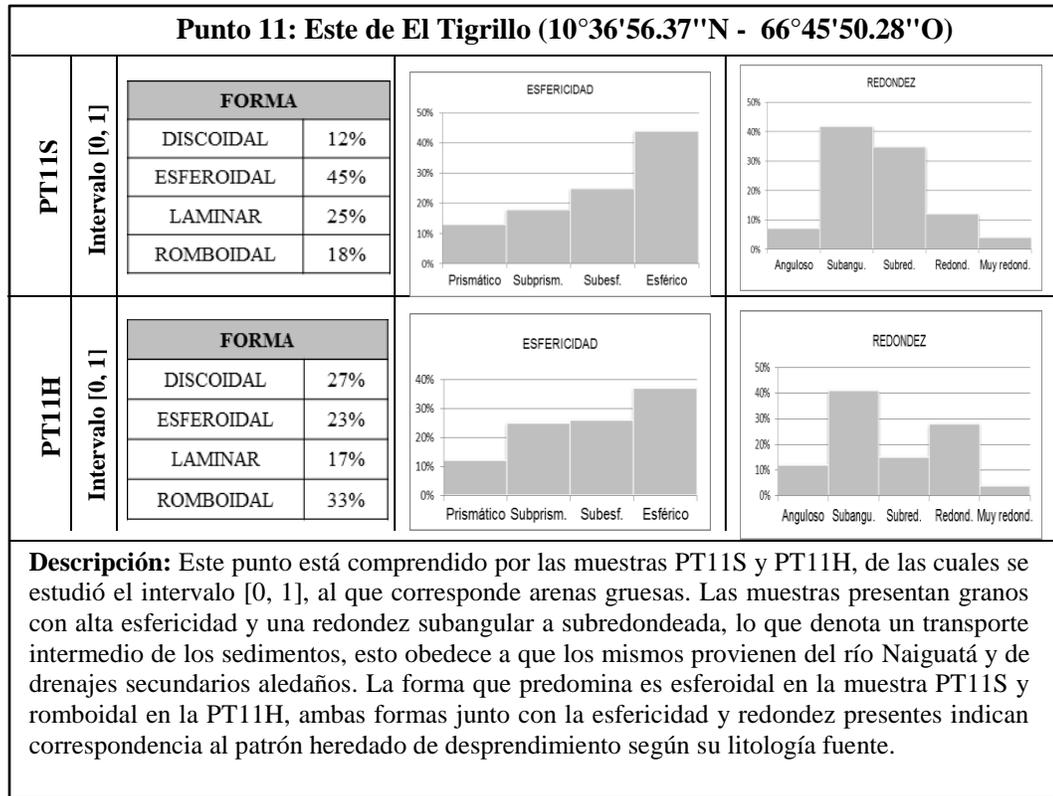
Figura 47. Resumen de datos morfológicos de la muestra QDA



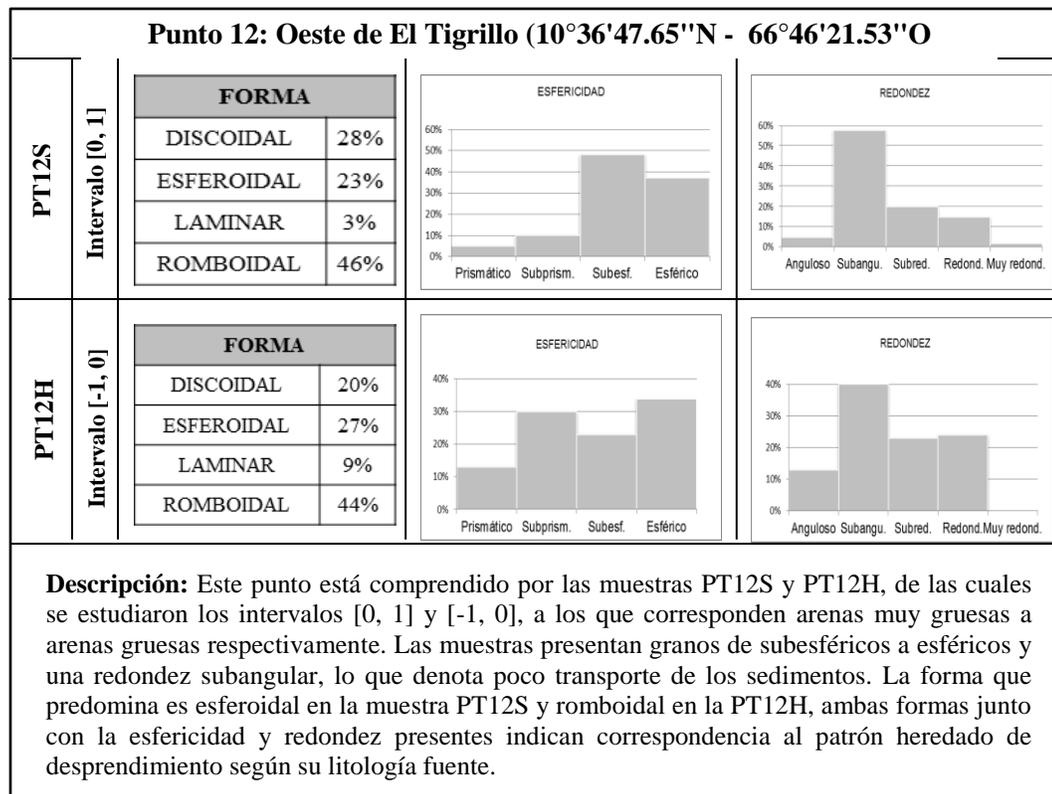
**Figura 48. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT9S y PT9H**



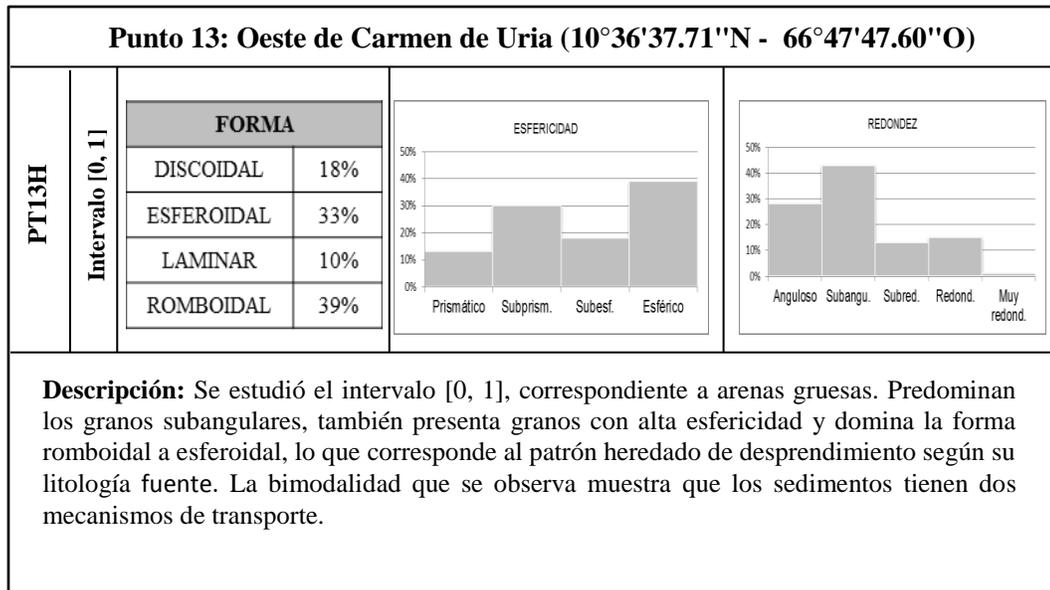
**Figura 49. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT10S y PT10H**



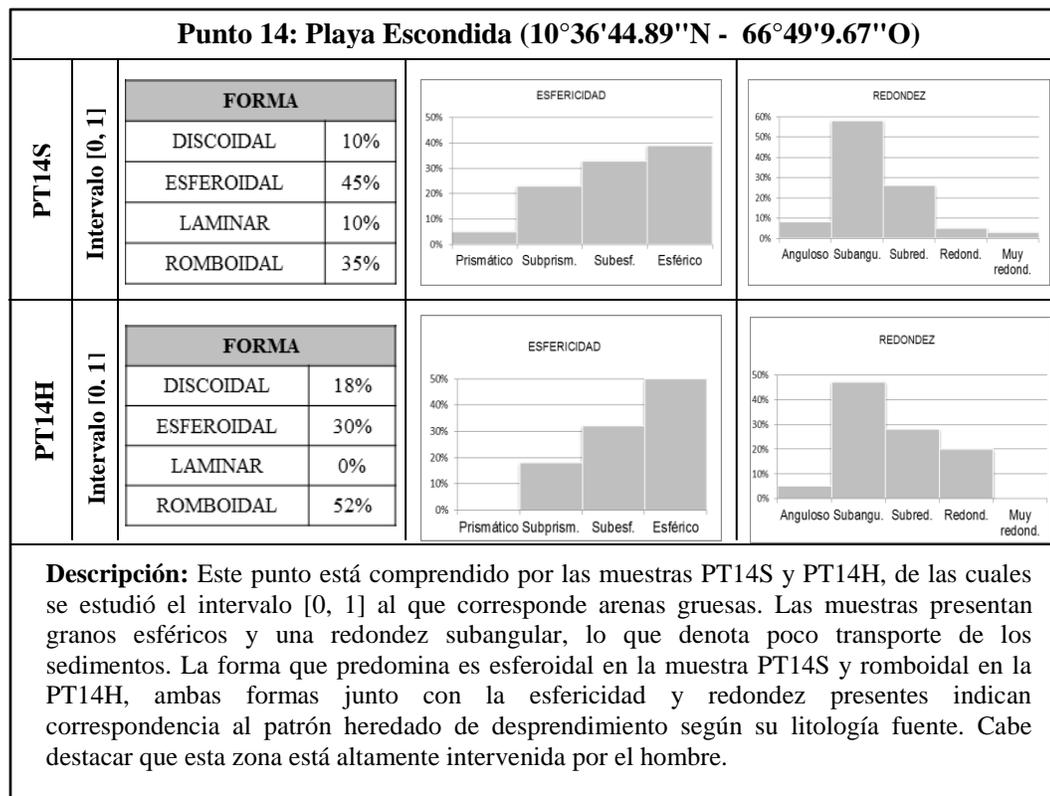
**Figura 50. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT11S y PT11H**



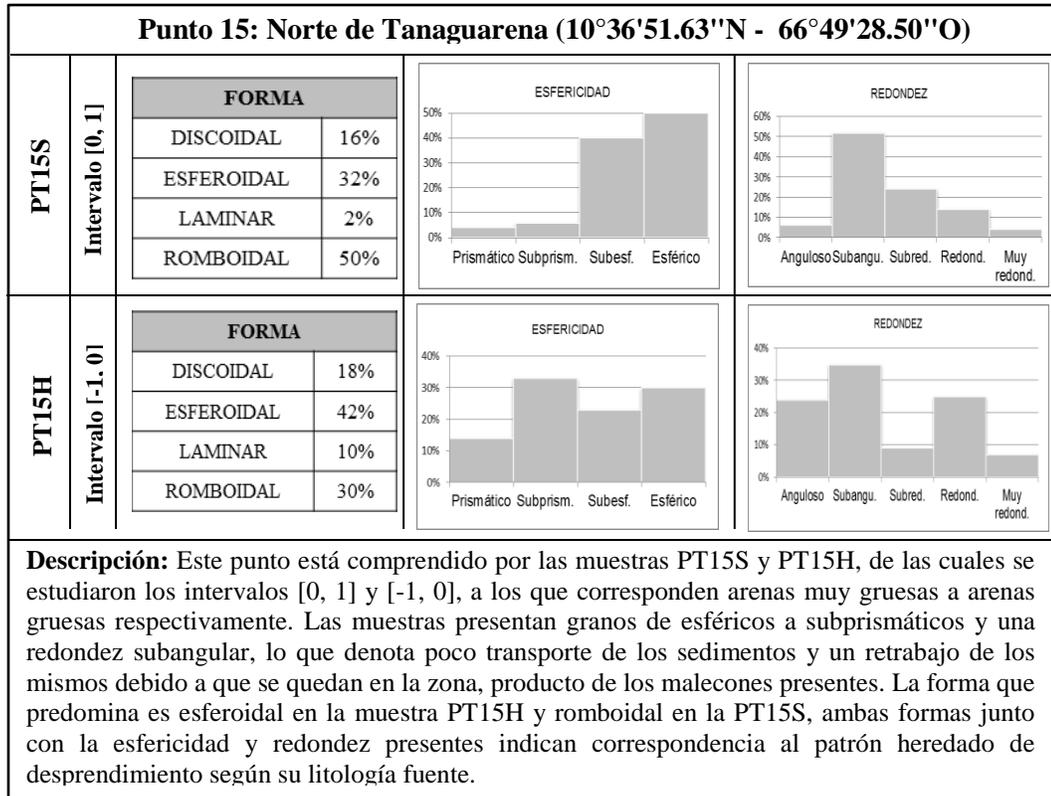
**Figura 51. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT12S y PT12H**



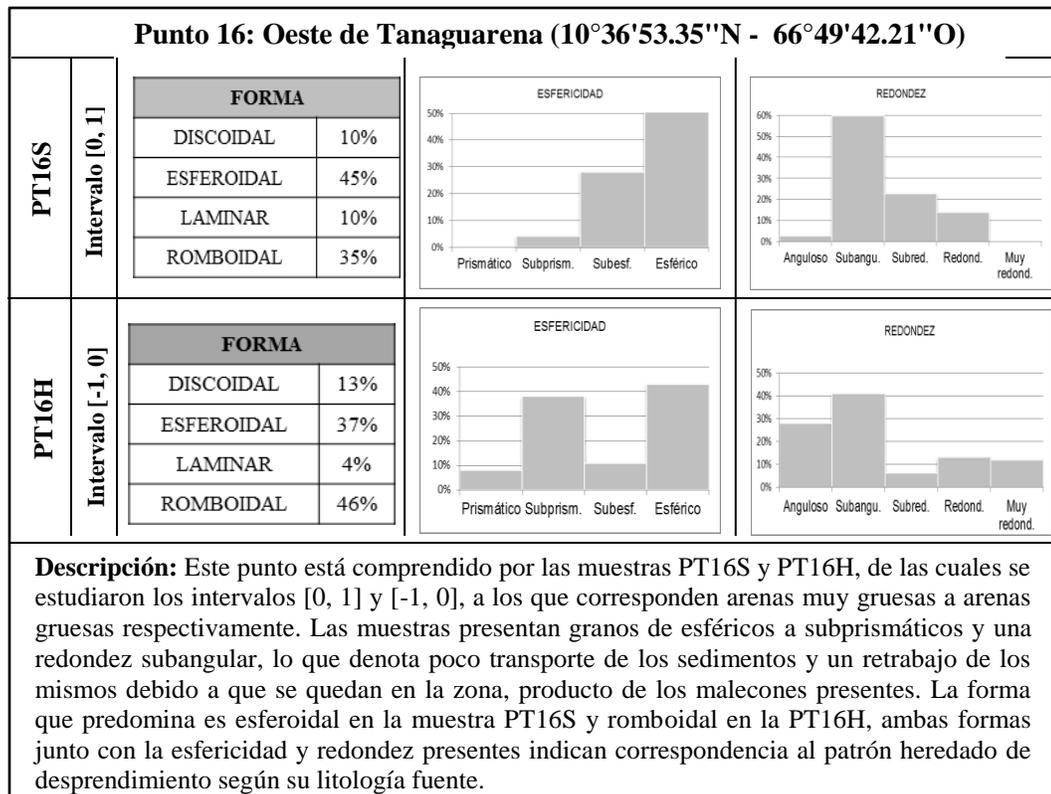
**Figura 52. Resumen de datos morfológicos de la muestra PT13H**



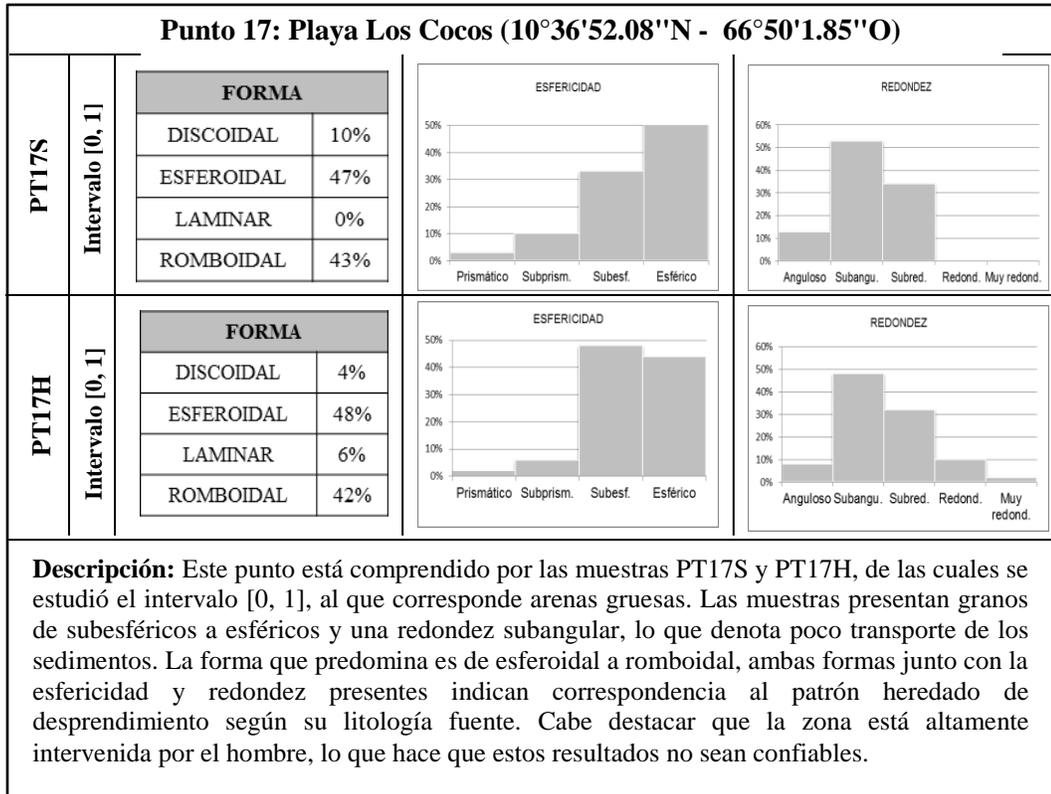
**Figura 53. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT14S y PT14H**



**Figura 54. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT15S y PT15H**



**Figura 55. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT16S y PT16H**



**Figura 56. Resumen de datos morfológicos de las muestras PT17S y PT17H**

### 5.3 ANÁLISIS MINERALÓGICO

A continuación se describen en sentido este a oeste (Naiguatá – Caraballeda), los resultados obtenidos del estudio mineralógico de cada punto, en los cuales se analizará de manera general las muestras que corresponden a los mismos. Cabe destacar que para este estudio se tomó en consideración el tamaño de grano más representativo, es decir, la clase modal con mayor retención de sedimentos. Los resultados se expresan en diagramas circulares y una fotografía de cada muestra analizada.

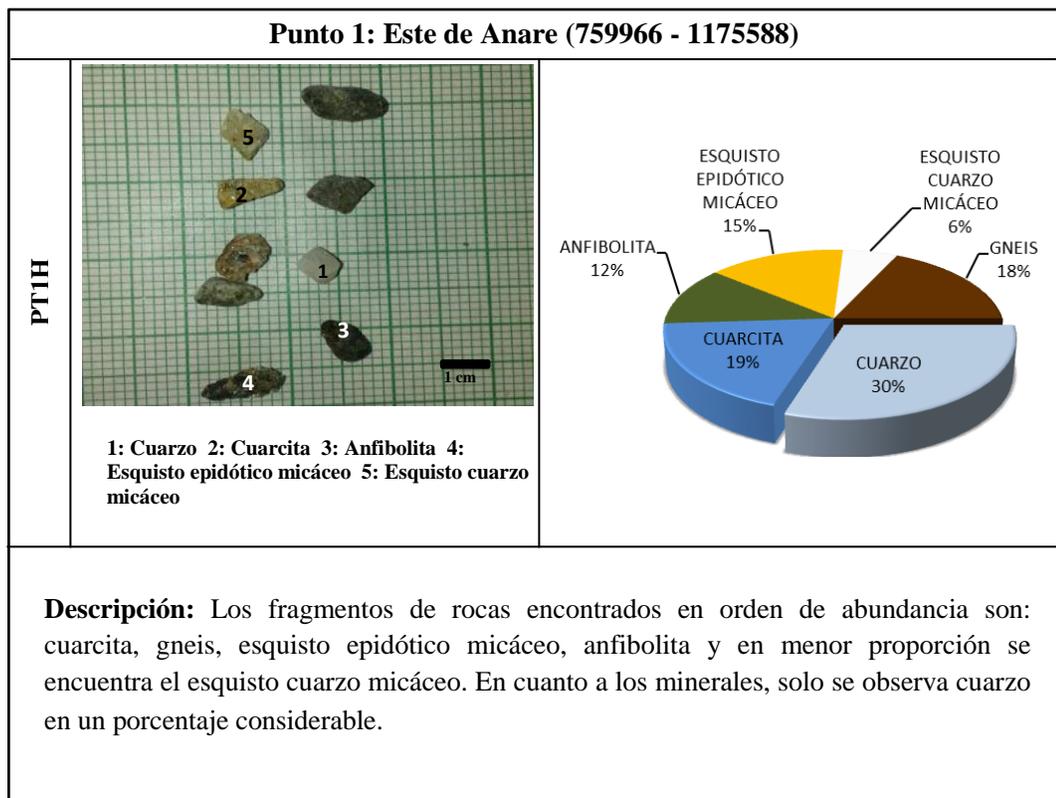
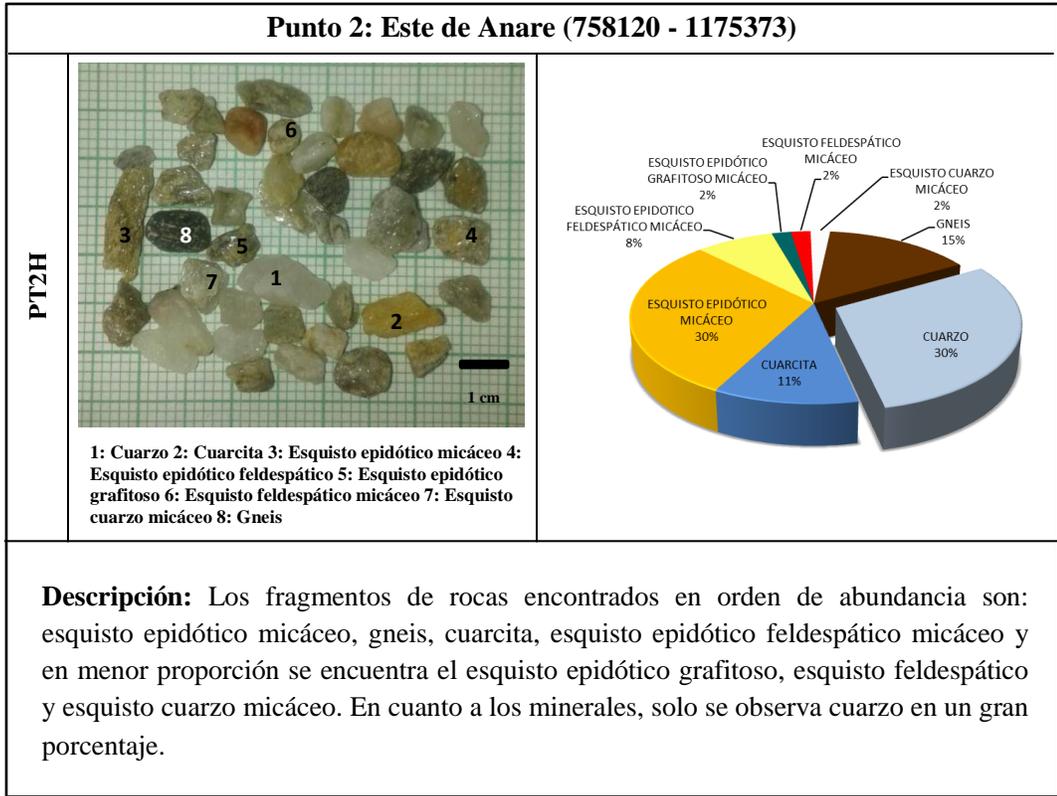
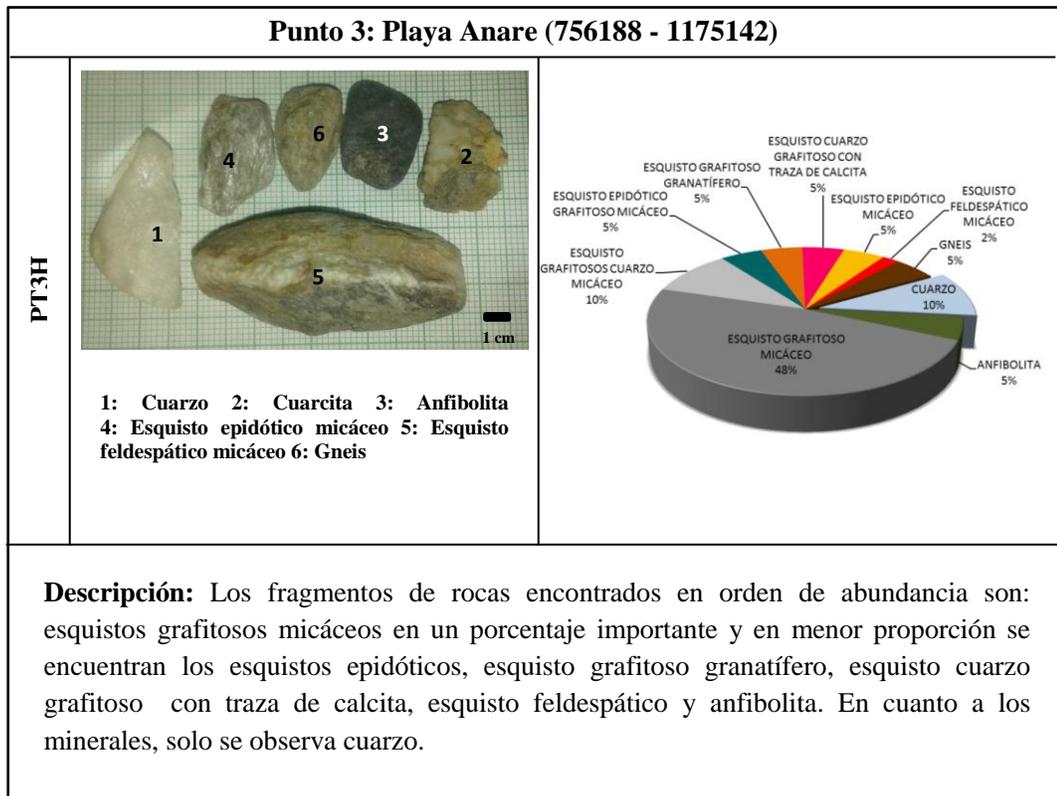


Figura 57. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 1



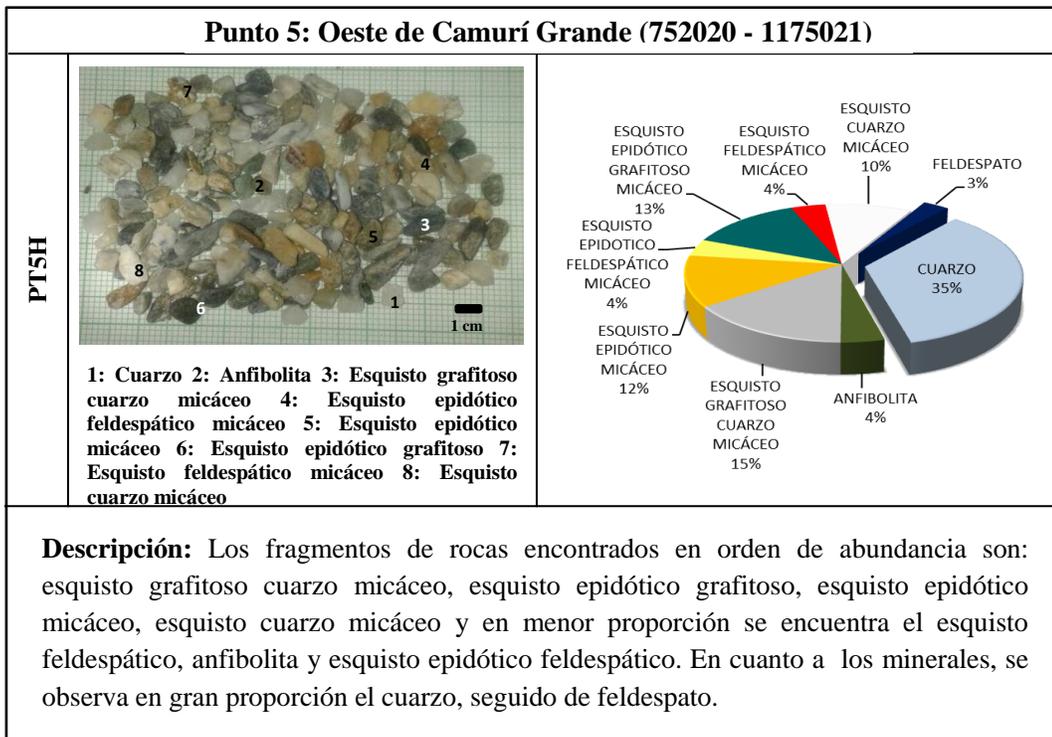
**Figura 58. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 2**



**Figura 59. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 3**



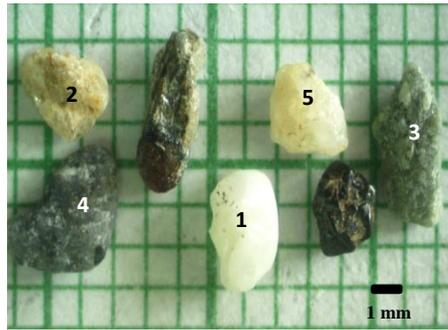
**Figura 60. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 4**



**Figura 61. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 5**

**Punto 6: Playa Pantaleta (750544 - 1175208)**

**PT6S**



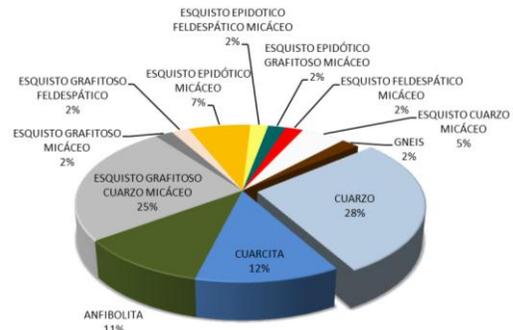
1: Cuarzo 2: Cuarcita 3: Anfibolita  
4: Esquisto grafitoso cuarzo micáceo 5: Esquisto cuarzo micáceo



**PT6H**

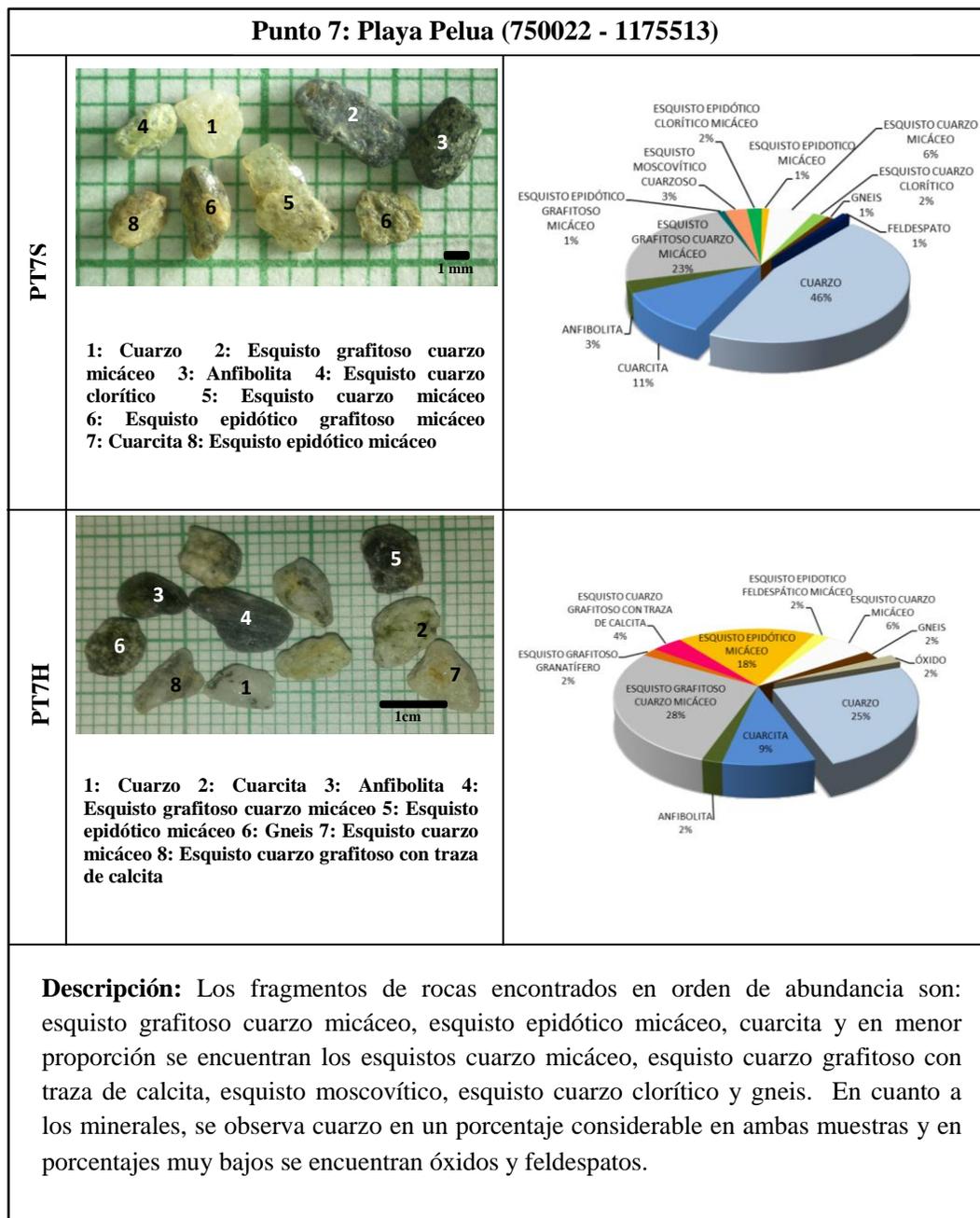


1: Cuarzo 2: Cuarcita 3: Anfibolita 4: Esquisto grafitoso micáceo 5: Esquisto grafitoso cuarzo micáceo 6: Esquisto epidótico micáceo 7: Esquisto epidótico grafitoso 8: Gneis 9: Esquisto cuarzo micáceo 10: Esquisto feldespático micáceo



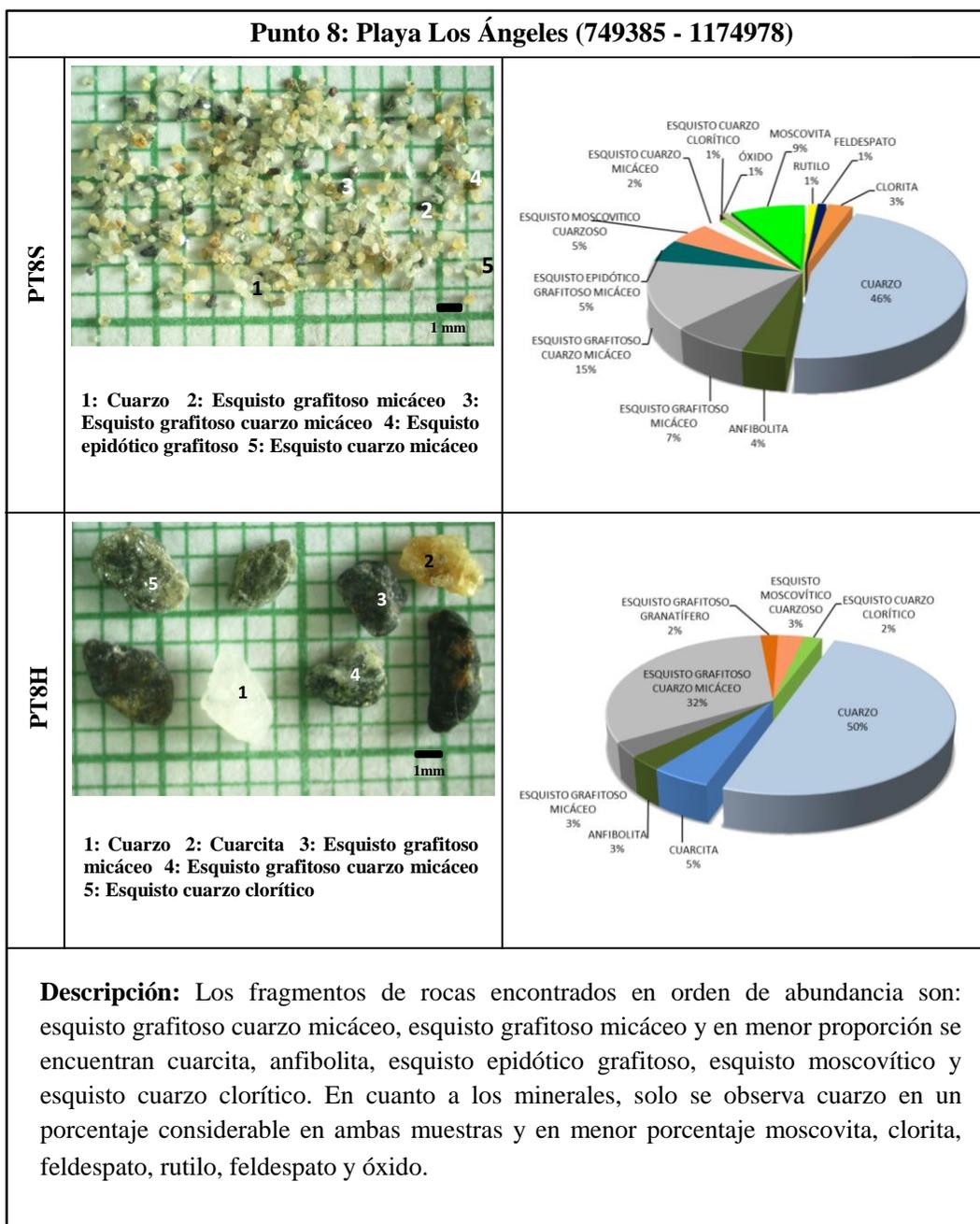
**Descripción:** Los fragmentos de rocas encontrados en orden de abundancia son: esquisto grafitoso cuarzo micáceo, cuarcita, anfibolita, esquistos epidóticos y en menor proporción se encuentran los esquistos epidóticos grafitosos, esquistos feldespático, esquisto cuarzo micáceo y gneis. En cuanto a los minerales, solo se observa cuarzo en un porcentaje considerable en ambas muestras.

**Figura 62. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 6**

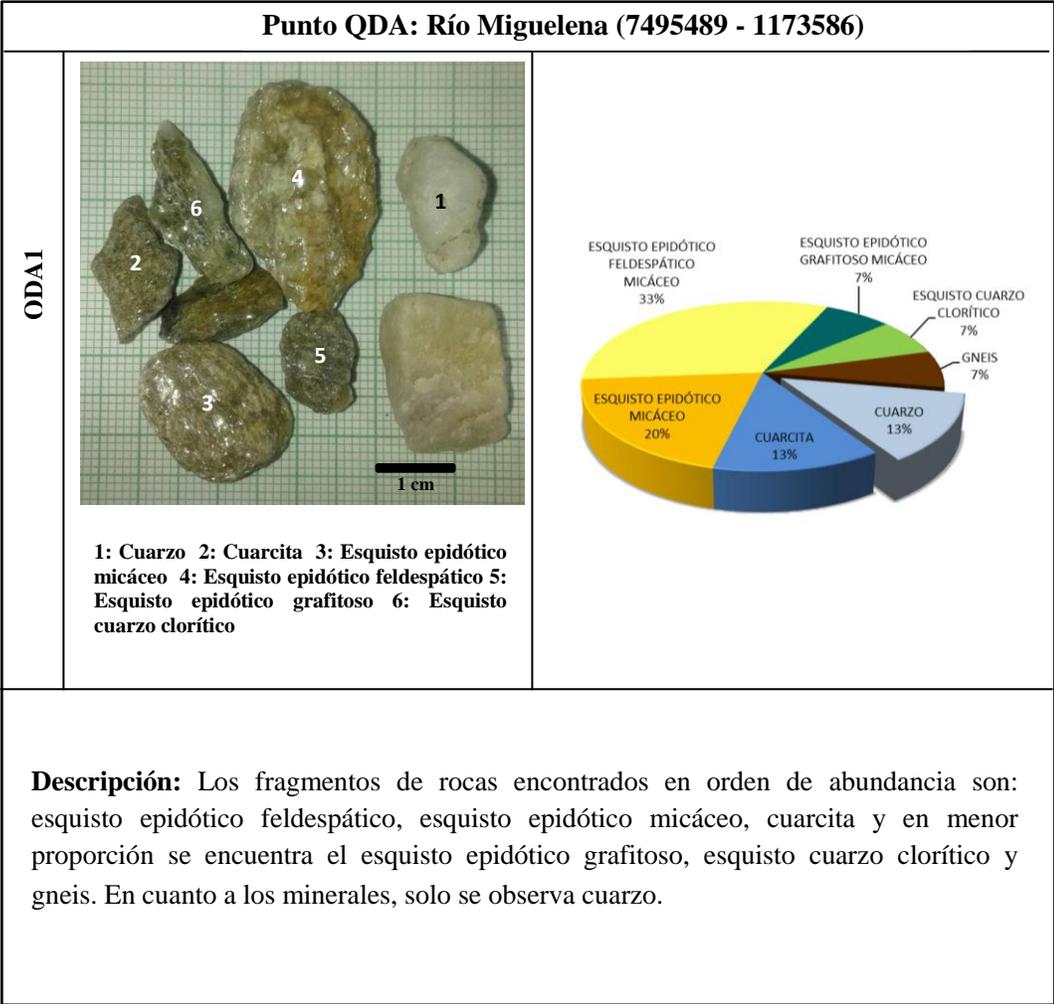


**Figura 63. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 7**

**Punto 8: Playa Los Ángeles (749385 - 1174978)**

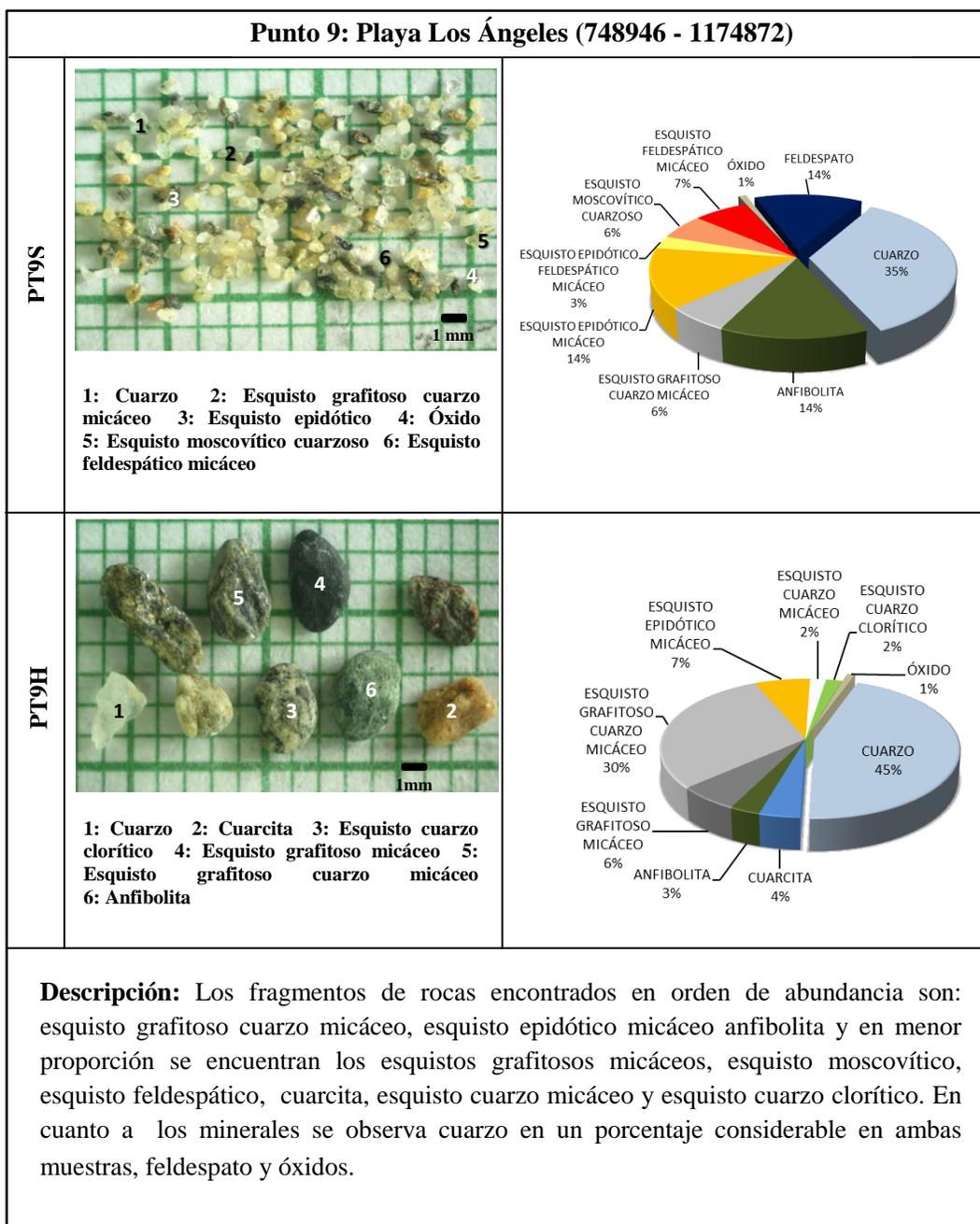


**Figura 64. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 8**

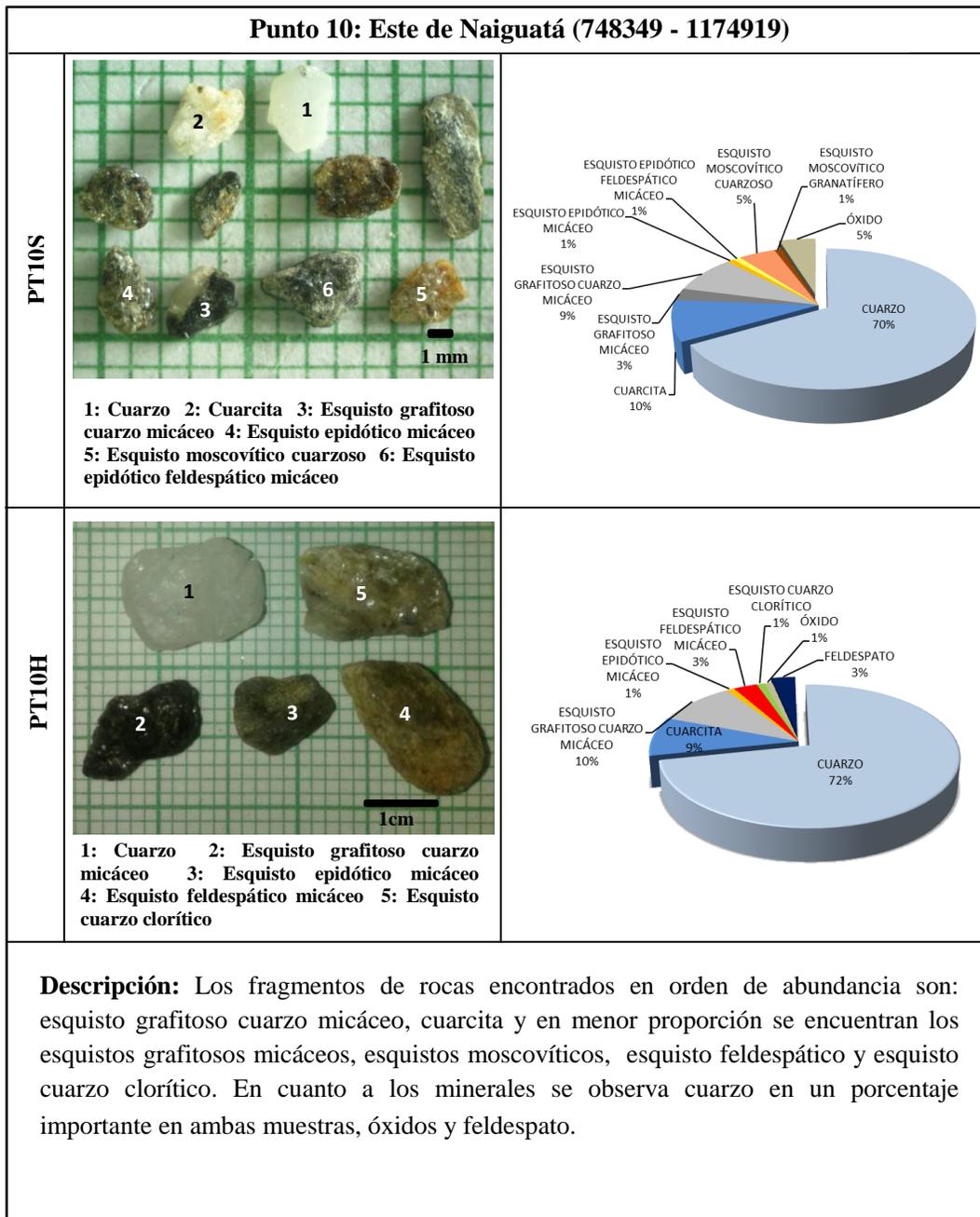


**Figura 65. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto QDA**

**Punto 9: Playa Los Ángeles (748946 - 1174872)**



**Figura 66. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 9**



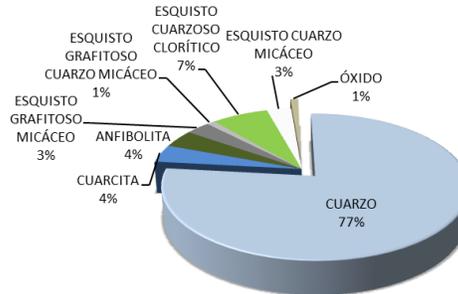
**Figura 67. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 10**

**Punto 11: Este de El Tigrillo (744642 - 1174363)**

**PT11S**



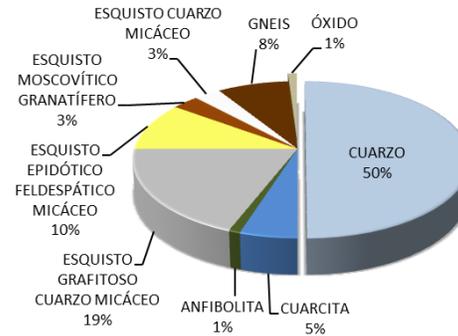
**1: Cuarzo 2: Anfibolita 3: Esquisto grafitoso cuarzo micáceo 4: Esquisto grafitoso micáceo 5: Esquisto cuarzo micáceo**



**PT11H**



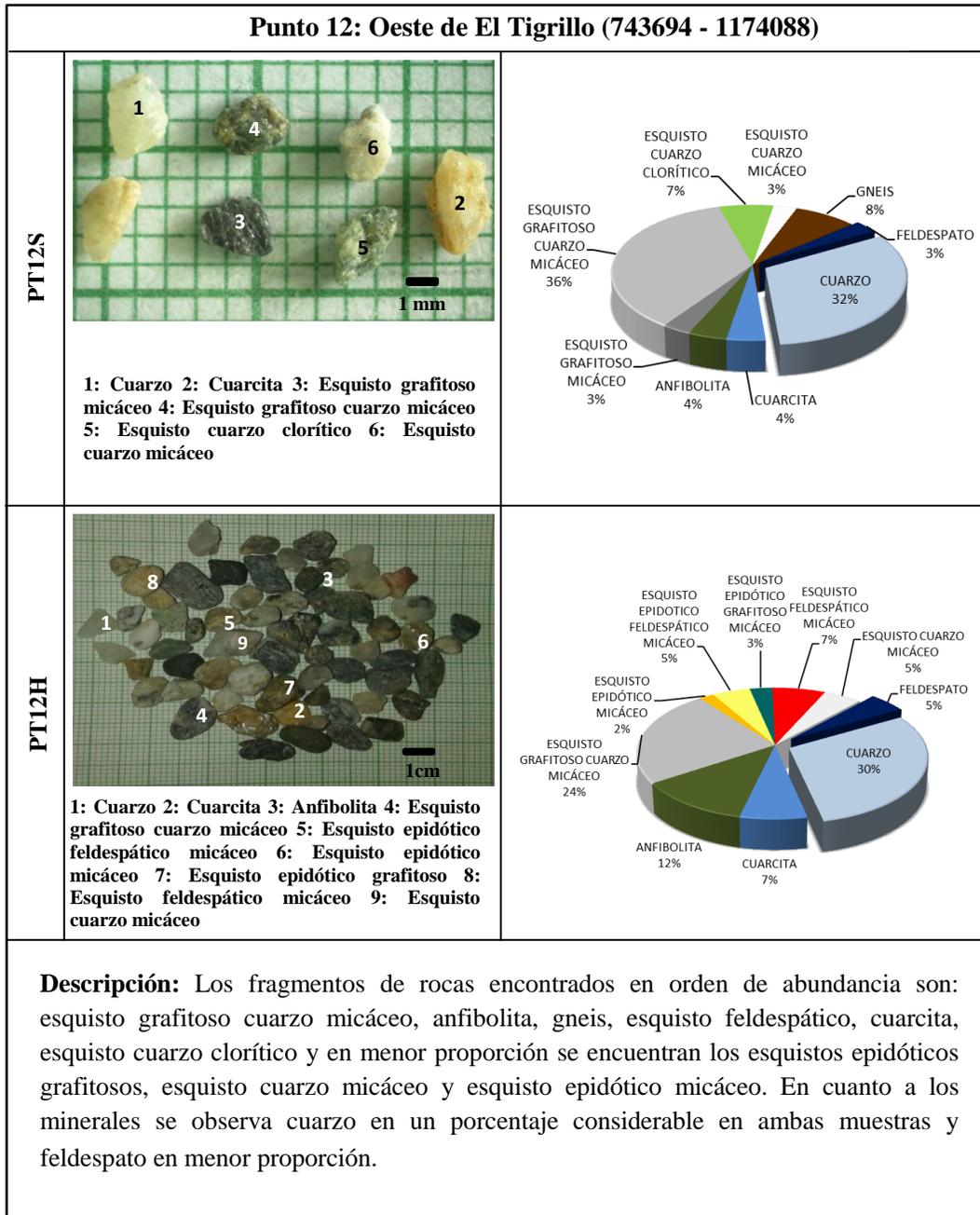
**1: Cuarzo 2: Cuarcita 3: Esquisto grafitoso cuarzo micáceo 4: Esquisto cuarzo micáceo 5: Gneis**



**Descripción:** Los fragmentos de rocas encontrados en orden de abundancia son: esquisto grafitoso cuarzo micáceo, esquisto epidótico feldespático, gneis, cuarcita, esquisto cuarzo clorítico y en menor proporción se encuentran los esquistos grafitosos cuarzo micáceo, esquistos moscovíticos y anfibolita. En cuanto a los minerales se observa cuarzo en un porcentaje importante en ambas muestras y óxido en menor proporción.

**Figura 68. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 11**

**Punto 12: Oeste de El Tigrillo (743694 - 1174088)**



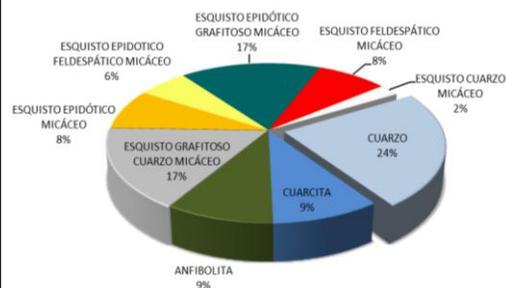
**Figura 69. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 12**

**Punto 13: Oeste de Carmen de Uria (741079 - 1173764)**

PT13H



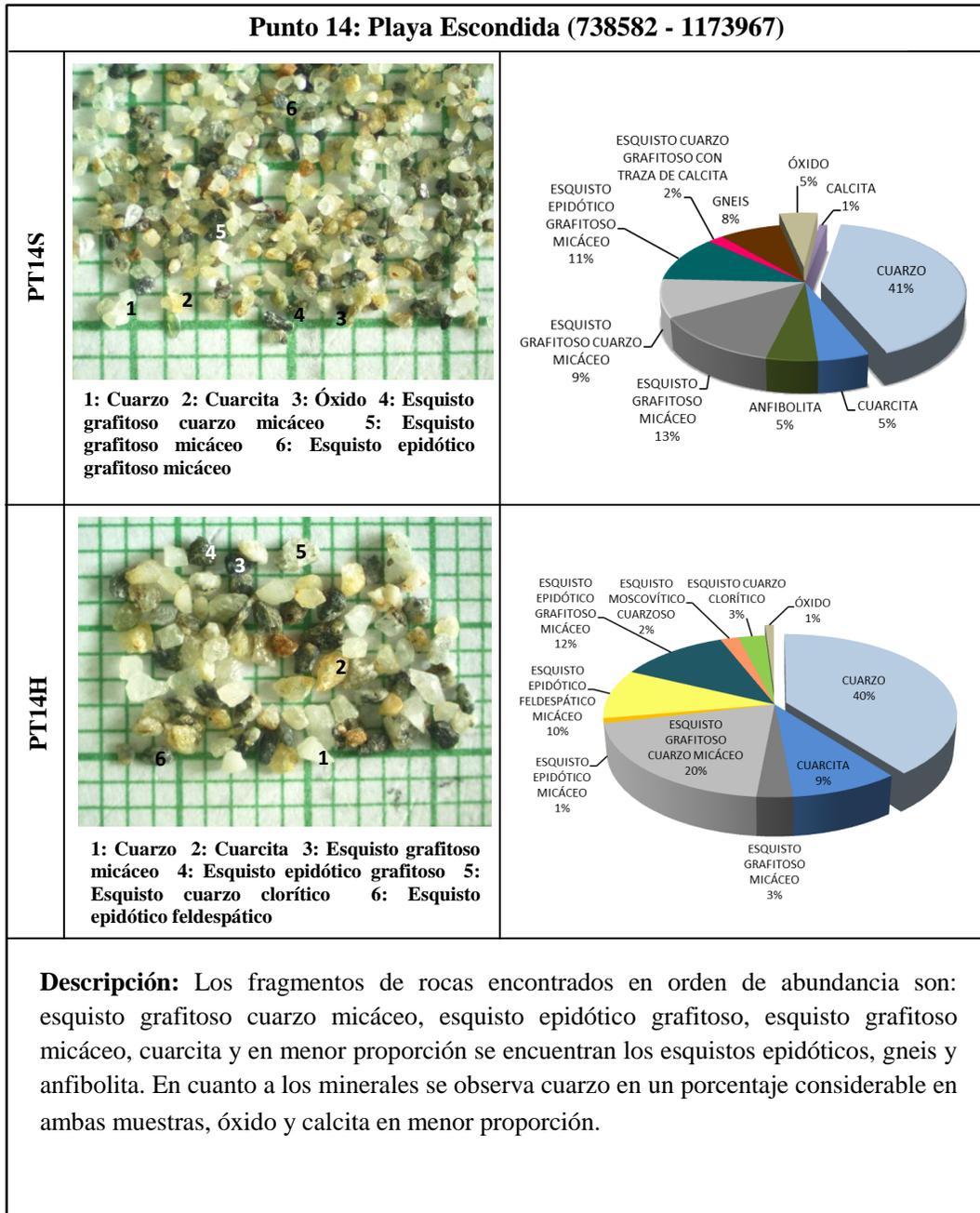
1: Cuarzo 2: Cuarcita 3: Anfibolita 4: Esquisto grafitoso cuarzo micáceo 5: Esquisto epidótico micáceo 6: Esquisto epidótico feldespático micáceo 7: Esquisto epidótico grafitoso 8: Esquisto cuarzo micáceo



**Descripción:** Los fragmentos de rocas encontrados en orden de abundancia son: esquistos grafitoso cuarzo micáceo, esquisto epidótico grafitoso, anfibolita, cuarcita y en menor proporción se encuentra el esquisto epidótico micáceo, esquisto feldespático y esquisto cuarzo micáceo. En cuanto a los minerales, solo se observa cuarzo.

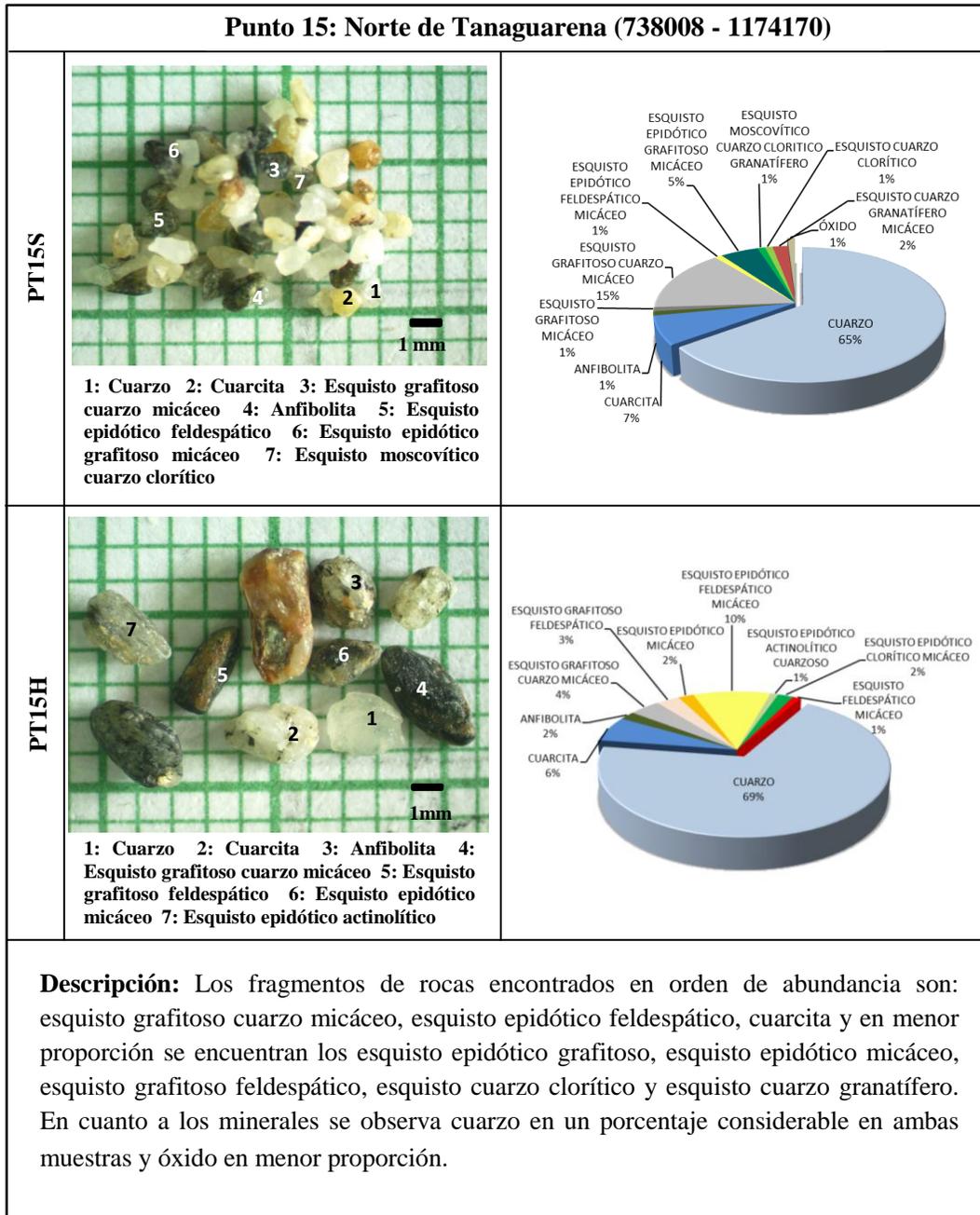
**Figura 70. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 13**

**Punto 14: Playa Escondida (738582 - 1173967)**

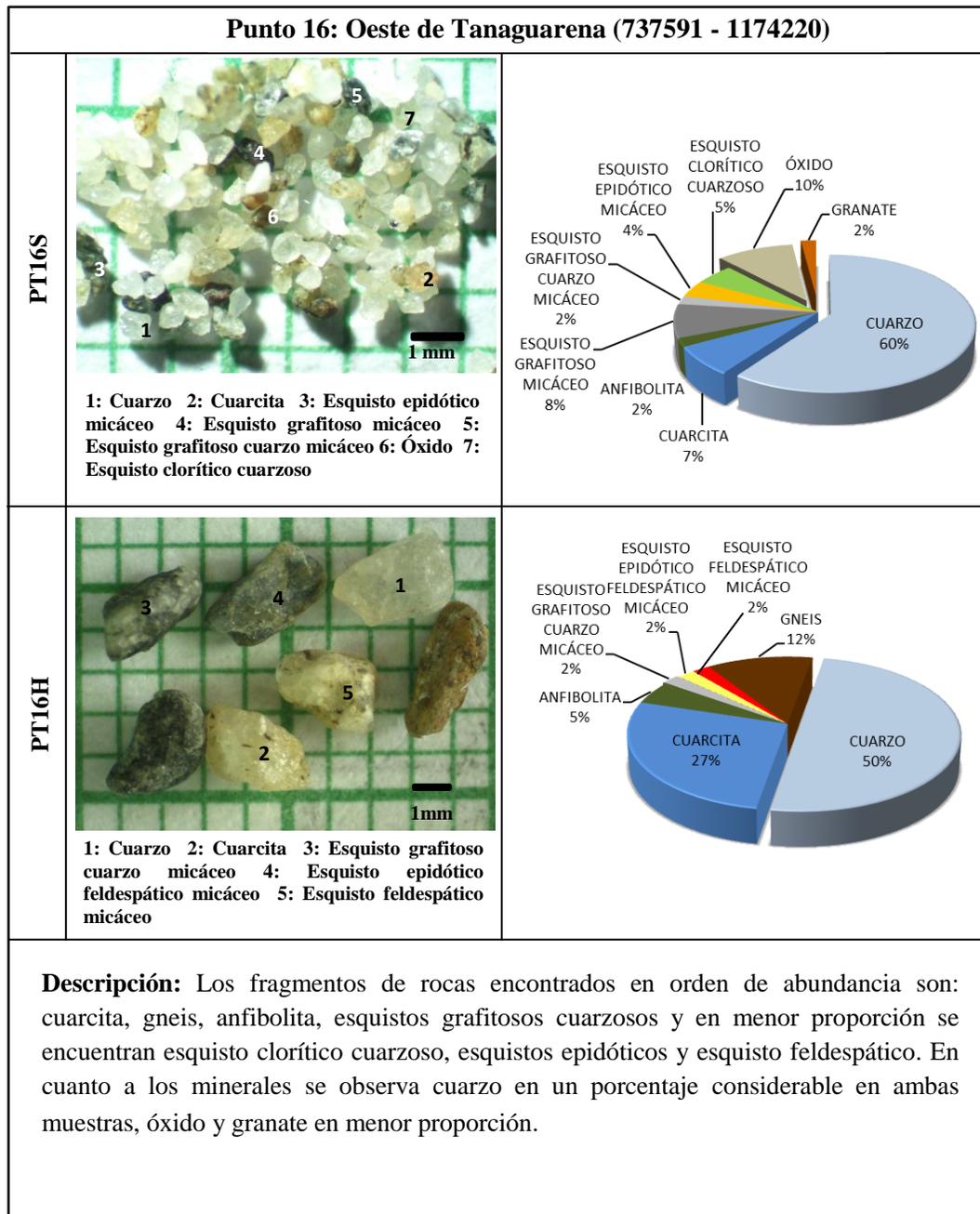


**Figura 71. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 14**

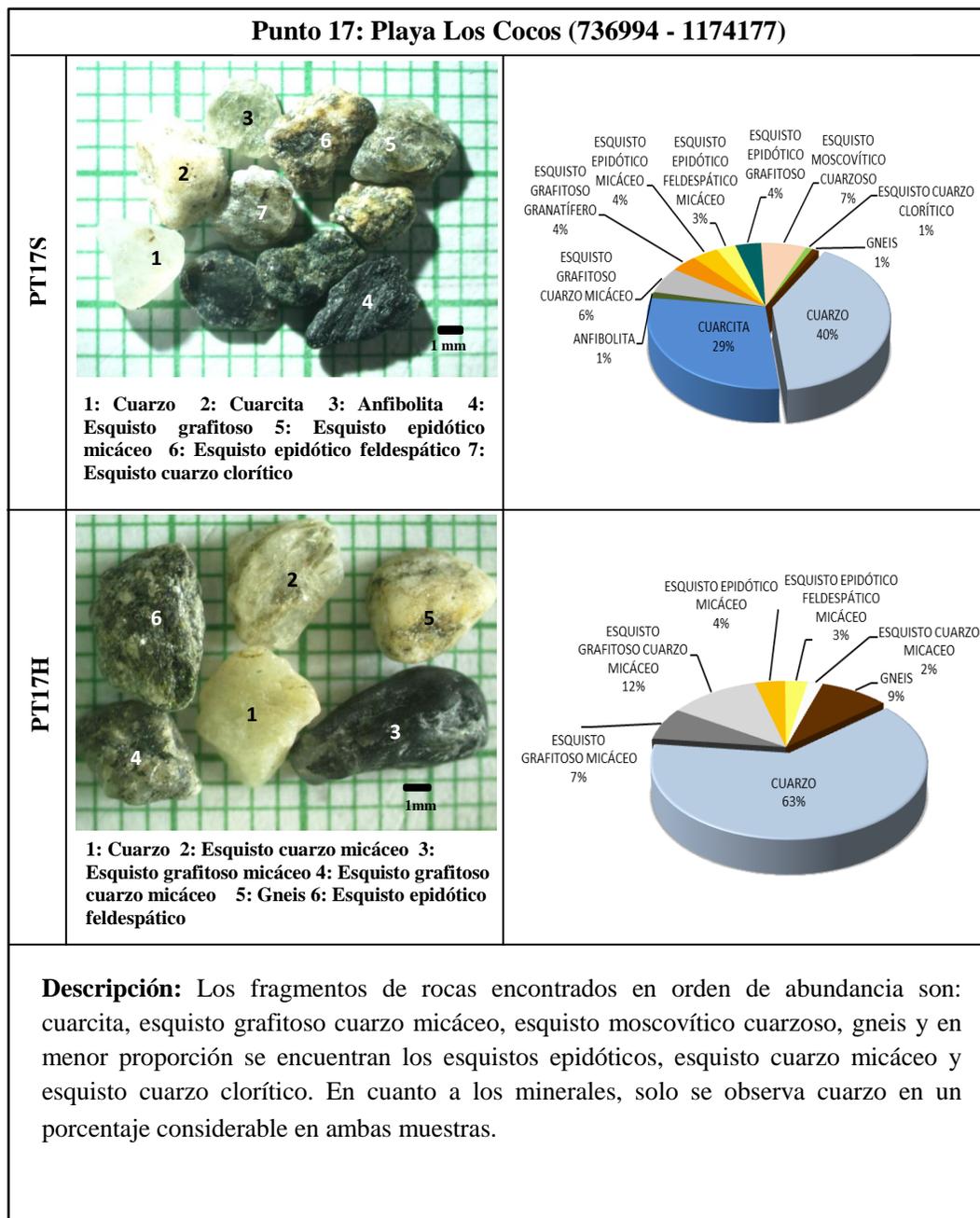
**Punto 15: Norte de Tanaguarena (738008 - 1174170)**



**Figura 72. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 15**

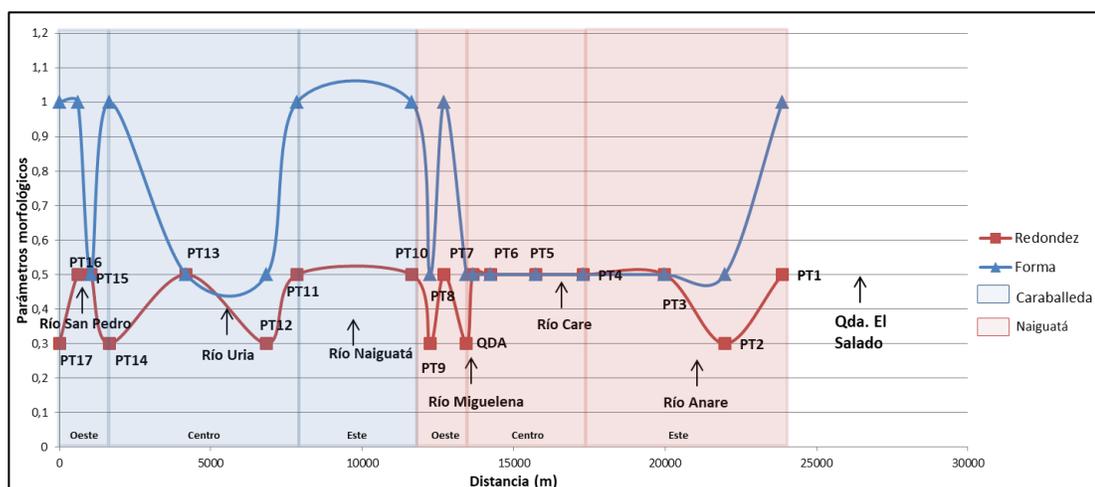


**Figura 73. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 16**



**Figura 74. Resumen de datos mineralógicos de la muestra tomada en el punto 17**

## VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS



**Figura 75. Gráfico de distancia (m) vs forma y redondez**

La figura 75 muestra la relación entre los parámetros de forma y redondez de los granos con el paisaje y la litología presente en la zona de estudio.

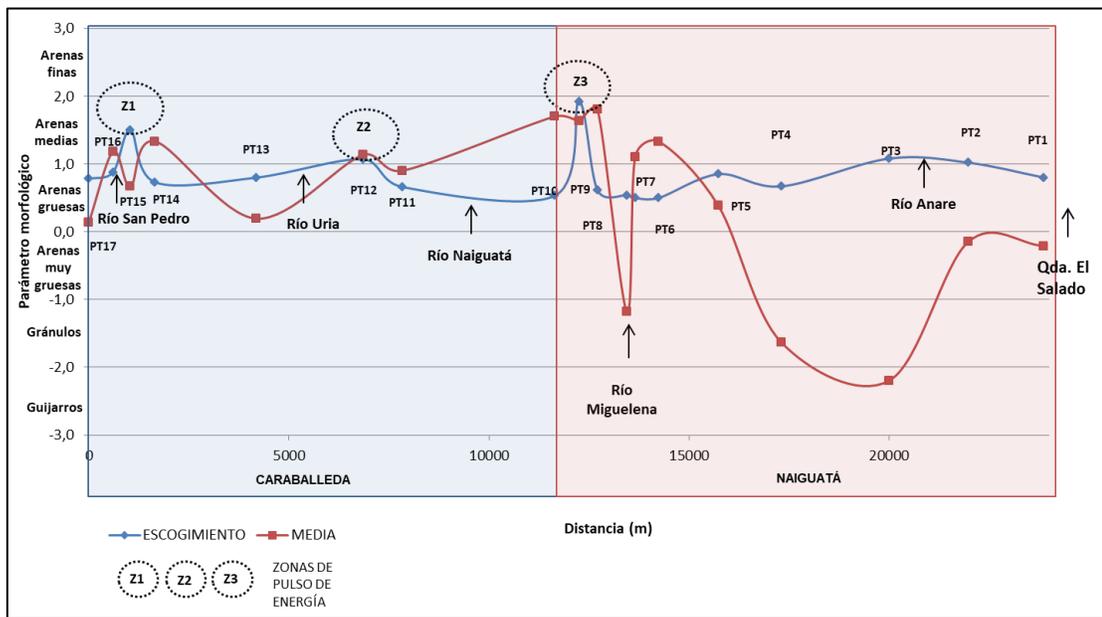
Desde el oeste de Caraballeda (0 m en el gráfico) y en dirección este, se puede observar que a lo largo de 1900 m aproximadamente, la redondez es baja, esto se atribuye a que los sedimentos acarreados tuvieron poco transporte, aunado a esto las pendientes de las laderas son abruptas en este tramo, lo que permite la rápida depositación de los sedimentos a lo largo de la costa. Cabe destacar que el paisaje presente en esta zona es de playa amplia (aplica para el PT17) y playas estrechas (PT16, PT15 y PT14), pertenecientes a una bahía, la cual ha sido muy intervenida por el hombre, dichas playas están limitadas por malecones, lo que hace que los sedimentos se mantengan retenidos en la zona y no puedan ser transportados por la deriva litoral. En cuanto a la forma de los granos, se observa que en los puntos PT17, PT16 y PT14 dominan los esferoidales y en el punto PT15 los romboidales, esto junto con la redondez que predomina permite inferir que corresponden al patrón heredado de desprendimiento según su litología fuente.

A partir de los 1800 m aproximadamente, sentido este hacia el centro de Caraballeda, la redondez es intermedia en el punto PT13 lo que indica que los sedimentos fueron transportados a velocidad y distancias distintas, esto obedece a que provienen del río Uria y de drenajes secundarios que desembocan en la costa a través de pendientes muy abruptas. En cuanto a los puntos PT12 se observa que la redondez es baja, esto se atribuye a que los sedimentos acarreados tuvieron poco transporte a través de drenajes secundarios que fluyen por pendientes muy abruptas, aunado a esto el paisaje presente en el punto PT12 es de malecones de pendiente, lo que permite la rápida depositación de los sedimentos provenientes de la montaña a lo largo de la costa. Con respecto a la forma de los granos se observa que en ambos puntos predominan los romboidales, esto junto con la redondez presente permite inferir que corresponden al patrón heredado de desprendimiento según su litología fuente.

Hacia el este de Caraballeda, específicamente a partir de los 8000 m, se encuentran los puntos PT11 y PT10, donde la redondez es intermedia y se mantiene constante, además la forma que predomina es la esferoidal. Estos valores morfológicos indican que fueron transportados a velocidad y distancias distintas, esto obedece a que provienen del río Naiguatá, en el caso de PT11 cuya longitud aproximada es de 11,5 km y del río Camurí Grande en el punto PT10 el cual mide 14 km aproximadamente. Algunos de los sedimentos en estos puntos también fueron poco transportados por drenajes secundarios que desembocan en la costa a través de pendientes muy abruptas.

El tramo que incluye el oeste, centro y este de Naiguatá presenta granos con redondez intermedia, lo que obedece a que fueron transportados a distancia y velocidades distintas, esto aplica para los puntos PT8, PT7, PT6, PT5, PT4, PT3 y PT1, los cuales se encuentran al oeste de las desembocaduras de drenajes principales como el río Camurí Grande, río Care, río Anare y la quebrada El Salado, así como también se encuentran aledaños a drenajes secundarios, los cuales desembocan en la costa a través de pendientes muy abruptas, esto permite inferir que los sedimentos estudiados en dichos puntos fueron transportados por los ríos principales y los drenajes secundarios. Con respecto a los puntos PT9 y PT2, la redondez es baja,

dichos puntos se encuentran cercanos a desembocaduras de drenajes secundarios de pendientes abruptas, lo que indica que los sedimentos fueron acarreados por estos. El punto QDA también presenta redondez baja, cabe destacar que la muestra fue tomada en el cauce del río Miguelena, cuya zona está cubierta de mucha vegetación e intervenida por el hombre, lo cual explica dicho parámetro en los granos. En cuanto a la forma de los granos se observa que en los tres puntos predominan los romboidales, esto permite inferir que corresponden al patrón heredado de desprendimiento según su litología fuente.



**Figura 76. Zona de estudio (m) vs escogimiento y media**

La figura 76 muestra la relación entre la media y el escogimiento a lo largo del tramo Caraballeda – Naiguatá. Se puede notar que la media se comporta de manera diferente en cada zona, lo que permite observar una clara separación entre los dos sectores. En Naiguatá, en promedio, la media va de gujarras a arenas gruesas y en Caraballeda de arenas gruesas a medias.

En Naiguatá se puede observar que hay una alta energía debido al tamaño de grano presente, al igual que el escogimiento es ligeramente homogéneo, a excepción

de la zona Z3 donde se presenta una zona de pulso de energía, debido a que se encuentra cercana a la desembocadura de un río principal, lo que produce un cambio de energía en el mismo.

En Caraballeda se presentan 2 puntos con variación en el escogimiento (Z1 y Z2), además predomina un mismo tamaño de grano (arenas gruesas). Para el caso de Z2 se observa un nivel de escogimiento moderado, además coincide con el punto máximo de la curva de la media lo cual indica que el pulso de energía es constante y se debe a que no se tienen fuentes cercanas de perturbación fluvial, es decir que su escogimiento se basa en el desgaste de la partícula por abrasión mecánica en el oleaje donde se retrabaja. En el caso de Z1, el pulso de energía se debe a que se encuentra cercana a la desembocadura de un río principal, lo que produce un cambio en el flujo del mismo.

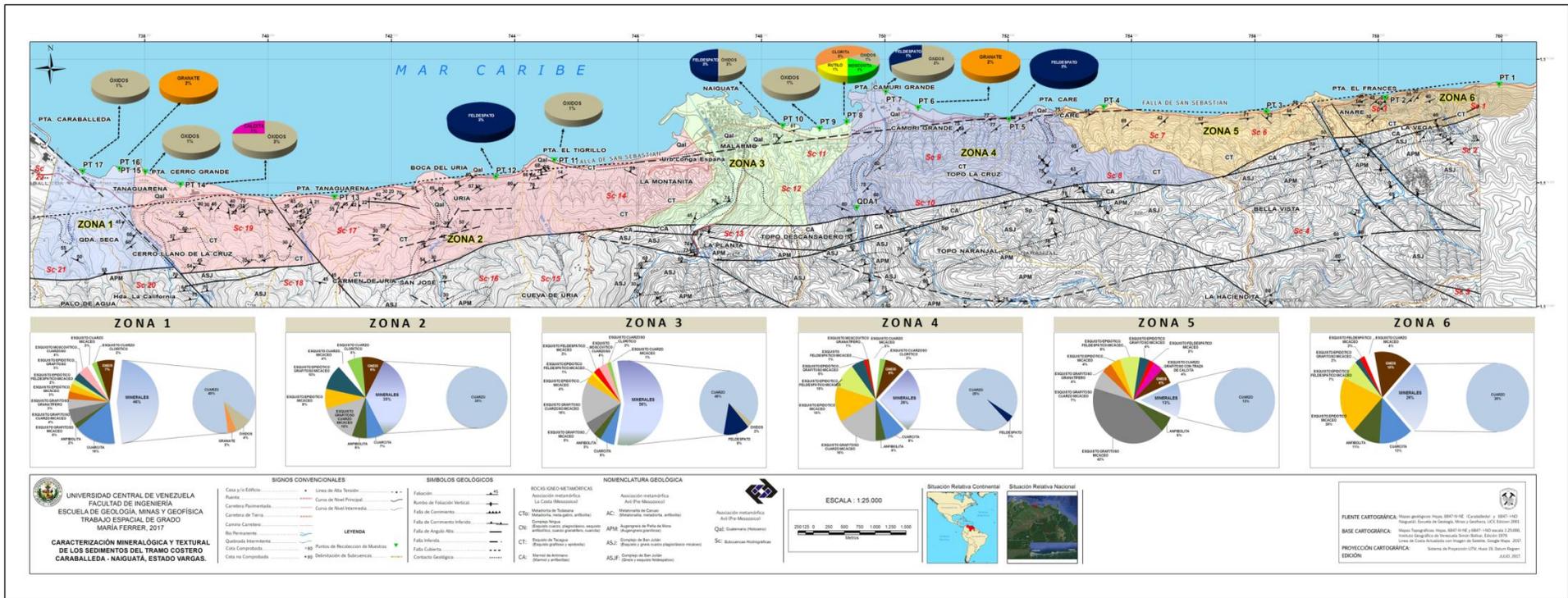


Figura 77. Distribución mineralógica en la franja costera por zonas y diagramas de minerales minoritarios por punto de estudio

A continuación se analiza la presencia de minerales minoritarios a lo largo del tramo estudiado (ver figura 77), donde hay un total de 7 minerales, los cuales en orden de abundancia son: óxidos, feldespato, granate, clorita, calcita, moscovita y rutilo. En líneas generales, la presencia de dichos minerales no es constante. Se puede observar que los óxidos y feldespatos se encuentran en la mayor cantidad de puntos estudiados, pero de forma intermitente. En el caso del granate solo se encontró en los puntos PT6 y PT16 correspondiente a Naiguatá y Caraballeda respectivamente, en cuanto a la clorita, moscovita y rutilo, se presentan en el punto PT8 y por último, la calcita, solo se observó en el PT14.

En el tramo estudiado se pudo determinar a partir del reagrupamiento por misma tendencia litológica 6 zonas, las cuales se analizan a continuación en sentido oeste – este:

**Zona 1:** Se ubica al oeste de Caraballeda, abarcando los puntos PT17 y PT16, donde se observa la predominancia de fragmentos de cuarcita, gneis, anfíbolita y variedades de esquistos, siendo los más abundantes, los esquistos grafitosos compuestos de micas y granate, esquistos epidóticos y esquisto moscovítico.

**Zona 2:** Compuesta por los puntos PT15, PT14, PT13, PT12 y PT11, ubicados en las localidades Tanaguarena, Punta Cerro Grande, Punta Tanaguarena, Boca del Uria y Punta El Tigrillo respectivamente. En esta zona el porcentaje de cuarcita disminuye con respecto a la zona anterior, los fragmentos de gneis se mantienen y los esquistos, cuyos compuestos principales son: grafito, epidoto, cuarzo y clorita aumentan en cantidad, al igual que la anfíbolita. El esquisto moscovítico no se encuentra en esta zona.

**Zona 3:** Compuesta por los puntos PT10, PT9 y PT8, ubicados al oeste de Naiguatá. Presenta fragmentos de rocas como cuarcita, anfíbolita y esquisto, siendo los más abundantes los que tienen como compuesto principal el grafito. El gneis no se observa en este tramo.

**Zona 4:** Abarca los puntos PT7, PT6 y PT5 pertenecientes a la localidad de Camurí Grande, aumenta considerablemente el porcentaje de esquistos, cuyo

componente principal es el epidoto y feldespato con respecto a las zonas anteriores, la cuarcita y anfibolita se mantienen y el gneis se vuelve a observar en esta zona.

**Zona 5:** Compuesta por PT4 y PT3 ubicados en la localidad de Care, en esta zona domina el esquisto grafitoso micáceo, esquisto epidótico, anfibolita y gneis.

**Zona 6:** Compreendida por PT2 y PT1, ubicados en la localidad de Anare. Predominan los fragmentos de roca de gneis, cuarcita, anfibolita y esquistos cuyos componentes principales son epidoto y feldespato.

**Tabla 63. Zonas, puntos de estudio y unidades aflorantes en relación con su procedencia**

ZONA	MUESTRA	LITOLOGÍA	UNIDADES/FORMACIONES ASOCIADAS
<b>Zona 1</b>	<b>PT17</b>	Cuarcita	Complejo San Julián (ASJ)
		Anfibolita	
		Esquisto cuarzo micáceo	
		Esquisto cuarzo clorítico	
		Esquisto moscovítico cuarzoso	
		Esquisto grafitoso micáceo	Esquistos de Tacagua (CT)
		Esquisto grafitoso cuarzo micáceo	
		Esquisto grafitoso granatífero	
		Esquisto epidótico micáceo	
		Esquisto epidótico feldespático micáceo	
		Esquisto epidótico grafitoso	Augengneis de Peña de Mora (APM)
		Gneis	
	<b>PT16</b>	Cuarcita	Complejo San Julián (ASJ)
		Anfibolita	
		Esquisto cuarzo clorítico	
		Esquisto feldespático micáceo	
		Esquisto grafitoso micáceo	Esquistos de Tacagua (CT)
		Esquisto grafitoso cuarzoso micáceo	
		Esquisto epidótico micáceo	
		Esquisto epidótico feldespático micáceo	
Gneis		Augengneis de Peña de Mora (APM)	

ZONA	MUESTRA	LITOLOGÍA	UNIDADES/FORMACIONES ASOCIADAS
<b>Zona 2</b>	<b>PT15</b>	Cuarcita	Complejo San Julián (ASJ)
		Anfibolita	
		Esquisto cuarzo clorítico	
		Esquisto feldespático micáceo	
		Esquisto grafitoso micáceo	Esquistos de Tacagua (CT)
		Esquisto grafitoso cuarzo micáceo	
		Esquisto grafitoso feldespático	
		Esquisto epidótico micáceo	
		Esquisto epidótico feldespático micáceo	
		Esquisto epidótico grafitoso micáceo	
		Esquisto epidótico actinolítico cuarzoso	
		Esquisto epidótico clorítico micáceo	
		Esquisto cuarzo granatífero micáceo	
		Esquisto moscovítico cuarzo clorítico granatífero	
	<b>PT14</b>	Cuarcita	Complejo San Julián (ASJ)
		Anfibolita	
		Esquisto cuarzo clorítico	
		Esquisto moscovítico cuarzoso	
		Esquisto grafitoso micáceo	Esquistos de Tacagua (CT)
		Esquisto grafitoso cuarzo micáceo	
		Esquisto epidótico micáceo	
		Esquisto epidótico feldespático micáceo	
		Esquisto epidótico grafitoso micáceo	
		Esquisto cuarzo grafitoso con traza de calcita	
	<b>PT13</b>	Cuarcita	Complejo San Julián (ASJ)
		Anfibolita	
		Esquisto cuarzo micáceo	
		Esquisto cuarzo clorítico	
		Esquisto grafitoso micáceo	Esquistos de Tacagua (CT)
		Esquisto grafitoso cuarzo micáceo	
Esquisto epidótico feldespático micáceo			
Esquisto moscovítico granatífero		Augengneis de Peña de Mora (APM)	
Gneis			

ZONA	MUESTRA	LITOLOGÍA	UNIDADES/FORMACIONES ASOCIADAS
Zona 2	PT12	Cuarcita	Complejo San Julián (ASJ)
		Esquisto moscovítico cuarzoso	
		Esquisto cuarzo clorítico	
		Esquisto feldespático micáceo	Esquistos de Tacagua (CT)
		Esquisto grafitoso micáceo	
		Esquisto grafitoso cuarzo micáceo	
		Esquisto epidótico micáceo	
		Esquisto epidótico feldespático micáceo	Complejo San Julián (ASJ)
		Esquisto moscovítico granatífero	
	Cuarcita		
	Anfibolita		
	Esquisto cuarzo micáceo	Complejo San Julián (ASJ)	
	Esquisto cuarzo clorítico		
	Esquisto moscovítico cuarzoso		
	Esquisto feldespático micáceo	Esquistos de Tacagua (CT)	
	Esquisto grafitoso micáceo		
	Esquisto grafitoso cuarzo micáceo		
	Esquisto epidótico micáceo		
Esquisto epidótico feldespático micáceo	Complejo San Julián (ASJ)		
Esquisto moscovítico grafitoso granatífero			
Cuarcita			
Zona 3	PT10	Anfibolita	Complejo San Julián (ASJ)
		Esquisto moscovítico cuarzoso	
		Esquisto cuarzo micáceo	
		Esquisto cuarzo clorítico	Esquistos de Tacagua (CT)
		Esquisto grafitoso micáceo	
		Esquisto grafitoso cuarzo micáceo	
		Esquisto grafitoso granatífero	
		Esquisto epidótico grafitoso micáceo	
		Esquisto epidótico grafitoso micáceo	

ZONA	MUESTRA	LITOLOGÍA	UNIDADES/FORMACIONES ASOCIADAS
Zona 3	PT9	Cuarcita	Complejo San Julián (ASJ)
		Anfibolita	
		Esquisto cuarzo micáceo	
		Esquisto cuarzo clorítico	
		Esquisto moscovítico cuarzoso	
		Esquisto grafitoso cuarzo micáceo	
		Esquisto grafitoso granatífero	Esquistos de Tacagua (CT)
		Esquisto epidótico micáceo	
		Esquisto epidótico feldespático micáceo	
		Esquisto epidótico clorítico micáceo	
		Esquisto epidótico grafitoso micáceo	
		Esquisto moscovítico granatífero	
	Esquisto cuarzo grafitoso con traza de calcita		
	PT8	Cuarcita	Complejo San Julián (ASJ)
		Anfibolita	
		Esquisto feldespático micáceo	
		Esquisto cuarzo micáceo	
		Esquisto grafitoso micáceo	Esquistos de Tacagua (CT)
		Esquisto grafitoso cuarzo micáceo	
Esquisto grafitoso feldespático			
Esquisto epidótico micáceo			
Esquisto epidótico feldespático micáceo			
Esquisto epidótico grafitoso micáceo			
Esquisto moscovítico granatífero			
Zona 4	PT7	Anfibolita	Complejo San Julián (ASJ)
		Esquisto feldespático micáceo	Esquistos de Tacagua (CT)
		Esquisto grafitoso micáceo	
		Esquisto grafitoso cuarzo micáceo	
		Esquisto grafitoso granatífero	
		Esquisto epidótico micáceo	
		Esquisto epidótico grafitoso micáceo	
	Esquisto cuarzo grafitoso con traza de calcita		
	Gneis	Augengneis de Peña de Mora (APM)	
	PT6	Anfibolita	Complejo San Julián (ASJ)
		Esquisto grafitoso micáceo	Esquistos de Tacagua (CT)
		Esquisto grafitoso cuarzo micáceo	
		Esquisto epidótico feldespático micáceo	
Gneis		Augengneis de Peña de Mora (APM)	

ZONA	MUESTRA	LITOLOGÍA	UNIDADES/FORMACIONES ASOCIADAS
Zona 4	PT5	Anfibolita	Complejo San Julián (ASJ)
		Esquisto cuarzo micáceo	
		Esquisto feldespático micáceo	
		Esquisto grafitoso cuarzo micáceo	Esquistos de Tacagua (CT)
		Esquisto epidótico micáceo	
		Esquisto epidótico feldespático micáceo	
		Esquisto epidótico grafitoso micáceo	
Gneis	Augengneis de Peña de Mora (APM)		
Zona 5	PT4	Cuarcita	Complejo San Julián (ASJ)
		Anfibolita	
		Esquisto cuarzo micáceo	
		Esquisto cuarzo clorítico	
		Esquisto feldespático micáceo	Esquistos de Tacagua (CT)
		Esquisto grafitoso micáceo	
		Esquisto grafitoso cuarzo micáceo	
	Esquisto epidótico micáceo		
	Esquisto epidótico feldespático micáceo	Complejo San Julián (ASJ)	
	Esquisto epidótico grafitoso micáceo		
	Cuarcita		
	Anfibolita		
	Esquisto cuarzo micáceo	Esquistos de Tacagua (CT)	
	Esquisto feldespático micáceo		
Esquisto grafitoso cuarzo micáceo			
Esquisto epidótico micáceo			
Esquisto epidótico feldespático micáceo	Augengneis de Peña de Mora (APM)		
Esquisto epidótico grafitoso micáceo			
Gneis			
Cuarcita		Complejo San Julián (ASJ)	
Esquisto cuarzo micáceo			
Esquisto feldespático micáceo			
Zona 6	PT2	Esquisto epidótico micáceo	Esquistos de Tacagua (CT)
		Esquisto epidótico feldespático micáceo	
		Esquisto epidótico grafitoso micáceo	
		Gneis	Augengneis de Peña de Mora (APM)
		Cuarcita	Complejo San Julián (ASJ)
	Anfibolita		
	Esquisto cuarzo micáceo	Esquistos de Tacagua (CT)	
	Esquisto epidótico micáceo		
	Gneis		

El análisis realizado a las fracciones de sedimentos a lo largo de la costa en la zona de estudio permitió reconocer su composición mineralógica y delimitar su ocurrencia. Al comparar la litología reportada en los mapas geológicos existentes se pudo comprobar la correspondencia en los que se refiere a lo desprendido del macizo

rocoso y lo encontrado en la zona de sedimentación, es decir, el equilibrio se mantiene sin alteraciones mineralógicas significativas (ver tabla 63).

Se puede observar que la litología de la zona corresponde con la información geológica reportada en La Cordillera de La Costa y con las formaciones que cortan los cauces de los ríos o se encuentran aledaños aportando material, lo que demuestra que estos son los responsables del transporte de los materiales proveniente de los diversos cuerpos litológicos que atraviesan a su paso, permitiendo que dichos materiales desemboquen en la costa y se depositen o sean transportados por deriva litoral posteriormente. Se determina también que los sedimentos son transportados por dos mecanismos principales, por rodamiento y por saltación. El primero se evidencia en la frecuencia de granos subredondeados a redondeados y los segundos se debe a presencia de granos subangulares, estos últimos son transportados en distancias muy cortas, debido a que existe correspondencia en los parámetros morfológicos, litología aflorante y su incidencia en los sedimentos recolectados en su respectiva zona costera.

Cabe destacar que todas las muestras obtenidas, poseen asociación con dos o tres unidades y formaciones reportadas en La Cordillera de La Costa, estas son: Complejo San Julián (ASJ), Augengneis de Peña de Mora (APM) y Esquistos de Tacagua (CT), siendo esta última formación la más predominante en cada punto de recolección, ya que en promedio se tiene que el 74% de la composición total de cada muestra corresponden a la litología y mineralogía de dicha formación, seguida de un 18% y 8% correspondiente al Complejo San Julián (ASJ) y Augengneis de Peña de Mora (APM) respectivamente.

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. CONCLUSIONES

- Las características mineralógicas reflejadas en los resultados de los puntos estudiados en el tramo costero Caraballeda - Naiguatá tienen correspondencia con las fajas tectono-litológicas de la Cordillera de La Costa.
- A partir del estudio litológico y mineral, de la procedencia y características morfológicas, se tiene que los sedimentos de la zona de estudio fueron transportados por sistemas fluviales asociados a la Cordillera de La Costa, y por la leve acción de la deriva litoral en dirección este oeste.
- Se pudo evidenciar el predominio de granos esferoidales y prismáticos en las muestras que presentan bimodalidad en la esfericidad, lo cual obedece a mecanismos de transportes distintos, siendo el de los granos esferoidales a través de los ríos cuya trayectoria es en una dirección y el de los granos prismáticos producto de una rápida depositación a través de los drenajes secundarios que desembocan en la costa mediante pendientes muy abruptas, posteriormente son retrabajados por la deriva litoral.
- Se evidenció que las muestras que presentan un patrón unimodal en cuanto a la redondez, poseen granos subangulares, lo que obedece a que fueron acarreados a una corta distancia y tuvieron un rápido transporte a través de drenajes secundarios, producto de las pendientes abruptas presentes en la zona. Con respecto a las muestras cuyo patrón es bimodal se tiene que predominan los granos redondeados y subangulosos, lo que muestra que las partículas fueron transportadas a velocidades y distancias diferentes. En el caso de los granos redondeados se tiene que fueron desplazados por largas distancias a través de los ríos y en cuanto a los granos subangulosos, estos fueron trasladados a la costa a través de drenajes secundarios, los cuales se desplazan en pendientes muy abruptas.

- El área de estudio se dividió en seis zonas, basado en asociaciones minerales y litológicas. En la zona 1 se observa la predominancia de fragmentos de cuarcita, gneis, anfibolita y variedades de esquistos, siendo los más abundantes, los esquistos grafitosos. En la zona 2 el porcentaje de cuarcita disminuye con respecto a la zona anterior, los fragmentos de gneis se mantienen y los esquistos, cuyos compuestos principales son: grafito, epidoto, cuarzo y clorita aumentan en cantidad, al igual que la anfibolita. En la zona 3 predominan los esquistos grafitosos. En la zona 4 se presentan los gneis y aumenta considerablemente el porcentaje de esquistos, cuyo componente principal es el epidoto y feldespato con respecto a las zonas anteriores. En la zona 5 domina el esquisto grafitoso micáceo, esquisto epidótico, anfibolita y gneis y en la zona 6 predominan los fragmentos de roca de gneis, cuarcita, anfibolita y esquistos cuyos componentes principales son epidoto y feldespato.
- Las muestras estudiadas presentan un alto porcentaje de cuarzo, en promedio un 30%. Con un buen escogimiento y tamaño de grano arena, estas pueden ser aprovechadas para el uso del sector construcción. Las localidades que presentan mayor cantidad de cuarzo son: El Tigrillo y Tanaguarena con un 72% y 64% respectivamente.

## 7.2 RECOMENDACIONES

- Las muestras, en su mayoría, fueron tomadas de arenas gruesas a gravas, lo que impidió que en el proceso del tamizado se decantaran fragmentos minerales al 100%, aunado a esto se tiene la limitación de la lupa binocular para la identificación de fragmentos de rocas en granos menores a 2 micras, es por esto que se recomienda realizar difracción de rayos X (DRX) para determinar la composición mineral de manera más exacta.
- Se recomienda hacer un estudio sedimentológico durante la temporada de precipitaciones, donde va a ser significativo el aporte de sedimentos, ya que este estudio se realizó en temporada de pocas precipitaciones.
- Realizar estudio de minerales pesados a los sedimentos y determinar su posible procedencia.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Aguerrevere, S. & Zuloaga, G., (1937). *Observaciones Geológicas de la Parte Central de la Cordillera de La Costa*, Venezuela. Boletín Geológico y Minero. 1(2-4). Caracas, Venezuela.

Aldana, H., (2005). *Cartografía geológica y geotécnica de un sector del litoral central comprendido desde Caraballeda a Tanaguarena, estado Vargas*. Departamento de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela. Trabajo Especial de Grado. Caracas, Venezuela.

Ambrosio, R., (2001). *Modelaje gravimétrico del basamento de los conos aluviales de La Guaira, Macuto y Caraballeda, estado Vargas*. Departamento de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela. Trabajo Especial de Grado. Caracas, Venezuela.

Aranguren, A., (1996). *Reconocimiento geológico de la Quebrada El Encantado, Parque Nacional El Ávila*. UCV-EG. 103 p.

Barboza, L., y Rodríguez, S., (2001). *Integración de la geología del estado Vargas y del flanco sur del Macizo del Ávila al norte de Caracas*. Departamento de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela. Trabajo Especial de Grado, Inédito, 319 páginas + anexos.

Beck, C., (1985). *La chaîne Caraïbe au merideien de Caracas: geologie, tectogenese, place dans l'evolution geodynamique Mesozoique-Cenozoique des Caraïbes Meridionales*. L'Universite des Sciences et Techniques de Lille, Tesis de doctorado, 462 p.

Beck, C., (1986). *La chaîne Caräibe au meridian de Caracas. Geologie, tectogenese, place dans l'evolution geodynamique mesozoique-cenozoique des caräibes meridionales*. Reproducción en: Rev. Venezolana Cienc. Tierra (Geos) 43: 24- 25 + 469 p. en carpeta 17 de DVD, 2012.

Cano V., Melo L., (2001). *Reconocimiento geológico entre las cuencas de Quebrada Seca y río Care, estado Vargas*. Departamento de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela. Trabajo Especial de Grado. Caracas, Venezuela.

Cantisano, M., (1989). *Estudio geológico y geotécnico de la cuenca de la quebrada Mamera, Distrito Federal*. Mem. VII Congr. Geol. Venezolano, Barquisimeto, 4: 1047-1069.

Corrales, Z. I., S. J. Rosell, L. Sánchez de la Torre, T. J. Vera y M. L. Vilas, (1976). *Estratigrafía*. España: Editorial Rueda.

Dengo, G., (1947). *Informe geológico sobre el proyecto de Autopista Caracas - La Guaira*. Rev. Fomento, Caracas, 9-10(69): 133-154. La sección geológica inédita del túnel Boquerón 2 se ubicó en CAIGEOMIN – INGEOMIN (Incluido en Anexo 4).

Dengo, G., (1950). *Eclogitic and glaucophane amphibolites in Venezuela*. Trans. American Geophys. Union, 31(6): 873-878.

Dengo, G., (1951). *Geología de la región de Caracas*. Bol. Geol. Caracas, Venezuela. 1(1): 39-115.

Folk, R. L., y Ward, W. C., (1957). *Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters*. Journal of Sedimentary Petrology 27: 3–26.

Folk, R. L., (1974). *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill Pub. Co. Austin Texas, U. S. A.

Flores, R., (2013). *Estudio de la relación entre el clima, erosión y tectónica a lo largo del río Guárico mediante análisis geomorfológicos, geológicos y datos termocronológicos existente*. Departamento de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela. Trabajo Especial de Grado. Caracas, Venezuela.

Friedman, G. M., (1967). *Dynamic processes and statistical parameters compared for size frequency distribution of beach and river sands*. Journal of Sedimentary Petrology, v. 37(2), pp. 327-354.

Friedman, G., y Sanders, F. E., (1979). *Principles of sedimentology*. New York, p. 792.

González de Juana, C., Iturralde de Arozena, J., y Picard, X. (1980). *Geología de Venezuela y de sus cuencas petrolíferas* (Tomos I y II). Caracas, Venezuela: Ediciones Foninves.

González, O. y Millán, Z., (2016). *Granulometría de los sedimentos fluviales del canal principal y llanura aluvial del río Portuguesa, Venezuela*. SciElo. 40 (87).

Guzmán, H., (2004). *Cartografía geológico geotécnica de una zona en el litoral central entre Tanaguarena y Naguayatá, Estado Vargas*. Departamento de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela. Trabajo Especial de Grado. Caracas, Venezuela.

Ito, M., y Masuda, F., (1986). *Sedimentary and provenance memories in sand composition, the Late Pleistocene Paleo-Tokyo Bay*, Japan. Annual Report of the Institute of Geoscience, University of Tsukuba.

Kovach, A., Hurley, P. M., y Fairbain H. W., (1979). *Preliminary Rb/Sr whole rock dating of basement rocks from the Coast Range*. Bol. Asoc. Venez. Geol. Min. Petrol., 20(1-3): 86-89.

Krumbein, W. C. y Sloss, L., (1969). *Estratigrafía y sedimentación*, México: Editorial Hispano.

Lamare, P., (1928). *Contribution a l'étude pétrographique des roches de la Cordillère Caraïbe (Venezuela)*. Bull. Soc. Geol. de France, 4 ser., 27: 127-162.

López, N., y Uzcátegui, M., (2014). *Comparación de dos sectores de la formación mesa mediante caracterización mineralógica, textural, geomorfológica y análisis de minerales pesados en el sector central de la cuenca del río Orinoco*. Departamento de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela. Trabajo Especial de Grado. Caracas, Venezuela.

Méndez, J., y Navarro, E., (1987). *Caracterización geoquímica de las metalavas de la Formación Tacagua*. Memorias Iras. Jornadas de Investigación en Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Caracas, p. 44-47.

Menéndez, A., (1966). *Tectónica de la parte central de las montañas occidentales del Caribe*, Venezuela. Bol. de Geol. 8(15):154-155.

Navarro, M., Ostos M., y Yoris, F., (1988). *Revisión y redefinición de unidades litoestratigráficas y síntesis de un modelo tectónico para la evolución de la parte*

norte - central de Venezuela durante el Jurásico Medio - Paleógeno. Acta Científica Venezolana.

Ostos, M., (1981). *Geología de una zona ubicada entre la autopista Caracas-La Guaira y el estribo Galindo, Parque Nacional El Ávila*, Departamento de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela, Trabajo de ascenso. Inédito. Caracas, Venezuela.

Ostos, M., (1987). *Transporte tectónico de la Formación Peña de Mora, parte central de la Cordillera de la Costa*. Mem. 1ra Jornada de Investigación. Ingeniería, UCV, Caracas, Venezuela.

Ostos, M., (1990). *Tectonic evolution of the south-central Caribbean based on geochemical data*. University of Rice, Houston, Texas, Tesis doctoral, 411 p

PDVSA – Intevep, (1997). *III Léxico Estratigráfico de Venezuela (LEV III)*. Disponible en: [www.pdv.com/lexico](http://www.pdv.com/lexico), actualizado en abril de 2005.

Pettijohn, F.J., (1975). *Sedimentary Rocks*. 3rd ed. Harper y Row Publ. New York. 628 p.

Pettijohn, F.J., Potter, P.E., y Siever, R., (1987). *Sand and Sandstone*. Springer-Verlag, New York. 553 p.

Pindell, J., y L. Kennan, (2001). *Kinematic Evolution of the Gulf of Mexico and Caribbean*. Disponible en: <http://goo.gl/vkTeqD>

Potter, P.E., (1978). *Petrology and chemistry of modern big river sands*. Jour. Geol., v. 86, pp. 423–449.

Potter, P.E., (1986). *South America and a few grains of sand part I-beach sands*. Jour.Geol. v. 94, pp. 301–319.

Ríos D., (1989). *Geología de un segmento de la Cordillera de la Costa entre Macuto y Naiguatá y los Ocumitos-Turgua, Distrito Federal y estado Miranda*. Departamento de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela. Trabajo Especial de Grado. Caracas, Venezuela.

Rodríguez, J., Urbani, F., Audemard, F., Stockhausen, H., Barboza, L., Rodríguez, S., Melo, L., Cano, V., Suárez, J., Castillo, A., Fournier, H., (2001). *El Macizo del Ávila, geología y procesos de agradación ocurridos en diciembre, 1999*. Taller Internacional “Estudios de métodos y acciones para contrarrestar los efectos producidos por terremotos en Caracas (1999 – 2001)”.

Sabino, I., y Urbani, F., (1995). *Geología del flanco sur del pico Naiguatá, Parque Nacional El Ávila, estado Miranda, Venezuela*. Bol. Geol., Caracas, Public. esp. 10, 287-296 p.

Sánchez R., y Silva J., (1986). *Geología de la zona de Oritapo – Cabo Codera – Capaya, estado Miranda – Distrito Federal*. Departamento de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela. Trabajo Especial de Grado. Caracas, Venezuela.

Santamaría, F., (1972). *Geochemistry and geochronology of the igneous rocks of the Venezuelan Coast Ranges and Southern Caribbean islands and their tectonic evolution*. (Reproducido en *Geos* (UCV, Caracas ) 40, 2008).

Santamaría, F., y Schubert, C., (1974). *Geochemistry and geochronology of the Southern Caribbean – Northern Venezuela plate boundary*. Bull. Geol. Soc. Am.,

85(7): 1085-1098. Versión en español: Bol. Inf. Asoc. Venez. Geol. Min. Petrol. 18(1): 1-38, 1975.

Schurmann, H., (1950). *Glaukophangesteine aus Venezuela. Neues Jahrb. Min. Monatshefte*, 7: 145-156.

Smith, R. J., (1952). *Geología de la región de Los Teques – Cúa*. Bol. Geol., Caracas, 2(6): 333-406. Versión en inglés: *Geology of the Los Teques - Cúa region*, Venezuela. Bull. Geol. Soc. Amer., 64(1): 41-64.

Spry, A., (1968). *Metamorphic Textures*. New York, USA: Editorial Pergamon Press. 358 p.

Stephan, J. F., (1982). *Evolution géodynamique du domain Caräibe, Andes et Chaîne Caräibe sur la transversale de Barquisimeto (Vénézuéla)*. Univ. Pierre et Marie Curie (Paris VI). Tesis doctoral, inédita. 512 p. (Reproducido en Geos, UCV, Caracas, 41: en prensa + 512 p. en DVD, 2011)

Sueiro R., y Urbina, L., (2005). *Petrografía y geoquímica de las rocas de la Serranía del Litoral*. Departamento de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela. Trabajo Especial de Grado. Caracas, Venezuela.

Silva, J., y Sánchez, R., (1986). *Geología de la zona de Oritapo - Cabo Codera - Capaya, Miranda y Distrito Federal*. Departamento de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela. Trabajo Especial de Grado. Caracas, Venezuela.

Talukdar, S., y Loureiro, D., (1982). *Geología de una zona ubicada en el segmento norcentral de la Cordillera de la Costa, Venezuela: metamorfismo y deformación*.

*Evolución del margen septentrional de Suramérica en el marco de la tectónica de placas.* Geos, Caracas, (27): 15-76.

Urbani, F., y Ostos, M., (1989). *El Complejo Ávila, Cordillera de La Costa, Venezuela.* Geos, Universidad Central de Venezuela, Caracas, (29): 205-217.

Urbani, F., Yoris, E., Szczerban, O., Renz y Jung P., (1989). *Una localidad fosilífera en la Fase Tacagua, Cordillera de la Costa.* Geos, UCV, Caracas, (29): 274-275.

Urbani, F., et al. (1997). *Variación del contenido de dolomita en mármoles de la parte central de la Cordillera de la Costa, D.F. y estado Miranda.* Mem. VIII Congr. Geol. Venezolano, 2: 455-461.

Urbani, F., (2000). *Revisión de las unidades de rocas ígneas y metamórficas de la Cordillera de la Costa, Venezuela.* Geos, Universidad Central de Venezuela, Caracas (33): 1-170.

Urbani, F., Rodríguez, J. A., y Vivas, V., (2000). *Geología del estado Vargas: I.- nomenclatura actualizada de las unidades ígneo - metamórficas de la parte central de la Cordillera de la Costa.* II Jornadas Técnicas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela. Seminario Internacional Los Aludes Torrenciales de Diciembre 1999 en Venezuela. Instituto de Mecánica de Fluidos-UCV. Libro de Resúmenes, p. 621-622

Urbani, F., y Rodríguez, J. A., (2004). *Atlas geológico de la Cordillera de La Costa, Venezuela.* Ediciones Fundación Geos, Universidad Central de Venezuela y Funvisis, Caracas, Venezuela.

Urbani, F., Camposano, L. y Grande, S., (2005). *Todasana: una enigmática unidad ígnea de La Cordillera de la Costa*. Geos, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.

Urbani, F., y Grande, S., (2005). *Abreviaturas de minerales formadores de rocas*. Geos, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela.

Urbani, F., Wright, J., Grande, S., y Viscarret, P., (2007). *La Metadiorita de Todasana, estado Vargas: geología y geocronología*. Mem. IX Congreso Geológico Venezolano, Caracas, Venezuela. En CD.

Villegas, E., (2006). *Estudio geológico del abra topográfico de Tacagua y geotecnia detallada de los km 0 al 4 de la autopista Caracas – La Guaira*. Universidad Central de Venezuela. Departamento de Geología. Trabajo Especial de Grado. Caracas, Venezuela.

Wehrmann, M., (1972). *Geología de la región Guatire - Colonia Tovar*. Boletín Geológico Esp. 5 (4): 2093-2121.

Winkler, H., (1976). *Petrogenesis of metamorphic rocks*. Springer Verlag. 348 p.

Wilson, M., (1989). *Igneous petrogenesis*. Unwin Hyman, London. 466 p.

Zakhia, W., (2004). *Cartografía geológica y geotécnica de un sector del litoral central comprendido entre la cuenca de la quebrada Naiguatá y la cuenca de la quebrada Care, Estado Vargas*. Departamento de Geología, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Universidad Central de Venezuela. Trabajo Especial de Grado. Caracas, Venezuela.

## IX. APÉNDICES

### APENDICE 1

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

Figura 78. Escalas de Clasificación de acuerdo al tamaño de grano de los sedimentos clásticos. (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.

$$Md = \varnothing 50$$

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

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

**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 63.

$$\sigma 1 = \frac{\varnothing 84 - \varnothing 16}{4} + \frac{\varnothing 95 - \varnothing 5}{6,6}$$

**Tabla 64. Intervalos del grado de escogimiento, según Folk**

$\sigma 1$ ( $\varnothing$ )	GRADO DE ESCOGIMIENTO
< 0.35	Muy bien escogido
0.35 – 0.50	Bien escogido
0.50 – 0.71	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 64.

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

**Tabla 65. Intervalos de asimetría**

<b>SK1</b>	<b>ASIMETRÍA</b>
> 0.3	Muy asimétrica 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 65.

$$KG = \frac{\varnothing 95 - \varnothing 5}{2,44 (\varnothing 75 - \varnothing 25)}$$

**Tabla 66. Intervalos de curtosis**

<b>KG</b>	<b>KURTOSIS</b>
<0.67	Muy platicúrtica
0.67 – 0.90	Platicúrtica
0.90 – 1.11	Mesocúrtica
1.11 – 1.50	Leptocúrtica
1.50 – 3.00	Muy leptocúrtica
> 3.00	Extremadamente leptocúrtica

## APÉNDICE 2

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

**Tabla 67. Tabla de datos granulométricos de la muestra PT1H**

PT1H: Este de Anare (759966 - 1175588)								
Peso inicial :1516,1 grs.								
	Tamiz	Abertura φ	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	184,4	194,7	12,8	12,8	(-4,-3]	12,8
	A	-2,5	14,2	15,0	1,0	13,8	(-3,-2]	2,9
	5	-2	27,1	28,6	1,9	15,7		
	7	-1,5	34,9	36,8	2,4	18,1	(-2,-1]	6,5
	10	-1	59,1	62,4	4,1	22,3		
14	-0,5	118,8	125,4	8,3	30,5			
A R E N A S	18	0	214,5	226,5	14,9	45,5	(-1,0]	23,2
	25	0,5	204,7	216,1	14,3	59,7	(0,1]	35,1
	35	41	298,7	315,4	20,8	80,5		
	45	1,5	105,4	111,3	7,3	87,9	(1,2]	15,9
	60	2	123,5	130,4	8,6	96,5		
	80	2,5	38,8	41,0	2,7	99,2		
	100	2,75	5,1	5,4	0,4	99,5	(2,3]	3,2
	120	3	2,5	2,6	0,2	99,7	(3,4]	0,3
	170	3,5	2,0	2,1	0,1	99,8		
	230	4	2,2	2,3	0,2	100,0		
	A L I C M O L L A Y S	Bandeja	4,5	0,0	0,0	0,0	100,0	(4,5]
<b>Peso total</b>			1435,9	1516,1	100,0			

**Tabla 68. Tabla de datos granulométricos de la muestra PT2H**

Peso inicial :1560,4 grs.								
	Tamiz	Abertura φ	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	33,7	33,9	2,2	2,2	(-4,-3]	2,2
	A	-2,5	11,7	11,8	0,8	2,9	(-3,-2]	3,1
	5	-2	35,9	36,1	2,3	5,2		
	7	-1,5	74,7	75,1	4,8	10,1	(-2,-1]	15,1
	10	-1	158,9	159,7	10,2	20,3		
14	-0,5	230,4	231,6	14,8	35,1			
A R E N A S	18	0	277,0	278,5	17,8	53,0	(-1,0]	32,7
	25	0,5	246,3	247,6	15,9	68,8	(0,1]	35,3
	35	41	301,0	302,6	19,4	88,2		
	45	1,5	41,5	41,7	2,7	90,9	(1,2]	9,0
	60	2	98,9	99,4	6,4	97,3		
	80	2,5	30,4	30,6	2,0	99,2		
	100	2,75	3,9	3,9	0,3	99,5	(2,3]	2,4
	120	3	3,2	3,2	0,2	99,7	(3,4]	0,3
	170	3,5	1,5	1,5	0,1	99,8		
	230	4	3,1	3,1	0,2	100,0		
	A L I C M O L L A Y S	Bandeja	4,5	0,0	0,0	0,0	100,0	(4,5]
<b>Peso total</b>			1552,1	1560,4	100,0			

**Tabla 70. Tabla de datos granulométricos de la muestra PT3H**

PT3H: Playa Anare (756188 - 1175142)								
Peso inicial :1464,2 grs.								
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	612,9	616,7	42,1	42,1	(-4,-3]	42,1
	A	-2,5	83,4	83,9	5,7	47,8	(-3,-2]	17,0
	5	-2	164,2	165,2	11,3	59,1		
	7	-1,5	111,7	112,4	7,7	66,8	(-2,-1]	14,1
A R E N A S	10	-1	94,2	94,8	6,5	73,3	(-1,0]	10,2
	14	-0,5	81,7	82,2	5,6	78,9		
	18	0	67,1	67,5	4,6	83,5		
	25	0,5	53,6	53,9	3,7	87,2	(0,1]	8,9
	35	41	76,2	76,7	5,2	92,4	(1,2]	4,5
	45	1,5	19,5	19,6	1,3	93,8		
	60	2	46,3	46,6	3,2	96,9		
	80	2,5	28,5	28,7	2,0	98,9		
	100	2,75	7,3	7,3	0,5	99,4	(2,3]	2,6
	120	3	2,1	2,1	0,1	99,6	(3,4]	0,4
	170	3,5	2,8	2,8	0,2	99,7		
230	4	3,7	3,7	0,3	100,0			
L I C I O L L A S	Bandeja	4,5	0,0	0,0	0,0	100,0	(4,5]	0,0
<b>Peso total</b>			1455,2	1464,2	100,0			

**Tabla 69. Tabla de datos granulométricos de la muestra PT4H**

PT4H: Este de Camurí Grande (753550 - 1175220)								
Peso inicial :1814,9 grs.								
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	613,3	617,1	34,0	34,0	(-4,-3]	34,0
	A	-2,5	77,6	78,1	4,3	38,3	(-3,-2]	11,1
	5	-2	123,2	124,0	6,8	45,1		
	7	-1,5	87,2	87,7	4,8	50,0	(-2,-1]	10,0
A R E N A S	10	-1	93,7	94,3	5,2	55,2	(-1,0]	20,5
	14	-0,5	154,5	155,5	8,6	63,7		
	18	0	215,1	216,4	11,9	75,7		
	25	0,5	184,0	185,1	10,2	85,9	(0,1]	18,5
	35	41	150,2	151,1	8,3	94,2	(1,2]	4,6
	45	1,5	36,6	36,8	2,0	96,2		
	60	2	47,0	47,3	2,6	98,8		
	80	2,5	14,8	14,9	0,8	99,6		
	100	2,75	3,1	3,1	0,2	99,8	(2,3]	1,0
	120	3	0,0	0,0	0,0	99,8	(3,4]	0,2
	170	3,5	2,4	2,4	0,1	99,9		
230	4	1,1	1,1	0,1	100,0			
L I C I O L L A S	Bandeja	4,5	0,0	0,0	0,0	100,0	(4,5]	0,0
<b>Peso total</b>			1803,8	1814,9	100,0			

**Tabla 71. Tabla con datos granulométricos de la muestra PT5H**

PT5H: Oeste de Camurí Grande (752020 - 1175021)								
Peso inicial :1615,8 grs.								
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	0,0	0,0	0,0	0,0	(-4,-3]	0,0
	A	-2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	(-3,-2]	0,4
	5	-2	6,7	6,7	0,4	0,4		
	7	-1,5	16,3	16,4	1,0	1,4	(-2,-1]	4,0
A R E N A S	10	-1	47,6	47,8	3,0	4,4	(-1,0]	28,5
	14	-0,5	137,5	138,0	8,5	12,9		
	18	0	320,8	322,1	19,9	32,9		
	25	0,5	354,3	355,7	22,0	54,9		
	35	41	376,4	377,9	23,4	78,3	(0,1]	45,4
	45	1,5	108,0	108,4	6,7	85,0	(1,2]	16,7
	60	2	161,0	161,6	10,0	95,0		
	80	2,5	53,3	53,5	3,3	98,3	(2,3]	3,9
	100	2,75	9,2	9,2	0,6	98,9		
	120	3	0,0	0,0	0,0	98,9		
170	3,5	9,2	9,2	0,6	99,4	(3,4]	0,9	
230	4	5,5	5,5	0,3	99,8			
A R C I M O L L A S Y S	Bandeja	4,5	3,7	3,7	0,2	100,0	(4,5]	0,2
<b>Peso total</b>			1609,5	1615,8	100,0			

**Tabla 72. Datos granulométricos de la muestra PT6S**

PT6S: Playa Pantaleta (750544 - 1175208)								
Peso inicial :864 grs.								
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	0,0	0,0	0,0	0,0	(-4,-3]	0,0
	A	-2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	(-3,-2]	0,0
	5	-2	0,0	0,0	0,0	0,0		
	7	-1,5	0,5	0,5	0,1	0,1	(-2,-1]	0,2
A R E N A S	10	-1	1,4	1,4	0,2	0,2	(-1,0]	2,0
	14	-0,5	4,1	4,2	0,5	0,7		
	18	0	12,9	13,1	1,5	2,2		
	25	0,5	44,7	45,4	5,3	7,5		
	35	41	147,3	149,6	17,3	24,8	(0,1]	22,6
	45	1,5	293,6	298,2	34,5	59,3	(1,2]	66,7
	60	2	274,1	278,4	32,2	91,5		
	80	2,5	60,4	61,3	7,1	98,6	(2,3]	8,2
	100	2,75	7,3	7,4	0,9	99,5		
	120	3	1,7	1,7	0,2	99,7		
170	3,5	1,9	1,9	0,2	99,9	(3,4]	0,3	
230	4	0,8	0,8	0,1	100,0			
A R C I M O L L A S Y S	Bandeja	4,5	0,0	0,0	0,0	100,0	(4,5]	0,0
<b>Peso total</b>			850,7	864,0	100,0			

**Tabla 73. Datos granulométricos de la muestra PT6H**

PT6H: Playa Pantaleta (750544 - 1175208)								
Peso inicial :1023,2 grs.								
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	64,60	65,35	6,39	6,39	(-4,-3]	6,39
	A	-2,5	6,40	6,47	0,63	7,02	(-3,-2]	4,35
	5	-2	37,60	38,03	3,72	10,74		
	7	-1,5	60,80	61,50	6,01	16,75	(-2,-1]	14,15
A R E N A S	10	-1	82,30	83,25	8,14	24,88		
	14	-0,5	102,60	103,79	10,14	35,03	(-1,0]	22,13
	18	0	121,20	122,60	11,98	47,01		
	25	0,5	125,00	126,45	12,36	59,37	(0,1]	29,72
	35	41	175,60	177,63	17,36	76,73		
	45	1,5	124,90	126,34	12,35	89,08	(1,2]	20,09
	60	2	78,30	79,21	7,74	96,82		
	80	2,5	26,30	26,60	2,60	99,42	(2,3]	2,99
	100	2,75	2,40	2,43	0,24	99,65		
	120	3	1,50	1,52	0,15	99,80		
	170	3,5	1,00	1,01	0,10	99,90	(3,4]	0,20
230	4	1,00	1,01	0,10	100,00			
L I C I M I O L L A Y S	Bandeja	4,5	0,00	0,00	0,00	100,00	(4,5]	0,00
	<b>Peso total</b>		1011,50	1023,20	100,00			

**Tabla 74. Datos granulométricos de la muestra PT7S**

PT7S: Playa Pehu (750022 - 1175513)								
Peso inicial :767,6 grs.								
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	0,0	0,0	0,0	0,0	(-4,-3]	0,0
	A	-2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	(-3,-2]	0,0
	5	-2	0,0	0,0	0,0	0,0		
	7	-1,5	0,9	0,9	0,1	0,1	(-2,-1]	0,3
A R E N A S	10	-1	1,5	1,5	0,2	0,3		
	14	-0,5	6,8	6,9	0,9	1,2	(-1,0]	4,4
	18	0	26,2	26,6	3,5	4,7		
	25	0,5	116,9	118,7	15,5	20,1	(0,1]	33,2
	35	1	133,8	135,9	17,7	37,8		
	45	1,5	362,5	368,1	47,9	85,8	(1,2]	59,4
	60	2	86,8	88,1	11,5	97,3		
	80	2,5	16,7	17,0	2,2	99,5	(2,3]	2,5
	100	2,75	2,5	2,5	0,3	99,8		
	120	3	0,0	0,0	0,0	99,8		
	170	3,5	1,0	1,0	0,1	99,9	(3,4]	0,1
230	4	0,0	0,0	0,0	99,9			
L I C I M I O L L A Y S	Bandeja	4,5	0,4	0,4	0,1	100,0	(4,5]	0,1
	<b>Peso total</b>		756,0	767,6	100,0			

**Tabla 75. Datos granulométricos de la muestra PT7H**

PT7H: Playa Pelua (750022 - 1175513)								
Peso inicial :875,4 grs.								
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	8,70	8,72	1,00	1,00	(-4,-3]	1,00
	A	-2,5	3,40	3,41	0,39	1,39	(-3,-2]	1,53
	5	-2	10,00	10,03	1,15	2,53		
	7	-1,5	26,50	26,57	3,04	5,57	(-2,-1]	8,57
	10	-1	48,30	48,43	5,53	11,10		
A R E N A S	14	-0,5	103,60	103,88	11,87	22,97	(-1,0]	33,18
	18	0	186,10	186,61	21,32	44,28		
	25	0,5	191,40	191,93	21,92	66,21		
	35	1	180,20	180,70	20,64	86,85	(0,1]	42,57
	45	1,5	41,00	41,11	4,70	91,55		
	60	2	39,30	39,41	4,50	96,05	(1,2]	9,20
	80	2,5	21,70	21,76	2,49	98,53		
	100	2,75	5,40	5,41	0,62	99,15	(2,3]	3,44
	120	3	2,90	2,91	0,33	99,48		
	170	3,5	3,60	3,61	0,41	99,90		
	230	4	0,90	0,90	0,10	100,00	(3,4]	0,52
L I C I O S L A Y S	Bandeja	4,5	0,00	0,00	0,00	100,00	(4,5]	0,00
	<b>Peso total</b>		873,00	875,40	100,00			

**Tabla 76. Datos granulométricos de la muestra PT8S**

PT8S: Playa Los Angeles (749385 - 1174978)								
Peso inicial :854,9 grs.								
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	0,0	0,0	0,0	0,0	(-4,-3]	0,0
	A	-2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	(-3,-2]	0,0
	5	-2	0,0	0,0	0,0	0,0		
	7	-1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	(-2,-1]	0,0
	10	-1	0,0	0,0	0,0	0,0		
A R E N A S	14	-0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	(-1,0]	0,0
	18	0	0,0	0,0	0,0	0,0		
	25	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0		
	35	1	9,4	9,5	1,1	1,1	(0,1]	1,1
	45	1,5	83,6	84,4	9,9	11,0		
	60	2	468,9	473,3	55,4	66,3	(1,2]	65,2
	80	2,5	229,0	231,1	27,0	93,4		
	100	2,75	32,8	33,1	3,9	97,2	(2,3]	32,1
	120	3	10,3	10,4	1,2	98,5		
	170	3,5	11,8	11,9	1,4	99,9		
	230	4	1,2	1,2	0,1	100,0	(3,4]	1,5
L I C I O S L A Y S	Bandeja	4,5	0,0	0,0	0,0	100,0	(4,5]	0,0
	<b>Peso total</b>		847,0	854,9	100,0			

**Tabla 77. Datos granulométricos de la muestra PT8H**

PT8H: Playa Los Angeles (749385 - 1174978)									
Peso inicial :689,1 grs.									
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase	
G R A V A S	C	-3	12,10	12,61	1,83	1,83	(-4,-3]	1,83	
	A	-2,5	4,00	4,17	0,60	2,43	(-3,-2]	2,59	
	5	-2	13,10	13,65	1,98	4,42			
	7	-1,5	21,20	22,09	3,21	7,62	(-2,-1]	9,45	
	10	-1	41,30	43,04	6,25	13,87			
A R E N A S	14	-0,5	62,10	64,71	9,39	23,26	(-1,0]	18,89	
	18	0	62,80	65,44	9,50	32,75			
	25	0,5	35,90	37,41	5,43	38,18	(0,1]	12,54	
	35	1	47,00	48,98	7,11	45,29			
	45	1,5	34,00	35,43	5,14	50,43	(1,2]	11,76	
	60	2	43,80	45,64	6,62	57,05			
	80	2,5	223,00	232,37	33,72	90,78	(2,3]	40,12	
	100	2,75	30,70	31,99	4,64	95,42			
	120	3	11,60	12,09	1,75	97,17			
	170	3,5	17,60	18,34	2,66	99,83			
		230	4	1,10	1,15	0,17	100,00	(3,4]	2,83
	A L I C M O L L A Y S	Bandeja	4,5	0,00	0,00	0,00	100,00	(4,5]	0,00
<b>Peso total</b>			661,30	689,10	100,00				

**Tabla 78. Datos granulométricos de la muestra PT9S**

PT9S: Playa Los Angeles (748946 - 1174872)									
Peso inicial : 925,9 grs.									
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase	
G R A V A S	C	-3	0,0	0,0	0,0	0,0	(-4,-3]	0,0	
	A	-2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	(-3,-2]	0,0	
	5	-2	0,0	0,0	0,0	0,0			
	7	-1,5	0,4	0,4	0,0	0,0	(-2,-1]	0,1	
	10	-1	0,2	0,2	0,0	0,1			
A R E N A S	14	-0,5	0,6	0,6	0,1	0,1	(-1,0]	0,2	
	18	0	1,7	1,7	0,2	0,3			
	25	0,5	4,2	4,2	0,5	0,8	(0,1]	13,4	
	35	1	120,0	120,3	13,0	13,8			
	45	1,5	187,4	187,8	20,3	34,0	(1,2]	58,9	
	60	2	356,7	357,5	38,6	72,7			
	80	2,5	208,5	209,0	22,6	95,2	(2,3]	26,1	
	100	2,75	23,4	23,5	2,5	97,8			
	120	3	9,1	9,1	1,0	98,7			
	170	3,5	8,0	8,0	0,9	99,6			
		230	4	3,0	3,0	0,3	99,9	(3,4]	1,2
	A L I C M O L L A Y S	Bandeja	4,5	0,6	0,6	0,1	100,0	(4,5]	0,1
<b>Peso total</b>			923,8	925,9	100,0				

**Tabla 79. Datos granulométricos de la muestra PT9H**

PT9H: Playa Los Ángeles (748946 - 1174872)								
Peso inicial : 865,5 grs.								
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	0,0	0,0	0,0	0,0	(-4,-3]	0,0
	A	-2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	(-3,-2]	0,8
	5	-2	5,8	6,6	0,8	0,8		
	7	-1,5	10,3	11,7	1,3	2,1	(-2,-1]	5,2
	10	-1	29,2	33,1	3,8	5,9		
A R E N A S	14	-0,5	118,7	134,6	15,6	21,5	(-1,0]	30,7
	18	0	115,9	131,5	15,2	36,7		
	25	0,5	85,5	97,0	11,2	47,9		
	35	1	32,1	36,4	4,2	52,1	(0,1]	15,4
	45	1,5	41,2	46,7	5,4	57,5	(1,2]	26,9
	60	2	163,7	185,7	21,5	79,0		
	80	2,5	116,9	132,6	15,3	94,3		
	100	2,75	18,9	21,4	2,5	96,7	(2,3]	18,5
	120	3	5,5	6,2	0,7	97,5	(3,4]	2,5
	170	3,5	12,8	14,5	1,7	99,1		
	230	4	6,0	6,8	0,8	99,9		
A L I C I M O L L A S Y S	Bandeja	4,5	0,5	0,6	0,1	100,0	(4,5]	0,1
<b>Peso total</b>			763,0	865,5	100,0			

**Tabla 80. Datos granulométricos de la muestra PT10S**

PT10S: Este de Naiguatá (748349 - 1174919)								
Peso inicial : 1082,0 grs.								
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	0,0	0,0	0,0	0,0	(-4,-3]	0,0
	A	-2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	(-3,-2]	1,9
	5	-2	20,4	20,6	1,9	1,9		
	7	-1,5	20,5	20,7	1,9	3,8	(-2,-1]	4,1
	10	-1	22,8	23,1	2,1	6,0		
A R E N A S	14	-0,5	24,9	25,2	2,3	8,3	(-1,0]	4,6
	18	0	24,7	25,0	2,3	10,6		
	25	0,5	21,6	21,9	2,0	12,6		
	35	1	54,7	55,4	5,1	17,7	(0,1]	7,1
	45	1,5	82,9	84,1	7,8	25,5	(1,2]	35,0
	60	2	290,4	294,6	27,2	52,7		
	80	2,5	354,5	359,6	33,2	86,0		
	100	2,75	43,7	44,3	4,1	90,1	(2,3]	39,3
	120	3	21,4	21,7	2,0	92,1	(3,4]	6,1
	170	3,5	41,5	42,1	3,9	95,9		
	230	4	23,2	23,5	2,2	98,1		
A L I C I M O L L A S Y S	Bandeja	4,5	20,1	20,3	1,9	100,0	(4,5]	1,9
<b>Peso total</b>			1066,6	1082,0	100,0			

**Tabla 81. Datos granulométricos de la muestra PT10H**

PT10H: Este de Naguayá (748349 - 1174919)								
Peso inicial : 980 grs.								
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	0,0	0,0	0,0	0,0	(-4,-3]	0,0
	A	-2,5	29,9	30,0	3,1	3,1	(-3,-2]	6,3
	5	-2	31,3	31,4	3,2	6,3		
	7	-1,5	0,0	0,0	0,0	6,3	(-2,-1]	3,1
	10	-1	30,7	30,8	3,1	9,4		
A R E N A S	14	-0,5	32,5	32,6	3,3	12,7	(-1,0]	6,6
	18	0	32,1	32,2	3,3	16,0		
	25	0,5	0,0	0,0	0,0	16,0		
	35	1	45,6	45,8	4,7	20,7	(0,1]	4,7
	45	1,5	49,3	49,5	5,0	25,8		
	60	2	231,3	232,2	23,7	49,4	(1,2]	28,7
	80	2,5	345,1	346,4	35,3	84,8		
	100	2,75	40,6	40,8	4,2	88,9	(2,3]	43,4
	120	3	37,9	38,0	3,9	92,8		
	170	3,5	37,8	37,9	3,9	96,7	(3,4]	7,2
	230	4	32,2	32,3	3,3	100,0		
L I C I M O L S L A Y S	Bandeja	4,5	0,0	0,0	0,0	100,0	(4,5]	0,0
<b>Peso total</b>			976,3	980,0	100,0			

**Tabla 82. Datos granulométricos de la muestra PT11S**

PT11S: Este de El Tigriño (744642 - 1174363)								
Peso inicial : 1000,2 grs.								
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	0,0	0,0	0,0	0,0	(-4,-3]	0,0
	A	-2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	(-3,-2]	0,1
	5	-2	0,6	0,6	0,1	0,1		
	7	-1,5	58,4	59,0	5,9	6,0	(-2,-1]	7,1
	10	-1	11,5	11,6	1,2	7,1		
A R E N A S	14	-0,5	80,3	81,1	8,1	15,2	(-1,0]	8,1
	18	0	0,0	0,0	0,0	15,2		
	25	0,5	80,8	81,6	8,2	23,4		
	35	1	260,9	263,4	26,3	49,7	(0,1]	34,5
	45	1,5	258,5	261,0	26,1	75,8		
	60	2	158,5	160,0	16,0	91,8	(1,2]	42,1
	80	2,5	65,0	65,6	6,6	98,4		
	100	2,75	7,1	7,2	0,7	99,1	(2,3]	7,3
	120	3	0,6	0,6	0,1	99,2		
	170	3,5	4,8	4,8	0,5	99,6	(3,4]	0,7
	230	4	2,4	2,4	0,2	99,9		
L I C I M O L S L A Y S	Bandeja	4,5	1,2	1,2	0,1	100,0	(4,5]	0,1
<b>Peso total</b>			990,6	1000,2	100,0			

**Tabla 83. Datos granulométricos de la muestra PT11H**

PT11H: Este de El Tigrillo (744642 - 1174363)								
Peso inicial : 990,9 grs.								
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	85,6	85,8	8,7	8,7	(-4,-3]	8,66
	A	-2,5	10,1	10,1	1,0	9,7	(-3,-2]	3,32
	5	-2	22,7	22,8	2,3	12,0		
	7	-1,5	34,2	34,3	3,5	15,4	(-2,-1]	9,58
A R E N A S	10	-1	60,5	60,6	6,1	21,6	(-1,0]	11,78
	14	-0,5	116,5	116,8	11,8	33,3		
	18	0	0,0	0,0	0,0	33,3		
	25	0,5	374,4	375,3	37,9	71,2	(0,1]	55,21
	35	1	171,4	171,8	17,3	88,5		
	45	1,5	0,0	0,0	0,0	88,5	(1,2]	8,54
	60	2	84,4	84,6	8,5	97,1		
	80	2,5	14,6	14,6	1,5	98,6		
	100	2,75	4,5	4,5	0,5	99,0	(2,3]	1,93
	120	3	0,0	0,0	0,0	99,0		
	170	3,5	1,1	1,1	0,1	99,1	(3,4]	0,93
230	4	8,1	8,1	0,8	99,9			
L I C I O L L A S Y	Bandeja	4,5	0,5	0,5	0,1	100,0	(4,5]	0,05
<b>Peso total</b>			988,6	990,9	100,0			

**Tabla 84. Datos granulométricos de la muestra PT12S**

PT12S: Oeste de El Tigrillo (743694 - 1174088)								
Peso inicial : 1178,4 grs.								
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	0,0	0,0	0,0	0,0	(-4,-3]	0,0
	A	-2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	(-3,-2]	0,0
	5	-2	0,0	0,0	0,0	0,0		
	7	-1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	(-2,-1]	0,2
A R E N A S	10	-1	2,5	2,6	0,2	0,2	(-1,0]	4,3
	14	-0,5	8,3	8,5	0,7	0,9		
	18	0	40,8	41,6	3,5	4,5		
	25	0,5	90,7	92,5	7,9	12,3	(0,1]	36,4
	35	1	329,8	336,5	28,6	40,9		
	45	1,5	322,9	329,4	28,0	68,8	(1,2]	52,1
	60	2	278,5	284,1	24,1	92,9		
	80	2,5	71,2	72,6	6,2	99,1		
	100	2,75	6,9	7,0	0,6	99,7	(2,3]	6,9
	120	3	1,9	1,9	0,2	99,9		
	170	3,5	1,6	1,6	0,1	100,0	(3,4]	0,1
230	4	0,0	0,0	0,0	100,0			
L I C I O L L A S Y	Bandeja	4,5	0,0	0,0	0,0	100,0	(4,5]	0,0
<b>Peso total</b>			1155,1	1178,4	100,0			

**Tabla 85. Datos granulométricos de la muestra PT12H**

PT12H: Oeste de El Tigrillo (743694 - 1174088)								
Peso inicial :1499 grs.								
	Tamiz	Abertura φ	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	12,9	12,9	0,9	0,9	(-4,-3]	0,9
	A	-2,5	6,1	6,1	0,4	1,3	(-3,-2]	3,4
	5	-2	44,6	44,8	3,0	4,3		
	7	-1,5	119,3	119,7	8,0	12,2	(-2,-1]	18,8
A R E N A S	10	-1	161,4	162,0	10,8	23,1	(-1,0]	35,0
	14	-0,5	254,4	255,4	17,0	40,1		
	18	0	268,1	269,1	18,0	58,0		
	25	0,5	129,9	130,4	8,7	66,7	(0,1]	17,5
	35	41	131,3	131,8	8,8	75,5		
	45	1,5	104,1	104,5	7,0	82,5	(1,2]	18,0
	60	2	164,6	165,2	11,0	93,5		
	80	2,5	79,4	79,7	5,3	98,8		
	100	2,75	10,4	10,4	0,7	99,5	(2,3]	6,3
	120	3	3,9	3,9	0,3	99,8		
170	3,5	3,0	3,0	0,2	100,0	(3,4]	0,2	
230	4	0,0	0,0	0,0	100,0			
L I C I M O L S Y S	Bandeja	4,5	0,0	0,0	0,0	100,0	(4,5]	0,0
			<b>Peso total</b>	1493,4	1499,0	100,0		

**Tabla 86. Datos granulométricos de la muestra PT13H**

PT13H: Oeste de Carmen de Uria (741079 - 1173764)								
Peso inicial :2419,1 grs.								
	Tamiz	Abertura φ	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	22,1	22,1	0,9	0,9	(-4,-3]	0,9
	A	-2,5	46,0	46,1	1,9	2,8	(-3,-2]	4,2
	5	-2	54,9	55,0	2,3	5,1		
	7	-1,5	89,2	89,3	3,7	8,8	(-2,-1]	9,0
A R E N A S	10	-1	127,4	127,6	5,3	14,1	(-1,0]	24,4
	14	-0,5	223,6	223,9	9,3	23,3		
	18	0	366,9	367,4	15,2	38,5		
	25	0,5	450,2	450,8	18,6	57,1	(0,1]	41,1
	35	41	543,2	543,9	22,5	79,6		
	45	1,5	263,0	263,3	10,9	90,5	(1,2]	17,9
	60	2	169,5	169,7	7,0	97,5		
	80	2,5	47,9	48,0	2,0	99,5		
	100	2,75	7,4	7,4	0,3	99,8	(2,3]	2,3
	120	3	0,0	0,0	0,0	99,8		
170	3,5	4,7	4,7	0,2	100,0	(3,4]	0,2	
230	4	0,0	0,0	0,0	100,0			
L I C I M O L S Y S	Bandeja	4,5	0,0	0,0	0,0	100,0	(4,5]	0,0
			<b>Peso total</b>	2416,0	2419,1	100,0		

**Tabla 87. Datos granulométricos de la muestra PT14S**

PT14S:Playa Escondida (738582 - 1173967)								
Peso inicial : 911,3 grs.								
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	0,0	0,0	0,0	0,0	(-4,-3]	0,0
	A	-2,5	0,1	0,1	0,0	0,0	(-3,-2]	0,2
	5	-2	1,7	1,7	0,2	0,2		
	7	-1,5	1,3	1,3	0,1	0,3	(-2,-1]	0,1
	10	-1	0,0	0,0	0,0	0,3		
A R E N A S	14	-0,5	7,4	7,5	0,8	1,2	(-1,0]	3,5
	18	0	23,9	24,1	2,6	3,8		
	25	0,5	62,7	63,2	6,9	10,7		
	35	1	175,8	177,1	19,4	30,2	(0,1]	26,4
	45	1,5	143,6	144,7	15,9	46,0	(1,2]	52,8
	60	2	334,3	336,8	37,0	83,0		
	80	2,5	128,9	129,9	14,2	97,2		
	100	2,75	11,3	11,4	1,2	98,5	(2,3]	16,0
	120	3	4,9	4,9	0,5	99,0		
	170	3,5	5,0	5,0	0,6	99,6	(3,4]	0,7
230	4	1,7	1,7	0,2	99,8			
L I C M O L L A S	Bandeja	4,5	2,0	2,0	0,2	100,0	(4,5]	0,2
<b>Peso total</b>			904,6	911,3	100,0			

**Tabla 88. Datos granulométricos de la muestra PT14H**

PT14H:Playa Escondida (738582 - 1173967)								
Peso inicial : 1000 grs.								
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	19,4	19,4	1,9	1,9	(-4,-3]	1,94
	A	-2,5	0,0	0,0	0,0	1,9	(-3,-2]	2,21
	5	-2	22,1	22,1	2,2	4,2		
	7	-1,5	26,8	26,9	2,7	6,8	(-2,-1]	5,92
	10	-1	32,2	32,3	3,2	10,1		
A R E N A S	14	-0,5	51,1	51,3	5,1	15,2	(-1,0]	15,15
	18	0	99,9	100,3	10,0	25,2		
	25	0,5	99,1	99,5	9,9	35,2		
	35	1	275,5	276,6	27,7	62,8	(0,1]	37,60
	45	1,5	21,4	21,4	2,1	65,0	(1,2]	21,12
	60	2	189,0	189,7	19,0	83,9		
	80	2,5	41,1	41,2	4,1	88,1		
	100	2,75	39,0	39,1	3,9	92,0	(2,3]	10,00
	120	3	19,6	19,6	2,0	93,9		
	170	3,5	19,5	19,5	2,0	95,9	(3,4]	4,19
230	4	22,3	22,4	2,2	98,1			
L I C M O L L A S	Bandeja	4,5	18,6	18,6	1,9	100,0	(4,5]	1,86
<b>Peso total</b>			996,0	1000,0	100,0			

**Tabla 89. Datos granulométricos de la muestra PT15S**

PT15S: Norte de Tanaguarena (738008 - 1174170)								
Peso inicial : 1049,80 grs.								
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	0,0	0,0	0,0	0,0	(-4,-3]	0,0
	A	-2,5	0,6	0,6	0,1	0,1	(-3,-2]	0,1
	5	-2	0,0	0,0	0,0	0,1		
	7	-1,5	1,1	1,1	0,1	0,2	(-2,-1]	0,4
	10	-1	3,4	3,5	0,3	0,5		
A R E N A S	14	-0,5	19,0	19,5	1,9	2,4	(-1,0]	16,1
	18	0	146,3	149,8	14,3	16,6		
	25	0,5	321,5	329,2	31,4	48,0	(0,1]	59,2
	35	1	285,7	292,5	27,9	75,8		
	45	1,5	27,7	28,4	2,7	78,5	(1,2]	12,8
	60	2	103,4	105,9	10,1	88,6		
	80	2,5	72,8	74,5	7,1	95,7	(2,3]	10,1
	100	2,75	24,0	24,6	2,3	98,1		
	120	3	6,6	6,8	0,6	98,7		
	170	3,5	11,8	12,1	1,2	99,9	(3,4]	1,3
	230	4	1,5	1,5	0,1	100,0		
L I C I O L I S A S	Bandeja	4,5	0,0	0,0	0,0	100,0	(4,5]	0,0
	Peso total		1025,4	1049,8	100,0			

**Tabla 90. Datos granulométricos de la muestra PT15H**

PT15H: Norte de Tanaguarena (738008 - 1174170)								
Peso inicial : 956,3 grs.								
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	15,3	15,7	1,6	1,6	(-4,-3]	1,64
	A	-2,5	0,0	0,0	0,0	1,6	(-3,-2]	2,07
	5	-2	19,3	19,8	2,1	3,7		
	7	-1,5	30,7	31,6	3,3	7,0	(-2,-1]	13,62
	10	-1	96,0	98,7	10,3	17,3		
A R E N A S	14	-0,5	429,0	440,9	46,1	63,4	(-1,0]	68,68
	18	0	210,1	215,9	22,6	86,0		
	25	0,5	12,4	12,7	1,3	87,4	(0,1]	3,76
	35	1	22,6	23,2	2,4	89,8		
	45	1,5	13,1	13,5	1,4	91,2	(1,2]	3,17
	60	2	16,4	16,9	1,8	93,0		
	80	2,5	14,9	15,3	1,6	94,6		
	100	2,75	13,3	13,7	1,4	96,0	(2,3]	4,35
	120	3	12,3	12,6	1,3	97,3		
	170	3,5	12,2	12,5	1,3	98,6	(3,4]	2,70
	230	4	12,9	13,3	1,4	100,0		
L I C I O L I S A S	Bandeja	4,5	0,0	0,0	0,0	100,0	(4,5]	0,00
	Peso total		930,5	956,3	100,0			

**Tabla 91. Datos granulométricos de la muestra PT16S**

PT16S: Oeste de Tanaguarena (737591 - 1174220)								
Peso inicial : 1169,5 grs.								
	Tamiz	Abertura φ	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	0,0	0,0	0,0	0,0	(-4,-3]	0,0
	A	-2,5	1,4	1,4	0,1	0,1	(-3,-2]	0,2
	5	-2	0,4	0,4	0,0	0,2		
	7	-1,5	3,2	3,2	0,3	0,4	(-2,-1]	0,9
	10	-1	6,9	6,9	0,6	1,0		
A R E N A S	14	-0,5	18,0	18,0	1,5	2,6	(-1,0]	5,8
	18	0	49,7	49,7	4,3	6,8		
	25	0,5	6,1	6,1	0,5	7,3		
	35	1	389,6	389,8	33,3	40,7	(0,1]	33,9
	45	1,5	147,0	147,1	12,6	53,2		
	60	2	317,5	317,7	27,2	80,4		
	80	2,5	142,9	143,0	12,2	92,6	(1,2]	39,7
	100	2,8	35,1	35,1	3,0	95,6		
	120	3	21,4	21,4	1,8	97,5		
	170	3,5	15,2	15,2	1,3	98,8	(2,3]	17,1
230	4	11,8	11,8	1,0	99,8			
L I C I O L L A S Y	Bandeja	4,5	2,6	2,6	0,2	100,0	(3,4]	2,3
			<b>Peso total</b>	1168,8	1169,5	100,0		

**Tabla 92. Datos granulométricos de la muestra PT16H**

PT16H: Oeste de Tanaguarena (737591 - 1174220)								
Peso inicial : 1278,5 grs.								
	Tamiz	Abertura φ	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	39,00	39,05	3,05	3,05	(-4,-3]	3,05
	A	-2,5	15,90	15,92	1,25	4,30	(-3,-2]	5,50
	5	-2	54,30	54,37	4,25	8,55		
	7	-1,5	86,00	86,11	6,74	15,29	(-2,-1]	19,97
	10	-1	169,00	169,23	13,24	28,52		
A R E N A S	14	-0,5	265,90	266,25	20,83	49,35	(-1,0]	35,28
	18	0	184,60	184,85	14,46	63,81		
	25	0,5	76,90	77,00	6,02	69,83		
	35	1	75,70	75,80	5,93	75,76	(0,1]	11,95
	45	1,5	13,30	13,32	1,04	76,80		
	60	2	87,90	88,02	6,88	83,69		
	80	2,5	140,50	140,69	11,00	94,69	(1,2]	7,93
	100	2,75	20,10	20,13	1,57	96,26		
	120	3	18,10	18,12	1,42	97,68		
	170	3,5	25,60	25,63	2,01	99,69	(2,3]	14,00
230	4	4,00	4,01	0,31	100,00			
L I C I O L L A S Y	Bandeja	4,5		0,00	0,00	100,00	(3,4]	2,32
			<b>Peso total</b>	1276,80	1278,50	100,00		

**Tabla 93. Datos granulométricos de la muestra PT17S**

PT17S: Playa Los Cocos (736994 - 1174177)								
Peso inicial : 807,3 grs.								
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	0	0	0	0	(-4,-3]	0,0
	A	-2,5	2,4	2,4	0,3	0,3	(-3,-2]	1,1
	5	-2	6,7	6,7	0,8	1,1		
	7	-1,5	11,6	11,6	1,4	2,6	(-2,-1]	7,7
	10	-1	50,6	50,8	6,3	8,9		
A R E N A S	14	-0,5	100,8	101,1	12,5	21,4	(-1,0]	32,4
	18	0	159,7	160,2	19,8	41,2		
	25	0,5	3,5	3,5	0,4	41,7		
	35	1	353,0	354,2	43,9	85,5	(0,1]	44,3
	45	1,5	18,1	18,2	2,2	87,8	(1,2]	12,4
	60	2	82,0	82,3	10,2	98,0		
	80	2,5	9,6	9,6	1,2	99,2	(2,3]	1,5
	100	2,8	1,8	1,8	0,2	99,4		
	120	3	0,3	0,3	0,0	99,4		
	170	3,5	0,2	0,2	0,0	99,5		
	230	4	1,1	1,1	0,1	99,6	(3,4]	0,2
	A L I C I O L L A Y S	Bandeja	4,5	3,2	3,2	0,4	100,0	(4,5]
<b>Peso total</b>		804,6	807,3	100,0				

**Tabla 94. Datos granulométricos de la muestra PT17H**

PT17H: Playa Los Cocos (736994 - 1174177)								
Peso inicial : 827 grs.								
	Tamiz	Abertura $\phi$	Peso retenido (grs)	Peso corregido (grs)	% Peso corregido	% Peso acumulado	Intervalo de clase	% Peso corregido por clase
G R A V A S	C	-3	10,00	10,39	1,26	1,26	(-4,-3]	1,26
	A	-2,5	6,80	7,06	0,85	2,11	(-3,-2]	3,60
	5	-2	21,90	22,75	2,75	4,86		
	7	-1,5	54,10	56,19	6,79	11,66	(-2,-1]	17,04
	10	-1	81,60	84,76	10,25	21,90		
A R E N A S	14	-0,5	102,40	106,36	12,86	34,77	(-1,0]	29,83
	18	0	135,10	140,33	16,97	51,73		
	25	0,5	4,90	5,09	0,62	52,35		
	35	1	263,20	273,38	33,06	85,41	(0,1]	33,67
	45	1,5	5,40	5,61	0,68	86,08	(1,2]	10,41
	60	2	77,50	80,50	9,73	95,82		
	80	2,5	28,50	29,60	3,58	99,40	(2,3]	3,81
	100	2,75	1,40	1,45	0,18	99,57		
	120	3	0,40	0,42	0,05	99,62		
	170	3,5	0,50	0,52	0,06	99,69		
	230	4	1,00	1,04	0,13	99,81	(3,4]	0,19
	A L I C I O L L A Y S	Bandeja	4,5	1,50	1,56	0,19	100,00	(4,5]
<b>Peso total</b>		796,20	827,00	100,00				