

**P.O.T**  
**500**

**Plan de Ordenamiento  
Territorial**  
Santa Marta  
2020 -2032

# Diagnóstico

## Anexo dimensión ambiental

**SANTA  
MARTA**  
El cambio es  
imparable

[santamarta.gov.co](http://santamarta.gov.co)







## **Virna Lizi Johnson Salcedo**

Alcaldesa Distrital de Santa Marta D.T.C.H.

## **Raúl Pacheco Granados**

Secretario Distrital de Planeación

3

## **Equipo consultoría geografía urbana**







## Tabla de contenido

<b>1</b>	<b>COMPONENTE NORMATIVO AMBIENTAL.....</b>	<b>20</b>
1.1	NORMAS QUE REGULAN EL SECTOR AMBIENTAL.....	20
1.2	DEL ORDEN ESPECÍFICO .....	22
<b>2</b>	<b>SISTEMA AMBIENTAL NATURAL.....</b>	<b>25</b>
1.3	SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS .....	28
1.3.1	<i>Sistema Nacional de Áreas Protegidas en el Distrito de Santa Marta.....</i>	<i>28</i>
1.3.1.1	Parques Nacionales Naturales – PNN –.....	29
1.3.1.1.1	Parque Tayrona.....	29
1.3.1.1.2	Parque Nacional Natural Sierra Nevada.....	37
1.3.1.1.3	Reservas Naturales de la Sociedad Civil y Zona de reserva forestal protectora .....	45
1.3.2	<i>Sistema Ambiental Distrital -SAD- .....</i>	<i>48</i>
1.3.2.1	Parque Natural Distrital Dumbira .....	48
1.3.2.2	Parque Natural Distrital Bondigua .....	53
1.3.2.3	Parque Natural Distrital Paz Verde .....	59
1.3.2.4	Complejo Ambiental SUHAGUA.....	64
1.3.2.5	Análisis actual de coberturas de los parques Dumbira, Bondigua y Paz Verde .....	70
1.4	ÁREAS DE INTERÉS ESTRATÉGICO .....	77
1.4.1	<i>Sistema Hidrográfico .....</i>	<i>77</i>
1.4.1.1	<i>Unidades hidrográficas de I nivel .....</i>	<i>79</i>
1.4.1.1.1	Río Gaira.....	79
1.4.1.1.2	Río Manzanares .....	79
1.4.1.1.3	Río Don Diego .....	79
1.4.1.1.4	Río Piedras .....	79
1.4.1.1.5	Río Palomino .....	80
1.4.1.1.6	Río MendiHuaca .....	80
1.4.1.1.7	Río Guachaca .....	80
1.4.2	<i>Ronda Hídrica; Unidades hidrográficas de I y II nivel. ....</i>	<i>81</i>
	<b>RONDAS HIDRICAS.....</b>	<b>81</b>
1.4.3	<i>Humedales.....</i>	<i>84</i>
1.5	CUENCAS Y MICROCUENCAS ABASTECEDORAS .....	88
1.6	POMCAS.....	90
1.6.1	<i>Categorías de Manejo Ambiental.....</i>	<i>90</i>
1.6.1.1	Río Piedras .....	91
1.6.1.2	Río Gaira.....	94
1.6.1.3	Río Manzanares .....	96
1.7	CUENCAS DE ORDEN CERO .....	97
1.8	ZONA COSTERA .....	99
1.8.1	<i>Unidades Ambientales Costeras (Desarrollo de Zona Costera) .....</i>	<i>99</i>
1.9	SISTEMA OROGRÁFICO.....	101
1.9.1	<i>Cerros .....</i>	<i>101</i>

1.10	ZONAS DE RECARGAS DE ACUÍFERO .....	103
1.10.1.1	Características Geomorfológicas .....	105
1.10.1.2	Características geológicas .....	105
1.11	PRESERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD .....	106
1.11.1.1	Bosque tropical .....	106
1.11.1.2	Biomás o Zonas de Vida .....	108
1.12	COBERTURAS VEGETALES .....	108
1.12.1.1.1	Arbustal Denso Esclerófilo .....	108
1.12.1.1.2	Arbustal Denso en Enclaves de Escorrentía .....	108
1.12.1.1.3	Caracterización de la Vegetación por Ecosistemas .....	109
1.12.1.1.4	Estado Sucesional y Potenciales Presiones en la Flora.....	109
1.12.1.1.5	Composición Florística .....	110
1.13	ESTRUCTURA HORIZONTAL .....	110
1.13.1.1	Densidad y Área Basal.....	110
1.13.1.2	Abundancia Relativa .....	110
1.13.1.3	Dominancia Relativa .....	111
1.13.1.4	Frecuencia Relativa .....	111
1.13.1.5	Histograma de Frecuencias.....	111
1.13.1.6	Arbustal Denso en Enclaves de Escorrentía del Zonobioma del Desierto Tropical Santa Marta ....	111
1.13.1.7	Estado sucesional y potenciales presiones sobre la flora .....	112
1.13.1.8	Páramos .....	112
1.13.1.9	Nieve.....	113
1.14	ÁREAS DE INTERÉS ANCESTRAL .....	114
1.14.1.1	Espacios Sagrados de la Línea Negra en el Distrito de Santa Marta .....	114
1.15	ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN DEL PAISAJE.....	132
1.15.1	<i>Composición y configuración de paisaje .....</i>	135
1.15.2	<i>Heterogeneidad .....</i>	135
1.15.3	<i>Configuración espacial .....</i>	137
1.15.4	<i>Consolidado de composición del paisaje .....</i>	140
1.16	ANÁLISIS MINERIA .....	144
<b>3</b>	<b>ANÁLISIS DE RIESGO .....</b>	<b>151</b>
3.1.	MARCO LEGAL .....	151
3.2.	METODOLOGÍA .....	154
3.3.	IDENTIFICACIÓN DE AMENAZAS RELEVANTES .....	157
3.3.1.	<i>Recopilación de Estudios Previos.....</i>	157
3.4.	AMENAZA POR INUNDACIÓN RURAL .....	167
3.4.1.	<i>Modelación hidrológica.....</i>	170
3.4.1.1.	Introducción al modelo SWAT .....	170
3.4.1.2.	Modelación hidrológica en el municipio de Santa Marta .....	173
3.4.1.2.1.	Delimitación de Cuencas Hidrográficas.....	173
3.4.1.2.2.	Información Climática .....	180
3.4.2.	<i>Unidades Hidrológicas de Respuesta (UHR).....</i>	192
3.4.2.1.1.	Suelo.....	195
3.4.2.1.2.	Pendiente .....	199
3.4.3.	<i>Construcción del modelo.....</i>	201

3.4.4.	Calibración del modelo.....	201
3.4.5.	Simulación de eventos para los escenarios de amenaza.....	205
3.4.6.	Modelación hidráulica.....	209
3.4.6.1.1.	Introducción al modelo HEC-RAS 1D-2D .....	209
3.4.6.1.2.	Geometría del modelo. ....	210
3.4.6.1.3.	Serie de caudal .....	214
3.4.7.	Simulación de escenarios de amenaza.....	215
3.4.8.	Análisis para diferentes periodos de retorno .....	216
3.4.9.	Zonificación de amenaza por inundación para el contexto rural.....	219
3.5.	AMENAZA POR INUNDACIÓN URBANA .....	229
3.6.	AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA RURAL .....	236
3.6.1.	Inventario de movimientos en masa .....	237
3.6.2.	Factores condicionantes.....	240
3.6.2.1.	Geología .....	240
3.6.2.2.	Geomorfología (Tschanz et al., 1969) .....	243
3.6.2.3.	Montañas con pendientes fuertemente inclinadas .....	243
3.6.2.4.	Colinas altas con pendientes moderadas a fuertemente inclinadas.....	244
3.6.2.5.	Colinas bajas con pendientes suaves a moderadamente inclinadas .....	244
3.6.2.6.	Abanicos aluviales.....	244
3.6.2.7.	Terraza fluvial.....	244
3.6.2.8.	Suelos .....	245
3.6.2.9.	Cobertura y uso del suelo .....	247
3.6.2.10.	Pendientes .....	249
3.6.2.11.	Distancia a la vía.....	250
3.6.2.12.	Distancia a cuerpos de agua .....	252
3.6.2.13.	Geoformas .....	253
3.6.2.14.	Aspecto .....	254
3.6.2.15.	Precipitación media mensual multianual de Noviembre.....	256
3.6.2.16.	Altura del talud .....	257
3.6.2.17.	Elevación .....	258
3.6.3.	Zonificación de amenaza por remoción en masa.....	259
3.6.4.	Calculo de índice de susceptibilidad .....	260
3.6.5.	Curva de éxito .....	260
3.6.6.	Análisis de las hipótesis de falla.....	261
3.6.7.	Construcción del mapa de amenaza a movimientos en masa .....	262
3.7.	AMENAZA POR REMOCIÓN EN MASA URBANA .....	263
3.7.1.	Información base .....	265
3.7.1.1.1.	Catálogo de movimientos en masa .....	266
3.7.1.1.2.	Geología .....	267
3.7.1.1.3.	Tipo de suelos .....	269
3.7.1.1.4.	Suelo de montaña en clima cálido semiárido (MYA).....	270
3.7.1.1.5.	Suelos del paisaje de piedemonte (PWB).....	270
3.7.1.1.6.	Modelo de elevación digital.....	271
3.7.2.	Unidades de geología para Ingeniería .....	274
3.7.2.1.1.	Descripción y zonificación de las UGI .....	274
3.7.2.1.2.	Estudios de suelos disponibles.....	277

3.7.3.	<i>Modelo geológico – geotécnico .....</i>	278
3.7.4.	<i>Asignación de parámetros .....</i>	280
3.7.4.1.	Parámetros de resistencia y peso unitario.....	280
3.7.4.1.1.	Espesor de suelo .....	281
3.7.4.1.2.	Altura de la lámina de agua.....	281
3.7.4.1.3.	Coeficiente horizontal de aceleración sísmica .....	282
3.7.4.1.4.	Ancho y pendiente de tajadas.....	283
3.7.5.	<i>Resultados.....</i>	283
3.7.6.	<i>Análisis de resultados y determinación de la zonificación de amenaza por movimientos en masa. 283</i>	
3.7.7.	<i>Descripción de la zonificación por movimientos en masa .....</i>	285
3.8.	AMENAZA POR INUNDACIÓN SÚBITA .....	287
3.9.	AMENAZA POR INCENDIOS FORESTALES .....	293
3.9.1.	<i>Información requerida .....</i>	295
3.9.2.	<i>Evaluación de la amenaza.....</i>	295
3.9.2.1.	Susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios .....	296
3.9.2.2.	Factores climáticos.....	304
3.9.2.2.1.	Precipitación: .....	304
3.9.2.2.2.	Temperatura: .....	306
3.9.2.2.3.	Factor del relieve.....	308
3.9.2.2.4.	Factor Histórico .....	309
3.9.2.2.5.	Accesibilidad.....	310
3.9.3.	<i>Mapa de amenaza por incendios forestales .....</i>	311
3.9.4.	<i>Evaluación de vulnerabilidad .....</i>	314
3.9.4.1.	Vulnerabilidad ecológica.....	314
3.9.4.2.	Vulnerabilidad Económica .....	316
3.9.4.3.	Vulnerabilidad total a incendios forestales.....	318
3.9.5.	<i>Evaluación del riesgo.....</i>	320
3.10.	ANÁLISIS DE SEQUÍA .....	321
3.11.	AMENAZA POR OTROS FENÓMENOS.....	329
3.11.1.	<i>Análisis de sismicidad.....</i>	329
3.11.2.	<i>Amenaza por Ciclones .....</i>	339
3.11.3.	<i>Amenaza por eventos ceráunicos.....</i>	340
3.11.4.	<i>Amenaza tecnológica por transporte férreo .....</i>	341
3.11.5.	<i>Amenaza tecnológica por transporte aéreo.....</i>	342
3.11.6.	<i>Amenaza a la desertificación .....</i>	344
3.11.7.	<i>Amenaza por inundación por aumento del nivel del mar .....</i>	347
3.11.8.	<i>Amenaza por erosión costera.....</i>	350
3.12.	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD .....	352
3.12.1.	<i>Vulnerabilidad del componente urbano.....</i>	353
3.12.2.	<i>Vulnerabilidad del componente rural.....</i>	358
3.12.2.1.	Dimensión Ambiental.....	358
3.12.2.2.	Zonificación de la vulnerabilidad rural.....	360

## Índice de tablas

Tabla 1 Cuadro normativo.....	22
Tabla 2 Sistema Ambiental Natural.....	25
Tabla 3 Áreas Protegidas - Parque Tayrona .....	29
Tabla 4 Especificaciones Ecosistémicas del Parque Tayrona.....	33
Tabla 5 Parque Nacional Natural Tayrona.....	34
Tabla 6 Valoración y conflictos del suelo en el Parque Nacional Tayrona .....	37
Tabla 7 Parque Nacional Natural Sierra Nevada .....	37
Tabla 8 Parque Nacional Natural Tayrona.....	40
Tabla 9 Valoración y conflictos del suelo en el Parque Nacional Natural Sierra Nevada .....	43
Tabla 10 Reservas Naturales de la Sociedad Civil y Zona de reserva forestal protectora .....	45
Tabla 11 Reservas Naturales de la Sociedad Civil y Zona de Reserva Forestal Protectora.....	46
Tabla 12 Parque Natural Distrital Dumbira .....	49
Tabla 13 Uso Actual del Suelo del Parque Natural Distrital Dumbira.....	50
Tabla 14 Parque Natural Distrital Bondigua .....	54
Tabla 15 Uso Actual del Suelo del Parque Natural Distrital Bondigua .....	55
Tabla 16 Parque Natural Distrital Pazverde .....	60
Tabla 17 Uso actual de suelo en el Parque Natural Distrital Pazverde .....	61
Tabla 18 Complejo Ambiental SUHAGUA.....	65
Tabla 19 Uso actual de suelo en el Complejo Ambiental Suhagua .....	67
Tabla 20 Uso actual de suelo en el Complejo Ambiental Suhagua .....	71
Tabla 20 Coberturas vegetales comparación 2005-2009 y 2018 .....	73
Tabla 20 Áreas de parques realinderados .....	75
Tabla 20 Comparación clasificación de suelo de parques distritales Acuerdo 0005 y realinderamiento revisión .....	75
Tabla 20 Sistema hidrográfico .....	77
Tabla 21 Ronda hídrica; Unidades hidrográficas de I y II nivel .....	81
Tabla 22 Humedales .....	84
Tabla 23 Humedales Acuerdo 005 del 2000.....	86
Tabla 24 Principales Cuencas .....	88
Tabla 25 Cuencas.....	89
Tabla 26 Categorías de Manejo Ambiental Río Piedras .....	92
Tabla 27 Categorías de Manejo ambiental Cuenca del Río Gaira .....	95
Tabla 28 Áreas marino costeras UAC VNSNSM .....	99
Tabla 29 Áreas marino-costeras.....	100
Tabla 30 Zonas de recarga del Acuífero .....	103
Tabla 31 Coberturas de bosque seco en el Distrito de Santa Marta .....	106
Tabla 32 Composición florística de la unidad arbustal denso esclerófilo del Zonobioma del Desierto Tropical de La Guajira y Santa Marta. ....	110
Tabla 33 Indicadores Ecosistemas para el abastecimiento y regulación del agua .....	114



Tabla 34 Espacios Sagrados De La Línea Negra En El Distrito De Santa Marta.....	114
Tabla 35 Coberturas de la tierra y ecosistemas biomas en Santa Marta. ....	133
Tabla 36 Métricas para el análisis de composición del paisaje de Santa Marta. ....	135
Tabla 37 Categorías de la cobertura en heterogeneidad de Santa Marta D.T.C.H. ....	135
Tabla 38 Indicadores del atributo ecológico heterogeneidad para las coberturas presentes en Santa Marta D.T.C.H. ....	136
Tabla 39 Categorías de la cobertura en configuración espacial de Santa Marta D.T.C.H. ....	137
Tabla 40 Indicadores del atributo ecológico Configuración espacial para las coberturas presentes en Santa Marta D.T.C.H. ....	138
Tabla 40 Cpsolidado composición del paisaje Santa Marta D.T.C.H. ....	141
Tabla 40 Títulos mineros .....	144
Tabla 40 Áreas títulos mineros en zonas de protección.....	146
Tabla 40 Solicitudes de títulos mineros.....	147
Tabla 40 Áreas títulos mineros en zonas de protección.....	149
Tabla 41 Área de las subcuencas hidroGráficas que drenan al área rural .....	175
Tabla 42 Área de las subcuencas hidroGráficas que drenan al área urbana.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 43. Información cartográfica y climatológica requerida por SWAT.....	177
Tabla 44. Estaciones del IDEAM en Santa Marta. ....	179
Tabla 45. <i>Parámetros requeridos por el modelo SWAT</i> .....	180
Tabla 46. Radiación solar extraterrestre. ....	183
Tabla 47. Códigos de la base de datos de SWAT. ....	193
Tabla 48. Relación Coberturas IDEAM y SWAT. ....	194
Tabla 49. Parámetros requeridos por SWAT. ....	196
Tabla 50. Definición del parámetro Grupos Hidrológicos. ....	196
Tabla 51. Densidad aparente en función del contenido de arcillas. ....	197
Tabla 52. Valores de conductividad hidráulica para diferentes texturas de suelo.....	198
Tabla 53. Valores de albedo para diferentes texturas de suelos .....	198
Tabla 54. Parámetros de Calibración en modelación hidrológica en SWAT.....	201
Tabla 55. Valores de n de Manning para coberturas .....	213
Tabla 56. Criterio de riesgo de altura máximo: referencias a nivel mundial. (Gomez & Russo) .....	220
Tabla 57. Niveles de severidad en inundación pluvial (clasificación desarrollada específicamente para el proyecto Strategies of Urban Flood Risk Management SUFRI). ....	221
Tabla 58. Estimación de áreas de amenaza por inundación para períodos de retorno TR de 100, 50 y 25 años .....	222
Tabla 59. Zonificación de Amenaza para centros poblados con antecedentes de eventos de inundación ...	225
Tabla 60. Estimación de áreas de amenaza por inundación por veredas para TR=25 años.....	228
Tabla 61. Áreas de amenaza por inundación en el contexto urbano .....	235
Tabla 62. Áreas de amenaza por inundación en las comunas del perímetro urbano de Santa Marta .....	235
Tabla 63. Matriz de amenazas de remoción en masa basada en susceptibilidad .....	237
Tabla 64 Deslizamientos registrados por el SIMMA.....	238
Tabla 65 Posibles deslizamientos, producto de análisis satelital .....	238
Tabla 66 Pesos de evidencia para geología .....	241
Tabla 67 Pesos de evidencia geomorfología .....	244

Tabla 68 Pesos de evidencia suelos.....	246
Tabla 69 Pesos de evidencia cobertura del suelo .....	247
Tabla 70 Pesos de evidencia pendientes.....	249
Tabla 71 Pesos de evidencia Distancia a la vía .....	251
Tabla 72 Pesos de evidencia Distancia a drenajes .....	252
Tabla 73 Pesos de evidencia Geoformas .....	253
Tabla 74 Pesos de evidencia aspecto .....	255
Tabla 75 Pesos de evidencia precipitación media mensual .....	256
Tabla 76 Pesos de evidencia altura del talud .....	257
Tabla 77 Pesos de evidencia elevación .....	258
Tabla 78 Catálogo de deslizamientos SIMMA .....	266
Tabla 79 Parámetros de resistencia y peso unitario para cada UGI.....	280
Tabla 80 Altura de lámina de agua.....	281
Tabla 81 Análisis de áreas de amenaza por remoción en masa para el casco urbano de Santa Marta .....	286
Tabla 82. Estimación de áreas de amenaza por inundación para período de retorno de 1000 años .....	290
Tabla 83. Estimación de áreas de amenaza por inundación para período de retorno de 1000 años en el casco urbano de Santa Marta .....	293
Tabla 84 Tipo de combustible predominante .....	296
Tabla 85 Calificación del tipo de combustible.....	296
Tabla 86 Categorización de susceptibilidad por tipo de combustible.....	297
Tabla 87 Duración del combustible por cobertura.....	299
Tabla 88 Calificación de la duración del combustible por tipo de cobertura.....	299
Tabla 89 Calificación de susceptibilidad por duración del combustible.....	299
Tabla 90 Carga total de combustible por biomasa.....	301
Tabla 91 Calificación de la carga total de combustible por tipo de cobertura.....	301
Tabla 92 Calificación de la carga total del combustible .....	301
Tabla 93 Calificación de la amenaza total por cobertura vegetal .....	303
Tabla 94 Calificación de la susceptibilidad por precipitación.....	305
Tabla 95 Calificación de la amenaza por precipitación .....	305
Tabla 96 Clasificación de la susceptibilidad por temperatura.....	306
Tabla 97 Calificación de la amenaza total por cobertura vegetal .....	307
Tabla 98 Calificación de la susceptibilidad a incendios por pendiente .....	308
Tabla 99 Calificación de la accesibilidad por cercanía a las vías.....	310
Tabla 100 Calificación de la amenaza total por incendios forestales.....	312
Tabla 110 Calificación de la vulnerabilidad ecológica .....	315
Tabla 102 Clasificación del tipo de cobertura en función de su vulnerabilidad económica ante incendios forestales.....	317
Tabla 103 Calificación de la vulnerabilidad económica por incendios forestales .....	317
Tabla 104 Categorías de vulnerabilidad total por incendios forestales .....	319
Tabla 105. Riesgo por incendios forestales.....	320
Tabla 115. Categorías para el índice de sequía (IA).....	322
Tabla 106 Escala de Richter efectos en terreno.....	331
Tabla 107. Clasificación de amenaza por evento cerámico.....	340

Tabla 108. Estimación de áreas de amenaza por desertificación a nivel rural.....	346
Tabla 109. Estimación de áreas de amenaza por desertificación.....	347
Tabla 110. Estimación de áreas con amenaza por aumento del nivel del mar .....	348
Tabla 111 Necesidades básicas insatisfechas.....	353
Tabla 112 ZHF - Zonas Homogéneas Físicas Componente Urbano .....	355
Tabla 113 Tabla multicriterio para vulnerabilidad .....	356
Tabla 114 Estimación de áreas de vulnerabilidad Distrito de Santa Marta.....	358
Tabla 115 Dimensión ambiental en el componente rural .....	359
Tabla 116 Vulnerabilidad en el municipio de Santa Marta .....	360

## Índice de gráficos

Gráfico 1 Uso de Suelo, Santa Marta D.T.C.H.....	26
Gráfico 2 Uso actual de la suelo. ....	27
Gráfico 3 Vocación del suelo. ....	27
Gráfico 4 Conflictos sobre el uso de suelo. ....	28
Gráfico 5 Sistema Nacional de Áreas Protegidas.....	29
Gráfico 6 Parque Nacional Natural Tayrona.....	34
Gráfico 7 Parque Nacional Natural Sierra Nevada .....	40
Gráfico 8 Reservas Naturales de la Sociedad Civil y Zona de Reserva Forestal Protectora.....	46
Gráfico 9 Sistema Distrital de Áreas Protegidas.....	48
Gráfico 10 Parque Natural Distrital Dumbira .....	49
Gráfico 11 Parque Natural Distrital Bondigua .....	54
Gráfico 12 Parque Natural Distrital Pazverde .....	59
Gráfico 13. Complejo Ambiental Suhagua .....	65
Gráfico 14. Levantamiento coberturas vegetales 2005-2009 .....	72
Gráfico 15. Levantamiento coberturas vegetales 2018 .....	73
Gráfico 16 Humedales .....	84
Gráfico 17 Cuencas principales del Distrito de Santa Marta .....	88
Gráfico 18 Conflictos de uso de las cuencas y microcuencas hidrográficas .....	90
Gráfico 19 Zonificación de manejo ambiental Rio Piedras.....	91
Gráfico 20 Zonificación de Manejo Ambiental Rio Gaira .....	94
Gráfico 21 Zonificación de Manejo Ambiental Rio Manzanares .....	96
Gráfico 22 Cuencas de Orden Cero .....	97
Gráfico 23 Conflictos de uso de las cuencas hidrográficas de orden cero .....	98
Gráfico 24 Conflictos de uso de las cuencas hidrográficas por aprovechamiento .....	98
Gráfico 25 Sistema Orográfico .....	102
Gráfico 26 Zonas de recarga del acuífero.....	103
Gráfico 27 Bosque seco .....	107
Gráfico 28 Páramos .....	112
Gráfico 29 Histórico glacial Sierra Nevada de Santa Marta.....	113
Gráfico 30 Espacios sagrados y Línea Negra en el Distrito de Santa Marta. ....	132
Gráfico 31 Consolidado Composición del paisaje de Santa Marta.....	144
Gráfico 32 Títulos en áreas urbanas y suelo de protección según el Acuerdo 005 de 2000 .....	146
Gráfico 33 Solicitudes de títulos en Santa Marta .....	149
Gráfico 34. Fases propuestas para la evaluación del riesgo.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Gráfico 35. Mapa de amenaza geológica en la cuenca del río Gaira.....	158
Gráfico 36. Mapa de susceptibilidad a inundaciones en la cuenca del río Gaira .....	158
Gráfico 37. Mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa en la cuenca del río Manzanares....	159
Gráfico 38. Mapa de susceptibilidad a inundaciones en la cuenca del río Manzanares .....	160
Gráfico 39. Amenazas del sistema estructurante del Distrito de Santa Marta .....	161

Gráfico 40. Registro de eventos de amenaza en Santa Marta .....	161
Gráfico 41. Mapa geomorfológico de Santa Marta.....	168
Gráfico 42. Zonas inundadas fenómeno Niña 1988 – 2012. ....	169
Gráfico 43. Representación esquemática del ciclo hidrológico .....	171
Gráfico 44. Modelo de Elevación Digital del Terreno DEM (12.5 m).....	174
Gráfico 45. Cuencas principales en el área de estudio.....	175
Gráfico 46. Contexto de cuencas principales y centros poblados en Santa Marta. ....	177
Gráfico 47. Contexto de estaciones en Santa Marta.....	180
Gráfico 48. Duración del día en horas.....	184
Gráfico 49. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación Minca 15010010.....	185
Gráfico 50. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación Guachaca 15010300	185
Gráfico 51. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación Buritaca 15010020 .	185
Gráfico 52. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación Vista Nieves 15010040 .....	186
Gráfico 53. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación Apto Simón Bolívar 15015050.....	186
Gráfico 54. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación Alto de Mira 15015110 .....	187
Gráfico 55. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación Filo Cartagena 15010310 .....	187
Gráfico 56. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación San Pablo 29060070	187
Gráfico 57. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación Enano El 29060160 .	187
Gráfico 58. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación Proyectos Los 29060250 .....	188
Gráfico 59. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación Unión La 29060240.	188
Gráfico 60. Serie diaria de temperatura en la estación 2906530.....	189
Gráfico 61. Promedio de temperatura mensual multianual (mm) en la estación 2906530.....	189
Gráfico 62. Serie diaria de temperatura en la estación 15015110.....	190
Gráfico 63. Promedio de temperatura mensual multianual (mm) en la estación 15015110.....	190
Gráfico 64. Serie diaria de temperatura en la estación 15035020.....	191
Gráfico 65. Promedio de temperatura mensual multianual (mm) en la estación 15035020.....	191
Gráfico 66. Serie diaria de temperatura en la estación 29065020.....	192
Gráfico 67. Promedio de temperatura mensual multianual (mm) en la estación 29065020.....	192
Gráfico 68. Clasificación de coberturas del suelo en Santa Marta .....	195
Gráfico 69. Clasificación de los tipos de suelo en Santa Marta.....	199
Gráfico 70. Clasificación de pendientes en Santa Marta.....	200
Gráfico 71. Series observadas vs simuladas – estación Buritaca (15017080) .....	202
Gráfico 72. Series de caudales observados y simulados para el período de calibración.....	203
Gráfico 73. Series de caudales observados y simulados para el período de validación.....	204
Gráfico 74. Correlación de los caudales observados y simulados para el período de validación. ....	204
Gráfico 75. Serie de precipitación diaria generada usando la metodología propuesta por Lee and Jeong (2014). .....	206
Gráfico 76. Serie de caudales diarios simulada usando el modelo hidrológico calibrado. ....	207

Gráfico 77. Eventos generados para un período de retorno de 50 años .....	208
Gráfico 78. Interfaz Gráfico HEC-RAS. ....	210
Gráfico 79. Terminología de la malla computacional en HECRAS. (Brunner, 2016) .....	211
Gráfico 80. Malla computacional para modelo hidráulico Santa Marta .....	212
Gráfico 81. Condición de borde: a) aguas arriba y b) aguas abajo .....	212
Gráfico 82. Asignación de coeficientes de Manning de acuerdo con la cobertura en HEC-RAS. ....	213
Gráfico 83. Hidrogramas de caudal en la cuenca urbana y rural de Santa Marta .....	215
Gráfico 84. Resultados del modelo hidráulico para un período de retorno de 25 años .....	216
Gráfico 85. Mapa de amenaza por inundación (alturas de inundación) en el municipio de Santa Marta para un período de retorno de 25 años.....	217
Gráfico 86. Mapa de amenaza por inundación (alturas de inundación) en el municipio de Santa Marta para un período de retorno de 50 años.....	218
Gráfico 87. Mapa de amenaza por inundación (alturas de inundación) en el municipio de Santa Marta para un período de retorno de 100 años.....	219
Gráfico 88. Zonificación de la amenaza por inundación en el municipio de Santa Marta para un período de retorno de 25 años. ....	223
Gráfico 89. Zonificación de la amenaza por inundación en el municipio de Santa Marta para un período de retorno de 50 años. ....	223
Gráfico 90. Zonificación de la amenaza por inundación en el municipio de Santa Marta para un período de retorno de 100 años. ....	224
Gráfico 91. Análisis de la correlación del mapa de humedales del IAVH y la zonificación de amenaza construida .....	229
Gráfico 92. Puntos de entrada para modelación hidráulica.....	230
Gráfico 93. Zonificación de amenaza por inundación utilizando InfoWorks para un TR 100 años .....	232
Gráfico 94. Profundidad de inundación para TR 25 años.....	233
Gráfico 95 Esquema explicativo de probabilidades condicionales.....	236
Gráfico 96 Inventario de movimientos en masa .....	240
Gráfico 97 Geología Regional ciudad .....	243
Gráfico 98 Geomorfología Ciudad .....	245
Gráfico 99 Tipos de suelo .....	247
Gráfico 100 Cobertura y uso del suelo Santa Marta .....	249
Gráfico 101 Mapa de pendientes en Santa Marta .....	250
Gráfico 102 Distancia a la vía en el Ciudad.....	251
Gráfico 103 Distancia a cuerpos de agua en el ciudad .....	252
Gráfico 104 Curvatura del perfil.....	253
Gráfico 105 Geoformas del Ciudad .....	254
Gráfico 106 Direcciones de orientación .....	254
Gráfico 107 Mapa de orientación en el ciudad .....	256
Gráfico 108 Precipitación media mensual.....	257
Gráfico 109 Altura del talud en el ciudad.....	258
Gráfico 110 Mapa de elevaciones en el ciudad.....	259
Gráfico 111 Mapa según índice de susceptibilidad a deslizamientos .....	260
Gráfico 112 Curva de éxito combinación seleccionada.....	262

Gráfico 113 Mapa de amenaza para movimientos en masa .....	263
Gráfico 114. Esquema metodológico para la elaboración de estudios básicos de amenaza y definición de zonas para la elaboración de estudios detallados.....	264
Gráfico 115. Esquema metodológico para la evaluación de amenaza por procesos de remoción de masa..	265
Gráfico 116 Unidades geológicas para Santa Marta .....	269
Gráfico 117 Tipos de suelos para el casco urbano .....	271
Gráfico 118 Mapa de pendientes.....	272
Gráfico 119 Mapa de elevaciones .....	273
Gráfico 120 Mapa de Unidades de Geología para Ingeniería.....	277
Gráfico 121 Ecuación de factor de seguridad para talud infinito y parámetros de análisis .....	279
Gráfico 122 Información biblioGráfico para estimación de parámetros del suelo .....	280
Gráfico 123 Zonas de amenaza sísmica en Colombia.....	282
Gráfico 124 Resultados de factor de seguridad .....	284
Gráfico 125 Análisis para la zonificación de amenaza por movimientos en masa .....	285
Gráfico 126 Zonificación de amenaza por movimientos en masa.....	286
Gráfico 127. Eventos seleccionados para la simulación de escenarios de avenidas torrenciales en el contexto rural del municipio de Santa Marta.....	288
Gráfico 128. Mapas de inundaciones súbitas en el contexto rural del municipio de Santa Marta. ....	289
Gráfico 129. Mapas de zonificación de amenaza por inundación súbita en el contexto rural del municipio de Santa Marta. ....	289
Gráfico 130. Zonificación de amenaza por inundación súbita para los principales centros poblados con antecedentes de amenaza.....	291
Gráfico 131. Zonificación de amenaza por inundación súbita para las cuencas urbanas del río Gaira y Manzanares .....	292
Gráfico 132. Fases para la evaluación del riesgo por incendios .....	294
Gráfico 133. Mapa de tipo de combustible predominante .....	298
Gráfico 134 Mapa duración de combustible.....	300
Gráfico 135 Mapa Carga total de combustible.....	302
Gráfico 136 Susceptibilidad total de la cobertura vegetal para Santa Marta .....	304
Gráfico 137 Mapa de categorización de amenaza por precipitación.....	306
Gráfico 138 Mapa de categorización de amenaza por temperatura .....	307
Gráfico 139 Mapa de categorización de amenaza por pendientes.....	309
Gráfico 140 Mapa de susceptibilidad a incendios por accesibilidad .....	311
Gráfico 141 Mapa de amenaza total por incendios forestales en el municipio de Santa Marta. ....	312
Gráfico 142 Elementos para la evaluación de susceptibilidad .....	314
Gráfico 143 Clasificación de vulnerabilidad territorial por cobertura.....	314
Gráfico 144 Mapa de vulnerabilidad ecológica por incendios .....	316
Gráfico 145 Vulnerabilidad económica ante incendios.....	318
Gráfico 146 Vulnerabilidad total por incendios forestales.....	319
Gráfico 147 Riesgo por incendios forestales .....	321
Gráfico 148 Precipitación media anual en Santa Marta.....	324
Gráfico 149 Temperatura media en Santa Marta .....	325
Gráfico 150 Escenario de cambio en la precipitación en Santa Marta.....	326



Gráfico 151 Escenario de cambio en la temperatura en Santa Marta .....	327
Gráfico 152 Índice de aridez para escenario actual en Santa Marta.....	328
Gráfico 153 Índice de aridez para escenario futuro en Santa Marta .....	329
Gráfico 154. Mapa de zonificación sísmica de Colombia .....	330
Gráfico 155. Registro de sismos en Santa Marta .....	332
Gráfico 156. Magnitud de los sismos registrados en Santa Marta.....	333
Gráfico 157. Susceptibilidad por sismos en el municipio del Santa Marta .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Gráfico 158. Fallas geológicas en el municipio del Santa Marta .....	334
Gráfico 159. Amenaza por ciclones en el distrito de Santa Marta .....	339
Gráfico 160. Amenaza por eventos ceráunicos en el distrito de Santa Marta .....	341
Gráfico 161. Amenaza tecnológica por transporte férreo – nivel urbano .....	342
Gráfico 162. Amenaza tecnológica por transporte aéreo – nivel urbano .....	343
Gráfico 163. Zonificación de amenaza por tendencia a la desertificación a nivel rural .....	346
Gráfico 164. Zonificación de amenaza por tendencia a la desertificación a nivel urbano .....	347
Gráfico 165. Zona de afectación del aumento del nivel del mar con escenarios proyectados a 2040 .....	349
Gráfico 166. Unidades Ambientales Costeras UAC en Colombia. ....	350
Gráfico 167. Zonas de amenaza por erosión costera .....	351
Gráfico 168. Panorama general de posibles medidas para combatir la erosión costera .....	351
Gráfico 169. NBI espacializado en el componente urbano de Santa Marta.....	354
Gráfico 170. ZHF Zonas homogéneas físicas en el componente urbano de Santa Marta .....	355
Gráfico 171. Densidad poblacional en el componente urbano de Santa Marta .....	356
Gráfico 172. Vulnerabilidad urbana de Santa Marta.....	357
Gráfico 173 Elementos expuestos del municipio de Santa Marta .....	358
Gráfico 174 Dimensión Ambiental en el componente rural de Santa Marta .....	360
Gráfico 175 Vulnerabilidad del componente rural de Santa Marta .....	361





# 1 COMPONENTE NORMATIVO AMBIENTAL

## 1.1 Normas que regulan el sector ambiental

- **Constitución Política de Colombia.** La Constitución Política de Colombia de 1991, establece el deber de emprender acciones tendientes a lograr el desarrollo humano sostenible, entendido como aquel que satisface las necesidades de las generaciones del presente sin comprometer las opciones de bienestar de aquellas que poblarán el territorio en el futuro.
- **Ley 388 de 1997.** Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones. En su artículo 10 establece *“Determinantes de los planes de ordenamiento territorial. En la elaboración y adopción de sus planes de ordenamiento territorial los municipios y distritos deberán tener en cuenta las siguientes determinantes, que constituyen normas de superior jerarquía, en sus propios ámbitos de competencia, de acuerdo con la Constitución y las leyes:*
  1. Las relacionadas con la conservación y protección del medio ambiente, los recursos naturales la prevención de amenazas y riesgos naturales, así:
    - a) *Las directrices, normas y reglamentos expedidos en ejercicio de sus respectivas facultades legales, por las entidades del Sistema Nacional Ambiental, en los aspectos relacionados con el ordenamiento espacial del territorio, de acuerdo con la Ley 99 de 1993 y el Código de Recursos Naturales, tales como las limitaciones derivadas de estatuto de zonificación de uso adecuado del territorio y las regulaciones nacionales sobre uso del suelo en lo concerniente exclusivamente a sus aspectos ambientales;*
    - b) *Las regulaciones sobre conservación, preservación, uso y manejo del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, en las zonas marinas y costeras; las disposiciones producidas por la Corporación Autónoma Regional o la autoridad ambiental de la respectiva jurisdicción, en cuanto a la reserva, alindamiento, administración o sustracción de los distritos de manejo integrado, los distritos de conservación de suelos, las reservas forestales y parques naturales de carácter regional; las normas y directrices para el manejo de las cuencas hidrográficas expedidas por la Corporación Autónoma Regional o la autoridad ambiental de la respectiva jurisdicción; y las directrices y normas expedidas por las autoridades ambientales para la conservación de las áreas de especial importancia ecosistémica;*
    - c) *Las disposiciones que reglamentan el uso y funcionamiento de las áreas que integran el sistema de parques nacionales naturales y las reservas forestales nacionales;*

d) *Las políticas, directrices y regulaciones sobre prevención de amenazas y riesgos naturales, el señalamiento y localización de las áreas de riesgo para asentamientos humanos, así como las estrategias de manejo de zonas expuestas a amenazas y riesgos naturales.*”

- **Ley 507 de 1999.** Por la cual se modifica la Ley 388 de 1997. El parágrafo 6 establece que *“El Proyecto de Plan de Ordenamiento Territorial (POT) se someterá a consideración de la Corporación Autónoma Regional o autoridad ambiental competente a efectos de que conjuntamente con el municipio y/o distrito concreten lo concerniente a los asuntos exclusivamente ambientales, dentro del ámbito de su competencia de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 99 de 1993, para lo cual dispondrán, de treinta (30) días. Vencido el término anterior, se entiende concertado y aprobado el Proyecto del Plan de Ordenamiento por parte de las autoridades ambientales competentes y una vez surtida la consulta al Consejo Territorial de Planeación como se indica en el numeral 3 del artículo 24 de la Ley 388 de 1997, se continuará con la instancia de aprobación prevista en el artículo 25 de la misma ley. Lo dispuesto en este parágrafo es aplicable para las disposiciones contenidas en el artículo 99 de la Ley 388 de 1997 y el Decreto 1753 de 1994 sobre licencias ambientales y planes de manejo ambiental.*

*En relación con los temas sobre los cuales no se logre la concertación, el Ministerio del Medio Ambiente intervendrá con el fin de decidir sobre los puntos de desacuerdo para lo cual dispondrá de un término máximo de treinta (30) días contados a partir del vencimiento del plazo anteriormente señalado en este parágrafo.*

*En todos los casos en que las autoridades ambientales no se pronuncien dentro de los términos fijados en el presente parágrafo, operará el silencio administrativo positivo a favor de los municipios y distritos.”*

Texto Subrayado declarado INEXEQUIBLE por la Corte Constitucional mediante Sentencia C-431 de 2000

- **Decreto 2201 de 2003.** Por el cual se reglamenta el artículo 10 de la Ley 388 de 1997.

## 1.2 Del orden específico

En este capítulo se aborda la dimensión jurídica del componente ambiental del Plan de Ordenamiento Territorial en el Distrito de Santa Marta, a fin de puntualizar sobre los determinantes normativos específicos a tener en cuenta en el proceso de formulación de los contenidos en el corto, mediano y largo plazo.

Para la formulación del componente ambiental del POT de Santa Marta y con el fin de analizar en términos, no solo restrictivos los usos del suelo, sino también de gestión para la biodiversidad, para la gestión integral del recurso hídrico y para la prestación de servicios ecosistémicos, se contemplan las siguientes normas en materia ambiental:

**Tabla 1 Cuadro normativo**

Fuente: *Elaboración Geografía Urbana.*

NORMA	ASUNTO	CONTENIDO	PROMULGADA POR
Ley 2ª de 1959	Se constituyen las siete (7) áreas de reserva forestal.	Sobre Economía Forestal de la Nación y Conservación de Recursos Naturales Renovables.	Ministerio De Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial
Decreto Ley 2811 de 1974.	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	Presidencia de la República
Ley 99 de 1993.	Sistema Nacional Ambiental	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.	Congreso de Colombia
Ley 1021 de 2006	Ley General Forestal.	Establece el Régimen Forestal Nacional, conformado por un conjunto coherente de normas legales y coordinaciones institucionales, con el fin de promover el desarrollo sostenible del sector forestal colombiano en el marco del Plan Nacional de Desarrollo Forestal. A tal efecto, la ley establece la organización administrativa necesaria del Estado y regula las actividades relacionadas con los bosques naturales y las plantaciones forestales.	Congreso de Colombia

Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

NORMA	ASUNTO	CONTENIDO	PROMULGADA POR
Ley 1523 de 2012	Por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.	Su artículo 39 establece: “Integración de la gestión del riesgo en la planificación territorial y del desarrollo. Los planes de ordenamiento territorial, de manejo de cuencas hidrográficas y de planificación del desarrollo en los diferentes niveles de gobierno, deberán integrar el análisis del riesgo en el diagnóstico biofísico, económico y socioambiental y, considerar, el riesgo de desastres, como un condicionante para el uso y la ocupación del territorio, procurando de esta forma evitar la configuración de nuevas condiciones de riesgo.	Congreso de Colombia
Decreto 2372 de 2010	Reglamentar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y los procedimientos generales relacionados con éste.	Por el cual se reglamenta el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto Ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial
Decreto 3600 de 2007	Determinantes para el ordenamiento Rural	Por el cual se reglamentan las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997 relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo y se adoptan otras disposiciones	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial
Decreto 3641 de 2009	Modifica el decreto 4066 de 2008 y 3600 de 2007 en la clasificación de los usos industriales	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3600 de 2007, modificado por el Decreto 4066 de 2008	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial
Decreto 4066 de 2008	Áreas de actividad industrial. Zonas rurales suburbanas y rurales no suburbanas del territorio municipal o distrital	Por el cual se modifican los artículos 1, 9, 10, 11, 14, 17,18 Y 19 del Decreto 3600 de 2007 y se dictan otras disposiciones	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial
Decreto 1640 de 2012	Ordenación y manejo de las cuencas hidroGráficas y acuíferos	Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidroGráficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

NORMA	ASUNTO	CONTENIDO	PROMULGADA POR
Decreto 1120 de 2013	Instrumento de planificación mediante el cual la Comisión Conjunta o la autoridad ambiental competente, según el caso, definen y orienta la ordenación y manejo ambiental de las unidades ambientales costeras. El POMIUAC se constituye en norma de superior jerarquía y determinante ambiental para la elaboración y adopción de los planes de ordenamiento territorial, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 10 de la Ley 388 de 1997 y orienta la planeación de los demás sectores en la zona costera	Por el cual se reglamentan las Unidades Ambientales Costeras – UAC – y las comisiones conjuntas, se establecen las reglas de procedimientos y criterios para reglamentar las restricción de ciertas actividades en pastos marinos, y se dictan otras disposiciones	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Resolución 1125 de 2015	Declaratoria de áreas protegidas.	Por la cual se adopta la ruta para la declaratoria de áreas protegidas.	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

## 2 SISTEMA AMBIENTAL NATURAL

**Tabla 2 Sistema Ambiental Natural**

Fuente: Elaboración Geografía Urbana.

Categoría	Subcategoría	Componentes	Elementos	Suelo de protección
Sistema ambiental	Sistema nacional de áreas protegidas	Parques nacionales naturales	Parque Nacional Natural Tayrona	
			Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta	
		Reservas de la sociedad civil	Las Aves El Dorado	
			Las Aves El Dorado Cincinnati	
			Rancho Luna	
			Parque ambiental palangana	
			La Iguana Verde	
			Yumake	
			El Silencio	
			Edén de Oriente	
			Pachamama	
		Zona de reserva forestal protectora	Cuenca alta del río Jirocasaca	
	Sistema ambiental distrital	Ecosistemas estratégicos para la regulación y abastecimiento de agua	Cuencas de orden cero	
			Cuencas y microcuencas abastecedoras y sus rondas hídricas	
			Zonas de recarga del acuífero	
		ecosistemas estratégicos para la conservación de la biodiversidad	Conjunto de ecosistemas de media y alta montaña de la Sierra	
		ecosistemas estratégicos para la mitigación del cambio climático	Bosque seco espinoso y Bosque Seco	
			Sistema de humedales y lagunas costeros	
		ecosistemas estratégicos marino costeros	Sistema de playas	
			pastos marinos	
			Formaciones coralinas	
			Manglares	
	Sistemas cultural asociados al sistema ambiental	Áreas de interés ancestral	Resguardo indígena Kogui malayo Arahua	
			Línea negra	
	Sistema de áreas relacionadas con la gestión del riesgo	Sistema de áreas en condición de amenaza y riesgo	Zonas en condición de amenaza	
			Zonas en condición de riesgo	

25

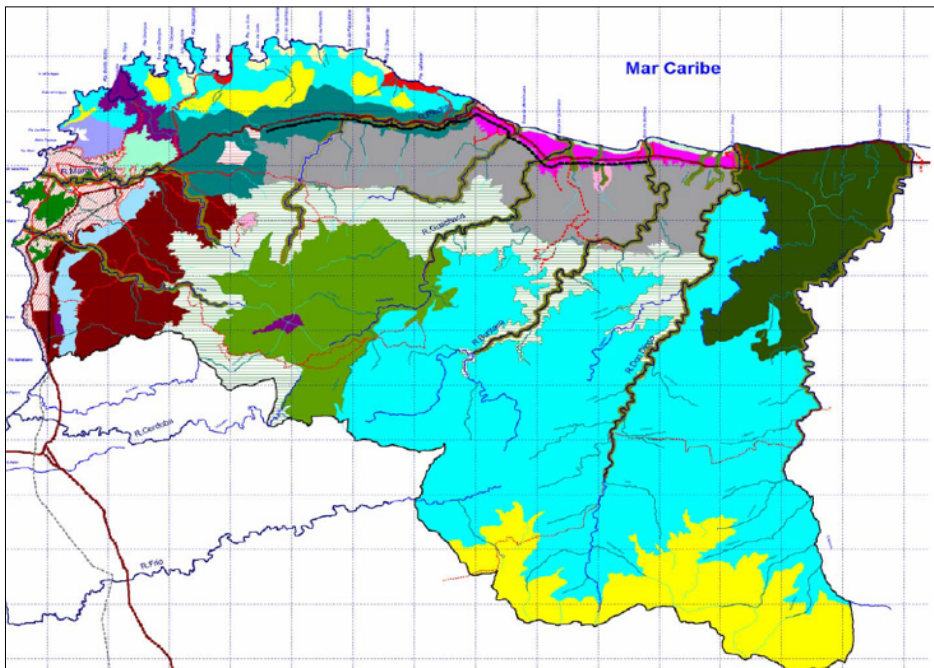
En este apartado se incorpora el sistema nacional áreas protegidas y el sistema ambiental Distrital como determinantes ambientales, y se evalúa el actual del uso del suelo del territorio en el Distrito teniendo en cuenta lo siguientes aspectos;

1. Definición de los elementos del sistema ambiental.



2. Incorporación de las mismas en el Plan de Ordenamiento Territorial “JATE MATUNA” y sus tratamientos, Acuerdo 005 del 2000. (Ver Gráfico 1)
3. Uso actual del suelo. (Ver Gráfico 2).
4. Vocación del suelo según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (Ver Gráfico 3)

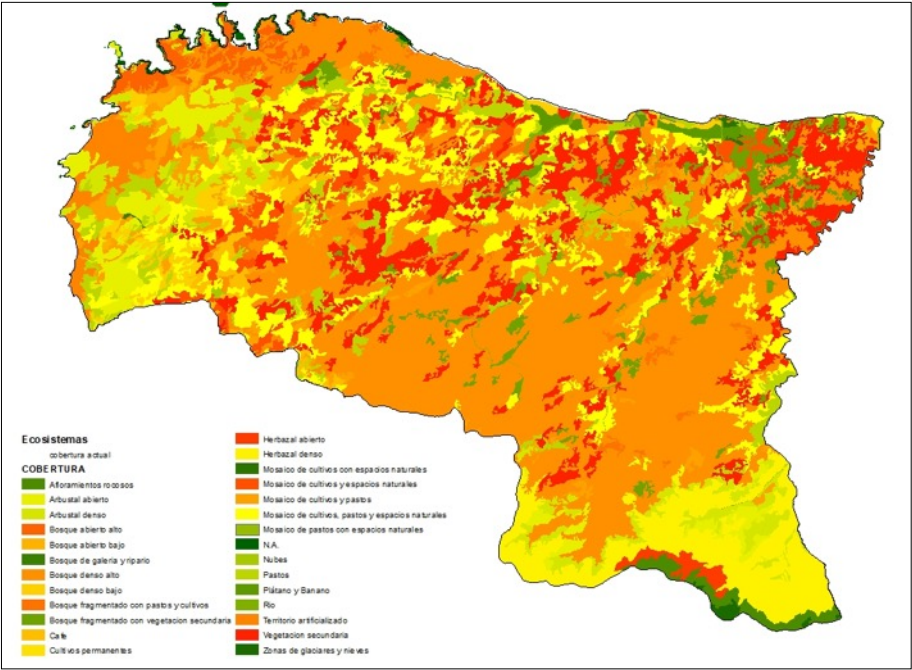
De esta forma se establecen los conflictos del uso del territorio con mayor riesgo a la degradación por usos actuales que superan las limitaciones y potencialidades impuestas por la naturaleza, configurando conflictos por sobreutilización; también, se señalan y cuantifican las tierras que, teniendo mayor potencial productivo, se encuentran subutilizadas. (IGAC, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, et al., 2012.). “Los Conflictos de Uso resultan de la discrepancia entre el uso que hace el ser humano del medio natural y el uso que debería tener de acuerdo con sus potencialidades y restricciones ambientales (ecológicas, culturales, sociales y económicas)”; también se define por “el grado de armonía que existe entre la conservación de la oferta ambiental y el desarrollo sostenible del territorio”.



**Gráfico 1 Uso de Suelo, Santa Marta D.T.C.H.**

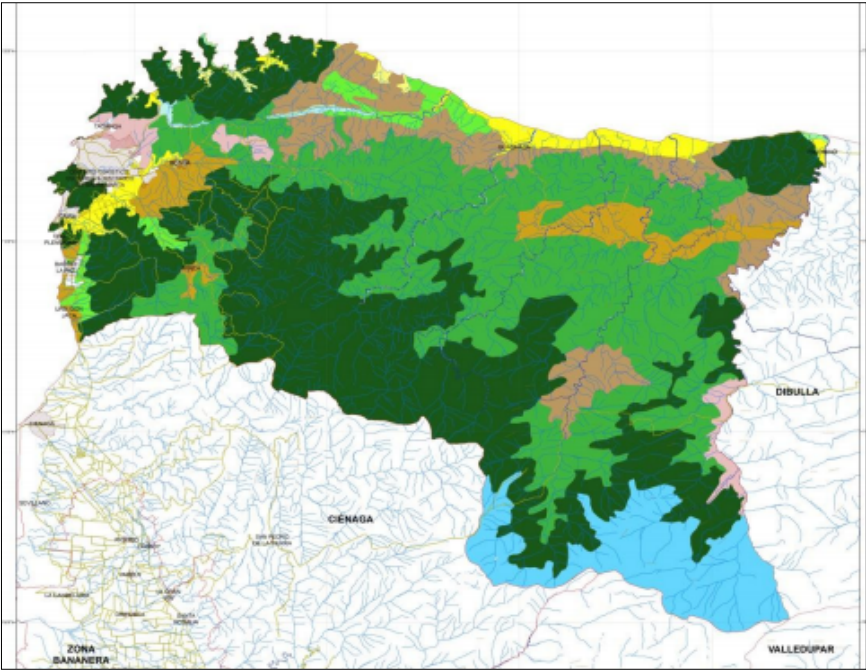
Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial de Santa Marta “JATE MATUNA” Acuerdo 005 del 2000.





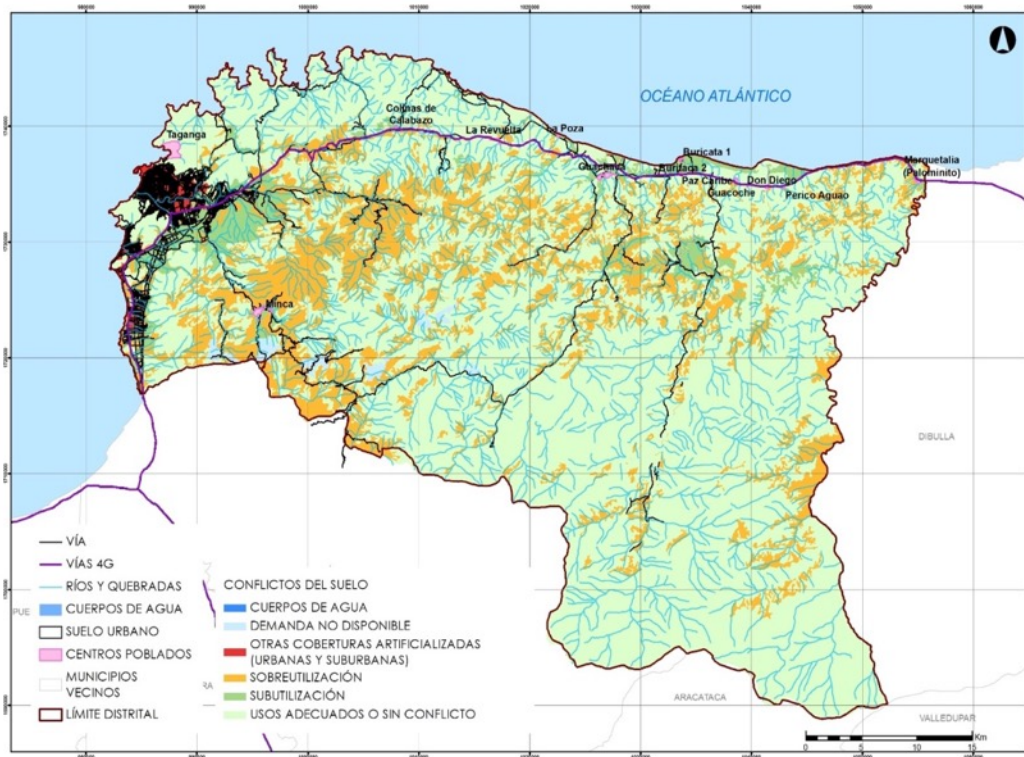
**Gráfico 2** Uso actual de la suelo.

Fuente: Elaboración Geografía urbana con base IGAC.



**Gráfico 3** Vocación del suelo.

Fuente: Elaboración Geografía urbana con base IGAC.



**Gráfico 4 Conflictos sobre el uso de suelo.**

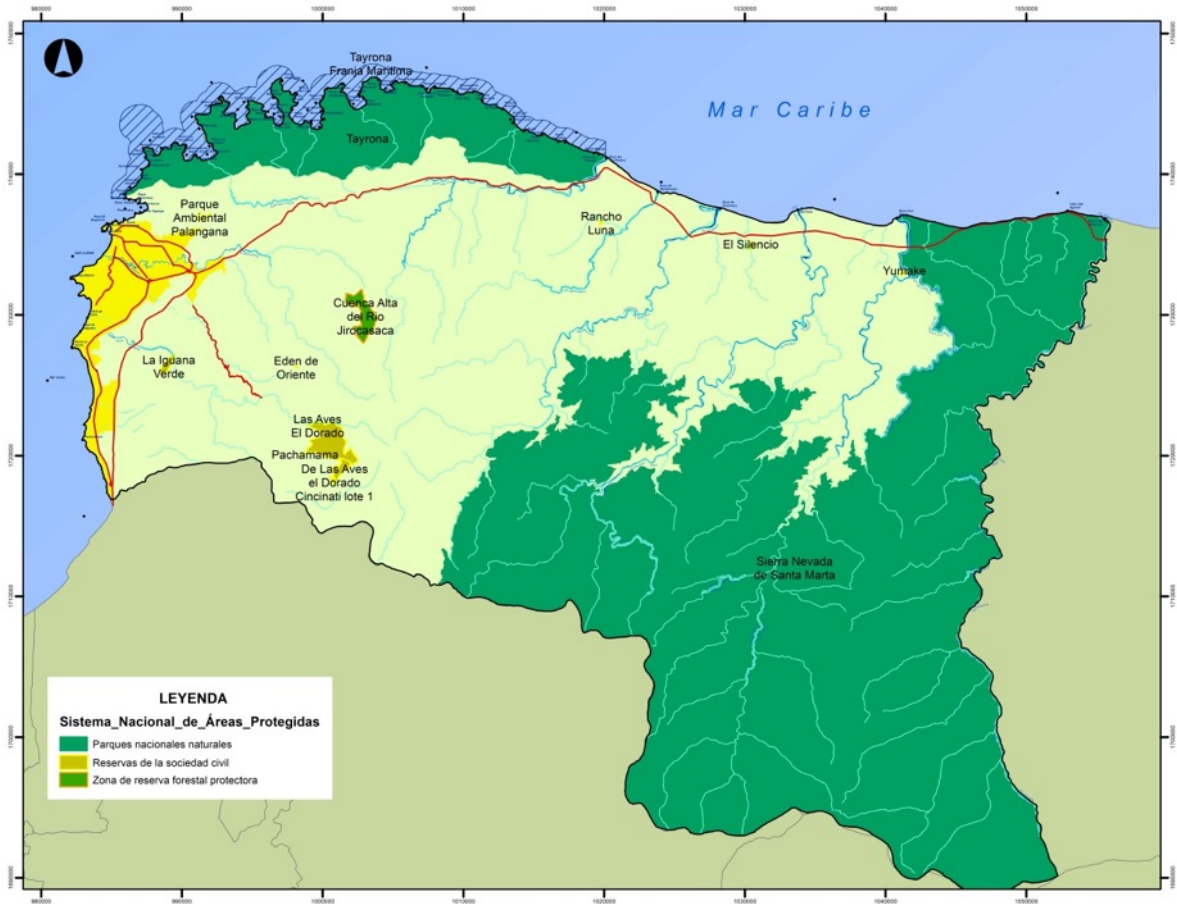
*Fuente: Elaboración Geografía Urbana.*

## 1.3 Sistema Nacional de Áreas Protegidas

### 1.3.1 Sistema Nacional de Áreas Protegidas en el Distrito de Santa Marta

En Santa Marta existen 3 componentes que integran todos los elementos del sistema nacional de áreas protegidas. (Ver Gráfico 5)

1. **Parques Nacionales Naturales:** Parque Nacional Natural Tayrona y Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta.
2. **Reservas de la Sociedad Civil:** Las Aves El Dorado, Las Aves El Dorado Cincitanti, Rancho Luna, Parque ambiental palangana, La Iguana Verde, Yumake, El Silencio, Edén de Oriente y Pachamama.
3. **Zona de Reserva Forestal Protectora:** Cuenca alta del río jirocasaca.



**Gráfico 5 Sistema Nacional de Áreas Protegidas**  
Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas – RUNAP.

1.3.1.1 Parques Nacionales Naturales – PNN –

1.3.1.1.1 Parque Tayrona

**Tabla 3 Áreas Protegidas - Parque Tayrona**  
Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en Registro Único Nacional de Áreas Protegidas – RUNAP.

AREAS PROTEGIDAS - PARQUE TAYRONA					
Número	10B_AP_N_02				
I. Generalidades					
Nombre	Parque Nacional Natural Tayrona	Categoría	Áreas protegidas naturales	Carácter	Nacional

AREAS PROTEGIDAS - PARQUE TAYRONA				
Acto administrativo	RESOLUCIÓN No 0234 DEL 2004			
Área total (ha)	15.000			
Plan de manejo	Formulado	SI		
	Adoptado	SI	Adopción	Resolución 026 de 26 de enero de 2007
	Implementado	SI		

II. Descripción							
Objetivos	<p>1. Mantener la muestra de bosque seco tropical y matorral espinoso por su representatividad a nivel nacional y local. 2. Conservar la muestra representativa del bosque nublado y húmedo por sus características únicas altitudinales. 3. Mantener y conservar el ecosistema lagunar costero como regulador hídrico y hábitat de especies migratorias y residentes. 4. Conservar la integridad hídrica de las cuencas y microcuencas que se encuentran en el área. 5. Proteger a perpetuidad de poblaciones de especies endémicas, migratorias, amenazadas o en peligro y/o de importancia de subsistencia de las comunidades humanas locales junto con sus hábitats. 6. Conservar el mosaico ecosistémico marino costero existente. 7. Conservar los puntos de "línea negra" dentro del área, como parte constitutiva del territorio indígena del complejo de la Sierra Nevada de Santa Marta. 8. Proteger el monumento prehispánico <i>Chairama</i> o Pueblito, como monumento y patrimonio nacional.</p>						
Localización y Distribución	Departamento	Municipios según el Acto Administrativo y Plan de Manejo	Área de la determinante en el municipio, reportada según el PMA (ha)	Área de la determinante en el municipio, reportada según el PMA (%)	Municipios según el SIG	Área de la determinante en el municipio, de acuerdo con el SIG (ha)	Área de la determinante en el municipio, de acuerdo con el SIG (%)
	Magdalena	Santa Marta	No reporta	No reporta	Santa Marta	No reporta	No reporta

Zona/Sector			Área (ha) por municipio según PMA o Acuerdo	Usos
Zonificación	Recreación General Exterior	Sector Punta Las Minas — Punta La Aguja	674.1	<b>Principal:</b> Recreación. <b>Complementario:</b> Educación y cultura, Protección y Control, Conservación y Recuperación, <b>Restringido:</b> Habitacional, de servicios, Comercial de menor escala.



Zona/Sector			Área (ha) por municipio según PMA o Acuerdo	Usos
		Sector Punta Bonito Gordo – Punta Bonito Flaco	253.2	
		Playas principal y del Medio de la Bahía de Gayraca	45.8	
		Playa Principal de la Bahía de Neguanje	22.5	
		Playa del Muerto de la Bahía de	61.5	
		Neguanje		
		Sector Suroriente de la Bahía de Cinto	15.3	
		Playa Principal de la Bahía de	4.7	
		Guachaquita		
		Playa Principal de la Ensenada de Palmarito	3.1	
		Ensenada de Playa Brava	9.4	
		Sector marino de Boca del Saco — Punta Arenilla	293.4	
		Sector Boca del Saco — La Piscina — Arrecifes	114	
		Sector Cañaveral	86.5	
	Recuperación Natural	Isla Aguja	499	Principal: Recuperación. Complementario: Conservación y Protección y Control. Restringidos: Educación y cultura y pesca de subsistencia.
		Cuencas Granate y Bonito Gordo	1210.5	
Zona de Recuperación Natural, Cerros El Vigía y Carabalito, Cuencas de		3235.5		

Zona/Sector			Área (ha) por municipio según PMA o Acuerdo	Usos
		Gayraca y Neguanje y Vertiente Oriental de la Quebrada Rodríguez		
		Los Cerros Las Tinajas, El Cedro, El Cielo, No		
		Se Ve y San Lucas y las Cuencas de Guachaquita, Palmara y Playa Brava	3674.9	
		Loma del Medio, Cerro Santa Rosa y El Zaino y		
		las Cuencas medias de las Quebradas San Lucas, Santa Rosa y Cañaveral:	2039.8	
		Punta La Aguja — Desembocadura del	5280.5	
		Río Piedras		
	Zona Histórico Cultural	Parte baja de la Cuenca de la Quebrada Concha	119.5	<b>Principales:</b> Educación y Cultura y Conservación. <b>Complementario:</b> Recuperación y Protección y Control. <b>Restringido:</b> Recreación
		Cuenca baja de la Quebrada de Chengue:	224.7	
		Cuenca baja de la Quebrada de Gayraca	45.8	
		Cuenca Baja de las Quebradas Rodríguez y Neguanje	363	
		Los Naranjos	52	
		Cuenca Baja de las Quebradas de Cinto	486.3	

Zona/Sector			Área (ha) por municipio según PMA o Acuerdo	Usos
		Pueblito	670	
Función amortiguadora	SI			
Referencias en el PMA a la función amortiguadora	Las autoridades ambientales no han declarado la zona de amortiguación del PNN Tayrona, esto se debe hacer en el marco de los planes de ordenamiento ambiental de las Cuencas de la Quebrada Concha y Rio Piedras y área de influencia marina.			

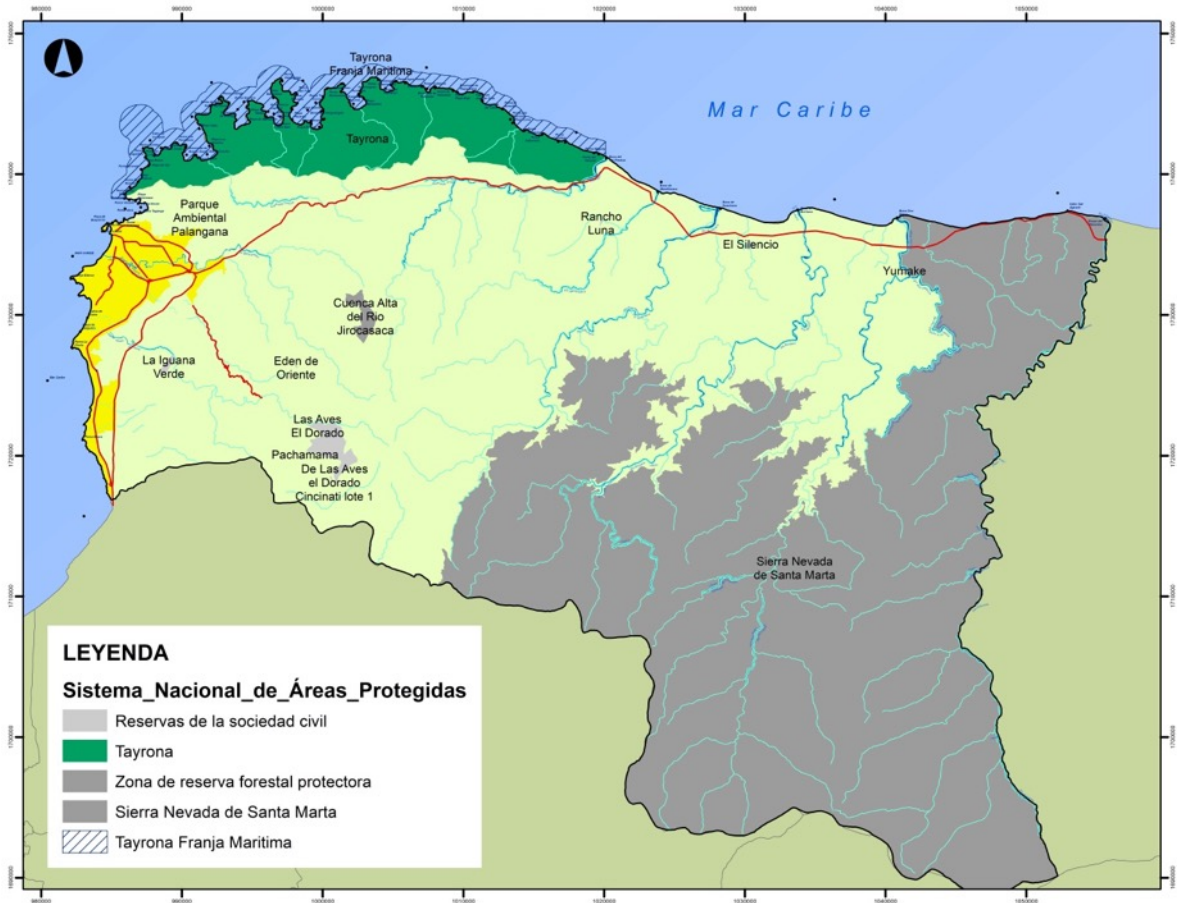
#### 1.3.1.1.1.1 Especificaciones Ecosistémicas del Parque Tayrona

**Tabla 4 Especificaciones Ecosistémicas del Parque Tayrona**

Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas – RUNAP.

ECOSISTEMAS DEL PARQUE NACIONAL TAYRONA			TRATAMIENTOS ECOSISTEMICOS	SERVICIOS	BENEFICIOS
<b>Biodiversidad</b>	1	Matorral espinoso	Recuperación, conservación, protección y Control.	Regulación	Regulación climática, regulación de enfermedades, regulación hídrica, purificación del agua, polinización.
	2	Húmedo tropical			
	3	Bosque nublado			
	4	Bosque seco			
<b>Marino costeros</b>	5	Coralinas	Recreación, cultura, Protección y Control, Conservación y Recuperación,	Culturales y de regulación	Recreación y ecoturismo, estética, inspiración, educación, herencia cultural
	6	Manglares			
	7	Litoral rocoso			
	8	Fondos sedimentarios			
	9	Praderas de fanerógamas			
	10	Lagunas costeras			
	11	Playas arenosas			
	12	Playas rocosas			

1.3.1.1.2 Evaluación del uso actual del suelo en el Parque Tayrona.



**Gráfico 6 Parque Nacional Natural Tayrona.**

Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas – RUNAP.

**Tabla 5 Parque Nacional Natural Tayrona**

Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en el Plan de Ordenamiento Territorial “JATE MATUNA” Acuerdo 005 del 2000.

PARQUE NACIONAL NATURAL TAYRONA
Acuerdo 005 del 2000 “JATE MATUNA”
<p><b>ARTICULO 65º Identificación de los Contenidos Estructurales.</b></p> <p><b>3º. Contenidos estructurales Rurales.</b> Son contenidos estructurales rurales los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li><b>Elementos Naturales:</b> Constituyen una inmensa riqueza ambiental y además se convierten en soporte de la supervivencia de los Samarios y del desarrollo Turístico y económico de la ciudad, con fines primordialmente de Preservación. Integrado Por: La Red Hídrica y el Litoral Costero; La Sierra Nevada de Santa Marta y Los Parques Naturales Tayrona y Sierra Nevada como parte integral del Macizo; El Paisaje, el Clima y la Biodiversidad General.</li></ul>



## PARQUE NACIONAL NATURAL TAYRONA

### Acuerdo 005 del 2000 “JATE MATUNA”

#### **ARTICULO 172º Delimitación de las Áreas Según Usos del Suelo Rural.**

Suelos para Usos de Ecoturismo. Toda el área de los Parque Naturales Sierra Nevada de Santa Marta y Tayrona, los Parques Distritales “Dumbira”, “Bondigua” “Pazverde” y en general las unidades agroecológicas.

- **Suelos para Usos de Enoturismo.** Corresponden a las áreas de Ciudad Perdida en el Parque Natural de la Sierra Nevada, El Pueblito en el Parque Tayrona, el Valle de la Caldera y la Reserva Arqueológica de Mazinga en Bonda y Belén en Minca.

**ARTICULO 192º El Sistema Orográfico.** Constituido por la Sierra Nevada de Santa Marta y sus estribaciones montañosas: Dentro de estos se destacan El Parque Natural Nacional que lleva su mismo nombre y el Parque Nacional Natural Tayrona, los cuales en el marco del Plan de Ordenamiento Territorial conservan sus actuales límites. Igualmente se destacan el Complejo Ambiental SUHAGUA localizado en la región de San Lorenzo, los Parques Naturales Distritales establecidos en este Plan a saber: Pazverde, Dumbira y Bondigua, y los cerros que estructuran el área urbana de la ciudad.

**ARTICULO 193º De Los Parques Naturales Nacionales.** Los Parques Naturales Nacionales Sierra Nevada y Tayrona se incorporan desde la perspectiva de la conservación y protección como áreas de un importante valor ambiental y potencial ecoturístico, cuya articulación al desarrollo de la ciudad se enmarca en el impulso a procesos de desarrollo sostenible.

**ARTICULO 239º De las Áreas de Conservación y Protección.** Declárense como parte integrante de

la oferta ambiental natural los recursos existentes en el Parque Sierra nevada, jurisdicción del Distrito de Santa Marta, Parques Tayrona, Dumbira, Pazverde, Bondigua, los ríos, quebradas y arroyos con sus respectivas Rondas Hídricas , Zona costera, Jurisdicción del Distrito de Santa Marta y los relictos de flora y fauna natural localizados en predios bajo posesión o propiedad privada.

**ARTICULO 419º Disposiciones Especiales sobre el Parque Natural Tayrona.** Incorpórese el Parque Nacional Natural Tayrona a la oferta de espacio público orográfico rural, como zona para la recreación, la investigación científica, educación ambiental, y demás actividades compatibles con la conservación.

### TRATAMIENTOS

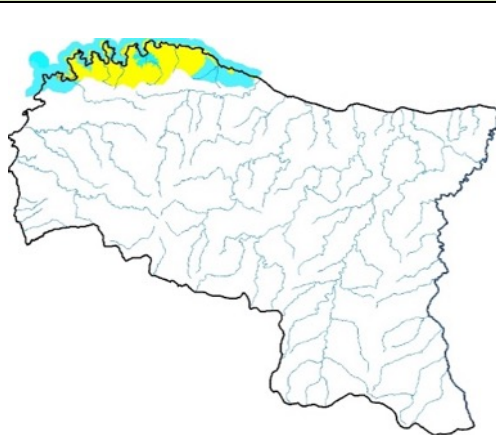
**ARTICULO 420º Acciones de Tratamiento sobre el Parque Natural Tayrona.** Empréndanse, de manera concertada con la nación, y en armonía con el Documento Técnico el Plan de Ordenamiento Territorial y disposiciones legales vigentes, las siguientes acciones de tratamientos, definidas para consolidar el Parque Tayrona como elemento integral del subsistema orográfico de espacio público rural de Santa Marta:

## PARQUE NACIONAL NATURAL TAYRONA

### Acuerdo 005 del 2000 "JATE MATUNA"

- 1º. La regeneración natural en áreas en donde los procesos antrópicos vienen causando destrucción de la vegetación;
- 2º. La protección de la fauna, fortalecimiento de medidas de control policivo para frenar los procesos de ocupación ilegal de predios,
- 3º. Rehabilitación de los caminos de herradura, senderos arqueológicos y corredores viales que permiten la movilidad y la accesibilidad hacia los sitios de mayor interés, desarrollando en torno a ello un programa de restauración, mantenimiento y conservación.
- 4º. La zonificación ambiental para definir al interior del parque, las áreas de accesibilidad y/o restricción turística.

### Uso de suelo del Parque Nacional Natural Tayrona, Acuerdo 005 del 2000



**Área primitiva:** Áreas naturales con mínima alteración antrópica. Puede contener ecosistemas únicos, especies o fenómenos naturales de valor científico resistentes que pueden tolerar un uso público moderado. Se excluyen caminos y el uso de vehículos motorizados

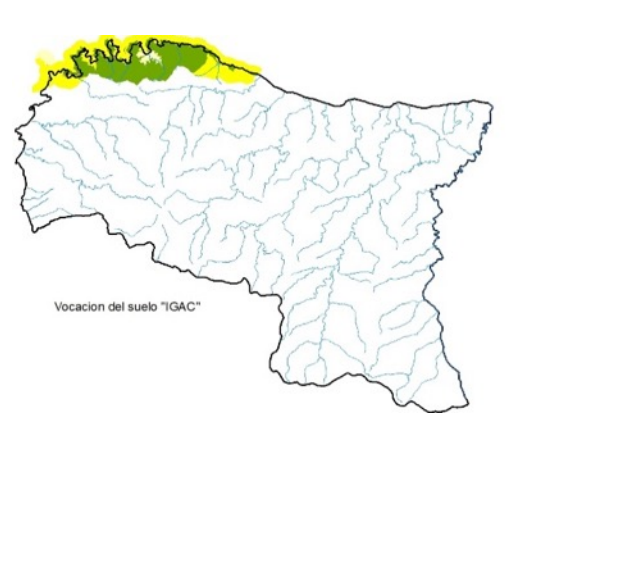


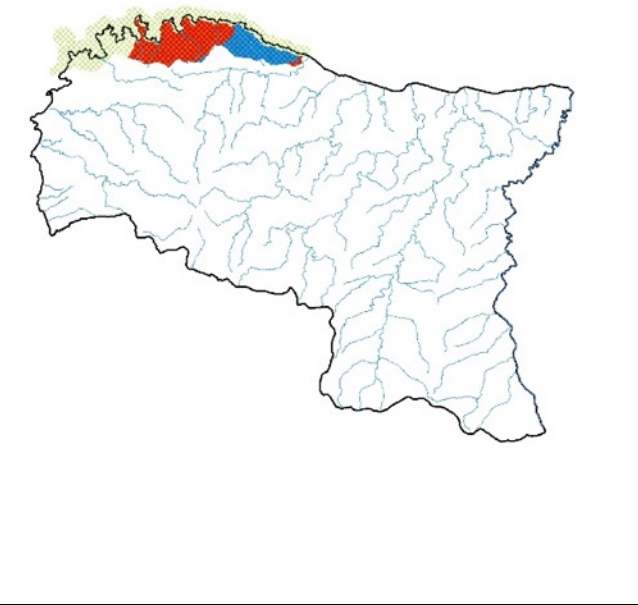



**Área Intangible:** Áreas naturales con mínima alteración antrópica. Contiene ecosistemas únicos y frágiles, especies o fenómenos naturales que ameritan protección completa ya sea para fines científicos y para el control del ambiente. Se excluyen caminos y el uso de vehículos motorizados.

### Ocupación actual Parque Nacional Natural Tayrona



El área del Parque Nacional Natural Tayrona se encuentra intervenido por vías de conexión estratégica del turismo, en su mayoría está cubierto por arbustales, bosques, vegetación y áreas agrícolas heterogéneas.

**Tabla 6 Valoración y conflictos del suelo en el Parque Nacional Tayrona**  
Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base IGAC.

Vocación del suelo del Parque Nacional Natural Tayrona	
Fuente IGAC.	
	<ul style="list-style-type: none"><li> Zona Forestal de protección</li><li> Zona de cultivos transitorios semintensivos</li></ul>
Conflictos del uso del suelo del Parque Nacional Natural Tayrona	
Fuente Geografía Urbana.	
	<ul style="list-style-type: none"><li> <b>Sobreutilización</b> el cual viene dado por el hecho tener una vocación forestal (Protección/producción) y donde la cobertura de uso del suelo corresponde a Vegetación secundaria (agroforestal).</li><li> <b>Subutilización</b> por las excesivas exigencias al suelo por el sobre uso, generan degradación o degeneración del suelo por empobrecimiento en nutrientes o por pérdida de espesor debida a procesos erosivos superficiales ocasionados por el uso.</li><li> Zona sin alteraciones</li></ul>

1.3.1.1.2 Parque Nacional Natural Sierra Nevada

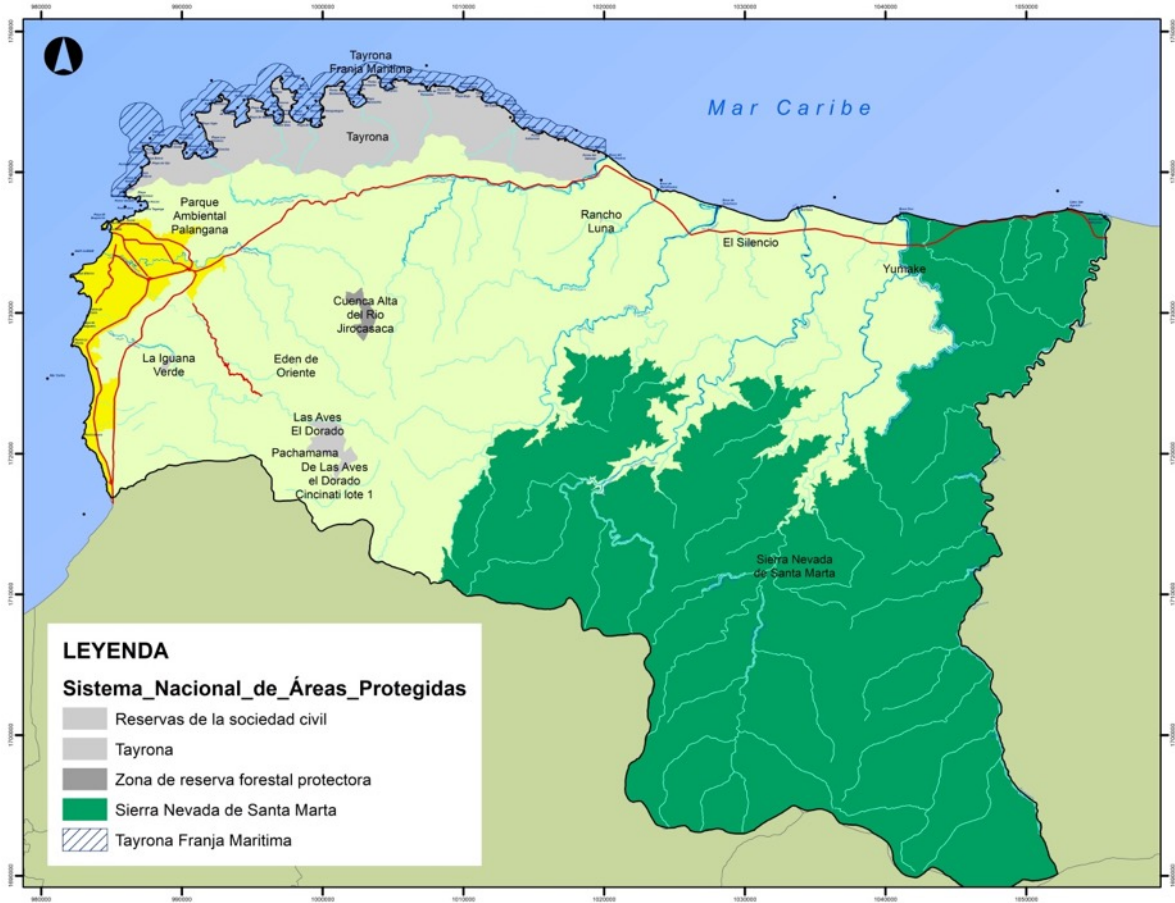
Tabla 7 Parque Nacional Natural Sierra Nevada

Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas – RUNAP.

AREAS PROTEGIDAS - PARQUE NATURAL SIERRA NEVADA					
Número	10B_AP_N_03				
Generalidades					
Nombre	Parque Nacional Natural Sierra Nevada	Categoría	Áreas protegidas naturales	Carácter	Nacional
Acto administrativo	Resolución 230 de 19 de agosto de 1971		Por la cual se aprueba un acuerdo de la Junta Directiva del Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables INDERENA / Por el cual se delimita el área del Parque Nacional Natural Sierra Nevada		
	Acuerdo 025 de mayo 2 de 1977		Por el cual se modifican los límites del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta en los Departamentos de Magdalena, Guajira y Cesar.		
	Resolución 0504 de 02 de abril de 2018		Por la cual se declaran y delimitan unas zonas de protección y desarrollo de los recursos naturales renovables y del medio ambiente en inmediaciones del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta y se toman otras determinaciones		
Área total (ha)	526.235		RESOLUCION No 085 DE 2007		
Plan de manejo	Formulado	SI			
	Adoptado	SI			
	Implementado	SI			
II. Descripción					
Objetivos	1. Conservar Ezwamas y otros sitios sagrados representados en el parque, de los cuatro pueblos indígenas de la Sierra como patrimonio cultural y natural de estas comunidades. 2. Conservar los Orobiomas Nival de Paramo y de Selva Andina representados en el parque como zonas estratégicas para la regulación hídrica al contener las estrellas fluviales del macizo y en el caso de los dos últimos, por ser las áreas de mayor endemismo en la Sierra Nevada de Santa Marta. 3. Conservar y facilitar la recuperación natural del área representada en el parque por el Zonobioma Humedo Ecuatorial y el Orobioma Selva Subandina, por agrupar el mayor número de especies amenazadas en la Sierra Nevada de Santa Marta.				
Localización y distribución	Departamento	Área (ha) de la determinante por departamento			
	Magdalena	210.237			
	Cesar	179.951			
	La Guajira	136.046			
Mapa de zonificación	si				

AREAS PROTEGIDAS - PARQUE NATURAL SIERRA NEVADA				
Número	10B_AP_N_03			
Generalidades				
Zonificación	Zona o usos /bioma		Formaciones geoGráficos, climáticas y geomorfológicas	Usos
	Zona Primitiva	Orobiobioma	Bosque andino frio relictos B	Definido por el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta
			Bosque sub-andino templado relictos B	
	Zona Intangible	Orobiobioma	Paramo paramuno Estrella Hídrica Nival	Definido por POMCAS
			Nieves perpetuas Estrella Hídrica Nival	
	Zona de Recuperación Natural y cultural	Orobioma	Bosque sub-andino templado	Definido por el ordenamiento de la Reserva Forestal de la Sierra Nevada de Santa Marta y la línea negra
			Bosque andino frio	
			Bosque andino frio Estrella Hidrica Nival	
			Paramo paramuno	
		Pedozonobioma	Manglar cálido	
		Zonobioma	Selva húmeda cálido	

1.3.1.1.2.1 Evaluación del uso actual del suelo en el Parque Sierra Nevada



**Gráfico 7 Parque Nacional Natural Sierra Nevada**  
Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas – RUNAP.

**Tabla 8 Parque Nacional Natural Tayrona**  
Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en el Plan de Ordenamiento Territorial “JATE MATUNA” Acuerdo 005 del 2000.

PARQUE NACIONAL NATURAL SIERRA NEVADA
Acuerdo 005 del 2000 “JATE MATUNA”
<p><b>ARTICULO 172º Delimitación de las Áreas Según Usos del Suelo Rural.</b> De acuerdo a las diferentes tipologías de uso del suelo rural la delimitación de los Suelos rurales es la siguiente:</p> <p><b>a) Suelos para Usos de Ecoturismo.</b> Toda el área de los Parque Naturales Sierra Nevada de Santa Marta y Tayrona, los Parques Distritales “Dumbira”, “Bondigua” “Pazverde” y en general las unidades agroecológicas</p>



**b) Suelos para Usos de Etnoturismo.** Corresponden a las áreas de Ciudad Perdida en el Parque Natural de

la Sierra Nevada, El Pueblito en el Parque Tayrona, el Valle de la Caldera y la Reserva Arqueológica de Mazinga en Bonda y Belén en Minca.

**b) Suelos de Protección Ambiental.** De esta clase de suelos hacen parte las áreas del Parque Natural de la Sierra Nevada localizadas en jurisdicción del Distrito, El Parque Natural Tayrona, los Parque Distritales de “Dumbira” , “Bondigua” y “Paz Verde” y los suelos del sector costero que se localiza entre los ríos Buritaca y Palomino por ser un sitio de desove de tortugas marinas, así como los sistemas de manglar, las madrevejas y rondas hidráulicas de los ríos, quebradas y arroyos.

**ARTICULO 192º El Sistema Orográfico.** Constituido por la Sierra Nevada de Santa Marta y sus estribaciones montañosas: Dentro de estos se destacan El Parque Natural Nacional que lleva su mismo nombre y el Parque Nacional Natural Tayrona, los cuales en el marco del Plan de Ordenamiento Territorial conservan sus actuales límites. Igualmente se destacan el Complejo Ambiental SUHAGUA localizado en la región de San Lorenzo, los Parques Naturales Distritales establecidos en este Plan a saber: Pazverde, Dumbira y Bondigua, y los cerros que estructuran el área urbana de la ciudad.

**ARTICULO 193º De Los Parques Naturales Nacionales.** Los Parques Naturales Nacionales Sierra Nevada y Tayrona se incorporan desde la perspectiva de la conservación y protección como áreas de un importante valor ambiental y potencial ecoturístico, cuya articulación al desarrollo de la ciudad se enmarca en el impulso a procesos de desarrollo sostenible.

**ARTICULO 239º De las Áreas de Conservación y Protección.** Declárense como parte integrante de la oferta ambiental natural los recursos existentes en el Parque Sierra nevada, jurisdicción del Distrito de Santa Marta, Parques Tayrona, Dumbira, Pazverde, Bondigua, los ríos, quebradas y arroyos con sus respectivas Rondas Hídricas, Zona costera, Jurisdicción del Distrito de Santa Marta y los relictos de flora y fauna natural localizados en predios bajo posesión o propiedad privada.

**ARTICULO 417º Disposiciones especiales sobre el Parque Natural Sierra Nevada.** Al estar este bien de espacio público incluido dentro del sistema de áreas protegidas por la Nación y por existir allí de igual modo un resguardo indígena, la Administración Distrital adelantará un proceso de concertación, con las instancias competentes, legitimando la concurrencia Distrital en la conservación del Parque, y en la garantía de acceso de los habitantes samarios y turistas, en un principio, a los siguientes espacios:

- 1) Las cuencas media y alta del río Buritaca, para acceder a “Ciudad Perdida”, el bien de patrimonio arqueológico Tayrona más importante de la ciudad.
- 2) Las cuencas media y baja de los ríos Don Diego y Palomino, con un doble propósito: Primero, abrir al disfrute las ruinas de la arqueología Tayrona localizada en el Valle de la Caldera; y segundo, habilitar infraestructuralmente y con servicios, la zona norte del Parque Sierra Nevada con el fin de promover la recreación pasiva y el ecoturismo.
- 3) La cuenca alta de los ríos Palomino y Don Diego (sobre los 3.500 m.s.n.m.) bajo restricciones de acceso, con el fin de incrementar la oferta de espacios el disfrute pasivo de samarios y turistas en los picos nevados.

#### TRATAMIENTOS

**ARTICULO 418º Elementos a Concertar en Torno al Parque Sierra Nevada.** Empréndanse de manera concertada con la nación, y en armonía con el Documento Técnico el Plan de Ordenamiento Territorial y disposiciones legales vigentes, las siguientes acciones de tratamientos



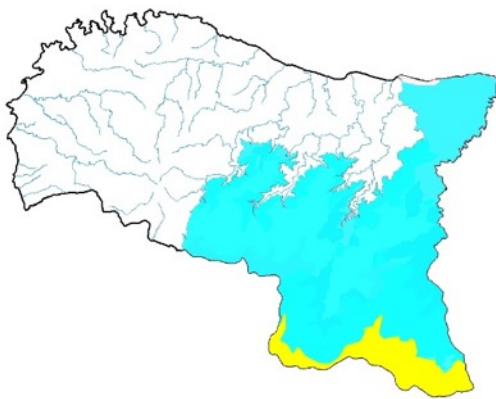
definidas, para consolidar la Sierra Nevada como elemento integral del subsistema orográfico de espacio público rural:

1º. Protección de todos y cada uno de los nacimientos de las fuentes de agua que existen dentro del parque, y zonificación ambiental del área.

2º. Recuperación de la cobertura vegetal y rehabilitación de las cuencas hidrográficas promoviendo procesos de regeneración natural, reforestación, reubicación de asentamientos y saneamiento de las áreas utilizadas con actividades residenciales, agropecuarias y de narcóticos incompatibles con el carácter de conservación del Parque.

3º. Habilitación de los sitios de interés arqueológico, - tanto los identificados por el Plan de Ordenamiento como los demás que puedan surgir producto de investigaciones -, mediante su recuperación y adaptación para el uso de un etnoturismo pasivo restringido, la protección de todos los elementos y piezas precolombinas, el control a la “guaquería”, y la creación de un centros alternos, fuera de los mismos, para atender las necesidades básicas de los turistas en sitios aislados.

#### Uso del suelo del Parque Nacional Natural Sierra Nevada, Acuerdo 005 del 2000.



**Área primitiva:** Áreas naturales con mínima alteración antrópica. Puede contener ecosistemas únicos, especies o fenómenos naturales de valor científico resistentes que pueden tolerar un uso público moderado. Se excluyen caminos y el uso de vehículos motorizados

**Área Intangible:** Áreas naturales con mínima alteración antrópica. Contiene ecosistemas únicos y frágiles, especies o fenómenos naturales que ameritan protección completa ya sea para fines científicos y para el control del ambiente. Se excluyen caminos y el uso de vehículos motorizados.

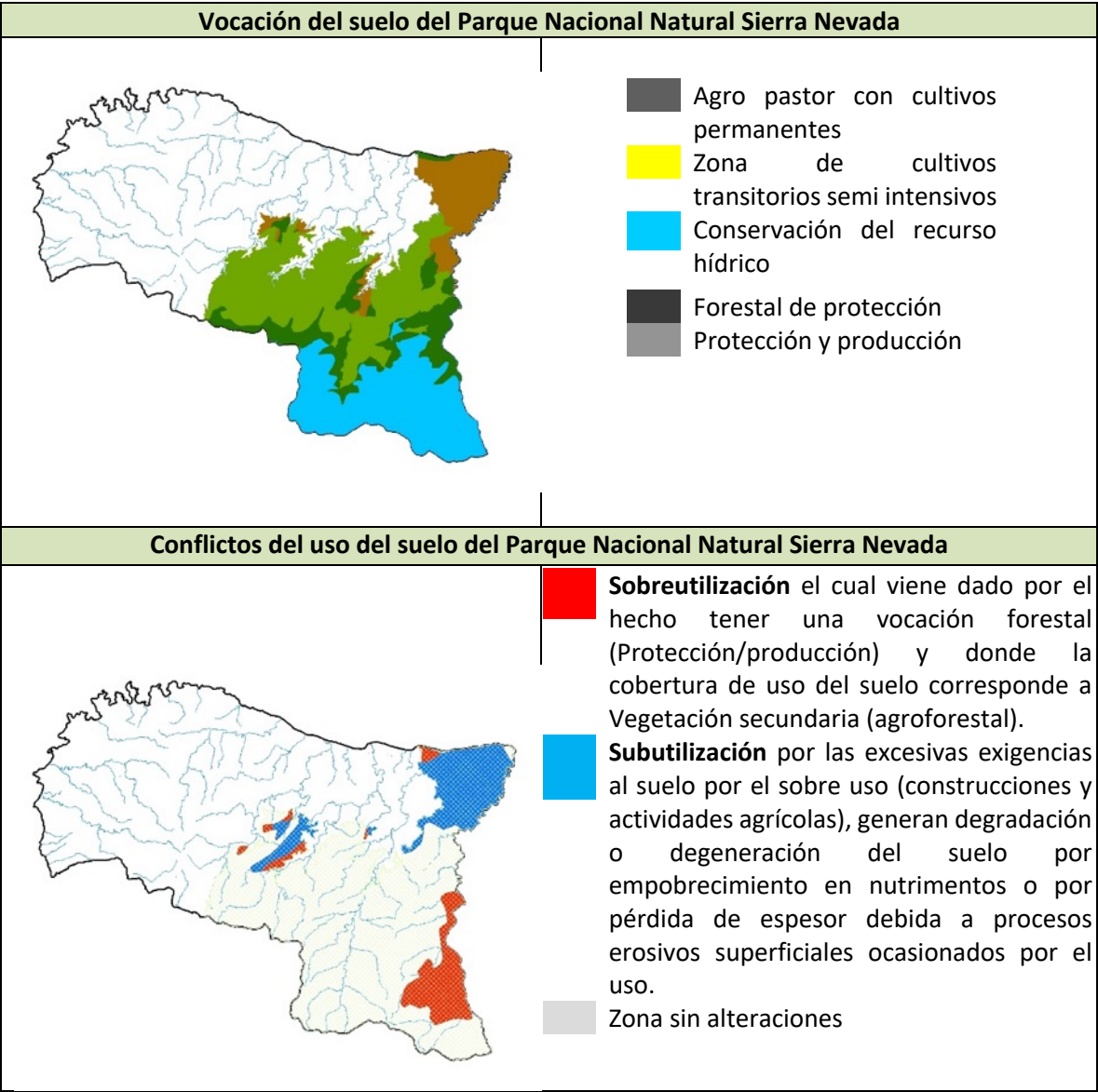
#### Ocupación actual del Parque Nacional Natural Sierra Nevada



#### COBERTURA

- Arbustales
- Bosques naturales
- Glaciares y nieves
- Herbazales
- Pastos
- Vegetación secundaria
- Zonas desnudas, sin o con poca vegetación
- Áreas agrícolas heterogéneas

**Tabla 9 Valoración y conflictos del suelo en el Parque Nacional Natural Sierra Nevada**  
Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base IGAC.



--	--

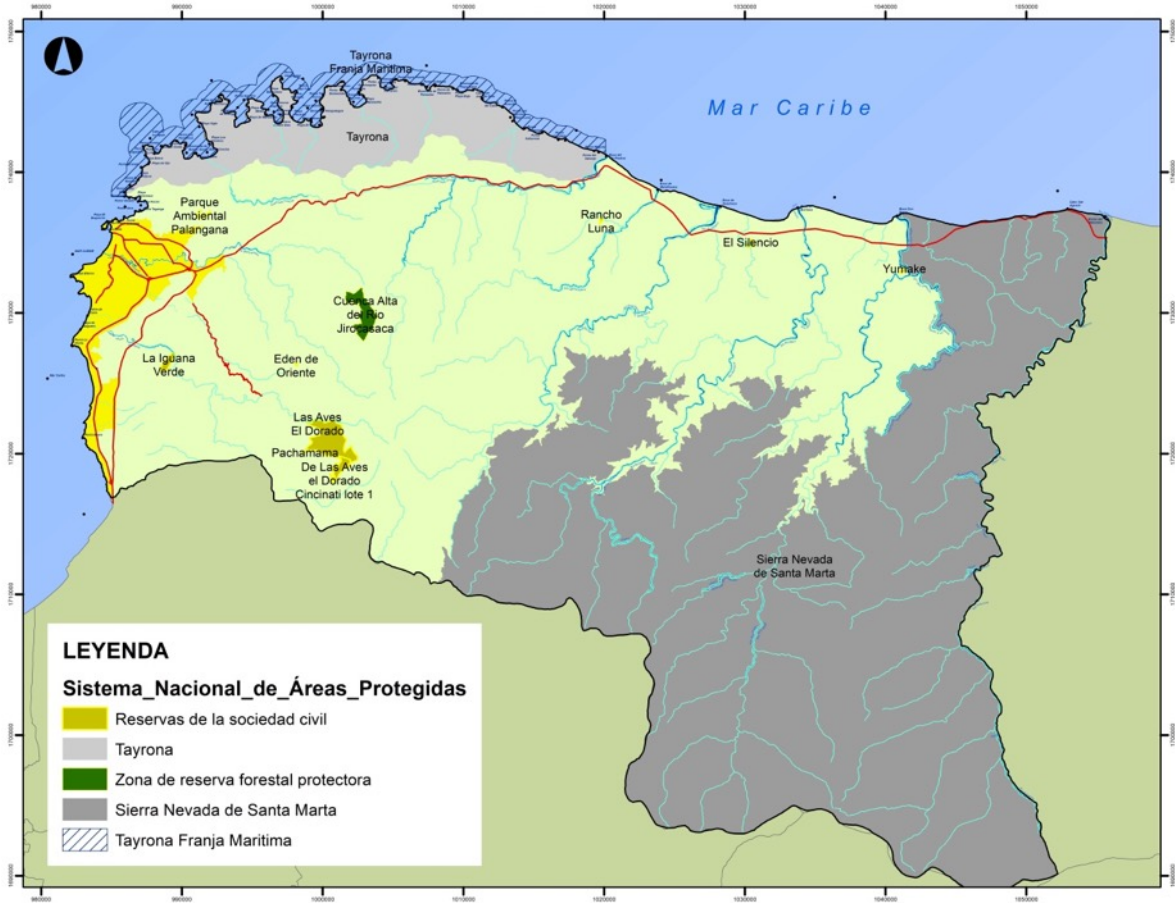
### 1.3.1.1.3 Reservas Naturales de la Sociedad Civil y Zona de reserva forestal protectora

**Tabla 10 Reservas Naturales de la Sociedad Civil y Zona de reserva forestal protectora**

Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas – RUNAP.

ÁREAS PROTEGIDAS - RESERVAS NATURALES DE LA SOCIEDAD CIVIL				
Numero	10B_IE_N_05			
Nombre	Acto Administrativo	Promulgada por	Área (ha)	Ubicación
ZRFP Jirocasaca	Resolución 241 de 1991	Ministerio de Agricultura	330	Parte oriental de la Hacienda Jirocasaca
RNSC Rancho Luna	Resolución 192 de 2004	Sistema de Parques Nacionales Naturales	31,825	Vereda Orinoco Corregimiento de Guachaca
RNSC Las Acacias o Iguana Verde	Resolución 179 de 2007	Sistema de Parques Nacionales Naturales	19,32	En la cuenca del río Gaira en la vereda Mosquito
RNSC Palangana	Resolución 091 de 2010	Sistema de Parques Nacionales Naturales	542,5	Vereda Palangana
RNSC Las Aves el Dorado	Resolución 109 de 2010	Sistema de Parques Nacionales Naturales	1024	Sobre la Cuchilla de San Lorenzo, en el sector occidental de la vertiente norte de la Sierra Nevada de Santa Marta.
RNSC El Edén del Oriente	Resolución 017 de 2013	Sistema de Parques Nacionales Naturales	12,45	Corregimiento de Minca
RNSC Pachamama	Resolución 007 2014	Sistema de Parques Nacionales Naturales	30,53	Corregimiento de Minca
RNSC El Silencio	Resolución 211 de 2015	Sistema de Parques Nacionales Naturales	22,381	Vereda Las Delicias Corregimiento de Guachaca
RNSC Yumake	Resolución 004 de 2016	Sistema de Parques Nacionales Naturales	9,8678	Vereda Alto Don Diego, corregimiento de Guachaca

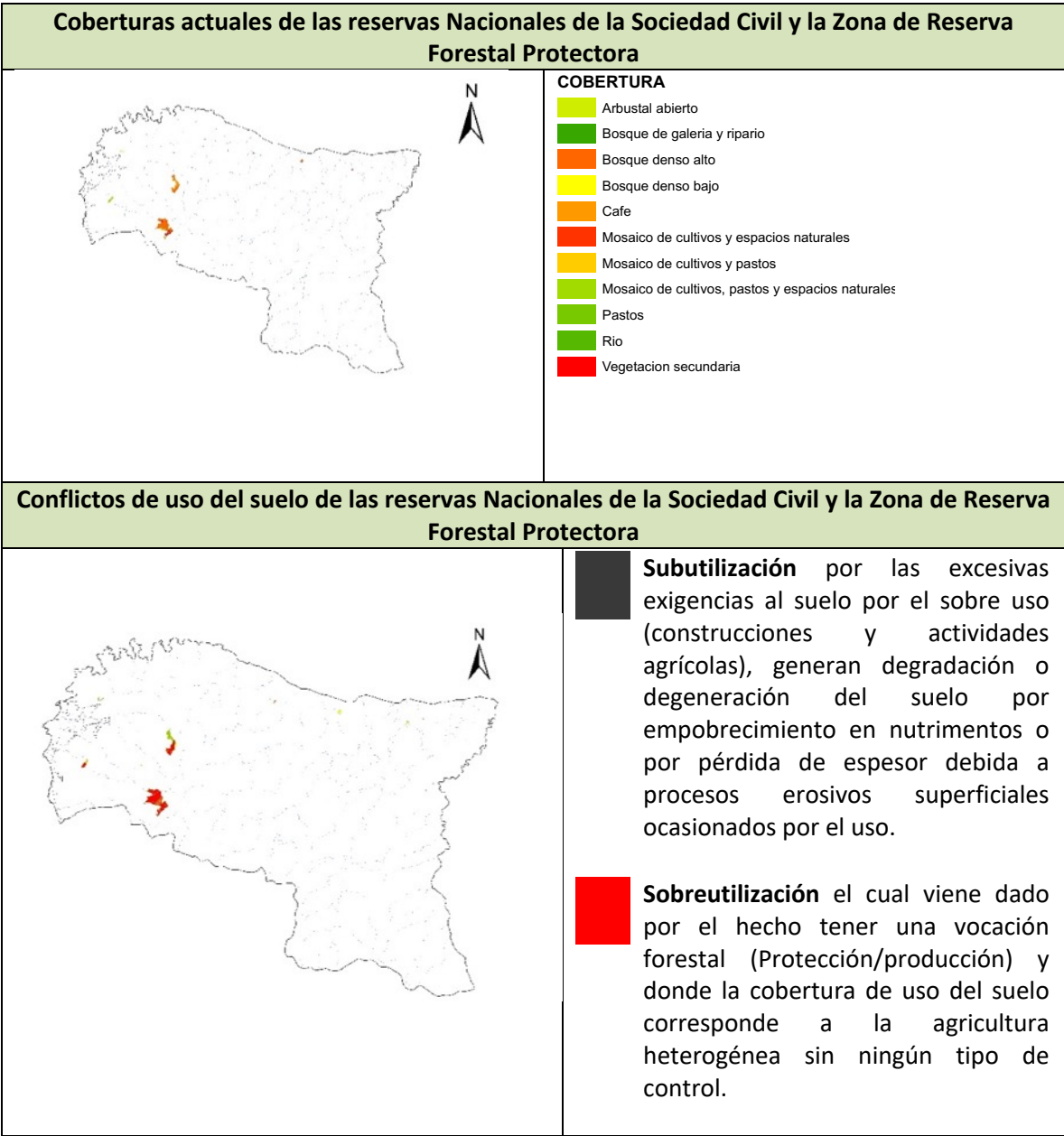
1.3.1.1.3.1 *Evaluación del uso actual del suelo en las Reservas Naturales de la Sociedad Civil y la Zona de Reserva Forestal Protectora*



**Gráfico 8 Reservas Naturales de la Sociedad Civil y Zona de Reserva Forestal Protectora**  
Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas – RUNAP.

**Tabla 11 Reservas Naturales de la Sociedad Civil y Zona de Reserva Forestal Protectora**  
Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en el Plan de Ordenamiento Territorial “JATE MATUNA”  
Acuerdo 005 del 2000.

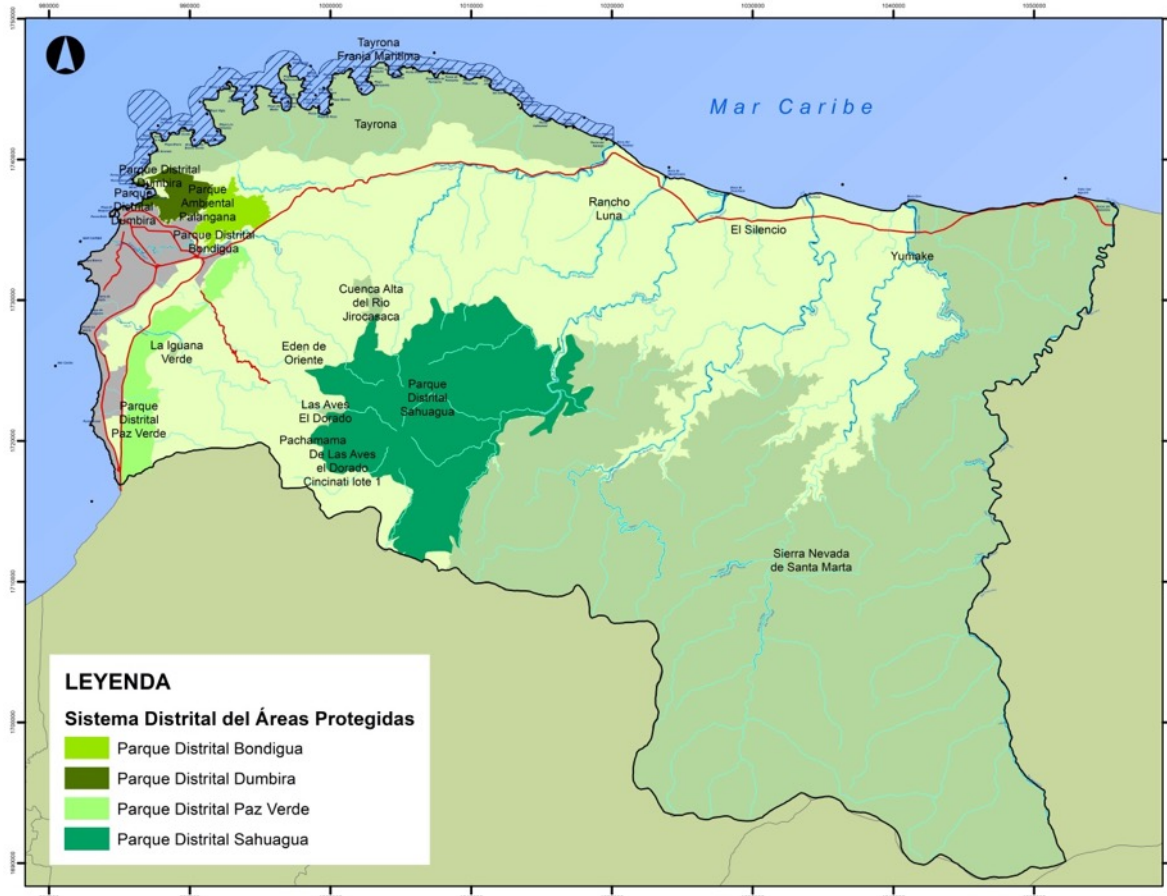
ÁREA PROTEGIDAS - RESERVAS NACIONALES DE LA SOCIEDAD CIVIL Y ZONA DE RESERVA FORESTAL PROTECTORA
Acuerdo 005 del 2000 “JATE MATUNA”
Las zonas de Reserva Nacional de la Sociedad civil no están incluidas como áreas de protección en el Plan de Ordenamiento Territorial “JATE MATUNA” mediante el acuerdo 005 del año 2000, debido a que estas fueron adoptadas desde el año 2007.





### 1.3.2 Sistema Ambiental Distrital -SAD-

El Acuerdo 005 del 2000 en su Artículo 248º Sistema Distrital de Áreas Protegidas. Créase el Sistema Distrital de Áreas Protegidas (SIDAP) integrado por los siguientes parques y reserva natural, ratificados en el Decreto 668 de 2001.



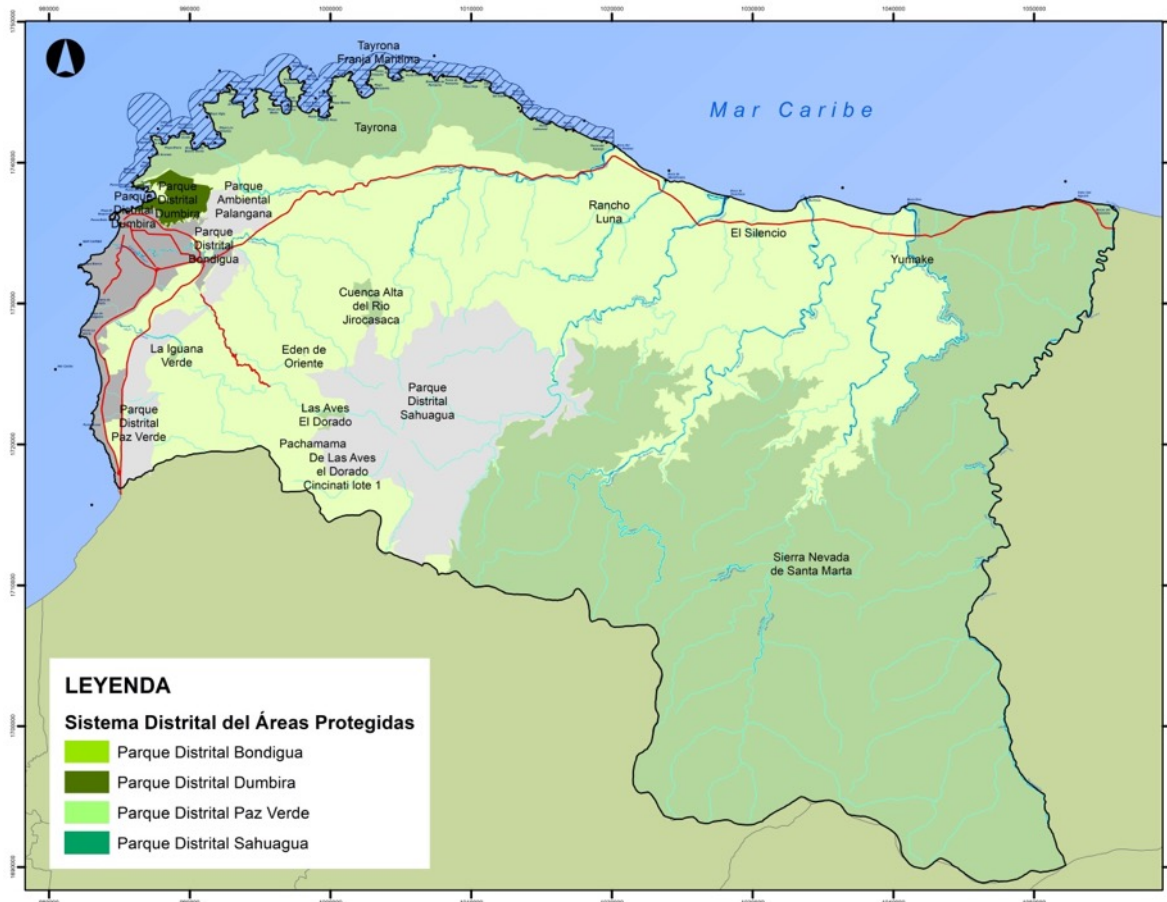
**Gráfico 9 Sistema Distrital de Áreas Protegidas**

Fuente: Geografía Urbana con base en información suministrada por CORPAMAG.

#### 1.3.2.1 Parque Natural Distrital Dumbira

Ubicado a partir de los 25 m.s.n.m, en los cerros que circundan la cabecera del Corregimiento de Taganga acorde a lo dispuesto Mapa de Zonificación Ambiental, en donde se encuentra una muestra de la Selva Subxerofítica que como expresión del Neotrópico, es urgente conservar y proteger, antes que los procesos espontáneos de expansión urbana alteren su estructura ecológica.





**Gráfico 10 Parque Natural Distrital Dumbira**

Fuente: Geografía Urbana con base en información suministrada por CORPAMAG.

**Tabla 12 Parque Natural Distrital Dumbira**

Fuente: Geografía Urbana con base en información suministrada por CORPAMAG.

ÁREAS PROTEGIDAS - PARQUE NATURAL DISTRITAL DUMBIRA		
Numero	10B_IE_D_04	
Nombre	Parques Distritales	
Parque Natural	Área (ha)	
PARQUE DISTRITAL DUMBIRA	1414,53	
Acto administrativo	Acuerdo 005 del 2000	Por medio del cual se adopta el Plan de ordenamiento Territorial "JATE MATUNA"
	Decreto 668 del 2001	Por medio del cual se adopta el reglamento instructivo del Espacio Público, el paisaje y la publicidad exterior visual del Distrito de Santa Marta.
Acciones de tratamiento Art. 65, 67 y 69 del Decreto 668 del 2001		

ÁREAS PROTEGIDAS - PARQUE NATURAL DISTRITAL DUMBIRA	
Parque Natural Distrital Dumbira	1. Acciones de reforestación y rehabilitación de los sectores ambientales afectados.
	2. Saneamiento de las áreas ocupadas, desalojando prioritariamente aquellas zonas que estén afectadas y amenazadas por procesos agudos de degradación.
	3. Las acciones incluidas en los planes de manejo que se aprueben en desarrollo de lo establecido en el numeral 3 del artículo 329 del acuerdo 005 del 2000
UBICACIÓN	
Se configura como Parque Natural Distrital dentro de los siguientes límites: Norte: partiendo desde Punta las Minas en las coordenadas (985896E, 1738588N) donde se interceptan la cota 40 metros y el límite del parque Nacional Tayrona, seguimos el límite del Parque Nacional Tayrona en las coordenadas (990542E, 1738603N), en una línea recta hasta encontrarse de nuevo la cota 40 metros en las coordenadas (991274E, 1738226N), seguimos la cota 40 metros hasta interceptar la vía que conduce a Bahía Concha en la coordenada (991701E, 1737984N); Oriente: tomando las coordenadas anteriores, seguimos la vía hasta volver a encontrarse con la cota 40 metros en las coordenadas (991196E, 1736519N); Sur: tomando la coordenada anterior y siguiendo la cota 40 metros hasta la coordenada (986056E, 1736554N) y en línea recta hasta la línea costera o mar Caribe (Punta Palanca) en las coordenadas (985878E, 1736676N); Occidente: desde el punto anterior siguiendo la línea costera en las coordenadas (986644E, 1737032N); en línea recta hasta encontrarse con la cota 40 metros, en las coordenadas (986783E, 1737021N); tomando la cota de los 40 metros, hasta interrumpirse en las coordenadas (986888E, 1738311N), siguiendo la línea costera hasta cerrar en puntas Las Minas en las coordenadas (985896E, 1738588N).	

#### 1.3.2.1.1.1 Evaluación del uso actual del suelo en el Parque Natural Distrital Dumbira

**Tabla 13 Uso Actual del Suelo del Parque Natural Distrital Dumbira**

Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en el Plan de Ordenamiento Territorial “JATE MATUNA” Acuerdo 005 del 2000.

PARQUE NATURAL DISTRITAL DUMBIRA
Acuerdo 005 del 2000 “JATE MATUNA”
<p><b>ARTICULO 172º Delimitación de las Áreas Según Usos del Suelo Rural.</b> De acuerdo a las diferentes tipologías de uso del suelo rural la delimitación de los Suelos rurales es la siguiente:</p> <p><b>Suelos para Usos de Ecoturismo.</b> Toda el área de los Parque Naturales Sierra Nevada de Santa Marta y Tayrona, los Parques Distritales “Dumbira”, “Bondigua” “Pazverde” y en general las unidades agroecológicas.</p>

**ARTICULO 172º Delimitación de las Áreas Según Usos del Suelo Rural.** De acuerdo a las diferentes tipologías de uso del suelo rural la delimitación de los Suelos rurales es la siguiente:

**b) Suelos de Protección Ambiental.** De esta clase de suelos hacen parte las áreas del Parque Natural de la Sierra Nevada localizadas en jurisdicción del Distrito, El Parque Natural Tayrona, los Parque Distritales de “Dumbira” , “Bondigua” y “Paz Verde” y los suelos del sector costero que se localiza entre los ríos Buritaca y Palomino por ser un sitio de desove de tortugas marinas, así como los sistemas de manglar, las madrevejas y rondas hidráulicas de los ríos, quebradas y arroyos.

**ARTICULO 192º El Sistema Orográfico.** Constituido por la Sierra Nevada de Santa Marta y sus estribaciones montañosas: Dentro de estos se destacan El Parque Natural Nacional que lleva su mismo nombre y el Parque Nacional Natural Tayrona, los cuales en el marco del Plan de Ordenamiento Territorial conservan sus actuales límites. Igualmente se destacan el Complejo Ambiental SUHAGUA localizado en la región de San Lorenzo, los Parques Naturales Distritales establecidos en este Plan a saber: Pazverde, Dumbira y Bondigua, y los cerros que estructuran el área urbana de la ciudad.




**ARTICULO 196º EL Parque Natural Distrital Dumbira.** Determinénse como parte integral del Sistema Orográfico de Santa Marta, los cerros que circundan la cabecera del corregimiento de Taganga y el norte de la cabecera urbana distrital, y al tenor de la delimitación definida en el Artículo 104, literal a, del presente Acuerdo.

**ARTICULO 239º De las Áreas de Conservación y Protección.** Declárense como parte integrante de la oferta ambiental natural los recursos existentes en el Parque Sierra nevada, jurisdicción del Distrito de Santa Marta, Parques Tayrona, Dumbira, Pazverde, Bondigua, los ríos, quebradas y arroyos con sus respectivas Rondas Hídricas, Zona costera, Jurisdicción del Distrito de Santa Marta y los relictos de flora y fauna natural localizados en predios bajo posesión o propiedad privada.

#### TRATAMIENTOS

**ARTICULO 425º Acciones de Tratamiento para el Parque Natural Distrital Dumbira.** Para efectos de consolidar el carácter de bien de interés colectivo, aplíquense sobre el Parque Natural Distrital Dumbira, las siguientes acciones de tratamiento:

- 1) Empezar un programa de reforestación y rehabilitación en los sectores ambientalmente afectados.
- 2) Adelantar el saneamiento de las áreas ocupadas, desalojando prioritariamente aquellas zonas que estén afectadas y/o amenazadas por procesos agudos de degradación,
- 3) Exijase planes de manejo a los asentamientos en el radicados, hasta tanto se haga efectiva la adquisición de tierras por parte del Distrito.

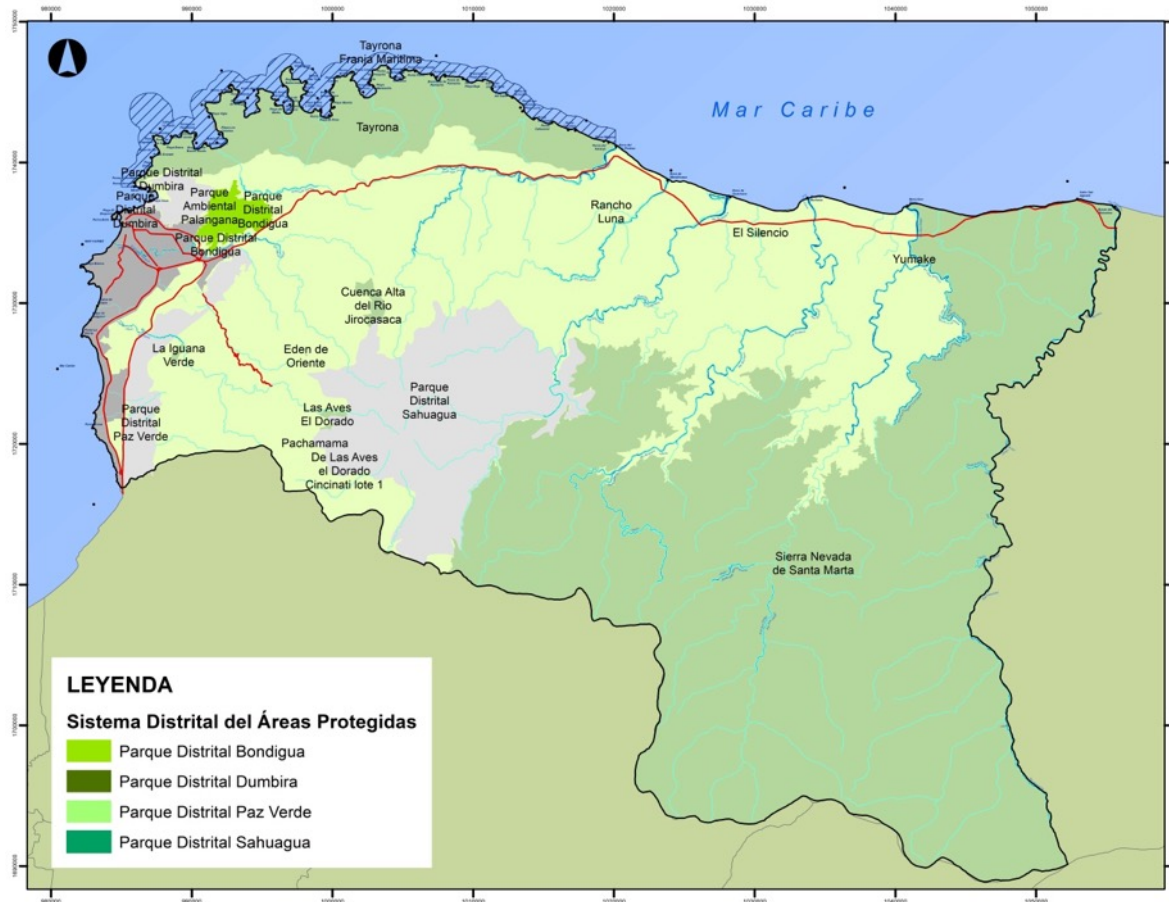
Uso del suelo del Parque Distrital Natural Dumbira	
	<div><div></div> Parque Natural Distrital Dumbira Uso de Reserva Ecológica</div>
Ocupación actual del Parque Distrital Natural Dumbira	
	<div><b>COBERTURA</b><div><div></div> Arbustales</div><div><div></div> Pastos</div><div><div></div> Áreas urbanas</div></div>
Vocación del suelo del Parque Distrital Natural Dumbira	
	<div><div></div> Área de conservación y recuperación.</div>

Conflictos del uso del suelo Parque Distrital Natural Dumbira	
	<p>Degradación del suelo por presencia de asentamientos urbanos en algunas zonas del área del parque. La <b>degradación</b> abarca un alcance más amplio que la erosión y degradación de suelos en conjunto ya que cubre todos los cambios negativos en la capacidad del ecosistema para prestar bienes y servicios.</p>

### 1.3.2.2 Parque Natural Distrital Bondigua

El segmento territorial de la Selva Subxerofítica localizado dentro de los siguientes límites: oriente, el límite de la zona de amortiguación del Parque Tayrona; occidente, límite de la cabecera distrital; norte, Parque “Dumbira” y sur, faja de la zona de amortiguación del Parque Tayrona que se extiende paralela a la Troncal del Caribe. El valor ambiental del sector lo habilita exclusivamente para la investigación científica de su oferta natural, la educación y la recreación. En tal sentido la infraestructura de equipamiento estará relacionada con la construcción de senderos ecológicos, miradores y estaciones de observación ambiental.





**Gráfico 11 Parque Natural Distrital Bondigua**

Fuente: Geografía Urbana con base en información suministrada por CORPAMAG.

**Tabla 14 Parque Natural Distrital Bondigua**

Fuente: Geografía Urbana con base en información suministrada por CORPAMAG.

ÁREAS PROTEGIDAS - PARQUE DISTRITAL BONDIGUA		
Número	10B_IE_D_05	
Nombre	Parques Distritales	
Parque Natural	área (ha)	
PARQUE DISTRITAL BONDIGUA	1.694,00	
Acto administrativo	Acuerdo 005 del 2000	Por medio del cual se adopta el Plan de ordenamiento Territorial "JATE MATUNA"
	Decreto 668 del 2001	Por medio del cual se adopta el reglamento instructivo del Espacio Público, el paisaje y la publicidad exterior visual del Distrito de Santa Marta.

ÁREAS PROTEGIDAS - PARQUE DISTRITAL BONDIGUA	
Acciones de tratamiento Art. 65, 67 y 69 del Decreto 668 del 2001	
Parque Natural Bondigua	1. Realizar zonificación y reglamentación ambiental del área.
	2. Habilitar los senderos y caminos reales milenarios que dispone el área.
	3. Empezar el saneamiento y congelar la expansión del asentamiento y edificaciones.
	4. Adelantar la reforestación, rehabilitación y regeneración natural de los sectores ambientalmente afectados y amenazados por acciones antrópicas.
UBICACIÓN	
<p>Se configura como Parque Natural Distrital dentro de los siguientes límites: Norte: Partiendo de las coordenadas (991701E, 1737984N) donde se encuentra la cota 40 y la vía que conduce a Bahía Concha, siguiendo la cota hasta llegar a las coordenadas (995205E, 1737401N); Oriente: desde el punto o coordenadas anteriores siguiendo con la cota 40 metros hasta interceptarse con la Troncal del Caribe en las coordenadas (995527E, 1735557N); Sur: desde la coordenada anterior, siguiendo la troncal del Caribe hasta interceptarse con la Quebrada Mojada y perímetro urbano en la coordenada (993009E, 1734014N); en línea recta hasta interceptarse con la cota 40 metros, seguimos la cota hasta encontrarse con la vía que conduce a Bahía Concha en las coordenadas (991196E, 1736519N); Occidente: partiendo de la coordenada anterior, siguiendo la vía a Bahía Concha, hasta interceptar la cota 40 metros en las coordenadas (991701, 1737984).</p>	

#### 1.3.2.2.1.1 Evaluación del uso actual del suelo en el Parque Natural Distrital Bondigua

**Tabla 15 Uso Actual del Suelo del Parque Natural Distrital Bondigua**

Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en el Plan de Ordenamiento Territorial “JATE MATUNA” Acuerdo 005 del 2000.

PARQUE NATURAL DISTRITAL BONDIGUA
Acuerdo 005 del 2000 “JATE MATUNA”
<p><b>ARTICULO 172º Delimitación de las Áreas Según Usos del Suelo Rural.</b> De acuerdo a las diferentes tipologías de uso del suelo rural la delimitación de los Suelos rurales es la siguiente:</p> <p><b>Suelos para Usos de Ecoturismo.</b> Toda el área de los Parque Naturales Sierra Nevada de Santa Marta y Tayrona, los Parques Distritales “Dumbira”, “Bondigua” “Pazverde” y en general las unidades agroecológicas.</p> <p><b>ARTICULO 172º Delimitación de las Áreas Según Usos del Suelo Rural.</b> De acuerdo a las diferentes tipologías de uso del suelo rural la delimitación de los Suelos rurales es la siguiente:</p> <p><b>b) Suelos de Protección Ambiental.</b> De esta clase de suelos hacen parte las áreas del Parque Natural de la Sierra Nevada localizadas en jurisdicción del Distrito, El Parque Natural Tayrona, los Parque Distritales de “Dumbira” , “Bondigua” y “Paz Verde” y los suelos del sector costero que se</p>



localiza entre los ríos Buritaca y Palomino por ser un sitio de desove de tortugas marinas, así como los sistemas de manglar, las madrevejas y rondas hidráulicas de los ríos, quebradas y arroyos.

**ARTICULO 192º El Sistema Orográfico.** Constituido por la Sierra Nevada de Santa Marta y sus estribaciones montañosas: Dentro de estos se destacan El Parque Natural Nacional que lleva su mismo nombre y el Parque Nacional Natural Tayrona, los cuales en el marco del Plan de Ordenamiento Territorial conservan sus actuales límites. Igualmente se destacan el Complejo Ambiental SUHAGUA localizado en la región de San Lorenzo, los Parques Naturales Distritales establecidos en este Plan a saber: Pazverde, Dumbira y Bondigua, y los cerros que estructuran el área urbana de la ciudad.

**ARTICULO 198º Parque Natural Distrital Bondigua.** Determinínense como parte integral del Sistema Orográfico de Santa Marta, los cerros del sector de la Palangana que concentran una significativa riqueza de Selva Subxerofítica, de importancia en la regulación del clima y reproducción de la fauna, en armonía con los límites adoptados en el Artículo 104, literal b, del presente Acuerdo.

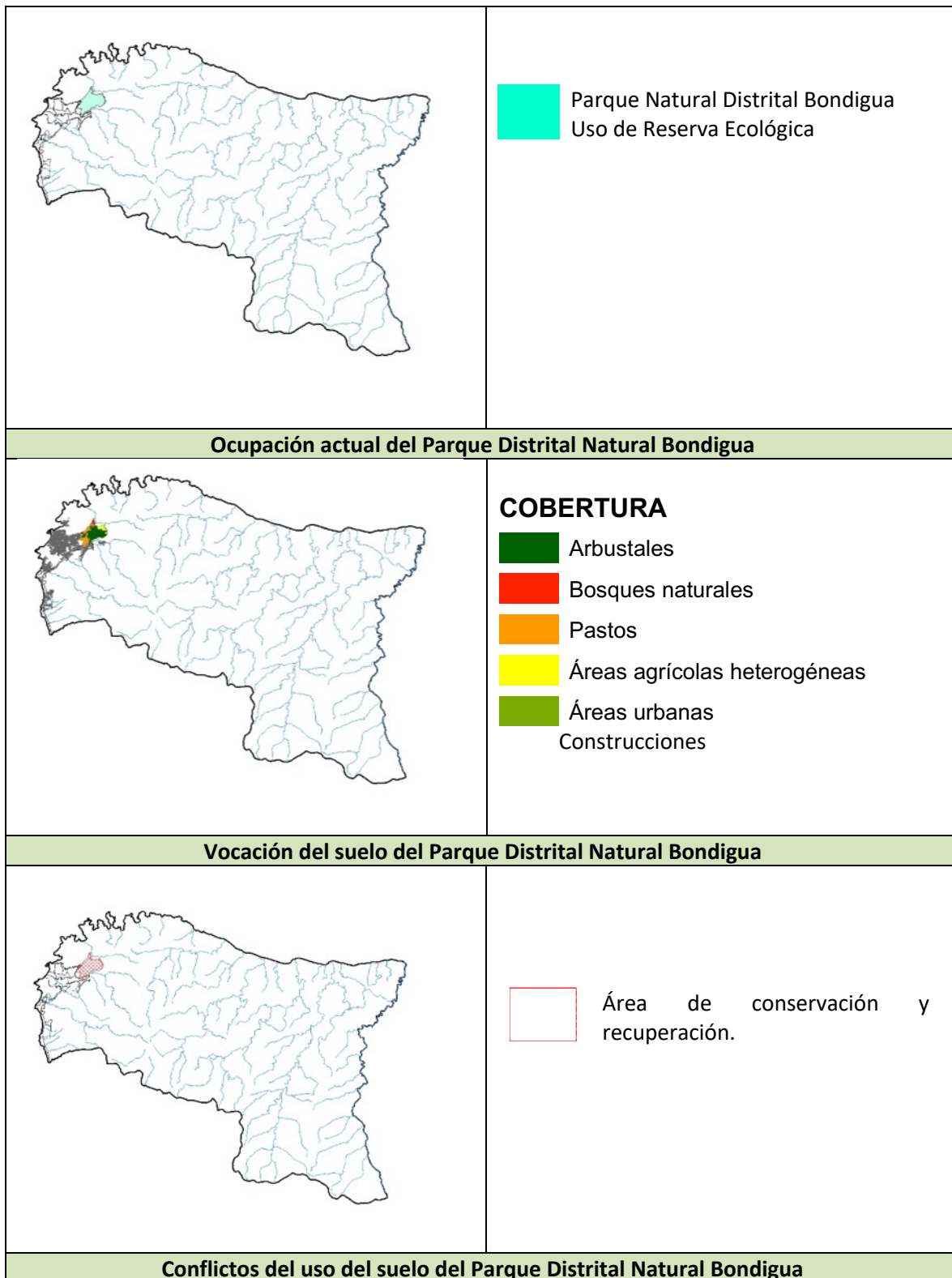
**ARTICULO 239º De las Áreas de Conservación y Protección.** Declárense como parte integrante de la oferta ambiental natural los recursos existentes en el Parque Sierra nevada, jurisdicción del Distrito de Santa Marta, Parques Tayrona, Dumbira, Pazverde, Bondigua, los ríos, quebradas y arroyos con sus respectivas Rondas Hídricas, Zona costera, Jurisdicción del Distrito de Santa Marta y los relictos de flora y fauna natural localizados en predios bajo posesión o propiedad privada.


#### TRATAMIENTOS

**ARTICULO 429º Acciones de Tratamiento sobre el Parque Natural Distrital Bondigua.** Para efectos de consolidar el carácter del Parque Distrital Natural Bondigua, como bien de interés público, desarróllense sobre esta área del territorio distrital las siguientes acciones de tratamiento:

- 1) Realizar la zonificación y reglamentación ambiental del área.
- 2) Habilitar los senderos y caminos reales milenarios que dispone el Parque
- 3) Empezar el saneamiento y congelar la expansión de asentamientos y edificaciones.
- 4) Adelantar la reforestación, rehabilitación y regeneración natural de los sectores ambientalmente afectados y/o amenazados por acciones antrópicas.

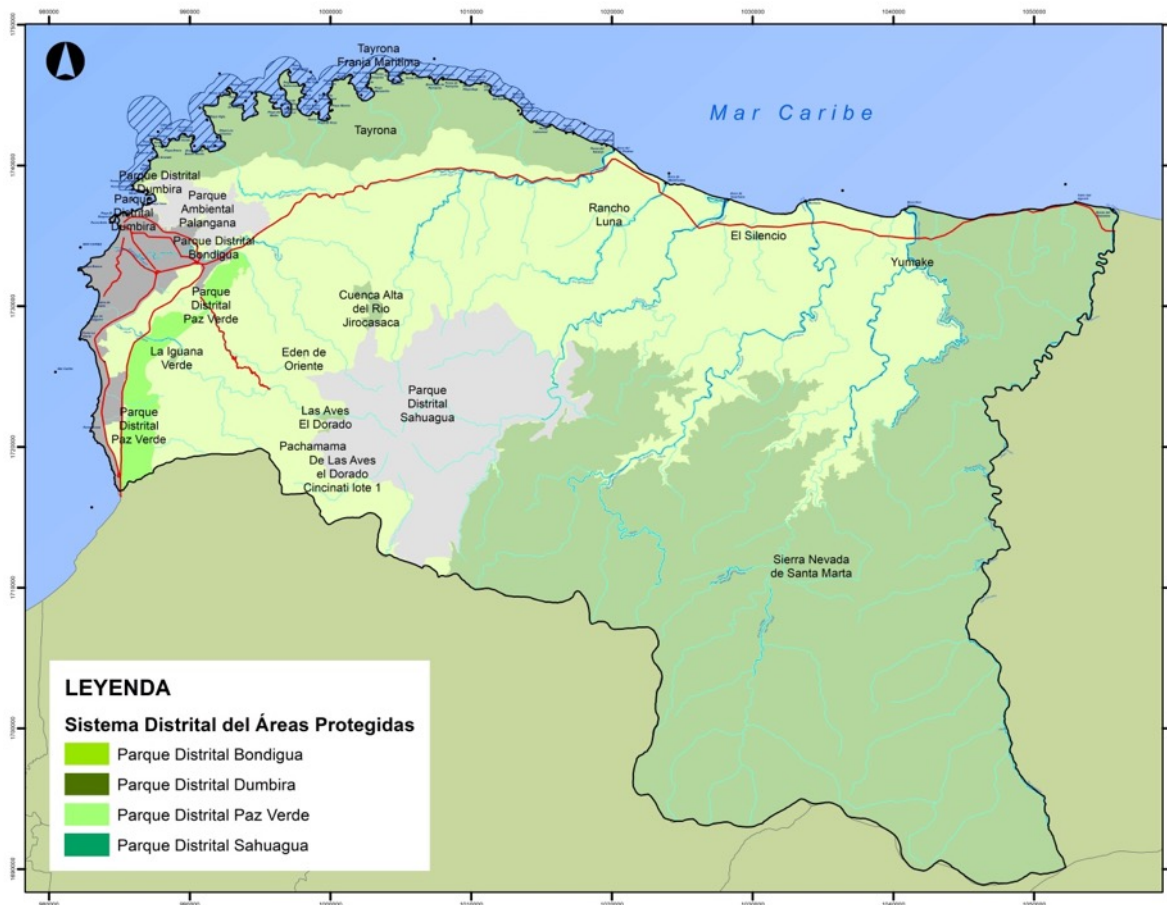
#### Uso del suelo del Parque Distrital Natural Bondigua



	<p><b>Sobreutilización</b> el cual viene dado por el hecho tener una vocación forestal (Protección/producción) y donde la cobertura de uso del suelo corresponde a la agricultura heterogénea sin ningún tipo de control.</p>
---	---

### 1.3.2.3 Parque Natural Distrital Paz Verde

La franja del territorio que se extiende desde quebrada del Doctor hasta la carretera Santa Marta – Minca, dentro de los límites y coordenadas definidos en el Artículo 104, literal c. del Acuerdo 005 del 2000, en donde también se localizan muestras de la Selva Subxerofítica e Higrotropofítica que deben conservarse y protegerse como espacio de recreación, educación e investigación de la oferta ambiental de los alrededores de la cabecera del Distrito.



**Gráfico 12 Parque Natural Distrital Pazverde**

Fuente: Geografía Urbana con base en información suministrada por CORPAMAG.

**Tabla 16 Parque Natural Distrital Pazverde**

Fuente: Geografía Urbana con base en información suministrada por CORPAMAG.

ÁREAS DE PROTECCIÓN – PARQUE NATURAL DISTRITAL PAZ VERDE		
Numero	10B_IE_D_06	
Nombre	Parques Distritales	
Parque Natural		área (ha)
PARQUE DISTRITAL PAZVERDE		3825,89
Acto administrativo	Acuerdo 005 del 2000	Por medio del cual se adopta el Plan de ordenamiento Territorial "JATE MATUNA"
	Decreto 668 del 2001	Por medio del cual se adopta el reglamento instructivo del Espacio Público, el paisaje y la publicidad exterior visual del Distrito de Santa Marta.
Acciones de tratamiento Art. 65, 67 y 69 del Decreto 668 del 2001		
Parque Natural PAZ VERDE	1. Empezar un estudio de zonificación y la reglamentación ambiental del área con el fin de identificar las áreas con restricciones y posibilidades de acceso.	
	2. Adoptar las áreas abiertas al público con senderos peatonales, ciclo rutas, miradores y demás infraestructura que garantice la movilización, accesibilidad, disfrute y aprovechamiento sostenible del entorno.	
	3. Desarrollar un programa de reforestación, rehabilitación y regeneración natural de los sectores ambientales afectados	
	4. Exigir un plan de manejo a los asentamientos allí radicados hasta tanto se haga efectiva la adquisición de tierras por parte del Distrito.	
UBICACIÓN		
Se configura como Parque Natural Distrital dentro de los siguientes límites: Norte: Intersección de la Troncal, Quebrada Mojada y perímetro urbano en la coordenada (99309E, 1734014N); siguiendo el curso de la Quebrada Mojada arriba hasta la coordenada (994339E, 1732823N); Oriente: Siguiendo en línea hasta encontrarse con la cota 100 metros en la coordenada (994280E, 1732776N) siguiendo la cota 100 metros hasta la coordenada (993003E, 1731403N); sigue en línea recta hasta la coordenada (992247E, 1730587N) sigue en línea recta hasta la coordenada (992365E, 1730173N); sigue en línea recta has la coordenada (991842E, 1730105N) en línea recta hasta la coordenada (990849E, 1729111N); en línea recta hasta la coordenada (990412E, 1728768N); línea recta hasta la coordenada (986935E, 1725878N); en línea recta hasta interceptarse con la cota 500 Mts. En la coordenada (986935E, 1724697 N); siguiendo la cota 500 hasta llegar a la coordenada (987656E, 1720889N); en línea recta hasta interceptarse con la Quebrada El Doctor en la coordenada (987224E, 1717721N); Sur: siguiendo el curso de la Quebrada desde la coordenada anterior hasta la intersección con la cota 100 Mts con la coordenada 986101E y 1717613N; siguiendo la cota 100 Mts. Hacia el norte hasta llegar con la coordenada 986252E y 1719654N; siguiendo hacía el oriente en línea recta hasta la coordenada 986406E y 1719686N; siguiendo en línea recta hacía el norte hasta la coordenada 986227E y 1720470N; siguiendo en línea recta hasta la coordenada 986147E y 1720689N; siguiendo en línea recta con la coordenada 986160E y 1721188N; siguiendo en línea recta hasta llegar con la coordenada 986101E y 1721520N; siguiendo en línea recta hacía el occidente hasta interceptarse de nuevo con la cota de los 100 Mts. con la coordenada 985795E y 1721507N; siguiendo la cota de los 100 Mts. hasta interceptarse con el límite inferior de la ronda hídrica del Río Gayra en la coordenada 987618E y 1727232N; siguiendo el límite de la ronda hídrica del Río Gayra hasta llegar a la coordenada 986531E y 1727862N; seguimos en línea recta hasta interceptarse con el límite urbano con la coordenada 986657E y 1727977N; siguiendo el límite urbano hasta interceptarse con el límite superior de la ronda hídrica del Río Gayra con la coordenada 987173E y 1727998N; se sigue el límite de la ronda parte superior hasta		

**ÁREAS DE PROTECCIÓN – PARQUE NATURAL DISTRITAL PAZ VERDE**

interceptarse con la cota de los 100 Mts. con la coordenada 987875E y 1727768N; siguiendo la trayectoria de la cota de los 100 Mts. hasta interceptarse con el límite urbano con la coordenada 989458E y 1729442 N; en línea recta hasta la coordenada (989999E, 1729698N); en línea recta hasta la coordenada (991001E, 1730344N); en línea recta hasta la coordenada (990822E, 1730712N) en línea recta hasta interceptarse con la cota 50 metros en la coordenada (990835E, 1730848N); siguiendo la cota 50 metros hasta la coordenada (990885E, 1731287N) en línea recta con la coordenada (990974E, 1731287N); en línea recta con la coordenada (991065E, 1731408N); en línea recta con la coordenada (991064E, 1731507N); en línea interceptándose con la cota 50 metros en la coordenada (990993E, 1731571N); siguiendo la cota 50 hasta la coordenada (993000E, 1733277N) y en línea recta hasta interceptarse con la Troncal del Caribe, Quebrada Mojada y perímetro urbano en la coordenada (993009E, 1732823N).

**1.3.2.3.1.1 Evaluación del uso actual del suelo en el Parque Natural Distrital Pazverde**

**Tabla 17 Uso actual de suelo en el Parque Natural Distrital Pazverde**

Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en el Plan de Ordenamiento Territorial “JATE MATUNA” Acuerdo 005 del 2000.

**PARQUE NATURAL DISTRITAL PAZVERDE**

**Acuerdo 005 del 2000 “JATE MATUNA”**

**ARTICULO 172º Delimitación de las Áreas Según Usos del Suelo Rural.** De acuerdo a las diferentes tipologías de uso del suelo rural la delimitación de los Suelos rurales es la siguiente:  
**Suelos para Usos de Ecoturismo.** Toda el área de los Parque Naturales Sierra Nevada de Santa Marta y Tayrona, los Parques Distritales “Dumbira”, “Bondigua” “Pazverde” y en general las unidades agroecológicas.

**ARTICULO 172º Delimitación de las Áreas Según Usos del Suelo Rural.** De acuerdo a las diferentes tipologías de uso del suelo rural la delimitación de los Suelos rurales es la siguiente:

**b) Suelos de Protección Ambiental.** De esta clase de suelos hacen parte las áreas del Parque Natural de la Sierra Nevada localizadas en jurisdicción del Distrito, El Parque Natural Tayrona, los Parque Distritales de “Dumbira” , “Bondigua” y “Paz Verde” y los suelos del sector costero que se localiza entre los ríos Buritaca y Palomino por ser un sitio de desove de tortugas marinas, así como los sistemas de manglar, las madrevejas y rondas hidráulicas de los ríos, quebradas y arroyos.

**ARTICULO 192º El Sistema Orográfico.** Constituido por la Sierra Nevada de Santa Marta y sus estribaciones montañosas: Dentro de estos se destacan El Parque Natural Nacional que lleva su mismo nombre y el Parque Nacional Natural Tayrona, los cuales en el marco del Plan de Ordenamiento Territorial conservan sus actuales límites. Igualmente se destacan el Complejo Ambiental SUHAGUA localizado en la región de San Lorenzo, los Parques Naturales Distritales establecidos en este Plan a saber: Pazverde, Dumbira y Bondigua, y los cerros que estructuran el área urbana de la ciudad.



**ARTICULO 197º Parque Natural Distrital Pazverde.** Establézcase como elemento orográfico estructurante de Santa Marta, el cordón montañoso que bordea el oriente de la cabecera Distrital, conformado por la faja de territorio comprendida dentro de los límites definidos en el Artículo 104, literal c, del presente Acuerdo.

**ARTICULO 239º De las Áreas de Conservación y Protección.** Declárense como parte integrante de la oferta ambiental natural los recursos existentes en el Parque Sierra nevada, jurisdicción del Distrito de Santa Marta, Parques Tayrona, Dumbira, Pazverde, Bondigua, los ríos, quebradas y arroyos con sus respectivas Rondas Hídricas, Zona costera, Jurisdicción del Distrito de Santa Marta y los relictos de flora y fauna natural localizados en predios bajo posesión o propiedad privada.

#### TRATAMIENTOS


**ARTICULO 427º Acciones de Tratamiento sobre el Parque Distrital Natural Pazverde.** Para efectos de consolidar el carácter del Parque Distrital Natural Pazverde, como bien de espacio público, desarróllense sobre esta área del territorio rural distrital las siguientes acciones de tratamiento:

- 1) Empezar un estudio de zonificación y la reglamentación ambiental del área con el fin de identificar las áreas con restricciones y/o posibilidades de acceso.
- 2) Adaptar las áreas abiertas al público con senderos peatonales, ciclo rutas, miradores, y demás infraestructuras que garanticen la movilización, accesibilidad, disfrute y aprovechamiento sostenible del entorno.
- 3) Desarrollar un programa de reforestación, rehabilitación y regeneración natural de los sectores ambientalmente afectados.
- 4) Saneamiento las zonas invadidas, dando prioridad a aquellas que se encuentran afectadas y/o amenazadas por procesos agudos de degradación.
- 5) Exigir un plan de manejo a los asentamientos allí radicados, hasta tanto se haga efectiva la adquisición de tierras por parte del Distrito.




#### Uso del suelo del Parque Distrital Natural Pazverde


Ocupación actual del Parque Distrital Natural Pazverde



 Parque Natural Distrital Bondigua  
Uso de Reserva Ecológica



	<p><b>COBERTURA</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Arbustal abierto</li><li>Arbustal denso</li><li>Bosque abierto bajo</li><li>Bosque denso bajo</li><li>Mosaico de cultivos y pastos</li><li>Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales</li><li>Pastos</li><li>Territorio artificializado</li></ul>
<b>Vocación del suelo del Parque Distrital Natural Pazverde</b>	
	<p>Área de conservación y recuperación.</p>
<b>Conflictos del uso del suelo del Parque Distrital Natural Pazverde</b>	
	<p><b>Subutilización</b> por las excesivas exigencias al suelo por el sobre uso (construcciones y actividades agrícolas), generan degradación o degeneración del suelo por empobrecimiento en nutrientes o por pérdida de espesor debida a procesos erosivos superficiales ocasionados por el uso.</p>

	 <b>Sobreutilización</b> el cual viene dado por el hecho tener una vocación forestal (Protección/producción) y donde la cobertura de uso del suelo corresponde a la agricultura heterogénea sin ningún tipo de control.
--	--

#### 1.3.2.4 Complejo Ambiental SUHAGUA

Área de Interés Público por ser fuente de Acueductos. Localizada en la Cuchilla de San Lorenzo y territorios aledaños de influencia, que por constituir el nacimiento de los ríos Guachaca, Mendihuaca, Piedras Manzanares, Gayra, Toribio y Córdoba que son las fuentes hídricas naturales para el abastecimiento de agua de los asentamientos localizados en la franja plana adyacente al macizo, precisa de la puesta en práctica de una política que permita tanto la oferta permanente de ese recurso como la conservación de la biodiversidad y diversidad genética ubicada en ese sector. Por esa razón el Distrito, en el marco de las disposiciones contempladas en la ley 99 de 1993, y en especial las establecidas por el Acuerdo No. 018 del 29 de diciembre de 1999 del Concejo del Distrital, deberá adelantar allí las acciones pertinentes encaminadas a conservar y proteger las áreas de selva primaria; recuperar las que se encuentren en estado de deterioro y desarrollar concertadamente con los productores, planes de manejo sostenible en las que por su carácter económico resulten importantes para la economía de la ciudad.



**Gráfico 13. Complejo Ambiental Suhagua**  
Fuente: Geografía Urbana con base en información suministrada por CORPAMAG.

**Tabla 18 Complejo Ambiental SUHAGUA**  
Fuente: Geografía Urbana con base en información suministrada por CORPAMAG.

ÁREAS PROTEGIDAS - COMPLEJO AMBIENTAL SUHAGUA	
Numero	10B_IE_D_07
Nombre	ESTELLA HIDRICA DE SAN LORENZO "SUHAGUA"
Descripción	<p>Los nacimientos de agua son determinantes ambientales de competencia de la CORPAMAG, sin embargo la Estrella Hídrica de San Lorenzo no ha sido objeto de un Plan de manejo específico, el régimen de usos es concertado entre el Distrito y CORPAMAG.</p> <p>SUHAGUA está ubicado en el cerro de San Lorenzo, una elevación montañosa en donde se forma la Estrella Hídrica, en la cual nacen siete ríos de gran importancia para la región: el Guachaca, Córdoba, Toribio, Gaira, Manzanares, Piedras y Mendihuaca, a 2,240 metros de altura sobre el nivel del mar.</p>

ÁREAS PROTEGIDAS - COMPLEJO AMBIENTAL SUHAGUA	
Numero	10B_IE_D_07
Nombre	ESTELLA HIDRICA DE SAN LORENZO "SUHAGUA"
	<p>En caso de un mal manejo, la provisión de servicios ecosistémicos fundamentales para los asentamientos humanos se dará de manera reducida, y pondrá en peligro el modelo ocupacional de la región. Se recomienda una estricta protección de estas zonas que son las semillas de una buena gestión ambiental y una buena provisión de servicios ecosistémica.</p> <p>El nacimiento tendrá por lo menos un perímetro de 100 metros a la redonda, medidos a partir de su periferia, donde no se podrá plantear otra actividad que la preservación absoluta mediante área forestal protectora.</p>
Normativa	<b>Ley 99 de 1993, Artículo 1, numeral 4.</b>
	Consagra como principios generales ambientales que los nacimientos de agua serán objeto de protección especial.
	<b>Decreto 1449 de 1977, Artículo 3.</b>
	En relación con la protección y conservación de los bosques, los propietarios de predios están obligados a: Mantener en cobertura boscosa dentro del predio las áreas forestales protectoras. Se entiende por áreas forestales protectoras: a) Los nacimientos de fuentes de aguas en una extensión por lo menos de 100 metros a la redonda, medidos a partir de su periferia; b) Una faja no inferior a 30 metros de ancho, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no, y alrededor de los lagos o depósitos de agua; c) Los terrenos con pendientes superiores al 100 % (45)...."
	<b>Acuerdo 005 de 2000</b>
	Se establece el sistema Distrital de Áreas Protegidas SIDAP y ratificado en el Acuerdo 688 de 2001 de Espacio Público. Se establece entonces a DUMBIRA, BONDINGUA y PAZVERDE como Parques Naturales Distritales, el Complejo Ambiental SUHAGUA.
	<b>Decreto 3600 de 2007.</b>
	Suelo de protección en los términos del Artículo 35 de la Ley 388 de 1997 a las áreas de conservación y protección ambiental, las cuales incluyen las áreas de especial importancia ecosistémica, tales como páramos, subpáramos, nacimientos de agua, zonas de recarga de acuíferos, rondas hidráulicas de los cuerpos de agua, humedales, pantanos, lagos, lagunas, ciénagas, manglares y reservas de flora y fauna.
	<b>Decreto 2372 de 2010, Artículo 29.</b>
	Se definen como ecosistemas estratégicos "Las zonas de páramos, subpáramos, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos como áreas de especial importancia ecológica gozan de protección especial, por lo que las autoridades ambientales deberán adelantar las acciones tendientes a su conservación y manejo, las que podrán incluir su designación como áreas protegidas bajo alguna de las categorías de manejo previstas en el presente decreto".
	<b>Decreto 668 del 2001</b>
	Artículo 62. Los sitios de nacimiento de los ríos son espacios de protección y preservación con acceso restringido, permitido únicamente para las actividades científicas. Artículo 63. Acciones de tratamiento sobre el complejo ambiental SUHAGUA. 1. "Realizar zonificación y reglamentación del área con el fin de definir los lugares con restricciones y acceso de visitantes, teniendo en cuenta la capacidad de carga física..." 2. Incorporar los caminos de herradura y ecosenderos peatonales existentes como ejes de movilidad predominantes al interior del área, prohibiendo el desarrollo del otro tipo de proyectos viales al interior del complejo ambiental. 3. Las áreas potenciales para el aprovechamiento productivo, que se encuentran dentro de los límites del Complejo Ambiental, con base en el artículo 307 de la Ley 99 de 1993 y del Acuerdo No 018 de 1999, serán sometidos obligatoriamente a

ÁREAS PROTEGIDAS - COMPLEJO AMBIENTAL SUHAGUA		
Numero	10B_IE_D_07	
Nombre	ESTELLA HIDRICA DE SAN LORENZO "SUHAGUA"	
	actividades de desarrollo sostenible, con base en un plan concertado entre la administración Distrital, CORPAMAG, el sector privado y las comunidades ahí asentadas.	
	DECRETO 1640 DE 2012	
	Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográfico y acuífero, y se dictan otras disposiciones.	
	Área (ha)	18.477,22

#### 1.3.2.4.1.1 Evaluación del uso actual del suelo en el complejo ambiental Suhagua

**Tabla 19** Uso actual de suelo en el Complejo Ambiental Suhagua

Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en el Plan de Ordenamiento Territorial "JATE MATUNA" Acuerdo 005 del 2000.

COMPLEJO ACUATICO SUHAGUA
Acuerdo 005 del 2000 "JATE MATUNA"
<p><b>ARTICULO 192º El Sistema Orográfico.</b> Constituido por la Sierra Nevada de Santa Marta y sus estribaciones montañosas: Dentro de estos se destacan El Parque Natural Nacional que lleva su mismo nombre y el Parque Nacional Natural Tayrona, los cuales en el marco del Plan de Ordenamiento Territorial conservan sus actuales límites. Igualmente se destacan el Complejo Ambiental SUHAGUA localizado en la región de San Lorenzo, los Parques Naturales Distritales establecidos en este Plan a saber: Pazverde, Dumbira y Bondigua, y los cerros que estructuran el área urbana de la ciudad.</p> <p><b>ARTICULO 195º El Complejo Ambiental SUHAGUA.</b> Establézcase como área de interés público, (Art. 111 de la Ley 99 de 1993 y Acuerdo Distrital 018 de 1999), para la conservación y preservación del recurso hídrico, de la flora y la fauna, el Complejo Ambiental SUHAGUA, en armonía con el Artículo 104, literal d, del presente Acuerdo, e incorpórense, en el marco de procesos de ecodesarrollo, algunas de sus áreas a la oferta de espacio público para el ecoturismo, la educación ambiental y la investigación científica, Sujetas todas a estricta reglamentación ambiental que deberán adelantar, la Administración Distrital y CORPAMAG.</p> <p><b>Complejo ambiental SUHAGUA.</b> Área de Interés Público por ser fuente de Acueductos. Localizada en la Cuchilla de San Lorenzo y territorios aledaños de influencia, que por constituir el nacimiento</p>

de los ríos Guachaca, MendiHuaca, Piedras Manzanares, Gayra, Toribio y Córdoba que son la fuente hídrica natural para el abastecimiento de agua de los asentamientos localizados en la franja plana adyacente al macizo, precisa de la puesta en práctica de una política que permita tanto la oferta permanente de ese recurso como la conservación de la biodiversidad y diversidad genética ubicada en ese sector (ver Mapa de Zonificación Ambiental). Por esa razón el Distrito, en el marco de las disposiciones contempladas en la ley 99 de 1993, y en especial las establecidas por el Acuerdo No. 018 del 29 de diciembre de 1999 del Concejo del Distrital, deberá adelantar allí las acciones pertinentes encaminadas a conservar y proteger las áreas de selva primaria; recuperar las que se encuentren en estado de deterioro y desarrollar concertadamente con los productores, planes de manejo sostenible en las que por su carácter económico resulten importantes para la economía de la ciudad.

**ARTICULO 422º Disposiciones Especiales sobre el Complejo Ambiental SUHAGUA.** Como bien de interés público distrital, incorpórese el Complejo Ambiental SUHAGUA al sistema orográfico de espacio público rural, con el fin de promover la conservación y protección del recurso hídrico, la flora y la fauna que forman parte del patrimonio ecológico de la ciudad, en armonía con lo dispuesto en los Artículo 104, y 248 del presente Acuerdo.

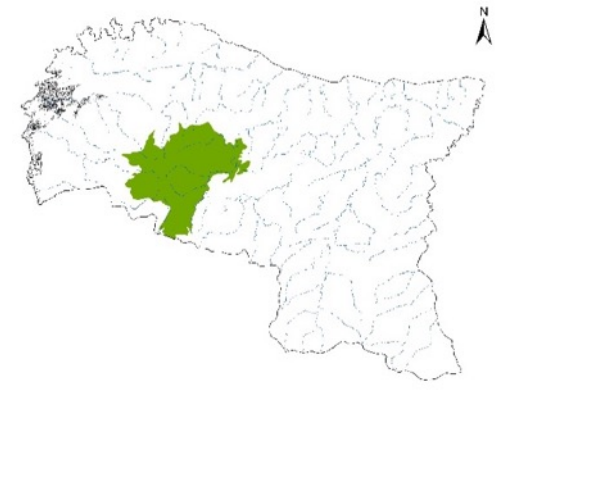

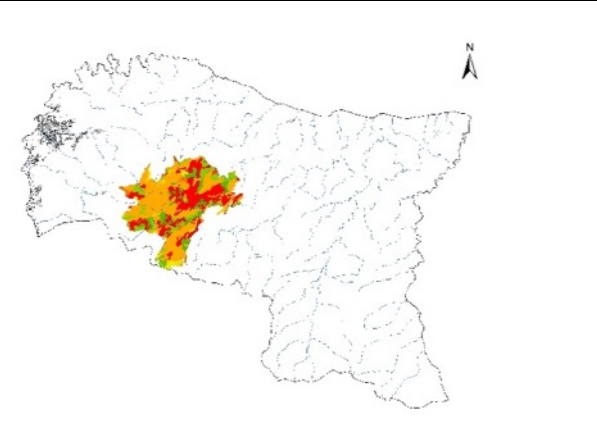










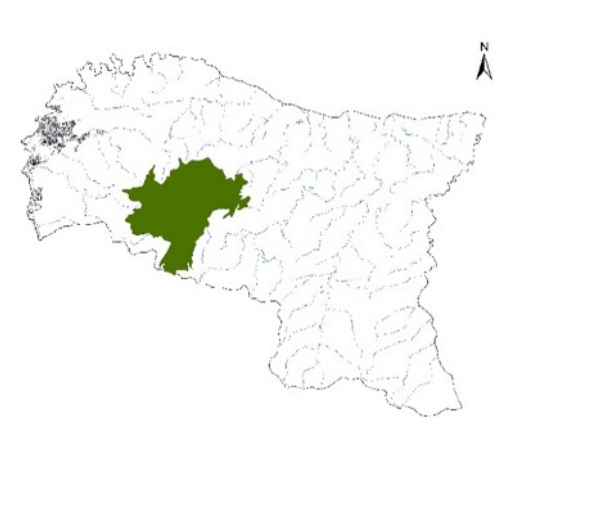

#### TRATAMIENTOS

**ARTICULO 423º Acciones de Tratamientos sobre el Complejo Ambiental SUHAGUA.** Las acciones de tratamientos de las que deberá ser objeto el Complejo Ambiental SUHAGUA en su incorporación al sistema de espacio público orográfico son:

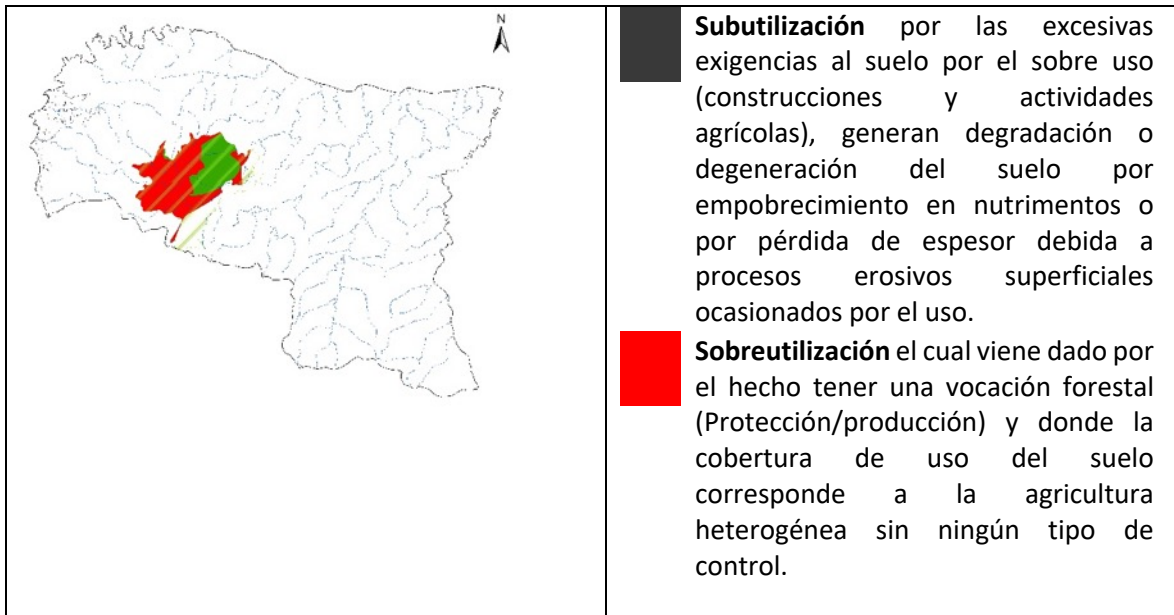
- 1) Realizar la zonificación y reglamentación del área, con el fin de definir los lugares con restricciones y/o acceso de visitantes, teniendo en cuenta la capacidad de carga física. Una vez se efectúe la zonificación ambiental del lugar, deberá iniciarse el saneamiento y desalojo de las áreas que demande la conservación y protección del lugar, mediante la adquisición por expropiación de los predios en los términos que señalan el Artículo 111 de la Ley 99 de 1993, y el mencionado Acuerdo No. 018 de 1999 del Concejo Distrital de Santa Marta.
- 2) Incorporar los caminos de herradura y ecosenderos peatonales existentes como ejes de movilidad predominantes al interior del área, prohibiendo el desarrollo de otro tipo de proyectos viales al interior del Complejo Ambiental
- 3) La incorporación de las áreas para disfrute de ciudadanos samarios y visitantes, según resultados de la zonificación ambiental, se hará en el marco de procesos de codesarrollo orientados hacia el turismo contemplativo, la educación ambiental y la investigación científica estrictamente.
- 4) Las áreas potenciales para el aprovechamiento productivo, que se encuentran dentro de los límites del Complejo Ambiental, con base en la artículo 307 de la Ley 99 de 1993, y del Acuerdo No 018 del 1999, serán sometidas obligatoriamente a actividades de desarrollo sostenible, con base en un plan de manejo concertado entre la Administración Distrital, CORPAMAG, el sector privado y las comunidades allí asentadas.

**Uso del suelo del complejo Ambiental “SUHAGUA”, Acuerdo 005 del 2000.**



	 Complejo acuático SUHAGUA Área de protección y conservación
Ocupación actual del complejo Ambiental “SUHAGUA”,	
	<b>COBERTURA</b>  Arbustal abierto  Bosque denso alto  Bosque fragmentado con pastos y cultivos  Bosque fragmentado con vegetacion secundaria  Cafe  Mosaico de cultivos y espacios naturales  Mosaico de cultivos y pastos  Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales  Pastos  Vegetacion secundaria
Vocación del suelo del complejo Ambiental “SUHAGUA”,	
	 Forestal de protección
Conflictos del uso del suelo del complejo Ambiental “SUHAGUA”,	





### 1.3.2.5 Análisis actual de coberturas de los parques Dumbira, Bondigua y Paz Verde

#### Construcciones

En la actualidad hay 2.798 construcciones (Paz verde 838, Bondigua 323 y Dumbira 1637) dentro de los parques Paz verde, Dumbira y Bondigua, este proceso de urbanización indica que el sistema de parques es vulnerable al crecimiento de la ciudad, la urbanización de origen informal está presente en el 95% de esta cifra.

Si bien todo el parque es considerado como suelo de protección por el acuerdo 005 de 2000 a continuación se puede ver el estado actual de las coberturas de los parques:

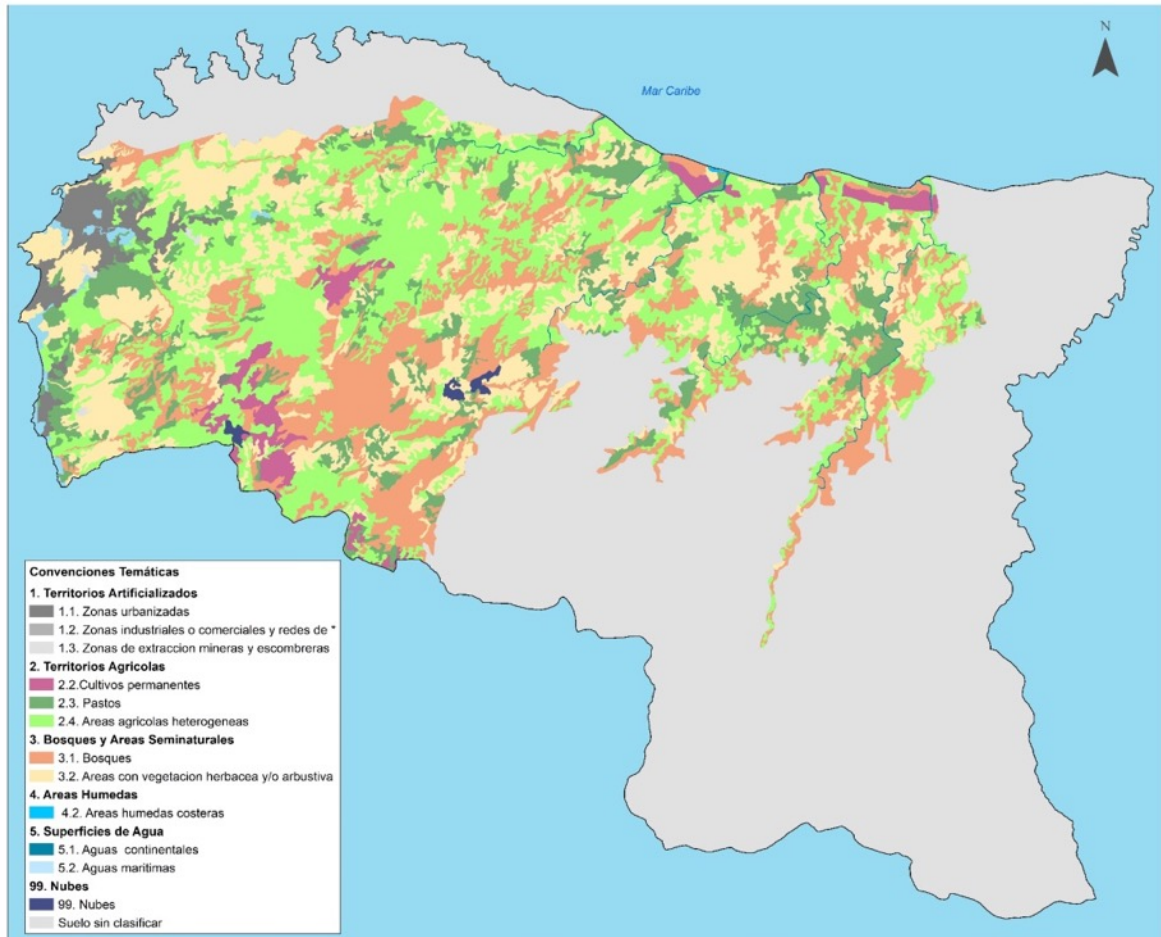
**Tabla 20 Uso actual de suelo en el Complejo Ambiental Suhagua**

Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en el Plan de Ordenamiento Territorial “JATE MATUNA” Acuerdo 005 del 2000.

Acuerdo 005 del 2000				
		Tratamientos	Área (ha)	. %
PND Dumbira	Área (ha)	Conservación	63,13	6%
	1.134,27	Restauración	60,01	5%
		Protección	1.008,59	89%
		Uso Sostenible	2,53	0%
		Suburbano	-	0%
			1.134,27	100%
		Tratamientos	Área (ha)	%
PND Bondigua	Área (ha)	Conservación	-	0%
	1.315,73	Restauración	196,74	15%
		Protección	974,75	74%
		Uso Sostenible	3,13	0%
		Suburbano	141,10	11%
			1.315,73	100%
		Tratamientos	Área (ha)	%
PND Paz verde	Área (ha)	Conservación	236,93	7%
	3.183,05	Restauración	1.173,68	37%
		Protección	1.697,40	53%
		Uso Sostenible	75,04	2%
		Suburbano	-	0%
			3.183,05	100%

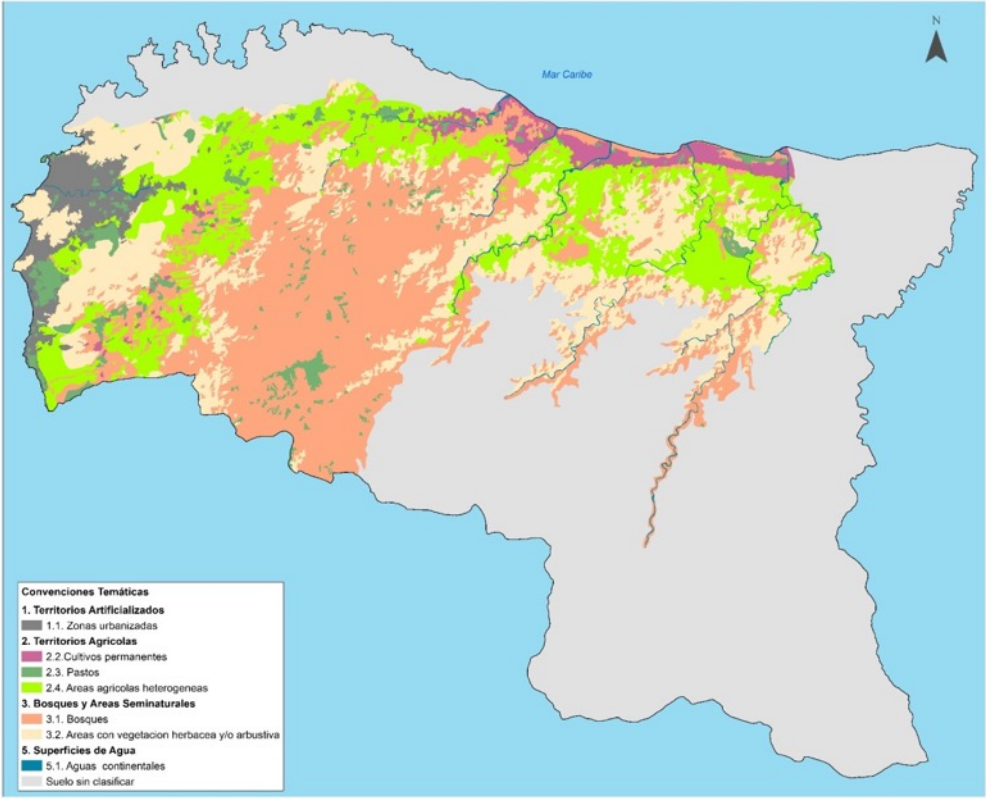
El 65% del parque esta conservado, existe una cobertura en buen estado, sin embargo la presión en el borde urbano rural es alta, sumado a los procesos de suburbanización en el entorno de Bonda y la troncal del caribe.

El análisis de coberturas hecho con la metodología Corine Land Cover arrojo los siguientes datos:



**Gráfico 14. Levantamiento coberturas vegetales 2005-2009**

Fuente: Geografía Urbana con base en información suministrada por



**Gráfico 15. Levantamiento coberturas vegetales 2018**  
Fuente: Geografía Urbana con base en información suministrada por

**Tabla 21 Coberturas vegetales comparación 2005-2009 y 2018**  
Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en el Plan de Ordenamiento Territorial “JATE MATUNA” Acuerdo 005 del 2000.

Nivel 1		Nivel 2		2005 - 2009		2018	
				Área (Ha)	%	Área (Ha)	%
1	Territorios Artificializados	11	Zonas urbanizadas	3.250,2	3,6%	4.712,2	4,1%
		12	Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	283,4		-	
		13	Zonas de extracción mineras y escombreras	128,0		-	
		14	Zonas verdes artificializadas, no agrícolas	418,5		-	
2	Territorios Agrícolas	22	Cultivos permanentes	3.325,9	47,4%	3.377,0	29,7%
		23	Pastos	12.989,5		5.057,9	

		24	Áreas agrícolas heterogéneas	37.745,7		25.505,8	
3	Bosques y Áreas Seminaturales	31	Bosques	27.324,9	48,1%	44.383,5	65,0%
		32	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	27.555,0		29.792,7	
		33	Áreas abiertas, sin o con poca vegetación	6,3		-	
4	Áreas Húmedas	42	Áreas húmedas costeras	19,3	0,0%	-	-
5	Superficies de Agua	51	Aguas continentales	659,3	0,6%	1.275,6	1,1%
		52	Aguas marítimas	1,4		-	
99	Nubes	99	Nubes	396,9	0,3%	-	-
<b>Total general</b>				<b>114.104,9</b>	<b>100%</b>	<b>114.104,9</b>	<b>100%</b>

El resultado de la política de protección sumado a las los títulos mineros en áreas de preservación hacen pensar en:

- Realinderamiento de parques distritales, incorporando al área urbana las zonas que han crecido en estos bordes, lo que permite iniciar procesos de regularización
- Creación de áreas de expansión que permita la configuración de un borde urbano rural sobre el sector de Timayui y Garagoa y sobre la presión del borde oriental dela vía alterna, generando un área de expansión en el borde sur del Distrito, con el fin d generar suelo para actividades logísticas, portuarias e industriales asociado con el tren de carga, lo que disminuye la presión por actividades complementarias a la logística sobre esas áreas.
- Ampliación del parque Paz verde entorno al centro poblado de Bonda, para crear una franja de conservación que contribuya a contener el crecimiento urbano
- Es válido pensar que un cambio en la estrategia de protección por una de conservación sería ideal para poder hacer regularizaciones en áreas de parque construidas como: Taganga, La Victoria y los Lirios parte alta. Adicionalmente se podrían pensar en estrategias de aprovechamiento económico para financiar la restauración y conservación del ecosistema de bosque seco.

Las siguientes tablas indican la realinderación y modificaciones de los parques:

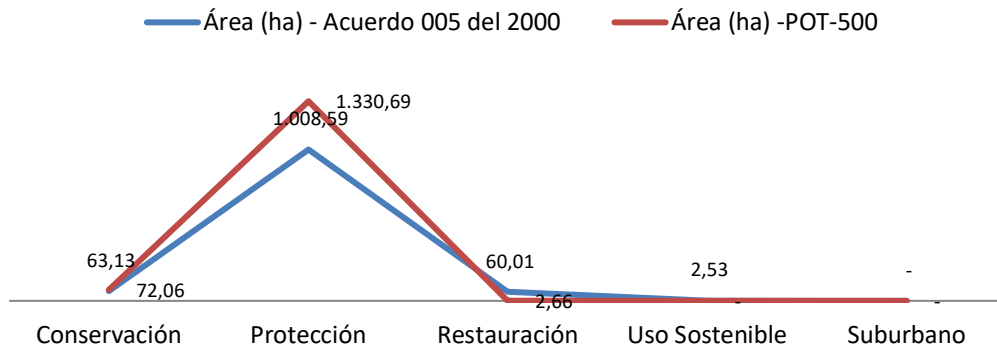
**Tabla 22 Áreas de parques realinderados**  
Fuente: Elaboración Geografía Urbana

POT 500				
		Tratamientos	Área (ha)	Porc. %
PED Dumbira	Área (ha)	Conservación	72,06	5%
	1.405,40	Restauración	2,66	0%
		Protección	1.330,69	95%
		Uso Sostenible	-	0%
		Suburbano	-	0%
			1.405,40	100%
		Tratamientos	Área (ha)	Porc. %
PED Bondigua	Área (ha)	Conservación	12,89	1%
	1.559,72	Restauración	151,90	10%
		Protección	1.232,09	79%
		Uso Sostenible	-	0%
		Suburbano	162,84	10%
			1.559,72	100%
		Tratamientos	Área (ha)	Porc. %
PED Paz verde	Área (ha)	Conservación	280,42	7%
	4.250,07	Restauración	1.024,79	24%
		Protección	2.577,13	61%
		Uso Sostenible	230,83	5%
		Suburbano	136,89	3%
			4.250,07	100%

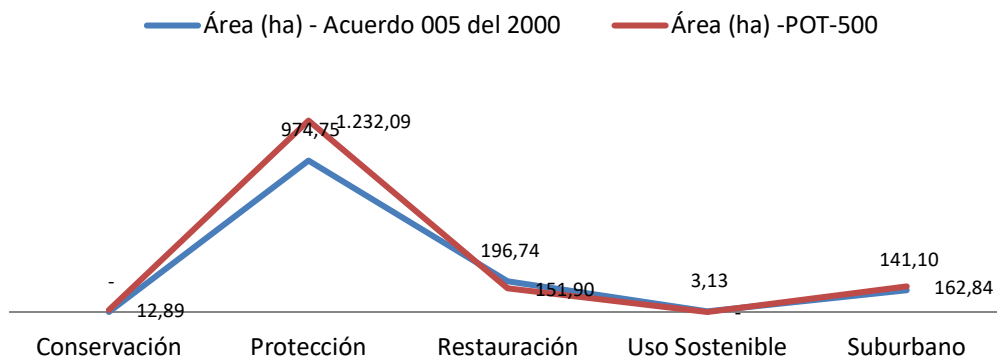
La comparación entre el inicial y el propuesto es la siguiente:

**Tabla 23 Comparación clasificación de suelo de parques distritales Acuerdo 0005 y realinderamiento revisión**  
Fuente: Elaboración Geografía Urbana

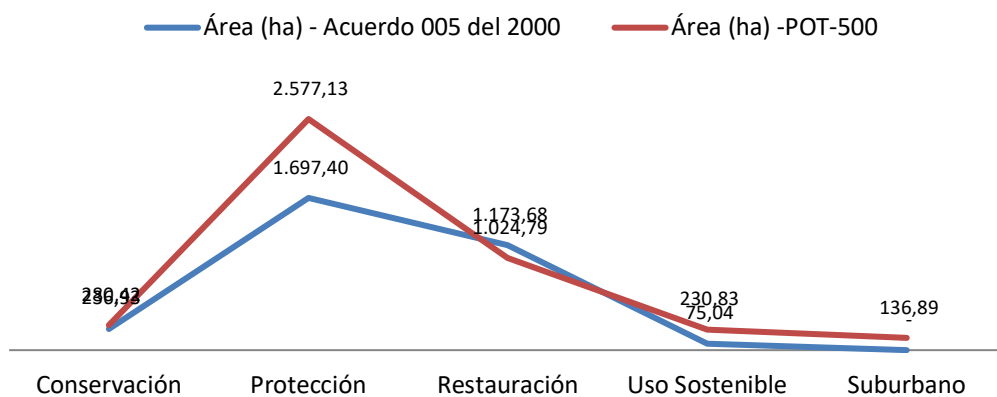
### Parque ecológico distrtial Dumbira



### Parque ecológico distrtial Bondigua



### Parque Ecológico Distrtial Pazverde





Las condiciones actuales de los parques no corresponden a un área de protección, la estrategia de conservación no está siendo consecuente con el tipo de suelo, allí hay barrios en condiciones de pobreza, procesos de suburbanización de estratos medios y desarrollos turísticos, hay cultivos de Mango y procesos de deforestación y crecimiento invasivos como el de Taganga sobre el parque Dumbira.

El Distrito propone reconocer esta diversidad de condiciones en el territorio y basar la conservación en una gestión con las comunidades, en donde se permitan los aprovechamientos con fines turísticos y vivienda rural y a la vez estos contribuyan con la preservación del bosque seco.

Los parques ecológicos dentro de su ámbito pueden regularizar los barrios en condiciones de pobreza, podrán proponer aprovechamientos económicos para financiar la conservación, podrán proponer el uso de granjas de energía eólica o solar.

El suelo de protección serán las coberturas de bosque seco conservado que como se ve en la gráfica en ningún caso con menores a las condiciones actuales. Adicionalmente sobre el borde urbano se configura una franja de 300 metros lineales que se clasifica dentro del suelo de protección y que en los límites con el suelo urbano es urbano y en el de expansión es de expansión para ser incorporado con la adopción de los planes parciales.

## 1.4 Áreas de interés estratégico

### 1.4.1 Sistema Hidrográfico

Corresponde al conjunto de componentes y elementos que contribuyen a mantener el servicio ecosistémico de aprovisionamiento y regulación hídrica, a través de la conservación de depósitos y flujos naturales de agua superficial y subterránea. Este sistema está compuesto por humedales, ríos y quebradas con sus retiros, cuencas y microcuencas abastecedoras, cuencas de orden cero y zonas de recarga de acuíferos.

**Tabla 24 Sistema hidrográfico**

Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en el Plan de Ordenamiento Territorial “JATE MATUNA” Acuerdo 005 del 2000.

Unidades hidrográficas de I nivel	Unidades hidrográficas de II nivel
Rio Gaira	Directo Rio Gaira entre Minca y el Mar Caribe
	Rio Gaira entre la cuchilla de San Lorenzo y Minca
	Directo Rio Minca y el Mar Caribe
Rio Manzanares	Rio Manzanares en Santa Marta
	Quebrada Tamacá
	Rio Manzanares entre la cuchilla de San Lorenzo y Santa Marta
	Quebrada Matogiro

Unidades hidrográficas de I nivel	Unidades hidrográficas de II nivel
Rio Piedras	Rio Piedras entre San Isidro y el Mar Caribe
	Quebrada Jordán
	Rio Piedras entre la cuchilla de San Lorenzo y San isidro
	Quebrada La Lisa
Rio Guachaca	Quebra el encanto
	Quebrada la Cascada
	Quebrada Las Animas
Rio MendiHuaca	Quebrada Domingo
	Quebrada Rumbon
Rio Buritaca	Quebrada Unión
	Quebrada Niña
	Quebrada el mamey
	Quebrada Dosangue
	Quebrada Corea
	Quebrada Julepia
Rio Don Diego	Rio Don Dieguito
	Quebrada Ciegatocue
	Quebrada del Mono
	Quebrada Paramo
	Quebrada Hiyula
Rio Palomino	Quebrada Dungui
	Quebrada Manitza
	Quebrada Nuaca
Quebrada Don Jaca	Quebrada El Doctor
	Quebrada Don Jaca
	Quebrada El Ebano
	Quebrada Concha
Rio Córdoba	Rio Córdoba - sector Córdoba
	Quebrada Lourdes y otros directo al rio Córdoba
	Quebrada la Sierrita

### 1.1.1 Unidades hidrográficas de I nivel

#### 1.4.1.1 Río Gaira

Con 113,8 km<sup>2</sup> la unidad hidrográfica de primer Nivel Río Gaira, se ubica como una de las más alargadas y presenta una dirección de flujo predominante de Sureste a Noroeste. El cauce principal -Río Gaira- nace en la Cuchilla de San Lorenzo a una altitud de 2301 msnm y desemboca en el Mar Caribe en Bahía de Gaira en la ciudad de Santa Marta, después de 34 km de recorrido. El cauce del Río Gaira inicia en el extremo oriental del área rural del corregimiento de Minca, se nutre a partir de una intrincada red de drenaje dendrítica y comienza a serpentear con un alineamiento meándrico irregular, mientras suma las aguas de la quebrada El Jabalí, La Macanilla, Animaca y Las Mercedes.

#### 1.4.1.2 Río Manzanares

Ocupa 202,2 km<sup>2</sup> y es la unidad hidrográfica de primer nivel de mayor extensión. Se ubica entre el Corregimiento de Minca -costado Sureste-, el Corregimiento de Bonda -costado Noreste-, Corregimiento de Taganga -al Noroeste- y la ciudad de Santa Marta al Suroeste. Es una unidad hidrográfica de orden 7 que descarga sus aguas al Mar Caribe y su dinámica hidrológica se da por conexiones de una red dendrítica de “Muy alta” densidad en su mayoría.

Al interior de la unidad hidrográfico se presentan dos grandes cuerpos de agua: Quebrada Tamacá al costado Suroeste y el Río Manzanares -cauce principal-, nutrido por una red en dirección Sureste Noroeste. Ahora bien, el Río Manzanares comienza su recorrido en los 1944 msnm, recoge inicialmente las aguas de la Quebrada Las Nubes, El Cacao y La Cascada, con un patrón de alineamiento meándrico irregular a lo largo de todo su recorrido.

#### 1.4.1.3 Río Don Diego

En ambos costados del río Don Diego, cerca de su desembocadura se evidencian formaciones de manglar, constituidas casi en su totalidad por bosques dominados por *Laguncularia racemosa* y en menor proporción *Rhizophora mangle*, y cerca de la playa por *Conocarpus erectus*. Los bosques de mangle del costado oriental del río hacen parte del Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta, ubicados específicamente en el sector conocido como la lengüeta, por su parte, los manglares del costado occidental comprenden una cobertura estimada de 11,82 ha y se ubican en área de jurisdicción de CORPAMAG en las coordenadas geográficas 11° 15'37" N y 73° 42'32" W.

#### 1.4.1.4 Río Piedras

Se extiende 160,9 km<sup>2</sup> al extremo Noreste de la cuenca “Río Piedras, Río Manzanares y Otros directos al Caribe 15012”, atraviesa el Corregimiento de Bonda -al Suroeste- y el Corregimiento de Guachaca -al costado Noreste-. Su cauce principal es el Río Piedras, con una longitud de 38,4 km es el segundo más largo, después del Río Córdoba con 47,4 km. El Río Piedras nace a los 2305 msnm e inicia encauzando las aguas de la Quebrada Sirena, Alicia, Villanueva, Loma fresca y Palacios, en este

punto pasa de orden 5 a 6, después de un recorrido estimado de 14 km al conectar con la Quebrada La Lisa.

#### **1.4.1.5 Río Palomino**

A pesar que existen reportes de la existencia de bosques de mangle en el margen que corresponde al departamento de Magdalena, no se hallaron indicios de este tipo de formaciones después de la visita de campo realizada en el segundo semestre de 2014.

#### **1.4.1.6 Río Mendihiaca**

En esta zona se encuentra un pequeño parche localizado a 300 m aproximadamente de la desembocadura del río Mendihiaca limitando con la playa en las coordenadas geoGráficos N11°16'24.84" W73°51'23.38".

Por medio de observación directa se identificó un parche denso constituido por unos pocos individuos de R. mangle de frondoso follaje, en buen estado con alturas de 4 a 6 m, con baja regeneración natural. Dicho rodal fue sembrado manualmente por pobladores locales y actualmente cubre un área de 9 m<sup>2</sup>. Esta zona presenta buena oferta ambiental para desarrollar acciones de siembra de mangle.

Este parche cuenta con la presencia de ranconcha (*Acrostichum aureum*), palma de coco (*Cocos nucifera*), ambas asociadas a la vegetación de borde".

#### **1.4.1.7 Río Guachaca**

En el margen oriental del río Guachaca, aproximadamente a 300 m de la desembocadura, en las coordenadas geográficos 11°15'47,7" N y 73° 49'4,09" W, se desarrolla un bosque de manglar en buen estado de conservación, dominado por *L. racemosa* en una densidad de 2670 ind ha<sup>-1</sup>, donde predominan árboles con DAP promedio de 14,4 cm, aunque se presentan individuos con DAP de hasta 22,1 cm y altura total hasta de 10 m.

La vegetación asociada a este bosque de manglar se caracteriza por la presencia ocasional de ranconcha (*Acrostichum aureum*) y bejucos. En los límites entre el manglar y la playa se encuentran las especies como Icaco (*Chrysobalanus icaco*) y Uvita playera (*Coccoloba uvifera*).

La medición de las diferentes variables físico-químicas se realizó en el canal natural que se encuentra atravesando la estación y que tiene comunicación con la madre vieja. Se registraron valores de temperatura de 31,1 °C, pH de 7,59, salinidad de 7,8, y conductividad de 13440 µS.cm<sup>-1</sup>. Los valores medidos se encuentra entre el rango óptimo para el desarrollo de bosques de mangle (Cintrón-Molero y Schaeffer-Novelli, 1983).

Por otro lado, al interior del predio denominado Country Club Tayrona, cerca de la desembocadura del río Guachaca, se localiza un bosque de mangle en las coordenadas geográficos 11°15'56.79" N y 73°49'39.73"W. Este, es un bosque monoespecífico de *L. racemosa*, que alcanza una densidad de 3.400 ind.ha<sup>-1</sup>, con árboles que promedian altura total de 10,9 m y DAP de 11,6 cm, y con valores

máximos de 23,2 cm de DAP y 25 m de altura. Las mayores abundancias corresponden a individuos entre 5 y 15 cm e DAP (65%) y mayores a 15 cm e DAP (26%).

Asociadas a este bosque de mangle se desarrollan especies de Uvita playera (*Coccoloba uvifera*) Icaco (*Chrysobalanus icaco*) y *macrófitas* acuáticas como enea (*Typha dominguesis*), buchón de agua, lenteja de agua (*Lemna minor*) y pastos.

Las variables físico-químicas medidas en el agua superficial indican condiciones óptimas para el desarrollo de boques de manglar (Cintrón-Molero y Schaeffer-Novelli, 1983), registrándose valores de temperatura de 29,6 °C, pH 7,32, salinidad 12,5, y conductividad 20480 de  $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ .

Según Posada y Henao (2008), todo el sector de Guachaca presenta un estado crítico de erosión costera, lo que constituye la mayor causa de degradación del ecosistema de manglar.

### 1.4.2 Ronda Hídrica; Unidades hidrográficas de I y II nivel.

**Tabla 25 Ronda hídrica; Unidades hidrográficas de I y II nivel**

Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en el Plan de Ordenamiento Territorial “JATE MATUNA” Acuerdo 005 del 2000.

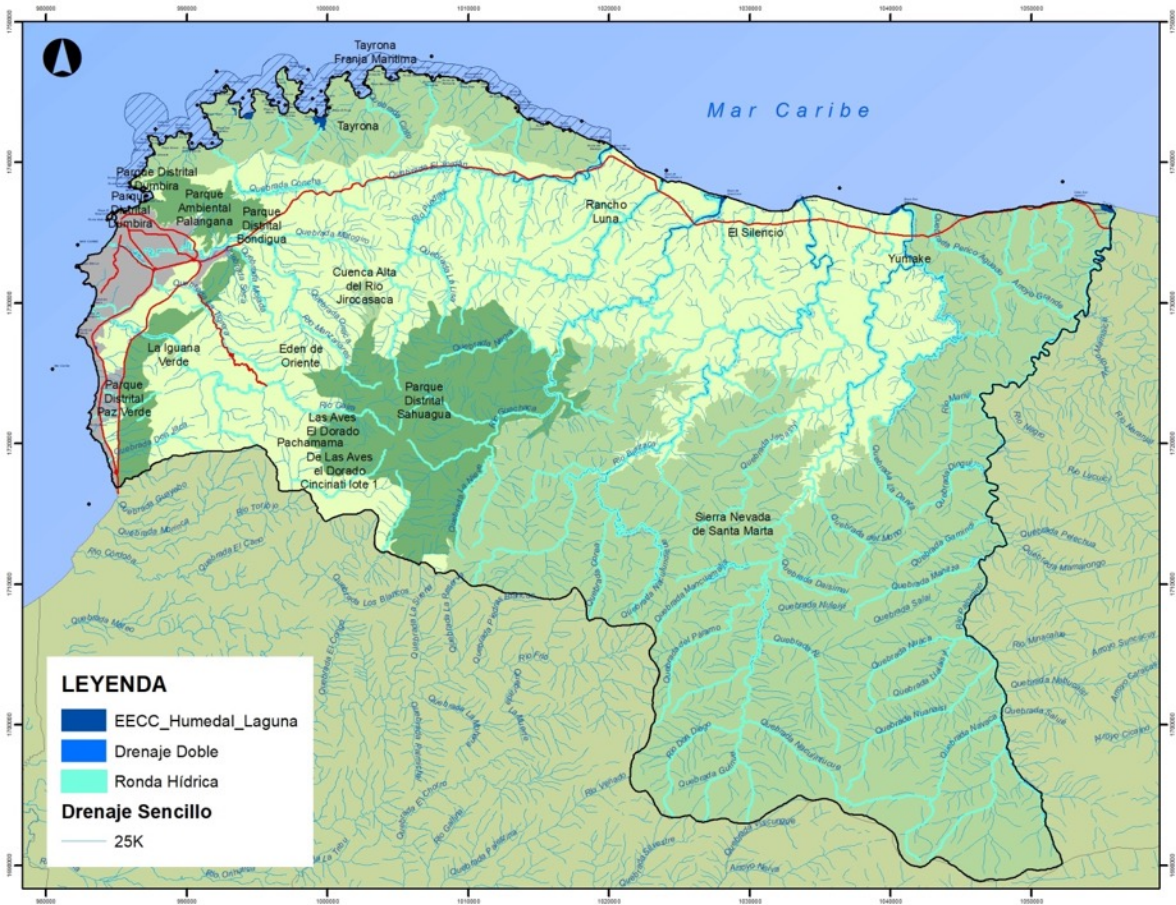
RONDAS HIDRICAS	
Numero	10B_IE_D_09
Nombre	RONDAS HIDRICAS
Descripción	La ronda de protección hace referencia al área de terreno contigua a la zona del cauce que provee de amortiguación, protección y equilibrio ecológico. Esta ronda tiene 35 metros de ancho paralelos y a lo largo del límite del cauce. Los subsistemas de cauces y rondas de protección son zonas de recuperación ambiental y las acciones y usos a desarrollar son de restauración. Se podrán hacer captación de aguas o incorporación de vertimientos, siempre y cuando no afecten negativamente el cuerpo de agua.
	Son zonas donde no se plantea ninguna acción humana, salvo en caso de degradación pasada y para la recuperación de su función de ronda.
	Las rondas hídricas, bien delimitadas y manejadas, con la ayuda de una ZMPA en buen estado, permitirán una dinámica de provisión de servicios eco sistémico de alta calidad, sin poner en peligro la ocupación de zonas aledañas.
	Garantiza también una reducción de la contaminación por escorrentía de los predios aledaños, manteniendo una buena calidad de agua, lo que permite un esfuerzo mínimo de potabilización del recurso aguas abajo.
Normativa	<b>Decreto 1449 de 1977 Artículo 3 numeral 1 literal b).</b>
	Establece que se entiende por área foresta protectora: Una faja no inferior a 30 metros de ancho, paralela a las líneas de mareas máximas, a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no, y alrededor de los lagos o depósitos de agua
	<b>Decreto 1541 de 1978.</b>

RONDAS HIDRICAS	
Numero	10B_IE_D_09
Nombre	RONDAS HIDRICAS
	<p><b>Artículo 11.</b> Se entiende por cauce natural la faja de terreno que ocupan las aguas de una corriente al alcanzar sus niveles máximos por efecto de las crecientes ordinarias; y por lecho de los depósitos naturales de aguas, el suelo que ocupan hasta donde llegan los niveles ordinarios por efectos de lluvias o deshielo.</p> <p><b>Artículo 13.</b> Para los efectos de la aplicación del artículo anterior, se entiende por líneas o niveles ordinarios las cotas promedio naturales de los últimos quince (15) años, tanto para las más altas como para las más bajas. Para determinar estos promedios se tendrán en cuenta los datos que suministren las entidades que dispongan de ellos, y en los casos en que esta información sea mínima o inexistente, se acudirá a las que puedan dar los particulares.</p> <p><b>Artículo 14.</b> Para efectos de aplicación del Artículo 83, letra d) del Decreto Ley 2811 de 1974, cuando el Instituto Colombiano de Reforma Agraria, Incora, pretenda titular tierras aledañas a ríos y lagos, procederá conjuntamente con el Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables y del Ambiente, Inderena, a delimitar la franja o zona a que se refiere éste artículo, para excluirla de la titulación. Tratándose de terrenos de propiedad privada situados en las riberas de ríos, arroyos o lagos, en los cuales no se ha delimitado la zona a que se refiere el artículo anterior, cuando por mermas, desviación o desecamiento de las aguas, ocurridos por causas naturales, quedan permanentemente al descubierto todo o parte de sus cauces o lechos, los suelos que se tendrán como parte de la zona o franja que alude el Artículo 83, letra d) del Decreto Ley 2811 de 1974, podrán tener hasta treinta (30) metros de ancho.</p>
	<p><b>Acuerdo 005 del 2000</b></p> <p>ARTICULO 240º Rondas Hidrográficas. Establézcase como ancho de las rondas hidrográficas para protección y conservación de la flora y la fauna localizadas en el sector rural, las siguientes distancias:</p> <p>a) En la desembocadura de los ríos y madrevejas ciento cincuenta (150) metros a cada lado, contados a partir del eje central del río. b) En la desembocadura de las quebradas con corrientes de aguas permanentes y madrevejas setentaicinco (75) metros a cada lado, contados a partir del eje central de la quebrada.</p> <p>c) En los ríos principales del área rural del Distrito (Gayra, Manzanares, Piedras, Mendihuaca, Guachaca, Buritaca, Don Diego y Palomino) la ronda hidrográficas se extenderá en un segmento de cien (100) metros hacia el exterior a partir del borde máximo de la creciente en cada orilla, y en los ríos de rango inferior, la ronda hídrica se establece en cincuenta (50) metros hacia el exterior a partir del borde máximo de la creciente en cada orilla. d) En la ronda de los ríos que tienen tramos de su recorrido dentro de núcleos urbanos o caseríos en proceso de consolidación, comprenderá el espacio de 30 metros hacia el exterior a partir de cada uno de sus borde; el Distrito debe congelar una faja similar aledaña para cualquier proyecto de construcción.</p> <p>e) Para las quebradas, las rondas se establecen de la siguiente manera: Aquellas en donde la corriente de agua es permanente, la ronda se extenderá en 50 metros hacia el exterior a partir del borde máximo de la creciente en cada orilla, en tanto que en donde fluye el agua solamente en los periodos lluviosos, la ronda será de 15 metros hacia el exterior a partir del borde máximo de la creciente en cada orilla.</p>



RONDAS HIDRICAS	
Numero	10B_IE_D_09
Nombre	RONDAS HIDRICAS
	<p><b>Decreto 3600 de 2007.</b></p> <p>Define como suelo de protección en los términos del Artículo 35 de la Ley 388 de 1997 a las áreas de conservación y protección ambiental, las cuales incluyen las áreas de especial importancia ecosistémica, tales como páramos, subpáramos, nacimientos de agua, zonas de recarga de acuíferos, rondas hidráulicas de los cuerpos de agua, humedales, pantanos, lagos, lagunas, ciénagas, manglares y reservas de flora y fauna.</p> <p><b>Decreto 2245 de 2017</b></p> <p>Ronda Hídrica: Comprende la faja paralela a la línea de mareas máximas o a la del cauce permanente de ríos y lagos, <b>hasta de treinta metros de ancho</b>. Así mismo hará parte de la ronda hídrica el área de protección o conservación aferente. Tanto para la faja paralela como para el área de protección o conservación aferente se establecerán directrices de manejo ambiental, conforme a lo dispuesto en la "Guía Técnica de Criterios para el Acotamiento de las Rondas Hídricas en Colombia".</p>

1.4.3 Humedales



**Gráfico 16 Humedales**  
Fuente: Geografía Urbana con base en información suministrada por CORPAMAG.

**Tabla 26 Humedales**  
Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en el Plan de Ordenamiento Territorial “JATE MATUNA”  
Acuerdo 005 del 2000.

HUMEDALES	
Numero	10B IE D 03
Nombre	Humedales
Descripción	Según la Política Nacional de humedales "son humedales aquellas extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.

HUMEDALES	
Numero	10B_IE_D_03
Nombre	Humedales
Normativa	Los humedales interiores del país son de gran importancia no sólo desde el punto de vista ecológico sino también socioeconómico, por sus múltiples funciones, valores y atributos, los cuales son esenciales para la sociedad en su conjunto. Sin embargo, la alteración de su equilibrio natural por actividades antrópicas tiene un costo económico, social y ecológico.
	En la Política Nacional de Humedales Interiores de Colombia, elaborada por el Ministerio de Medio Ambiente en 2002, se establece la estrategia de conservación y uso sostenible; conservación y recuperación, concienciación y sensibilización.
	<b>Resolución MADS 157 DE 2004</b>
	"Ley por la cual se reglamentan el uso sostenible, conservación y manejo de los humedales, y se desarrollan aspectos referidos a los mismos en aplicación de la Convención Ramsar". En el artículo 4 establece que los usos principales de los humedales son "las actividades que promuevan sus uso sostenible, conservación, rehabilitación o restauración. Sin embargo a partir de la zonificación y caracterización se establecerán en el plan de manejo respectivo, los usos compatibles y prohibidos para su conservación y uso sostenible.
	<b>Decreto 1449 de 1977</b>
	Para el caso de los humedales es importante señalar que como cuerpo de agua debe tener un área forestal protectora de mínimo 30 metros de ancho.
	<b>Resolución MADS 196 DE 2006</b>
	Por la cual se adopta la guía técnica para la formulación de planes de manejo para humedales en Colombia". En este se establece que para determinar el límite del humedal se debe partir de la información referente a periodos de máxima y mínima inundación con recurrencia mínima de 10 años.
	<b>Decreto 3600 de 2007</b>
	En el Artículo 4 incluye dentro de las áreas de conservación y protección ambiental. "Las áreas de especial importancia ecosistémica, tales como páramos y subpáramos, nacimientos de agua, zonas de recarga de acuíferos, rondas hidráulicas de los cuerpos de agua, humedales, pantanos, lagos, lagunas, ciénagas, manglares y reservas de flora y fauna".
	<b>Ley 1450 de 2011</b>
	<b>Artículo 202. Delimitación de Ecosistemas de Páramos y Humedales.</b> Los ecosistemas de páramos y humedales deberán ser delimitados a escala 1:25.000 con base en estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales adoptados por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial o quien haga sus veces. La delimitación será adoptada por dicha entidad mediante acto administrativo.
	<b>Decreto 1640 de 2012</b>

HUMEDALES	
<b>Numero</b>	10B_IE_D_03
<b>Nombre</b>	Humedales
	<p>Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones". Artículo 19. Los ecosistemas y zonas que la legislación Ambiental ha priorizado en su protección, tales como: páramos, subpáramos, nacimientos de aguas, humedales, rondas hídricas, zonas de recarga de acuíferos, zonas costeras, manglares, estuarios, meandros, ciénagas u otros hábitats similares de recursos hidrobiológicos, los criaderos y hábitats de peces, crustáceos u otros hábitats similares de recursos hidrobiológicos. .</p>
	<b>Resolución 869 de 2013</b>
	"Por medio del cual se identifican, reservan y declaran como de interés ambiental los humedales existentes y dentro del perímetro urbano del Distrito de Santa Marta y se adoptan otras determinaciones".
	<b>Resolución No 0659 de 2018</b>
	"Por medio de la cual se delimita y evalúa la importancia ecológica del humedal costero natural de lagos del dulce compuesto por dos (2) espejos de agua".
<b>Efecto de la determinante</b>	De acuerdo con la Ley 1450 de 2011, el Artículo 202 parágrafo 2º. En los ecosistemas de humedales se podrán restringir parcial o totalmente las actividades agropecuarias, de exploración de alto impacto y explotación de hidrocarburos y minerales con base en estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales adoptados por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial o quien haga sus veces.

**Tabla 27 Humedales Acuerdo 005 del 2000**

Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en el Plan de Ordenamiento Territorial "JATE MATUNA" Acuerdo 005 del 2000.

Humedales Acuerdo 005 del 2000 JATE MATUNA
<p>ARTICULO 375º Descripción de los Elementos que Conforman el Espacio Público Distrital. Los elementos constitutivos del espacio Público son los contemplados en el Decreto 1504/1998 Art 5º, así:</p> <p>Elementos constitutivos naturales: Áreas para la conservación y preservación del sistema orográfico o de montañas, tales como: cerros, lomas, colinas, volcanes y nevados. Áreas para la conservación y preservación del sistema hídrico: conformado por: i) Elementos naturales, relacionados con corrientes de agua, tales como: cuencas y microcuencas, manantiales, ríos, quebradas, arroyos, playas fluviales, rondas hídricas, zonas de manejo, zonas de bajamar y protección ambiental, y relacionados con cuerpos de agua, tales como mares, playas marinas, arenas y corales, ciénagas, lagos, lagunas, pantanos, humedales, rondas hídricas, zonas de manejo y protección ambiental. I) Elementos artificiales o construidos, relacionados con corrientes de agua, tales como: canales de desagüe, alcantarillas, aliviaderos, diques, presas, represas, rondas hídricas, zonas de manejo y protección ambiental, y relacionados con cuerpos</p>

de agua tales como: embalses, lagos, muelles, puertos, tajamares, rompeolas, escolleras, rondas hídricas, zonas de manejo y protección ambiental.

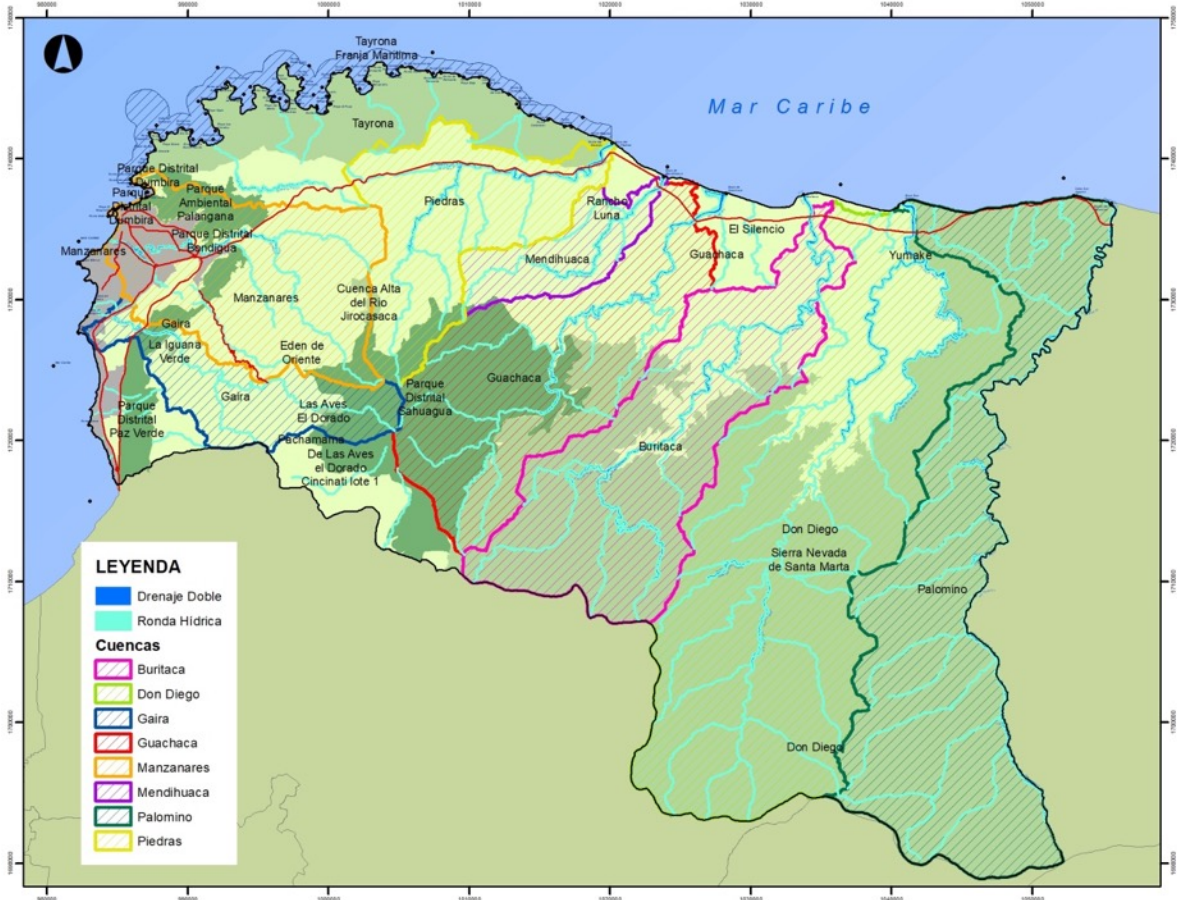
#### Humedales con sus retiros

De acuerdo con la Ley 357 de 1997, los humedales son extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean estas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. Esta definición corresponde con la del convenio RAMSAR suscrito por Colombia. Según la Ley 1450 de 2011, en los ecosistemas de humedales se podrán restringir parcial o totalmente las actividades agropecuarias, de exploración de alto impacto y explotación de hidrocarburos y minerales con base en estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales adoptados por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial o quien haga sus veces.

En el acuerdo 005 del 2000 por medio del cual se adopta el plan de ordenamiento territorial de Santa Marta no se encuentra definido la ronda hídrica de los humedales.



1.5 Cuencas y Microcuencas Abastecedoras



**Gráfico 17 Cuencas principales del Distrito de Santa Marta**  
Fuente: Geografía Urbana con base en información suministrada por CORPAMAG.

**Tabla 28 Principales Cuencas**  
Fuente: Elaboración Geografía Urbana

PRINCIPALES CUENCAS	
Rio Piedra, Manzanares, Gayra, Córdoba, MendiHuaca, Guachaca, MendiHuaca, Buritaca y Don Diego.	
CUENCAS BASTACEDORAS	
Cuenca	Acueducto que surte
Rio Manzanares	Santa Marta
Rio Piedra	Santa Marta
Rio Gayra	Santa Marta
Rio Córdoba	Ciénega
Microcuencas abastecedoras	
Rio Gaira	Directo Rio Gaira entre Minca y el Mar Caribe
	Rio Gaira entre la cuchilla de San Lorenzo y Minca

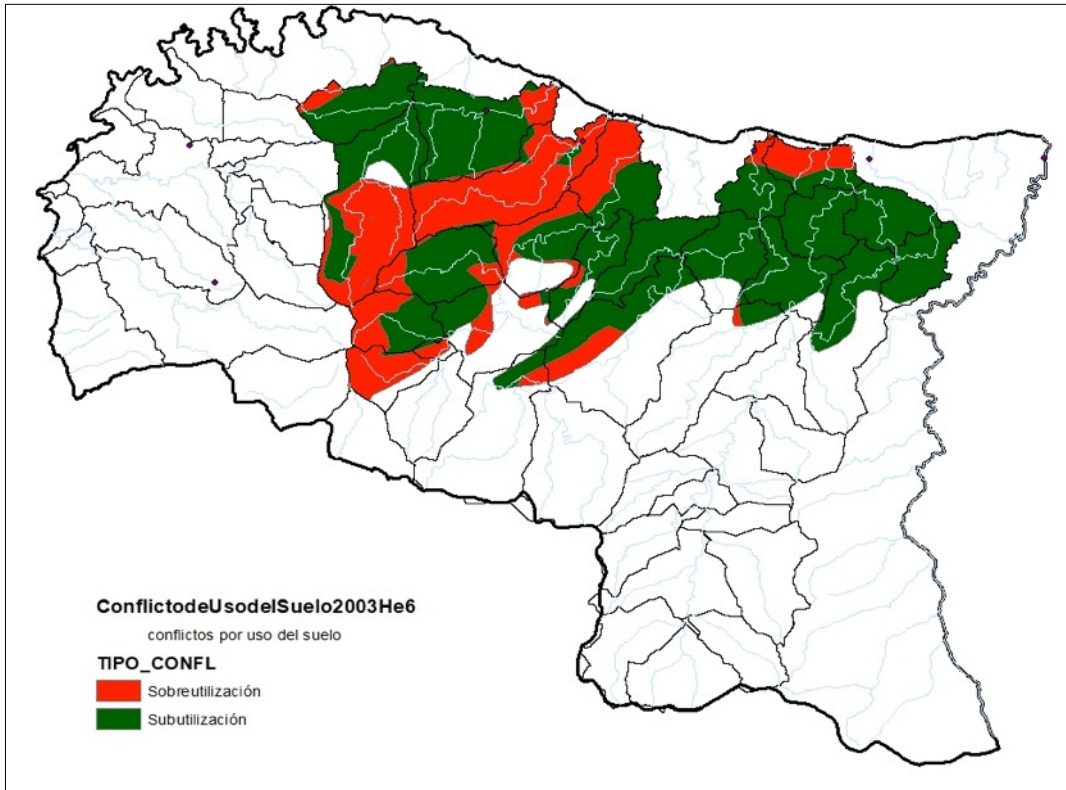


PRINCIPALES CUENCAS	
Rio Manzanares	Directo Rio Minca y el Mar Caribe
	Rio Manzanares en Santa Marta
	Quebrada Tamacá
Rio Piedras	Rio Manzanares entre la cuchilla de San Lorenzo y Santa Marta
	Quebrada Matogiro
	Rio Piedras entre San Isidro y el Mar Caribe
	Quebrada Jordán
	Rio Piedras entre la cuchilla de San Lorenzo y San Isidro
	Quebrada La Lisa

**Tabla 29 Cuencas**

Fuente: Elaboración Geografía Urbana con base en el Plan de Ordenamiento Territorial “JATE MATUNA” Acuerdo 005 del 2000.

PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL “JATE MATUNA” Acuerdo 005 del 2000 Art. 417.	
<b>Cuencas Bajas</b>	<p>Los ríos Piedra, MendiHuaca, Guachaca, Buritaca, Don Diego y Palomino, incluyendo las rondas en un área mínima de cien metros a lado y lado, a partir del borde máximo de la creciente.</p> <p><b>Parágrafo:</b> Se incorporan también al subsistema hídrico de espacio público, las aguas y rondas de las quebradas siguientes : Valencia, - incluyendo la cascada -, El Momo, Domingo y Rumbón, todas con una ronda de cincuenta (50) metros a lado y lado, contados a partir de los bordes máximos de la creciente</p>
<b>Cuencas Medias</b>	<p>Los ríos Manzanares y Gayra, las cuales se incorporan como áreas mixtas en donde se conjugan los fines recreativos (marcha a pie) y la protección ambiental de las rondas.</p>
<b>Cuencas Altas</b>	<p>En estas cuencas los ríos serán espacios de protección y preservación del recurso hídrico, por tanto la única actividad compatible es la científica bajo parámetros estrictos de control; sin embargo: Se incorporan al disfrute recreativo, etnoturístico y ecoturístico pasivos, las rondas de los ríos Buritaca y Palomino, con las mismas disposiciones señaladas dentro del subsistema orográfico para el Parque Natural Sierra Nevada de Santa Marta.</p>



**Gráfico 18 Conflictos de uso de las cuencas y microcuencas hidrográficas**  
Elaboración Geografía Urbana, con base en información CORPAMAG.

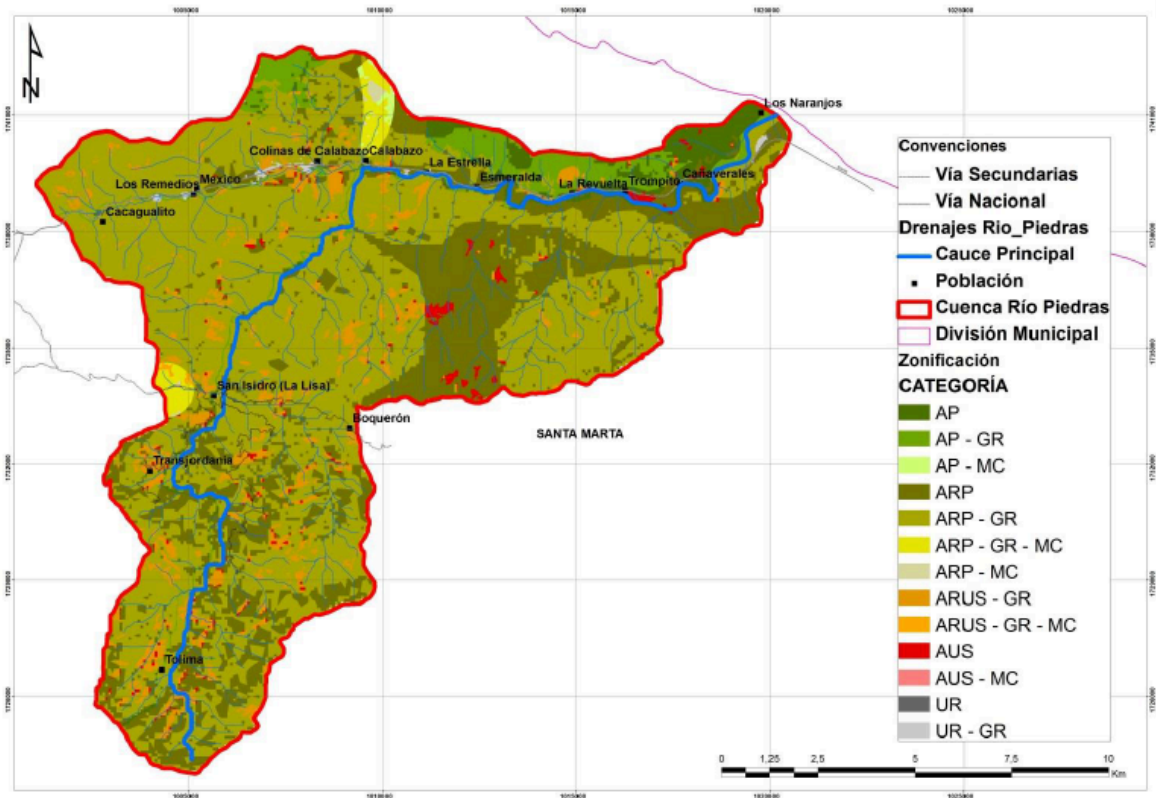
## 1.6 POMCAS

El POMCA del Río Piedra propone una zonificación ambiental basada en unidades Ecológicas de Paisaje (UEP), para esta cuenca se proponen 5 categorías de manejo, ellas son, Áreas de preservación, Áreas de Producción Bajo condicionantes ambientales específicos, Áreas de restauración para la preservación, áreas de recuperación para producción sostenible, áreas residenciales.

### 1.6.1 Categorías de Manejo Ambiental

A continuación se propone la zonificación de manejo para la cuenca del Río Piedras Río Gaira y el Río Manzanares.

### 1.6.1.1 Río Piedras



**Gráfico 19 Zonificación de manejo ambiental Río Piedras**

Fuente: Elaboración Geografía urbana con base IGAC.

La red hídrica superficial de la cuenca del río Piedras presenta un tipo de drenaje dendrítico, está compuesta por el conjunto de pequeñas corrientes efímeras, cauces, canales y quebradas que nacen en la parte alta de la cuenca sobre las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, en la parte alta de la vertiente al norte de la Cuchilla de San Lorenzo, entre el Cerro El Guaco y la Cuchilla Piedras Blancas en un paisaje de montaña con un relieve de filas y vigas a una elevación aproximada de 2.400 msnm, la zona montañosa presenta pendientes altas, entre 15 y 45 grados y debido a las diferentes formaciones geológicas de la cuenca, el cauce principal del Río cambia de dirección en su recorrido mientras desciende hasta llegar a la parte baja de la cuenca, antes de entregar sus aguas en el mar Caribe al norte y al este de Punta Castillete cerca al sitio Los Naranjos en el Distrito de Santa Marta.

Entre los principales afluentes se encuentran las quebradas: Alicia y La Sirena en la parte alta de la cuenca, El Carmen, Santa Teresa, Jordán, Palo Quemao, y Manzanares en la parte media y pequeños afluentes y cauces efímeros en diferentes partes de la cuenca. El cauce principal de la cuenca corresponde al río Piedras con una longitud de 32.8 Km. La Figura 14 presenta la distribución de los cuerpos de agua que se identificaron en la cuenca y que componen la red de drenajes.

En lo referente a las áreas naturales protegidas de carácter nacional, el área terrestre del Parque Nacional Natural Tayrona con una extensión total de aproximadamente 12692.2 Ha, posee cuatro

tipos de ecosistemas (matorral espinoso y los bosques seco, húmedo y nublado), en donde habitan diversidad de organismos y por los cuales corren quebradas de agua dulce. Existen caminos arqueológicos que comunican a “Chairama” o Pueblito, antiguo asentamiento que al parecer tuvo aproximadamente 3000 habitantes y fue mucho más importante que lo que ahora es conocido como Ciudad Pérdida o “Teyuna”, con el resto del Parque. La mayoría de las bahías eran consideradas sitios de pago (ver valores culturales). Para ordenar los mismos el MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL mediante Resolución 0234 de 17 de diciembre de 2004, determinó la zonificación del Parque y su régimen de usos fijando como objetivos de conservación:

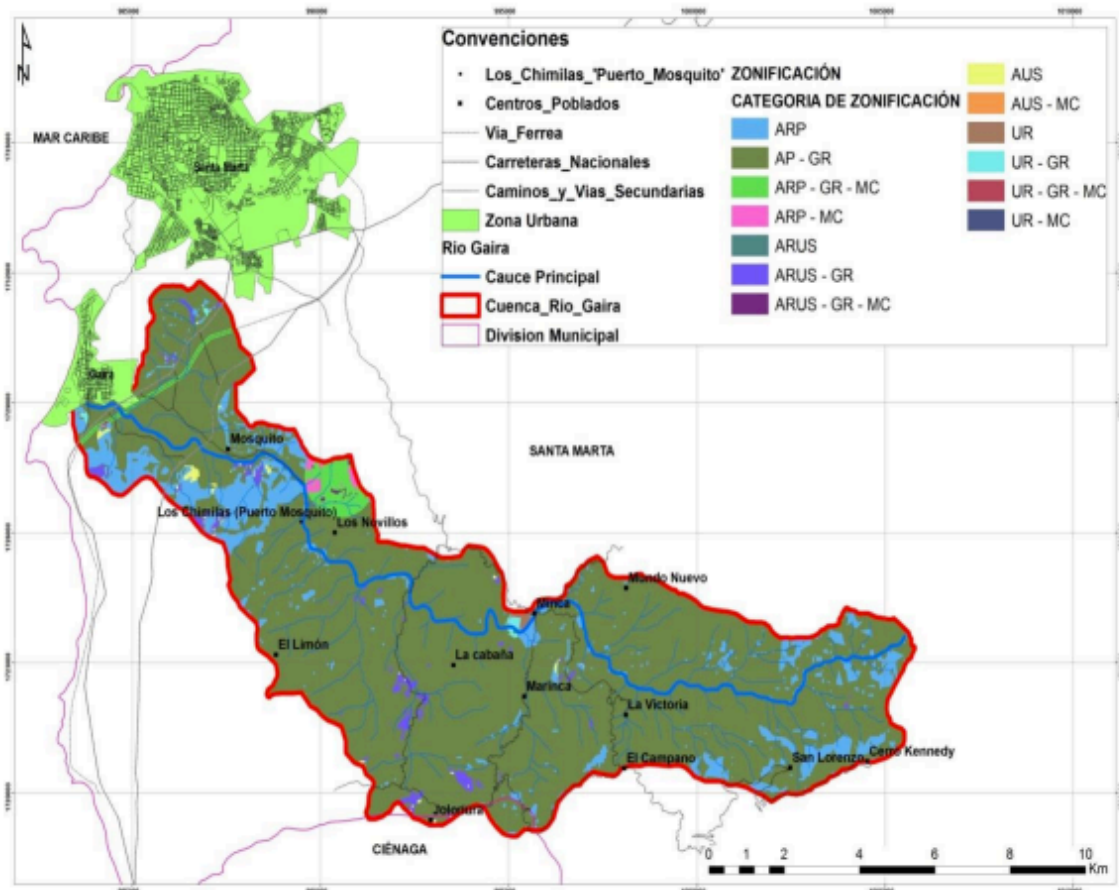
- Mantener la muestra de bosque seco tropical y matorral espinoso por su representatividad a nivel nacional y local.
- Conservar la muestra representativa del bosque nublado y húmedo por sus características únicas altitudinales.
- Mantener y conservar el ecosistema lagunar costero como regulador hídrico y hábitat de especies migratorias y residentes.
- Conservar la integridad hídrica de las cuencas y microcuencas que se encuentran en el área.
- Proteger a perpetuidad las poblaciones de especies endémicas, migratorias, amenazadas o en peligro y/o de importancia de subsistencia de las comunidades humanas locales junto con sus hábitats.
- Conservar el mosaico ecosistémico marino costero existente en el área.
- Conservar los puntos de “línea negra” dentro del área, como parte constitutiva del territorio indígena del complejo de la Sierra Nevada de Santa Marta.
- Proteger el monumento prehispánico Chairama o “Pueblito”, como monumento y patrimonio nacional.

**Tabla 30 Categorías de Manejo Ambiental Río Piedras**  
Fuente: Elaboración Geografía urbana con base IGAC.

Categoría de Manejo	Subcategoría	% de Área en la cuenca (ha).	Definición
Áreas de Preservación (AP) Áreas de Producción Bajo condicionamientos Ambientales Específicos (AUS)	AP	10,1606	Áreas de Preservación
	AP-GR	10,1644	Áreas de Preservación con manejo de la gestión del riesgo.
	AP-MC	0,0840	Áreas de Preservación y manejo cultural.
	AUS	9,8963	Áreas de Producción Bajo condicionamientos Ambientales Específicos
	AUS- MC	0,0002	Áreas de Producción Bajo condicionamientos Ambientales Específicos con manejo cultural.
Restauración para la Preservación (ARP). Recuperación para producción sostenible (ARUS).	ARP	10,1603	Restauración para la Preservación
	ARP-GR	10,1525	Restauración para la Preservación con manejo de la gestión del riesgo.
	ARP-GR-MC	10,2278	Restauración para la Preservación con manejo de la gestión del riesgo y manejo Cultural.
	ARP- MC	9,9567	Restauración para la Preservación con manejo Cultural.
	ARUS-GR	10.0335	Recuperación para producción sostenible con manejo de la gestión del riesgo
Áreas Residenciales (UR).	UR	9,45	Áreas Residenciales
	UR-GR	9,65	Áreas Residenciales con manejo de la gestión del riesgo



### 1.6.1.2 Río Gaira



**Gráfico 20 Zonificación de Manejo Ambiental Río Gaira**  
Fuente: Elaboración Geografía urbana con base IGAC.

La red hídrica superficial de la cuenca del Río Gaira presenta un tipo de drenaje dendrítico, compuesto por un conjunto de pequeñas corrientes efímeras, cauces y quebradas que nacen en la parte alta de la cuenca entre los 2.150 msnm y los 2.850 msnm sobre las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta y que alimentan al cauce del Río Gaira, que nace en la parte alta de la zona montañosa en la Cuchilla de San Lorenzo en un relieve de filas, vigas y lomas y corre en sentido Este-Oeste por zonas cuyas formaciones geológicas con pendientes altas obligan al cauce principal a cambiar de dirección en su recorrido mientras desciende hasta llegar a la parte baja de la cuenca, antes de entregar sus aguas en el mar Caribe al norte del Rodadero en el sector de Gaira. El cauce principal de la cuenca corresponde al Río Gaira con una longitud de 29,97km.

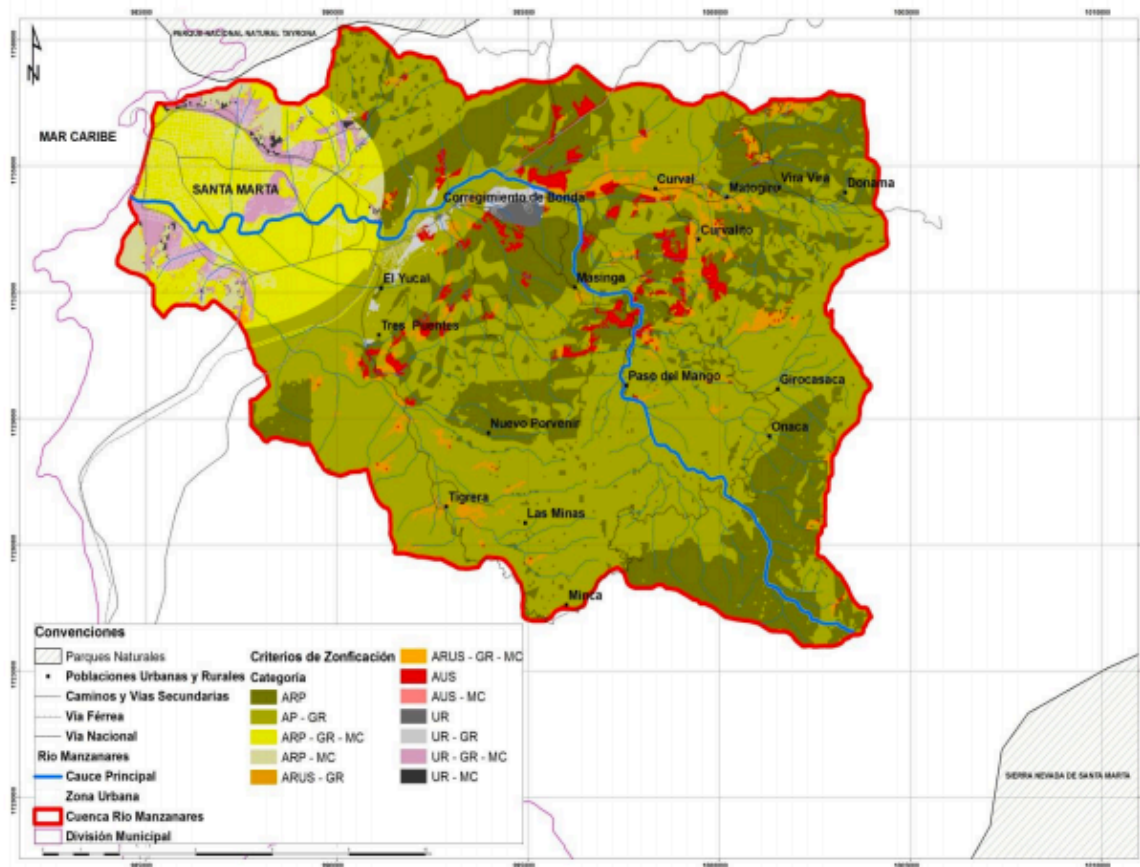
Entre sus principales tributarios se encuentran la quebrada San Lorenzo Mayor, La Macanilla, Gaira, Las Mercedes, El Palmar y Jabalí. Igualmente existen otros pequeños afluentes que aportan sus aguas al Río como la quebrada Arimaca, Dos Aguas, Agua Dulce, Los Pérez y Marina, y pequeños cauces efímeros especialmente en la parte alta y baja de la cuenca. La cuenca aferente del río Gaira tiene un área aproximada de 103.4 km<sup>2</sup>., y la red de drenaje tiene una longitud total de 183,17 km. Hacia la parte Oriental de la cuenca se presentan las mayores alturas alcanzando los 2.775 msnm.



**Tabla 31 Categorías de Manejo ambiental Cuenca del Rio Gaira**  
Fuente: Elaboración Geografía urbana con base IGAC.

Categoría de Manejo	Subcategoría	% de Area en la cuenca (ha).	Definición
Áreas de Preservación	AP-GR	12,2726	Área de protección con manejo de la gestión del riesgo.
(AP)			
Áreas de Producción Bajo condicionamientos Ambientales Específicos	AUS	14,4164	Áreas de Producción Bajo condicionamientos Ambientales Específicos
(AUS)			
	AUS- MC	14,4169	Áreas de Producción Bajo condicionamientos Ambientales Específicos con manejo cultural.
	ARP	1,5496	Restauración para la Preservación
Restauración para la Preservación	ARP-GR-MC	14,0890	Restauración para la Preservación con manejo de la gestión del riesgo y manejo Cultural.
(ARP).	ARP- MC	0,0394	Restauración para la Preservación con manejo Cultural.
Recuperación para producción sostenible	ARUS-GR	14,3517	Recuperación para producción sostenible con manejo de la gestión del riesgo
(ARUS).	ARUS-GR- MC	14,3612	Recuperación para producción sostenible con manejo de la gestión del riesgo y manejo Cultural.
	UR	0,0222	Áreas Residenciales
Áreas Residenciales	UR-GR	14,4729	Áreas Residenciales con manejo de la gestión del riesgo
(UR).	UR-GR -MC	0,0002	Áreas Residenciales con manejo de la gestión del riesgo y manejo Cultural.
	UR-MC	0,0005	Áreas Residenciales con manejo Cultural

### 1.6.1.3 Río Manzanares



**Gráfico 21 Zonificación de Manejo Ambiental Río Manzanares**

Fuente: Elaboración Geografía urbana con base IGAC.

En este caso, existen los estudios de los POMCAS de los ríos Piedras, Manzanares y Gaira, sin embargo la Corporación no ha adoptado los mismos. Actualmente no se encuentran disponibles POMCAS para las siguientes cuencas.

- Guachaca
- Don Diego
- Palomino
- Mendihuaca
- Buritaca

La red hídrica superficial de la cuenca del río Manzanares es una red dendrítica compuesta por pequeñas corrientes que nacen en las partes más altas generalmente con caudales intermitentes y quebradas con caudales permanentes que bajan de la Sierra Nevada las que alimentan al río Manzanares. Éste nace en la parte alta de la zona montañosa y corre por zonas de pendientes altas cuyas formaciones geológicas obligan al cauce principal a cambiar de dirección mientras descende en su recorrido hasta llegar a la parte baja y plana de la cuenca donde tiende a un alineamiento más

recto antes de entregar sus aguas en la Bahía de Santa Marta. El cauce principal de la cuenca corresponde al río Manzanares que tiene una longitud de 31,05km.

A su paso por la zona montañosa el río recibe los caudales de las subcuencas de las quebradas Las Nubes que nace al sureste de la cuenca y la quebrada La Cascada que se unen al cauce del río por la margen izquierda, y la quebrada Onaca que nace al noreste y junto con la quebrada El Cacao, y las quebradas Aserrió, Las Villas y El Mico, que también nacen en esta parte de la cuenca, contribuyen al cauce del Río. En la parte media de la cuenca se identifican las quebradas Palmitas, Seca, y Mamatoco; sobre la parte baja del cauce el Manzanares recibe las aguas de la quebrada Tamacá, La Danta, Japón y Tigrera, desembocando finalmente en el Mar Caribe en la bahía de Santa Marta, este último tramo del cauce cruza parte de la zona urbana del Distrito de Santa Marta del noreste al suroeste y su zona de influencia corresponde a una zona bastante plana cerca de la desembocadura, donde la escorrentía superficial se encuentra condicionado por la baja pendiente y por las obstrucciones que se ejercen sobre los cauces por los procesos de urbanización, facilitando las inundaciones.

## 1.7 Cuencas de Orden Cero

Las cuencas de orden cero son aquellas que no tienen un canal de corriente permanente en donde el agua de escorrentía se mueve predominantemente a través del suelo y en casos extremos de lluvia a través de líneas de flujo como zanjas o canales (Krecek & Haigh, 2000). Estas áreas son las más importantes puesto que se convierten en zonas de recarga de acuíferos, siendo muy vulnerables a los cambios y transformaciones generadas por las actividades humanas.

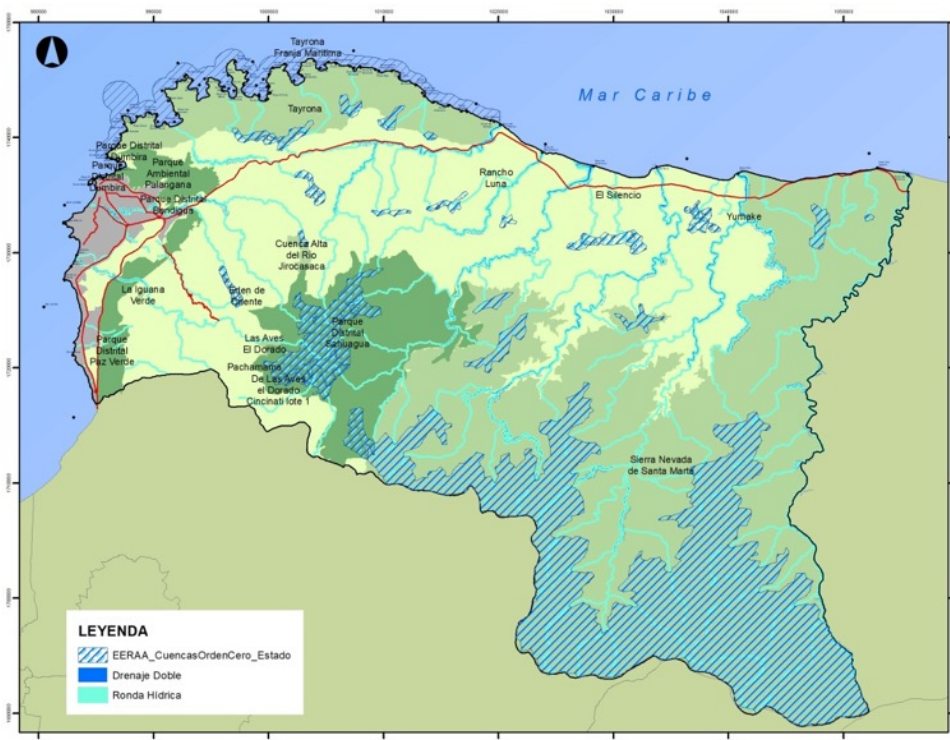
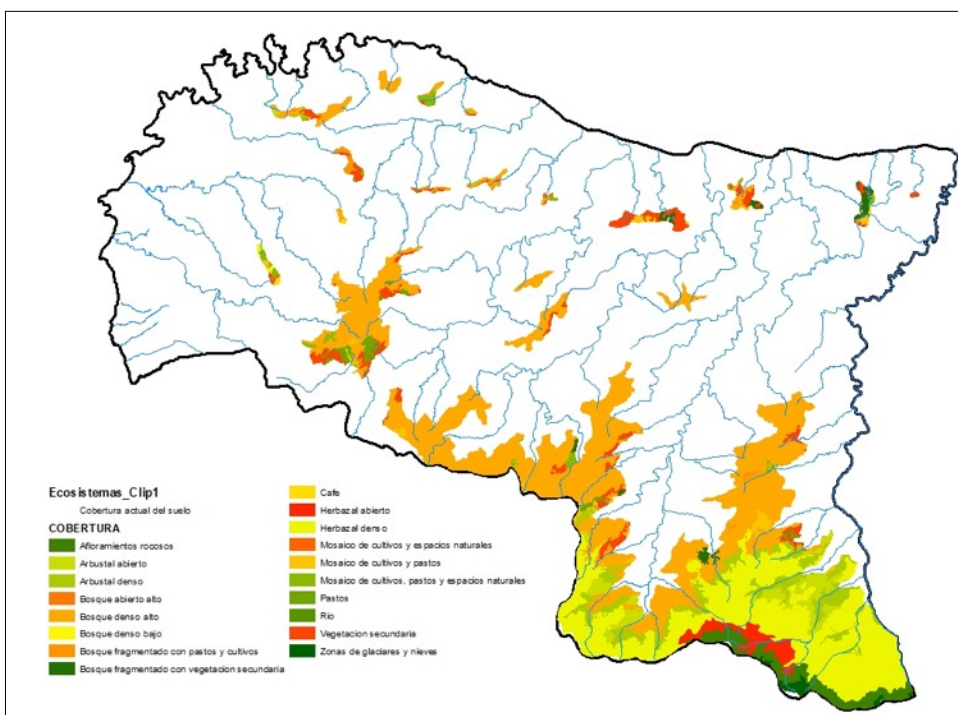


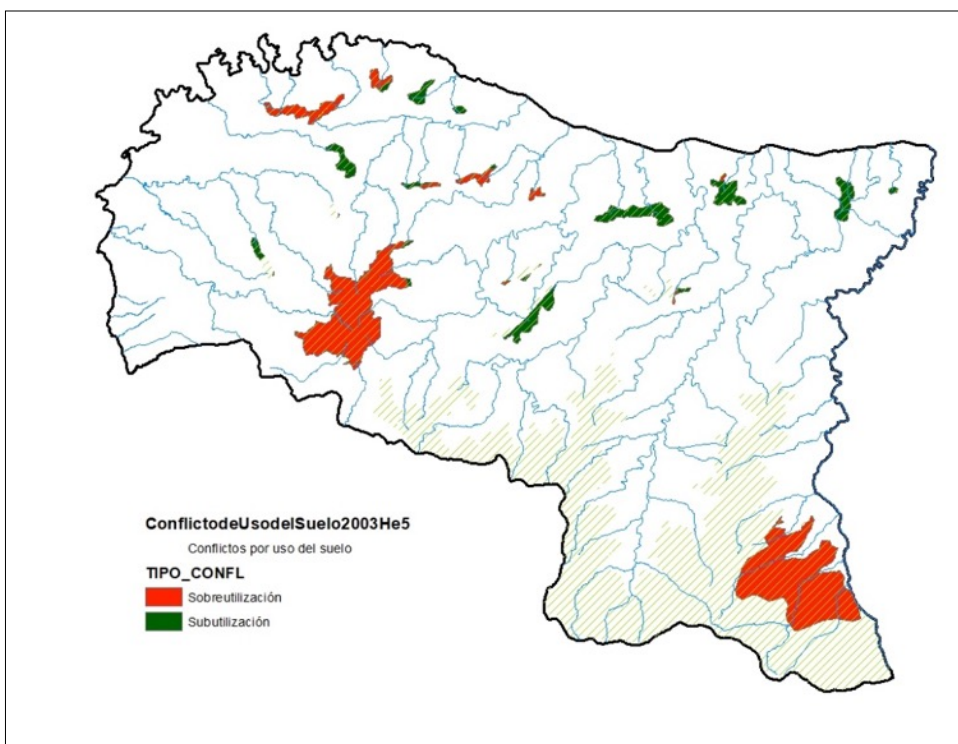
Gráfico 22 Cuencas de Orden Cero

Fuente: Elaboración Geografía Urbana, con base en información CORPAMAG.



**Gráfico 23 Conflictos de uso de las cuencas hidrográficas de orden cero**

Fuente: Elaboración Propia Geografía Urbana.



**Gráfico 24 Conflictos de uso de las cuencas hidrográficas por aprovechamiento**

Fuente: Elaboración Propia Geografía Urbana.



En las Zonas de conflictos por el uso inadecuado de suelo denominado Sobreutilización se da debido a que el uso debe ser de conservación por sus características ecológicas y el uso del suelo actual corresponde a la agricultura heterogénea sin ningún tipo de control y la subutilización aparece por las excesivas exigencias al suelo por el sobre uso (actividades agrícolas), generan degradación o degeneración del suelo por empobrecimiento en nutrientes o por pérdida de espesor debida a procesos erosivos superficiales ocasionados por el uso.

## 1.8 Zona Costera

99

### 1.8.1 Unidades Ambientales Costeras (Desarrollo de Zona Costera)

En el marco del Decreto 1120 de 2013, CORPAMAG viene liderando la formulación del Plan de Ordenación y Manejo de la Unidad Ambiental Costera Vertiente Norte de la Sierra Nevada de Santa Marta (POMIUAC VNSNSM), a través de la Comisión Conjunta presidida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y de la cual también hacen parte la Corporación Autónoma Regional de la Guajira (CORPOGUAJIRA), Parques Nacionales Naturales de Colombia a través de la Dirección Territorial Caribe y el Departamento Administrativo Distrital del Medio Ambiente (DADMA).

Este trabajo ha permitido establecer una propuesta de delimitación de la UAC avalada por la Comisión Conjunta, la cual según esta delimitación, comprende los municipios de Santa Marta (área rural y urbana) y Ciénaga (Cordobita), con un área de 602,997 Km<sup>2</sup> y una línea de costa de 154,9 Km.

**Tabla 32 Áreas marino costeras UAC VNSNSM**

Fuente: Elaboración Geografía urbana con base IGAC.

Área costera					Área Marina		Gran Total Km²	Línea de costa (Km)
Municipio	Km²	Departamento	Km²	Total Km²	Océano Atlántico	Total Km²		
Ciénaga	13,892	Magdalena	602,697	1120,490	Mar Caribe	4305,54	5426,030	154,9
Santa Marta	588,805							
Dibulla	228,093	Guajira	517,797					
Manaure	1,462							
Riohacha	288,243							

Es importante resaltar que el POMIUAC se constituye en el instrumento de planificación y ordenación de los usos de la zona costera y conforme al artículo 5 del Decreto 1120 de 2013 (...) “Es el instrumento de planificación mediante el cual la Comisión Conjunta o la autoridad ambiental competente, según el caso, define y orienta la ordenación y manejo ambiental de las unidades ambientales costeras. El POMIUAC se constituye en norma de superior jerarquía y determinante ambiental para la elaboración y adopción de los planes de ordenamiento territorial, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 10 de la Ley 388 de 1997 y orienta la planeación de los demás sectores en la zona costera”.

**Tabla 33 Áreas marino-costeras**

Fuente: Geografía Urbana con base en información suministrada por CORPAMAG.



**Acuerdo 005 del 2000 ARTICULO 68º Delimitación Marítima.** En el distrito de Santa Marta la determinación del mar territorial correspondiente solo se logra al establecer el trazado de una línea de base recta la cual está dada en parte por las coordenadas Norte = 11° 6' Este 74° 15' en el cañón del Magdalena, Norte = 11°19' Este 74°12' isla Aguja y Norte = 12°13' Este 72°11' Cabo de Vela a partir de la cual se cuentan 12 millas náuticas al Norte. El Distrito cuenta con una franja que se extiende desde las coordenadas planas Este = 1055147.09 m, Norte = 1737132.12 m en la desembocadura del Río Palomino hasta la desembocadura de la quebrada el Doctor en las coordenadas planas Este = 984959.37, Norte = 1716863.20. Entre estos dos puntos existen cuerpos de aguas interiores, playas, manglares, humedales entre otros los cuales se encuentran sobre el litoral costero del Distrito.

**ARTICULO 173º Usos del Suelos para la Franja Costera.** La zona costera es una unidad geoGráfico del territorio distrital definida y separada con características naturales, demoGráficos, sociales, económicas y culturales propias y específicas. Está formada por una franja de anchura variable de tierra firme y espacio marítimo en donde se presentan procesos de interacción entre el mar y la



tierra; contiene ecosistemas muy ricos, diversos y productivos dotados de gran capacidad para proveer bienes y servicios que sostienen actividades como la pesca, el turismo, la navegación, el desarrollo portuario, y donde se dan asentamientos urbanos y rurales. La zona costera es un recurso natural único, frágil y limitado de la ciudad que exige un manejo adecuado para asegurar su conservación, su desarrollo sostenible y la preservación de los valores culturales de las comunidades tradicionalmente allí asentadas. Se identifican dentro de ella tres subzonas a saber:

- a) Subzona Marítima – Costera o Franja de Mar Afuera.- Es la banda de ancho variable comprendida entre la Línea de Marea Baja Promedio y el margen externo de la plataforma continental donde la pendiente se acentúa hacia el talud y el fondo oceánico abisal. En el caso de Santa Marta, esta banda se fija entre la Línea de Marea Baja Promedio y hasta una línea paralela localizada a diez (10) kilómetros mar adentro.
- b) Subzona de Baja Marea o de Transición.- Es la banda comprendida entre la Línea de Marea Baja Promedio y la Línea de Marea Alta Promedio. El ancho de esta subzona está básicamente condicionado por el rango de amplitud mareal y la pendiente de la costa o la topografía de los terrenos emergidos adyacentes. En el caso del Distrito de Santa Marta alcanza cero punto cinco (0.5) metro.
- c) Subzona Terrestre Costera o Franja de Tierra Adentro.- Es la banda comprendida desde la Línea de Marea Alta Promedio hasta una línea paralela localizada a dos (2) kilómetros de distancia tierra adentro.

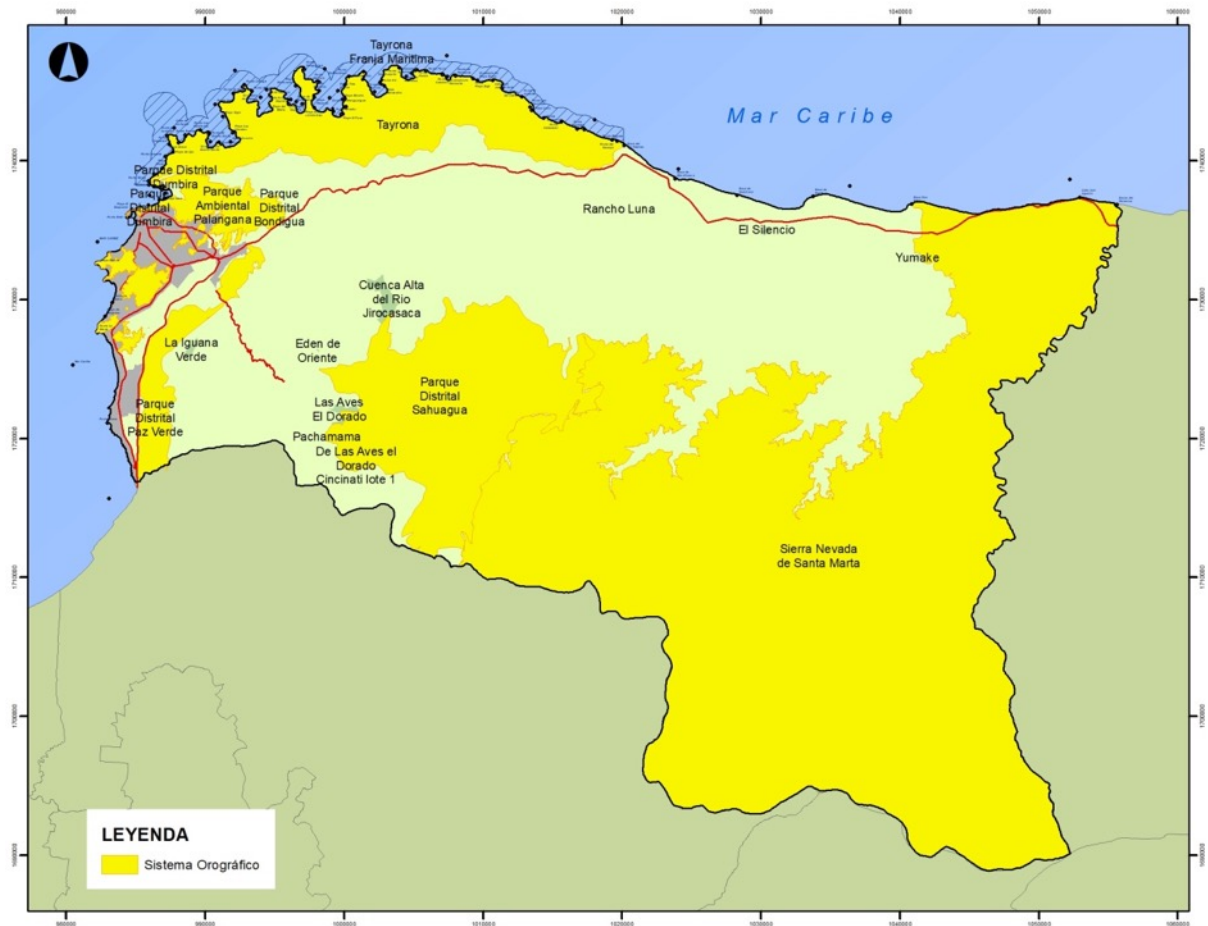
**ARTICULO 174º Distribución de los Usos del Suelo en la Franja Costera.** Los usos de la franja costera se establecen atendiendo las características de las áreas terrestres y marina que la conforman. Para efectos de la delimitación de los usos de la Zona Costera las tres Subzonas serán agrupadas en dos: Costera Terrestre y Costera Marítima, debido a que en Santa Marta la anchura de la Subzona de Bajamar o Franja de Transición es bastante angosta. En la delimitación que se hace de la usos de la Zona Costera, esta última queda incluida en la Franja Costera Terrestre.

## 1.9 Sistema Orográfico

### 1.9.1 Cerros

Constituyen la base natural del territorio que forman las cadenas montañosas que circundan el Municipio y los cerros o accidentes geográficos que hacen parte de las mismas, que por su preponderancia territorial estructuran el municipio.

Se clasifican dentro de esta categoría como cerros tutelares y cuchillas patrimoniales. Este sistema constituye el conjunto de áreas para la conservación y preservación del sistema orográfico o de montañas que hace parte de los elementos constitutivos naturales del espacio público, según se reglamenta en el Decreto Nacional 1504 de 1998. En gran medida las áreas del sistema orográfico se corresponden a los elementos naturales del valor patrimonial y Espacios Verdes.

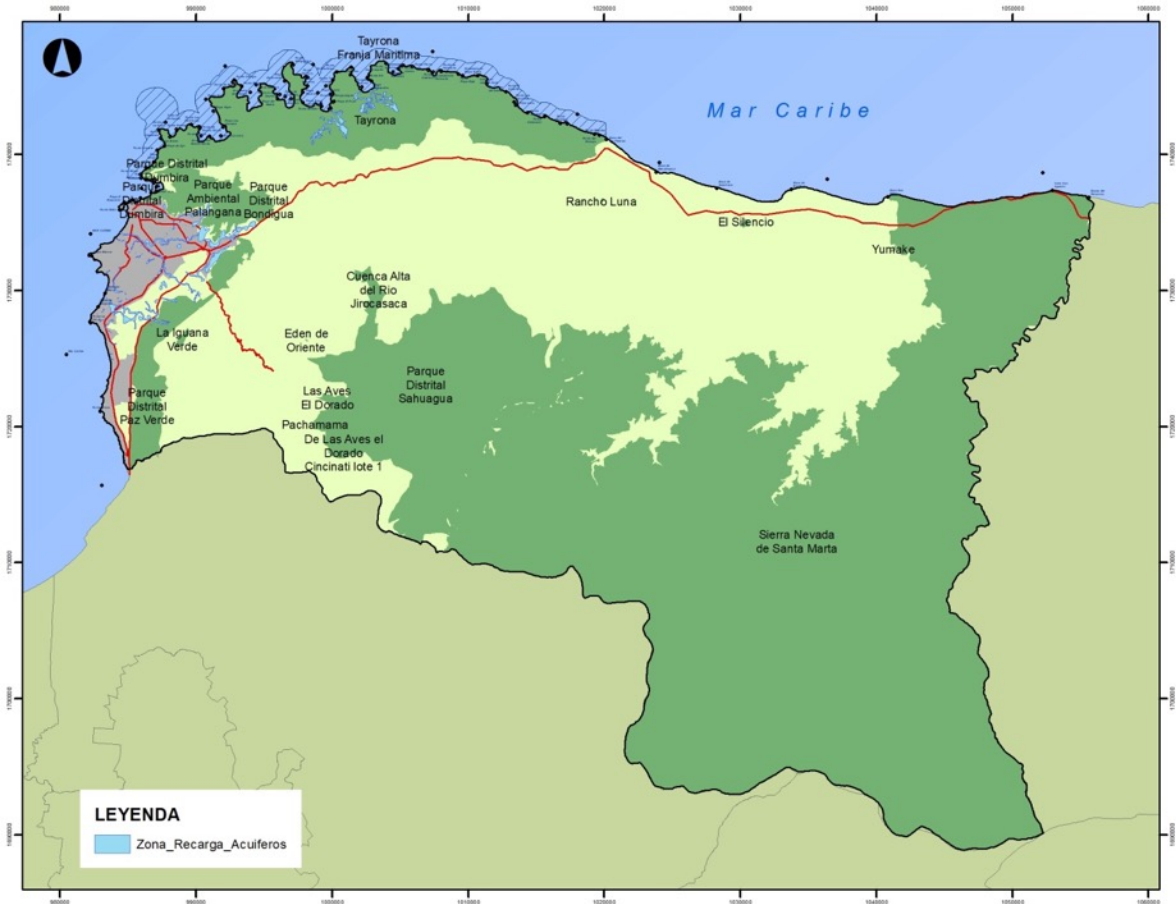


**Gráfico 25 Sistema Orográfico**

Fuente: Geografía Urbana con base en información suministrada por CORPAMAG.

**Acuerdo 005 del 2000 ARTICULO 192º El Sistema Orográfico.** Constituido por la Sierra Nevada de Santa Marta y sus estribaciones montañosas: Dentro de estos se destacan El Parque Natural Nacional que lleva su mismo nombre y el Parque Nacional Natural Tayrona, los cuales en el marco del Plan de Ordenamiento Territorial conservan sus actuales límites. Igualmente se destacan el Complejo Ambiental SUHAGUA localizado en la Región de San Lorenzo, los Parques Naturales Distritales establecidos en este Plan a saber: Pazverde, Dumbira y Bondigua, y los cerros que estructuran el área urbana de la ciudad.

1.10 Zonas de recargas de acuífero



**Gráfico 26 Zonas de recarga del acuífero**  
Fuente: Geografía Urbana con base en información suministrada por CORPAMAG.

**Tabla 34 Zonas de recarga del Acuífero**  
Fuente: Geografía Urbana con base en información suministrada por CORPAMAG.

Zonas de recarga del Acuífero	
Numero	10B_IE_D_10
Nombre	Zonas de recarga de acuíferos
Descripción	Es una zona estratégica donde se realiza la captación del agua de lluvia/escorrentía/ríos para su incorporación al proceso de llegada hasta el acuífero. La función de recarga se da con un suelo no urbanizado y no compactado. Se busca también tener aguas no contaminadas para no arriesgar la calidad de las aguas del acuífero mismo. El buen manejo de zonas de recarga de acuíferos es fundamental para garantizar la provisión de servicios ecosistémicos en las zonas de influencia de los acuíferos. Se

Zonas de recarga del Acuífero	
Numero	10B_IE_D_10
Nombre	Zonas de recarga de acuíferos
	<p>tiene que compensar la abstracción de agua subterránea por una recarga al menos de la misma magnitud sobre un año, para poder preservar el recurso y evitar la disminución del nivel freático. Mantener un nivel freático constante permite la abstracción por los ecosistemas y por la población, sin necesidad de medidas técnicas adicionales. Es también garante de la estabilidad de los suelos. Un cambio fuerte en el nivel freático cambia las propiedades estructurales del suelo y puede llegar a generar amenazas y riesgos nuevos. Las zonas de recarga de acuíferos, usualmente, no son las zonas donde se extrae el agua subterránea. Si bien se tiene una presión sobre el recurso subterráneo en las zonas denominadas “críticas” de abstracción, estas zonas no son comúnmente las zonas de donde se infiltra el agua. Por lo tanto, las zonas críticas (con respecto a la abstracción de agua de acuíferos frente a su recarga) no necesariamente corresponden a las zonas de recarga.</p> <p>No se tendrá entonces la necesidad de restringir, de manera absoluta, la abstracción de agua superficial en zonas de recarga, lo que permite en algunos casos, cuando las condiciones de recarga son favorables, el desarrollo de sistemas de abstracción de agua superficial en zona de recarga de acuíferos.</p>
Normativa	Ley 99 de 1993, Artículo 1, numeral 4.
	Consagra como principios generales ambientales que las zonas de páramos, subpáramos, los nacimientos de agua y zonas de recarga de acuíferos, serán objeto de protección especial.
	Decreto 3600 de 2007.
	Se definen como suelo de protección en los términos del Artículo 35 de la Ley 388 de 1997, a las áreas de conservación y protección ambiental, las cuales incluyen las áreas de especial importancia ecosistémica, tales como: páramos, subpáramos, nacimientos de agua, zonas de recarga de acuíferos, rondas hidráulicas de los cuerpos de agua, humedales, pantanos, lagos, lagunas, ciénagas, manglares y reservas de flora y fauna.
	Decreto 2372 de 2010, Artículo 29.
	Se definen como ecosistemas estratégicos "Las zonas de páramos, subpáramos, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos como áreas de especial importancia ecológica gozan de protección especial, por lo que las autoridades ambientales deberán adelantar las acciones tendientes a su conservación y manejo, las que podrán incluir su designación como áreas protegidas bajo alguna de las categorías de manejo previstas en el presente decreto".

El sistema de acuíferos de Santa Marta limita al Norte con los Cerros de Filitas de Taganga y los Esquisitos de Gaira, compuesto por los cerros San Fernando; al oriente, con la formación de Granodiolítica del Batolito de Santa Marta; al sur con los cerros de la formación anteriormente

nombrada, conformada por los cerros del ahorcado y de la virgen; y al occidente con el Mar Caribe y el Cerro del Ziruma.

Santa Marta es una ciudad costera y con un gran potencial turístico debido a su variedad paisajística, cultural e histórica, en el subsuelo yacen los acuíferos, cuyas condiciones físicas y químicas se ven entorpecidas por las condiciones sociales y económicas, tanto locales como circundantes a la ciudad, el crecimiento descontrolado o no planificado.

En el Plan de Ordenamiento Territorial “JATE MATUNA” de Santa Marta Acuerdo 005 del 2000, las zonas de acuíferos están declaradas como zona de expansión urbana, donde se corre el riesgo de desabastecimiento repentino. El acuífero de Santa Marta tiene una superficie aproximada de 39,8 km<sup>2</sup> y un volumen de (97-146) millones de metros cúbicos. La profundidad del acuífero alcanza más de 114 m en la parte oeste de la Ciudad de Santa Marta (Metragua S.A, E.S.P, 2004).

105

#### **1.10.1.1 Características Geomorfológicas**

En Santa Marta se diferencian dos zonas geomorfológicas principales: la primera de alta pendiente, determinada por rocas ígneas y metamórficas y la segunda de baja pendiente, compuesta principalmente por relleno aluvial y depósitos torrenciales de los ríos Gaira, Manzanares y sus afluentes.

La litología del área determina la localización y extensión de las superficies planas, las crestas y la densidad de los valles. El drenaje de la zona es principalmente erosivo lo cual se observa mediante la profundización de los valles. La eficiencia de esta erosión es determinada por el agua corriente que actúa como vector principal de morfogénesis y el grado de intervención antrópica cuyo efecto principal es la deforestación.

#### **1.10.1.2 Características geológicas**

Formado por las llanuras del río Manzanares, Gaira y sus afluentes. La disposición de las capas aluviales que constituyen las terrazas que están compuestas principalmente por gravas, arenas y capas de arcillas cuya litología y espesor varían según la historia morfológica del valle; además se observa que los lechos actuales son los estrechos que los antiguos, lo que puede implicar que los episodios han sido cada vez más cortos y sus caudales más débiles.

Están compuestos por fragmentos de rocas ígneas metamórficas de los alrededores. Estas llanuras se encuentran disectadas por los ríos formando terrazas de 2 a 5 metros sobre el nivel actual del río.

## 1.11 Preservación de la Biodiversidad

### 1.11.1.1 Bosque tropical

La composición potencial de especies en el área de bosque seco en el Distrito de Santa Marta se realizó, mediante búsquedas en las bases de datos con registro de especies georreferenciadas para las zonas como las del instituto Alexander von Humboldt, el Instituto de Ciencias Naturales y el Sistema de Información de Biodiversidad para Colombia.

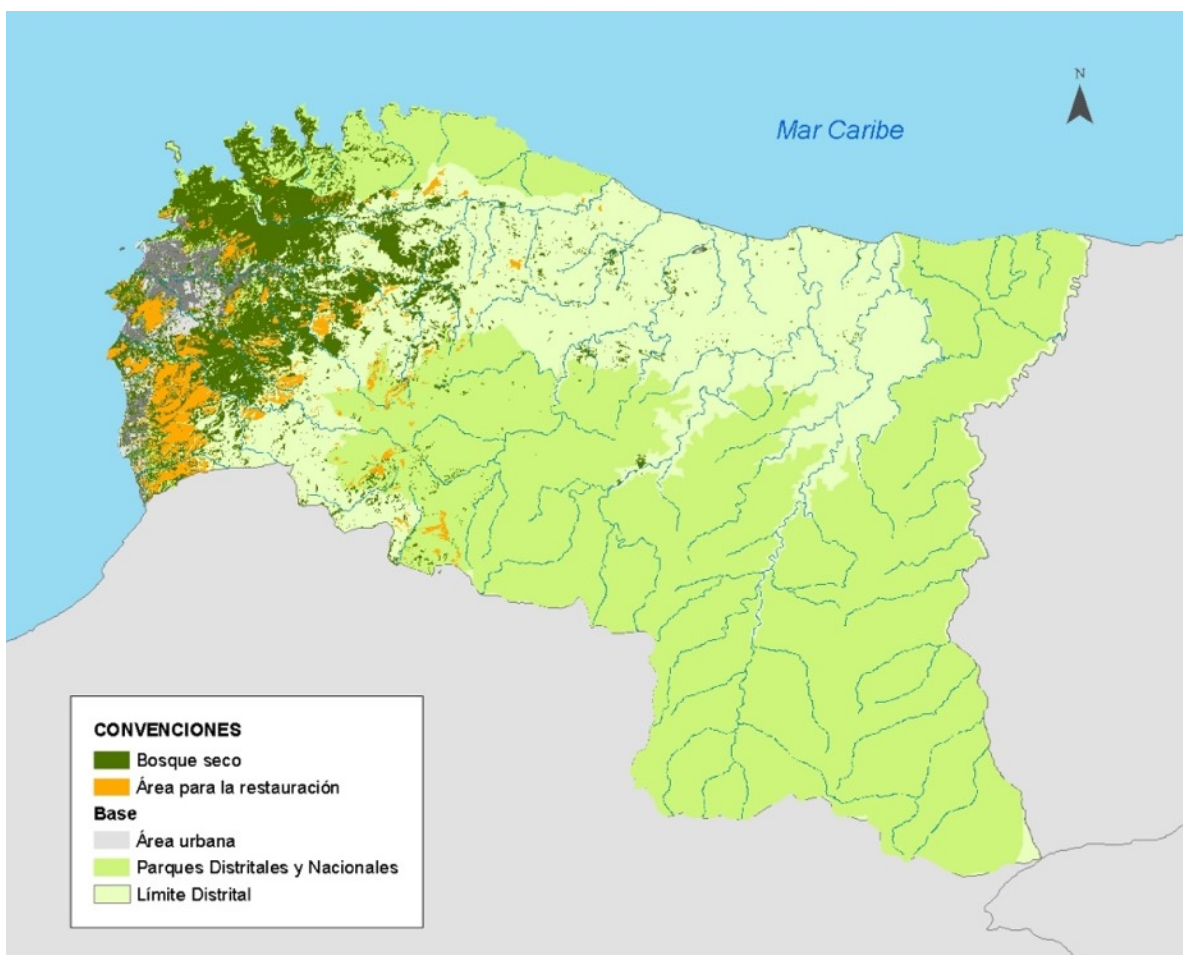
**Tabla 35 Coberturas de bosque seco en el Distrito de Santa Marta**

Fuente: Geografía Urbana

Coberturas “Bosque seco”	
1	Arbustal denso esclerófilo
2	Arbustal denso esclerófilo
3	Arbustal denso esclerófilo
4	Arbustal denso esclerófilo
5	Arbustal denso esclerófilo
6	Arbustal denso esclerófilo
7	Arbustal denso en enclaves de escorrentía
8	Arbustal denso en enclaves de escorrentía
9	Arbustal denso en enclaves de escorrentía
10	Arbustal denso en enclaves de escorrentía
11	Arbustal denso en enclaves de escorrentía
12	Arbustal denso en enclaves de escorrentía
13	Arbustal I denso esclerófilo
14	Arbustal denso esclerófilo
15	Arbustal denso esclerófilo
16	Arbustal denso esclerófilo
17	Arbustal I denso esclerófilo
18	Arbustal denso esclerófilo
19	Arbustal denso esclerófilo
20	Arbustal denso esclerófilo
21	Arbustal denso esclerófilo
22	Arbustal denso en enclaves de escorrentía
23	Arbustal denso en enclaves de escorrentía
24	Arbustal denso en enclaves de escorrentía
25	Arbustal denso esclerófilo
26	Arbustal denso esclerófilo
27	Arbustal denso esclerófilo
28	Arbustal denso en enclaves de escorrentía
29	Arbustal denso en enclaves de escorrentía



Coberturas “Bosque seco”	
30	Arbustal denso en enclaves de escorrentía
31	Arbustal denso en enclaves de escorrentía
32	Arbustal denso en enclaves de escorrentía
33	Arbustal denso en enclaves de escorrentía
34	Arbustal denso esclerófilo
35	Arbustal I denso esclerófilo
36	Arbustal denso esclerófilo



**Gráfico 27 Bosque seco**  
Fuente: Geografía Urbana

### 1.11.1.2 Biomas o Zonas de Vida

Los biomas o zonas de vida según Walter (1977 en IDEAM *et al.*, 2007) se definen como “ambientes grandes y uniformes de la geobiosfera” que corresponden a un área homogénea en términos biofísicos, ubicada dentro de una misma formación biogeográfica. Por lo tanto, un bioma puede considerarse como un conjunto de ecosistemas continentales afines por sus rasgos estructurales y funcionales, los cuales se diferencian por sus características vegetales (Walter, 1985; Hernández y Sánchez, 1992). Así mismo, pueden ocupar grandes extensiones y aparecen en los distintos continentes donde existen condiciones semejantes de clima y suelos (Carrizosa y Hernández, 1990 en SIB).

108

Dentro de este bioma se encuentran zonas influenciadas casi totalmente por el clima cálido árido (98% del bioma). Yace sobre geoformas de piedemonte coluvio-aluviales, planicies eólicas y fluvio-marinas y lomeríos estructurales. El 97% de su superficie está cubierto por herbazales, arbustales y zonas desnudas. Este Zonobioma corresponde a la subxerophytia isomegatérimca, al Bosque Espinoso de UNESCO y en parte al Bosque Muy Seco Tropical de Holdridge. La precipitación anual es inferior a 500 mm, el total de lluvia anual es inferior a la evapotranspiración, ese déficit de agua para las plantas dura la mayor parte del año; la temperatura atmosférica casi a diario supera los 30 °C, por lo cual la biotemperatura es menor a 24 °C.

La vegetación es fundamentalmente un bosque o matorral subxerofítico isomegatérmico, la mayoría de los suelos son del orden Aridisoles con fuerte influencia salino-sódica y a veces con horizontes de acumulación de carbonato cálcico.

## 1.12 Coberturas Vegetales

### 1.12.1.1.1 Arbustal Denso Esclerófilo

Este tipo de arbustal está caracterizado por presentar una vegetación esclerófila compuesta por arbustos achaparrados y por árboles pequeños, caracterizados por tener hojas duras y caducifolias, con cutícula gruesa y succulenta (por ejemplo, los cactus y las plantas espinosas). Comprende numerosas especies adaptadas a los climas áridos tales como el trupillo (*Prosopis juliflora* DC.), aromos (*Vachellia* spp.), palo brasil (*Haematoxylon brasiletto*), guamacho (*Pereskia colombiana*) y el dividivi (*Caesalpinia coriaria* (Jacq.) Willd.), entre otros. Esta cobertura puede contener partes de otras coberturas pero con área inferior al área mínima cartografiada de acuerdo con la escala de trabajo y que representen menos de 30% de la unidad, tales como cobertura de arbustales densos, cobertura de pastos, tierras desnudas y degradadas y zonas quemadas.

### 1.12.1.1.2 Arbustal Denso en Enclaves de Escorrentía

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos, los cuales forman un dosel irregular, el cual representa más de 70% del área total de la unidad. La

unidad puede contener elementos arbóreos dispersos. Esta formación vegetal no ha sido intervenida o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y sus características funcionales. En este caso en particular, están ubicados en áreas de escorrentía en los pliegues de las microcuencas que conforman la geoformas de lomerío, constituyéndose enclaves de vegetación en estas áreas que presentan condiciones ligeramente más húmedas que las áreas vecinas. Los elementos vegetales que lo conforman, son las mismas especies de los arbustales de áreas abiertas y más drenadas, tales como trupillo (*Prosopis juliflora* DC.), aromos (*Vachellia* spp.), palo brasil (*Haematoxylon brasiletto*), guamacho (*Pereskia colombiana*) y el dividivi (*Caesalpinia coriaria* (Jacq.) Willd.), junto con otras especies arbóreas típicas de los bosques secos, tales como ceiba barrigona (*Pseudobombax septenatum*), olivo (*Capparis odoratissima*), quebracho (*Astronium graveolens*).

#### 1.12.1.1.3 Caracterización de la Vegetación por Ecosistemas

Para facilitar el análisis de los ecosistemas del área de estudio, éstos se obtuvieron de la intersección bioma + cobertura; como el área es pequeña, la abarca un sólo bioma, y al interior hay sólo dos coberturas, por lo tanto, sólo hay dos ecosistemas

- Arbustal denso esclerófilo del Zonobioma del Desierto Tropical Santa Marta.
- Arbustal denso en enclaves de escorrentía del Zonobioma del Desierto Tropical de La Guajira y Santa Marta.
- Arbustal Denso Esclerófilo del Zonobioma del Desierto Tropical Santa Marta

Como se mencionó anteriormente, esta unidad está caracterizada por presentar una vegetación esclerófila compuesta por arbustos achaparrados y por árboles pequeños, caracterizados por tener hojas duras y caducifolias de especies tales como trupillo (*Prosopis juliflora* DC.), aromos (*Vachellia* spp.), palo brasil (*Haematoxylum brasiletto*), guamacho (*Pereskia colombiana*) y, de forma abundante, el cardón (*Stenocereus griseus*).

#### 1.12.1.1.4 Estado Sucesional y Potenciales Presiones en la Flora

El arbustal denso esclerófilo del Zonobioma del Desierto Tropical de La Guajira y Santa Marta evidencia alta intervención humana sobre las coberturas originales en áreas vecinas y zonas de influencia indirecta, donde se han remplazado áreas por zonas urbanas y de servicios. En el área específica de estudio, en las faldas del cerro Ziruma, las coberturas no reflejan una intervención severa, pero sí el efecto natural de las condiciones de sequía y estrés hídrico de las plantas propias de este ecosistema, para lo cual están dotadas de diferentes estrategias fisiológicas que les permite desarrollarse bajo las condiciones extremas imperantes. Bajo estas condiciones los procesos naturales de sucesión son más retardados y los individuos que alcanzan la madurez, no registran un gran desarrollo estructural, puesto que la mayor parte de la energía metabólica se gasta en contrarrestar las condiciones de estrés limitando su crecimiento.

#### 1.12.1.1.5 Composición Florística

En el muestreo realizado en la cobertura arbustal denso esclerófilo del Zonobioma del Desierto Tropical de La Guajira y Santa Marta se encontró que la composición florística está constituida principalmente por familias botánicas, que son muy recurrentes en bosque seco tropical, de acuerdo con la terminología de Holdridge, tales como Fabaceae, Capparaceae, Cactaceae y Burseraceae. Se registraron en las parcelas de esta cobertura individuos arbóreos de 10 especies y 4 familias. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se registra la composición florística de esta unidad.

110

**Tabla 36 Composición florística de la unidad arbustal denso esclerófilo del Zonobioma del Desierto Tropical de La Guajira y Santa Marta.**

Fuente: Geografía Urbana

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
Burseraceae Kunth.	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	Bija
Fabaceae Lindl	<i>Haematoxylum brasiletto</i> H. Karst.	Brasil
	<i>Vachellia farnesiana</i> (L.) Wight & Arn	Aromo
	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.)	Trupillo
	<i>Cercidium praecox</i>	Breo
	<i>Vachellia tortuosa</i> (L.) Seigler & Ebinger	Aromo gris
Cactaceae	<i>Pereskia colombiana</i> Britton & Rose	Guamacho
	<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.)	Cardón
Capparaceae Juss.	<i>Capparis linearis</i> Jacq.	Olivo macho
	<i>Capparis odoratissima</i> Jacq.	Olivo

### 1.13 Estructura Horizontal

#### 1.13.1.1 Densidad y Área Basal

La unidad arbustal denso esclerófilo del Zonobioma del Desierto Tropical de La Guajira y Santa Marta presenta una densidad alta (1.400 individuos/hectárea) que corresponde a estadios sucesionales secundarios pero también a maduros. Aparrados y cactáceas arbóreas como el cardón (*Stenocereus griseus*). El área basal total es de 24,22 m<sup>2</sup>/ha, el cual es medio-alto comparado con otros bosques naturales, lo cual indica mucho de su relativo estado de conservación y de su densidad a pesar de su apariencia rala y seca (Tabla 5).

#### 1.13.1.2 Abundancia Relativa

La especie con mayor abundancia relativa es el cardón (*Stenocereus griseus*) con 52,04%, seguido por el aromo (*Vachellia farnesiana*) con el 17,69%, el palo brasil (*Haematoxylum brasiletto*) con

13,27% y el guamacho (*Pereskia colombiana*) con 10,88%. Las demás especies tienen una representación inferior al 3%.

#### **1.13.1.3 Dominancia Relativa**

El cardón (*Stenocereus griseus*) presenta una amplia dominancia relativa (71,88%) sobre las otras especies, debido a su mayor aporte al área basal por la madurez y alta talla de sus árboles. Le siguen guamacho (*Pereskia colombiana*) con 13,75%, aramo (*Vachellia farnesiana*) con el 6,90% y palo brasil (*Haematoxylum brasiletto*) con 3,84%. Las especies restantes tienen dominancias relativas inferiores al 2%.

111

#### **1.13.1.4 Frecuencia Relativa**

Las especies más frecuentes fueron el cardón (*Stenocereus griseus*) con presencia en el 100% de las parcelas, seguida por el aramo (*Vachellia farnesiana*) en el 80%, el guamacho (*Pereskia colombiana*) en el 60% y el palo brasil (*Haematoxylum brasiletto*) en el 50%. Las demás especies fueron poco frecuentes, registrándose en menos del 30% de las parcelas.

#### **1.13.1.5 Histograma de Frecuencias**

En la Tabla 6 se registran los valores de frecuencia absoluta de las especies muestreadas, de acuerdo a su clase de frecuencia; se puede apreciar que las especies cardón (*Stenocereus griseus*) y aramo (*Vachellia farnesiana*) se pueden catalogar como muy frecuentes, el guamacho (*Pereskia colombiana*) como bastante frecuente, palo brasil (*Haematoxylum brasiletto*) como frecuente y bija (*Bursera graveolens*) como poco frecuentes. Las demás especies encontradas son muy poco frecuentes.

#### **1.13.1.6 Arbustal Denso en Enclaves de Escorrentía del Zonobioma del Desierto Tropical Santa Marta**

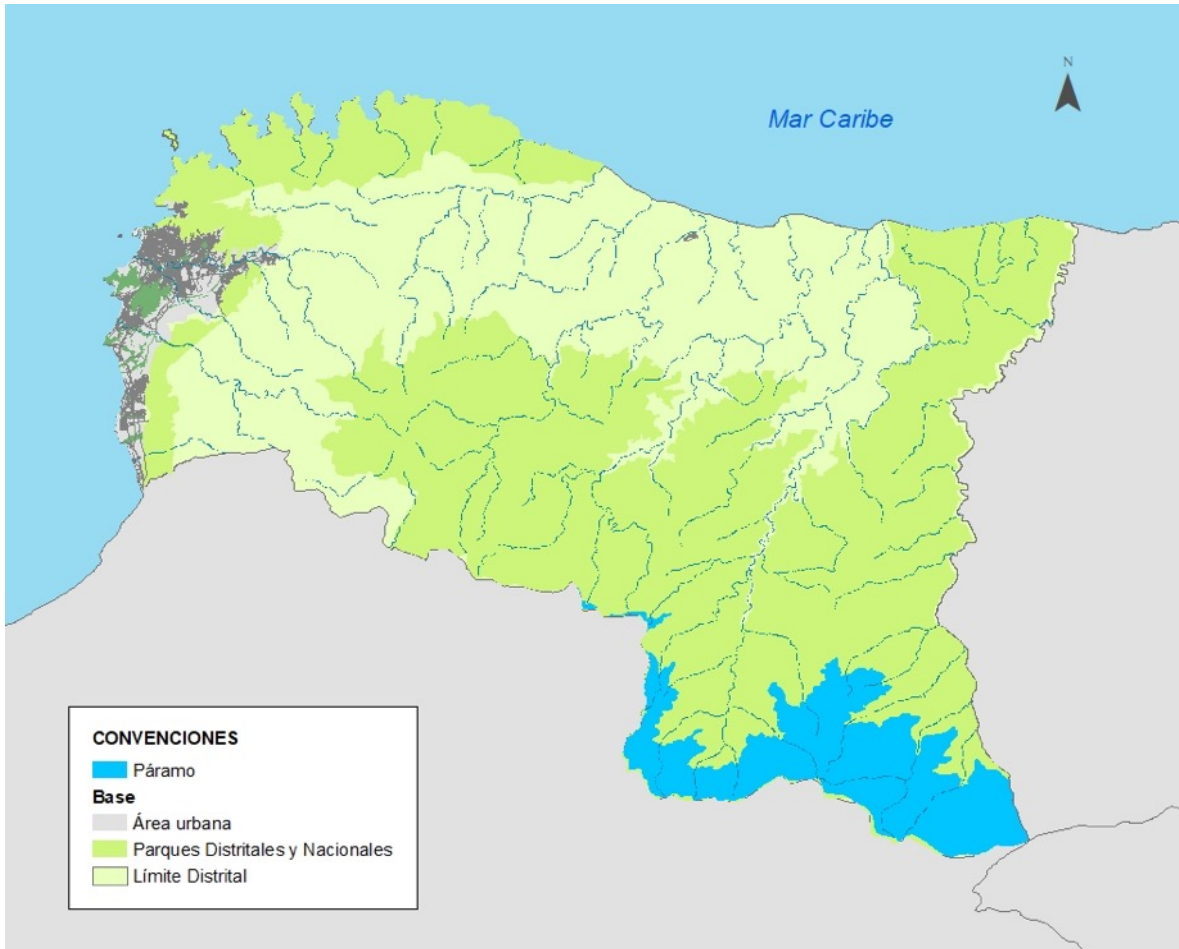
Cobertura constituida por vegetación arbustiva ubicada en las márgenes de cursos de agua permanente o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cuerpos de agua y los drenajes. En el área de estudio, la vegetación es de tipo xerófilo, con muchos de los elementos botánicos propios de las áreas vecinas en zonas de laderas y que conforman el arbustal denso esclerófilo, del cual ya se realizaron los análisis en el ítem anterior y cuyos principales representantes son el cardón (*Stenocereus griseus*), el aramo (*Vachellia farnesiana*) y palo brasil (*Haematoxylum brasiletto*). Además de estos elementos, por encontrarse en las áreas de escorrentía y por ende con condiciones de humedad menos estresantes que las áreas vecinas favorece la presencia de otros elementos vegetales, incluso arbóreos típicos del bosque seco tropical. Se encontraron especies tales como la ceiba barrigona (*Pseudobombax septenatum*) y algunas del género *Capparis*.



#### 1.13.1.7 Estado sucesional y potenciales presiones sobre la flora

El arbustal denso en enclaves de escorrentía del Zonobioma del Desierto Tropical de La Guajira y Santa Marta no evidencia intervención humana severa; las especies más próximas a los cursos de agua logran las mayores dimensiones debido al suministro de agua y nutrientes y al menor estrés. En el Cerro El Ziruma este tipo de cobertura se encuentra en relativo estado de protección en las zonas de mayores pendientes, pero en las zonas bajas y planas prácticamente han sido desplazadas.

#### 1.13.1.8 Páramos



**Gráfico 28 Páramos**

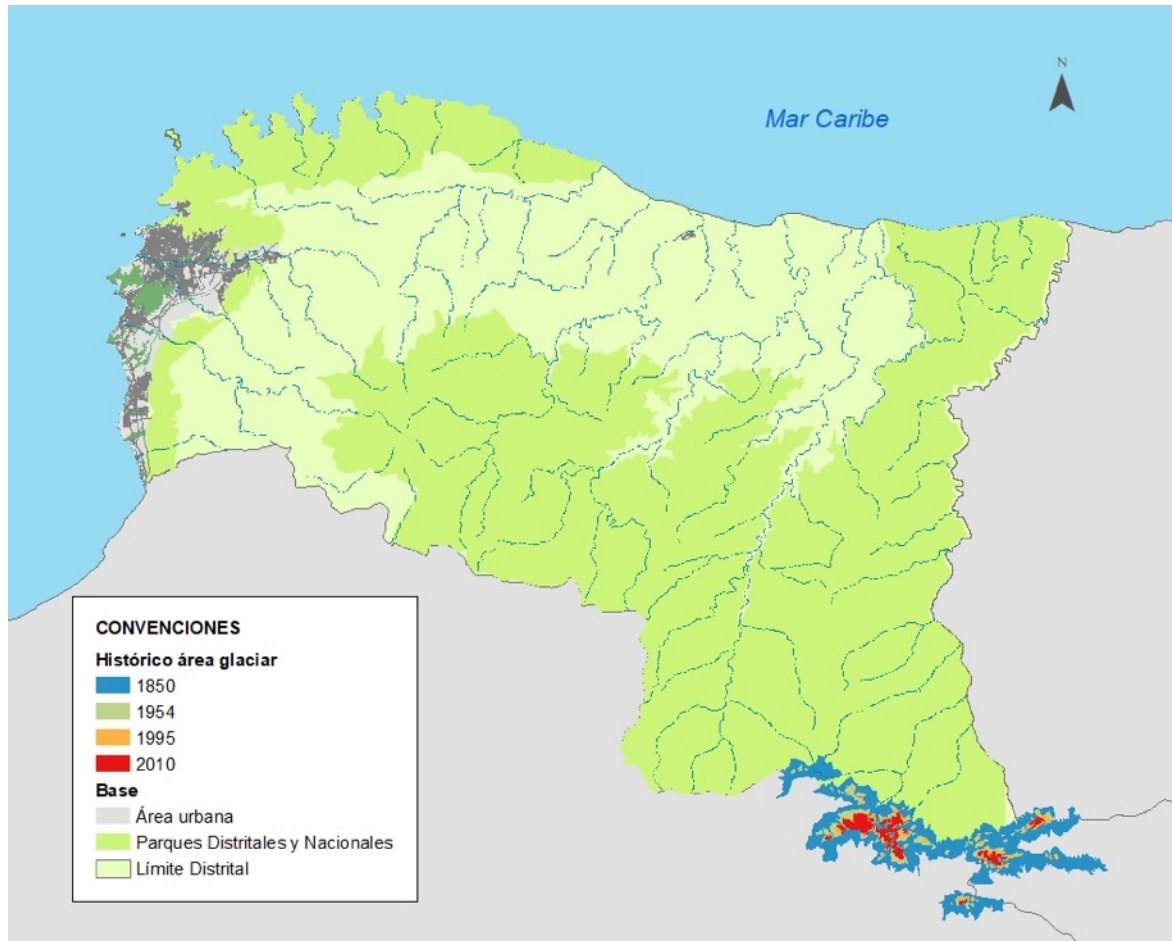
Fuente: Geografía Urbana con base en información suministrada por CORPAMAG.

Los páramos son ecosistemas intertropicales donde predomina la vegetación tipo matorral, y actúan como un sistema de mitigación y adaptación al cambio climático, ya que la concentración de materia orgánica en sus suelos permite almacenar carbono, además de liberar agua limpia y pura continuamente.



Las áreas de páramo que representan el 8,14% del área total de Santa Marta en su totalidad se encuentran localizadas en el PNNSNSM y son, al igual que las cuencas de orden cero, vitales para la regulación y abastecimiento del agua. Las acciones de conservación de estas áreas están a cargo de la Unidad Nacional de Parques Nacionales Naturales y el Resguardo Indígena Kogui-Malayo-Arahuaco.

#### 1.13.1.9 Nieve



**Gráfico 29 Histórico glaciar Sierra Nevada de Santa Marta**

*Fuente: Geografía Urbana con base en información suministrada por CORPAMAG.*

La Sierra actúa como un regulador del clima de la región Caribe, regula las temperaturas del mar y el clima en general siendo una gran muralla contra eventos climáticos como el deshielo.

El área nevada de la Sierra Nevada de Santa Marta se ha perdido de manera constante, cada vez el área cubierta de nieve disminuye, como lo muestran los datos, ya que entre 1850 y 1954 se redujo un 88%; entre 1954 y 1995 se redujo un 40% y en el periodo comprendido entre 1995 y 2010 se redujo en un 51%, lo que lleva que para el 2010 sólo existan 143.9 ha de este ecosistema. Esta

situación corrobora como las temperaturas en la zona han aumentado, y como la conservación de la Sierra se convierte en algo esencial para la vida y subsistencia del territorio.

**Tabla 37 Indicadores Ecosistemas para el abastecimiento y regulación del agua**

Fuente: Geografía Urbana

Componentes del ecosistema	Año	Área (m2)	Área (Ha)	INDICADOR DE ESTADO	
				Uso adecuado 2018 (Ha)	%
Nieve	1850	22.796.753	2.279,7		NA
	1954	4.913.393	491,3	NA	
	1995	2.929.887	293,0		
	2010	1.439.249	143,9	1.439.248,5	NA

## 1.14 Áreas de Interés Ancestral

En el proceso de ampliación y complementación de la Línea Negra, para el distrito de Santa Marta, se caracterizaron y adjuntaron (añadiendo espacios de otros trabajos de caracterización de las organizaciones indígenas) un total de 137 espacios sagrados.<sup>1</sup>

Aquí exponemos los espacios sagrados que se han ido definiendo en el proceso de ampliación y complementación de la Resolución 0837 de 1995, en el año 2014, desde cartografía y en un cuadro descriptivo.

### 1.14.1.1 Espacios Sagrados de la Línea Negra en el Distrito de Santa Marta

**Tabla 38 Espacios Sagrados De La Línea Negra En El Distrito De Santa Marta**

Fuente: Geografía Urbana

Nº	Nombre	Ubicación	Coordenada en X	Coordenada en Y	Fun_Cultur
1	Jate Mixtendwe Lwen:	cerro Mixtendue_ sin embargo su ubicación corresponde a todo el espacio del cerro.	1048185,002 92000000	1732885,6325 6000000	Mixtendue Lwen es un Njuakala o cerro principal que es a la vez nuju?. Entre las funciones Mixtendue Lwen es la prevención de las enfermedades y defensa de los problemas que llegan del mar y del extranjero_ especialmente en lo relacionado con la san
2	Jate Mitandu	es una laguna costera que se comunica con la desembocadura del río Palomino	1055204,829 25000000	1736888,9817 0000000	Jaba Mitandu es la madre protectora los animales cuadrúpedos_ específicamente los porcinos silvestres (jabalí_ zaino_ entre otros). Ac? se paga para la existencia de estas especies en el mundo material. Se conecta con el ezwama de Zalaka y y Juku

<sup>1</sup> OGT. “Etapas de caracterización...”, 2014.

Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

N°	Nombre	Ubicación	Coordenada en X	Coordenada en Y	Fun_Cultur
3	Jaba Kunkeka:	la cual se localiza en medio de la Playa de la Roca_ hacia el occidente la desembocadura del río Palomino	1054292,049 11000000	1737066,3559 2000000	Jaba Kankeka_ es el sitio donde se organiz? la olla de barro. Los mamos de los ewzamas de Zalaka y Noavaka_ en antigua no ten?an olla de barro. Ella era una mujer. Para traerla a sus ezuamas_ los mamos buscaron este espacio como el sitio para organi
4	Kasa Kungena:	hotel de caba?as_ llamada Playa Roca Eco-hotel. Corregimiento de Guachaca. Municipio Santa Marta. Cerro los Muchachitos.	1053544,592 00000000	1737194,2684 9000000	Este espacio fue organizado a nivel espiritual por Jate Sintana: es donde realiz? todos los trabajos espirituales para que actualmente los totumos podr?an servir de ayuda para adivinar en la consultar de zh?tukwa. Este espacio se le llam? desde a
5	Jaba Dunggu -izhu a	localizada en la v?a Troncal del Caribe_ Corregimiento Palomino. Cerro los Muchachitos.	1052822,880 25000000	1737313,3381 7000000	Es el espacio donde se organiz? el matrimonio de toda clase de palmas_ donde se rige su crecimiento en espiritual. Tambi?n aqu? es madre de los murci?lagos_ y es donde se realizan los trabajos espirituales para el desarrollo de todas las clases d
6	Jaba Mitanduet -   kuan	Corregimiento de Guachaca. Municipio Santa Marta. Cerro los Muchachitos.	1051930,608 99000000	1737128,9463 4000000	Jaba Mitanduet?kuan es la protectora del linaje de los apellidos Jandigua o Mitandue. Los mamos de este linaje hacen pago a aqu? en este espacio. Conexiones: Ezwama menor de Mashkainzhi_ cuenca alta del río San Miguel.
7	Jouk -i	Quebrada Camarones. Corregimiento de Guachaca. Municipio Santa Marta.. Cerro los Muchachitos.	1050431,153 41000000	1736830,0462 8000000	el pueblo originario de Jouk?_ donde se protege las partes costeras los ewzamas menores de Mungeka. En estos ewzuamas se hace regir la Ley de Origen_ para impartir las infracciones de los mamos. Este pueblo ha existido antes del amanecer y ha permaneci
8	Jaba Gubeyan	desembocadura de la Quebrada Los Achotes. Corregimiento de Guachaca. Municipio Santa Marta. Cerro los Muchachitos.	1050129,201 42000000	1736781,2002 9000000	Madre desde los principios que fundamenta en esp?ritu el matrimonio_ el bautizo y la entrega de poporo. Desde el comienzo los padres y madres espirituales se dejaron esta madre_ la laguna_ para hacer saneamiento espiritual antes de hacer los rituales d
9	Jate Maku:	Vereda los Achotes. Corregimiento de Guachaca. Municipio Santa Marta.	1049612,900 44000000	1736833,6065 2000000	Es un espacio de gobernanza de las autoridades espirituales llamada Mak?_ que en las comunidades representa a las autoridades tradicionales del pueblo Kogi.

Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

N°	Nombre	Ubicación	Coordenada en X	Coordenada en Y	Fun_Cultur
10	Jaba Shibuna Tukua:	ubicada cerca la desembocadura de una pequeña quebrada que baja de las falas del cerro Mixtendue	1044869,692 82000000	1736171,5508 0000000	Jaba Sebake es la madre que permite el desarrollo de todos los trabajos espirituales de los mamos_ es la que entrega el sewa en espiritual para que funcione en positivo. Conexiones: El espacio sagrado se conecta con el ezwama de Surivaka
11	Jaba Sebake	Quebrada Jorara . Vereda los Achotes. Corregimiento de Guachaca. Municipio Santa Marta.	1046756,272 39000000	1736457,3078 8000000	Jaba Shibuna Takua es la madre de todas la clase de frutas acidas como el limon y la naranja. Los mamos hacen sus pagos en este espacio sagrado_ que se encuentra dentro de la jurisdicción del Pueblo Originario Jouk?.
12	Jaba Aluesbezhu	Dist Santa Marta_ Corregimiento Guachaca_ Vereda Perico Aguado	1044714,778 96000000	1736234,2707 4000000	Es el espacio donde confluyen todas las energías para el buen fluir de las aguas del mundo. Como el movimiento del agua (ríos_ quebradas_ el mar_ entre otras) se asocia con el pensamiento y su nivel de conexión en alguna_ este espacio se paga para p
13	Jaba Zhangukea	desembocadura de la quebrada Perico Aguao.	1043029,818 92000000	1736627,8801 4000000	Zhangukea es el espacio para hacer trabajo espiritual de todas las enfermedades relacionadas a las dolencias y malestares. Se paga aquí para poder controlar los dolores de las enfermedades. Se conecta con el ezwama de Noavaka_ dentro de la jurisdicción
14	Jaba Mitunsama	desembocadura un brazo secundario o viejo (oriental) del Rio Don Diego	1042415,973 48000000	1736794,3194 2000000	?Antes de que existiera todo existió este sitio primero espiritual _ es aquí donde se paga para que se cuide ya que este es el origen. Madre de los insectos ponzoñosos_ para que piquen se paga aquí?. Todo el espacio de la desembocadura del rio es
15	Jaba Nakunsama:	desembocaduras del río Don Diego	1041638,042 96000000	1737033,0310 5000000	Desde S? se organizan los espacios donde se salvaguarda la sal. La laguna de Jaba Nakunsama_ es una Madre espiritual de la sal. Por esta razón en este espacio se hace pago para todo lo que se relacione con la sal. Este también es un manglar en
16	Jaba Alumainziash kaka:	Es la desembocadura principal (occidental) del río Don Diego	1040663,724 96000000	1736855,4332 0000000	Donde nace el río Don Diego se llama Jaba Lumanzhian_ donde reside espíritu positivo y Uluskaka es para espíritu negativo. Este sitio tiene conexión con Jate Mitandwe Lwen (cerro los Muchachitos ?el cual han cortado donde pasa la carretera)?

Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta POTSM  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

N°	Nombre	Ubicación	Coordenada en X	Coordenada en Y	Fun_Cultur
17	Jate Maku Zalaugui:	Zona Desembocadura Rio Don Diego	1038672,416 36000000	1736521,3381 0000000	Jate Maku Zalaugui es padre del poporo_ ya que desde el origen de S?_ se determin? salvaguardar la pr?ctica de utilizar el Sugi (poporo)_ por lo que es en este espacio que se debe pagar para el poporo del pueblo kogi. El espacio se conecta con el E
18	Na Tiba Alduamiku:	Zona desembocadura Rio Buritaca	1035706,780 21000000	1737202,1160 0000000	El origen de obtenci?n de las Tumas. Naniba Aluamiku es un personaje que se relaciona con la historia de la obtenci?n de cuarzos o shemana (en lengua) de los mamos en antiguamente. Todos los mamos de los grandes Ezwama de los kogi_ nueve_ bajaban a T
19	Jaba Siashkaka:	Zona desembocadura Rio Buritaca	1034371,055 32000000	1737372,5342 0000000	Jaba Siashkaka es la madre de los cuarzos para hacer trabajo de consulta espiritual en zh?tukwa. Igualmente es un espacio donde se paga para el fortalecimiento de todos los trabajos tradicionales asociados a las aseguranzas. Es un espacio de formaci?
20	Jaba Teyunashikaka - Jaba Mutainzhi:	Desembocadura Rio Buritaca	1033754,857 32000000	1737298,4750 6000000	Madre de las Tumas y de Zh?tukua. All? se paga por la utilizaci?n de tumas. y de piedras con funciones ancestrales. Est? relacionada con Teyuna el hijo de Teku. Teyuna era el arquitecto que elaboraba y dise?aba las murallas y las figuras de pie
21	Jaba Mizamaku:	Zona Desembocadura Rio Buritaca	1033342,241 75000000	1737180,7965 6000000	Este espacio sagrado fue donde se organiz? el matrimonio en espiritual. Alduamiku fue el padre desde los principios quien hizo este trabajo tradicional en el sitio sagrado Mizamaku. Se acompa?a por Jate Niute. Cuando a nosotros nos hacen la entrega d
22	Jaba Kuintameishi:	Zona Desembocadura Rio Buritaca	1032271,860 31000000	1736637,5995 9000000	Madre de los cuentas de colores_ de todo tipo de colores; el surgimiento_ el inicio. Los colores especialmente son el verde_ el negro_ el azul_ el amarillo y el rojo. Se conecta con el ezuama de Jukumezhi y encuentra en su Jurisdicci?n. Por esta raz?
23	Jaba Jeisei Kalte:	?Quebrada el Tigre?_ Zona Desembocadura Rio Buritaca	1030922,399 33000000	1736724,8736 1000000	Donde Nujuna hizo el c?digo donde dejo escrito el procedimiento ancestral de hacer mortuoria. Por eso hoy en d?a es que se hacen las mortuorias. Este espacio es donde Nujuna inicialmente lleg? para ense?arnos las estas pr?cticas y luego subi?

Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

N°	Nombre	Ubicación	Coordenada en X	Coordenada en Y	Fun_Cultur
24	Jaba Golkaka:	Zona Desembocadura Rio Guachaca	1029695,383 82000000	1737027,7723 6000000	Es donde se materializo la enfermedad de la diarrea. Jaba Golkaka es la madre de las enfermedades. Jate Alduawiku vino a ?comprar? la enfermedad en este espacio. En los principios nosotros los humanos_ no mor?amos_ sino que nos convert?amos en pi
25	Jate Nuiteku Shikaka:	Desembocadura Rio Guachaca	1028113,691 09000000	1737488,6503 6000000	Padre de todos los materiales como oro_ cuarzos_ tumas_ con los cuales se hacen trabajos de pago para toda funci?n ancestral. Por este sector entraron cuatro mamos a la Sierra: Shibulatawe_ Shengemaku_ Kulchamwe y Niwbo. Es por eso que 87 hoy en d
26	Jaba Nikumege:	Desembocadura Rio Guachaca	1027284,703 24000000	1737550,3827 3000000	Jaba Nikumege es madre del bautizo de los pueblos. Tiene relaci?n con las autoridades (Nikuma) a cargo de las comunidades del Pueblo Kogui. Ac? es donde se hace pago para la construcci?n de cualquier estructura dentro de las comunidades. Cuand
27	Due Niuelue:	Zona Desembocadura Rio Medihuaca	1025685,661 69000000	1738200,5967 7000000	Espacio sagrado donde se paga para para buenas cosechas de las actividades agr?colas o del campo. Tambi?n se paga para las lluvias. Se conecta con el ezwama de Sheizhua_ cuenca del r?o San Miguel.
28	Jaba Sawenshu	desembocadura del R?o Mendiguaca.	1024021,263 25000000	1738529,7051 7000000	Jaba Saw?nshu es la madre que se fund? para prevenir las enfermedades f?sicas y espirituales que aparecen en la actualidad o que no son desconocidas para los Kogi_ enfermedades externas. Los mamos hacen pago aqu? para pedir permiso para una
29	Jate Maktulueshik aka:	desembocadura del R?o Mendiguaca.	1023892,052 08000000	1738625,6829 8000000	Jate Maktulueshikaka es hijo de Yibunzhisha_ padre de los ?rboles de la parte baja y alta de la Sierra. Espacio sagrado donde se paga para evitar problemas familiares_ entre hermanos_ cu?ados_ padres_ entre otros. Ac? se hacen trabajos para que las
30	Jate Aluamiku Jube	Zona Desembocadura Rio Medihuaca	1022975,787 53000000	1739136,0138 9000000	Jate Aluamiku es el espacio donde se paga todos los elementos de las fiestas tradicionales. Donde se encuentra cuatro nujuakalas (cerros)_ lugar hecho hist?rico de Jate Aluwiku donde se organiza a nivel espiritual. Lugar de todos los alimentos que se co



Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

N°	Nombre	Ubicación	Coordenada en X	Coordenada en Y	Fun_Cultur
31	Jate Kwalakshungwi:	Zona Desembocadura Rio Medihuaca. Hotel Mendihuaca.	1022730,483 16000000	1739188,6794 9000000	Espacio sagrado de Jate Kwalakshungwi es donde nos dejaron a los Kogi el manejo de los alimentos para el Kualama (fiesta tradicional). Padre de alimentos del Kualama. Se conecta con los ezwama de Nuevaka y Zhalzivita
32	Jaba Sheibake Tukua:	Zona Desembocadura Rio Mendihuaca.	1022139,814 76000000	1739459,0655 8000000	Espacio sagrado donde se encuentra el conocimiento de Jaba Nabuba. Aqu? se paga para las confesiones de las personas con los mamos_ los cuales trabajan o estudian en la parte occidental_ para tener un equilibrio entre el conocimiento 91 interno (Ley de
33	Due Kadlabuku:	Zona Desembocadura Rio Mendihuaca.	1021771,931 67000000	1739685,0821 1000000	Es el espacio sagrado de Due Kadlabuku_ padre del viento y protector en la parte baja de la Sierra Nevada de Santa Marta_ el cual dejo el padre Sherankua para protegerla a nivel espiritual. Los mamos hacen trabajo para controlar la fuerza de los vientos_
34	Jate Jaksakuala:	Zona Desembocadura Rio Medihuaca	1021609,245 44000000	1739934,1311 8000000	Espacio sagrado donde se paga para los materiales de la mortuoria. Igual tambi?n en este espacio se encuentran materiales para el trabajo tradicional de la mortuoria_ como Niushuakala_ que es una peque?a piedra de mar. Se conecta con el espacio sagra
35	Jaba Mameishi:	Playa los Cocos. Quebrada el Platano.	1021469,952 20000000	1740061,1648 9000000	Jaba Mameishi es donde se origin? el fuego ya que el fuego se utiliza para muchas funciones en el hogar de los kogi_ sin fuego no existiera hogar_ por eso los mamos hacen pago en este espacio sagrado. Se conecta con el ezwama de Noavaka y con el e
36	Gizhiuza:	Playa los cocos. Zona Mendihuaca	1021337,389 87000000	1740219,3789 1000000	Espacio sagrado donde se pagan para los peces tanto de r?o como de mar. Conexi?n con el ezwama menor de Seishuam_ cuenca alta del r?o San Miguel
37	Jate Utakindua:	Zona desembocadura Rio Piedras	1020480,151 94000000	1740883,9507 2000000	Espacio sagrado donde se organizan los rayos del mar. Jate Utakindua es el comisario o autoridad encargado de controlar y manejar los rayos. tiene el poder de los rayos asociados al mar_ y especialmente los rayos verdes_ llamados Kuish Banguitashi. En un

Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

N°	Nombre	Ubicación	Coordenada en X	Coordenada en Y	Fun_Cultur
38	Jaba Kubala	Desembocadura Rio Piedras.	1020166,202 65000000	1741085,0671 0000000	Madre para calibrar_ para medir_ para todo lo que implique trabajo manual_ tejer_ arar tierra_ entre otras. Jaba Kubala es la madre espiritual que fundamenta hacer evaluaciones_ corregir y ajustar para que todo se mantenga dentro de un orden. Se conecta
39	Jaba Kuan	playas de Castillete_ Parque Tayrona	1018362,785 84000000	1741623,9837 1000000	Madre espiritual de todas las aves de las partes bajas de la Sierra_ pero especialmente con la guacamaya. Se conecta con todos los ezwamas.
40	Jaba Kaldzikukui:		1017404,140 39000000	1742029,3311 8000000	Este es un lugar_ donde hay pantanos y manglares en la L?nea Negra. Son Kaguba: lo cual quiere decir_ ?nicas plantas en un lugar espec?fico_ un lugar donde se origin? vida_ bien sea de las plantas_ los alimentos o las lagunas primero en esp?rit
41	Maktugui y Wakamayia:	Playa Castilletes Parque Tayrona	1017239,237 01000000	1742264,2022 9000000	Espacio sagrado para trabajos tradicionales para aquellas personas que cometen errores dentro de la comunidad. Tambi?n se paga para aquellas personas que hablan mal de los dem?s. Se conecta con todos los ezwamas mayores
42	Jaba Nabuba:	Playa Castilletes Parque Tayrona	1016757,644 50000000	1742299,0470 4000000	Desde un principio Nabub? se sentaba ac? con Mama Zulumama. Nabub? sal?a desde Cartagena y otras partes_ recorr?a y llegaba a este lugar_ donde se confesaba con el Mamo para dejar aqu? todo lo que hab?a recogido en otras partes para as? p
43	Mameshkaka :	Playa Castilletes Parque Tayrona	1016584,410 50000000	1742271,9503 1000000	Desde un principio personajes como Siukukui_ Seyankua_ Mulkueke_ Alduawiku_ Sintana_ Jaba Se y tambi?n aquellos como los truenos se reun?an ac? para dialogar y llegar a acuerdos sobre c?mo se est? cumpliendo el manejo en el territorio de la Sie
44	Jaba Aluna Nuaneshkaka Ōçō Ĥæimakeium an:	Playa Castilletes Parque Tayrona	1016344,514 58000000	1742298,8326 9000000	Este es un lugar muy sagrado_ porque es el coraz?n de Jaba Nuaneshkaka. Madre espiritual del mar_ de toda clase de animales_ de todos los materiales del mar_ de los peces_ donde se hace bautizo ceremonial para el fortalecimiento del mar. Ac? se encue
45	Jaba Uldunnaku (Teluama):	Ecohabs Parque Tayrona	1015611,380 38000000	1742629,2912 6000000	Jaba Uldunnaku es el espacio fue donde en el principio la Madre Uldunnaku empez? a fabricar la olla de barro de diferentes clases. Despu?s de elaborar la olla de barro_ para la terminaci?n del trabajo espiritual va al lado_ al pozo a ba?arse mate

Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

N°	Nombre	Ubicación	Coordenada en X	Coordenada en Y	Fun_Cultur
46	Ulueyllaka:	Playa la Piscina. Parque Tayrona	1015644,634 03000000	1742757,5869 6000000	En todo este lugar se encuentran todas las madres y padres que fueron positivos. Ullellaka est? conectado con el padre de los truenos_ tambi?n con Mama Teik?. Padre Ulleizhaka y Madre Ulleillaka son los padres del oro. Tambi?n era un lugar donde
47	Kamankaku:	Zona Ecohabs. Parque Tayrona	1015384,795 14000000	1742696,6966 2000000	Kamankak?: En este lugar vive la madre Kamankak?. Hay una laguna cerca de este lugar que conecta con este espacio. En un principio no hab?a personas_ solo esp?ritu. Entonces_ para la formaci?n del cuerpo y los huesos y para que nosotros tengamo
48	Mounsazhikasa:	Zona Ecohabs. Parque Tayrona	1015218,193 32000000	1742737,1259 6000000	Mounsazhikasa: Pie de Mouns?. Mounz? era una persona que mandaba rel?mpagos o truenos que da?aban a la gente_ que se llevaban a las personas y las tra?a hasta ac?. En un momento el se?or Dugunawi supo de la historia de Mounz?_ bajo y lleg
49	Taxbikaka:	Zona Ecohabs. Parque Tayrona	1015184,876 87000000	1742737,1100 8000000	Taxbikaka: es la boca de culebra_ donde est? Jaba Munz?_ la Madre de la culebra. Las culebras tienen como principio subir y atacar la parte alta_ entonces los Mamas hacen un trabajo espiritual para controlar aqu? para que estas no suban. Al pisar o
50	Nujuakalaka:	Zona Ecohabs. Parque Tayrona	1015144,897 12000000	1742737,0910 7000000	Nuju?kala kasa: Este lugar es un pie de toda la Sierra. Este tiene su cabo (roca larga)_ que es una autoridad. La funci?n de este sitio es sostener la tierra y mantener bien el mar_ para que este y para que aquellas enfermedades que vienen de otros l
51	Nuaneizhaka:	Despues de Punta en zona ecohabs	1014944,966 77000000	1742804,5122 0000000	Punta rocosa en espacio de playa despu?s de los ecohabs. Nuaneizhaka: Ac? viv?a el se?or padre Nu?nase_ quien era una autoridad que se representaba as? mismo como Mamo_ cabo u otra autoridad. Por hacer otros trabajos y ejercer cargos que no l
52	Mokuiaka:	Playa cerca a Ca?averal. Parque Tayrona	1014651,711 28000000	1742959,6616 6000000	Mokuiaka: Cuando la rana era una persona molestaba mucho a los Mamos y a los jefes. La Autoridad Mulkueke le llam? la atenci?n a estas ranas para que no subieran a la parte de alta_ por eso las bajaron hasta ac?_ para que ?ste est? pendiente de

Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

N°	Nombre	Ubicación	Coordenada en X	Coordenada en Y	Fun_Cultur
53	Majtugui:	Playa cerca a Ca?averal. Parque Tayrona	1014291,856 84000000	1743047,2684 1000000	Majtugui: Es el due?o de todos los seres acu?ticos. En un principio estos seres eran personas que hac?an da?os; dentro del mar se peleaban mucho. El se?or Majtugui fue quien organiz? para que no se siguieran haciendo da?o entre ellos_ por e
54	Jaba Takshuma:	Playa Arrecifes. Parque Tayrona	1013712,022 84000000	1743357,5848 1000000	Madre Takshuma: este lugar es una Madre vieja que al contar con arroyos permite el nacimiento de las plantas_ las palmas_ las monta?as verdes. Si no hubiese esta agua_ todo se secar?a_ por eso la madre creo esos arroyos_ para que todo este territorio
55	Dugunawi:	Playa Arrecifes. Parque Tayrona	1013558,695 54000000	1743533,0593 9000000	Dugunawi: el se?or Dugunawi en un principio estaba en el Ezwama_ en un momento baj? de all? y se puso las plumas_ la ropa de los p?jaros. En el principio ?l bajaba desde la parte alta hasta este lugar y se ba?aba ac? en las quebradas o arro
56	Kaldaboku:	Playa zona Arrecifes. Parque Tayrona	1013372,080 01000000	1743647,7568 1000000	Kaldaboku: piedras largas son su banquito (foto). Este cabo vigilaba todas las personas que estaban ac?_ para que no se hiciera da?o. Lo que hoy en d?a es toda la zona de piedras_ eran en un principio personas que a su vez tambi?n eran cabos que
57	Zuldziwe:	Sector Arrecifes. Parque Tayrona	1013352,073 75000000	1743688,2577 0000000	Zuldziwe: Este sitio es la casa de Zuldziwe; quiere decir: el mar. Jate Mulduneka_ padre del Mar deja aqu? a su hija Zuldziwe_ para que el mar quedara hasta este punto. Este sitio es como una puerta de ella_ para que el mar no suba. Actualmente al pasa
58	Jaba Nishgueka y Jate  -æimák  -  :	Sector Arrecifes. Parque Tayrona	1013332,047 76000000	1743776,0194 1000000	Jaba Nishgueka y Jate ?imak?: Madre y Padre del agua. Este lugar es la casa de estos padres del agua_ un lugar para trabajar para que las aguas est?n funcionando todo el tiempo y para que haya pantano. Por haber el agua_ nace el pantano_ las laguna
59	Jate Kungui:	Sector Arrecifes. "La Piscina" Parque Tayrona	1013153,362 66000000	1743950,2228 0000000	Sitio de los pescadores_ donde antes recog?an pescado_ hoy se hace pago para pescadores para que no se acaben los peces_ para que haya abundancia de peces_ por el uso de peces. Donde habitaba el personaje Mama Kungui que pesacaba. Y est? relacio

Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

N°	Nombre	Ubicación	Coordenada en X	Coordenada en Y	Fun_Cultur
60	Jate -æimaku	Sector Arrecifes. "La Piscina" Parque Tayrona	1013025,463 79000000	1743978,4389 8000000	Jaba Nishgueka y Jate ?imak?: Madre y Padre del agua. Este lugar es la casa de estos padres del agua_ un lugar para trabajar para que las aguas est?n funcionando todo el tiempo y para que haya pantano. Por haber el agua_ nace el pantano_ las laguna
61	Shashalda Geka:	Sector Cabo de San Juan. Parque Tayrona	1012425,586 03000000	1744504,8199 4000000	Shashalda geka (tierra donde se est? viviendo)_ donde vivi? el personaje Zongula_ padre del trueno que fue negativo. Es importante mencionar que para nosotros los ind?genas de la Sierra Nevada_ el trueno es el arma espiritual. Se cuenta que hab?a
62	Mutateizha ka ÔÇô Teluama:	Sector Cabo de San Juan. Parque Tayrona	1012378,866 88000000	1744707,3481 7000000	Mutateizhaka (del Cabo de San Juan y pen?nsulas que salen); Cerro Ch?ndua (alfrente): Este sitio es muy importante_ porque desde un principio el padre Teyuna dej? un cabo que se encarga de vigilar el mar para que ?ste mismo y las enfermedades no
63	Nikuma (Pueblito - Teyku):	Pueblito. Parque Tayrona	1010679,883 14000000	1743301,2210 8000000	?ik?ma (Kogi); Desde un principio Padre Tayrona ten?a cuatro hijos: Kogi_ Arhuaco_ Kankuamo y Wiwa_ a quienes cre? para hacer un pueblo. Empez? a hacer casas_ un Nuju? aqu?_ no s?lo para las personas de los cuatro pueblos sino para las di
64	Terugama:	Pueblito. Parque Tayrona	1010884,744 18000000	1743341,4476 8000000	Para el pago del origen de todo elemento de Teyuna en el Territorio Ancestral_ y los bailes. Corresponde a Terugama del Sitio 25 "Pueblito" de la Resolucion LN.
65	Teugamun:	Pueblito. Parque Tayrona	1010521,638 14000000	1743396,5282 1000000	Para pagos desde el origen. Corresponde a "Teugamun" del Sitio 25 "Pueblito" de la Resolucion LN.
66	Teilluna:	Pueblito. Parque Tayrona	1010855,124 61000000	1743027,4497 5000000	Una piedra c?digo del origen de Teyuna. Corresponde a "Teilluna" del Sitio 25 "Pueblito" de la Resolucion LN.
67	Jibakseishi:	Sector Cabo de San Juan. Parque Tayrona	1012193,504 87000000	1744757,2361 2000000	Jaba Gikbaseishi es un espacio de encuentro y consulta de los mamos para arreglar todo tipo de problemas. Este espacio sagrado_ Jaba Gikbaseishi_ dentro de la historia_ es donde los mamos y grandes l?deres originarios de los Kogi_ ven?an a realizar p

Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta POTSM  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

N°	Nombre	Ubicación	Coordenada en X	Coordenada en Y	Fun_Cultur
68	Jaba Senaneishi:	Sector Cabo de San Juan. Parque Tayrona	1012035,270 36000000	1744829,1941 1000000	Espacio donde se encuentran los mamos artesanos_ especialistas en la elaboraci?n de ollas de barro. En antigua en este espacio se llegaba a aprender todas las pr?cticas artesanales para elaboraci?n de olla de barro. Igualmente Jaba Senaneishi conti
69	Jaba Niwankangeka:	Sector Playa Boca de Saco. Parque Tayrona	1011640,050 14000000	1744887,8727 9000000	Jaba Niwankanguka es la madre de las conexiones sobre el territorio. Desde este espacio se paga para el buen fluir de las energ?as que hacen del territorio ancestral un espacio vivo. Jaba Niwankanguka se conecta con el Ezwama de Nuavaka.
70	Jate Wakawazhi:	Sector Playa Boca de Saco. Parque Tayrona	1011124,880 04000000	1745240,3512 9000000	Wakawazi es la autoridad que ejerce control espiritual sobre todos las especies del agua para que no se presente desorden entre los l?mites de los r?os y el mar con la Sierra. Parte de la historia del espacio relata que Jaba Monsa comienza a matar ge
71	Nuldanbagaka y Nuxldaldue:	Sector Playa Brava. Parque Tayrona	1009548,268 94000000	1745573,5242 4000000	Sitio Nuldanbagaka (plaza)_ Nuxldaldue (cerro) (Kogi)_ Triyina Gapao (Arhuaco) y Shedunama (plaza)_ Dunurua (cerro) (Wiwa): Por este lugar corren dos arroyos; pero encontramos que se est?n muriendo_ porque el hermano menor ha profanado piezas de agua.
72	Mulzhigaba:	Sector Playa Brava. Parque Tayrona	1009352,501 94000000	1745896,9604 1000000	Muldigaba en koggian quiere decir: palabra_ las palabras que hoy en d?a hablamos. Desde un principio nuestros padres Siukukui_ Matuna_ Kulchavitaboya_ bajaron de la parte alta a hacer todo el trabajo o a terminar su trabajo ac?. Por esta raz?n escu
73	Jaba Someizhi:	Playa Cinto. Parque Tayrona	1002904,049 63000000	1744671,1181 9000000	Jaba Someizhi hace parte de la historia de relacionamiento m?tico con dos personajes: Due Nugi y Jaba Soma_ los cuales cuando se organizan los Ezwamas en las partes altas_ estos personajes fueron bajados_ ya que representan lo negativo. Estos personaje
74	Seibakegena:	Playa Cristal. Neguanje. Parque Tayrona.	1000042,884 98000000	1744562,8844 9000000	es un cementerio_ el espacio del Nujw? de Due Katshibaka (siguiente espacio caracterizado)_ el sitio de trabajos y consultas con los mamos de los Ezwamas. Aqu?_ se hace pago para el mantenimiento espiritual de los Nujw?. Dentro del relato his



Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

N°	Nombre	Ubicación	Coordenada en X	Coordenada en Y	Fun_Cultur
75	Due Katshibaka	Playa Neguanje. Parque Tayrona.	999854,7690 1100000	1743196,6101 6000000	Due Katshibaka es un extranjero de España o Inglaterra_ un l?der no ind?gena_ el cual fue tra?do por Jaba Nabub? para solucionar entre los mamos de los Ezwamas principales una serie de problemas a manera de entrometerse y aventajarse de los Kog
76	Jaba Gualunke	Sector Playa Neguanje. Parque Tayrona	998962,9091 4000000	1743442,3272 6000000	Jaba Gualunque es el reloj espiritual_ en donde se paga por el sol para su equilibrio y funcionamiento. Indica los ciclos naturales regidos por el sol. El espacio sagrado ?sta conectado con todos los Ezwamas principales (Pagina 24 Jaba y Jate).
77	Jakungena:	Playa siete Olas. Sector Neguanje. Parque Tayrona.	997583,6403 8400000	1743738,9590 6000000	Espacio de escritura de la historia de los principios de los Kogi. En este espacio se encuentra la finca de Jaba Naboba_ y es donde mantuvo relaciones con Due Katshibaka (en siete ocasiones). Es un espacio de conocimiento. El espacio sagrado ?sta conec
78	Mama Julakungwi:	Gairaca. Parque Tayrona.	996630,7716 7800000	1743432,6258 0000000	KOGUI: Desde este sitio Mama Jul?kungui pagaba para la funci?n de consultar con kashibintukua_ o con el cuerpo. As? mismo como el territorio ancestral es como un cuerpo_ Mama Jul?kungui pagaba desde aqu? a los limites del territorio que corresp
79	Jaba Nakuzhimake :	Primera Laguna. Bahía Chenque. Parque Tayrona	994059,2402 4600000	1743351,2238 4000000	Jaba Nakuzhimake espiritualmente es la madre de la sal_ en esta laguna antiguamente se recog?a la sal para consumo en la Sierra. Se hace pago para la utilizaci?n de la sal y para que esta no se acabe. La sal vale mucho y que la sal de ac? es m
80	Jaba Nak    make:	Playa Principal. Bahía Chenque. Parque Tayrona	993748,1324 8800000	1743137,1058 1000000	Aqu? es el origen de la sal negra. Los Kuibi utilizaban la sal negra para aprender el conocimiento de la ley de origen para los Kwibi. Jate Shezhak?_ un cerro peque?o aqu? es padre de la sal de cerro_ sal negra. Aqu? se realizan los pagos
81	Mamu Naguru:	Departamento de Magdalena_ distrito de Santa Marta_ corregimiento de Bonda en Gairaka_ bah?a Chengue_ es posible entrar por lancha.	993472,2677 2200000	1743380,2964 7000000	Este espacio es para la recolecci?n de materiales y pagos. Lugar donde se hacen los pagos a la sal que se consume en algunas actividades como el matrimonio_ bautizo_ eysa.

Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta POTSM  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

126

N°	Nombre	Ubicación	Coordenada en X	Coordenada en Y	Fun_Cultur
82	Jaba Nashineuma n:	Bahia Concha. Parque Tayrona.	991964,9626 3500000	1741023,2166 7000000	Jaba Nashineuman es la madre de la sangre_ de las enfermedades de la sangre. Tambi?n madre de los colores_ para curar las flores_ es decir para que se desarrollen bien. Se conecta con los ezwamas principales (Revista Jaba y Jate). Jaba Kalawia es la e
83	Jate Kalakshe y Jaba Kalawia:	Bahia Concha. Parque Tayrona.	991696,9631 6800000	1741020,8681 5000000	La monta?a es el Nujw? de Kalakche_ parte espiritual que se organiza el orden de los bosques en la parte costera. A nivel cultural_ es un espacio de historia y conocimiento de los padres de los origenes del pueblo Kogi_ Alduambiku quien es el yerno d
84	Æiulalue:	Isla Aguja. Sector Taganga.	987405,3932 3200000	1743106,9902 6000000	: Jaba Zazhiumun o ?iulalue se refiere al espacio que organiz? el Padre de Aluna_ Sezkankua cuando estaba ordenando los espacios del territorio ancestral y el mar. Hasta aqu? delimit? Sezkankua que deber?a llegar el mar_ y baj? hasta ac?_ d
85	Jalkbashe  iz hi o Makungueka	Punta Granates. Sector Taganga	987157,7058 6100000	1741771,4759 4000000	Es un sitio conectado con los padres Jate Skalabakeka y Jaba Skabaldeizhi_ y en general con todos los morritos y cuevas desde Taganga al Rodadero. Aqu? los Mamos vienen a pagar todos los animales que pican. Cuando en la Sierra se dan picaduras que pued
86	Jate Skaldabajeka - Jaba Skabaldeinshi	Bahia Granates. Sector Taganga	987302,8624 4400000	1740741,7566 9000000	Jaba Skabaleinshi es la madre de todos los animales que pican como el escorpi?n y la serpiente adem?s de todos los animales que tengan aguij?n. Jate Skaldabajeka es el padre de todas las cosas o implementos con aguja_ incluyendo los elementos para
87	Due Matto Gw  i:	Bahia Granates. Sector Taganga	987071,2558 6000000	1740344,8418 0000000	Padre jefe del pescado_ encargado de velar_ prevenir_ cuidar y conservar toda clase de pescado. Este sitio es para reparar las faltas y aprender de los errores_ al reparar se adquiere conocimiento
88	Kwalama chi j  gukwi	Bahia Granates. Sector Taganga	986460,0219 2500000	1739067,4685 1000000	Autoridad para vigilar los alimentos
89	Jate Kwalashungw i:	Bahia Granates. Sector Taganga	986066,4112 8200000	1738786,7733 1000000	Jefe de la comida y los alimentos_ se paga por para general abundancia de las comidas y cosechas.
90	Kwalatashi:	Bahia Granates. Sector Taganga	985920,1554 8900000	1738545,7023 3000000	Sitio para comida_ se paga por toda clase de comidas que a diario se consume. Especialmente se hace referencia a lo verde en las las cosechas_ para que crezcan bien.

Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

N°	Nombre	Ubicación	Coordenada en X	Coordenada en Y	Fun_Cultur
91	Jate Gog  i kaka:	Bahia Granates. Sector Taganga.	986140,5555 7200000	1738188,3006 0000000	Jefe de los monos_ Para hacer pago a los animales cuadr?pedos_ y tambi?n para las lluvias_ y para la protecci?n de los animales silvestres
92	Jaba Kuintameizhi ÔÇô Shinshikaka:	Playa Grande. Sector Taganga.	986478,4667 3300000	1738131,8427 6000000	Es la Madre de los collares de piedras verdes y negras. Ac? encontramos materiales parecidas a tumas_ que son conchas delgadas y largas. Adem?s hay conchas marr?n con negro y Erizos. Asi como los rodadores comen semillas peque?as como collar de
93	S  ® Jaba o Sebake Jaba	Playa Grande. Sector Taganga.	986711,8869 7100000	1738208,2998 6000000	Sitio Madre para sanearse cuando hay un estado de maduraci?n posterior al florecimiento_ etapa de cuando se empieza a reducir las fuerzas y va quedando solo tronchos como ?rboles viejos_ as? como le pasa a los humanos_ aqu? se recogen sus pensam
94	Sebake Jugukw  ima ke:	Playa Grande. Sector Taganga.	986997,0195 6600000	1737996,9660 2000000	KOGUI: Sitio donde se vigila espiritualmente el ?rea para que no hayan ataques de los negativos_ es una autoridad. ARHUACO: Este sitio es usado para recolectar materiales para rituales correspondientes a la mortuoria (rituales f?nebres). De igual
95	Munu  ®	Playa Genewaka. Sector Taganga.	987125,2124 6700000	1737889,1155 9000000	Donde est? el padre de los monos (aulladores). El mono ancestralmente_ trabajaba como mamo. Hoy dia cuando los mamos escuchan a los monos cantar_ es se?al de lluvia_ o a lo contrario_ que va a comenzar el verano. Por esta raz?n_ ancestralmente el m
96	Yuga Yiwurungue:	Departamento de Magdalena_ distrito de Santa Marta_ corregimiento de Taganga_ se llega en lancha o por sendero.	987214,8586 7700000	1737914,6763 6000000	ARHUACO: Espacio de pagos para dialogo y cumplimiento para el control de las enfermedades. Desde este punto se impide que las enfermedades de otros lados entren. Mamus Tanganga_ Gaira_ Macinga y Bonda viv?an en permanente pago en este espacio
97	Mulkwabake:	Bahia Taganga.	987469,9832 2900000	1737891,1685 4000000	Sitio donde termina el pensamiento puro de los animales_ de toda esta jurisdicci?n ven?an a concentrarse all? en pensamientos puros_ por eso los elementos que se encuentran all? en el mar son puros y tienen fuerza para la ense?anza_ para las co

Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

N°	Nombre	Ubicación	Coordenada en X	Coordenada en Y	Fun_Cultur
98	Julaken:	Pueblo de Taganga.	987698,4821 0600000	1737710,7984 6000000	Donde antes se recogían las tumas que dan las direcciones en las consultas tradicionales a través de zj?tukwa_ aquí se recogían esas tumas y se llevaban a los ezwama_ sitio legalizado para las cuatro etnias para recoger materiales para gobernar
99	Nujue chi Mulkueke	Bahia de Taganga.	987418,3944 4800000	1737329,3775 2000000	Donde está el nuju? de Mulkueke. Es un padre principal y autoridad mayor en la historia del pueblo Kogui_ quien desde este sitio hace cumplir la ley de origen_ en el mundo material y espiritual. dentro del territorio ancestral. . Es un espacio de gob
100	Manawi:	Bahia de Taganga.	987049,7263 3000000	1737075,0934 7000000	Es espacio sagrado para trabajos de Nikuma. Manawi era el cabo de Mulkueke_ una persona que manejaba el conocimiento de los mamos para garantizar su cumplimiento en la Ley de Origen. Su función era impartir los ordenes de Mulkueke. Aquí se confie
101	Jate Takshikukwe y Jaba Nukuataba:	Bahia de Taganga.	986763,5275 0900000	1737097,2903 9000000	Jate Takshikukwe y Jate Nukuataba fueron Kuibis entrenados en Makotama por los mamos_ para aprender el conocimiento de amarrar y capturar a al padre espiritual Alduamiko_ quien estaba subiendo para hacer daños en la Sierra. Para eso aprendieron a tirar
102	Mukwatala - Tashikukwi:	Bahia de Taganga.	986042,6347 2900000	1736878,9294 3000000	Es el sitio para hacerle trabajo al ganado. Padre del ganado para prevenir y curar enfermedades del ganado. Incluye al espacio de Tashikukwi después de Mukwatala_ cerrito que es el nuju? de bailes en espiritual
103	Jaba Nekun	Puerto. Santa Marta	984990,5080 9700000	1736493,9045 2000000	Es el principio del manejo del agua y las lluvias_ para que puedan crecer bien los cultivos_ los bosques_ los animales y las personas. Es espacio de la Sal. Controla los vientos_ el mar_ y el régimen hídrico de las lluvias el clima desde el mar hasta
104	Utakwindua:	Puerto. Santa Marta	984439,1761 3900000	1736347,9601 9000000	Padre del Ganado y de los mamíferos cuadrúpedos en general
105	Sangramena:	Puerto. Santa Marta	984146,8864 3800000	1736093,2618 7000000	Sangramena era un personaje quien luchó por apoderarse de la tierra_ los sitios sagrados y el territorio ancestral. Dejé un conocimiento para el cuidado de ellos y también si humanamente se cometen errores se dejó un orden para curarse.

Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

N°	Nombre	Ubicación	Coordenada en X	Coordenada en Y	Fun_Cultur
106	Shibaldigeka:	El Morro. Bahia Santa Marta.	983387,7572 7000000	1735952,5278 3000000	Es el lugar de encarcelamiento y pago para aquellas personas quienes cometan faltas tanto en espiritual como en el mundo material. Aqu? es sitio de Jaba Nabuba quien estaba desterrada de la Sierra y enviada a otro pa?s porque ten?a relaciones
107	Jaba S┐:	Bahia Santa Marta.	984929,0694 9000000	1735061,4252 5000000	Madre del origen espiritual. Lugar de todas las madres espirituales del principio de lectura del conocimiento ancestral_ especialmente las lagunas que emiten burbujas para la consulta ancestral. Ac? se orden? todo lo que tiene que ver con la interpre
108	Jaba Sekwizhiue:	Desembocadura Rio Manzanares.	984419,7164 5300000	1734323,6171 9000000	KOGUI: Es la madre de toda clase de herramientas para trabajar la tierra_ como machete tradicional de laja. Cuando se va a hacer uso de estas herramientas que no son tradicionales primero se legalizan aqu? antes de utilizarlas para que no hagan da?o.
109	Jate Zongala	Bahia Santa Marta.	983976,1191 4200000	1733883,8735 6000000	KOGUI: Padre del trueno y la autoridad de la ley. Zong?la protege al pueblo K?ggaba de los truenos_ para equilibrar sus fuerzas para que no haga da?o a las personas y sus casas. En este espacio se desarroll? parte de la historia de dos hermanos
110	Mama Kungena:	Bahia de Santa Marta.	982835,6332 4500000	1733098,1317 4000000	Es el sitio donde residen los padres espirituales de los gallinazos_ de las aves de rapi?a. Donde se hace toda clase de pago para los mamos_ por ser mamo se debe pagar impuesto en este punto. Est? conectado al ezwama de Noavaka
111	Mamatukwa:	Ciudad Santa Marta.	989041,0570 0700000	1733510,7734 7000000	Mamatukua desde los principios era un espacio de consenso_ de encuentro entre los mamos para planear y organizar el manejo de espiritual de la Sierra: ?Aqu? bajaron primero los mamos mayores de los ezuamas principales Siezhua y Guanaka_ luego hacen
112	Jate Zhant┐ina	Ciudad Santa Marta - "El Morro del Rodadero".	982295,2358 2000000	1731284,9594 3000000	Zhant?na es el Padre de las enfermedades que producen granos_ tales como la viruela. La historia del Origen cuenta que Zh?ntana empez? a pelear con el hermano Sezhanakua y que en este lugar fue donde se acab? el problema entre los dos. el cual com

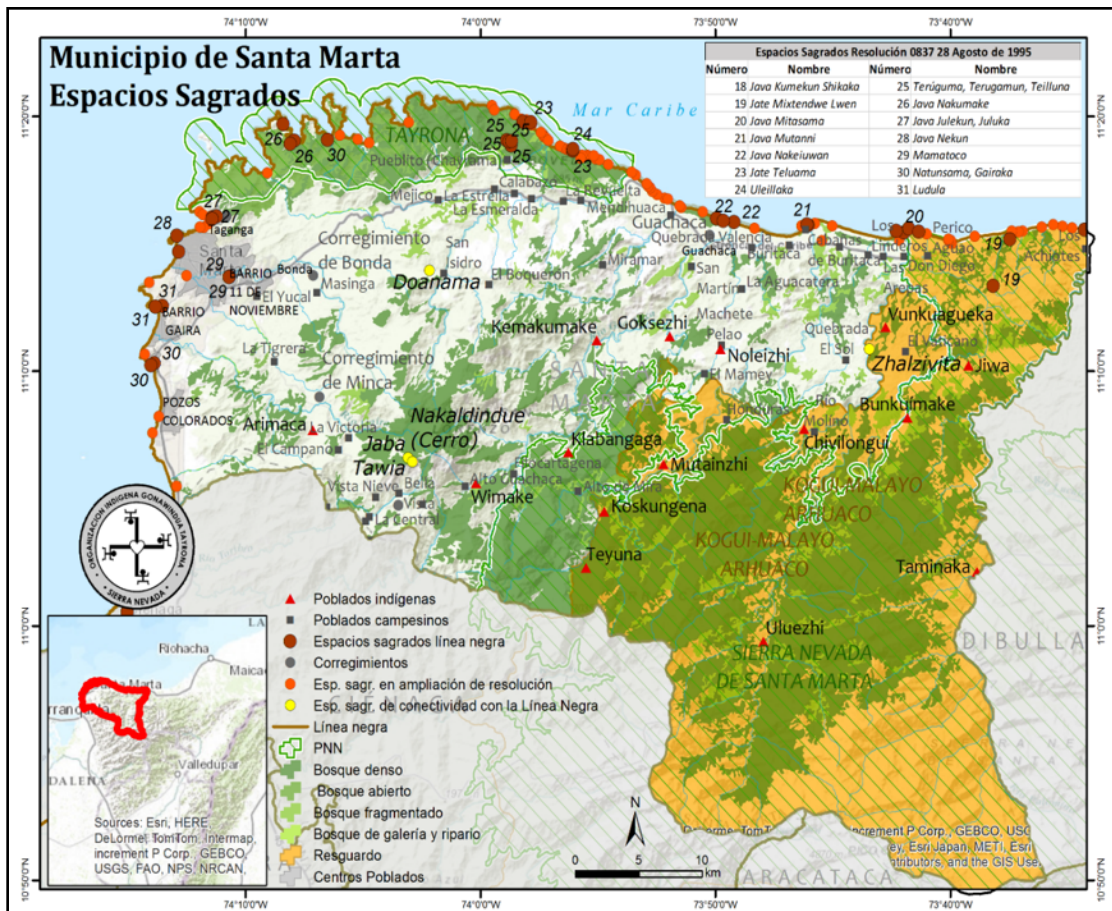
Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

N°	Nombre	Ubicación	Coordenada en X	Coordenada en Y	Fun_Cultur
113	Nujw  ® chi Wakawazhi:	Sector Rodadero. Santa Marta.	983324,6534 2300000	1731357,4706 8000000	En un principio_ en antigua_ se organiz? la creaci?n de los padres que estar?an protegiendo los peces del mar_ por lo que en el cerro de Guamaka nacieron la jaba Zadzazuman (caracterizado No 21) y el Jate Waguawayi. La primera se organiz? en un l
114	Jaba Zaldzhumun ÔÇô Ludula	Sector Rodadero. Santa Marta.	983843,6499 8500000	1731392,5238 0000000	KOGUI: Jaba Zaldzhumun es la madre de todos los peces del mar. Se paga para la protecci?n de los peces. ARHUACO: Se llevan a cabo pagos para mantener la vida y misi?n de los Arhuacos. Desde el principio del nacer de la vida_ fue dejado a padres
115	Jaba Mameishkaka	espacio sagrado se localiza en la desembocadura del r?o Gaira	983174,9817 4600000	1729678,2128 4000000	KOGUI: Es un espacio de soluci?n de todos los problemas y violencias que se desatan entre los mamos y las autoridades_ Jaba Mamieshkaga es una madre para resoluci?n de conflictos. Son cuatro madres quienes viven aqu?: Mameishkaka_ Mamakeyumun_ Mama
116	Jate Gerua:	Sector Pozos Colorados. Santa Marta	982139,1321 8900000	1727656,8687 1000000	Manejo del Fuego
117	Zongola	Sector Pozos Colorados. Santa Marta	983217,3120 3000000	1727261,1406 3000000	Zongola: Tiene la funci?n hacer trabajo espiritual un mamo mayor cuando comete un error humano. Este es el sitio de confesi?n de Zhantaka. Es un espacio donde se dej? grabada la historia antigua sobre el trabajo de sometimiento al mamo Zh?ntana. Aqu
118	Jaba Mamakeiuman:	Pozos Colorados. Santa Marta.	982966,3753 7800000	1727109,2261 9000000	Confesi?n de las relaciones de pareja negativas.
119	Jate Golkaka:	Sector Bello Horizonte. Santa Marta.	983563,5166 2900000	1723385,0905 8000000	En los principios_ Aluamiku o Golkaka_ llego a esta zona a esconderse de su suegro_ Kalakche_ porque hab?a sostenido relaciones con la esposa de su suegro. De ac? sale el linaje de los Aluamiku_ que son los actuales Zarabata. Al espacio sagrado se pa
120	Jaba Setuke:	zona de Bello Horizonte_ en medio de la playa_ Playa Dormida.	983508,3396 2500000	1723046,3702 3000000	Cuenta la historia de los principios que en S?_ se organiz? en espiritual una madre para Padre Sezhankua_ que le ense?ase el conocimiento que brinda las madres a los hijos. Ac? se paga para solucionar todos los problemas de tierras y mantener las



Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

N°	Nombre	Ubicación	Coordenada en X	Coordenada en Y	Fun_Cultur
121	Jaba Kaldzi Hwe	Sector Bello Horizonte. Santa Marta.	983406,3687 1900000	1722675,8179 7000000	Esta madre_ laguna costera_ es una base de los arboles y bosques en la parte baja de Nakuldzindwe_ y es madre de los peces que suben los r?os. Es parte integral del espacio sagrado de Jate Kasa Zhimake
122	Jate Wakawaldzi:	Aeropuerto Santa Marta.	983068,2858 1900000	1722197,5759 7000000	Jate Wakawazhi es el padre de los peces del mar y se le paga para que no se acaben_ y sigan existiendo en lo material. En la historia se cuenta que exist?a un puente donde Wakawazhi pasaba para llegar al mar_ lo cual se materializa con los mont?culos
123	Jaba Zaldzinwe y Nujwe Zaldziwetshi	Aeropuerto Santa Marta.	982953,4435 1200000	1721253,7790 8000000	Madre de todos los materiales tradicionales que recogemos del mar_ y que utilizamos en todos los sectores de la Sierra tanto en sus partes bajas como altas. Se conecta con los ezwamas de Nakuldzindwe y Nuavaka_ En este espacio se organiz? y se orden?



**Gráfico 30 Espacios sagrados y Línea Negra en el Distrito de Santa Marta.**  
Fuente: OGT 2015

## 1.15 Análisis de Fragmentación del Paisaje

La presente metodología se basa en los siguientes estudios:

- **Análisis de integridad y funcionalidad ecológica del paisaje de conservación los Katíos PP.** 89 Hernández-Manrique O.L. y A. Hurtado. 2012 en: Análisis de diversidad, distribución y estado de amenaza de las especies de cinco grupos taxonómicos, e integridad y funcionalidad ecológica del paisaje de conservación Los Katíos. Hurtado A. 2012. Informe final. Fundación Ecotrópico Colombia y WWF Colombia. Bogotá, Colombia.
- **Análisis de paisaje en las áreas de Estudio** (Córdoba D., Hernández-Manrique O.L. y M. Portocarrero-Aya. 2016. Pp. 21-53. En: Barriga J., Díaz-Pulido A., Santamaría M. y H. García. 2016. Catálogo de biodiversidad para las regiones andina, pacífica y piedemonte amazónico. Nivel Local. Volumen 2 Tomo 2 Serie Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol.

- La caracterización de los tipos de coberturas se realiza a partir de la herramienta software Arcgis con la unión de la cobertura del nivel 3 extraída del mapa Coberturas de la tierra - metodología Corine Land Cover del IGAC (2012) y la unión de la cobertura Bioma extraída del mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos del IDEAM (2016); los dos mapas a Escala 1:100.000. La capa consolidada se analiza por medio del software *Fragstat*, que arroja como resultado las métricas de análisis de fragmentación en una tabla del programa Excel.
- Para la observación de las coberturas de la capa consolidada se han agrupado en tres conjuntos: 1. Unidades Naturales, 2. Áreas Antropizadas y 3. Otras Coberturas según el Documento Leyenda Nacional de Coberturas de la tierra - metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia del IGAC (2010).
- Las Unidades Naturales son las áreas de cobertura vegetal que no han sido intervenidas por el hombre y pertenecen a las áreas de la metodología Corine llamada Bosques y áreas Naturales. Las Áreas Antropizadas son aquellas que se caracterizan en ser intervenidas por actividad antrópica y son las áreas de la metodología Corine llamadas territorios artificializados y territorios agrícolas. Las Otras coberturas son las áreas de la metodología Corine llamadas Áreas abiertas o con poca vegetación, áreas húmedas y superficies de agua (IGAC, 2010). A continuación, la tabla con las coberturas que se encuentran en Santa Marta:

**Tabla 39 Coberturas de la tierra y ecosistemas biomas en Santa Marta.**

Fuente: Geografía Urbana a partir de información de mapa Coberturas de la tierra - metodología Corine Land Cover del IGAC (2012), la unión de la cobertura Bioma extraída del mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos del IDEAM (2016), Leyenda Nacional de Coberturas de la tierra - metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia del IGAC (2010).

Agrupación	Tipo de Cobertura de la tierra y ecosistema Bioma	Área (ha)	%
Unidad Natural	Arbustales del halobioma del Caribe	1.315,63	0,56%
Unidad Natural	Arbustales del orobioma alto de la Sierra Nevada de Santa Marta	3.436,81	1,46%
Unidad Natural	Arbustales del orobioma medio de la Sierra Nevada de Santa Marta	522,19	0,22%
Unidad Natural	Arbustales del zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta	1.628,13	0,69%
Unidad Natural	Arbustales del zonobioma seco tropical del Caribe	3.362,19	1,43%
Antropizado	Áreas agrícolas heterogéneas del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira	17.133,44	7,29%
Antropizado	Áreas agrícolas heterogéneas del zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta	559,38	0,24%
Antropizado	Áreas agrícolas heterogéneas del zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	257,75	0,11%
Antropizado	Áreas agrícolas heterogéneas del zonobioma seco tropical del Caribe	4.330,88	1,84%
Antropizado	Áreas urbanas del zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta	3.219,06	1,37%
Antropizado	Áreas urbanas del zonobioma seco tropical del Caribe	114,50	0,05%
Unidad Natural	Bosques naturales del orobioma alto de la Sierra Nevada de Santa Marta	2.757,81	1,17%

Agrupación	Tipo de Cobertura de la tierra y ecosistema Bioma	Área (ha)	%
Unidad Natural	Bosques naturales del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira	83.580,38	35,58%
Unidad Natural	Bosques naturales del orobioma medio de la Sierra Nevada de Santa Marta	20.174,25	8,59%
Unidad Natural	Bosques naturales del zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	2.015,38	0,86%
Unidad Natural	Bosques naturales del zonobioma seco tropical del Caribe	2.008,63	0,86%
Unidad Natural	Bosques plantados del zonobioma seco tropical del Caribe	0,44	0,00%
Antropizado	Cultivos semipermanentes y permanentes del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira	1.576,50	0,67%
Antropizado	Cultivos semipermanentes y permanentes del orobioma medio de la Sierra Nevada de Santa Marta	1.304,38	0,56%
Antropizado	Cultivos semipermanentes y permanentes del zonobioma seco tropical del Caribe	138,38	0,06%
Otras coberturas	Glaciares y nieves del orobioma alto de la Sierra Nevada de Santa Marta	119,31	0,05%
Otras coberturas	Herbáceas y arbustivas costeras del zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta	983,63	0,42%
Unidad Natural	Herbazales del orobioma alto de la Sierra Nevada de Santa Marta	13.751,19	5,85%
Unidad Natural	Herbazales del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira	179,13	0,08%
Unidad Natural	Herbazales del orobioma medio de la Sierra Nevada de Santa Marta	2.154,13	0,92%
Antropizado	Pastos del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira	403,50	0,17%
Antropizado	Pastos del orobioma medio de la Sierra Nevada de Santa Marta	136,00	0,06%
Antropizado	Pastos del zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta	5.711,50	2,43%
Antropizado	Pastos del zonobioma seco tropical del Caribe	2.425,38	1,03%
Unidad Natural	Vegetación secundaria del orobioma alto de la Sierra Nevada de Santa Marta	124,38	0,05%
Unidad Natural	Vegetación secundaria del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira	36.906,88	15,71%
Unidad Natural	Vegetación secundaria del orobioma medio de la Sierra Nevada de Santa Marta	460,25	0,20%
Unidad Natural	Vegetación secundaria del zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta	485,00	0,21%
Unidad Natural	Vegetación secundaria del zonobioma seco tropical del Caribe	19.124,88	8,14%
Otras coberturas	Zonas desnudas del orobioma alto de la Sierra Nevada de Santa Marta	2.513,75	1,07%
<b>Total</b>		<b>234.914,94</b>	<b>100%</b>

La fragmentación es la división de un hábitat continuo en pedazos más pequeños y aislados con efectos tales como la reducción del área total, la reducción del tamaño de los parches de hábitat y el aumento del aislamiento en las poblaciones que lo habitan (IAVH, 2015). El análisis de fragmentación contempla tres componentes:

- 1 Composición y configuración de paisaje.
- 2 Integridad.
- 3 Conectividad.

### 1.15.1 Composición y configuración de paisaje

El análisis se realiza para cada tipo de cobertura a partir de las métricas descritas en la Tabla 40, desarrolladas por medio del programa FRAGSTAT, para los atributos ecológicos de heterogeneidad, configuración espacial y continuidad con el fin de tener información sobre los efectos de la intervención que se estén realizando en el área de interés (IAVH, 2015).

135

**Tabla 40 Métricas para el análisis de composición del paisaje de Santa Marta.**

Fuente: Geografía Urbana a partir de información de Proyecto Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol IAVH, 2015.

ATRIBUTO	CATEGORIA	INDICADOR	
Heterogeneidad	Composición	Área total	CA (ha)
		proporción	%
Configuración espacial	Composición y estructura	Número de parches	NP
		Índice del parche más grande	LPI
		Área núcleo efectiva	TCA
		Conectividad entre fragmentos	ENN MN

### 1.15.2 Heterogeneidad

La heterogeneidad evalúa la diversidad de coberturas presentes en el Santa Marta a través de dos indicadores: área total (CA) en hectáreas y unidades espaciales naturales (UN) (CVC, 2017). En la siguiente tabla se establecen las categorías según el rango entre el valor mínimo y máximo de heterogeneidad arrojado por el software Fragstat para el municipio:

**Tabla 41 Categorías de la cobertura en heterogeneidad de Santa Marta D.T.C.H.**

Fuente: Geografía Urbana a partir de información de mapa Coberturas de la tierra - metodología Corine Land Cover del IGAC (2012), la unión de la cobertura Bioma extraída del mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos del IDEAM (2016), Leyenda Nacional de Coberturas de la tierra - metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia del IGAC (2010).

Categoría	Rangos (min-máx.) (ha)		Total (ha)	porcentaje
Malo	14.841,53	161.529,98	73.500,38	37,89%
Regular	161.529,98	308.218,44	36.906,88	19,03%
Bueno	308.218,44	454.906,89	83.580,38	43,09%
Total			193.987,63	100,00%

El indicador de área total (CA) la cobertura de Bosques naturales del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira se encuentra en categoría “Bueno” porque es la cobertura con mayor área dentro del municipio con 83.580,38 ha lo que equivale al 43,09 % de las áreas naturales del municipio, la cobertura que se encuentra en categoría “Regular” es la cobertura de Vegetación



secundaria del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira, que equivalen al 36.906,88 ha simbolizando el 19,03% de las áreas naturales del municipio y las demás coberturas se encuentran en la categoría “Malo” que suman un área de 73.500,38 ha que representan el 37,89 % de las áreas naturales del municipio. En la Tabla 42 se encuentra descritas las áreas y los porcentajes para las coberturas de Santa Marta.

Por otro lado, de los 36 tipos de coberturas presentes en el municipio 19 son unidades espaciales naturales que abarcan 193.987,63 ha equivalente al 82,31 % del municipio y 17 no son naturales abarcando 41.703,17 ha equivalente al 17,69 % del municipio. En Santa Marta se presenta diversidad de coberturas, sin embargo, predominan las unidades espaciales naturales que no son transformadas de Bosques naturales del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira.

**Tabla 42 Indicadores del atributo ecológico heterogeneidad para las coberturas presentes en Santa Marta D.T.C.H.**

Fuente: Geografía Urbana a partir de información de mapa Coberturas de la tierra - metodología Corine Land Cover del IGAC (2012), la unión de la cobertura Bioma extraída del mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos del IDEAM (2016), Leyenda Nacional de Coberturas de la tierra - metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia del IGAC (2010).

Cobertura	Área (CA) (ha)	Porcentaje	Estado	Unidades espaciales naturales (UN)
Arbustales del halobioma del Caribe	1.315,63	0,68%	Malo	1
Arbustales del orobioma alto de la Sierra Nevada de Santa Marta	3.436,81	1,77%	Malo	1
Arbustales del orobioma medio de la Sierra Nevada de Santa Marta	522,19	0,27%	Malo	1
Arbustales del zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta	1.628,13	0,84%	Malo	1
Arbustales del zonobioma seco tropical del Caribe	3.362,19	1,73%	Malo	1
Bosques naturales del orobioma alto de la Sierra Nevada de Santa Marta	2.757,81	1,42%	Malo	1
Bosques naturales del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira	83.580,38	43,09%	Bueno	1
Bosques naturales del orobioma medio de la Sierra Nevada de Santa Marta	20.174,25	10,40%	Malo	1
Bosques naturales del zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	2.015,38	1,04%	Malo	1
Bosques naturales del zonobioma seco tropical del Caribe	2.008,63	1,04%	Malo	1
Bosques plantados del zonobioma seco tropical del Caribe	0,44	0,00%	Malo	1
Herbazales del orobioma alto de la Sierra Nevada de Santa Marta	13.751,19	7,09%	Malo	1
Herbazales del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira	179,13	0,09%	Malo	1
Herbazales del orobioma medio de la Sierra Nevada de Santa Marta	2.154,13	1,11%	Malo	1
Vegetación secundaria del orobioma alto de la Sierra Nevada de Santa Marta	124,38	0,06%	Malo	1
Vegetación secundaria del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira	36.906,88	19,03%	Regular	1



Cobertura	Área (CA) (ha)	Porcentaje	Estado	Unidades espaciales naturales (UN)
Vegetación secundaria del orobioma medio de la Sierra Nevada de Santa Marta	460,25	0,24%	Malo	1
Vegetación secundaria del zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta	485,00	0,25%	Malo	1
Vegetación secundaria del zonobioma seco tropical del Caribe	19.124,88	9,86%	Malo	1
Total	193.987,63	100,00%		19

### 1.15.3 Configuración espacial

La configuración espacial evalúa la forma como se ubican en el municipio las unidades espaciales naturales. Este atributo está compuesto por cuatro indicadores que evalúan la composición y estructura de las diferentes coberturas dentro del departamento: proporción, número de parches (NP), índice del parche más grande (LPI) y área núcleo efectiva (TCA) (CVC, 2017).

En la Tabla 43 se establecen las categorías según el rango entre el valor mínimo y máximo de heterogeneidad arrojado por el software Fragstat para el municipio:

**Tabla 43 Categorías de la cobertura en configuración espacial de Santa Marta D.T.C.H.**

Fuente: Geografía Urbana a partir de información de mapa Coberturas de la tierra - metodología Corine Land Cover del IGAC (2012), la unión de la cobertura Bioma extraída del mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos del IDEAM (2016), Leyenda Nacional de Coberturas de la tierra - metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia del IGAC (2010).

Categoría NP	Rangos (min-máx.)		Total (ha)	Porcentaje
Malo	1,00	12,67	73.500,38	37,89%
Regular	12,67	24,33	83.580,38	43,09%
Bueno	24,33	36,00	36.906,88	19,03%
Total			193.987,63	100,00%
Categoría LPI	Rangos (min-máx.)		Total (ha)	Porcentaje
Malo	0,00	11,35	110.407,25	56,91%
Regular	11,35	22,70	0,00	0,00%
Bueno	22,70	34,05	83.580,38	43,09%
Total			193.987,63	100,00%
Categoría TCA	Rangos (min-máx.)		Total (ha)	Porcentaje
Malo	0,00	25.379,42	73.500,38	37,89%
Regular	25.379,42	50.758,83	36.906,88	19,03%
Bueno	50.758,83	76.138,25	83.580,38	43,09%
Total			193.987,63	100,00%

Según el número de parches (NP) las coberturas que se encuentran en categoría “Bueno” es Vegetación secundaria del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira que abarca

un área de 36.906,88 ha que equivale el 19,03 % de las unidades naturales. La cobertura que se encuentra en categoría “Regular” es Bosques naturales del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira que abarca un área de 83.580,38 ha que equivale al 43,09 % de las unidades naturales. Las demás coberturas naturales se encuentran en categoría “Malo” que suman un área de 73.500,38 ha que equivale el 37,89 % de las unidades naturales.

El indicador del parche más grande (LPI) permite analizar la forma en que se disponen las unidades espaciales en medida si forma el parche más grande cuanto más alto sea el índice. En este índice la cobertura que presentó el parche más grande en categoría “Bueno” fue Bosques naturales del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira que abarca un área de 83.580,38 ha que equivale al 43,09 % de las unidades naturales. Las demás coberturas se encuentran en estado “Malo” que suman un área de 110.407,25 ha que representa el 56,91 % de las unidades naturales.

El indicador área núcleo efectiva (TCA) corresponde a la suma de las áreas núcleo de todos los fragmentos de cada tipo de cobertura, teniendo en cuenta un efecto de borde de 100 m. Para el municipio de Santa Marta se encontró que solo la cobertura Bosques naturales del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira categoría “Bueno” con 83.580,38 ha que equivale al 43,09 % de las unidades naturales. La cobertura Vegetación secundaria del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira tiene categoría “Regular” que abarca un área de 36.906,88 ha que equivale el 19,03 % de las unidades naturales. Las demás coberturas presentan categoría “Mala” que suman un área de 73.500,38 ha que equivale el 37,89 % de las unidades naturales.

**Tabla 44 Indicadores del atributo ecológico Configuración espacial para las coberturas presentes en Santa Marta D.T.C.H.**

Fuente: Geografía Urbana a partir de información de mapa Coberturas de la tierra - metodología Corine Land Cover del IGAC (2012), la unión de la cobertura Bioma extraída del mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos del IDEAM (2016), Leyenda Nacional de Coberturas de la tierra - metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia del IGAC (2010).

COBERTURA TIERRA	ÁREA (CA) (ha)	PROPORCION	NUMERO DE PARQUES (NP)	CATEGORIA (NP)	INDICE DEL PARCHE MAS GRANDE (LPI)	CATEGORIA (LPI)	AREA NUCLEO EFECTIVA (TCA) (ha)	CATEGORIA (TCA)
Arbustales del halobioma del Caribe	1.315,63	0,68%	2	Malo	0,5587	Malo	1.023,25	Malo
Arbustales del orobioma alto de la Sierra Nevada de Santa Marta	3.436,81	1,77%	6	Malo	0,9464	Malo	2.746,50	Malo
Arbustales del orobioma medio de la Sierra Nevada de Santa Marta	522,19	0,27%	2	Malo	0,1554	Malo	389,81	Malo
Arbustales del zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta	1.628,13	0,84%	1	Malo	0,6931	Malo	1.390,31	Malo

COBERTURA TIERRA	ÁREA (CA) (ha)	PROPORCIÓN	NUMERO DE PARQUES (NP)	CATEGORÍA (NP)	ÍNDICE DEL PARCHE MAS GRANDE (LPI)	CATEGORÍA (LPI)	ÁREA NUCLEO EFECTIVA (TCA) (ha)	CATEGORÍA (TCA)
Arbustales del zonobioma seco tropical del Caribe	3.362,19	1,73%	5	Malo	0,4383	Malo	2.557,38	Malo
Bosques naturales del orobioma alto de la Sierra Nevada de Santa Marta	2.757,81	1,42%	4	Malo	0,5472	Malo	1.918,06	Malo
Bosques naturales del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira	83.580,38	43,09%	18	Regular	34,0513	Bueno	76.138,25	Bueno
Bosques naturales del orobioma medio de la Sierra Nevada de Santa Marta	20.174,25	10,40%	4	Malo	8,2023	Malo	17.686,13	Malo
Bosques naturales del zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	2.015,38	1,04%	5	Malo	0,7389	Malo	1.409,63	Malo
Bosques naturales del zonobioma seco tropical del Caribe	2.008,63	1,04%	5	Malo	0,3684	Malo	1.483,94	Malo
Bosques plantados del zonobioma seco tropical del Caribe	0,44	0,00%	1	Malo	0,0002	Malo	0,00	Malo
Herbazales del orobioma alto de la Sierra Nevada de Santa Marta	13.751,19	7,09%	4	Malo	4,5188	Malo	12.042,31	Malo
Herbazales del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira	179,13	0,09%	1	Malo	0,0763	Malo	121,75	Malo
Herbazales del orobioma medio de la Sierra Nevada de Santa Marta	2.154,13	1,11%	1	Malo	0,917	Malo	1.720,88	Malo
Vegetación secundaria del orobioma alto de la Sierra Nevada de Santa Marta	124,38	0,06%	1	Malo	0,0529	Malo	64,19	Malo
Vegetación secundaria del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira	36.906,88	19,03%	36	Bueno	7,2496	Malo	30.252,38	Regular
Vegetación secundaria del orobioma medio de la Sierra Nevada de Santa Marta	460,25	0,24%	3	Malo	0,079	Malo	236,63	Malo
Vegetación secundaria del zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta	485,00	0,25%	1	Malo	0,2065	Malo	309,38	Malo

COBERTURA TIERRA	ÁREA (CA) (ha)	PROPORCIÓN	NUMERO DE PARQUES (NP)	CATEGORÍA (NP)	ÍNDICE DEL PARCHE MAS GRANDE (LPI)	CATEGORÍA (LPI)	ÁREA NUCL EO EFECTIVA (TCA) (ha)	CATEGORÍA (TCA)
Vegetación secundaria del zonobioma seco tropical del Caribe	19.124,88	9,86%	6	Malo	6,04 69	Malo	16.85 2,88	Malo
Total	193.987,63	100,00 %	-	-	-	-	-	-

#### 1.15.4 Consolidado de composición del paisaje

Para el análisis de paisaje completo de Santa Marta se han compilado los anteriores índices con el fin de mirar el panorama completo y se ha demostrado que el municipio cuenta con una amplia diversidad de clases de coberturas de la tierra y su proporción es equitativa.

Las coberturas naturales Arbustal, Bosques, herbazales y Vegetación secundaria han tenido una composición del paisaje en general “Malo”, la cobertura Vegetación secundaria del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira tiene una composición del paisaje en general “Regular” y la única cobertura Bosques naturales del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira tiene una composición del paisaje “Bueno”.

Es decir que el 43,09% del municipio se encuentra en composición del paisaje “Bueno”, mientras que la composición “Regular” es del 19,03% y la composición “Mala” abarca el 37,89% del municipio.

En términos generales la composición de la cobertura vegetal en su mayoría es “Mala” y si se suma a esto el porcentaje del área antropizada y otras coberturas con o sin vegetación la categoría “Mala” sería del 48,71 % que supera a la única cobertura que se encontró como “Buena” del 43,09 % lo que indica que el Bosque natural está siendo superado cada vez más y tiene tendencia a desaparecer gradualmente.

En la siguiente tabla y gráfico se encuentra especializadas las áreas anteriormente señaladas contenidas dentro de la clasificación de coberturas de la tierra nivel 3 de Corine Land Cover por el IGAC y Biomás del mapa de Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Santa Marta:

**Tabla 45 Cpsolidado composición del paisaje Santa Marta D.T.C.H.**

Fuente: Geografía Urbana a partir de información de mapa Coberturas de la tierra - metodología Corine Land Cover del IGAC (2012), la unión de la cobertura Bioma extraída del mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos del IDEAM (2016), Leyenda Nacional de Coberturas de la tierra - metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia del IGAC (2010).

COBERTURA TIERRA	HETEROGENEIDAD				CONFIGURACION ESPACIAL								TOTAL PAISAJE
	Área (CA) (ha)	Porcentaje	Estado	Unidades espaciales naturales (UN)	Áreas Transformadas (AT)	Proporción (%)	Número de parches (NP)	Categoría (NP)	Índice del parche más grande (LPI)	Categoría (LPI)	Área núcleo efectiva (TCA) (ha)	Categoría (TCA)	
Arbustales del halobioma del Caribe	1.315,63	0,68%	Malo	1	0	0,68%	2	Malo	0,5587	Malo	1023,25	Malo	Malo
Arbustales del orobioma alto de la Sierra Nevada de Santa Marta	3.436,81	1,77%	Malo	1	0	1,77%	6	Malo	0,9464	Malo	2746,5	Malo	Malo
Arbustales del orobioma medio de la Sierra Nevada de Santa Marta	522,19	0,27%	Malo	1	0	0,27%	2	Malo	0,1554	Malo	389,8125	Malo	Malo
Arbustales del zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta	1.628,13	0,84%	Malo	1	0	0,84%	1	Malo	0,6931	Malo	1390,3125	Malo	Malo
Arbustales del zonobioma seco tropical del Caribe	3.362,19	1,73%	Malo	1	0	1,73%	5	Malo	0,4383	Malo	2557,375	Malo	Malo
Bosques naturales del orobioma alto de la Sierra Nevada de Santa Marta	2.757,81	1,42%	Malo	1	0	1,42%	4	Malo	0,5472	Malo	1918,0625	Malo	Malo
Bosques naturales del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira	83.580,38	43,09%	Bueno	1	0	43,09%	18	Regular	34,0513	Bueno	76138,25	Bueno	Bueno
Bosques naturales del	20.174,25	10,40%	Malo	1	0	10,40%	4	Malo	8,2023	Malo	17686,125	Malo	Malo

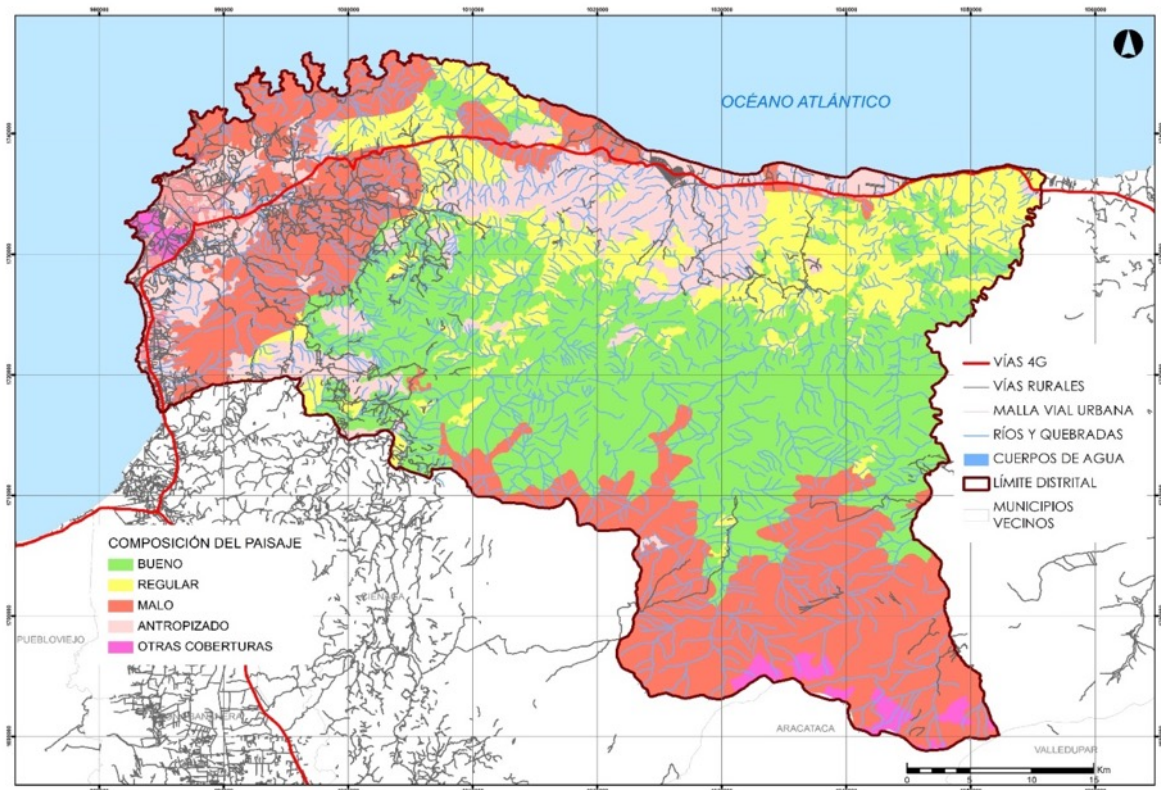
Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

COBERTURA TIERRA	HETEROGENEIDAD				CONFIGURACION ESPACIAL								TOTAL PAISAJE
	Área (CA) (ha)	Porcentaje	Estado	Unidades espaciales naturales (UN)	Áreas Transformadas (AT)	Proporción (%)	Número de parches (NP)	Categoría (NP)	Índice del parche más grande (LPI)	Categoría (LPI)	Área núcleo efectiva (TCA) (ha)	Categoría (TCA)	
orobioma medio de la Sierra Nevada de Santa Marta													
Bosques naturales del zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe	2.015,38	1,04%	Malo	1	0	1,04%	5	Malo	0,7389	Malo	1409,625	Malo	Malo
Bosques naturales del zonobioma seco tropical del Caribe	2.008,63	1,04%	Malo	1	0	1,04%	5	Malo	0,3684	Malo	1483,9375	Malo	Malo
Bosques plantados del zonobioma seco tropical del Caribe	0,44	0,00%	Malo	1	0	0,00%	1	Malo	0,0002	Malo	0	Malo	Malo
Herbazales del orobioma alto de la Sierra Nevada de Santa Marta	13.751,19	7,09%	Malo	1	0	7,09%	4	Malo	4,5188	Malo	12042,3125	Malo	Malo
Herbazales del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira	179,13	0,09%	Malo	1	0	0,09%	1	Malo	0,0763	Malo	121,75	Malo	Malo
Herbazales del orobioma medio de la Sierra Nevada de Santa Marta	2.154,13	1,11%	Malo	1	0	1,11%	1	Malo	0,917	Malo	1720,875	Malo	Malo
Vegetación secundaria del orobioma alto de la Sierra Nevada de Santa Marta	124,38	0,06%	Malo	1	0	0,06%	1	Malo	0,0529	Malo	64,1875	Malo	Malo



COBERTURA TIERRA	HETEROGENEIDAD				CONFIGURACION ESPACIAL								TOTAL PAISAJE
	Área (CA) (ha)	Porcentaje	Estado	Unidades espaciales naturales (UN)	Áreas Transformadas (AT)	Proporción (%)	Número de parches (NP)	Categoría (NP)	Índice del parche más grande (LPI)	Categoría (LPI)	Área núcleo efectiva (TCA) (ha)	Categoría (TCA)	
Vegetación secundaria del orobioma bajo de la Sierra Nevada de Santa Marta y Macuira	36.906,88	19,03%	Regular	1	0	19,03%	36	Bueno	7,2496	Malo	30252,375	Regular	Regular
Vegetación secundaria del orobioma medio de la Sierra Nevada de Santa Marta	460,25	0,24%	Malo	1	0	0,24%	3	Malo	0,079	Malo	236,625	Malo	Malo
Vegetación secundaria del zonobioma del desierto tropical de La Guajira y Santa Marta	485	0,25%	Malo	1	0	0,25%	1	Malo	0,2065	Malo	309,375	Malo	Malo
Vegetación secundaria del zonobioma seco tropical del Caribe	19.124,88	9,86%	Malo	1	0	9,86%	6	Malo	6,0469	Malo	16852,875	Malo	Malo
Total	193.987,63	100,00%		19	0	100,00%	-	-	-	-	-	-	-

Los ecosistemas que presentaron categorías como “Malo” y “Regular” según el estudio de conflictos del IGAC (2013) son aquellas que presentaron sobreutilización donde la tierra presenta un aprovechamiento intenso de la base natural en contraste con la vocación del uso principal y compatible recomendado con graves riesgos de tipo ecológico y social. La categoría “Buena” no presenta ningún tipo de conflicto, sin embargo es importante mantener los usos compatibles y objetivos de conservación para las áreas de cobertura vegetal



**Gráfico 31 Consolidado Composición del paisaje de Santa Marta.**

Fuente: Geografía Urbana a partir de información de mapa Coberturas de la tierra - metodología Corine Land Cover del IGAC (2012), la unión de la cobertura Bioma extraída del mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos del IDEAM (2016), Leyenda Nacional de Coberturas de la tierra - metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia del IGAC (2010).

**1.16 Análisis Minería**

Los títulos mineros que tiene vigencia en el territorio de santa Marta son los siguientes:

**Tabla 46 Títulos mineros**

Fuente: Construcción geografía urbana con información de Cropamag

FECHA_INSC	MODALIDAD	MINERALES	TITULARES	FECHA_TERM
27/06/2007	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	MATERIALES DE CONSTRUCCION	(9002101029) SOCIEDAD MINERA LA MILAGROSA S.A	26/06/2037
04/03/2008	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	MATERIALES DE CONSTRUCCION	(36550520) ELVIA ANGEL ROSSO	03/09/2029
15/02/2007	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	MATERIALES DE CONSTRUCCION	(80497903) ANDRES SAMUDIO FERNANDO MATIZ\ (17051486) FERNANDO SAMUDIO CHAPARRO	14/02/2037

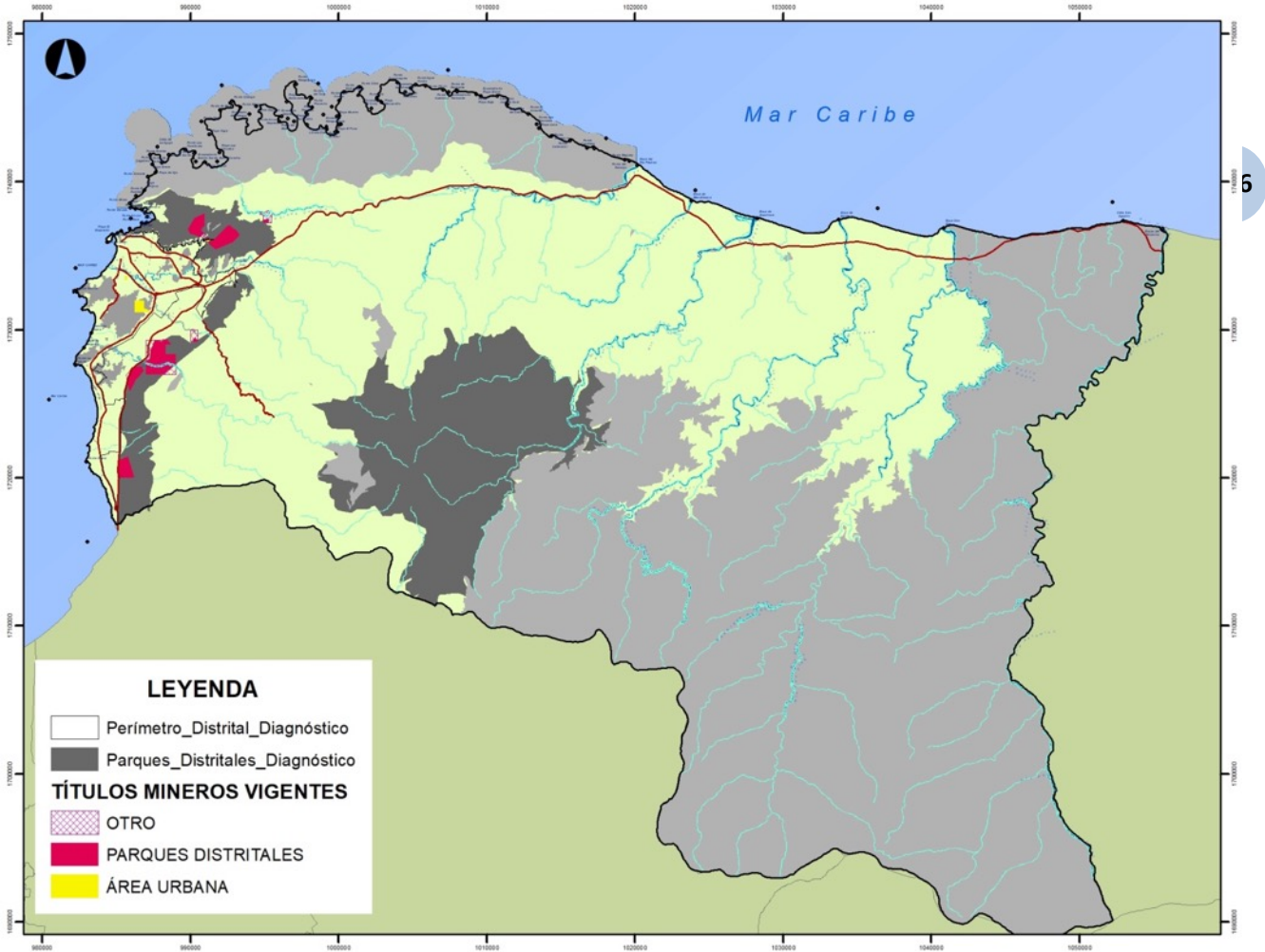
FECHA_INSC	MODALIDAD	MINERALES	TITULARES	FECHA_TERM
12/10/2001	CONTRATO DE CONCESIÓN(D 2655)	GRAVA\ ARENA	(9001642273) MATERIALES Y TRITURADOS DEL NORTE S.A.S	26/07/2037
18/06/2009	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	MATERIALES DE CONSTRUCCION	(7593899) MANUEL ENRIQUE PERTUZ CELEDON	17/06/2039
17/03/2006	CONTRATO DE CONCESIÓN(D 2655)	MATERIALES DE CONSTRUCCION	(19372430) RAUL BAYTER JELKH	16/03/2035
31/10/2008	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	MATERIALES DE CONSTRUCCION\ ARCILLA	(8190044541) A & L DAVILA S.C.A	30/10/2036
18/12/2009	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	MATERIALES DE CONSTRUCCION\ ASOCIADOS	(85454562) JULIO HERNAN RUIZ ANGEL\ (36550520) ELVIA ANGEL ROSSO	17/12/2039
02/09/2009	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	DEMÁS CONCESIBLES\ MATERIALES DE CONSTRUCCION	(9005734274) INVERSIONES CRONOS DE COLOMBIA S.A.S	01/09/2039
05/07/2005	LICENCIA DE EXPLORACION\ LICENCIA DE EXPLOTACION	MATERIALES DE CONSTRUCCION	(8190016021) CANTERAS Y TRITURADOS PISVAR LTDA	09/06/2011
29/01/2010	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	ARENAS Y GRAVAS NATURALES Y SILICEAS\ MATERIALES DE CONSTRUCCION	(7600051) FRANCISCO CASTAÑO ARANGO	29/01/2040
18/02/2010	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	MATERIALES DE CONSTRUCCION\ DEMÁS CONCESIBLES	(19372430) RAUL BAYTER JELKH	18/02/2040
10/03/1997	LICENCIA DE EXPLOTACION	MATERIALES DE CONSTRUCCION	(8190016021) CANTERAS Y TRITURADOS PISVAR LTDA	11/03/2017
10/03/1997	LICENCIA DE EXPLOTACION	MATERIALES PETREOS	(36555245) LUCY_CECILIA COTES ANGULO	12/03/2017
23/08/2010	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	ARENA DE PE\ MATERIALES DE CONSTRUCCION\ GRAVAS (EXCEPTO SILICEAS)	(1082888292) ANDRES MAURICIO LOPEZ NIETO	22/08/2040

Según el código de minas el conjunto de estos títulos están en concesión y se esta se define como:

**Contrato de Concesión (Art.45).** Es el que se celebra entre el Estado y un particular para efectuar, por cuenta y riesgo de este, los estudios, trabajos y obras de exploración de minerales de propiedad estatal que puedan encontrarse dentro de una zona determinada, para explotarlos en los términos y condiciones establecidos en el Código de Minas. En el territorio nacional sólo se puede constituir y probar el derecho a explorar y explotar minas, mediante el contrato de concesión debidamente otorgado

**Exploración Minera.** Corresponde a los estudios, trabajos y obras a que está obligado el concesionario arealizar, para establecer y determinar la existencia y ubicación del mineral o mineralescontratados, la geometría del depósito o depósitos dentro del área de la concesión,enn cantidad y calidad económicamente explotables, la viabilidad técnica de extraerlos y el impacto que sobre el medio ambiente y el entorno social puedan causar estos trabajos y obras.

Se especializan de la siguiente manera en el territorio



**Gráfico 32 Títulos en áreas urbanas y suelo de protección según el Acuerdo 005 de 2000**  
Fuente: Geografía Urbana con información de Corpamag

**Tabla 47 Áreas títulos mineros en zonas de protección**  
Fuente: Construcción geografía urbana con información de Corpamag

TÍTULOS MINEROS VIGENTES			
Tipo	Área total (ha)	Sobre área urbana(ha)	Sobre Parques Distritales (ha)
ACUERDO 005 DEL 2000	1.098,9	68,7	832,4

El 100% de estos títulos fueron adjudicados posterior a la entrada en vigencia del Acuerdo 005 de 2000, de los títulos adjudicados hay un total de 75% que están en suelos de protección (parques Distritales) y el 6% en suelo urbano, lo que indica que el uso del suelo



no fue considerado al momento de concesionar el título y están causando conflictos con la protección de estas áreas de bosque seco

Las solicitudes de concesiones para títulos mineros con las siguientes:

**Tabla 48 Solicitudes de títulos mineros**

Fuente: Construcción geografía urbana con información de Cropamag

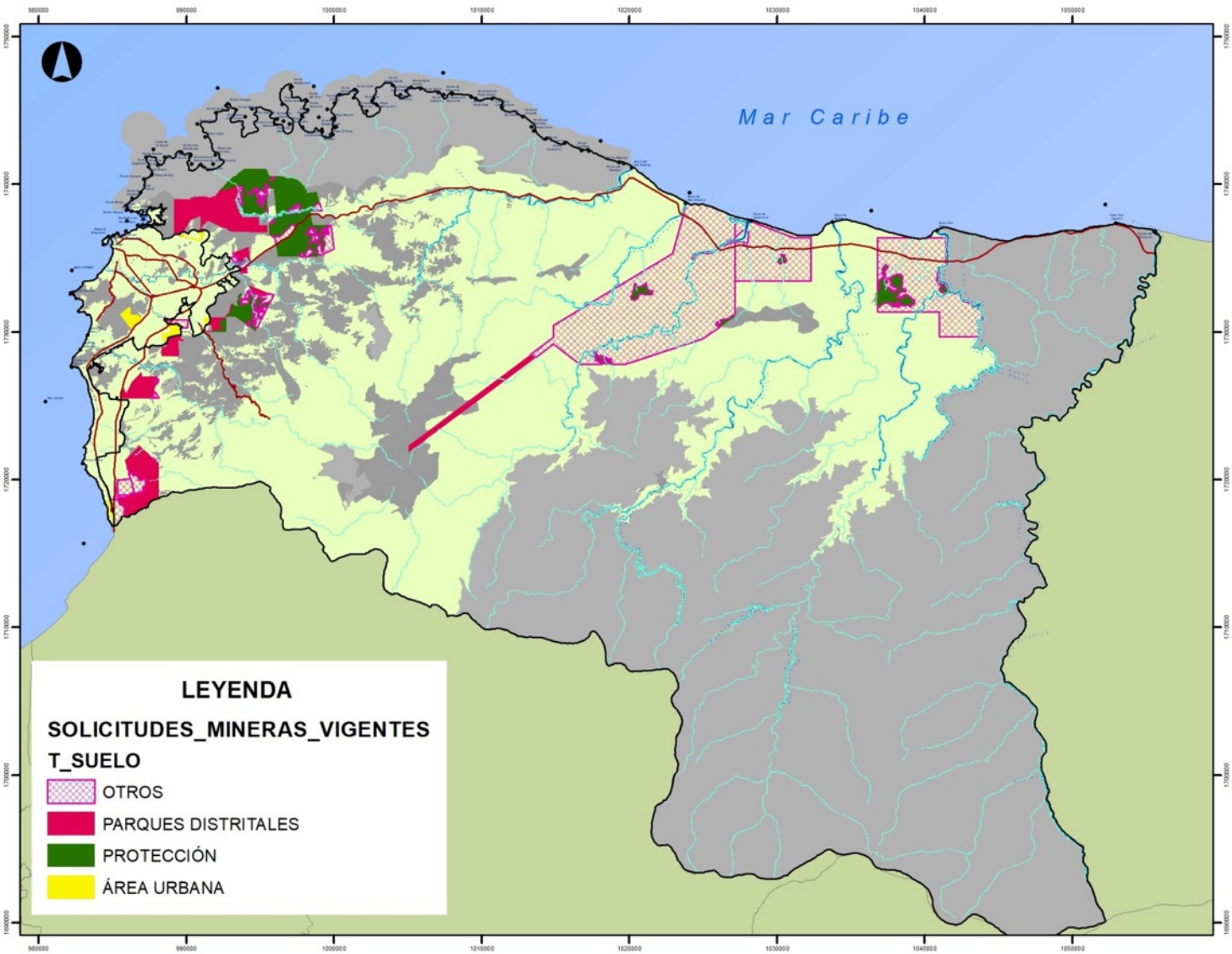
FECHA_RADI	MODALIDAD	MINERALES	TITULARES
26/02/2010	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	MARMOL Y OTRAS ROCAS METAMÓRFICAS; ROCAS O PIEDRAS CALIZAS DE TALLA Y DE CONSTRUCCIÓN ROCAS O PIEDRAS CALIZAS DE TALLA O DE CONSTRUCCIÓN NCP\ MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN\ ROCA FOSFATICA O FOSFÓRICA, O FOSFORITA\ DEMAS_CONCESIBLES	(7691508) SANTIAGO GONZALEZ RAMOS\ (12717793 ) NELSON FORERO AGUIRRE
13/09/2010	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	GRAVAS NATURALES\ MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	(36546572) DORIS PIEDAD VARGAS PINZON
13/09/2010	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	GRAVAS NATURALES\ MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DEMAS_CONCESIBLES	(85468291) MIGUEL ALFREDO PINEDO CAMPO
14/03/2016	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	CALIZA TRITURADA O MOLIDA\ ARENAS Y GRAVAS NATURALES Y SILICEAS	(1082899222) MIGUEL DE JESUS PRADA JIMENEZ
27/10/2016	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	ARENAS Y GRAVAS NATURALES Y SILICEAS\ RECEBO (MIG)\ MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	(12554684) ROMUALDO GOMEZ PINILLA\ (3157428787) ROMUALDO GOMEZ PINILLA
03/03/2016	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	ARENAS Y GRAVAS NATURALES Y SILICEAS\ MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	(9002101029) SOCIEDAD MINERA LA MILAGROSA S.A
29/02/2016	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	ARENAS Y GRAVAS NATURALES Y SILICEAS\ MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	(9002101029) SOCIEDAD MINERA LA MILAGROSA S.A
27/11/2014	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	(27024499) ELVIRA QUINTANA AMEZQUITA\ (11349425) NEYS ALFONSO NIETO ORTIZ
02/07/2013	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	CALIZA TRITURADA O MOLIDA\ ARENAS Y GRAVAS SILICEAS ELABORADAS (TRITURADAS, MOLIDAS O PULVERIZADAS)\ MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	(8050290702) RIV SERVICIOS GENERALES SAS
29/05/2014	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	RECEBO (MIG)\ MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	(12618217) JOSE ANTONIO FERNANDEZ DE CASTRO DEL CASTILLO\ (85155293) MIGUEL EDUARDO CAPMARTIN MARTINEZ
02/07/2013	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	CALIZA TRITURADA O MOLIDA\ ARENAS Y GRAVAS NATURALES Y SILICEAS\ MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	(8050290702) RIV SERVICIOS GENERALES SAS
16/09/2013	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	(22606033) ELSA MILENA DE LA ROSA BERDEJO\ (1062809004) ALEXANDRA DE JESUS GALVAN MOLINA\ (77033978) OSCAR ANTONIO CAMPO CARRILLO
19/12/2014	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	(12712887) GILBERTO ELIAS VILLALOBOS BROCHEL\ (18967909) EDGAR ENRIQUE CHACON AMAYA\ (9005222105)

Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

FECHA_RADI	MODALIDAD	MINERALES	TITULARES
			CONSTRUCCION Y EXPLOTACION MINERA SAVA S.A.S.
16/09/2013	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	(7140476) ALFREDO ANTONIO VIVES CABALLERO
21/08/2013	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	(57426716) AYDEE LOPEZ PEREZ
26/02/2010	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	MARMOL Y OTRAS ROCAS METAMÓRFICAS; ROCAS O PIEDRAS CALIZAS DE TALLA Y DE CONSTRUCCIÓN \ ROCAS O PIEDRAS CALIZAS DE TALLA O DE CONSTRUCCIÓN NCP\ MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN \ ROCA FOSFÁTICA O FOSFÓRICA, O FOSFORITA\ DEMAS_CONCESIBLES	(7691508) SANTIAGO GONZALEZ RAMOS\ (12717793 ) NELSON FORERO AGUIRRE
14/09/2016	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	(52646280) EDNA YANUBA RINCON CUERVO
10/03/2016	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	ARENAS Y GRAVAS NATURALES Y SILICEAS\ MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	(36546572) DORIS PIEDAD VARGAS PINZON
24/09/2013	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	ARENAS Y GRAVAS NATURALES Y SILICEAS	(85468959) MARCOS JAVIER GUTIERREZ ROJAS
15/11/2016	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN \ BARITA ELABORADA\ OTROS MINERALES NCP\ MINERALES DE HIERRO\ MINERALES DE COBRE Y SUS CONCENTRADOS\ MINERALES DE ORO Y PLATINO, Y SUS CONCENTRADOS	(12531180) EUSEVIO MANUEL CASTRO PERTUZ\ (19602045) CARLOS JULIO PATINO ROBALLO\ (85467333) ALVARO DE JESUS MUNIS CARDONA\ (77103908) LENIN ALFONSO MENDOZA TURIZO
27/10/2016	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	ARENAS Y GRAVAS NATURALES Y SILÍCEAS\ MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	(12554684) ROMUALDO GOMEZ PINILLA
05/01/2017	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	(85468453) RAFAEL IGNACIO DIAZ GRANADOS MORA
02/07/2013	CONTRATO DE CONCESIÓN(L 685)	MINERALES DE METALES PRECIOSOS Y SUS CONCENTRADOS	(8110411038) NEGOCIOS MINEROS S.A



Se espacializan en el territorio de la siguiente manera



**Gráfico 33**Solicitudes de títulos en Santa Marta  
Fuente: Geografía Urbana con información de Corpamag

La propuesta del POT determina que en el área urbana y en el suelo de expansión está prohibido el uso minero, y en las áreas rurales sólo se podrán mantener las canteras actuales, no se podrán incorporar nuevas áreas en el corto, mediano y largo plazo.

**Tabla 49** Áreas títulos mineros en zonas de protección  
Fuente: Construcción geografía urbana con información de Corpamag

POT 500			
Tipo	Área total (ha)	Sobre área urbana(ha)	Sobre Parques Distritales (ha)

<b>Títulos mineros vigentes</b>	1.098,9	151,4	798,5
<b>Solicitudes mineras vigentes</b>	18.529,0	294,9	2.909,4

Se podrán seguir operando en las 1098, 9 hectáreas concesionadas, pero no se podrán renovar los títulos en suelo urbano, suelo de protección y el ámbito de los parques ecológicos distritales, lo que indicaría que esta norma sólo aplicaría hasta después del 2035 año en el que empiezan a vencer las concesiones mineras.

### 3 ANÁLISIS DE RIESGO

La normativa asociada a la gestión del riesgo en Colombia se ha ido desarrollando a través de los años con el fin de realizar una adecuada planificación del territorio, de tal forma que se puedan mitigar los daños potenciales debidos a fenómenos que afectan a una población en particular. A continuación, se presenta un breve resumen de la normativa de referencia asociada a la gestión del riesgo.

#### 3.1. Marco Legal

- Ley 388 de 1997

Esta ley fue aprobada el 18 de Julio de 1997. El segundo objetivo que promueve la ley 0388 es: “El establecimiento de los mecanismos que permitan al municipio, en ejercicio de su autonomía, promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial y la prevención de desastres en asentamientos de alto riesgo, así como la ejecución de acciones urbanísticas eficientes.” A través de este objetivo se brindaron herramientas a los actores involucrados en los procesos de toma de decisiones en todos los niveles de ordenamiento, para que logaran una gestión adecuada del mismo involucrando todas las variables disponibles.

Por otra parte, en el artículo 10 de esta misma ley, que hace referencia a los determinantes de los planes de ordenamiento territorial, en el numeral d, se establece: “Las políticas, directrices y regulaciones sobre prevención de amenazas y riesgos naturales, el señalamiento y localización de las áreas de riesgo para asentamientos humanos, así como las estrategias de manejo de zonas expuestas a amenazas y riesgos naturales.”. Lo cual se traduce en la inclusión de un componente asociado a riesgo en los planes de ordenamiento territorial.

En este sentido, en el artículo 12, se establece el contenido del componente general del plan de ordenamiento, específicamente en el numeral 2.3 “La determinación y ubicación en planos de las zonas que presenten alto riesgo para la localización de asentamientos humanos, por amenazas o riesgos naturales o por condiciones de insalubridad.” Así como en el artículo 13, donde se encuentra delimitado el componente urbano del plan de ordenamiento, en el numeral 3 “La delimitación, en suelo urbano y de expansión urbana, de las áreas de conservación y protección de los recursos naturales, paisajísticos y de conjuntos urbanos, históricos y culturales, de conformidad con la legislación general aplicable a cada caso y las normas específicas que los complementan en la presente ley; así como de las áreas expuestas a amenazas y riesgos naturales.”

- Ley 1523 de 2012

“Por el cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el sistema nacional de gestión del riesgo de desastres y se dictan otras disposiciones”.

De esta ley, vale la pena resaltar las siguientes definiciones:

Gestión del riesgo: es el proceso social de planeación, ejecución, seguimiento y evaluación de políticas y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción de una mayor

conciencia del mismo, impedir o evitar que se genere, reducirlo o controlarlo cuando ya existe y para prepararse y manejar las situaciones de desastre, así como para la posterior recuperación, entiéndase; rehabilitación y reconstrucción. estas acciones tienen el propósito explícito de contribuir a la seguridad, el bienestar y calidad de vida de las personas y al desarrollo sostenible.

Amenaza: Peligro latente de que un evento físico de origen natural, o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar pérdidas de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales.

152

Adicionalmente, en el artículo 39, sobre la integración de la gestión del riesgo en la planificación territorial y del desarrollo, se define que los planes de ordenamiento territorial, de manejo de cuencas hidrográficas y de planificación del desarrollo en los diferentes niveles de gobierno, deberán integrar el análisis del riesgo en el diagnóstico biofísico, económico y socio ambiental y, considerar, el riesgo de desastres como un condicionante para el uso y la ocupación del territorio, procurando de esta forma evitar la configuración de nuevas condiciones de riesgo. En efecto, con estos puntos específicos en la normatividad, el componente de riesgo se debe articular con otros componentes para establecer usos y ocupación del territorio.

- Decreto 1807 de 2014

“Por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto Ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones”

Este decreto es la base para el componente de riesgo en los planes de ordenamiento territorial. Específicamente, se resaltan algunos artículos importantes en el marco de la incorporación de estudios básicos de riesgo en los POT.

Artículo 3. Estudios básicos para la revisión o expedición de planes de ordenamiento territorial POT. Los estudios básicos que se deben presentar deben contener:

Delimitación y zonificación de áreas de amenaza

Delimitación y zonificación de las áreas con condición de amenaza en las que se requiere adelantar los estudios detallados.

Delimitación y zonificación de las áreas en condición de riesgo en las que se requiere adelantar los estudios detallados

Determinación de las medidas de intervención, orientada a establecer restricciones y condicionamientos mediante la determinación de normas urbanísticas.

Artículo 4. Estudios detallados. Aquí se establece que en la revisión de contenidos de un POT se deben dejar indicadas las zonas priorizadas en las cuales deben realizarse estudios detallados, a fin de establecer actividades que permitan la mitigación del riesgo.

Artículo 9. Estudios básicos de amenaza por inundación. El resultado de estos estudios serán los mapas de zonificación de amenaza por inundaciones, junto con la metodología empleada y los resultados obtenidos.

En los artículos 11 y 12, la delimitación y zonificación de las áreas con condición de amenaza y de riesgo, se establece que en la zonificación se deben dejar indicadas aquellas áreas en la cuales se requiere realizar estudios en detalle para una categorización del riesgo.

En el artículo 13, se establece que para los estudios básicos únicamente se deben tener en cuenta medidas de mitigación no estructurales orientadas a establecer un modelo de ocupación del territorio.

En cuanto a estudios detallados, el artículo 16. Análisis detallado de amenaza de inundación. El producto serán los mapas de zonificación de amenaza con la metodología correspondiente.

153

Artículo 18. Evaluación del riesgo. La evaluación de riesgo es el resultado de relacionar la zonificación detallada de amenaza y la evaluación de la vulnerabilidad. Con base en ello, se categorizará el riesgo en alto, medio y bajo en función del nivel de afectación esperada.

Para las zonas en alto riesgo se definirá la mitigabilidad y no mitigabilidad, a partir de las alternativas de intervención física para reducir y evitar el incremento de la amenaza y/o vulnerabilidad. Para estas alternativas se deberá evaluar su viabilidad de ejecución desde el punto de vista técnico, financiero y urbanístico. Bajo estas evaluaciones se obtendrá la definición del riesgo alto mitigable y no mitigable.

Artículo 19. Contenidos de la evaluación del riesgo.

Documento técnico que contenga metodología devaluación empleada y los resultados.

Fichas de evaluación de vulnerabilidad

Mapa de vulnerabilidad categorizada en alta, media y baja.

Mapa de riesgo, categorizado en alto, medio y bajo, señalando para riesgo alto si es mitigable o no mitigable.

Mapas de localización y dimensionamiento de las medidas de intervención propuestas.

Presupuestos estimados de costos de las alternativas planteadas

Inventario de viviendas en alto riesgo no mitigable.

Artículo 20. Medidas de intervención. Para la prevención, mitigación del riesgo y/o reducción de la amenaza y/o vulnerabilidad, se establece que las medidas pueden ser estructurales y no estructurales, las primeras son medidas físicas encaminadas a la realización de acciones para atender condiciones de riesgo ya existentes. Las medidas no estructurales, están orientadas a regular el uso, la ocupación y el aprovechamiento del suelo mediante la determinación de normas urbanísticas, sistemas de alertas tempranas, socialización y apropiación cultural de los principios de responsabilidad y precaución.

Artículo 23, numeral 2.3. En la determinación de los suelos de protección se deben considerar dos áreas:

Áreas sin ocupar zonificadas en estudios básicos como de amenaza alta, en las que la información de intensidad, recurrencia o registros históricos de grandes fenómenos evidencien la imposibilidad de medidas de reducción.

Áreas zonificadas como riesgo alto no mitigable en suelo urbano, suburbano y rural.

Decreto 1077 de 2015

En el marco del decreto, se establecen los estudios básicos de riesgo como requisito para adelantar procesos de revisión del POT, los que a su vez permiten priorizar las zonas en donde se requiere adelantar estudios detallados, los cuales, típicamente se plantean en el contenido programático del POT, con el fin de que se desarrollen en su implementación

Según el decreto, los estudios básicos de riesgo para las amenazas principales (movimientos en masa, inundaciones, avenidas torrenciales) se deberán realizar para suelo urbano y de expansión urbana a escala 1:5.000 y para suelo rural 1:25.000. Los centros poblados rurales que por sus condiciones de exposición a la ocurrencia de fenómenos naturales se requiera desarrollar estudios básicos de amenaza, los mismos se realizarán como mínimo a escala 1:5.000. Para inundaciones se considera que los municipios con un área mayor a 1.500 Km<sup>2</sup> para los cuales no exista base cartográfica e insumos básicos a escala 1:25.000, podrán adelantar los estudios para suelo rural a escala 1:100.000.

Por otra parte, en los municipios expuestos a amenazas por otros fenómenos naturales, o de origen tecnológico, estas deben ser evaluadas con base en la información disponible.

En cuanto a la zonificación de áreas en condición de amenaza, el decreto plantea que se deben identificar aquellas áreas categorizadas de amenaza alta, ubicadas en suelo urbano urbanizables no urbanizadas, o en suelo de expansión urbana o en suelo rural suburbano para las que se plantee la posibilidad de desarrollarse pero que por sus condiciones requieren la realización de estudios de detalle.

En cuanto a la zonificación de áreas en condición de riesgo, el decreto plantea que se deben identificar los elementos expuestos tales como población, vivienda, infraestructura, equipamientos, realizando un inventario estimado de aquellos ubicados dentro del área de influencia de la amenaza, en particular en áreas categorizadas de amenaza alta. Con base en esta actividad se delimitarán y zonificarán en un mapa las áreas con condiciones de riesgo.

### 3.2. Metodología

La gestión del riesgo comprende todo el conjunto de acciones que pueden ser ejecutadas con el fin de reducir el impacto negativo de los desastres en el marco del desarrollo de una región. El primer paso para una correcta gestión del riesgo es identificarlo y cuantificarlo. Ahora bien, para conocer el riesgo se debe realizar una adecuada caracterización tanto de los tipos de amenaza que puedan presentarse como de la vulnerabilidad de los elementos expuestos.

La amenaza se refiere a la ocurrencia de un fenómeno natural (como las inundaciones, movimientos en masa o avenidas torrenciales) y la intensidad con que impacta una región específica. La amenaza se define como el peligro latente de que un evento físico de origen natural o causado, o inducido por la acción humana de manera accidental, se presente con una severidad suficiente para causar



pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, así como también daños y pérdidas en los bienes, la infraestructura, los medios de sustento, la prestación de servicios y los recursos ambientales. En términos generales, se representa por medio de una colección de escenarios, los cuales representan de manera integral el grado de amenaza de una región particular.

El conjunto de bienes o activos susceptibles de sufrir daño y producir pérdidas, dada la ocurrencia de los escenarios que definen la amenaza, representan los elementos expuestos. Estos elementos se caracterizan por su ubicación geográfica, su valor de reposición y la clase estructural a la que pertenecen. Los elementos expuestos son fundamentales dentro de la evaluación de riesgo, debido a que comprenden los objetos sobre los cuales se evalúan las pérdidas, es decir, son la fuente de pérdidas potenciales debido al hecho de estar expuestos a una amenaza y ser susceptibles de sufrir un daño. Por su parte, la vulnerabilidad física es esa medida de susceptibilidad a sufrir daño que tienen los elementos expuestos, tras la manifestación de la amenaza en su ubicación, es decir, la vulnerabilidad física está asociada a pérdidas económicas directas, que son típicamente el sujeto de evaluación en el marco de la evaluación del riesgo.

155

El concepto de vulnerabilidad social en el contexto de la gestión de riesgo es usado para determinar “los diferentes niveles de preparación, resiliencia y capacidades con las que cuenta un individuo (hogar o comunidad) ante la ocurrencia de un desastre” (Cannon, Twigg, & Rowell, 2003). Una persona puede ser más o menos vulnerable ante la ocurrencia de eventos de amenaza dependiendo de cómo administre sus activos tangibles e intangibles, y con relación a cómo y qué tanto estos pueden verse afectados ante la ocurrencia de un desastre. En ese sentido, la vulnerabilidad social es un concepto que va más allá de la afectación de estructuras físicas e incluye las diferentes características y capacidades de los individuos, hogares y comunidades asociadas.

El enfoque propuesto para evaluar el riesgo en Santa Marta parte del concepto general de la gestión del riesgo basado en escenarios. En particular, la metodología propuesta reconoce el riesgo como una variable dinámica en el tiempo que no solo se puede cuantificar basada en eventos históricos, sino que debe incorporar escenarios futuros considerando variables que pueden incrementar el riesgo.

En ese sentido, esta metodología propone la evaluación de las amenazas usando escenarios históricos y futuros que permitan describir de manera integral el grado de amenaza de una región particular, de tal manera que contribuyan en la generación de condicionantes geoespaciales desde el punto de vista del riesgo como insumo para la planeación efectiva del territorio. Preliminarmente, se realiza una recopilación de todas las posibles fuentes de información en el contexto regional, nacional e internacional que incluyen instituciones públicas, institutos de investigación adscritos a los ministerios, centros de investigación nacionales e internacionales, diferentes centros climatológicos, bases de datos climatológicas y de gestión de riesgo, entre otras. El resultado de esta fase es el estado de información más actualizado posible en el contexto del municipio en cuanto a las variables biofísicas, sociales y económicas asociadas a la gestión del riesgo que corresponde al resultado de la fase de alistamiento para el componente de riesgo.

Las variables que deben ser tenidas en cuenta en el proceso de evaluación del riesgo están definidas por las amenazas que son relevantes para cada municipio, es por esto que este análisis de la relevancia de las amenazas es el punto de partida de la metodología propuesta. Como se ha discutido, el tipo de amenaza presente en una zona depende de diversas características físicas del área de estudio, donde los movimientos en masa y las avenidas torrenciales se dan principalmente en topografías con alto relieve, dependiendo del tipo del suelo y la geología asociada al área de estudio. Por su parte la amenaza por inundación está relacionada a cuerpos de agua lénticos o lóticos. En ese sentido, para la planificación del territorio en el componente de riesgo, es necesario definir los tipos de amenaza presentes de acuerdo con las características antes mencionadas, ya que las amenazas no son excluyentes. Para el caso particular de Santa Marta, se revisaron los registros históricos y eventos contenidos en diversos documentos Corpamag, estudios previos realizados en el municipio por diferentes entidades y el POT vigente.

Para la evaluación de la amenaza, se desarrollan estudios (y modelos) que contribuyen tanto la identificación de las características como la magnitud de las amenazas priorizadas, así como su probabilidad de ocurrencia de manera espacial. Adicionalmente, se realiza un proceso de zonificación y clasificación de las amenazas, con el objeto de categorizarlas en cuatro grupos: i) No amenaza, ii) Amenaza Baja, iii) Amenaza Media y iv) Amenaza Alta.

Se propone el análisis del componente urbano para la amenaza por inundaciones considerando las entradas de cuerpos de agua principales, así como la lluvia directa que cae sobre el límite urbano. Adicionalmente, se hace análisis a escala rural para el resto del municipio en los que consideraran las tres amenazas principales que establece el decreto, así como otras amenazas relevantes en el contexto de Santa Marta. Esta herramienta permitirá a los tomadores de decisiones y al municipio en particular, conocer la distribución espacial del riesgo, para de esta forma diseñar medidas de mitigación efectivas, las cuales serán establecidas en la fase de formulación del riesgo y se verán reflejadas en la formulación del instrumento de ordenamiento.

Finalmente, acorde con el artículo 3 del decreto 1807 de 2014, la metodología de construcción del diagnóstico propuesta generará los siguientes productos para cada tipo de amenaza priorizada:

- a) La delimitación y zonificación de las áreas de amenaza;
- b) La delimitación y zonificación de las áreas con condición de amenaza en las que se requiere adelantar los estudios detallados a que se refiere el siguiente artículo;
- c) La delimitación y zonificación de las áreas con condición de riesgo en las que se requiere adelantar los estudios detallados a que se refiere el siguiente artículo;
- d) La determinación de las medidas de intervención, orientadas a establecer restricciones y condicionamientos mediante la determinación de normas urbanísticas.

El documento de diagnóstico de riesgo para Santa Marta tiene cuatro componentes principales, en el primero, se presenta el resultado del ejercicio de identificación de amenazas a partir de la información registrada en diferentes bases de datos. En el segundo componente, que está conformado por varios capítulos se presentan los resultados de la evaluación de la amenaza para las amenazas relevantes identificadas y en el tercero, se presenta el análisis de vulnerabilidad.

El análisis de las áreas de condición de amenaza y riesgo, así como la formulación de recomendaciones, lineamientos y medidas se presentarán en el documento de formulación del instrumento de ordenamiento.

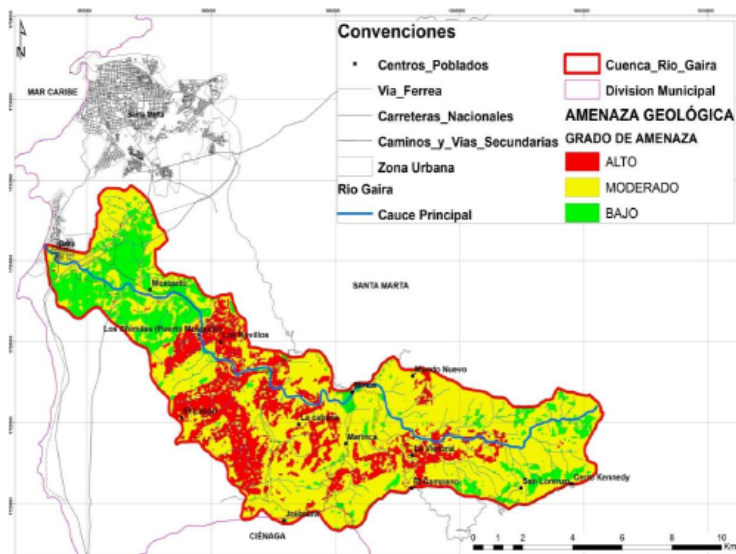
### **3.3. Identificación de Amenazas Relevantes**

#### **3.3.1. Recopilación de Estudios Previos**

157

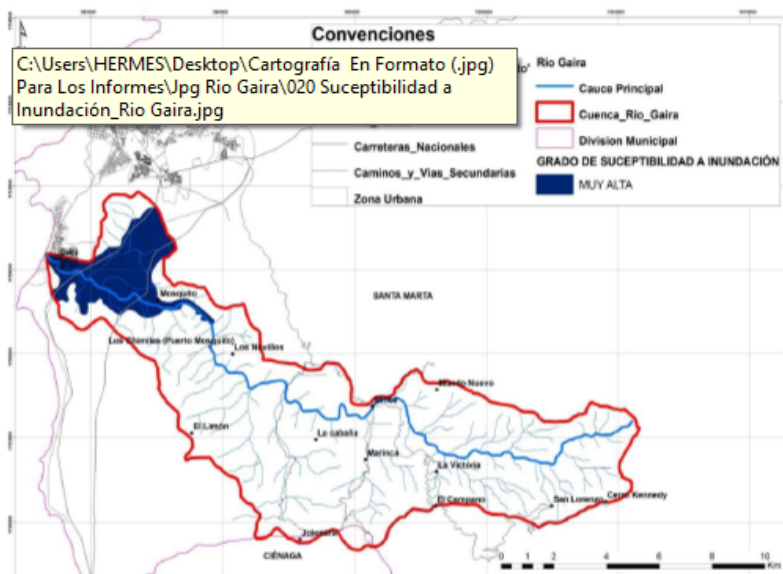
##### **Plan de Ordenamiento y Manejo de la cuenca del río Gaira, 2013**

En el POMCA del río Gaira se establece que, dadas las condiciones naturales, la cuenca representa un sitio propicio para la sucesión de eventos de inestabilidad del terreno. En particular, el paisaje de montaña con presencia de fallas locales y regionales y la alta pluviosidad durante temporadas invernales, el uso inadecuado del suelo y el efecto de la actividad antrópica (deforestación, construcción de vías, tala, quema y explotación de materiales) generan unas condiciones propicias para la ocurrencia de eventos de remoción en masa como se puede observar en el siguiente gráfico.



**Gráfico 34. Mapa de amenaza geológica en la cuenca del río Gaira**  
Fuente: Corpamag, 2013

Por otra parte, en el mismo se han identificado zonas susceptibles a la inundación localizadas principalmente en la parte baja de la cuenca, hacia el oeste y parte del noroeste hasta la desembocadura incluyendo una parte de Gaira, el Rodadero y la población de Mosquito como se puede observar en la siguiente Gráfico.

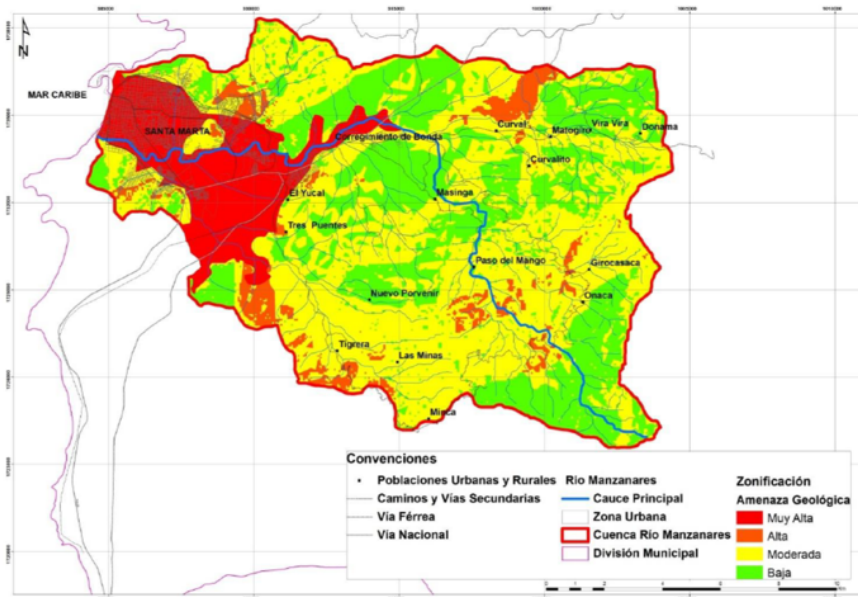


**Gráfico 35. Mapa de susceptibilidad a inundaciones en la cuenca del río Gaira**  
Fuente: Corpamag, 2013

### Plan de Ordenamiento y Manejo de la cuenca del río Manzanares, 2013

La cuenca del río Manzanares se encuentra en su mayor parte constituida por el Batolito de Santa Marta, conformado por granitos y granodioritas y cuarzodioritas, las cuales durante el proceso de meteorización física originan suelos arenosos poco cohesivos con baja estabilidad estructural que en condiciones de pendientes pronunciadas son susceptibles a desarrollar procesos de remoción en masa, incrementada por la alta pluviosidad durante temporadas invernales, el uso inadecuado del suelo y el efecto de la actividad antrópica. En el gráfico siguiente, se muestra la zonificación de áreas con susceptibilidad de remoción en masa de la cuenca del río Manzanares.

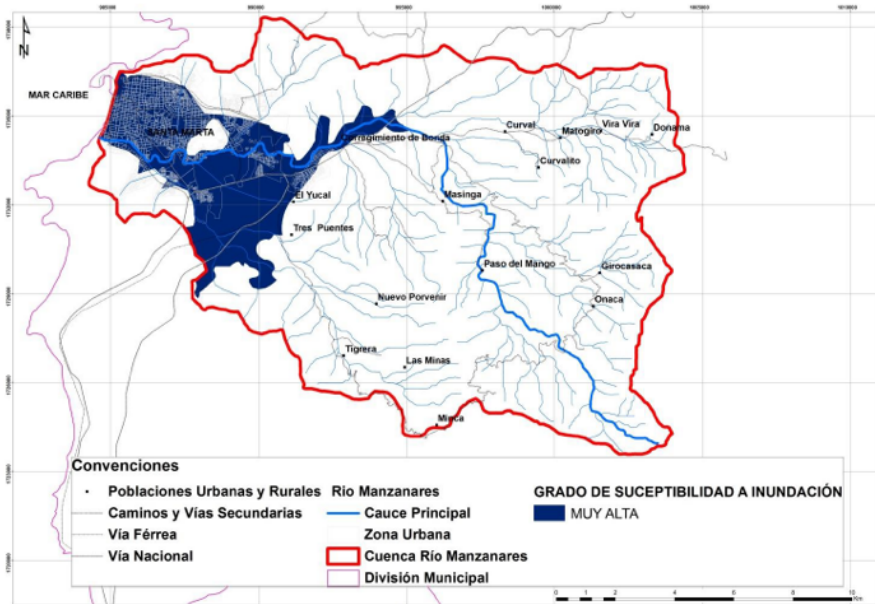
159



**Gráfico 36. Mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa en la cuenca del río Manzanares**

Fuente: Corpamag, 2013

Por otra parte, en el mismo se han identificado zonas susceptibles a la inundación localizadas principalmente en la parte baja de la cuenca, incluyendo el Distrito de Santa Marta, como se puede observar en la Gráfico siguiente.



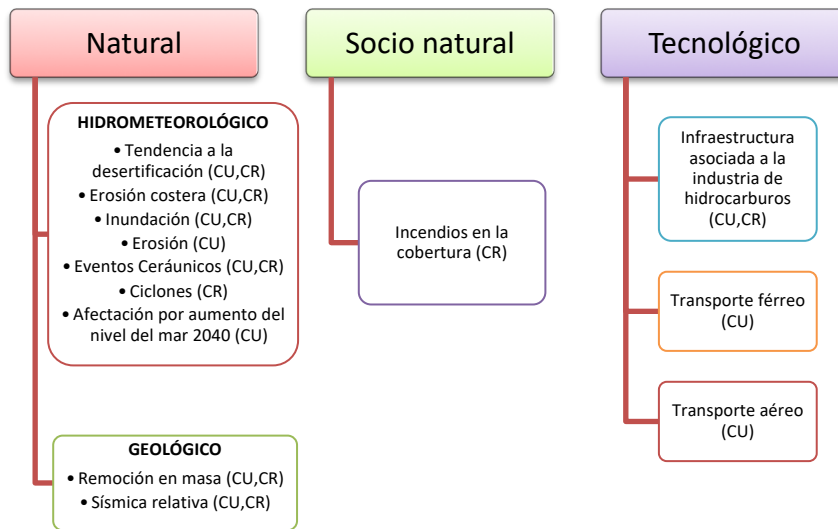
**Gráfico 37. Mapa de susceptibilidad a inundaciones en la cuenca del río Manzanares**  
Fuente: Corpamag, 2013

#### Contrato de servicios N° 016 de 2014 entre Prosierra y AECOM Technical Services

En esta consultoría, se construyó un sistema estructurante de gestión del riesgo, partiendo de la identificación, evaluación y zonificación de cada una de las amenazas a las cuales está actualmente expuesto Santa Marta Distrito Turístico, Cultural e Histórico, como éstas amenazas confluyen con la respectiva evaluación de la vulnerabilidad y la vulnerabilidad específica por cambio climático, conllevando al análisis del riesgo, zonificado tanto en el componente rural, urbano e igualmente en el área de expansión, propuestos por el POT vigente.

Para incorporar la zonificación de amenaza de forma estructurante, fue preciso analizar las amenazas naturales y socio antrópicas, a partir de información secundaria, teniendo en cuenta los componentes Rural y Urbano. En el marco de esta consultoría, se identificaron una serie de amenazas para el sistema estructurante del Distrito de Santa Marta que se esquematizan en la siguiente figura.

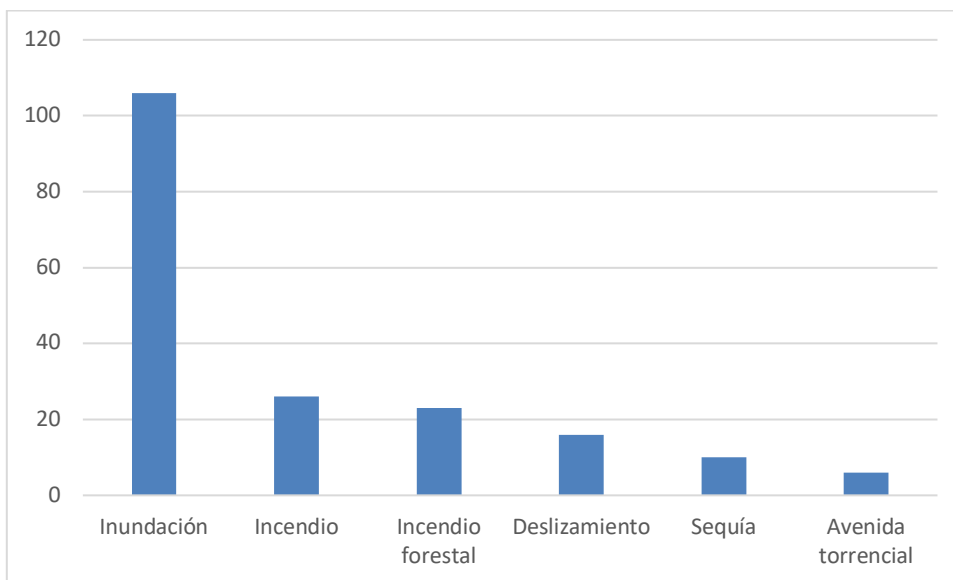




**Gráfico 38. Amenazas del sistema estructurante del Distrito de Santa Marta**

Fuente: AECOM Technical Services, 2014

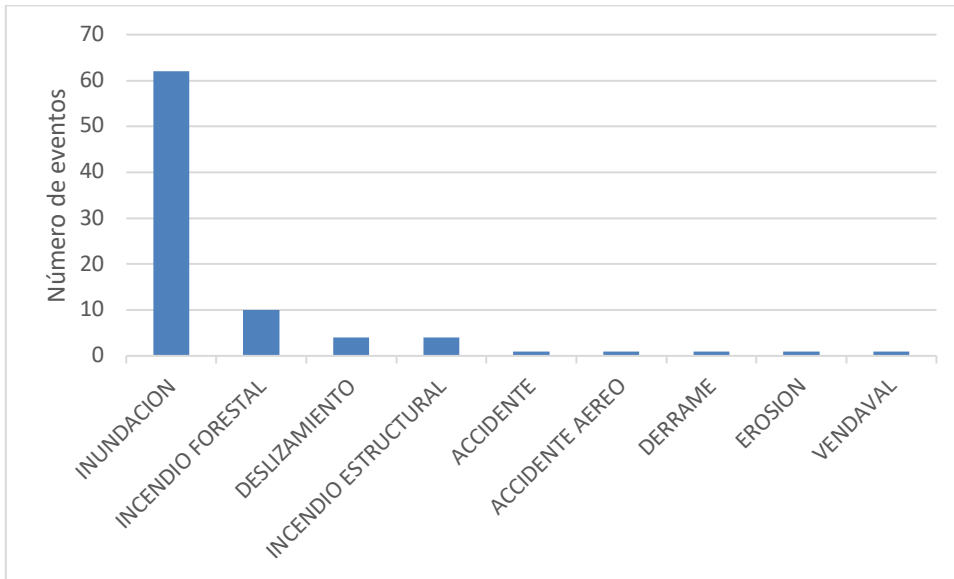
Así mismo, se realiza la consulta de la base de datos Desinventar, la cual se encuentra actualizada al año 2018. Se encuentra el registro de 268 eventos de amenaza, dentro de los cuáles se resaltan inundación, incendios forestales, deslizamientos (remoción en masa), sequía y avenida torrencial (inundación súbita). (Gráfico 39)



**Gráfico 39. Registro de eventos de amenaza en Santa Marta**

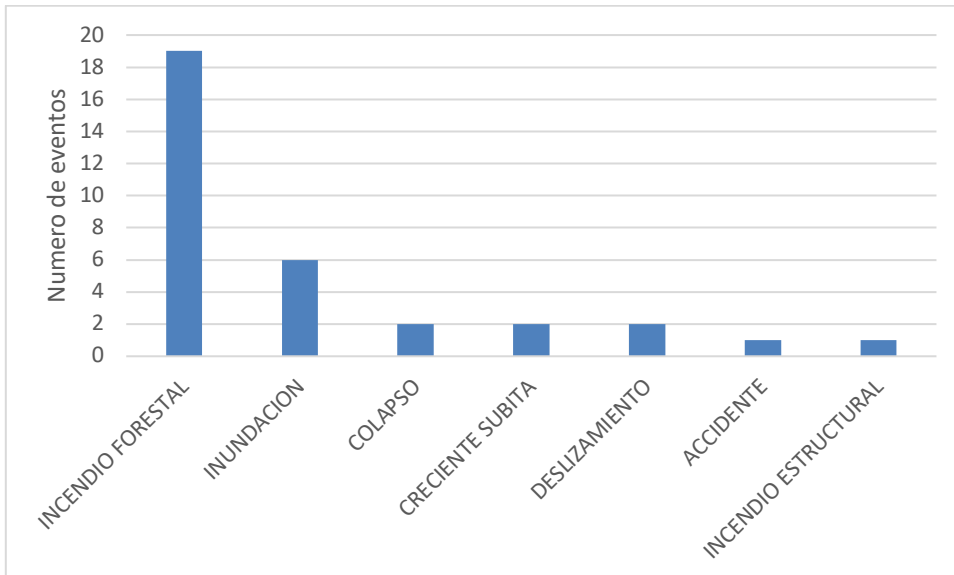
Fuente: Desinventar, 2018

Una vez se realiza la consulta en la base de datos Desinventar, se revisan otras bases de datos como la base de datos de Desastres Naturales para Colombia entre 1999 y 2013, administrada por el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones y la base de datos de Emergencias de la UNGRD, para la cual se realiza la consulta del año 2017, como uno de los que contiene mayor reporte de emergencias. A continuación se presentan los resultados de los eventos más frecuentes en el municipio de Santa Marta



**Gráfico 40. Número de eventos reportados entre 1999 y 2013 para Santa Marta**

Fuente: Elaboración propia a partir de la información MinTIC, 2019



**Gráfico 41. Número de eventos reportados en el año 2017 en el municipio de Santa Marta**

Fuente: Elaboración propia a partir de UNGRD, 2019

**Tabla 50 Reporte de eventos con mayor número de afectados en el municipio de Santa Marta**

Elaboración Geografía Urbana basado en Desinventar, 2019

Fecha	Tipo de evento	Lugar	Origen información	Observaciones	Número de afectados
15/6/1991	SEQUÍA		EL TIEMPO	NO HAY BOMBEO DEL AGUA POR EL BAJO CAUDAL DEL RIO EN ESPECIAL EN LOS BARRIO POPULARES.	250000
23/11/2005	AVENIDA TORRENCIAL	14 MUNICIPIOS DE MAGDALENA AFECTADOS	EL TIEMPO 2005-11-23	EL SUR DEL DEPARTAMENTO ES EL MAS AFECTADO POR DESBORADMIENTOS DE LOS RIOS MAGDALENA Y CESAR	60000
27/11/2004	INUNDACIÓN		DPAD	AFECTADOS 40 BARRIOS. ZONAS MAS AFECTADAS MALVINAS MAMATOCO BOULEVER DEL RIO AVENIDA EL RIO SECTOR DEL TAYRONA. SE RECIBIO DONACION DE JIMMY WINER POR VALOR DE \$50.000.000 CONSISTENTE EN ROPA.119000000 TOTAL APOYO FNC	25000
27/10/2007	INUNDACIÓN		DPAD - EL TIEMPO 29-10-2007	CORREGIMIENTO GAIRA Y BARRIOS PERIFERICOS RIO MANZANARES. RIOS GAIRA MANZANARES Y QUEBRADA SAMACA. SITUACION EN EVALUACION.	20000
13/12/1999	INUNDACIÓN	25 BS.	DNPAD-EL TIEMPO-1999-12-09	60 FAMILIAS DAMNIFICADAS EN EL BARRIO MANZANARES EL RÍO TRASPASÓ LOS PUENTES VEHICULARES ARRASÓ CASAS INUNDADO LA AVENIDA DEL RÍO. LAS AUTORIDADES DE SOCORRO HAN DISPUESTO DOS SITIOS DE ALBERGUES EN EL COLISEO MENOR Y LA UNIVERSIDAD DE MAGDALENA DON DE HAN LLEGADO POR LO MENOS 1.500 PERSONAS; SIN EMBARGO SE PRESUME QUE LA GRAN MAYORÍA DE DAMNIFICADOS SE HAN TRASLADADO A CASAS DE FAMILIAS AMIGOS Y VECINOS.	15000
18/10/2007	INUNDACIÓN		DPAD	AFECTADOS BARRIOS CHIMILA 1 MARIA EUGENIA CERRO LAS TRES CRUCES IMAYUYI CONCEPCION CIUADELA 20 DE JULIO LA LUCHA LUZ DEL MUNDO PANTANOS BASTIDAS. DESBORDAMIENTO RIO FRIO. REPORTE PRELIMINAR.	15000
26/8/2010	INUNDACIÓN	BARRIOS SIMON BOLIVAR LAS VEGAS; LOS ALPES; CENTRO Y ALMENDROS	DGR	EN TOTAL 30 BARRIOS AFECTADOS. REPORTE DE CREPAD Y CLOPAD	12500

163

Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

9/7/2010	INUNDACIÓN	BARRIOS MALVINAS; SIMON BOLIVAR; LAS VEGAS; TAYRONA; IMALLUI; VILLA U ; SALAMANCA; SANTA ANA; 8 DE FEBRERO; SIMON BOLIVAR; CHIMILA I; ESMERALDA; TAYRONA ALTA; TAYRONA BAJA; BULEVAR DEL RIO 1;2 Y 3; VILLA DEL CARMEN; MALVINAS; LAS VEGAS	DGR	REPORTE DE LA DEFENSA CIVIL. REPORTE DEL CLOPAD.	11000
29/11/2000	INUNDACIÓN	GUACHACA CASATABLA CACAHUALITO BURITACA ENTRE OTROS.	DNPAD	LUGARES AFECTADOS: GUACHACA CASATABLA CACAHUALITO BURITACA DON DIEGO PERICO MARKETALIA MAMEY REVUELTO Y MEJICO.	9980
20/5/2012	INUNDACIÓN		UNGRD	SE PRESENTO INUNDACION POR FUERTES LLUVIAS Y TAPONAMIENTO DEL ALCANTARILLADO EN LOS BARRIOS TAIRONA II; CHIMILA I; LOS ALCES; BASTIDAS; HONDAS DEL CARIBE; LOS FUNDADORES; LUIS CARLOS GALAN; MARIA CRISTINA; LUIS R CALVO; GALICIAS; OASIS; SANTA ANA; T. NOTA: EL NÚMERO DE DAMNIFICADOS SE SACÓ MULTIPLICANDO EL PROMEDIO DE PERSONAS POR VIVIENDAS CON LAS VIVIENDAS DESTRUIDAS.	9365
24/6/2000	INUNDACIÓN	18 BS.	DNPAD- ELTIEMPO 00-06-26-EL PAIS 00-06- 29	EL TIEMPO: AGUACERO QUE DURÓ MÁS DE 10 HORAS PROVOCÓ EL DESBORDAMIENTO DEL RÍO LO QUE INUNDÓ A 18 BARRIOS Y AFECTÓ UNAS 300 FAMILIAS QUE PERDIERON ENSERES Y ELECTRODOMÉSTICOS. EL PAIS: DECENAS DE FAMILIAS SE ENCUENTRAN DAMNIFICADAS AL DESBORDARSE ESTA SE MANA EL RÍO MANZANARES AUNQUE EL CENSO NO HA CONCLUÍDO SE ESTIMA QUE UNAS CIENTAS FAMILIAS SE ENCUENTRAN DAMNIFICADAS AL PERDER SUS ENSERES E INUNDADAS SUS VIVIENDAS. DNPAD: 8750 AFECTADOS 4 VDS. 200 VAS. 1 CENTRO DE EDUCACIÓN AFECTADO. AFECTADOS BARRIOS MARIA CRISTINA LAS MALVINAS EL PARAÍSO 17 DE DICIEMBRE EL PANTANO ONDAS DEL CARIBE BASTIDAS CHIMILA 1 PESCADITO SAN MARTIN EL OASIS EL PANDO MARÍA EUGENIA (EXT.) NOTA: SE DEJARON LAS CIFRAS DE LA DNPAD	8750
29/8/2008	VENDAVAL		DGR		7500
9/11/2004	INUNDACIÓN		DPAD	RIO GAIRA Y QUEBRADA BERECHÉ BARRIOS ONDAS DEL CARIBE BASTIDAS CHIMILA 1 Y 2 MARIA CRISTINA SAN FERMIN JUAN 23 PESCADITO SAN MARTIN TRES CRUCES POSTOBON DIVINO NIÑO 17 DE DICIEMBRE	6000

Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

				GALICIA TAYRONA UNIVERSITARIO NACHO VIVES OASIS VILLA ELSY L 235000000 TOTAL APOYO FNC	
25/11/2010	INUNDACIÓN	BARRIO LA ESMERALDA BULEVAR DEL RIO TAYRONA ALTO Y BAJO VILLA DEL RIO 1 2Y 3 PAMPLONITA 8 DE FEBRERO; SANTA ANA; VILLA MALVINAS; SIMON BOLIVAR; SALAMANCA; VILLA DEL CARMEN; FUNDADORES; ONDAS DEL CARIBE; CHIMILA; GALAN; PANTANO; OASIS; MARIA CECILIA; PESCADITO; MARIA EUGENIA Y CORREGIMIENTOS EL CHORRO; GUACHARACA; PUERTO NUEVO.	DGR	REPORTE DE DEFENSA CIVIL	4800
2/8/1988	INUNDACIÓN		BDOD- 60549- 60551-EL TIEMPO	EL TIEMPO 1988-08-03 10-B/ 08-04 10-A.22: BARRIOS POBRES QUEDARON ANEGADOS TRAS 24 HORAS DE INTENSA LLUVIAS CENTENARES DE FAMILIAS FUERON AVACUADAS A ESCUELAS Y OTRAS INSTITUCIONES PÚBLICAS. 220 FAMILIAS DAMNIFICADAS ESPECIALMENTE EN EL BARRIO CHIMILA U NO FUERON EVACUADAS 130 DE LAS 140 VIVIENDAS CONSTRUIDAS ALLÍ. UN CENSO REALIZADO POR LA CRUZ RJA SEÑALA QUE HAY 1000 PERSONAS AFECTADAS DE LAS CUALES 750 SON DAMNIFICADOS. OTROS BARRIOS AFECTADOS SON PANTANO TAYRONA LAS MALVINAS ONDAS DEL CARIBE Y L AS AMERICAS.	4000

Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

27/3/2014	SEQUÍA		UNGRD	EN EL AÑO EN CURSO; SE VIENE PRESENTANDO EN EL DISTRITO DE SANTA MARTA; UNA EMERGENCIA NATURAL PRODUCTO DE LA ESCASEZ DE LLUVIAS EN LA REGION; DEVINIENDO EN EL DESABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y GENERANDO MULTIPLES SOLICITUDES DE APOYO DE LAS EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIOS PUBLICOS Y EN GENERAL DE LA POBLACIÓN. AFECTACION EN LOS CORREGIMIENTOS DE MINCA; BONDA; GUACHACA Y LOS MUNICIPIOS DE; DON JACA; ALTOS DE DON JACA; TIGRERA; PUERTO MOSQUITO; MASINGA; PASO DEL MANGO; EL BOQUERON; LOS LIMONES; SAN ISIDRO; PARAMO DE SAN ISIDRO; GIROCASACA; TRANSJORDANIA; NUEVO MEXICO; COLINAS DE CALABAZO; CALABAZO; LA ESMERALDA; TROMPITO BAJO; LOS NARANJOS; ORINOCO; LOS COCOS; MENDIHUCA; LA UNION; QUEBRADA VALENCIA; QUEBRADA EL PLATANO; BURITACA; QUEBRADA MARIA; LOS LINDEROS; QUEBRADA EL SOL; PAZ DEL CARIBE; GUACOCHE; DON DIEGO; ALTO DON DIEGO; QUEBRADA LA LINEA; CASA DE TABLA; EL MAMEI; HONDURAS; MARQUETALIA Y PALOMINITO.	3950
5/8/2004	INUNDACIÓN	BARRIOS DEL NE Y CORREGIMIENTO DE GAIRA	DPAD-EL TIEMPO 2004/08/07	DAÑOS EN CULTIVOS. 638 FAMILIAS AFECTADAS. POR FUERTES LLUVIAS EN LA SIERRA NEVADA SE PRESENTO DESBORDAMIENTO DE LA QUEBRADAS TAMACA Y BURECHE. AFECTADOS 25 BARRIOS (EL BARRIO MAS AFECTADO ES EL PARAISO) Y EL CORREGIMIENTO DE GAYRA Y EL SUR DEL RODADERO R EPORTE PRELIMINAR. EN ESPERA DE REPORTE OFI50000000 TOTAL APOYO FNC	3174
28/6/1998	INUNDACIÓN		DNPAD	AFECTADAS REDES ELECTRICAS	3050
2/10/2011	INUNDACIÓN	3 BARRIOS VILLA U, EL BOSQUE Y MALVINAS.	DGR	POR FUERTES LLUVIAS EN LA SERRANIA PROVOCO LA CRECIENTE DEL RIO MANZANARES. REPORTA EL COORDINADOR DEL CLOPAD ARMANDO PIÑERES.	3000
18/11/2007	INUNDACIÓN		DPAD	CORREGIMIENTO GUACHACA Y DEBORDAMIENTO DEL RIO MANZANARES. AFECTADOS LOS BARRIOS SIMON BOLIVAR MALVINAS LAS VEGAS	2562
11/5/2004	OTRO		DPAD	APOYO DEL FNC PADA EL ALQUILER DE MAQUINARIA COMPRA DE SACOS Y MANO DE OBRA PARA LA RELAIZACION DE OBRA DE PROTECCION EN EL RIO MANZANARES.24700000 TOTAL APOYO FNC	2500



29/9/2000	INUNDACIÓN		DNPAD	DESBORDAMIENTO Q. TAMACA Y AVALANCHA LA TIGRERA. CENSO REALIZADOS POR CRUZ ROJA 104 FAMILIAS EN LOS BARRIOS NACHO VIVES ONDAS DEL CARIBE VILLA BETTEL Y 17 DE DICIEMBRE. CENSO ENVIADO POR LA COMUNIDAD DEL BARRIO FUNDADORES: 99 FAMILIAS. Y COMUNIDAD BARRIO OS MARIA CRISTINA Y BASTIDAS 218 FAMILIAS. NO HAY SOLICITUD DE RECURSOS ADICIONALES AL APOYO BRINDADO EL 19 DE OCTUBRE DE 2000 A SANTA MARTA. EL 11 DE NOVIEMBRE SE AUTORIZO UN APOYO EN ALQUILER DE VOLQUETAS Y COMBUSTIBLE PARA APOYAR LABORES DE LIMPIEZA.//	2105
4/7/2003	INUNDACIÓN		DPAD	AFECTACION CONSOLIDA DE LOS EVENTOS OCURRIDOS EL 4 Y EL 11 DE JULIO. INFORMAN DE TRES HORAS CONTINUAS DE LLUVIA CON AFECTACION EN TODA LA CIUDAD. QUEDARON DE ENVIAR INFORMACION.. BARRIOS AFECTADOS: PESCADITO BASTIDAS LUIS CARLOS GALAN MARIA CRISTINA C 36872000 TOTAL APOYO FNC	2095

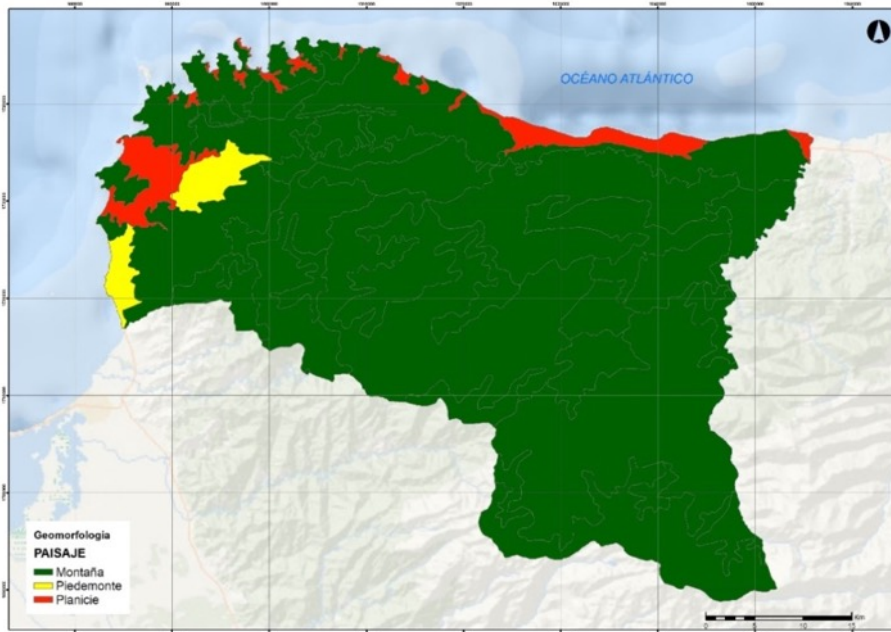
Con base en los registros consultados y usando toda esta información relevante, así como la información disponible, se identificó que las amenazas más relevantes por personas afectadas son inundación y sequía, las cuáles obedecen a fenómenos extremos. Por su parte, además de la inundación y la sequía, se encuentra que existen otras amenazas importantes por su frecuencia de ocurrencia como remoción en masa, incendios e inundaciones súbitas. Desde esta perspectiva, se evaluarán como principales, las siguientes amenazas en el contexto regional del Distrito de Santa Marta, así como otras :

1. Amenaza por inundación lenta a nivel rural
2. Amenaza por inundación lenta a nivel urbano
3. Amenaza por procesos de remoción en masa a nivel rural
4. Amenaza por procesos de remoción en masa a nivel urbano
5. Amenaza por incendios forestales
6. Amenaza por sequía y tendencia a la desertificación a nivel rural
7. Amenaza por inundación súbita a nivel urbano

### 3.4. Amenaza por Inundación rural

En el marco de la evaluación de la amenaza por inundación se propone una metodología basada en modelos que permita evaluar la amenaza por inundación a las escalas adecuadas tanto en el contexto rural como en el urbano, que adicionalmente permita incorporar el efecto conjunto de todos los procesos que generan la inundación, así como el efecto de la variabilidad climática (i.e. fenómeno de La Niña), los procesos de transformación de cobertura a escala de cuenca (i.e. deforestación, desarrollo de actividades económicas) y el efecto del crecimiento urbano, que será un elemento particularmente importante en el contexto de Santa Marta.

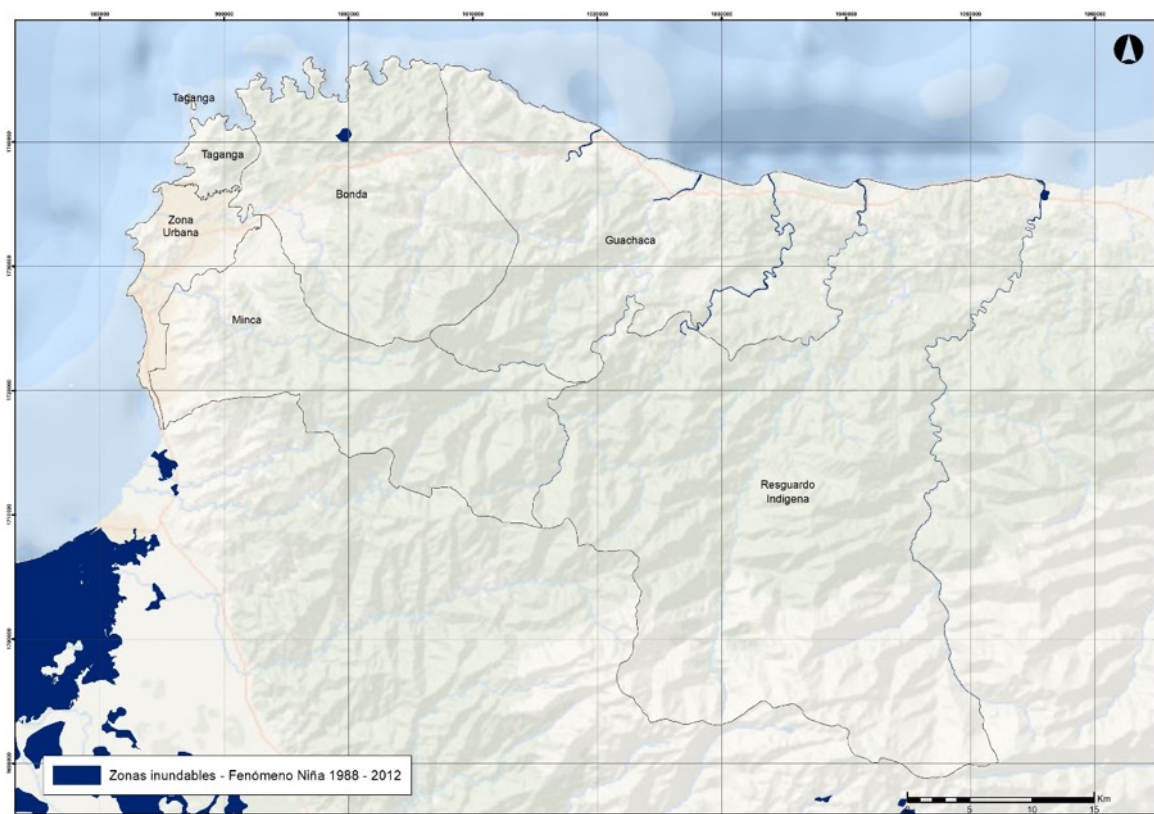
De manera preliminar se identifica las unidades geomorfológicas asociadas a los paisajes aluviales, con especial énfasis en las geoformas correspondientes a la llanura de inundación, como se muestra en siguiente gráfico.



**Gráfico 42. Mapa geomorfológico de Santa Marta**

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de Prosierra, AECOM – 2014.

Así mismo, se identificaron las zonas inundables tomando como base las zonas inundadas durante el fenómeno de La Niña de los años 1988, 2000, 2011 y 2012, como se observa en el Gráfico 43 identificando las áreas que han sufrido afectaciones por inundaciones a nivel rural y urbano.



**Gráfico 43. Zonas inundadas fenómeno Niña 1988 – 2012.**

Fuente: Elaboración propia a partir de IDEAM, 2012.

A nivel general en el área del distrito de Santa Marta se han registrado afectaciones por inundaciones en las zonas de ribera de los ríos Piedras, Quebrada Guachita, Río Buritaca, Quebrada Las Arepas y en el último tramo del río Palomino en la frontera con el departamento de La Guajira. Así mismo se tiene registro de una zona de encharcamiento en parte rural del corregimiento de Bonda, durante el fenómeno Niña del año 2012. Dada esta información es importante tener en cuenta estos drenajes y áreas de afectación dentro de la evaluación de amenaza por inundación a nivel rural.

Por su parte, Desinventar reporta contantes inundaciones en el Distrito de Santa Marta, así como en los centros poblados como Guachaca, donde en noviembre del año 1984 se reportan afectados y un muerto a causa de la inundación, en diciembre de 2010, 370 afectados, en abril de 2002 300 afectados. En el sector Don Diego, en abril de 1981 se presentaron fenómenos de desbordamiento del río a causa de intensas lluvias causando varios afectados, en 2005 . En el mismo sentido, en noviembre del año 2000 se presentan fenómenos de inundación en los centros poblados de Guachaca Casatabla Cacahualito Buritaca Don Diego Perico Marketalia Mamey Revuelto y Mejico con un saldo de aproximadamente 9980 afectados. De manera general, las mayores afectaciones según los reportes han sido ocasionadas por el desbordamiento del río Manzanares, río Gaira, río Guachaca y río Don Diego.

Finalmente, la metodología planteada para la evaluación de la amenaza por inundación comprende cuatro (4) fases principales:

- a) Construcción del modelo hidrológico.
- b) Generación de eventos de amenaza por inundación.
- c) Construcción del modelo hidráulico.
- d) Zonificación de amenaza por inundación.

En los siguientes subcapítulos se expone la metodología para llegar al desarrollo de la zonificación de la amenaza.

### 3.4.1. Modelación hidrológica

Un modelo hidrológico es una representación simplificada de los fenómenos que ocurren durante el ciclo hidrológico, tales como precipitación, evaporación, escorrentía y otros (Chow, Maidment, & Mays, 1994). El modelo representa el movimiento del agua en la hidrosfera, mediante un conjunto de ecuaciones que relacionan las variables de entrada y de salida que pueden ser funciones del espacio y del tiempo.

Los modelos se usan principalmente para predecir el comportamiento del sistema y comprender diversos procesos. Un modelo de escorrentía se puede definir como un conjunto de ecuaciones que ayuda a estimar la escorrentía en función de varios parámetros utilizados para describir las características de la cuenca. Las dos entradas importantes requeridas para todos los modelos son los datos de lluvia y el área de drenaje. Junto con estos, también se consideran las características del manto de agua como las propiedades del suelo, la cubierta vegetal, la topografía de la cuenca hidrográfica, el contenido de humedad del suelo y las características del acuífero subterráneo. Los modelos hidrológicos son hoy un día considerados como una herramienta importante y necesaria para el manejo de recursos hídricos y ambientales (Devia & Ganasri, 2015). Para la presente consultoría, se realizó la modelación hidrológica haciendo uso del software SWAT (Soil and Water Assessment Tool).

#### 3.4.1.1. Introducción al modelo SWAT

SWAT es una herramienta desarrollada al inicio de los años 90s para una de las agencias de investigación agrícola de los Estados Unidos USDA (por sus siglas en inglés, Agricultural Research Service). Esta herramienta funciona como una extensión avanzada de programa de información geoGráfico ArcGIS, fue desarrollada con el propósito de predecir el impacto que originan las prácticas del manejo del suelo en el recurso agua y en la generación de sedimentos en una cuenca hidrográfica (Proaño, Gavilanes, Valenzuela, & Cisneros, 2006).

Esta herramienta es un modelo basado en la física, semi-distribuido de tipo continuo en el tiempo. Es decir, para procesos hidrológicos a largo plazo. Para esto SWAT requiere información sobre clima, propiedades del suelo, topografía, vegetación y prácticas de manejo de la tierra en la cuenca, para

usar todo esto como datos de entrada. Los procesos físicos asociados con el movimiento del agua y sedimento, entre otros, son modelados directamente por SWAT (S.L. Neitsch, 2009), mediante un conjunto de submodelos, los cuales se emplean para simular distintos procesos hidrológicos, todo esto gobernado por ecuación general de balance hídrico:

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - w_{seep} - Q_{gw})$$

Donde:

$SW_t$ : Contenido final de agua en el suelo (mm H<sub>2</sub>O).

$SW_0$ : Contenido de agua inicial en el día i (mm H<sub>2</sub>O).

t: Tiempo (día).

$R_{day}$ : Cantidad de precipitación en el día i (mm H<sub>2</sub>O).

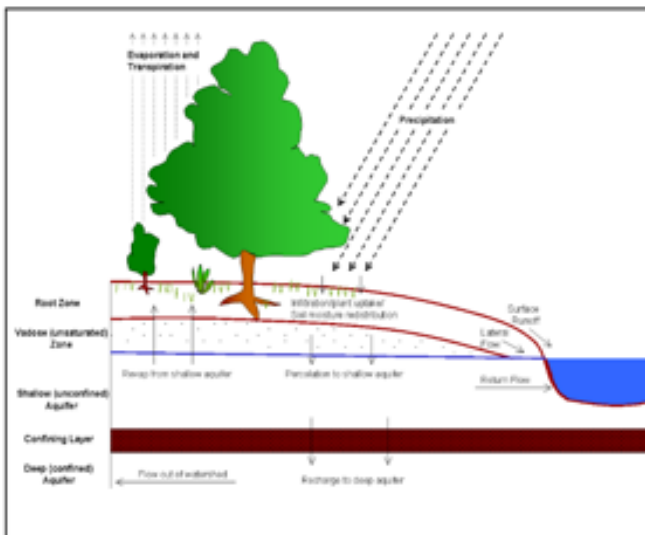
$Q_{surf}$ : Cantidad de escorrentía superficial en un día i (mm H<sub>2</sub>O).

$E_a$ : Cantidad de evapotranspiración en un día i (mm H<sub>2</sub>O).

$w_{seep}$ : Cantidad de agua acumulada en la zona no saturada del perfil del suelo en el día (mm H<sub>2</sub>O).

$Q_{gw}$ : Cantidad de flujo de retorno en el día (mm H<sub>2</sub>O).

La simulación hidrológica de la cuenca en SWAT puede ser separada en dos grandes partes: la primera es la fase terrestre del ciclo hidrológico, la cual controla la cantidad de agua, sedimentos, nutrientes y pesticidas que ingresan al afluente principal de cada subcuenca. La segunda fase, que define el movimiento del agua, sedimentos, etc., a través de la red de canales de la cuenca hidrográfico hacia la salida o vertedero (Uribe, 2010). En la siguiente Gráfico se muestra la representación de los procesos del ciclo hidrológico que abarca la modelación en el SWAT.



**Gráfico 44. Representación esquemática del ciclo hidrológico**

Fuente: (Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation, 2009)



El modelo SWAT, divide al espacio geográfico de estudio seleccionado en pequeñas subcuencas de manera que los cálculos que se realicen se obtengan con la mayor exactitud posible. De esta forma, mediante cálculos de balance hídrico, SWAT es capaz de analizar el flujo total de escorrentía que se genera en cada subcuenca y el movimiento del agua a través de toda la red hídrica. Todo ello para conocer los valores de caudal y rendimiento hídrico de cada una de las subcuencas de toda una cuenca hidrográfica. Este modelo superpone las capas de cobertura vegetal, suelo y pendientes, para generar las denominadas unidades de respuesta hidrológica (HRU) debido a que el comportamiento del agua en el suelo depende de estos factores (Proaño, Gavilanes, Valenzuela, & Cisneros, 2006).

Esta herramienta permite cuantificar y predecir los impactos a largo plazo que generan las diferentes prácticas agrícolas y otros usos del suelo en las cuencas hidrográficas del área de estudio. Para alcanzar este objetivo, el modelo requiere información específica de entrada para correlacionar entre sí los distintos parámetros físicos tales como los climatológicos, propiedades del suelo, topografía, cobertura y usos de la tierra que se presentan en el área de estudio (S.L. Neitsch, 2009). Dentro de las ventajas generales de usar este software, se tiene que:

Este modelo se encarga de simular caudales en las cuencas objeto de estudio a partir de la lluvia, los cuales son comparados con los registros de caudales en los cuerpos de agua donde se tiene esta información.

El modelo permite generar las subcuencas de los ríos, lo que resulta beneficioso cuando en la cuenca se tienen con características del suelo no uniformes.

Mediante el uso de ecuaciones de balance hídrico permite simular el ciclo hidrológico al analizar el movimiento del agua a través de toda la red de drenaje de la cuenca hasta su salida, estimando el tiempo de concentración del flujo en la subcuenca y el componente de enrutamiento de inundación.

Es capaz de generar las Unidades de Respuesta Hidrológicas (HRU) a partir de la agrupación de áreas con el mismo tipo y uso de suelo, las cuales en teoría demuestran una respuesta homogénea ante los cambios de cobertura.

Permite obtener la escorrentía total de la cuenca al determinar el volumen de escorrentía superficial y tasas de escorrentía que se generan en cada una de las HRU, teniendo en cuenta cuánta agua proveniente de la precipitación se pierde en forma de infiltración y evapotranspiración.

El punto de partida para la modelación hidrológica es la construcción del modelo conceptual, en el cual se definen los procesos que se quieren reproducir. Esto permite definir las variables y parámetros que son requeridos por el modelo, así como el dominio de modelación y las condiciones de frontera del modelo. Para el caso de los estudios básicos de riesgo, el principal objetivo de la modelación hidrológica es generar los caudales asociados a eventos de amenaza por inundación. Adicionalmente, en el marco de la propuesta metodológica de la presente consultoría también servirá de base para la evaluación de eventos extremos de sequía. Así mismo, el modelo conceptual permite definir las unidades espaciales que serán modeladas. Para el caso específico de esta consultoría, las cuencas y subcuencas del área de estudio se pueden definir usando la red de drenaje



generada con el Modelo de Elevación Digital (DEM) de 12.5 x 12.5 m que se describirá posteriormente.

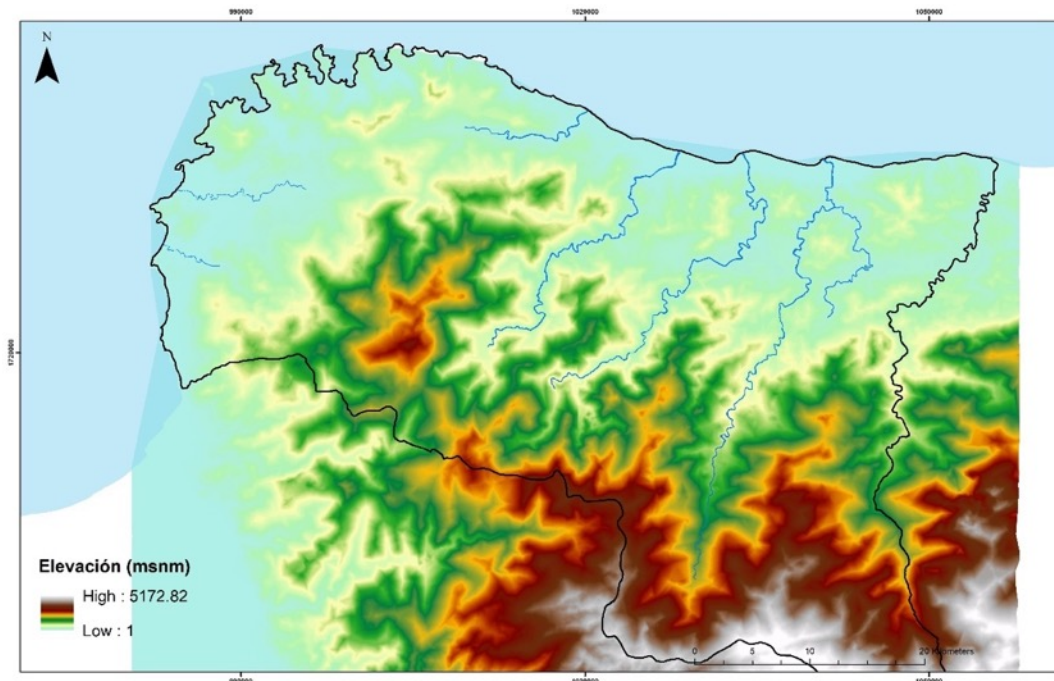
Seguidamente, en el marco del análisis hidrológico para la evaluación del riesgo se destacan cuatro procesos principales:

1. **Diseño del modelo:** este proceso incluye tres (3) actividades principales tales como la preparación de los parámetros de entrada del modelo que incluyen propiedades del suelo y datos climatológicos. Esto implica la construcción series de precipitación diaria y mensual, temperatura máxima y mínima, brillo solar y punto de rocío, así como los estadísticos asociados a estas series. Segundo, es necesario definir la topología de la cuenca que incluye la definición de los cuerpos de agua que serán modelados, así como las subcuencas asociadas. Seguidamente, se espacializan las variables usando el concepto de unidades de respuesta hidrológica (HRU).
2. **Construcción del modelo:** en esta fase toda la cartografía y los parámetros definidos se introducen al software usado para la modelación, de tal manera que el modelo conceptual es expresado en términos computacionales, usando la interfaz de ArcGIS del SWAT (ArcSWAT).
3. **Calibración del modelo:** este proceso tiene como objetivo mejorar la confiabilidad del modelo de tal manera que se pueda demostrar que es capaz de reproducir la información medida en campo.
4. **Simulación de escenarios:** una vez se ha establecido la capacidad del modelo para representar los eventos hidrocimatológicos que generan las amenazas de inundación, se generan escenarios que permitan analizar las frecuencias de los eventos e incorporar el análisis probabilista de riesgo.

### **3.4.1.2. Modelación hidrológica en el municipio de Santa Marta**

#### **3.4.1.2.1. Delimitación de Cuencas Hidrográficas**

En el marco de la presente consultoría, en el municipio de Santa Marta se realizó el procesamiento de un Modelo de Elevación Digital (DEM) para el área de influencia con una resolución de 12.5 m (Gráfico siguiente), y a partir de este, se delimitaron las cuencas usando la herramienta contenida en el software SWAT. La zona rural del municipio de Santa Marta se caracteriza por los altos gradientes topográficos que presenta, donde los ríos nacen a una altura de alrededor de 1.800 msnm y desembocan a la altura del nivel del mar, esto se logra en una distancia no mayor a 40 km aproximadamente. Desde esta perspectiva, la complejidad hidráulica del municipio aumenta, dado que los ríos presentan altas velocidades.



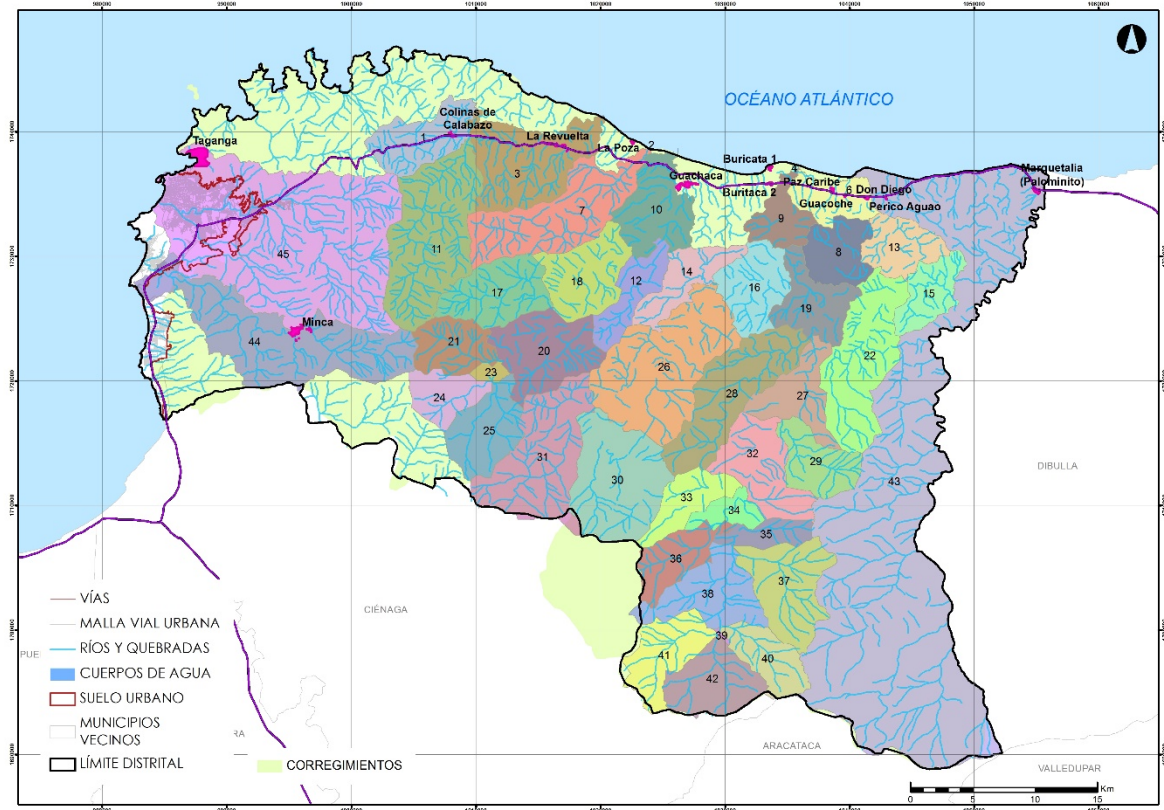
**Gráfico 45. Modelo de Elevación Digital del Terreno DEM (12.5 m)**

Elaboración Geografía Urbana

En este sentido, el proceso para la delimitación de cuencas inicia con la definición de los drenajes, proceso basado en el algoritmo D8 (Jenson & Dominguez, 1988) el cual permite delinear los drenajes a partir de un modelo digital de elevación. Seguidamente, se determinan todos los parámetros de las cuencas usando ráster grids y álgebra de mapas. Finalmente, se delimitaron las cuencas asociadas al área de influencia del municipio de Santa Marta y se observó que existen fundamentalmente dos grandes cuencas principales, donde la primera recoge el agua que drena hacia el casco urbano y la segunda, el agua que drena hacia diversos puntos en el área rural (Particularmente, se identificaron los ríos Manzanares y Gaira como principales afluentes que drenan en la zona urbana (cuenca a nivel urbano) y a nivel rural los ríos Don Diego, Buritaca, Guachaca, Mendihuaca y Piedras como cauces principales para la cuenca a nivel rural.

La cuenca rural generada tiene un área de aproximadamente 1,336 km<sup>2</sup> mientras que la cuenca urbana en la jurisdicción del municipio de Santa Marta tiene aproximadamente 500 km<sup>2</sup>. Para asegurar la continuidad del sistema en el análisis se construyó un modelo hidrológico para toda la cuenca rural y uno para la urbana.

**Gráfico 46. Cuencas principales en el área de estudio**  
Elaboración Geografía Urbana



A continuación se muestra el área de cada una de las subcuencas en el área rural y urbana:

**Tabla 51 Área de las subcuencas hidrográficas que drenan al área rural**  
Elaboración Geografía Urbana

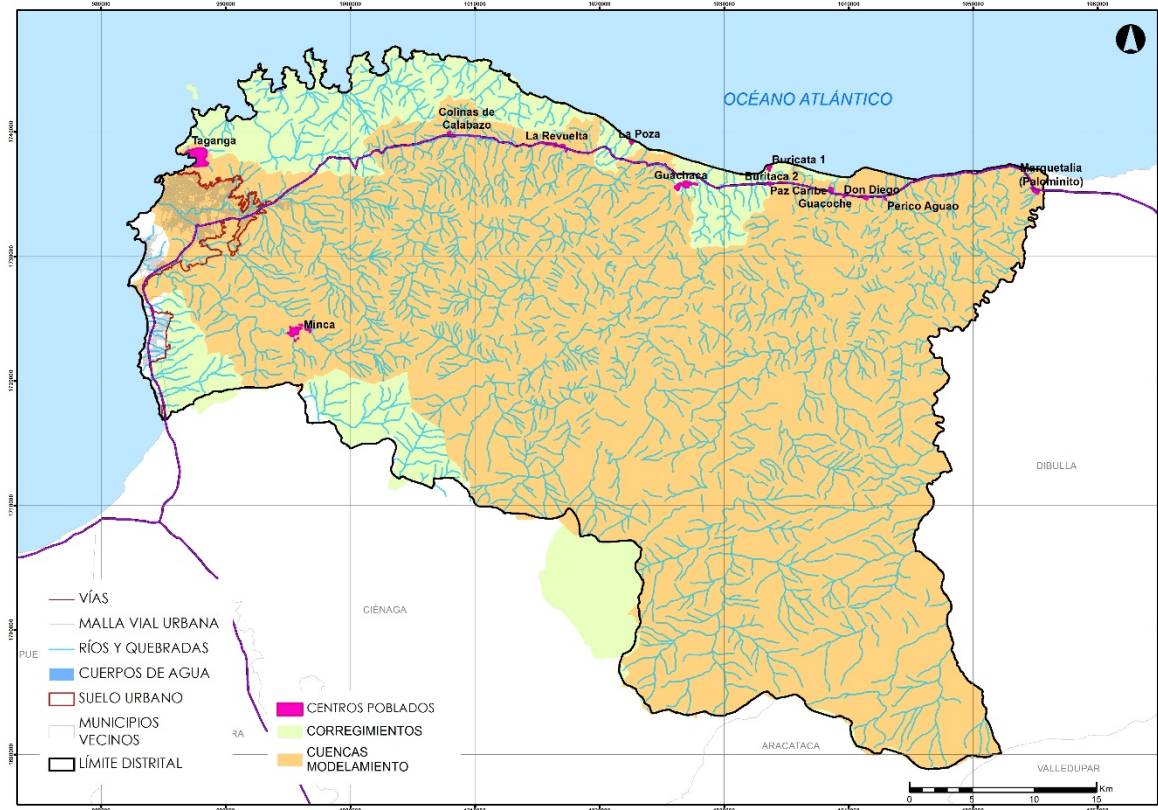
ID	Area (ha)	ID	Area (ha)	ID	Area (ha)
1	3,111.5	16	3,088.4	31	6,551.4
2	0.1	17	3,662.1	32	3,882.9
3	5,530.6	18	3,638.8	33	2,212.7
4	24.7	19	2,868.6	34	1,158.5
5	4.9	20	4,415.1	35	1,338.9
6	2,057.0	21	2,488.2	36	2,375.5
7	6,096.9	22	5,977.5	37	4,291.2
8	2,441.6	23	358.2	38	3,785.4
9	1,833.5	24	2,035.1	39	56.8
10	3,528.9	25	3,208.0	40	2,360.3
11	7,750.4	26	8,448.1	41	3,106.1
12	2,244.6	27	2,809.5	42	3,357.8
13	2,390.0	28	5,653.4	43	38,725.5

14	2,465.7	29	2,646.4	44	9,522.3
15	2,178.0	30	6,228.1	45	20,509.3

Una vez se tienen identificadas las subcuencas y los principales ríos, estas se deben priorizar, de tal manera que se limite el modelo hidrológico e hidráulico. Para ello se revisaron dos criterios fundamentalmente: i) localización de centros poblados y ii) información hidrométrica disponible con el fin de validar el modelo construido.

De acuerdo con lo anterior, y a la información histórica de eventos, se priorizan las cuencas aferentes a los ríos Don Diego, Guachaca, Buritaca, Piedras, Manzanares y Gaira.

**Gráfico 47. Contexto de cuencas principales y centros poblados en Santa Marta.**  
Elaboración Geografía Urbana



Parámetros de entrada

El SWAT es un modelo exigente en la cantidad de información que requiere, sin embargo, en la etapa de recolección de información se logró reunir datos para casi todos los parámetros que este modelo utiliza, y para el caso de los parámetros que no se tienen, se pueden obtener mediante cálculos basados en la información existente.

**Tabla 52. Información cartográfica y climatológica requerida por SWAT.**  
Elaboración Geografía Urbana

Parámetro	Escala
DEM	12.5m
Cobertura de suelo	1:100.000
Tipo de suelo	1:100.000
Series de Caudales (m3/s)	Diarias
	Mensuales
Precipitación (mm)	Diarias
	Mensuales
Temperatura mínima (°C)	Diarias
	Mensuales



Temperatura media (°C)	Diarias
	Mensuales
Temperatura máxima (°C)	Diarias
	Mensuales
Evaporación (mm)	Diarias
	Mensuales
Punto de Rocío (°C)	Mensuales
Velocidad del viento (m/s)	Mensuales
Radiación Solar (MJ/m2)	Mensuales

La introducción de los parámetros de entrada se hace a través de diferentes unidades espaciales. En particular, la información hidroclimatológica es introducida en las subcuencas del modelo, mientras la información de coberturas, pendientes y suelos es usada para definir unidades hidrológicas de respuesta. En ese sentido, para introducir la información climática es importante primero definir la topología de la cuenca y las subcuencas asociadas a los cuerpos de agua de interés.

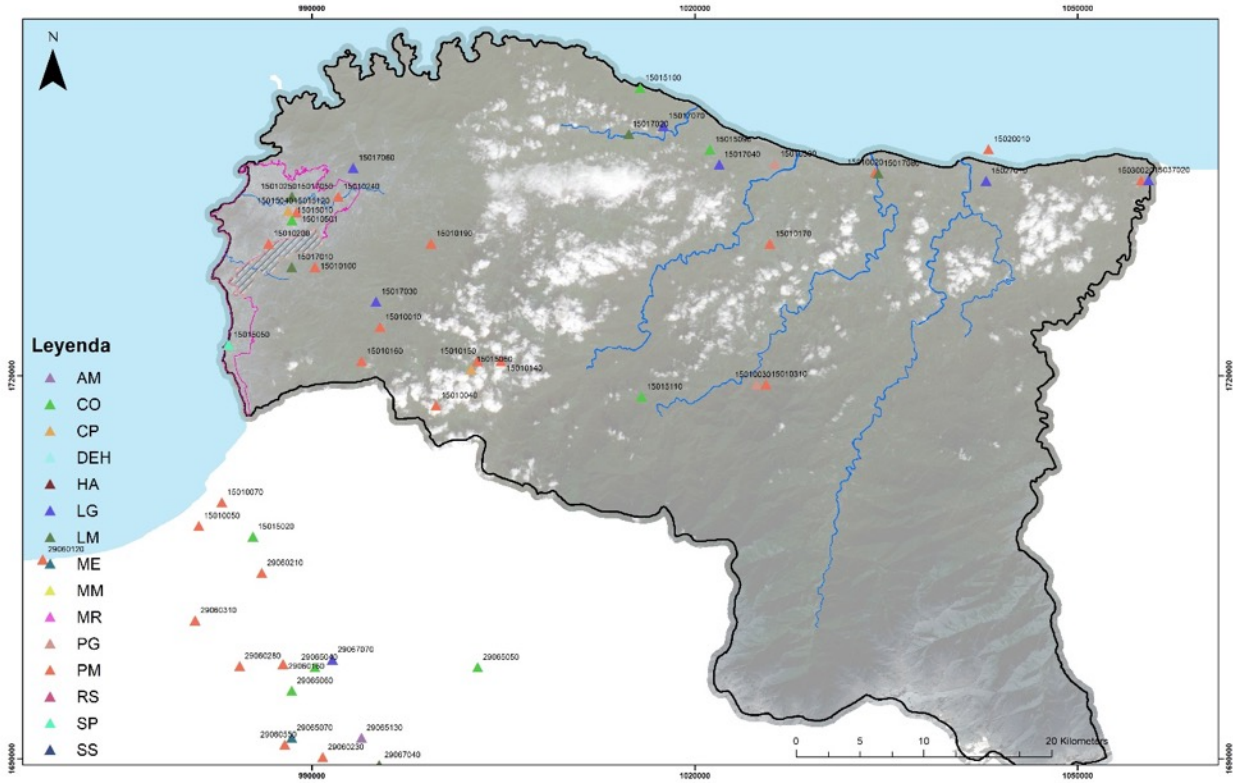
Santa Marta cuenta con un total de 36 estaciones clasificadas entre hidrológicas y meteorológicas. De la primera categoría existen 10 estaciones, de las cuales 4 se encuentran suspendidas, mientras que de la segunda categoría se tienen 25 estaciones con 13 suspendidas. La distribución espacial de las estaciones muestra que la mayor parte de la información meteorológica se genera en las cuencas urbanas del municipio, específicamente en el casco urbano de Santa Marta.



**Tabla 53. Estaciones del IDEAM en Santa Marta.**

Fuente: (IDEAM, 2017)

CODIGO	NOMBRE	CLASE	CATEG	ESTADO	CORRIENTE	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
15010010	MINCA [15010010]	MET	PM	ACT	QDA BACHICHA	11,140833	-74,12	640
15010020	BURITACA [15010020]	MET	PM	ACT	BURITACA	11,250131	-73,76475	30
15010030	GUACHACA 2 [15010030]	MET	PG	SUS	QDA LA SOMBRA	11,1	-73,85	750
15010040	VISTA NIEVES [15010040]	MET	PM	ACT	GUACHACA	11,085361	-74,079861	2
15010100	PLTA GAIRA [15010100]	MET	PM	SUS	MAR CARIBE	11,183333	-74,166667	150
15010140	TORRE TV [15010140]	MET	PM	SUS	GUACHACA	11,116667	-74,033333	2,7
15010150	TAGUA LA [15010150]	MET	PM	SUS	GUACHACA	11,116667	-74,05	2,6
15010160	DELICIAS LAS [15010160]	MET	PM	SUS	GUACHACA	11,116667	-74,133333	900
15010170	ONACA [15010170]	MET	PM	SUS	GUACHACA	11,199722	-73,840278	900
15010190	CACAOS LOS [15010190]	MET	PM	SUS	GUACHACA	11,2	-74,083333	500
15010200	PLASTICOS MAGDALEN	MET	PM	SUS	GUACHACA	11,2	-74,2	20
15010240	CUBILETE EL BONDA	MET	PM	SUS	GUACHACA	11,233333	-74,15	50
15010250	SAN PEDRO ALEJANDR	MET	PM	SUS	GUACHACA	11,233333	-74,183333	20
15010300	GUACHACA [15010300]	MET	PG	ACT	LA SOMBRA	11,256389	-73,836667	45
15010310	FILO CARTAGENA	MET	PM	ACT	GUACHACA	11,100278	-73,843222	750
15010501	IDEAM SANTA MARTA	MET	PM	ACT	MANZANARES	11,222222	-74,179917	20
15015010	CENTRO AGRO SENA	MET	CO	SUS	GAIRA	11,216667	-74,183333	7
15015040	UNIV TEC MAGDALENA	MET	CO	SUS	MANZANARES	11,223056	-74,185917	7
15015050	APTO SIMON BOLIVAR	MET	SP	ACT	MAR CARIBE	11,128333	-74,228889	4
15015060	SAN LORENZO [15015060]	MET	CP	ACT	PIEDRA	11,111083	-74,054694	2,2
15015090	CANAVERALES [15015090]	MET	CO	SUS	MAR CARIBE	11,266667	-73,883333	30
15015100	PARQUE TAYRONA	MET	CO	ACT	MAR CARIBE	11,31025	-73,933472	30
15015110	ALTO DE MIRA [15015110]	MET	CO	ACT	BURITA	11,0915	-73,932389	1,08
15015120	UNIV TECNOLOGICA	MET	CP	ACT	MANZANARES	11,223056	-74,185917	7
15017010	GAIRA [15017010]	HID	LM	SUS	GAIRA	11,183333	-74,183333	10
15017020	REVUELTA LA [15017020]	HID	LM	ACT	PIEDRAS	11,277639	-73,941556	50
15017030	MINCA [15017030]	HID	LG	ACT	GAIRA	11,158917	-74,122917	650
15017040	GUACHACA [15017040]	HID	LG	ACT	GUACHACA	11,256028	-73,876722	40
15017050	SAN P. ALEJANDRINO	HID	LM	SUS	MANZANARES	11,233333	-74,183333	20
15017060	BOCAT STA MARTA	HID	LG	SUS	MANZANARES	11,253583	-74,139306	60
15017070	NARANJOS LOS [15017070]	HID	LG	SUS	PIEDRAS	11,283333	-73,916667	40
15017080	BURITACA [15017080]	HID	LM	ACT	BURITACA	11,249444	-73,7625	28
15027010	PTE CARRETERA	HID	LG	ACT	DON DIEGO	11,244167	-73,685278	40
15030020	PALOMINO [15030020]	MET	PM	ACT	PALOMINO	11,244167	-73,573889	30
15037020	PTE CARRETERA	HID	LG	ACT	PALOMINO	11,244556	-73,568611	30



**Gráfico 48. Contexto de estaciones en Santa Marta**  
Fuente: Elaboración propia

**3.4.1.2.2. Información Climática**

Una vez definida la topología se introduce la información climatológica. En particular, SWAT requiere información histórica mensual de los parámetros climatológicos de precipitación total, temperatura (media, mínima y máxima), humedad y brillo solar para la región específica de estudio. En la siguiente tabla se muestran los parámetros climatológicos mensuales solicitados por SWAT, que fueron debidamente diligenciados para las estaciones con la información disponible:

**Tabla 54. Parámetros requeridos por el modelo SWAT.**  
Fuente: (SWAT, 2013)

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	INFO
OBJECTID	ID de la Estación	Disponible
STATION	Nombre de la estación	Disponible
WLATITUDE	Coordenada Y o Latitud de la estación	Disponible
WLONGITUDE	Coordenada X o Longitud de la estación	Disponible
WELEV	Elevación de la estación (m)	Disponible
RAIN_YRS	Número de años de lluvia registrados	Disponible
TMPMXi	Temperatura máxima media mensual (°C)	Disponible
TMPMNi	Temperatura mínima media mensual (°C)	Disponible

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	INFO
TMPSTDMXi	Desviación estándar mensual de la Temperatura Máxima diaria (°C)	Calculado
TMPSTDMNi	Desviación estándar mensual de la Temperatura Mínima diaria (°C)	Calculado
PCPMMi	Precipitación media mensual (mm)	Disponible
PCPSTDi	Desviación estándar de la precipitación diaria por mes (mm)	Calculado
PCPSKWi	Coeficiente de Asimetría medio mensual de la precipitación diaria	Calculado
PR_W1_i	Probabilidad de ocurrencia la precipitación después de un día seco	Calculado
PR_W2_i	Probabilidad de ocurrencia de precipitación después de un día húmedo	Calculado
PCPDi	Promedio de días de lluvia históricos al mes	Calculado
RAINHHMXi	Evento de 30 min de lluvia más extremo registrado por mes durante todo el periodo de registro	Calculado
SOLARAVi	Radiación solar promedio mensual (MJ/m2/día)	Calculado
DEWPTi	Punto de Rocío mensual (°C)	Disponible
WNDi	Velocidad del viento media mensual (m/s)	Disponible

Los parámetros que no estaban disponibles se calcularon a partir de las fórmulas descritas en la documentación de SWAT sobre la información de Entrada y Salida (SWAT, 2013), como se describen a continuación:

TMPSTDMX: El parámetro de desviación estándar para la temperatura máxima diaria por mes ( $\sigma_{mxmon}$ ) cuantifica la variabilidad de la temperatura máxima para cada uno de los meses (°C), mediante la siguiente formula:

$$\sigma_{mxmon} = \sqrt{\left( \frac{\sum_{d=1}^N (T_{mx,mon} - \mu_{mxmon})^2}{N - 1} \right)}$$

Donde  $T_{mx,mon}$  es la temperatura máxima diaria (°C) del registro d en el mes mon,  $\mu_{mxmon}$  es el promedio mensual de la temperatura máxima diaria, y N es número total de registros de temperatura máxima diaria para cada mes mon.

TMPSTDMN: Al igual que el anterior, el parámetro de desviación estándar para la temperatura máxima diaria por mes ( $\sigma_{mnmon}$ ) cuantifica la variabilidad de la temperatura mínima para cada uno de los meses (°C), mediante la siguiente formula:

$$\sigma_{mn} = \sqrt{\left( \frac{\sum_{d=1}^N (T_{mn,mon} - \mu_{mnmon})^2}{N - 1} \right)}$$

Donde  $T_{mn,mon}$  es la temperatura mínima diaria (°C) del registro d en el mes mon,  $\mu_{mnmon}$  es el promedio mensual de la temperatura mínima diaria, y N es número total de registros de temperatura mínima diaria para cada mes mon.

PCPSTD: El parámetro de desviación estándar mensual para la precipitación diaria ( $\sigma_{mon}$ ) cuantifica la variabilidad de la precipitación por cada mes (mm), mediante la siguiente formula:

$$\sigma_{mon} = \sqrt{\left( \frac{\sum_{d=1}^N (R_{day,mon} - \bar{R}_{mon})^2}{N - 1} \right)}$$

Donde  $R_{day,mon}$  es la cantidad de precipitación en el registro  $d$  en el mes  $mon$ , el  $\bar{R}_{mon}$  es el promedio mensual de la precipitación diaria, y  $N$  es número total de registros de temperatura mínima diaria para cada mes  $mon$ .

PCPSKW: El coeficiente de asimetría mensual de la precipitación diaria ( $g_{mon}$ ) cuantifica la simetría de la distribución de los datos de precipitación con respecto al promedio mensual, mediante la siguiente formula:

$$g_{mon} = \frac{N * \sum_{d=1}^N (R_{day,mon} - \bar{R}_{mon})^3}{(N - 1) * (N - 2) * (\sigma_{mon})^3}$$

Donde  $N$  es el número total de registros de precipitación diaria por cada mes  $mon$ ,  $R_{day,mon}$  es la cantidad de precipitación en el registro  $d$  en el mes  $mon$ , el  $\bar{R}_{mon}$  es el promedio mensual de la precipitación diaria, y  $\sigma_{mon}$  es desviación estándar mensual para la precipitación diaria.

PR\_W1: La probabilidad de ocurrencia la precipitación después de un día seco  $P_i(W/D)$  en el mes  $i$ , se calcula con la siguiente formula:

$$P_i(W/D) = \frac{days_{W/D,i}}{days_{dry,i}}$$

Donde  $days_{W/D,i}$  es el número de veces en que un día húmedo se presenta luego de un día seco en el mes  $i$  para el periodo total de registro, y  $days_{dry,i}$  es el número de días secos en el mes  $i$  durante el periodo total de registro. Un día seco se considera como aquel donde la precipitación registró 0 milímetros y el húmedo cuando la precipitación es mayor a 0 milímetros.

PR\_W2: La probabilidad de ocurrencia la precipitación después de un día húmedo  $P_i(W/W)$  en el mes  $i$ , se calcula con la siguiente formula:

$$P_i(W/W) = \frac{days_{W/W,i}}{days_{wet,i}}$$

Donde  $days_{W/W,i}$  es el número de veces en que un día húmedo se presenta luego de un día húmedo en el mes  $i$  para el periodo total de registro, y  $days_{wet,i}$  es el número de días húmedos en el mes  $i$  durante el periodo total de registro. Un día húmedo se considera como aquel cuando la precipitación es mayor a 0 milímetros.

PR\_W2: El promedio de días de lluvia históricos al mes ( $\bar{d}_{wet,i}$ ) y se calcula con:

$$\bar{d}_{wet,i} = \frac{days_{wet,i}}{yrs}$$

Donde  $days_{wet,i}$  es el número de días húmedos en el mes  $i$  durante todo el período de registro y  $yrs$  es el número de años de registro de datos.

RAINHHMX: Consiste en el evento de 30 minutos de lluvia más extremo registrado por mes durante todo el periodo de registro, y como este dato no estaba disponible en los registros del IDEAM, se utilizó la ecuación de Grunsky que considera la transformación de intensidades medias de precipitación (Torres, 2016):

$$I_t^T = I_{24}^T * \sqrt{\frac{24}{t}}$$

Donde  $I_t^T$  es la Intensidad de precipitación para período de retorno T (años) y duración t (horas),  $I_{24}^T$  es el valor más extremo de precipitación (mm) de cada dentro de todos los datos anuales registrado, dividido entre 24 horas, y t equivale a la duración de evento (horas), es decir, T=30 minutos = 0.5.

183

SOLARAV: La radiación solar es un parámetro climático que requiere de instrumentación especial, por lo que en el país se pueden encontrar sólo pocas estaciones que registran este dato. Por consiguiente, se optó por utilizar una metodología utilizada por (Universidad Javeriana, 2016), que se basa en aquella desarrollada por Cenicafé (Guzman, Baldion, Simbaqueva, Zapata, & Chacon, 2013) al utilizar los datos de brillo solar y duración del día mensualmente para calcular los valores de radiación solar con la siguiente formula:

$$\frac{RG}{RA} = \left( a + b \frac{n}{N} \right)$$

Donde:

RG es la Radiación solar global diaria y la incógnita.

RA es la Radiación solar global diaria recibida en el límite de la atmósfera

n es el número de horas de sol o brillo solar en horas

N es el máximo número de horas de brillo solar diarias astronómicamente posible

a y b son coeficientes específicos de la regresión múltiple

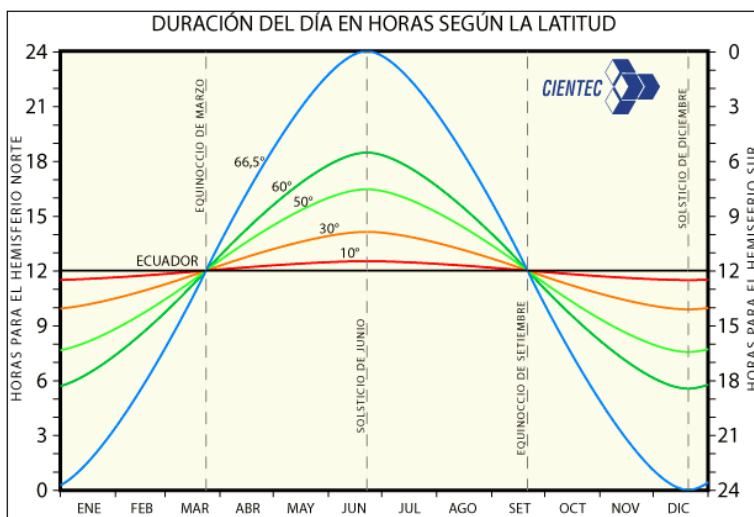
Tanto los valores de la Radiación solar global diaria recibida en el límite de la atmósfera (RA), como el máximo número de horas de brillo solar diarias astronómicamente posible (N) se pueden obtener de la Tabla 55 y la

, respectivamente. Ambas variables dependen directamente de la latitud de la zona de estudio y de la época del año (mes)

**Tabla 55. Radiación solar extraterrestre.**

Fuente: (Almorox, 2010)

Lat °	HEMISFERIO NORTE Ra en MJ - m <sup>2</sup> - día <sup>-1</sup>											
Norte	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
0.0	36.1	37.6	38.0	36.8	34.8	33.4	33.8	35.5	37.1	37.4	36.5	35.7
2.0	35.3	37.1	37.9	37.1	35.4	34.2	34.5	36.0	37.2	37.1	35.8	34.8
4.0	34.5	36.6	37.7	37.4	36.0	34.9	35.2	36.4	37.3	36.8	35.1	33.9
6.0	33.6	36.0	37.5	37.6	36.6	35.6	35.8	36.8	37.3	36.4	34.3	33.0
8.0	32.7	35.4	37.3	37.8	37.1	36.3	36.4	37.2	37.2	35.9	33.5	32.1



**Gráfico 49. Duración del día en horas.**

Fuente: (Fundación Cientec, 2007)

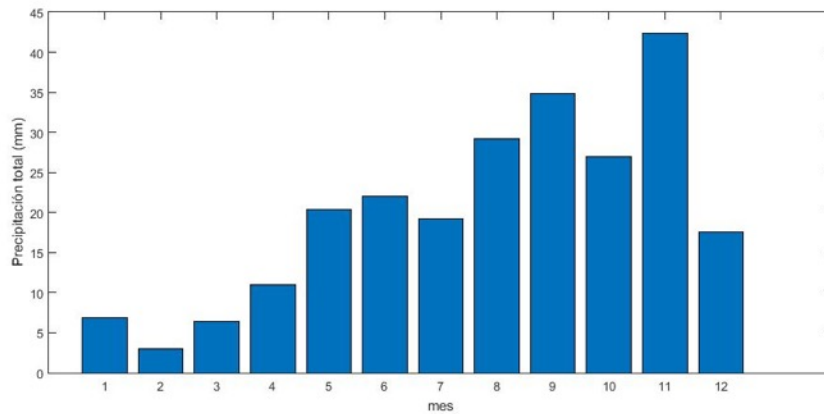
Al no contar con datos para calcular las variables a y b, (Allen, Pereira, Smith, & Raes, 1998) recomiendan usar valores de a=0.25 y b=0.5.

- DEWPT: Puntode rocío (°C),
- WNDAY: Velocidad del viento

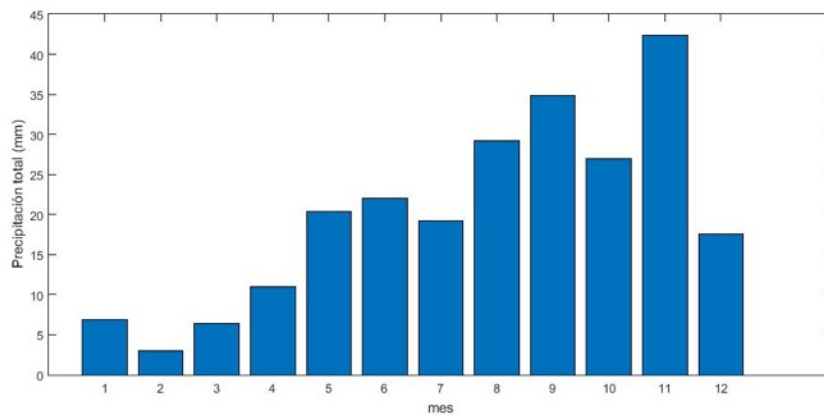
Una vez todos los parámetros requeridos en la información climática de entrada en todas las subcuencas fueron registrados correctamente en la base de datos de SWAT, se procede a introducir los datos de las series diarias de precipitación a partir de los registros históricos de las estaciones del IDEAM, con el fin de obtener mejores resultados en las simulaciones a través del refinamiento que se realiza con las series diarias. En los siguientes gráficos se muestra los valores históricos mensuales multianuales de las estaciones utilizadas para precipitación y temperatura.

Precipitación:

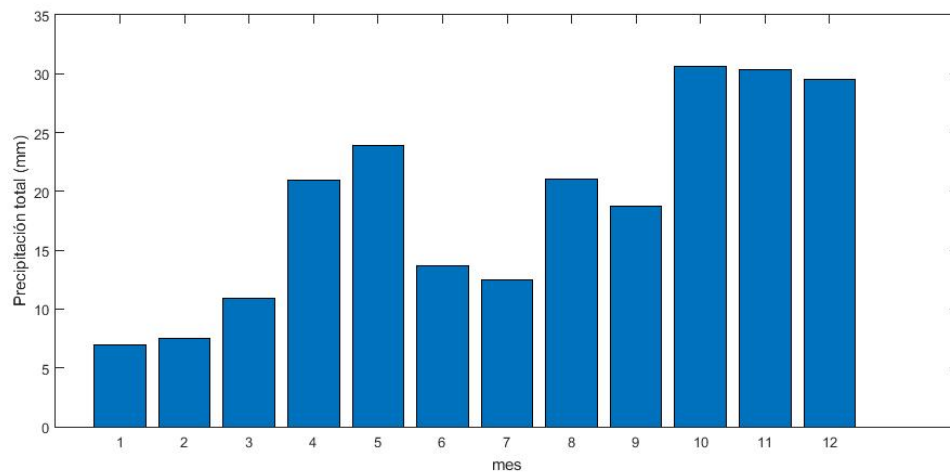




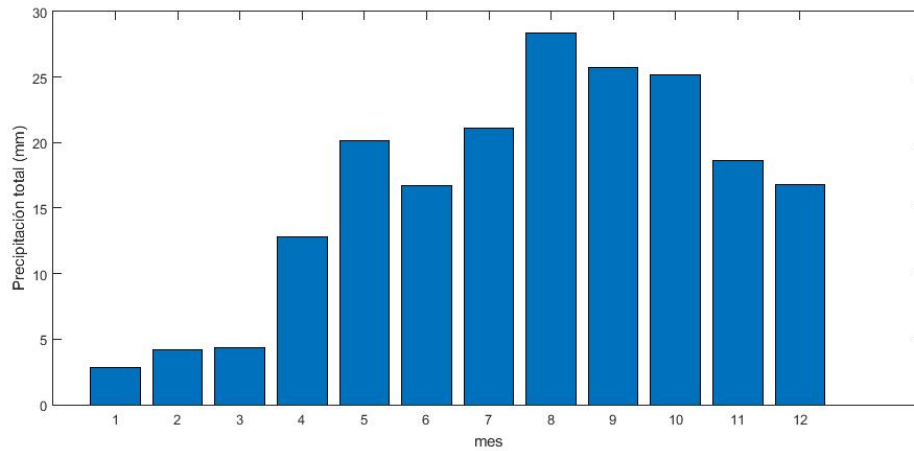
**Gráfico 50. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación Minca 15010010**



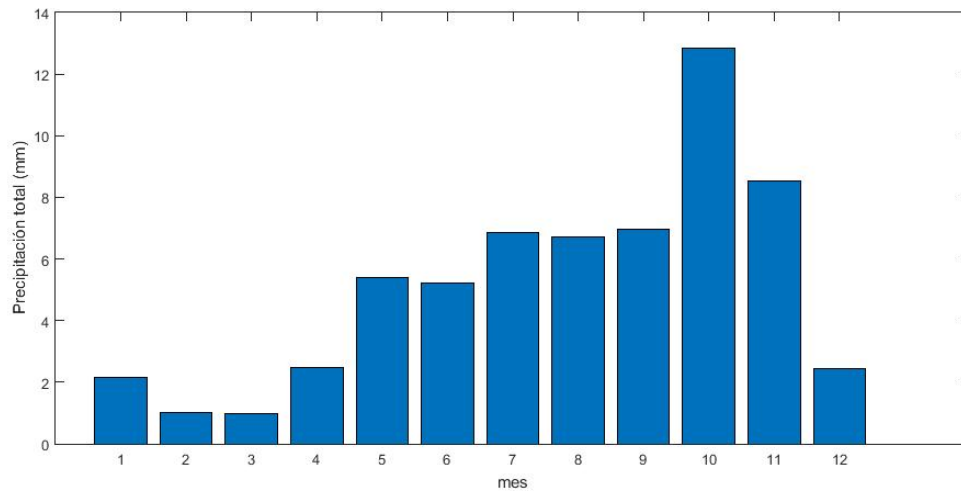
**Gráfico 51. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación Guachaca 15010300**



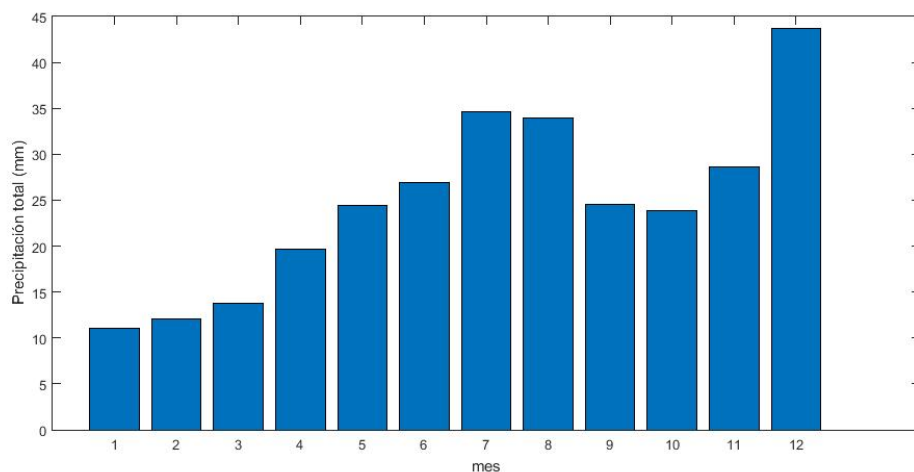
**Gráfico 52. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación Buritaca 15010020**



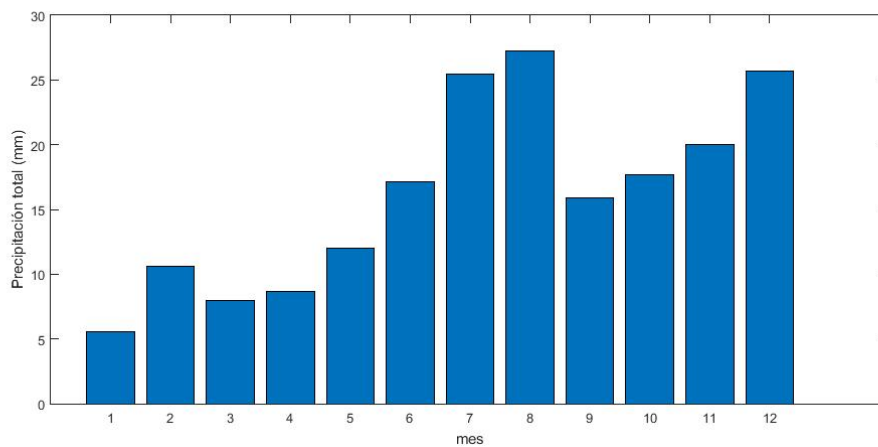
**Gráfico 53. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación Vista Nieves 15010040**



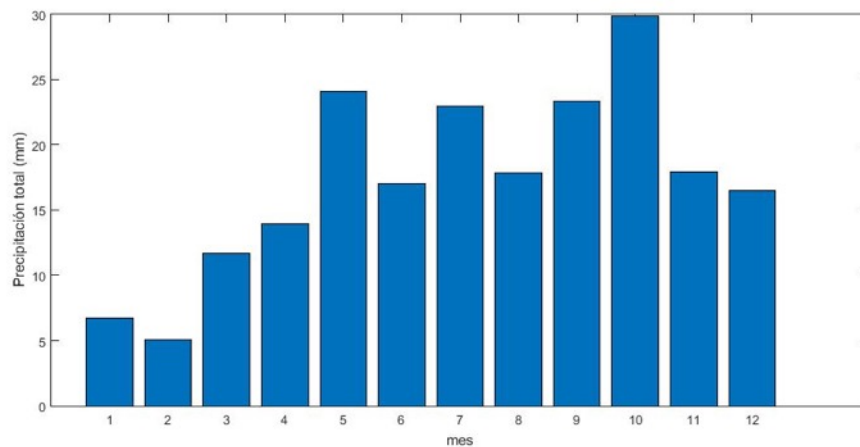
**Gráfico 54. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación Apto Simón Bolívar 15015050**



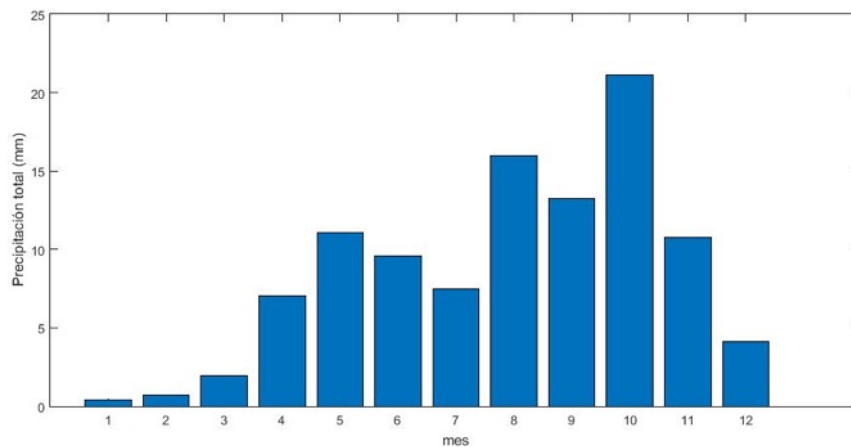
**Gráfico 55. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación Alto de Mira 15015110**



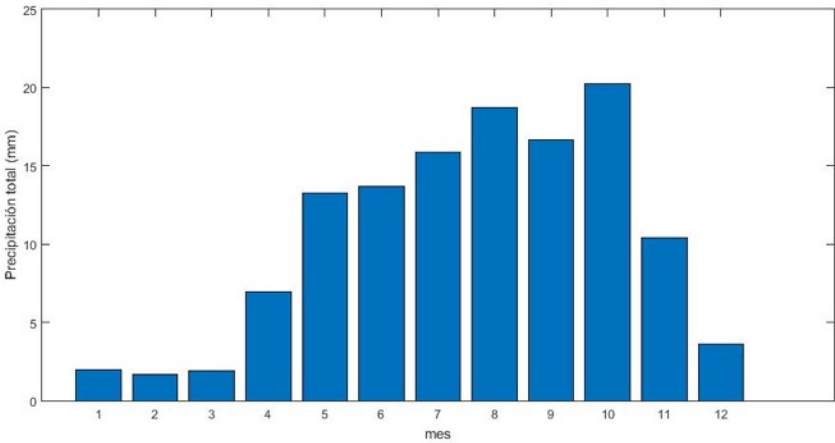
**Gráfico 56. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación Filo Cartagena 15010310**



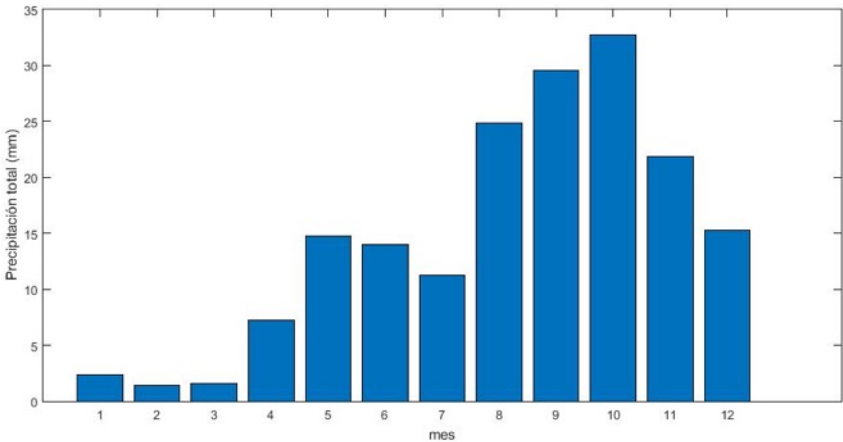
**Gráfico 57. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación San Pablo 29060070**



**Gráfico 58. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación Enano El 29060160**

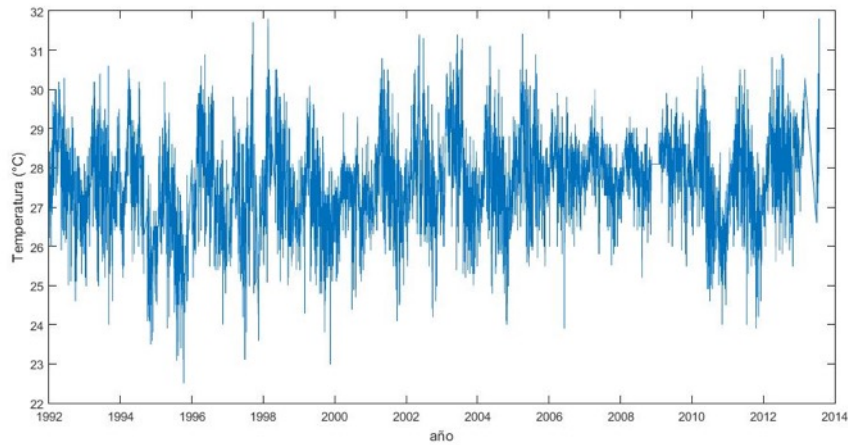


**Gráfico 59. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación Proyectos Los 29060250**

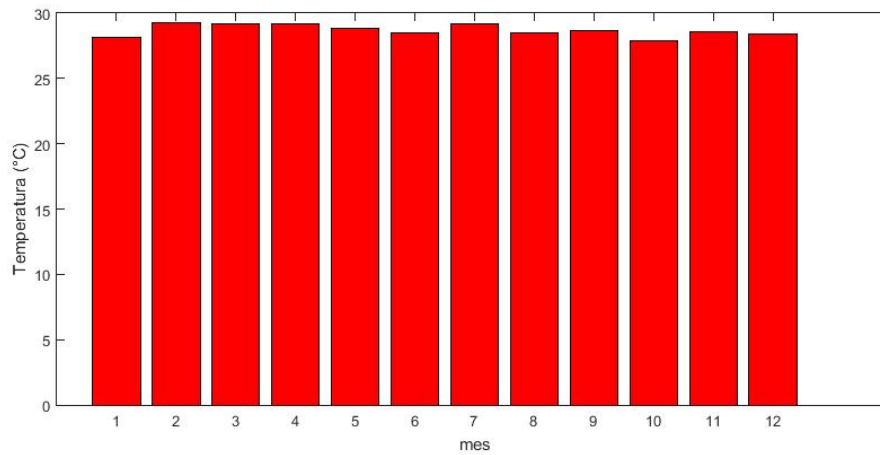


**Gráfico 60. Promedio de precipitación total mensual multianual (mm) en la estación Unión La 29060240**

**Temperatura**



**Gráfico 61. Serie diaria de temperatura en la estación 2906530**



**Gráfico 62. Promedio de temperatura mensual multianual (mm) en la estación 2906530**

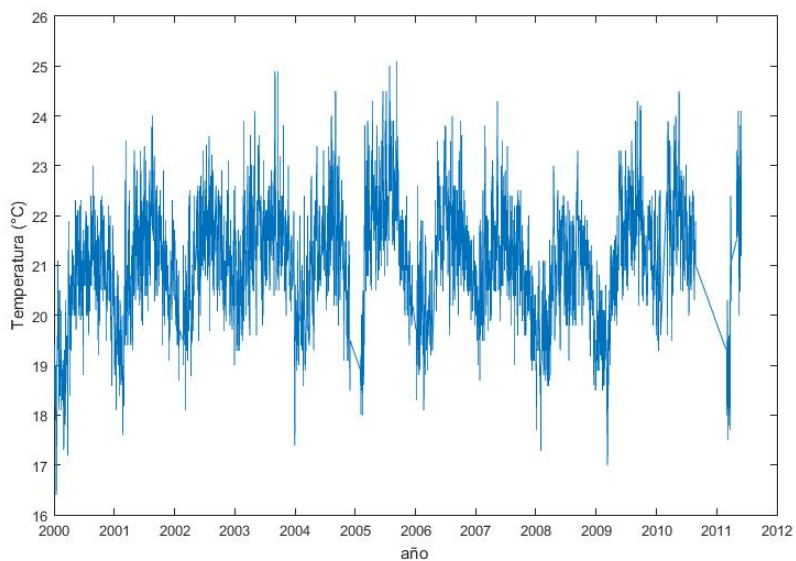


Gráfico 63. Serie diaria de temperatura en la estación 15015110

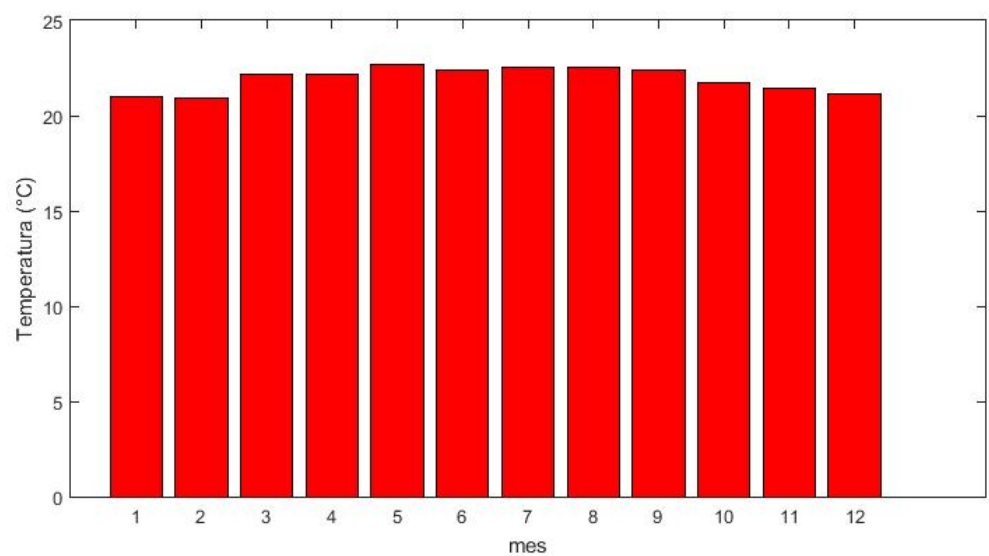


Gráfico 64. Promedio de temperatura mensual multianual (mm) en la estación 15015110



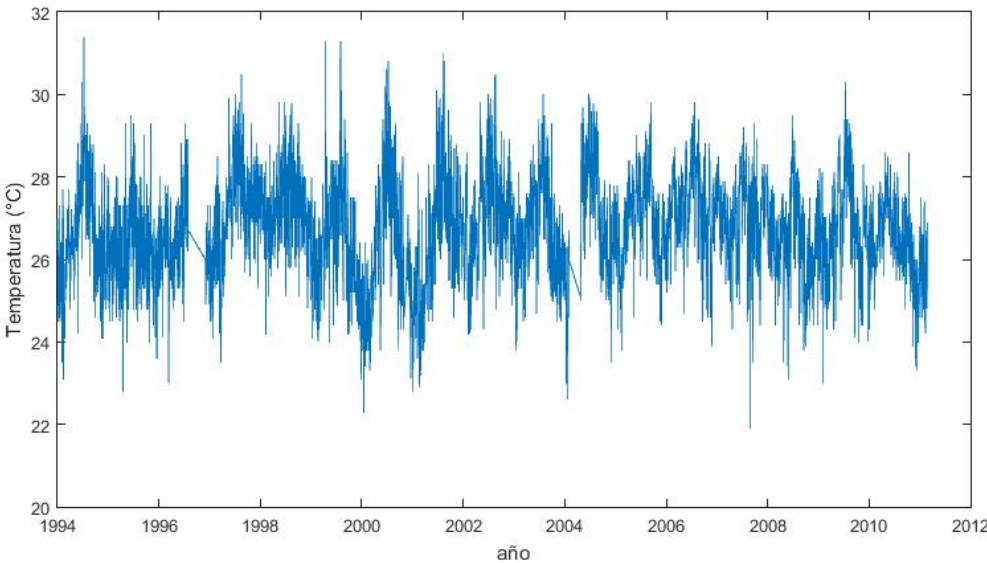


Gráfico 65. Serie diaria de temperatura en la estación 15035020

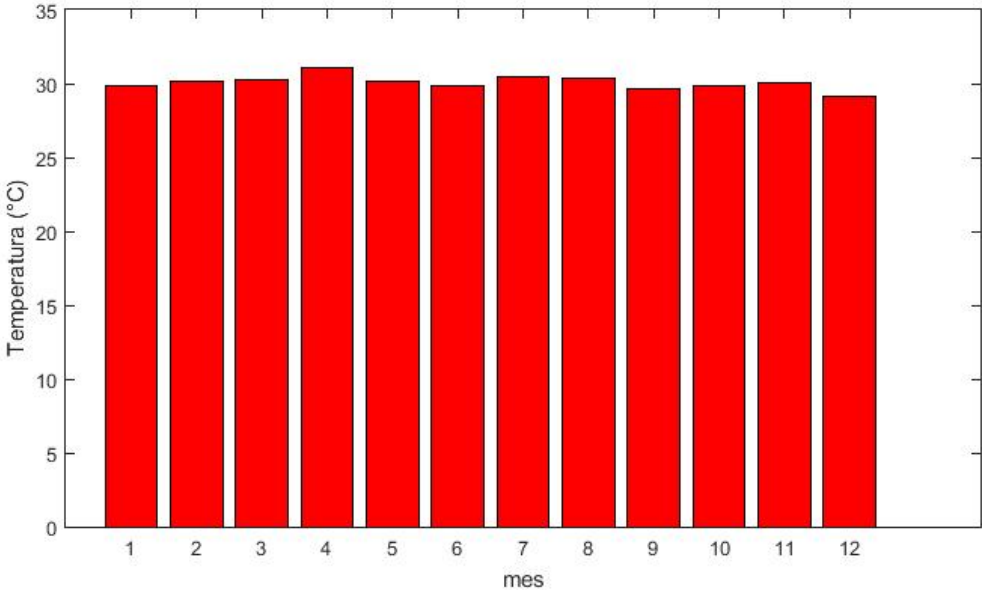
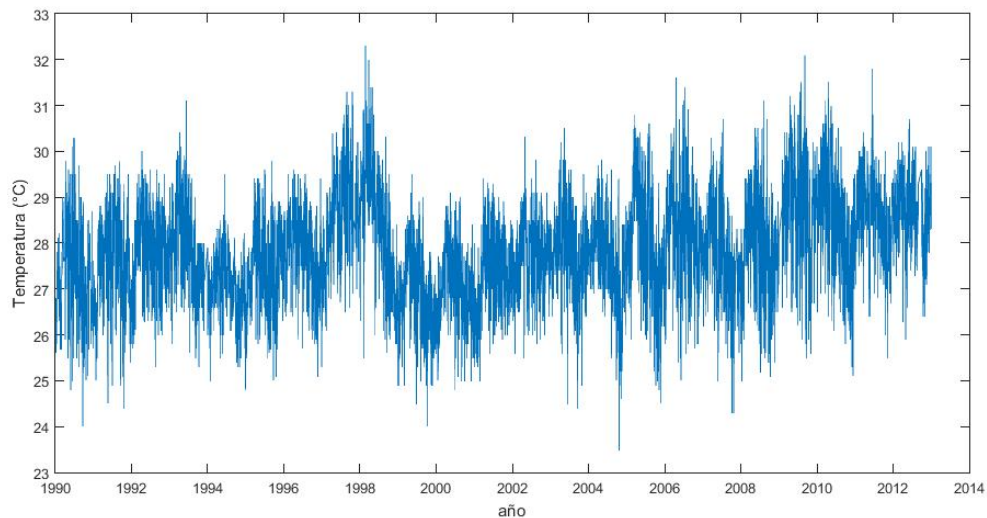
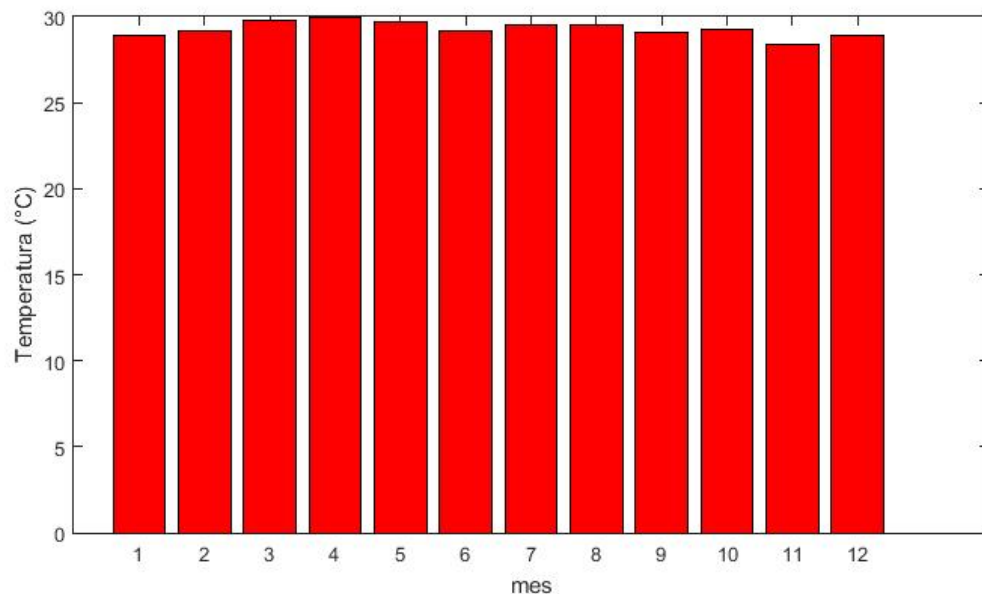


Gráfico 66. Promedio de temperatura mensual multianual (mm) en la estación 15035020



**Gráfico 67. Serie diaria de temperatura en la estación 29065020**



**Gráfico 68. Promedio de temperatura mensual multianual (mm) en la estación 29065020**

### 3.4.2. Unidades Hidrológicas de Respuesta (UHR)

Para la definición de las UHR, se requirió de información cartográfica oficial sobre cobertura y tipos de suelo para toda la cuenca generada, a partir del mapa de coberturas de tierras del IDEAM en escala 1:100.000 para el periodo 2010-2012 (IDEAM, 2014). Adicionalmente, con ayuda del DEM, el programa genera los datos secundarios de pendientes, por lo que con estas tres capas se puede

cruzar la información mediante un algebra de mapas para obtener las posibles combinaciones entre estas, en donde cada una corresponderá a una UHR.

#### Cobertura

Para relacionar la información de coberturas vegetales de la cuenca con la información requerida por el modelo hidrológico SWAT, fue necesario asociar cada una de estas con los códigos de la base de datos de SWAT en función de la descripción de las mismas, los cuales se presentan en la tabla a continuación.

**Tabla 56. Códigos de la base de datos de SWAT.**

Fuente: (SWAT, 2013)

Código	Descripción	Código	Descripción
AGRL	Tierra agrícola genérica	BARL	Cebada de Primavera
AGRRL	Tierra agrícola - Cultivos en surcos	OATS	Avena
AGRC	Tierra agrícola - Cultivos de Porte Bajo	RICE	Arroz
ORCD	Huerta	PMIL	Mijo de perla
HAY	Heno	TIMO	Timoteo
FRST	Bosque-Mixto	BROS	Cebadilla suave
FRSD	Bosque-Hoja caduca	BROM	Cebadilla de pradera
FRSE	Bosque- Hoja perenne	FESC	Festuca Alta
WETL	Humedales – Mixtos	BLUG	Césped azul de Kentucky
WETF	Humedales – Boscosos	BERM	Césped de Bermuda
WETN	Humedales - No Boscosos	CWGR	Trigo Crestado
PAST	Pastos	WWGR	Trigo Occidental
SPAS	Pastos Veraniegos	SWGR	Trigo Fino
WPAS	Pastos de Invierno	RYEG	Raigrás Italiano
RNGE	Césped-Variado	RYER	Wildfrye Ruso
RNGB	Maleza- Variado	RYEA	Wildrye de Altái
SWRN	Variedad de suelos áridos del Suroeste de USA	SIDE	Pasto Banderita
WATR	Agua	BBLS	Andropogon Alto
CORN	Maíz	LBLS	Andropogon Corto
CSIL	Ensilado de maíz	SWCH	Forraje
SCRN	Maíz dulce	INDN	Césped Indio
EGAM	Césped Gama Oriental	ALFA	Alfalfa
GRSG	Grano de Sorgo	CLVS	Trébol Suave
SGHY	Heno de Sorgo	CLVR	Trébol Rojo
JHGR	Césped Jhonson	CLVA	Trébol Alsike
SUGC	Caña de azúcar	SOYB	Frijol de soya
SWHT	Trigo de Primavera	CWPS	Caupí
WWHT	Trigo de Invierno	MUNG	Frijol Mungo
DWHT	Trigo duro	LIMA	Habas
RYE	Centeno	LENT	Lentejas
PNUT	Maní	POPL	Álamo
FPEA	Arveja de Campo	MESQ	Mezquite dulce
PEAS	Arveja de Jardín o Enlatado	GRAP	Viñedo
SESB	Sesbania	WBAR	Cebada de invierno
FLAX	Lino	OILP	Palma de Aceite
COTS	Algodón cosechado manual	RUBR	Caucho

COTP	Algodón cosechado mecánico	BANA	Plátano
TOBC	Tabaco	TEFF	Tef
SGBT	Remolacha Dulce	COFF	Café
POTA	Papa	PTBN	Fríjol Pinto
SPOT	Papa dulce	ALMD	Almendras
CRRT	Zanahoria	GRAR	Garriga
ONIO	Cebolla	OLIV	Aceitunas
SUNF	Girasol	ORAN	Naranja
CANP	Canola Polca de Verano	SEPT	Área Séptica
CANA	Canola Polca Argentina	COCO	Coco
ASPR	Espárragos	CASH	Marañón
BROC	Brócoli	PAPA	Papaya
CABG	Repollo	PINP	Piña
CAUF	Coliflor	PLAN	Plátano
CELR	Apio	PEPP	Ají
LETT	Lechuga	WILL	Sauce
SPIN	Espinaca	BARR	Árido
GRBN	Frijoles Verdes	EUCA	Eucalipto
CUCM	Pepino Cohombro	CASS	Yuca
EGGP	Berenjena	RADI	Rábano
CANT	Melón	MINT	Hierbabuena
HMEL	Melón de miel	COCB	Concha
WMEL	Sandia	COCT	Árbol de Cocoa
PEPR	Pimienta	PART	Parthenium
STRW	Fresa	WALN	Nuez
TOMA	Tomate	MAPL	Árbol de Arce
APPL	Manzana	OAK	Roble
PINE	Pino		

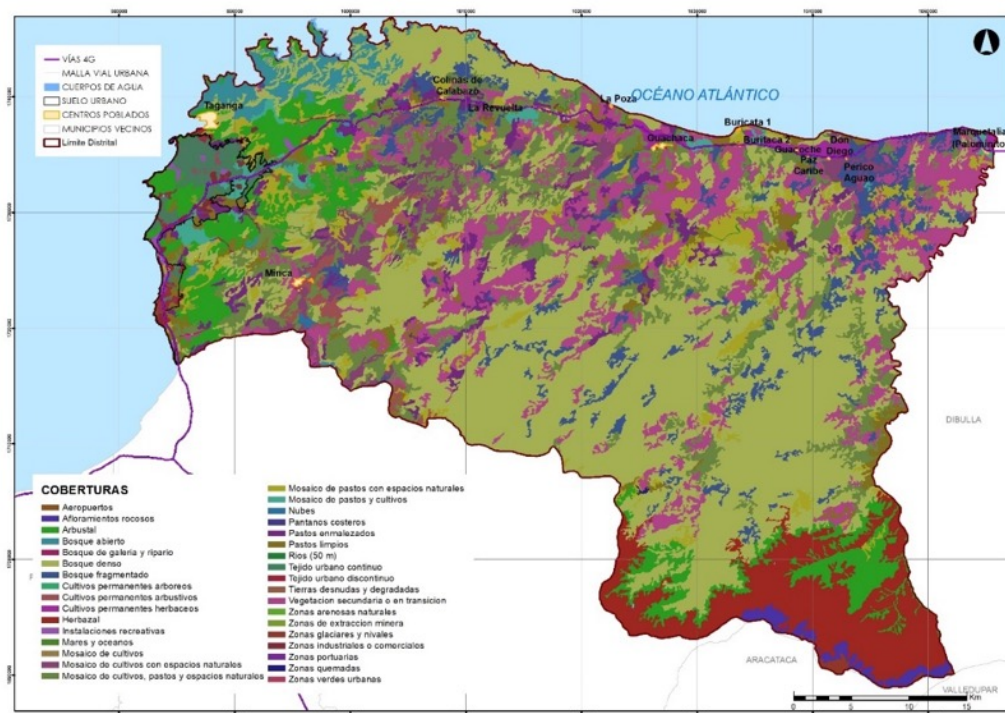
Con el propósito de simplificar el modelo, se buscó reclasificar todas las coberturas dentro de tan sólo tres grupos cuyas características describieran la capacidad de generación de escorrentía en bajo, medio y alto, con el fin de reducir el número de combinaciones resultantes. Por lo tanto, se seleccionaron los códigos: PAST para todas aquellas coberturas que generen alta escorrentía, AGRL para aquellas que generen un nivel medio de escorrentía, FRST para las de poca escorrentía y WATR para discriminar los cuerpos de agua. En la Tabla 57, se muestran las 19 clases de coberturas de la cartografía del IDEAM en el campo NOMBRE\_COB, su relación con los códigos de la base de datos del modelo en el campo COD\_SWAT, que se describen en el campo NOM\_SWAT y mostrando su respectivo criterio de agrupación en el campo Generación de Escorrentía.

**Tabla 57. Relación Coberturas IDEAM y SWAT.**

Fuente: Elaboración propia

NOMBRE_COB	COD_SWAT	NOM_SWAT	Generación Escorrentía
Tejido urbano continuo	PAST	Pastos	Alto
Zonas industriales o comerciales	PAST	Pastos	Alto
Aeropuertos	PAST	Pastos	Alto

Pastos limpios	PAST	Pastos	Alto
Pastos enmalezados	AGRL	Tierra agrícola genérica	Medio
Mosaico de pastos y cultivos	AGRL	Tierra agrícola genérica	Medio
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	AGRL	Tierra agrícola genérica	Medio
Mosaico de pastos con espacios naturales	AGRL	Tierra agrícola genérica	Medio
Bosque denso	FRST	Bosque-Mixto	Bajo
Bosque fragmentado	FRST	Bosque-Mixto	Bajo
Bosque de galería y ripario	FRST	Bosque-Mixto	Bajo
Herbazal	FRST	Bosque-Mixto	Bajo
Arbustal	AGRL	Tierra agrícola genérica	Medio
Vegetación secundaria o en transición	AGRL	Tierra agrícola genérica	Medio
Zonas arenosas naturales	PAST	Pastos	Alto
Zonas quemadas	PAST	Pastos	Alto
Zonas Pantanosas	WATR	Agua	-
Ríos (50m)	WATR	Agua	-
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	WATR	Agua	-



**Gráfico 69. Clasificación de coberturas del suelo en Santa Marta**

Fuente: geografía urbana

### 3.4.2.1.1. Suelo

Para la información de suelos, se recurrió a información secundaria. Debido a que, en sus bases de datos, SWAT maneja sólo información referente a Estados Unidos, fue necesario ajustar la base de

datos con los datos de suelos que se encuentran en la cuenca en función de los parámetros requeridos por este modelo. Para ello, se realizó una búsqueda de cuáles de estos estaban disponibles en el documento del IGAC y cuáles debían calcularse a partir de otras fuentes bibliográficas, teniendo en cuenta que algunos de estos se requerían para cada uno de los estratos que conforman cada tipo de suelo.

**Tabla 58. Parámetros requeridos por SWAT.**

Fuente: (SWAT, 2013)

ATRIBUTO	DESCRIPCIÓN	FUENTE
SNAM	Nombre del suelo	Estudio suelos IGAC
NLAYERS	Número de estratos de suelo	Estudio suelos IGAC
HYDGRP	Grupo hidrológico del suelo	Fuente externa
SOL_ZMX	Profundidad máxima de raíces	Fuente externa
ANION_EXCL	Fracción de porosidad	Fuente externa
SOL_CRK	Grieta potencial del suelo	Fuente externa
TEXTURE	Textura del perfil del suelo	Estudio suelos IGAC
SOL_Z	Profundidades de la capa de suelo	Estudio suelos IGAC
SOL_BD	Densidad aparente húmedo	Fuente externa
SOL_AWC	Capacidad de agua disponible de la capa de suelo	Fuente externa
SOL_K	Conductividad hidráulica saturada	Fuente externa
SOL_CBN	Contenido de carbono orgánico	Estudio suelos IGAC
CLAY	Contenido de arcillas	Estudio suelos IGAC
SILT	Contenido de limos	Estudio suelos IGAC
SAND	Contenido de arenas	Estudio suelos IGAC
ROCK	Contenido de roca fragmentada	Estudio suelos IGAC
SOL_ALB	Albedo de suelo húmedo	Fuente externa
USLE_K	Factor k de la ecuación de erosionabilidad de USLE	Fuente externa
SOL_PH	pH en el suelo	Estudio suelos IGAC

De los parámetros requeridos que no fueron encontrados en el proceso de recolección de información, se determinaron de la siguiente manera:

- HYDGRP: El grupo hidrológico del suelo es definido en la documentación del modelo tal como se muestra a continuación:

**Tabla 59. Definición del parámetro Grupos Hidrológicos.**

Fuente: (SWAT, 2013)

Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo B
Descripción			
<b>Suelos que tienen un alto índice de infiltración (bajo potencial de escorrentía) cuando están completamente húmedos. Están</b>	Suelos que tienen un índice de infiltración moderado cuando están completamente húmedos. Son suelos moderadamente profundos o profundos,	Suelos que tienen un índice de infiltración lento cuando están completamente húmedos. Son suelos con una capa que impide el movimiento	Suelos que tienen un índice de infiltración muy lento cuando están completamente húmedos. Se trata fundamentalmente de arcillas con alta



<b>formados principalmente por arenas profundas, bien drenadas o excesivamente drenadas, o arenas de textura gruesa</b>	moderadamente drenados o drenados con textura moderadamente fina a moderadamente gruesa.	bien drenados con una de fina a gruesa.	descendente del agua o suelos de textura moderadamente fina o fina	capacidad para expandirse y contraerse, suelos con un elevado nivel freático y que presentan una capa de arcilla cerca de la superficie, y suelos poco profundos.
---	--	---	--	---

Relación con granulometría del suelo			
Arena > 86 %	Arena > 50 % Arcilla > 35 %	Arcilla > 28 % Arena < 44 %	Arcilla > 50 %

- SOL\_ZMX: La profundidad máxima de las raíces no es un parámetro obligatorio para el funcionamiento del modelo, por lo que se asumió como constante para todos los suelos.
- ANION\_EXCL: La fracción de porosidad del suelo es un parámetro opcional para el modelo, y debido a que no se obtuvo información al respecto, el modelo le asigna un valor de 0.5 por defecto.
- SOL\_CRK: El parámetro de grieta potencial del suelo también es un parámetro opcional para el funcionamiento del modelo, por lo que el modelo le asigna un valor de 0.5 por defecto.
- SOL\_BD: El parámetro de densidad aparente del suelo húmedo es obligatorio para cada estrato, por lo que se determinó de la siguiente manera:

**Tabla 60. Densidad aparente en función del contenido de arcillas.**

Fuente: (García Petillo, Puppo, Hayashi, & Morales, 2012)

Porcentaje de Arcillas	Densidad Aparente [g/cm <sup>3</sup> ]
0-20	1.6
20-30	1.55
30-40	1.5
40-50	1.45
50-60	1.4

- SOL\_AWC: La capacidad de agua disponible es la máxima cantidad de agua que una planta puede disponer para su absorción en determinado perfil para su adecuado crecimiento (Universidad de la Republica) y es un parámetro hídrico que es obligatorio para el modelo para cada uno de los estratos del suelo. De la misma forma, esta agua disponible para las plantas es la que se encuentra entre los niveles de capacidad de campo (CC) y el punto de marchitamiento, que son parámetros que se pueden calcular en función de la granulometría de los estratos, por lo que se usaron como insumos para determinar la capacidad de agua disponible

Capacidad de campo: Máxima cantidad de agua que el suelo puede retener luego de un evento de lluvia o riego. Para calcularlo se utilizó la ecuación de Bodman y Mahmud (Bodman & Mahmud).

$$CC\% = (0.023 \times \%Arena) + (0.25 \times \%Limos) + (0.61 \times \%Grava)$$

Punto de marchitamiento: Contenido de agua hasta el cual la planta ya no puede extraer más agua del suelo y se calculó con la ecuación de Maximov.

$$PMP\% = (0.001 \times \%Arena) + (0.12 \times \%Limos) + (0.57 \times \%Grava)$$

En consecuencia, la capacidad de agua disponible resulta de la diferencia entre CC y PMP.

SOL\_K: La conductividad hidráulica es un parámetro fundamental para el modelo y se utilizó una metodología para calcular este parámetro para cada uno de los estratos, en relación con su textura, basados en el artículo desarrollado por Donald Gabriels (Gabriels, Lobo, & Pulido, 2006).

**Tabla 61. Valores de conductividad hidráulica para diferentes texturas de suelo.**

Fuente: (Gabriels, Lobo, & Pulido, 2006)

Textura	Ks (m/d)	Ks(cm/h)	Ks (mm/hr)
Arenosa	15	62.5	625
Areno franca	13.5	56.3	563
Franco arenosa	3	12.5	125
Franco limosa	0.6	2.5	25
Franca	0.6	2.5	25
Franco arcillo arenosa	0.54	2.3	23
Franco arcillo limosa	0.15	0.6	6
Franco arcillosa	0.21	0.9	9
Arcillo arenosa	0.19	0.8	8
Arcillo limosa	0.09	0.4	4
Arcillosa	0.11	0.5	5

- SOL\_ALB: El albedo es el cociente entre la radiación global reflejada desde la superficie y la radiación global incidente sobre la superficie, estos valores se encuentran tipificados para las superficies típicas de la tierra (Drake, 1979) y se encuentran relacionados con las texturas de suelos (Universidad Javeriana, 2016).

**Tabla 62. Valores de albedo para diferentes texturas de suelos**

Superficie Típica	Textura		Albedo
Suelo negro seco	Gruesa	Zonas urbanas	14
Suelo negro húmedo	Media y gruesa	Gruesa y fina	8
Terreno arado húmedo	Media	Media y fina	14
Arena brillante fina	Fina	Fina y media	37
Nieves densas seca y limpia	Nieves Perpetuas		86

- USLE\_K: El factor de K de erosionabilidad del suelo de la USLE es un parámetro obligatorio y se recurrió a la ecuación de (Williams, 1995) usada por la documentación de SWAT (Arnold, y otros, 2012):

$$K_{USLE} = f_{csand} * f_{cl-si} * f_{orgc} * f_{hisand}$$

Siendo los factores:

$$f_{csand} = \left( 0.2 + 0.3 * \exp \left[ -0.256 * m_s * \left( 1 - \frac{m_{silt}}{100} \right) \right] \right)$$

$$f_{cl-si} = \left( \frac{m_{silt}}{m_c + m_{silt}} \right)^{0.3}$$

$$f_{orgc} = \left( 1 - \frac{0.0256 * orgC}{orgC + \exp[3.72 - 2.95 * orgC]} \right)$$

$$f_{hisand} = \left( 1 - \frac{0.7 * \left( 1 - \frac{m_s}{100} \right)}{\left( 1 - \frac{m_s}{100} \right) + \exp \left[ -5.51 + 22.9 * \left( 1 - \frac{m_s}{100} \right) \right]} \right)$$

Dónde  $m_s$  es el porcentaje de contenido de arena,  $m_{silt}$  es el porcentaje de contenido de limos,  $m_c$  es el porcentaje de contenido de arcillas y  $orgC$  es el porcentaje de contenido de carbono orgánico de la capa. Todos estos datos están disponibles en el estudio de suelos del IGAC.

Posteriormente, una vez la base de datos de suelos es actualizada con esta información de entrada otorgada por el usuario, el programa genera una capa ráster con la clasificación de los suelos y sus respectivos atributos, específicamente para las cuencas en estudio.

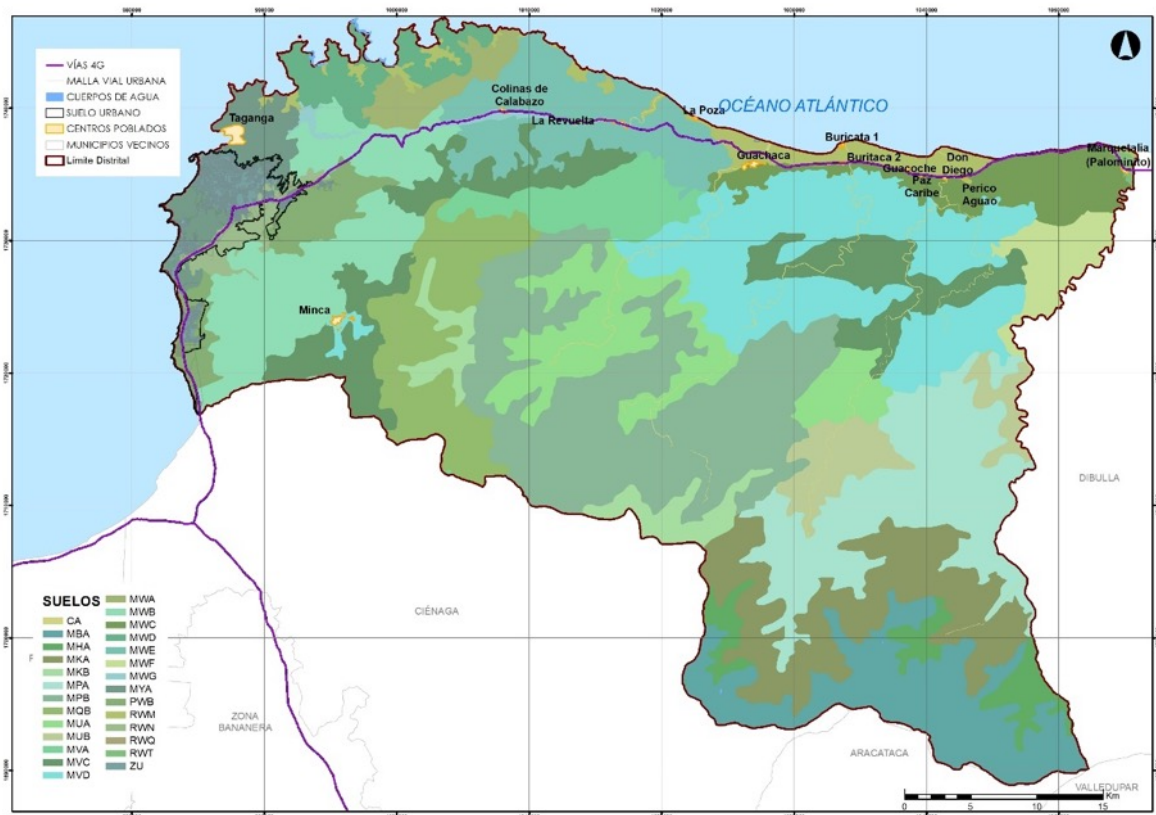
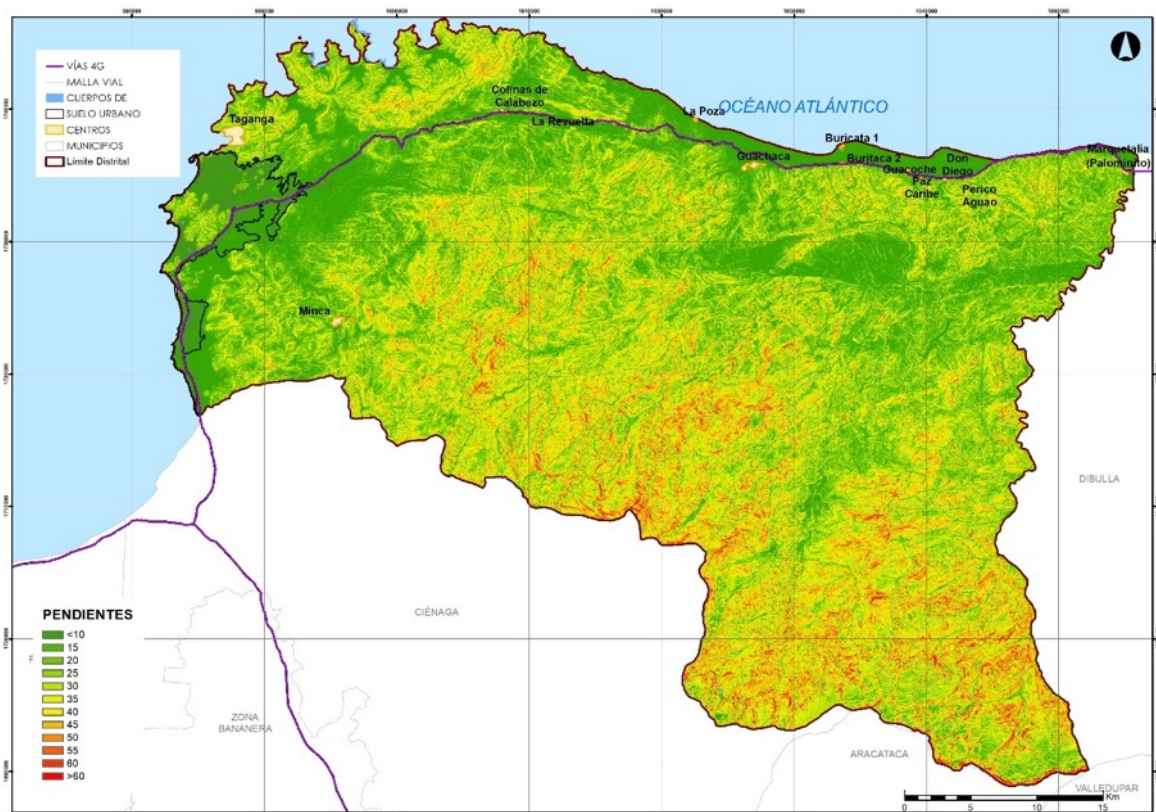


Gráfico 70. Clasificación de los tipos de suelo en Santa Marta

### 3.4.2.1.2. Pendiente

La capa de Pendientes es generada por SWAT usando el DEM de 12.5 metros mediante funciones avanzadas de ArcGIS, aunque requiere que el usuario introduzca la clasificación de las pendientes

para realizar las pertinentes combinaciones de las UHR. Para simplificar el modelo, como se muestra en la Gráfico 71 , se seleccionaron sólo cinco (5) clases predefinidas por el Natural Breaks de ArcGIS teniendo en cuenta el área de estudio.



**Gráfico 71.** Clasificación de pendientes en Santa Marta

Se procede a generar los UHR. Sin embargo, se le indica al programa que no considere aquellos valores de cada una de las capas que abarquen menos del 20% del área total, con el fin de reducir el número de combinaciones, es decir de UHR

### 3.4.3. Construcción del modelo

Para la construcción del modelo, se hace uso de la herramienta ArcSWAT, que es una extensión para ArcGIS del software SWAT y proporciona una forma eficiente de ingreso de datos para la realización de las simulaciones. En este sentido, se debe definir el período de simulación de acuerdo con el registro de información climatológica proporcionado en el generador de clima. Para el modelo de la cuenca urbana y rural de Santa Marta toda la información climatológica empleada pertenece a una ventana de tiempo desde el año 1984 hasta el año 2010. Finalmente, se realizan las simulaciones en el aplicativo de ArcSWAT para este proceso, allí se definen 3 años de calentamiento del modelo, durante los cuales el software no arrojará resultados, aunque haya realizado los cálculos respectivos.

201

### 3.4.4. Calibración del modelo

Un modelo hidrológico es una representación simplificada de un sistema real complejo llamado prototipo, bajo forma física o matemática. De manera matemática, el sistema real está representado por una expresión analítica. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, 2017). Desde esta perspectiva, esta representación está expuesta a un grado de incertidumbre con respecto a la realidad, debido a condiciones propias de un modelo que busca representar un fenómeno de la naturaleza, errores en mediciones, disponibilidad de información, mediciones incorrectas en la entrada del modelo, entre otras. En este sentido, resulta fundamental realizar un proceso de calibración que permita acercar los resultados del modelo a la realidad de los procesos naturales que se pretenden simular. De igual forma, típicamente se valida el modelo con un segundo set de datos que no fue usado en la calibración, pero dejando fijos los valores de los parámetros calibrados.

El propósito de la calibración del modelo es establecer que el modelo puede reproducir las observaciones de campo (P.ej. caudales), así como también estimar los valores de los parámetros del modelo basados en mediciones. Estos valores calibrados son obtenidos mediante la modificación sistemática de los valores de los parámetros hasta que los datos de salida medidos y simulados son similares. En particular, se realizan simulaciones cambiando cada uno de los valores entre los rangos de valores recomendados mientras se calculan las métricas de desempeño de los simulados con respecto a los observados (valores registrados en las estaciones del IDEAM), hasta encontrar el conjunto de parámetros que ofrece los mejores resultados.

Los parámetros de calibración están típicamente asociados un alto grado de incertidumbre en su definición. En el marco de esta consultoría, se analizaron diferentes fuentes bibliográficas a partir de las cuales se construyó la Tabla 63 que relaciona los principales parámetros de calibración típicamente usados en modelación hidrológica en SWAT.

**Tabla 63. Parámetros de Calibración en modelación hidrológica en SWAT.**

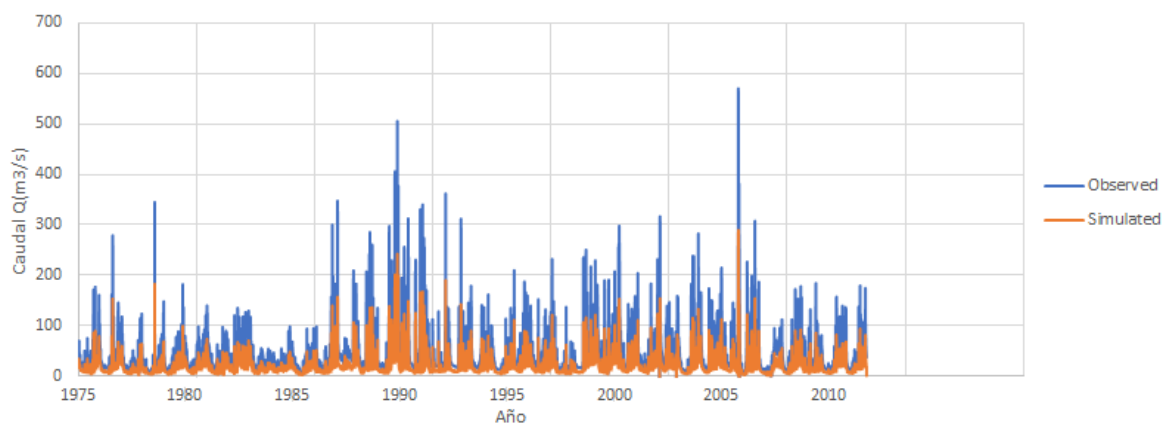
Fuente: Universidad Javeriana, 2016



Parámetro	Descripción	Unidades
<b>ALPHA_BF</b>	Constante de recesión de flujo base	1/día
<b>CN2</b>	Número de curva	Adimensional
<b>ESCO</b>	Factor de compensación de evaporación del agua en el suelo	Adimensional
<b>SOL_AWC</b>	Capacidad de agua disponible en las capas del suelo	mm/hr
<b>SOL_K2</b>	Conductividad hidráulica saturada del suelo	mm/hr
<b>REVAPMN</b>	Profundidad mínima de agua en el acuífero superficial para la ocurrencia de percolación al acuífero profundo	Mm
<b>GWQMN</b>	Profundidad mínima de agua en el acuífero superficial para la ocurrencia de escurrimiento subsuperficial	Mm
<b>RCHRG_DP</b>	Porción de agua percolada que llega al acuífero profundo	Adimensional

Para evaluar el desempeño del modelo se usaron métricas basadas en medidas estadísticas tales como el coeficiente de correlación ( $R^2$ ), el coeficiente de Nash-Sutcliffe ( $N_e$ ), el error medio cuadrático (RMSE).

Para desarrollar el proceso de calibración se escogió el periodo comprendido entre el 1 de enero 1992 y el 31 de diciembre del 2001. Para encontrar el set de parámetros que genera los valores de caudales más similares a la serie observada, se variaron sistemáticamente los parámetros de calibración y se obtuvieron los siguientes resultados:

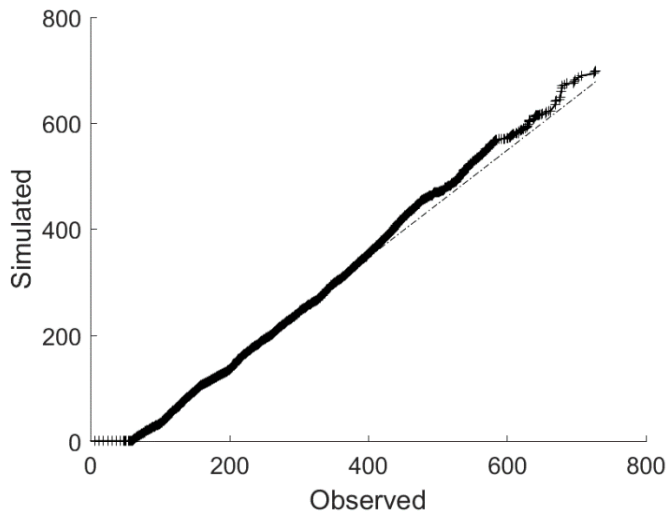


**Gráfico 72. Series observadas vs simuladas – estación Buritaca (15017080)**

Como se puede observar el modelo es capaz de reproducir el comportamiento hidrológico general incluyendo la localización y magnitud de los extremos de caudales. Dado que el objetivo principal



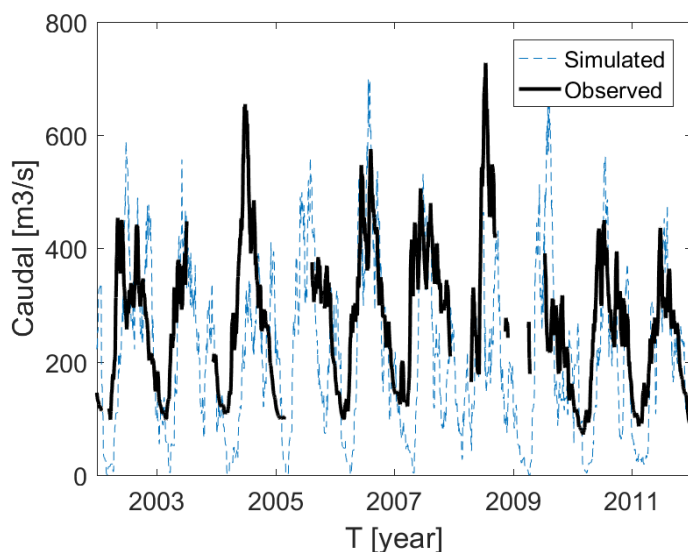
del modelo es la evaluación del riesgo de inundaciones se considera que el modelo funciona bastante bien como se puede observar en el siguiente gráfico.



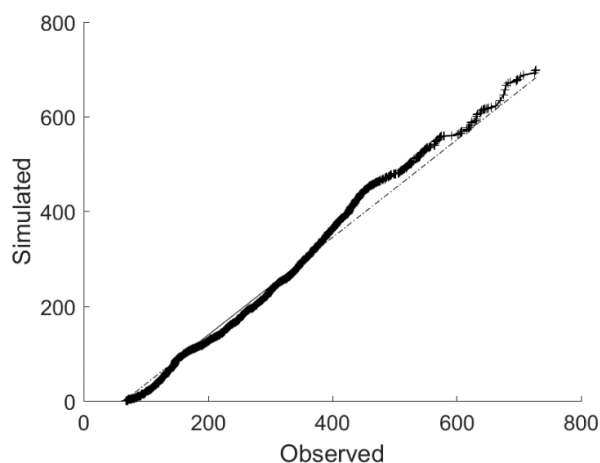
**Gráfico 73. Series de caudales observados y simulados para el período de calibración.**

Fuente: elaboración propia

Para realizar la validación del modelo se escogió un segundo período diferente al anterior correspondiente a los caudales observados entre 1 enero de 2002 y el 31 de diciembre de 2011. De esta manera se garantiza que el tamaño de la serie de validación es de similar tamaño que la serie de calibración. Los resultados de la validación son similares a la calibración (Gráfico 74) donde nuevamente el modelo parece que está representando bastante bien los extremos y algunos problemas con los caudales bajos. Los resultados de del coeficiente de correlación para las series de validación se pueden visualizar en el siguiente gráfico.



**Gráfico 74. Series de caudales observados y simulados para el período de validación.**  
Fuente: elaboración propia



**Gráfico 75. Correlación de los caudales observados y simulados para el período de validación.**  
Fuente: elaboración propia

Desde esta perspectiva, considerando que los objetivos de las simulaciones están asociados a la generación de los eventos extremos de caudal, el modelo es bastante confiable por lo que se esperan resultados bastante buenos. En ese sentido, el modelo calibrado es usado para realizar el análisis de amenaza por inundación basado en eventos, con un enfoque quasi-probabilista.

### 3.4.5. Simulación de eventos para los escenarios de amenaza

El enfoque usado aquí es un enfoque futuro de tratamiento de la amenaza que se basa en la generación estocástica de escenarios de inundación no ocurridos aún. Para este fin es necesario calcular escenarios de inundación que contienen la intensidad de la amenaza, medida en altura de agua en metros, para un cierto periodo de retorno (o frecuencia de ocurrencia) para cada lugar de una malla seleccionada que incluye las principales poblaciones con antecedentes de inundación localizada dentro del municipio y dentro de la cuenca urbana y rural.

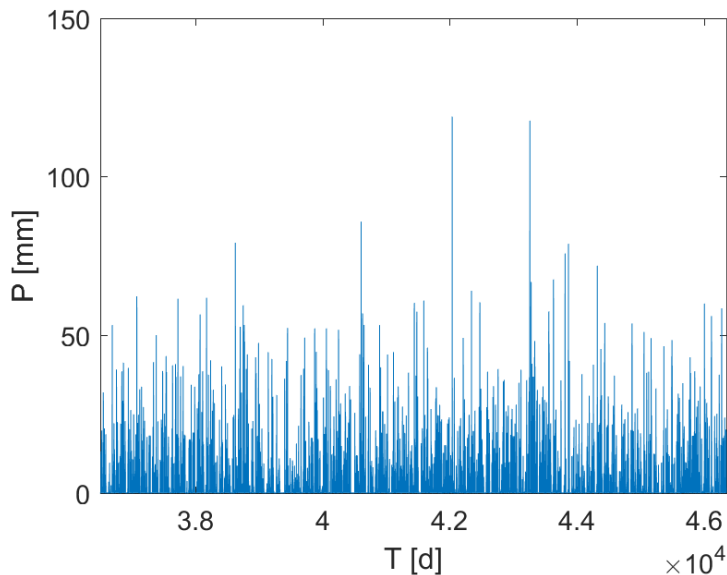
205

En este enfoque, que corresponde a un análisis probabilista de la amenaza, los resultados se pueden mostrar en términos de amenaza integrada o la probabilidad de exceder ciertas alturas de inundación en una ventana de tiempo de exposición. Para presentar los resultados de la modelación de la amenaza por inundación para Santa Marta se propone el concepto de mapas de amenaza integrada (Cardona, 2015a). Estos mapas indican, para una colección de escenarios generados, la intensidad de la amenaza (medida en altura de agua en metros) para un cierto periodo de retorno. Los mapas de amenaza integrada permiten comparar las intensidades según el periodo de retorno y establecer zonas seguras y zonas vulnerables dentro de la región objeto de estudio.

Para este fin, en cada mapa se indica la probabilidad de excedencia, que es la probabilidad que se tiene de exceder los diferentes niveles de intensidad (altura de la inundación mostrada en cada mapa) en una ventana de exposición determinada. A manera de ejemplo, si se considera una ventana de exposición de 50 años (que se puede entender como periodo de vida útil de una construcción), se calcula la probabilidad de exceder las alturas de inundación para 100 años de periodo de retorno, lo que corresponde a una probabilidad de excedencia del 39% y para 500 años de periodo de retorno que corresponde a un 10% de probabilidad de excedencia.

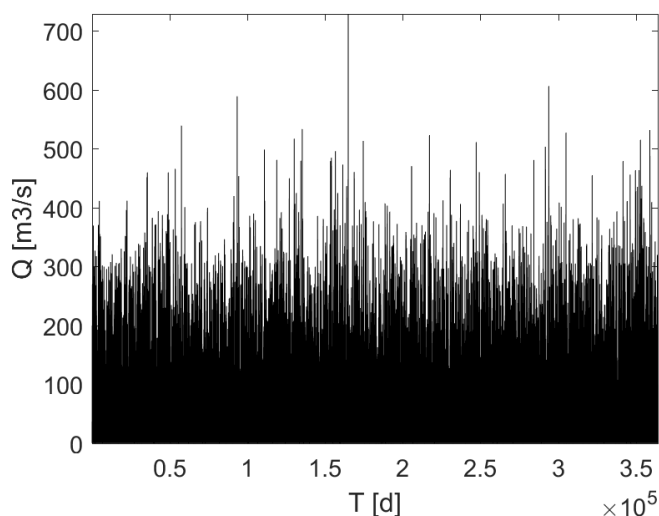
Es importante mencionar que en un mapa integrado de amenaza la altura de inundación en cada una de las celdas tiene la misma probabilidad de ocurrencia, en ese sentido, todos los lugares del dominio tienen una seguridad equivalente, contrario al concepto clásico determinista en que la probabilidad de ocurrencia está asociado a la magnitud del evento de caudales y no a la respuesta de la cuenca (alturas de inundación).

Para generar los escenarios de inundación no ocurridos aún, se usa el modelo hidrológico calibrado. En particular, se generaron 1.000 años de lluvias diarias basados en los estadísticos de la lluvia medida usando la metodología propuesta por Lee and Jeong (2014). Ésta consiste en un proceso no paramétrico que reproduce estadísticas claves de datos históricos y sus patrones diarios.



**Gráfico 76. Serie de precipitación diaria generada usando la metodología propuesta por Lee and Jeong (2014).**  
Fuente: elaboración propia

Seguidamente, se usó el modelo hidrológico calibrado para simular 1.000 años de caudales utilizando como parámetro de entrada la lluvia generada y manteniendo las estadísticas de las otras variables climatológicas: temperatura, brillo solar y humedad relativa. Las Unidades Hidrológicas de Respuesta (UHR) también se mantuvieron invariables. A continuación, se muestran las series producidas en la entrada de los principales ríos de Santa Marta tanto en la cuenca urbana como en la cuenca rural.

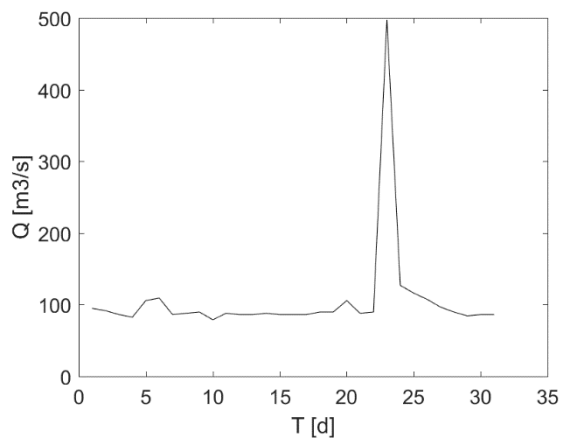


**Gráfico 77. Serie de caudales diarios simulada usando el modelo hidrológico calibrado.**

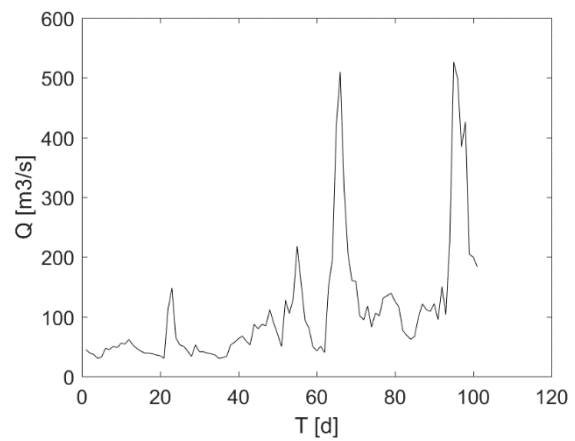
Fuente: elaboración propia

Con los resultados de caudales se realiza un análisis de frecuencia que permite generar los eventos de inundaciones para simular los diferentes escenarios de amenaza. Se generaron eventos de caudales de hasta 90 días para períodos de retorno de 10, 25, 50, 100, 500 y 1.000 años en los puntos de entrada al modelo hidráulico (puntos de entrada de los principales cauces). (Gráfico 78).

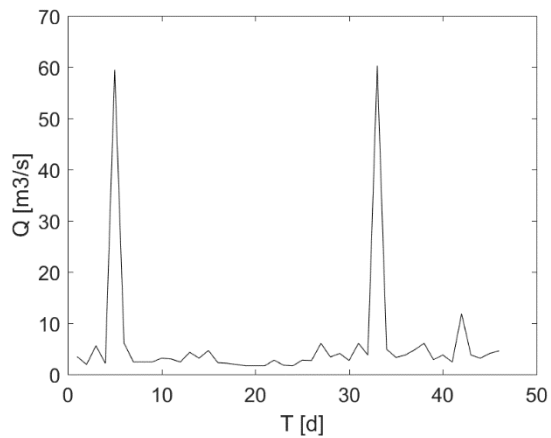
Buritaca



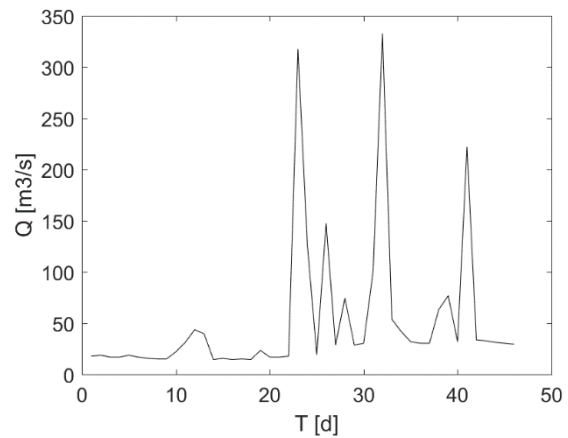
Don Diego



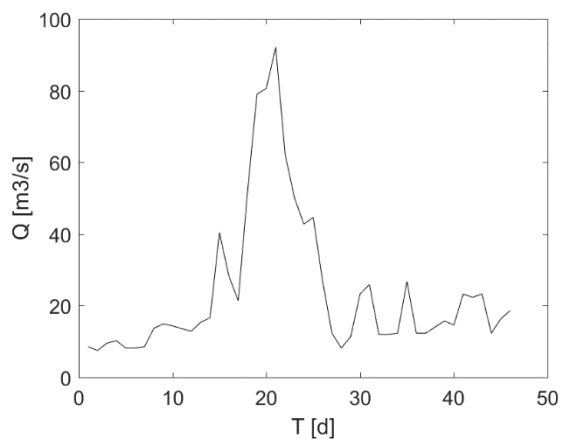
Gaira



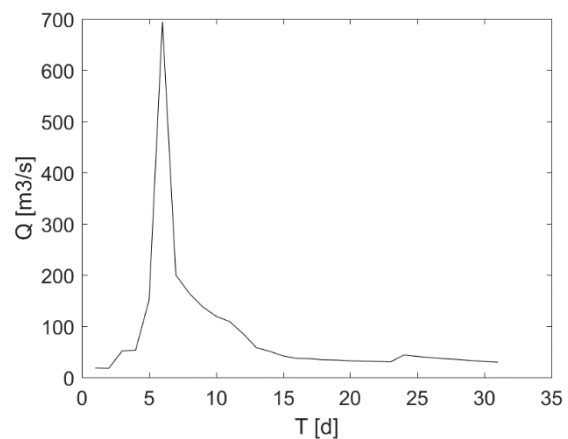
Guachaca



Manzanares



Piedras



**Gráfico 78. Eventos generados para un período de retorno de 50 años**

Fuente: elaboración propia



### 3.4.6. Modelación hidráulica

Para generar los escenarios de inundación expresados como representaciones distribuidas de alturas de inundación se propone el uso de un modelo hidráulico que acopla completamente elementos unidimensionales (1D) con superficies bidimensionales (2D) usando un modelo digital de terreno integrado.

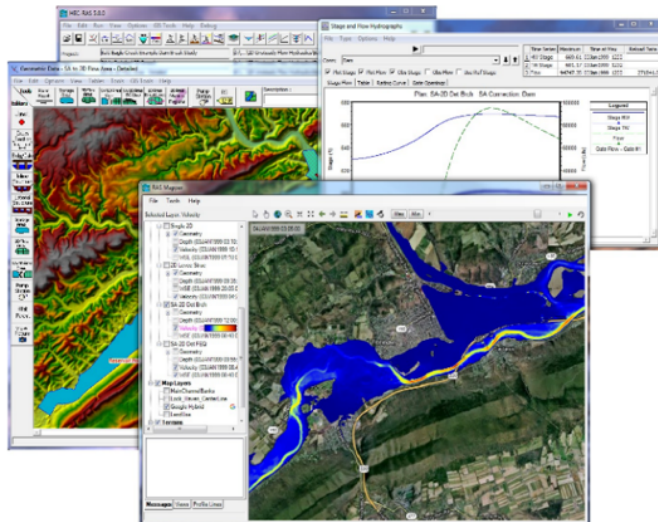
#### 3.4.6.1.1. Introducción al modelo HEC-RAS 1D-2D

209

Un modelo hidráulico es aquel que busca reproducir de la forma más precisa posible, las características de un cauce con el objeto de predecir el comportamiento de este para diferentes caudales. Así mismo, la modelación hidráulica se puede desarrollar experimentalmente mediante modelos físicos a escala o mediante métodos matemáticos. Estos últimos se incluyen en una diversidad de software disponibles en el mercado. Algunos de ellos permiten realizar modelos unidimensionales 1D y bidimensionales 2D y otros únicamente unidimensionales.

Dentro de las aplicaciones que permiten modelar el flujo en 1D y 2D se encuentra HEC-RAS (Gráfico 79) que es un software desarrollado por el Hydrologic Engineering Center del U.S. Army Corps of Engineers y es un referente dentro del campo de la modelación, debido a su versatilidad para el manejo de datos y la visualización de los mismos, adicionalmente es un software gratuito e incluye mejoras continuamente. La primera versión de este software fue lanzada en Julio de 1995 y a partir de esta fecha se han creado una gran variedad de versiones del mismo, dadas las mejoras en algunos aspectos y la actualización de otros. Específicamente, HEC-RAS permite resolver la hidráulica del flujo en una dimensión para flujo permanente y en una y dos dimensiones para flujo no permanente; así mismo, permite modelar el transporte de sedimentos para una condición de flujo casi y totalmente no permanente y la calidad de agua del río.

Para analizar diferentes escenarios de inundación en el contexto de los estudios de riesgo del Distrito de Santa Marta, se propone el uso de HEC-RAS 5.0 2D a lo largo en la cuenca de los ríos Gaira, Manzanares, Guachaca, Buritaca, Piedras y Don Diego de manera integral para encontrar la conectividad que puede existir entre ellos. Así mismo, el modelo busca conocer escenarios de amenaza en los centros poblados que se localizan en el área de influencia de estos ríos. Los principales requerimientos para llevar a cabo esta modelación están relacionados con secciones transversales de los cuerpos de agua, así como un modelo de elevación digital y un mapa de coberturas que permitan definir las áreas de inundación para eventos asociados a diferentes períodos de retorno. Adicionalmente, es necesario establecer el coeficiente de rugosidad de Manning, que es una característica asociada a la cobertura y un parámetro de calibración por excelencia en modelos hidráulicos.



**Gráfico 79. Interfaz Gráfico HEC-RAS.**

Fuente: (US Army Corps of Engineers, 2016)

Para la construcción de los modelos hidráulicos es necesario contar con información topográfica que para el caso del componente rural es suficiente con el DEM de 12.5 x 12.5 m mientras que para el componente urbano resulta conveniente contar con un DEM de una mejor resolución, preferiblemente de 1 x 1 m. Por otra parte, en ambos casos resulta importante contar con información de levantamientos batimétricos de los principales cuerpos de agua.

A continuación, se realiza una breve explicación de cada uno de estos módulos.

#### **3.4.6.1.2. Geometría del modelo.**

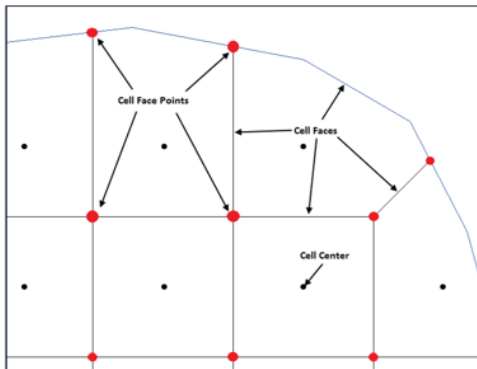
La geometría del modelo hidráulico en dos dimensiones 2D se realiza partiendo de una topografía bien definida, que implica un perfil de río y unas planicies de inundación coherentes con la realidad de la zona de estudio. Una vez se realizó la corrección del DEM, este fue ingresado en HEC-RAS a través del módulo RAS MAPPER, que permite la gestión y manejo de información en formato raster y shape.

Partiendo del hecho, de que no se cuenta con información batimétrica que permita refinar el DEM, se procede a definir las condiciones de borde del modelo, en este caso existen algunas herramientas de indispensables:

- I. Límite del modelo 2D: Con esta herramienta se define la frontera de la planicie de inundación del área en estudio con el objeto de realizar los cálculos únicamente para el área

dentro de este límite. Para su trazado, se pueden considerar dos condiciones básicas, la primera de ellas se asocia con la huella de inundación que se obtiene directamente de campo y la segunda, que es la más empleada, de acuerdo con el DEM, donde se observa claramente la pendiente del terreno, la cual permite diferenciar las planicies de inundación. En este sentido, para la presente consultoría, se realizó la segunda alternativa, y se verificó con la primera, puesto que se contó con información detallada de eventos de inundación históricos que permitieron validar los polígonos definidos.

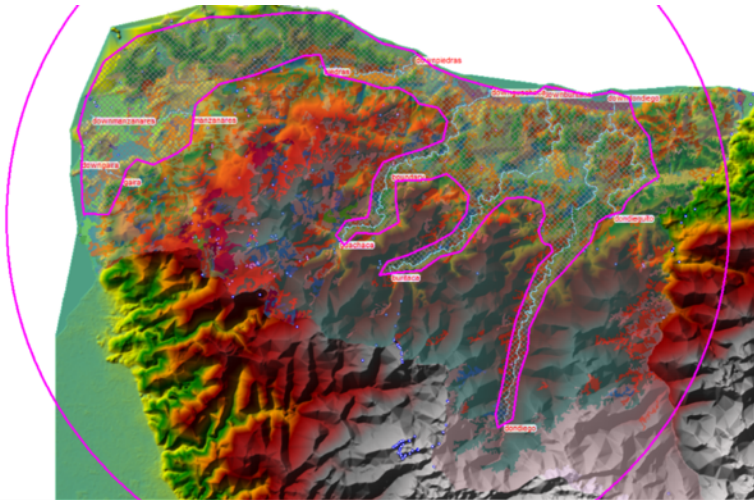
- II. Generación de la malla computacional: Una vez se define el límite del modelo, se procede con la creación de una malla computacional dentro de este límite. El objetivo de esta grilla es definir el nivel de detalle de los cálculos computacionales a través de las dimensiones de los elementos individuales dentro de la misma, es decir de las dimensiones de las celdas dentro de la malla, ya que el modelo desarrollará las ecuaciones en los centroides que calcula para cada celda. Sin embargo, las celdas localizadas en el límite no necesariamente tendrán estas dimensiones, debido a las formas irregulares que se pueden presentar allí. La nomenclatura empleada para la generación de la malla computacional se observa en la Gráfico 80:



**Gráfico 80. Terminología de la malla computacional en HECRAS. (Brunner, 2016)**

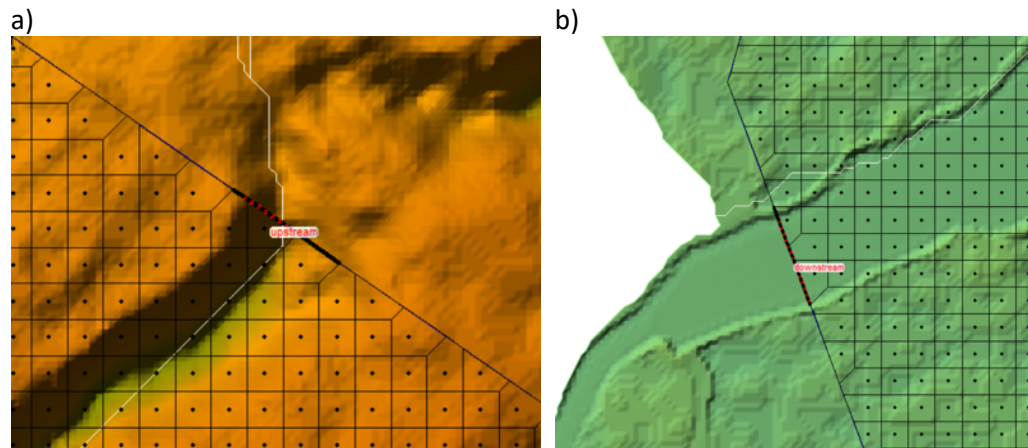
Para el municipio de Santa Marta, se generó una malla de 30 metros por 30 metros, conveniente en términos de gasto computacional, sin perder un nivel de detalle adecuado para los cálculos. (Gráfico 81)

Así mismo, en este módulo, se deben definir algunos valores por defecto del modelo, entre ellos, uno de los más importantes es el coeficiente de Manning por defecto para aquellas áreas en las cuales posteriormente no se definirá el mismo. El valor seleccionado en este proyecto fue de 0.06, que es un valor propio para cobertura vegetal.



**Gráfico 81. Malla computacional para modelo hidráulico Santa Marta**

- III. SA/2D Area BC Lines: Esta herramienta representa una condición de flujo externa y se integra en el módulo de la geometría del modelo a través del trazado de líneas en la sección transversal del cauce/cauces que representan las condiciones de borde del modelo. Cuando se realiza el trazado de estas Boundary Condition Lines se debe identificar cuáles corresponden a entradas y cuáles a salidas del modelo (Gráfico 82).



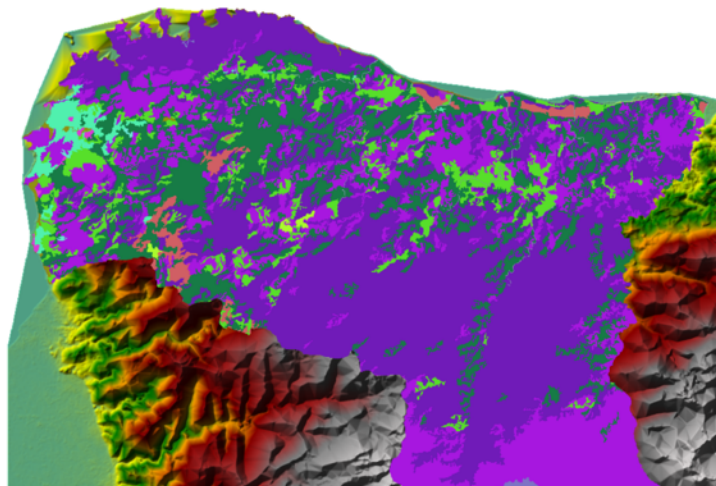
**Gráfico 82. Condición de borde: a) aguas arriba y b) aguas abajo**

- IV. Land Cover: La cobertura de la tierra es un insumo fundamental para cualquier modelo que busque reproducir de la forma más fiel posible una dinámica natural. Particularmente, en HEC-RAS este insumo se asocia con los coeficientes  $n$  de Manning, que indican el grado de rugosidad de un material, en este caso de la superficie. De acuerdo con el valor de este coeficiente, los parámetros tales como velocidad y profundidad, que se obtienen como resultado de la modelación pueden variar de forma importante. Para Santa Marta se ingresó la cobertura del municipio y a cada tipo de cobertura se le asignó un valor correspondiente al coeficiente  $n$  de Manning (Gráfico 83). La asignación de estos valores corresponde a una

recolección de información bibliográfica reportada en diversas fuentes, los coeficientes asignados fueron:

**Tabla 64. Valores de n de Manning para coberturas**

VALUE (ID)	CLASIFICACIÓN COBERTURA (CORINE LAND COVER – NIVEL 3)	n
1	5.1.1.Rios(50m)	0.045
2	2.4.3.Mosaicodecultivos,pastosyespaciosnaturales	0.035
3	3.2.1.Herbazal	0.05
4	3.1.1.Bosquedenso	0.06
5	3.2.2.Arbustal	0.035
6	3.3.1.Zonasarenosasnaturales	0.02
7	1.1.1.Tejidourbancontinuo	0.011
8	2.4.2.Mosaicodepastosycultivos	0.04
9	5.1.2.Lagunas,lagosycienagasnaturales	0.1
10	1.2.4.Aeropuertos	0.011
13	3.1.3.Bosquefragmentado	0.1
14	2.4.4.Mosaicodepastosconespaciosnaturales	0.06
15	3.1.4.Bosquedegaleriayripario	0.06
16	2.3.3.Pastos enmalezados	0.05
17	4.1.1.Zonas Pantanosas	0.12
18	3.2.3.Vegetacion secundaria o en transicion	0.04
19	2.3.1.Pastos limpios	0.035
20	No Data	0.06



**Gráfico 83. Asignación de coeficientes de Manning de acuerdo con la cobertura en HEC-RAS.**



#### 3.4.6.1.3. Series de caudal

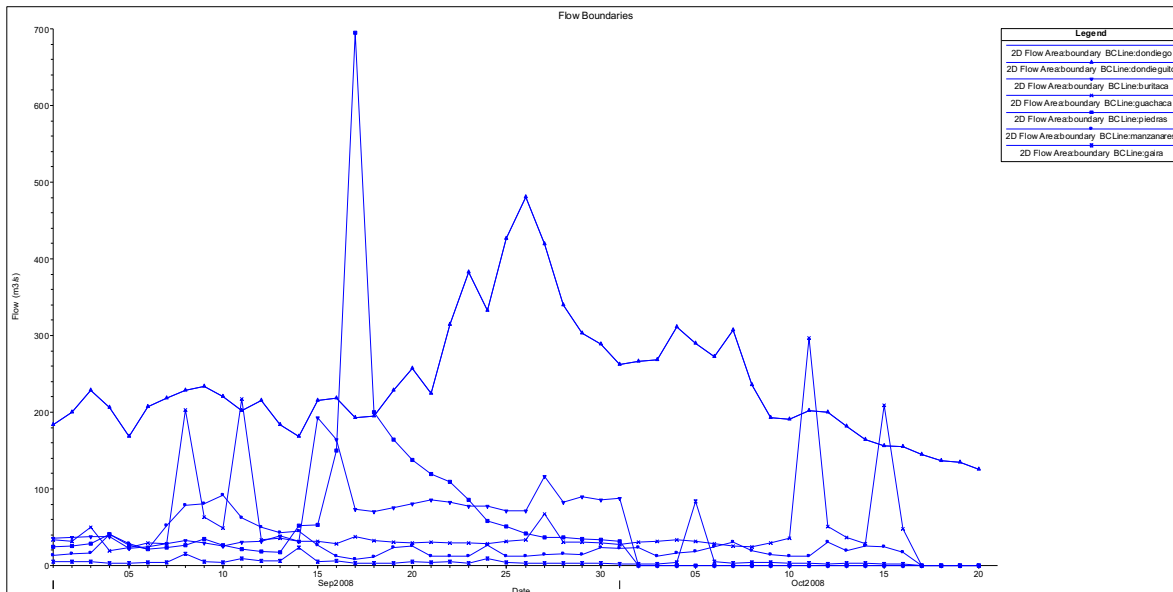
Dado que el alcance de la modelación hidráulica es un modelo en dos dimensiones bajo flujo no permanente, se deben definir los datos a modelar a través del módulo Unsteady Flow Data, para cada una de las Boundary Conditions Lines. Desde esta perspectiva, los datos que se pueden ingresar en las condiciones de borde son los siguientes:

- I. Hidrograma de caudal: En esta opción se debe ingresar un hidrograma  $Q$  vs  $t$  y una pendiente para la línea de energía, la cual permitirá el cálculo de la profundidad normal.
- II. Hidrograma escalonado: El hidrograma que se emplea en esta opción produce que el agua entre o salga de la cuenca, teniendo en cuenta las condiciones secas o húmedas previas al momento en que este se ingresa.
- III. Profundidad normal: Esta opción se utiliza únicamente como condición de salida cuando el flujo abandona el límite de inundación preestablecido y requiere que se ingrese el valor de la pendiente de fricción, el cual será empleado en la ecuación de Manning para el cálculo de la profundidad normal para cada caudal.
- IV. Curva de gasto: La curva funciona únicamente como condición de salida del límite de inundación y el usuario debe ingresar la relación entre el nivel de la superficie del agua y el caudal.
- V. Precipitación: Este parámetro puede ingresarse una vez se haga un balance restando las pérdidas por infiltración y/o intercepción y para aplicarlo se debe realizar la definición del límite de precipitación.

Para la presente consultoría, con ayuda del modelo hidrológico y el análisis de frecuencias que se realizó previamente, se obtuvieron los hidrogramas de caudal a nivel diario para un período de tiempo de alrededor de 3 meses (Gráfico ) y períodos de retorno de 10, 25, 50, 100, 500 y 1000 años.

Por otro lado, junto con el hidrograma de caudal que se ingresa en el Boundary Condition Line localizado sobre cada uno de los ríos, se define una pendiente para la línea de energía, en este caso, se asume pendiente supercrítica (10%). En cuanto a la condición de salida, en los ríos se ingresa una condición de Profundidad Normal, en cuyo caso se asigna una pendiente de fricción de 10% que es requerida para el cálculo de la profundidad normal del flujo para cada valor de caudal.





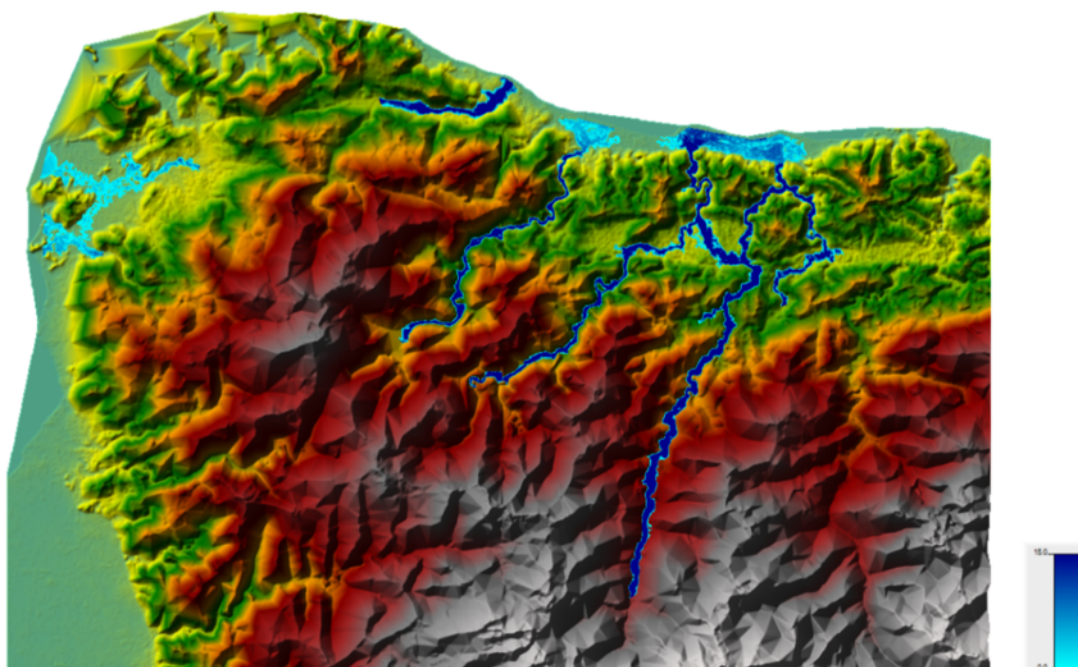
**Gráfico 84. Hidrogramas de caudal en la cuenca urbana y rural de Santa Marta.**  
Fuente: elaboración propia

### 3.4.7. Simulación de escenarios de amenaza

Teniendo en cuenta los hidrogramas de caudal ingresados y el alcance del estudio de riesgo, se definen escenarios de simulación de inundación para diferentes períodos de retorno. La geometría en los dos escenarios se definió previamente, así como las pendientes de energía y fricción en las condiciones de entrada y salida del modelo.

Por otro lado, con el fin de estabilizar el modelo, se define un período de calentamiento de 144 horas. Así mismo, antes de correr el modelo, se especifica un paso de tiempo para los cálculos de 5 minutos y un paso de tiempo para los mapas de inundación de 1 hora. Lo anterior reduce el tiempo computacional en gran medida.

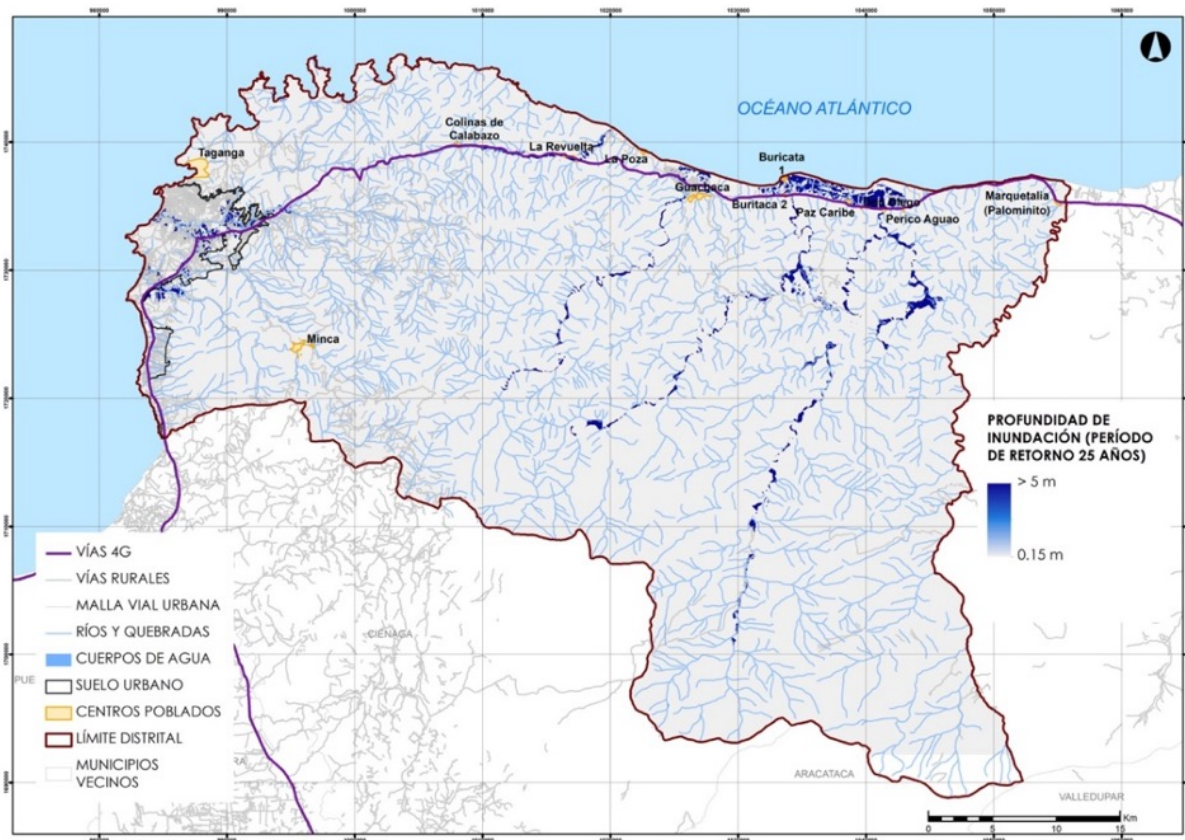
Con toda la información lista, se procede a correr todos los escenarios de simulación y se obtienen resultados de profundidad de inundación para Santa Marta. En la Gráfico se observa a manera de ejemplo uno de los resultado



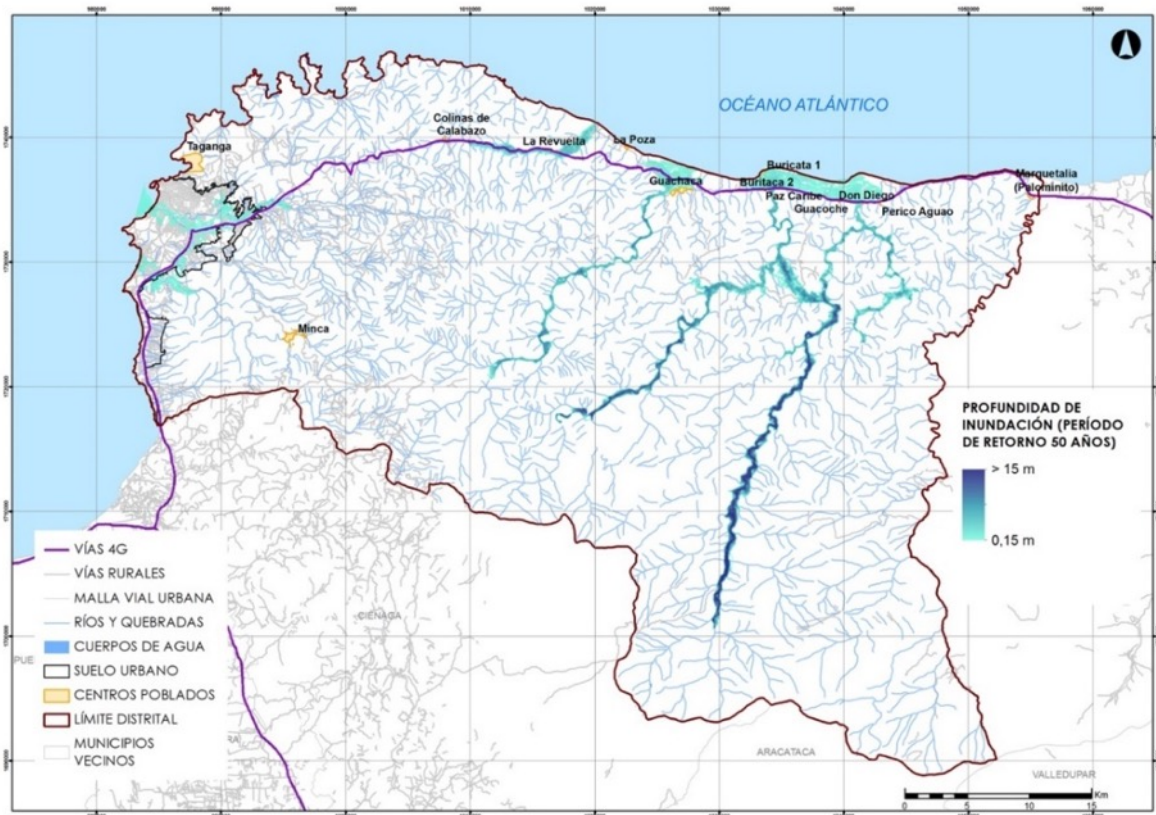
*Gráfico 85. Resultados del modelo hidráulico para un período de retorno de 25 años*

### 3.4.8. Análisis para diferentes períodos de retorno

Con el fin de hacer un análisis profundo de la amenaza rural en el marco de la actualización del Plan de Ordenamiento Territorial de Santa Marta, se simularon eventos para diferentes períodos de retorno (TR). En particular, se simuló el modelo hidráulico para eventos de TR=100, 50 y 25. En las siguientes figuras se muestran los mapas de inundación para cada uno de estos períodos de retorno, los mapas representan alturas de inundación medidas en metros.

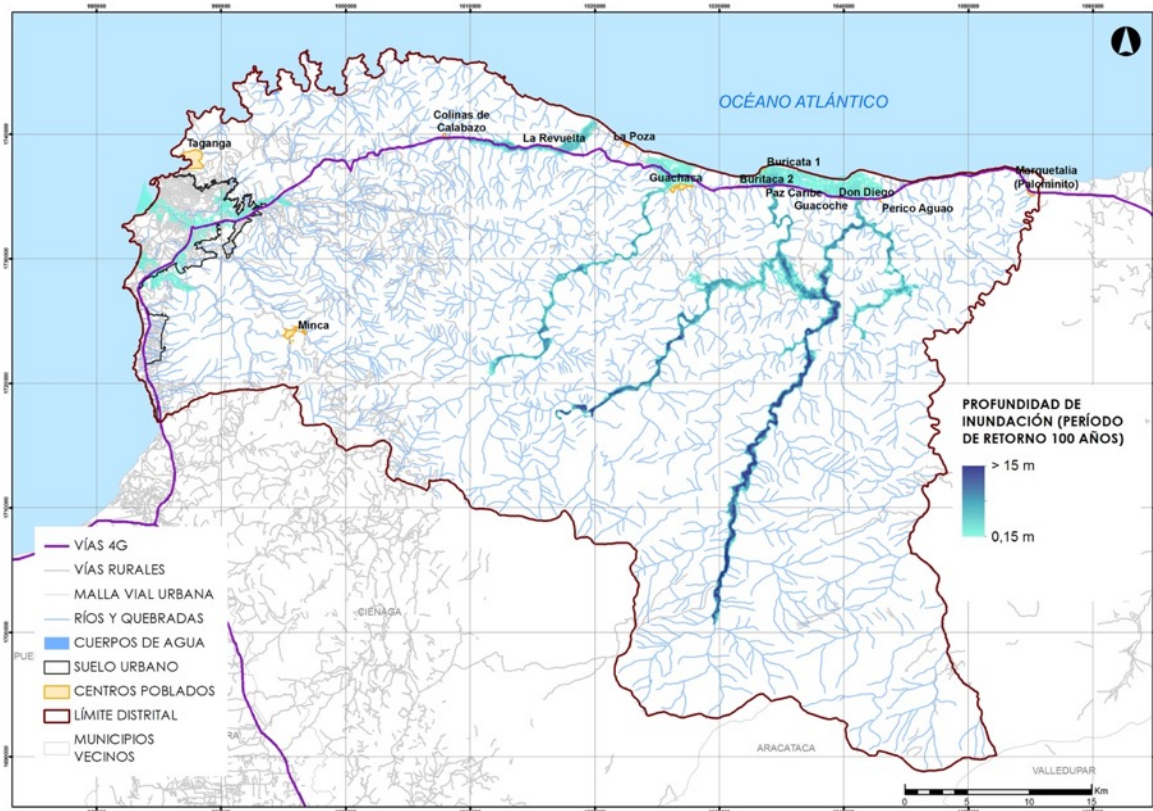


**Gráfico 86. Mapa de amenaza por inundación (alturas de inundación) en el municipio de Santa Marta para un período de retorno de 25 años**



**Gráfico 87. Mapa de amenaza por inundación (alturas de inundación) en el municipio de Santa Marta para un período de retorno de 50 años.**





**Gráfico 88. Mapa de amenaza por inundación (alturas de inundación) en el municipio de Santa Marta para un periodo de retorno de 100 años.**

### 3.4.9. Zonificación de amenaza por inundación para el contexto rural

En términos de ordenación del territorio se debe definir el grado de amenaza de los diferentes fenómenos amenazantes. Específicamente, para la amenaza por inundación, ésta debe clasificarse y categorizarse de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1077 de 2015. Por otro lado, existen múltiples metodologías para la zonificación de la amenaza por inundación, que varían desde el análisis de la inundación para diferentes periodos de retorno hasta la clasificación de las zonas de acuerdo con diversos parámetros y bajo estas metodologías, el periodo de retorno tradicionalmente usado para la zonificación de amenaza es de 100 años.

Desde esta perspectiva, se realizó una revisión bibliográfica con el objeto de encontrar estudios para relacionar una zona de amenaza con la altura de lámina de agua en la inundación. Dentro de los estudios más representativos que se encontraron, se tiene el de Gomez & Russo - Criterios de riesgo

asociados a escorrentía urbana, en el cual se establecen diferentes alturas de lámina de agua ante un evento de inundación y su afectación.

Dentro de los resultados obtenidos, se destacan:

1. Zona de no amenaza: La zona de no amenaza se define para las profundidades de lámina de agua que no representan un peligro para la vida humana ni un valor importante en las pérdidas de elementos expuestos.
2. Zona de amenaza baja: En la zona de amenaza baja, se presentan algunos problemas de estabilidad tanto para las personas como para el tránsito vehicular. En los elementos expuestos asociados a cultivos, se presentan problemas cuando esta profundidad se combina con grandes velocidades de inundación.
3. Zona de amenaza media: Esta zona se define como aquella donde las profundidades de inundación elevadas son las causantes de daños generales en las estructuras, razón por la cual resulta fundamental conocer los elementos expuestos que se pueden ver afectados ante este fenómeno.
4. Zona de amenaza alta: La amenaza alta involucra pérdida total de estabilidad de personas y de vehículos que aprovechan la infraestructura vial de la región para el flujo de bienes y servicios. En este sentido, esta amenaza es la causante de grandes pérdidas económicas asociadas no sólo a los daños de estructuras sino a las consecuencias que conlleva esto, las cuales pueden ser de tipo económico, social y cultural.

En este sentido, en la Tabla 65, se encuentra algunos criterios a nivel mundial de las afectaciones que se presentan a nivel urbano y/o rural de acuerdo con una altura de lámina de agua de inundación.

**Tabla 65. Criterio de riesgo de altura máximo: referencias a nivel mundial. (Gomez & Russo)**

Fuente	Referencia	ymáx (m)	Justificación del criterio	Ámbito de estudio
Manual de Drenaje de la Ciudad de Denver (EEUU)	Wright-Mc Laughlin, 1969	0.45	Altura máxima próxima al límite a partir del cual un vehículo empieza a perder adherencia con el pavimento y a flotar	Urbano
Monografía Colegio de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos (España)	Témez, 1992	1.00	Altura máxima para una situación de peligro para individuos en cauces naturales y llanuras de inundación	Rural
Manual de Drenaje del condado de Clark (EEUU)	CCRFGD, 1999	0.30	Límite para que la escorrentía no sobrepase el bordillo	Urbano
Criterio de Mendoza (Argentina)	Nanía, 1999	0.30	Altura máxima para evitar el ingreso de agua pluvial en viviendas y comercios	Urbano
Consejo para la Agricultura y la Gestión de los Recursos (Australia y Nueva Zelanda)	ARMC, 2000	1.20-1.50	No se refiere sólo a la estabilidad de los individuos sino también a daños generales que la inundación puede provocar	Urbano



Riesgos hidrometeorológicos (Suiza)	Belleudy, 2004	0.00-1.00	Este criterio propone varios calados máximos en función del uso del suelo y se refiere a inundaciones provocadas por desbordamiento de ríos	Urbano/Rural
Pieba07: Plan Integral de Alcantarillado de Barcelona 2007	CLABSA, 2007	0.06	Se admite para una lluvia con período de retorno de 10 años, tener los dos carriles laterales inundados	Urbano

Por su parte, en el marco del proyecto Strategies of Urban Flood Risk Management-SUFRI por Escuder, Matheu, & Castillo en el año 2010, se encuentra un análisis de diferentes grados de severidad en relación con las alturas de lámina de agua de inundación (Ver Tabla 66).

221

Posteriormente, en el año 2010, en el marco del proyecto “Análisis y evaluación de riesgos de inundación: estimación del impacto de medidas estructurales y no estructurales” (Escuder, Matheu, & Castillo, 2010) se redefinieron estos criterios y se clasificaron las alturas de la lámina de agua y la velocidad de la inundación, en términos de severidad, donde para una altura de inundación menor a 45 cm, no se esperan víctimas, para una altura menor a 80 cm los peatones pierden estabilidad, para altura menor a 1m la estabilidad empieza a ser un problema importante, para mayor a 1m hay alto riesgo para personas en el exterior. (Ver Tabla 66)

**Tabla 66. Niveles de severidad en inundación pluvial (clasificación desarrollada específicamente para el proyecto Strategies of Urban Flood Risk Management SUFRI).**

(Escuder, Matheu, & Castillo, 2010)

Nivel de severidad (S)		Calado y (m)	Velocidad v (m/s)	Parámetro Vuelco $v*y$ (m <sup>2</sup> /s)	Parámetro Deslizamiento $v^2*y$ (m <sup>3</sup> /s <sup>2</sup> )
S0	No se esperan víctimas	<0.45	<1.50	<0.50	<1.23
S1	Severidad leve Peatones pueden sufrir pérdida de estabilidad y dificultades para caminar	<0.80	<1.60	<1.00	<1.23
S2	Severidad media Significativas pérdidas de estabilidad. Vehículos pierden adherencia	<1.00	<1.88	<1.00	<1.23
S3	Severidad elevada Alto riesgo para personas situadas en el exterior. Arrastre de vehículos	>1.00	>1.88	>1.00	>1.23
S4	Severidad extrema Daños estructurales a edificios	>1.00	>1.88	>3.00	>1.23

De acuerdo con el análisis de la amenaza integrada por inundación y el nivel de severidad para las diferentes profundidades de inundación, se define la zona de no amenaza correspondiente a las

zonas con una altura de inundación menor a 0.15 m, amenaza baja con altura de inundación máxima de 0.8 m, amenaza media entre 0.8 y 2.5 m y amenaza alta mayor a 2.5 m.

Desde esta perspectiva, la zonificación de amenaza también se hizo para los tres períodos de retorno antes descritos (i.e. TR=100, 50 y 25 años). Como se puede observar, no hay diferencias significativas en las áreas de amenaza entre TR=100 y TR=50 años. Para el caso del TR=25 se observan unas diferencias más importantes. En esta el área de amenaza alta corresponde a un poco más del 1%.

**Tabla 67. Estimación de áreas de amenaza por inundación para períodos de retorno TR de 100, 50 y 25 años**

Fuente: elaboración propia

222

**TR100**

Nivel de amenaza	Área (ha)	Porcentaje (%)
Alto	1,681.67	0.7%
Medio	8,716.47	3.7%
Bajo	412.65	0.2%
No amenaza	223,978.96	95.4%
Total	234,789.75	100.00%

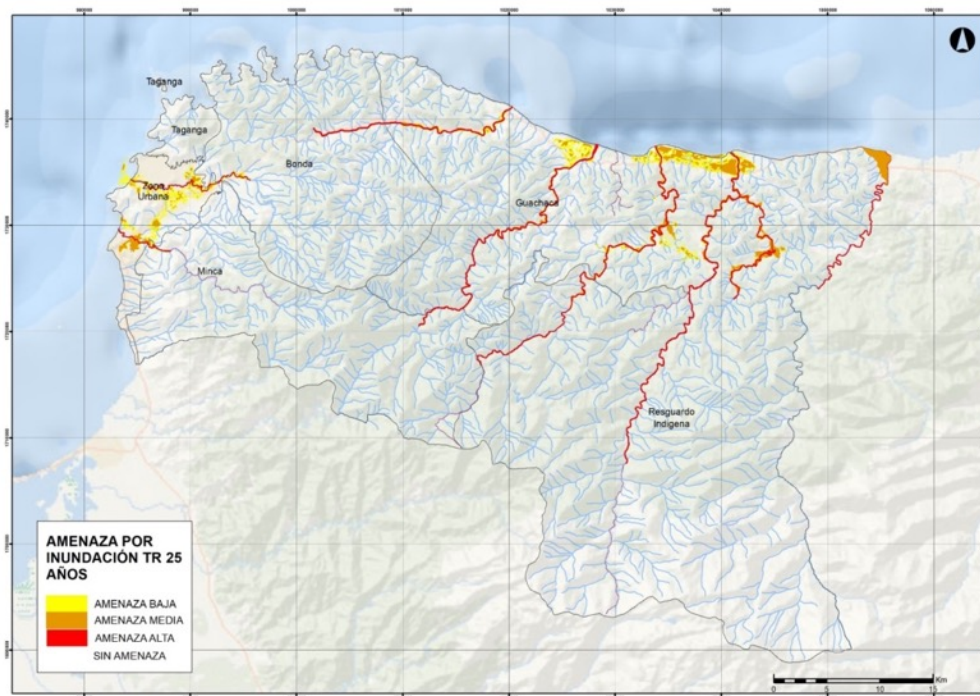
**TR50**

Nivel de amenaza	Área (ha)	Porcentaje (%)
Alto	1,681.67	0.7%
Medio	8,526.32	3.6%
Bajo	419.52	0.2%
No amenaza	224,162.23	95.5%
Total	234,789.75	100.00%

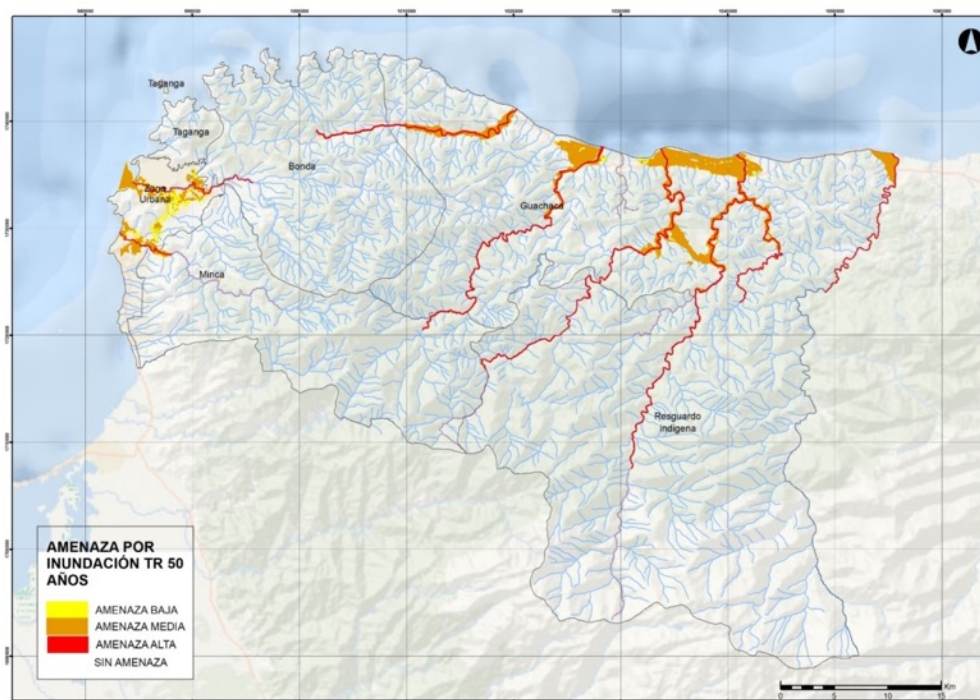
**TR25**

Nivel de amenaza	Área (ha)	Porcentaje (%)
Alto	1,681.67	0.7%
Medio	3,436.03	1.5%
Bajo	698.32	0.3%
No amenaza	228,973.72	97.5%
Total	234,789.75	100.00%

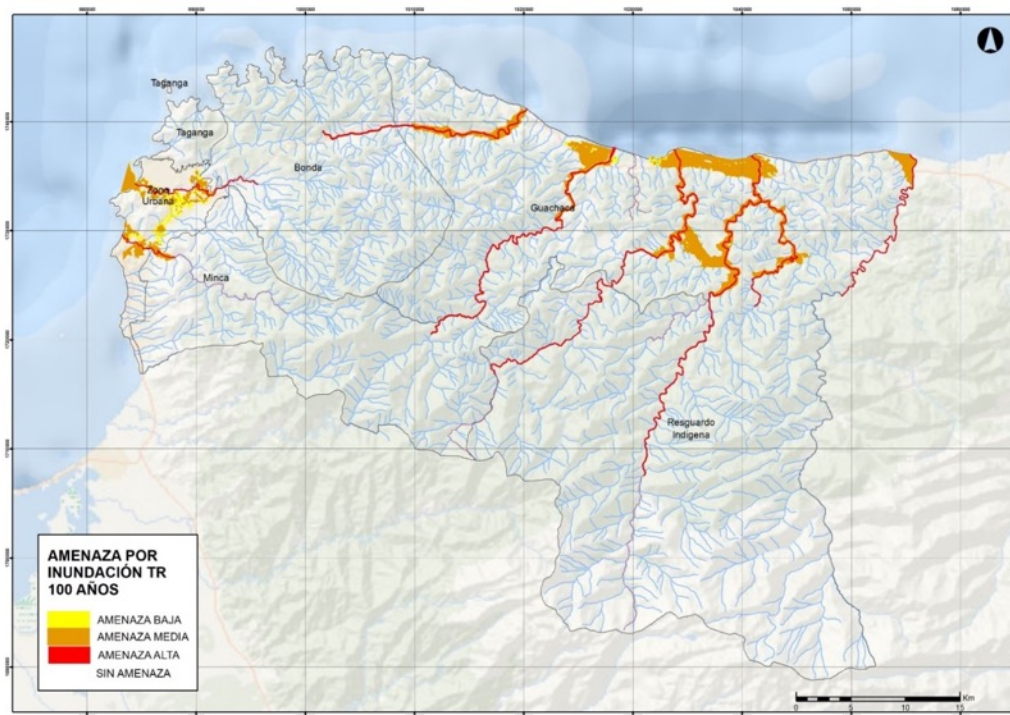
La zonificación de la amenaza por inundación para los tres períodos de retorno descritos previamente, se muestra en las siguientes Gráficas.



**Gráfico 89.** Zonificación de la amenaza por inundación en el municipio de Santa Marta para un período de retorno de 25 años.



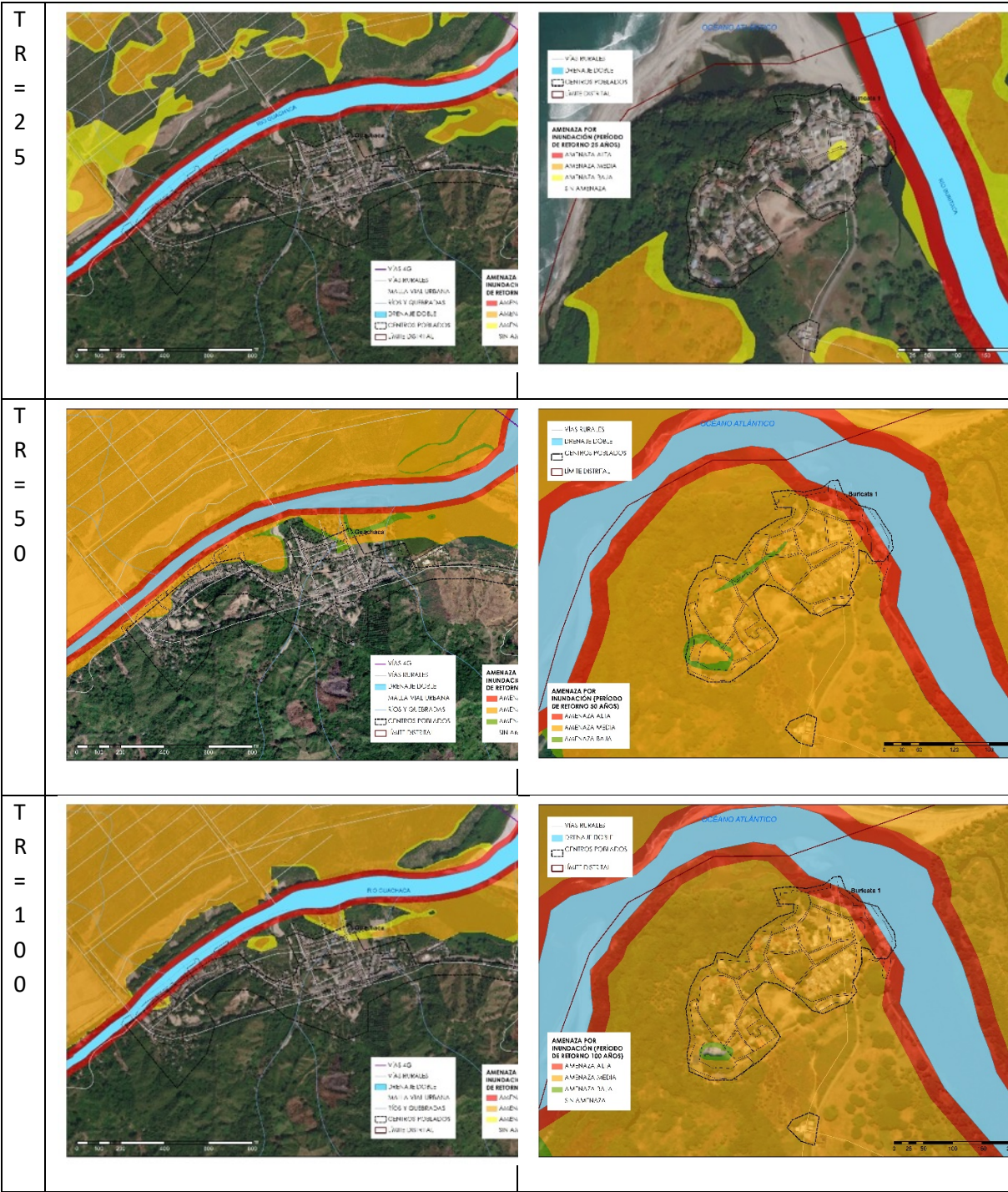
**Gráfico 90.** Zonificación de la amenaza por inundación en el municipio de Santa Marta para un período de retorno de 50 años.



**Gráfico 91. Zonificación de la amenaza por inundación en el municipio de Santa Marta para un período de retorno de 100 años.**

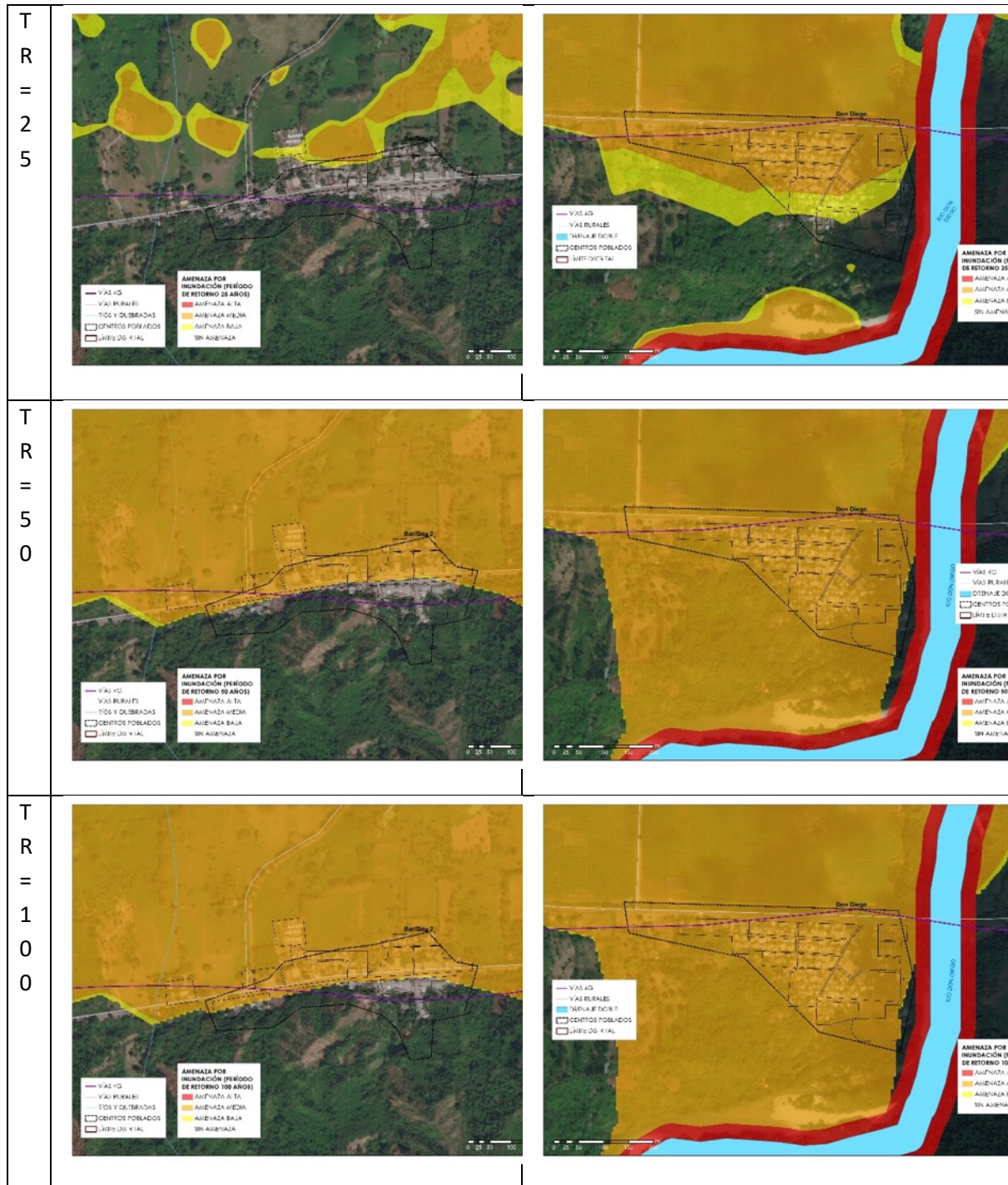


Tabla 68. Zonificación de Amenaza para centros poblados con antecedentes de eventos de inundación

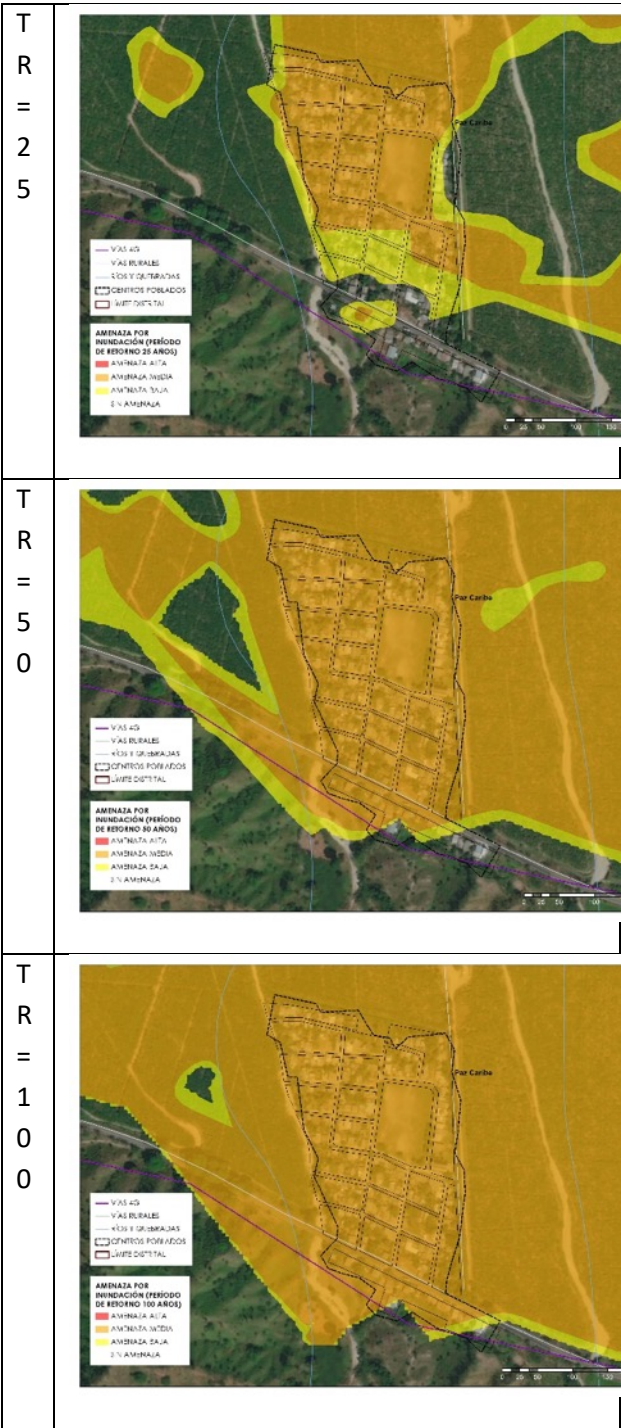




Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental







Por otra parte, resulta fundamental la estimación de las áreas de amenaza por veredas en el municipio de Santa Marta ya que se encontró que la que más tiene área de amenaza es Resguardo indígena con un porcentaje cercano al 6% con un área de más 1,900 ha. entre amenaza alta, media y baja, seguido por Guachaca con un poco más del 5% del área con amenaza y un poco más de 2,500 ha. asociadas a amenaza alta. Se estima casi un 2% del área del municipio en algún nivel de amenaza.

**Tabla 69. Estimación de áreas de amenaza por inundación por veredas para TR=25 años**

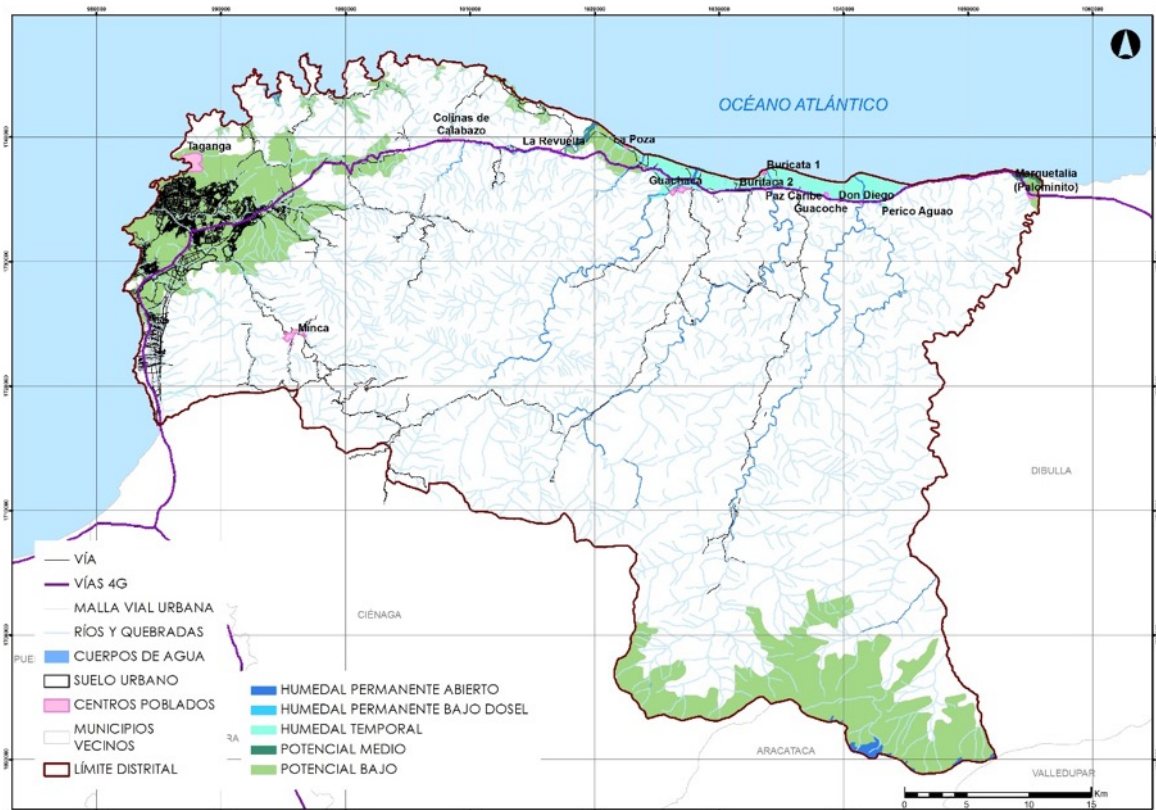
Fuente: elaboración propia

Comuna	Área (ha)	Área en No amenaza	Área por nivel de amenaza (ha)			Área total en amenaza (ha)	% de área en amenaza
		(ha)	Bajo	Medio	Alto		
Bonda	7,263.60	7,132.90	13.09	39.93	77.69	130.70	1.80%
Guachaca	48,498.70	45,968.82	362.25	1,647.31	520.33	2,529.88	5.22%
Minca	106,685.40	106,569.15	15.41	55.00	45.84	116.25	0.11%
Resguardo Indígena	35,207.41	33,243.69	81.11	1,111.92	770.69	1,963.72	5.58%
Taganga	29,519.19	29,519.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00%
TOTAL	234,789.75	230,049.19	471.85	2,854.16	1,414.55	4,740.56	2.02%

Adicionalmente, se hizo una revisión de las áreas de amenaza para los centros poblados rurales en los que se encontró algún tipo de condicionamiento por amenaza por inundación, a la escala rural (1:10.000 para este caso) para los diferentes períodos de retorno (25, 50 y 100 años). En particular, en la Tabla 68, se presentan los resultados para TR=100, 50 y 25 para los centros poblados de Guachaca, Buritica 1, Buritaca 2, Don Diego y Paz Caribe. En estos, se observan áreas importantes con amenaza alta por inundación por lo que resulta fundamental realizar estudios de riesgo detallados.

Finalmente, se hizo una comparación de los resultados obtenidos con el mapa de humedales del Instituto Alexander von Humboldt en el que se puede observar que hay una correlación importante en las zonas de humedal permanente y temporal con las zonas de amenaza alta generadas usando el esquema de modelación propuesto en el marco de la realización de los estudios de riesgo (Gráfico 92).

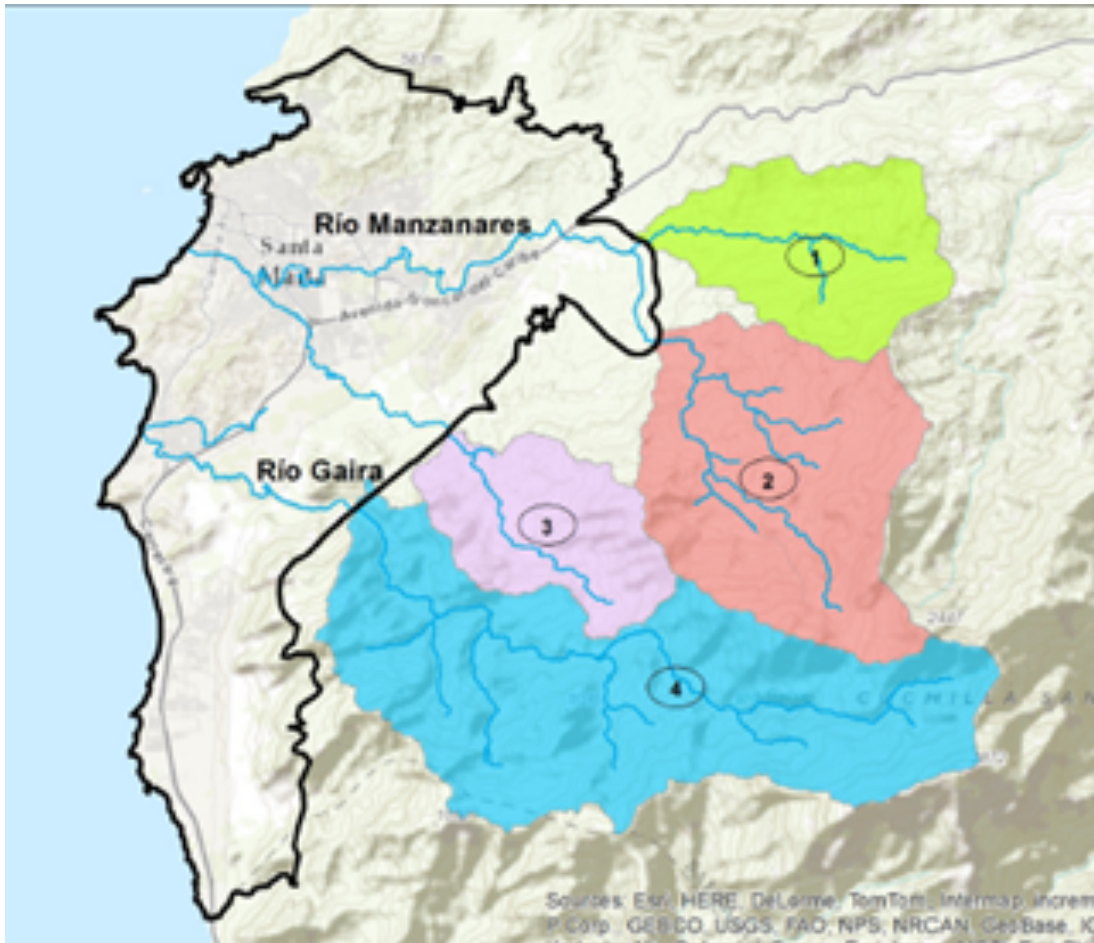
Particularmente, se resalta el río Piedras, río Guachaca, río Buritaca, río Don Diego y Don Dieguito, por estar clasificados como humedales permanentes, de allí su importancia para el sostenimiento de los ecosistemas de Santa Marta. Por su parte, las planicies inundables de los ríos Guachaca, Buritaca y Don Diego, que se localizan cuando los gradientes latitudinales son cercanos a cero, es decir, en su llegada al océano atlántico, son definidas como humedales temporales, es decir que se inundan en algunas épocas del año, razón por la cual nuevamente se validan los resultados obtenidos en esta evaluación de amenaza por inundación, donde las mayores áreas de amenaza se localizan justamente en la confluencia de los tres ríos mencionados previamente con el océano.



**Gráfico 92. Análisis de la correlación del mapa de humedales del IAvH y la zonificación de amenaza construida**  
Fuente: Elaboración propia

### 3.5. Amenaza por inundación urbana

Para la definición de la amenaza por inundación en el área urbana de Santa Marta se reconstruyó el modelo desarrollado en el Estudio de Riesgo de Desastres y Vulnerabilidad ante el Cambio Climático para la Ciudad de Santa Marta (Colombia) en el marco de la Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles. En este estudio realizado por IDOM y el IHCANTABRIA (2016), se construyó un modelo hidráulico basado en un análisis de frecuencias de los caudales de los ríos Manzanares y Gaira en una plataforma de modelación denominada Infoworks ICM. Para generar los caudales de entrada de los ríos de la ciudad se utilizó el software de modelación hidrológica llamado HEC-HMS de acuerdo a lo que se presenta en la Gráfico 93.



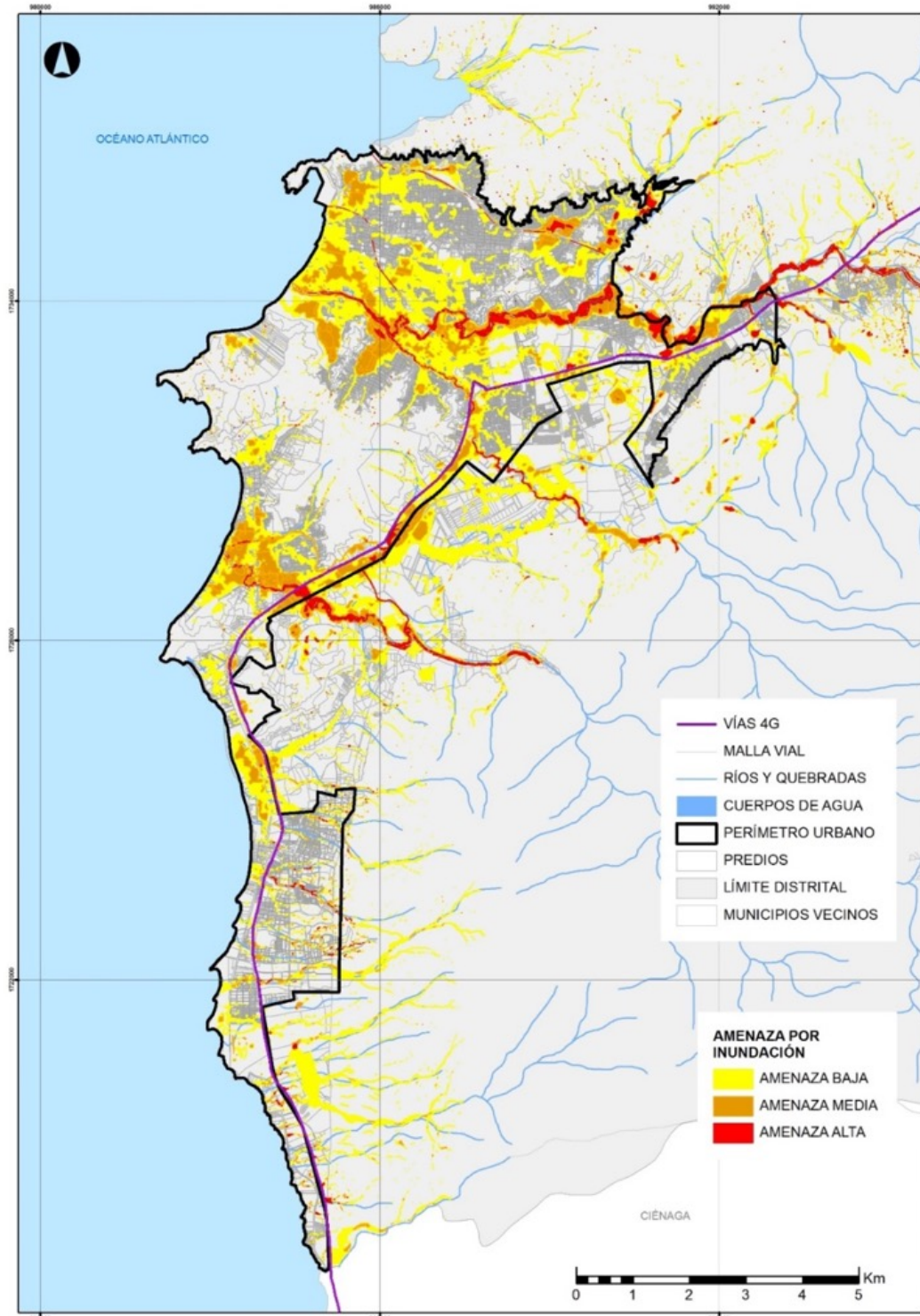
**Gráfico 93. Puntos de entrada para modelación hidráulica**  
(IDOM & IHCANTABRIA, 2016)

Así mismo, para la construcción del modelo se utiliza como principal insumo un Modelo de Elevación Digital del Terreno construido con base en las curvas de nivel cada 2 m del IGAC y un DEM de 30 m de resolución, finalmente este DEM se corrige con cotas de culverts, batimetrías, cartas náuticas y colectores.

Una vez se cuenta con este DEM, se realiza un análisis de lluvia que busca obtener hietogramas de precipitación para diferentes períodos de retorno y se define una malla computacional integrada con celdas de 200 m<sup>2</sup>, 50 m<sup>2</sup> y 5 m<sup>2</sup> de acuerdo con el interés o el nivel de detalle que se quiere modelar en una zona en particular. Finalmente, se incorpora esta información hidrológica (caudales y lluvias) para obtener las inundaciones en la ciudad. La validación de este modelo se realizó con los resultados obtenidos para un período de retorno de 20 años contra el levantamiento realizado por METROAGUA en el año 2011 tras un evento de inundación. En este modelo aparte de tener en



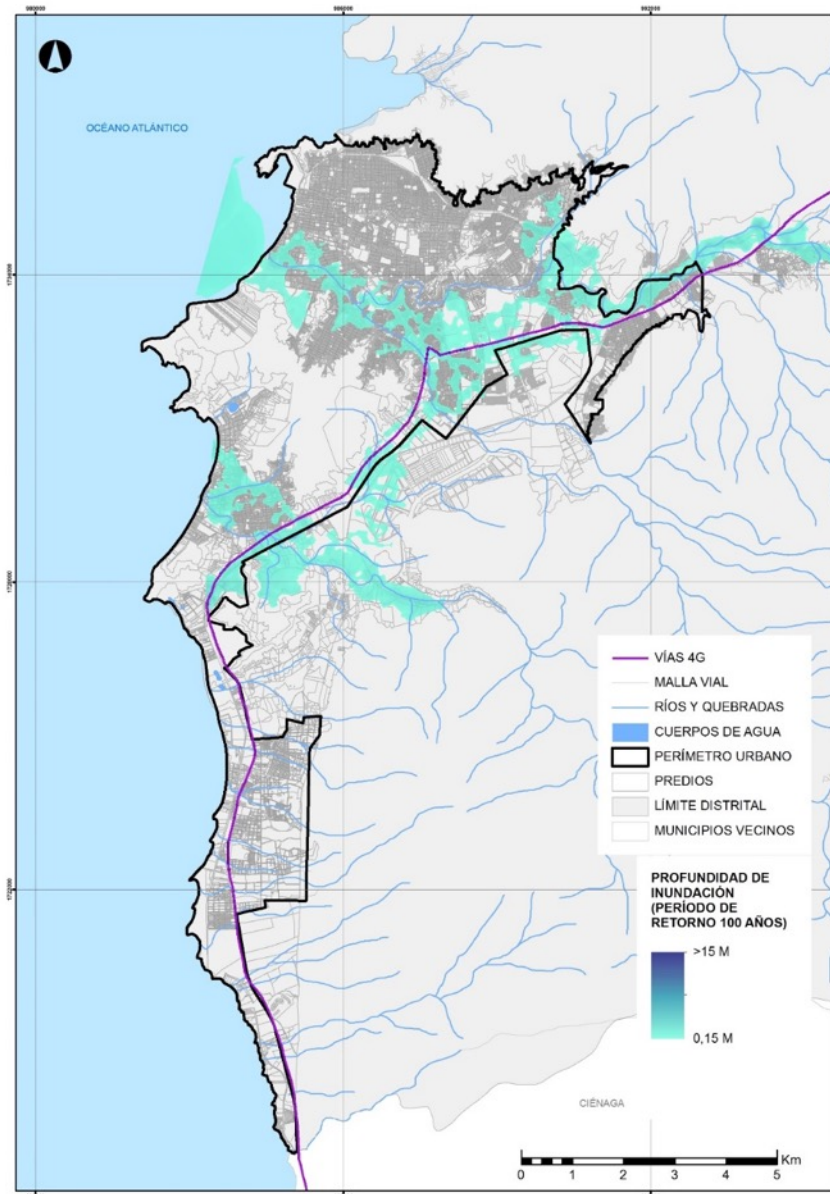
cuenta la amenaza de los ríos, se considera el efecto de las lluvias intensas en las que se producen encharcamientos. La zonificación de amenaza por inundación en la ciudad de Santa Marta se muestra en el siguiente gráfico..



**Gráfico 94. Zonificación de amenaza por inundación utilizando InfoWorks para un TR 100 años**  
Adaptado de IDOM & IH-CANTABRIA, 2016



Desde esta perspectiva, dado que la escala de este análisis de amenaza responde a los lineamientos establecidos en el decreto 1077 de 2015 con respecto a la zonificación urbana, se revisitó este modelo y se realizó una validación del modelo comparándolos con los resultados obtenidos usando el modelo HEC-RAS a una resolución de píxel de 5 m (Gráfico 95), en la que se consideraron dos cauces de gran importancia como son el río Manzanares y el río Gaira. Las comparaciones de las dos simulaciones en las mencionadas cuencas muestran resultados bastante similares, lo que valida los resultados obtenidos por IDOM & IHCANTABRIA, 2016.



**Gráfico 95. Profundidad de inundación para TR 25 años.**

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con la zonificación de amenaza establecida con base en los estudios realizados por IDOM & IH-CANTABRIA (2016), alrededor del 20% del área urbana presenta algún tipo de amenaza por inundación, mientras cerca de 2% presenta amenaza alta. (Tabla 70).

**Tabla 70. Áreas de amenaza por inundación en el contexto urbano**

Fuente: elaboración propia

Nivel de amenaza	Área (ha)	Porcentaje (%)
Alto	138.28	1.82%
Medio	169.01	2.22%
Bajo	1,217.17	15.98%
No amenaza	6,090.99	79.98%
Total	7,615.45	100.00%

235

Así mismo, las zonas con una mayor área de amenaza alta en la zona urbana son Parque 11 de Noviembre (35.7 ha.) y Santa Fe Bastidas (28.45 ha.). Desde el punto de vista porcentual, la Comuna Central presenta algún tipo de amenaza en alrededor de un 50% del área, sin embargo, solo el 2% de esta área se asocia a amenaza alta. (Tabla 71)

**Tabla 71. Áreas de amenaza por inundación en las comunas del perímetro urbano de Santa Marta**

Fuente: elaboración propia

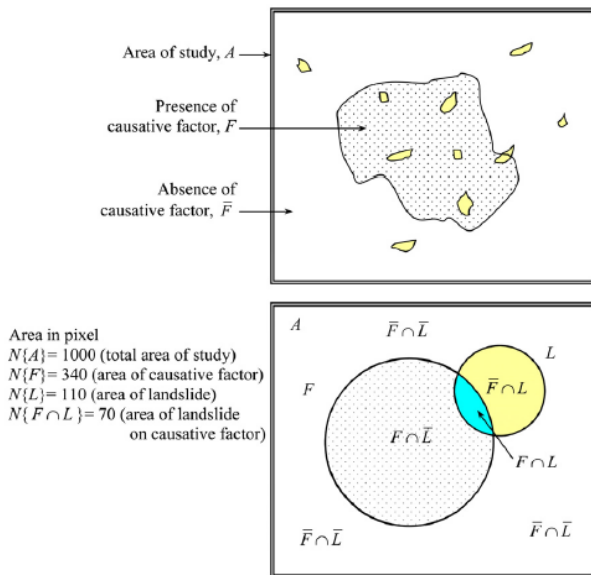
Comuna	Área (ha)	Área en No amenaza	Área por nivel de amenaza (ha)			Área total en amenaza (ha)	% de área en amenaza
		(ha)	Bajo	Medio	Alto		
Central	222.24	109.86	106.61	2.98	2.79	112.38	50.57%
María Eugenia Pando	505.97	316.60	160.01	23.02	6.34	189.37	37.43%
Santa Fe Bastidas	659.72	528.99	78.93	23.35	28.45	130.73	19.82%
Bureche, La Concepción	594.41	487.84	93.23	10.15	3.20	106.57	17.93%
Parque 11 de Nov.	907.18	754.88	91.48	25.12	35.70	152.30	16.79%
Polideportivo Jardín	305.64	262.89	41.20	0.61	0.94	42.75	13.99%
Pescaito	382.56	331.10	50.07	0.85	0.55	51.47	13.45%
Rodadero Gaira	1,631.23	1,426.17	173.52	24.66	6.88	205.06	12.57%
Pozo Colorado Piedra Inca	1,282.03	1,178.61	93.64	7.54	2.25	103.43	8.07%
Área expansión	1,124.45	694.06	328.49	50.72	51.18	430.40	38.28%
TOTAL	7,615.45	6,090.99	1,217.17	169.01	138.28	1,524.46	20.02%

### 3.6. Amenaza por remoción en masa rural

El análisis de la susceptibilidad del terreno del área en estudio respecto a la ocurrencia de los movimientos en masa, se basa en la metodología propuesta por Dahal et al. (2008a), van Westen (2002), Son, Ha y Son (2013); Dahal et al.(2008b); Bui et al., (2008), y el Servicio Geológico Colombiano (2017); denominada modelación de pesos de evidencia (Gráfico 96), la cual será implementada para el análisis a escala 1:25.000 que funciona de manera adecuada para la zonificación de amenaza a nivel rural.

**Gráfico 96 Esquema explicativo de probabilidades condicionales**

Fuente: Dahal et al., 2008



La metodología propuesta consiste en un método estadístico bivariado donde se evalúan factores intrínsecos como la geología, topografía, tipo de suelo, pendiente, curvatura, geomorfología y cobertura del suelo, entre otros que serán descritos más adelante; los cuales estarán asociados a las áreas inestables mediante la asignación de pesos, con el fin de definir con significancia los parámetros físicos que contribuyen a la ocurrencia del deslizamiento. La asignación de la importancia sobre la posibilidad de generación de procesos de remoción en masa se realiza bajo la premisa que, si en el pasado ocurrió un deslizamiento, los mismos factores intrínsecos afectaran la ocurrencia de los eventos en el futuro. Los pesos son asignados de manera que reflejan las condiciones en las que han ocurrido los eventos.

Con los pesos se calcula el índice de susceptibilidad de deslizamientos expresado por la Ecuación 1. Para cada factor se asigna un peso basado en la importancia en la generación de procesos en masa como se explicó anteriormente.

$$LHI = \sum_i^n W f_i$$

Ecuación 1

Cabe aclarar que el modelamiento se basa en las siguientes suposiciones:

Los futuros movimientos ocurrirán en condiciones similares a aquellas que han contribuido a ocurrencia de pasados movimientos

Los factores condicionantes permanecerán constantes todo el tiempo

Los factores condicionantes son condicionalmente independientes

Para evaluar la contribución de cada factor W, se comparan la distribución de los datos de las capas generadas, siguiendo las ecuaciones probabilísticas propuestas en el método

$$W_i^+ = \text{Log} \frac{\frac{Npix1}{Npix2 + Npix3}}{\frac{Npix3}{Npix3 + Npix4}}$$

$$W_i^- = \text{Log} \frac{\frac{Npix2}{Npix1 + Npix2}}{\frac{Npix4}{Npix3 + Npix4}}$$

C

Ecuación 2

Donde

Npix1: Número de celdas que representan la presencia al mismo tiempo del factor causante y de movimientos.

Npix2: Número de celdas que representan la presencia de movimientos y la ausencia del factor causante

Npix3: Número de celdas que representan la presencia del factor causante y la ausencia de movimientos

Npix4: Número de celdas que representan la ausencia al mismo tiempo del factor causante y de movimientos.

Con base en este índice se construye un mapa de susceptibilidad a deslizamientos. El cual es convertido en un mapa de amenaza usando la categorización propuesta en la Tabla 72.

**Tabla 72. Matriz de amenazas de remoción en masa basada en susceptibilidad**

Fuente: Servicio Geológico Colombiano, 2017

CATEGORÍA DE SUSCEPTIBILIDAD	CATEGORÍA DE AMENAZA
Muy Alta	Alta
Alta	Alta
Media	Media
Baja	Baja

### 3.6.1. Inventario de movimientos en masa

Como parte de la caracterización biofísica, en noviembre de 2018 se consultaron los registros de movimientos en masa en la plataforma SIMMA (Sistema de información de movimientos en masa) del SGC, para Santa Marta se encontraron los registros que se pueden evidenciar en la Tabla 73. Adicionalmente se realizó una revisión mediante imágenes satelitales y sensores remotos con el fin de identificar otros movimientos en masa que no hayan sido reportados; para esto se tuvieron en cuenta los contrastes de colores e imágenes históricas. A continuación, en la Tabla 74 se muestran las coordenadas de dichos eventos de remoción en masa identificados.

**Tabla 73 Deslizamientos registrados por el SIMMA**

Fuente: Servicio Geológico Colombiano, 2018

PUNTO	TIPO DE MOVIMIENTO	LOCALIZACIÓN		FECHA	ALTURA (msnm)
		LATITUD	LONGITUD		
1	Deslizamiento	11° 06' 35"	74° 06' 08"	10/7/2013	1.410
2	Deslizamiento	11° 06' 35"	74° 06' 08"	10/7/2013	1.410
3	Deslizamiento	11° 06' 35"	74° 06' 08"	10/7/2013	1.410
4	Deslizamiento	11° 04' 15"	74° 02' 16"	23/05/2013	1.620
5	Deslizamiento	11° 03' 41"	74° 02' 41"	1/4/2013	1.562
6	Deslizamiento	11° 16' 56"	73° 58' 12"	3/7/2011	125.000
7	Deslizamiento	11° 16' 56"	73° 58' 12"	3/7/2011	125.000
8	Caída	11° 15' 15"	73° 39' 09"	10/3/2007	20.000
9	Deslizamiento	11° 02' 55"	73° 56' 02"	16/10/2006	962.000
10	Flujo	11° 14' 44"	74° 12' 05"	17/12/1999	0.000

**Tabla 74 Posibles deslizamientos, producto de análisis satelital**

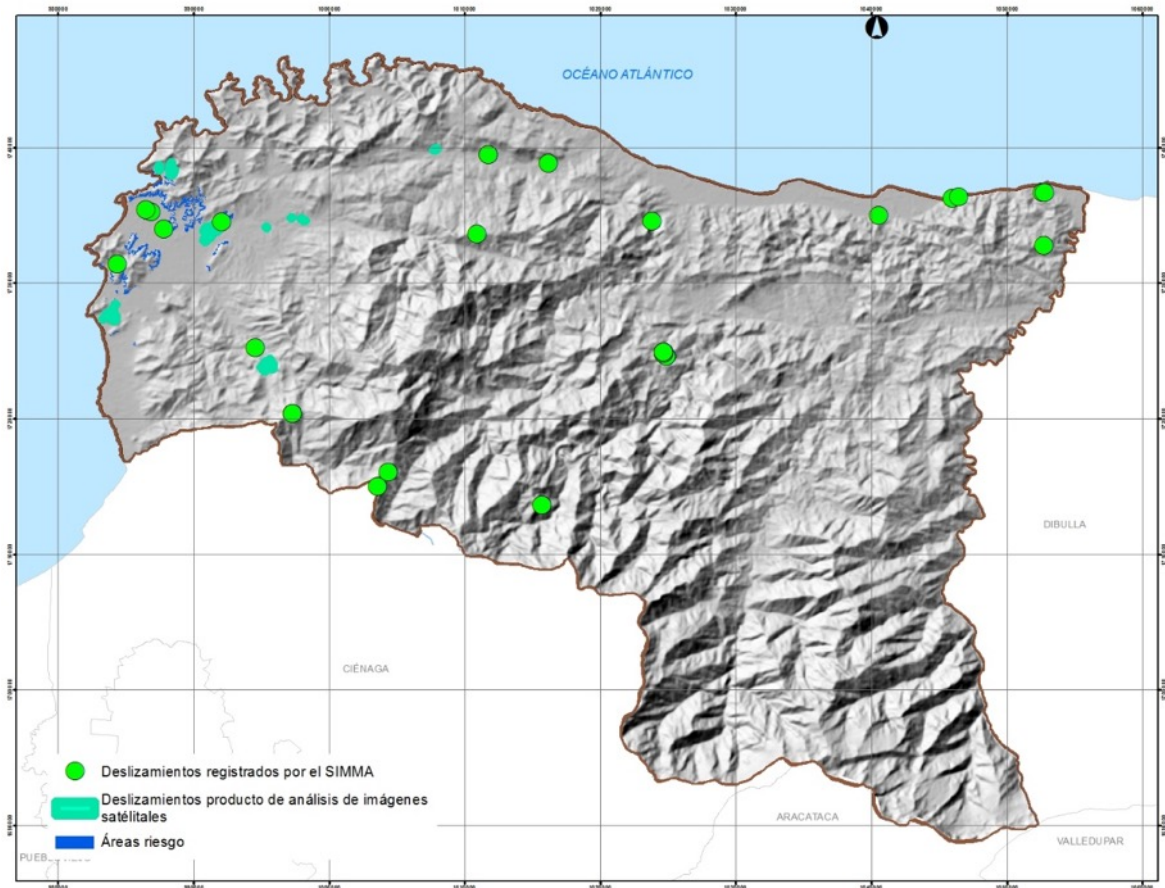
Fuente: Elaboración propia

PUNTO	LATITUD	LONGITUD	PUNTO	LATITUD	LONGITUD	PUNTO	LATITUD	LONGITUD
des_01	11° 08' 18"	74° 07' 15"	des_37	11° 14' 25"	74° 06' 10"	des_73	11° 14' 00"	74° 09' 30"
des_02	11° 08' 25"	74° 06' 56"	des_38	11° 16' 09"	74° 11' 05"	des_74	11° 14' 02"	74° 09' 33"
des_03	11° 08' 25"	74° 07' 04"	des_39	11° 16' 10"	74° 11' 02"	des_75	11° 14' 05"	74° 09' 18"
des_04	11° 08' 27"	74° 07' 22"	des_40	11° 16' 11"	74° 10' 59"	des_76	11° 14' 07"	74° 09' 22"
des_05	11° 08' 24"	74° 07' 15"	des_41	11° 16' 15"	74° 10' 57"	des_77	11° 16' 22"	74° 11' 06"
des_06	11° 08' 32"	74° 07' 06"	des_42	11° 16' 19"	74° 10' 57"	des_78	11° 16' 28"	74° 11' 32"
des_07	11° 08' 32"	74° 06' 56"	des_43	11° 16' 20"	74° 10' 58"	des_79	11° 17' 08"	74° 00' 24"
des_08	11° 08' 39"	74° 07' 01"	des_44	11° 16' 20"	74° 10' 56"	des_80	11° 17' 09"	74° 00' 19"
des_09	11° 10' 19"	74° 13' 23"	des_45	11° 16' 20"	74° 11' 32"	des_81	11° 17' 09"	74° 00' 20"
des_10	11° 10' 24"	74° 13' 47"	des_46	11° 16' 30"	74° 11' 03"	des_82	11° 17' 10"	74° 00' 17"
des_11	11° 10' 29"	74° 13' 20"	des_47	11° 16' 35"	74° 11' 02"	des_83	11° 17' 11"	74° 00' 18"
des_12	11° 10' 29"	74° 13' 23"	des_48	11° 17' 09"	74° 00' 20"			
des_13	11° 10' 31"	74° 13' 28"	des_49	11° 08' 24"	74° 06' 56"			
des_14	11° 10' 34"	74° 13' 38"	des_50	11° 08' 25"	74° 06' 57"			
des_15	11° 10' 35"	74° 13' 28"	des_51	11° 08' 26"	74° 06' 56"			
des_16	11° 10' 36"	74° 13' 36"	des_52	11° 08' 29"	74° 06' 58"			
des_17	11° 10' 35"	74° 13' 24"	des_53	11° 08' 32"	74° 06' 56"			
des_18	11° 10' 42"	74° 13' 23"	des_54	11° 08' 34"	74° 06' 56"			



Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

PUNTO	LATITUD	LONGITUD		PUNTO	LATITUD	LONGITUD		PUNTO	LATITUD	LONGITUD
des_19	11° 10' 46"	74° 13' 24"		des_55	11° 08' 40"	74° 07' 08"				
des_20	11° 10' 57"	74° 13' 18"		des_56	11° 08' 40"	74° 07' 12"				
des_21	11° 13' 30"	74° 09' 42"		des_57	11° 08' 40"	74° 07' 10"				
des_22	11° 13' 35"	74° 09' 41"		des_58	11° 08' 44"	74° 07' 03"				
des_23	11° 13' 40"	74° 09' 26"		des_59	11° 10' 19"	74° 13' 23"				
des_24	11° 13' 44"	74° 09' 26"		des_60	11° 10' 21"	74° 13' 17"				
des_25	11° 13' 51"	74° 09' 28"		des_61	11° 10' 21"	74° 13' 24"				
des_26	11° 13' 53"	74° 09' 43"		des_62	11° 10' 30"	74° 13' 19"				
des_27	11° 13' 53"	74° 09' 09"		des_63	11° 13' 31"	74° 09' 37"				
des_28	11° 13' 55"	74° 09' 40"		des_64	11° 13' 30"	74° 09' 42"				
des_29	11° 14' 00"	74° 09' 39"		des_65	11° 13' 45"	74° 09' 26"				
des_30	11° 14' 00"	74° 09' 26"		des_66	11° 13' 44"	74° 09' 27"				
des_31	11° 14' 01"	74° 09' 32"		des_67	11° 13' 51"	74° 09' 29"				
des_32	11° 14' 03"	74° 07' 11"		des_68	11° 13' 56"	74° 09' 24"				
des_33	11° 14' 06"	74° 09' 21"		des_69	11° 13' 58"	74° 09' 23"				
des_34	11° 14' 18"	74° 05' 37"		des_70	11° 13' 59"	74° 09' 22"				
des_35	11° 14' 18"	74° 05' 40"		des_71	11° 13' 59"	74° 09' 40"				
des_36	11° 14' 23"	74° 05' 46"		des_72	11° 14' 00"	74° 09' 32"				



**Gráfico 97 Inventario de movimientos en masa**

Fuente: Elaboración propia basado en SIMMA y Análisis de sensores remotos, 2018

## 3.6.2. Factores condicionantes

### 3.6.2.1. Geología

En la ciudad de Santa Marta debido su organización interna y al contenido litológico de la Sierra Nevada de Santa Marta se encuentran analogías con el margen del Bloque Nor-Andino. Entre los rasgos más relevantes es importante destacar la continuidad de una provincia magmático-volcánica del Jurásico y un cinturón migmatítico de finales del Paleozoico/ comienzos del Mesozoico, que conforma el propio límite del basamento continental en la Sierra Nevada de Santa Marta. En este margen se encuentran en el basamento continental, esquistos y unidades de origen volcánico provenientes de la placa caribeña. Estas relaciones apuntan hacia la existencia de una sutura, en la cual las unidades caribeñas se encuentran en una posición estructural superior con respecto al basamento continental, dando pie a suponer una obducción parcial. Las unidades geológicas encontradas en el Ciudad se encuentran a continuación; así mismo, en el

se puede observar la distribución de la Geología en Santa Marta y en la

Tabla 75 los pesos de evidencia para este factor condicionante.

- E2-Pi: Tonalitas a granodioritas con algunas variaciones a dioritas, aplitas y gabros. Jurásico Granito leucocrático de Playa Salguero
- Q-al: Granitos de anatexia, gneises cuazofeldespáticos, gneises migmatíticos, anfibolitas y granulitas. Paleoceno Esquistos de Gaira, Esquistos de San Lorenzo
- Q-ca: Granitos de anatexia, gneises cuazofeldespáticos, gneises migmatíticos, anfibolitas y granulitas. Paleoceno Esquistos de Gaira, Esquistos de San Lorenzo
- K2-Mbg8: Filitas; esquistos cuarzosericíticos, cloríticos, anfibólicos y grafíticos, y mármoles. Paleoceno Esquistos de Gaira, Esquistos de San Lorenzo
- MP3NP1-Mag2: Filitas; esquistos cuarzosericíticos, cloríticos, anfibólicos y grafíticos, y mármoles. Paleoceno Esquistos de Gaira, Esquistos de San Lorenzo
- E1-Pm: Tonalitas a granodioritas con algunas variaciones a dioritas, aplitas y gabros. Jurásico Granito leucocrático de Playa Salguero
- E1-Pi: Tonalitas a granodioritas con algunas variaciones a dioritas, aplitas y gabros. Jurásico Granito leucocrático de Playa Salguero
- T-Pi: Granodioritas que varían de sienogranitos a tonalitas y de cuarzomonzonitas a cuarzomonzodioritas Paleoceno Esquistos de Gaira, Esquistos de San Lorenzo
- Q-g: Granitos de anatexia, gneises cuazofeldespáticos, gneises migmatíticos, anfibolitas y granulitas. Paleoceno Esquistos de Gaira, Esquistos de San Lorenzo
- J-Pi: Tonalitas a granodioritas con algunas variaciones a dioritas, aplitas y gabros. Jurásico Granito leucocrático de Playa Salguero
- T-Mmg3: Gneises cuazofeldespáticos algunos con sillimanita, cordierita y hornblenda; anfibolitas; migmatitas; esquistos, y mármoles. Paleoceno Esquistos de Gaira, Esquistos de San Lorenzo
- P-Pf: Granitos de anatexia, gneises cuazofeldespáticos, gneises migmatíticos, anfibolitas y granulitas. Paleoceno Esquistos de Gaira, Esquistos de San Lorenzo

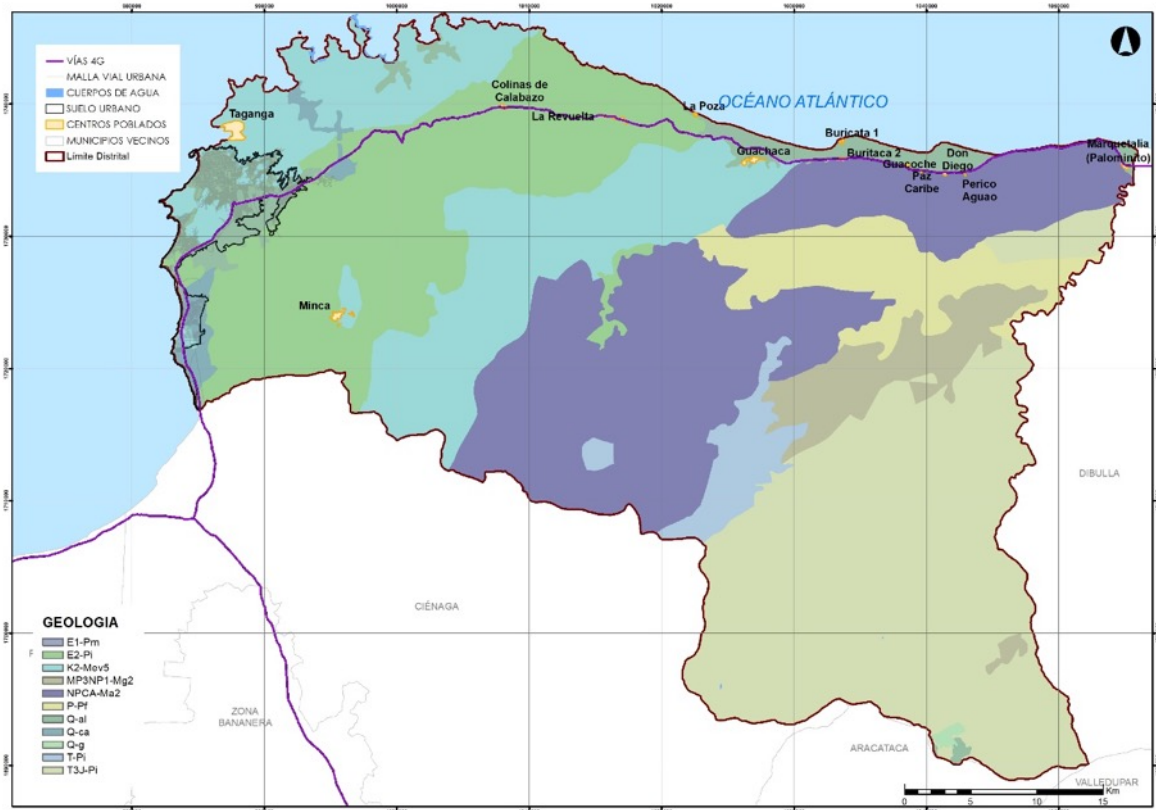
**Tabla 75 Pesos de evidencia para geología**

Fuente: Elaboración propia

ID	SIMBOLO	No Deslizamientos	Peso positivo	Peso negativo	Peso total
1	E1-Pm	0	-19.863	0.000	-19.863
2	E2-Pi	35	1.012	-0.492	1.504
3	K2?-Mev5	40	0.938	-0.374	1.312

Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

4	MP3NP1-Mg2	0	-29.994	0.042	-30.035
5	NP?CA?-Ma2	0	-31.686	0.251	-31.937
6	P-Pf	0	-30.310	0.058	-30.368
7	Q-al	10	0.663	-0.038	0.701
8	Q-ca	0	-28.634	0.011	-28.644
9	Q-g	0	-26.381	0.001	-26.382
10	T-Pi	0	-29.476	0.025	-29.501
11	T3J-Pi	0	-31.838	0.299	-32.137



**Gráfico 98 Geología Regional ciudad**

Fuente: POMCA, 2017

### 3.6.2.2. Geomorfología (Tschanz et al., 1969)

La Sierra Nevada de Santa Marta es el relieve costero más alto de la Tierra cuya base triangular está limitada al norte por la Falla de Oca y al occidente por el Sistema de Fallas de Santa Marta. La actividad tectónica reciente, las variaciones climáticas y los cambios relativos del nivel del mar ocurridos durante el Cuaternario han sido claves en la evolución geológica y geomorfológica de este macizo. En segundo, se describen las unidades geomorfológicas encontradas en la ciudad; así mismo, en el

### 3.6.2.3. Montañas con pendientes fuertemente inclinadas

Corresponde al relieve más abrupto de la zona que alcanza alturas hasta de 800 m. Presenta un patrón de drenaje paralelo a subdendrítico muy denso y de disección alta desarrollado en valles rectilíneos, profundos y simétricos. Las crestas de las montañas son sinuosas y levemente redondeadas; las vertientes son complejas (es decir, con formas cóncavas y convexas), largas (entre 700 y 2400 m de longitud) y de pendientes fuertes (valores entre 20 y 30°), siendo común la presencia de grandes escarpes, en ocasiones formando facetas triangulares.

#### **3.6.2.4. Colinas altas con pendientes moderadas a fuertemente inclinadas**

Son geoformas que no sobrepasan 125 m de altura. Su principal característica es la presencia de crestas redondeadas y vertientes convexas de pendientes moderadas a fuertes (entre 10° y 20°) (Figura 5c). El patrón de drenaje es subdendrítico, con tributarios de poca longitud en valles amplios de geometría cóncava. Esta unidad se encuentra localizada en el sector de Pozos Colorados (al norte de la zona de estudio) y en el sector del río Córdoba (al sur de la misma) y está conformada por rocas ígneas del Batolito de Santa Marta de edad eocena

#### **3.6.2.5. Colinas bajas con pendientes suaves a moderadamente inclinadas**

Estas geoformas no sobrepasan los 50 m de altura. Presentan crestas redondeadas y sinuosas; sus laderas son rectilíneas con pendientes moderadamente inclinadas (entre 5 y 10°). El patrón de drenaje es subdendrítico a angular en el sector del río Córdoba, con tributarios cortos en valles de fondo cóncavo. En algunos sectores estas colinas se encuentran desprovistas de suelo (sector Pozos Colorados-Piedra Hincada y sector del río Córdoba, cerca de los termales), mientras que en otros se observan con una cobertura de suelo que no excede los 80 cm. (sector de la quebrada Marinca).

#### **3.6.2.6. Abanicos aluviales**

Pequeños abanicos aluviales se presentan a lo largo de todo el piedemonte de la SNSM en la zona de estudio. En la parte más norte, entre Pozos Colorados y Piedra Hincada, se pueden diferenciar cinco lóbulos que se interdigitan unos con otros formando de esta manera un cuerpo continuo de aproximadamente 9 Km de ancho (en dirección N-S) y no más de 5 Km de longitud en su eje mayor asociados a las quebradas Ojo de Agua, El Limón, Ébano, Don Jaca y Del Doctor.

#### **3.6.2.7. Terraza fluvial**

Esta unidad corresponde a una superficie plana con leve inclinación hacia el mar. Se presenta como un parche aislado de muy poca extensión que alcanza una altura de 60 msnm aproximadamente. Se encuentra limitada hacia el continente por colinas de basamento ígneo y hacia el mar por una llanura costera, que la separa de éste 2.2 Km.

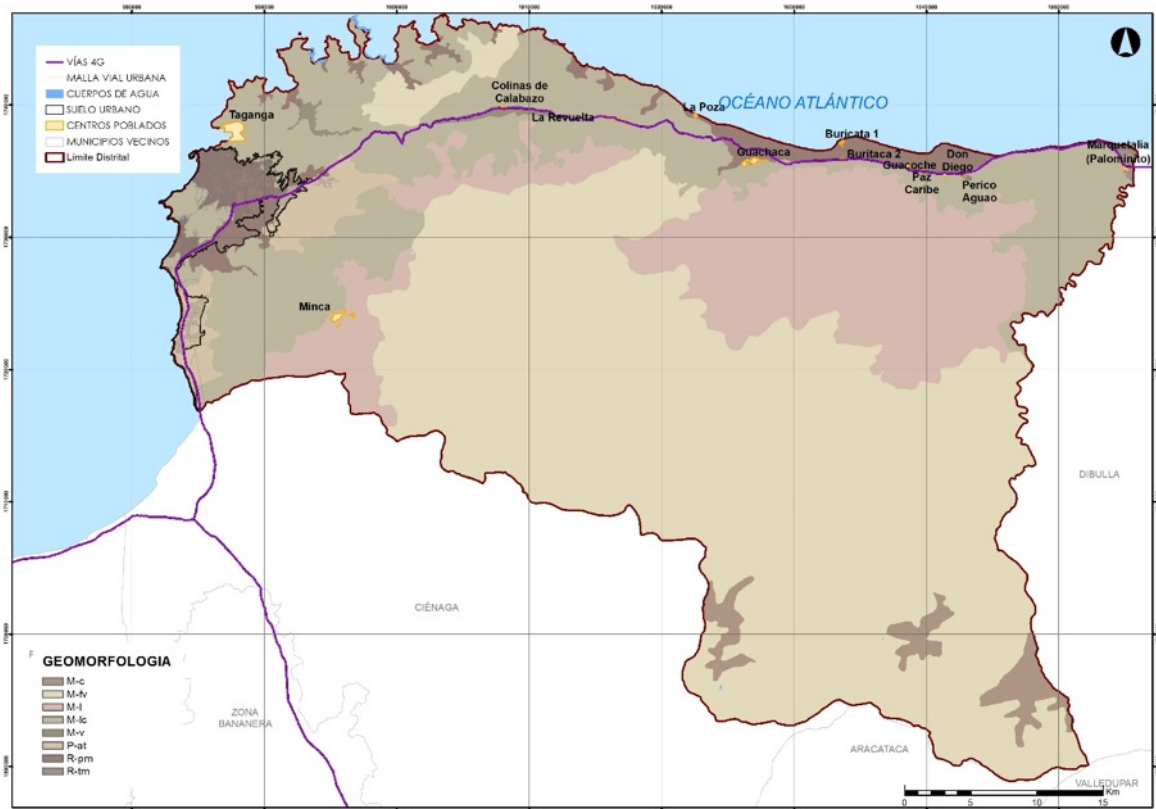
**Tabla 76 Pesos de evidencia geomorfología**

Fuente: Elaboración propia

ID	SIMBOLO	No Deslizamientos	Peso positivo	Peso negativo	Peso total
1	M-c	0	-29.198	0.019	-29.216
2	M-fv	0	-32.556	0.755	-33.311
3	M-l	18	0.878	-0.354	1.232



4	M-lc	47	0.823	-0.417	1.239
5	M-v	5	1.994	-0.023	2.016
6	P-at	5	-0.195	0.004	-0.199
7	R-pm	11	0.345	-0.017	0.362
8	R-tm	0	-26.194	0.001	-26.195



**Gráfico 99 Geomorfología Ciudad**

Fuente: POMCA, 2017

### 3.6.2.8. Suelos

Santa Marta presenta una configuración tectónica muy compleja debido a la interacción entre la placa continental Suramericana y la placas oceánicas Caribe y Nazca, cuyos regímenes de esfuerzos resultantes están acomodados entre una serie de bloques tectónicos discretos o microplacas. Entre estas microplacas se encuentra el Bloque Maracaibo, el cual está limitado en Colombia por la Falla de Santa Marta-Bucaramanga de carácter sinistral y en Venezuela por la Falla Boconó de carácter dextral, y está separado del Bloque Bonaire al norte por medio de la Falla de Oca-Ancón. Estos dos bloques están siendo desplazados hacia el norte debido al choque y posterior sutura del Bloque

Panamá contra el borde pacífico del norte de Suramérica, lo cual ha sido confirmado por estudios de movimientos de placas a partir de GPS.

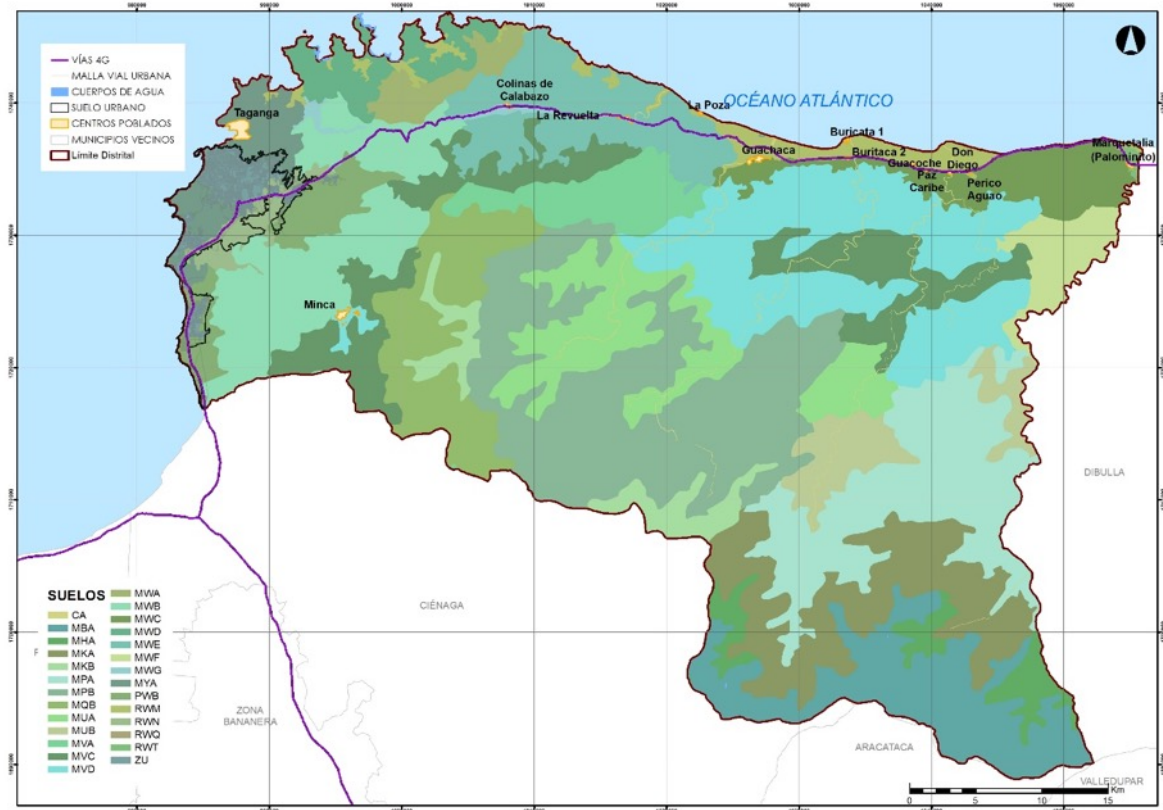
Adicionalmente, la zona de estudio se puede dividir en dos grandes dominios: uno en el sector oriental, que comprende la parte montañosa de la SNSM caracterizado por presentar una topografía abrupta y escarpada; el otro, al occidente, correspondiente a la planicie de depositación aluvial y marina. En el Gráfico 100 se puede observar la distribución de los Suelos en Santa Marta y en la Tabla 77 los pesos de evidencia para este factor condicionante.

**Tabla 77 Pesos de evidencia suelos**

Fuente: Elaboración propia

ID	SIMBOLO	No Deslizamientos	Peso positivo	Peso negativo	Peso total
1	CA	0	-27.803	0.005	-27.808
2	MBA	0	-30.435	0.066	-30.500
3	MHA	0	-29.199	0.019	-29.217
4	MKA	0	-30.471	0.068	-30.539
5	MKB	0	-29.254	0.020	-29.274
6	MPA	0	-30.664	0.083	-30.748
7	MPB	0	-31.159	0.140	-31.299
8	MQB	0	-30.162	0.050	-30.211
9	MUA	0	-30.306	0.057	-30.363
10	MUB	0	-29.491	0.025	-29.516
11	MVA	0	-29.579	0.027	-29.606
12	MVC	0	-30.501	0.070	-30.571
13	MVD	18	1.387	-0.435	1.822
14	MWA	0	-28.815	0.013	-28.828
15	MWB	0	-30.493	0.070	-30.563
16	MWC	0	-29.764	0.033	-29.797
17	MWD	0	-29.279	0.020	-29.299
18	MWE	2	-2.350	0.049	-2.399
19	MWF	0	-29.150	0.018	-29.168
20	MWG	5	1.958	-0.021	1.979
21	MYA	46	3.134	-0.581	3.716
22	PWB	5	-0.098	0.002	-0.100
23	RWM	0	-29.263	0.020	-29.283
24	RWN	11	1.786	-0.046	1.832
25	RWQ	0	-24.144	0.000	-24.145
26	RWT	0	-26.161	0.001	-26.162

27	ZU	2	0.707	-0.013	0.721
----	----	---	-------	--------	-------



**Gráfico 100 Tipos de suelo**  
Fuente: POMCA, 2017

**3.6.2.9. Cobertura y uso del suelo**

Para la ciudad de Santa Marta se encontraron 34 coberturas y usos del suelo. En el

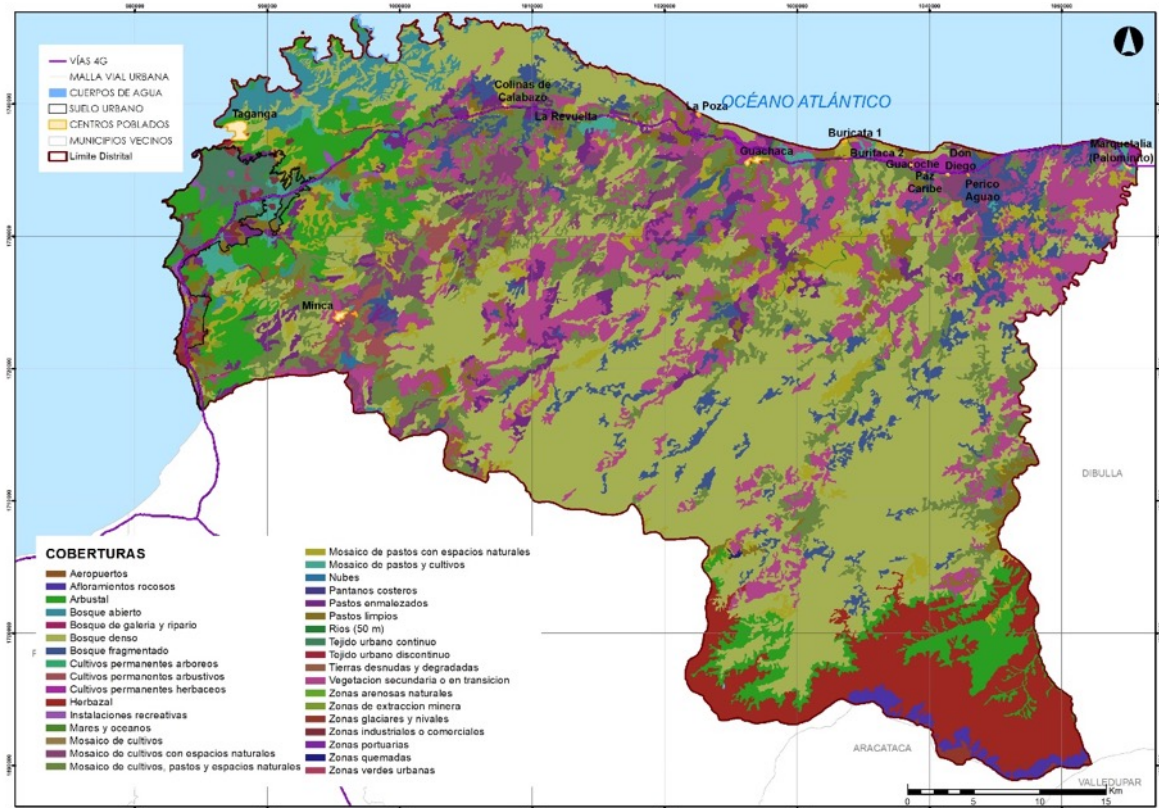
Gráfico 101 se puede observar la distribución de los Suelos en Santa Marta y en la Tabla 78 los pesos de evidencia para este factor condicionante.

**Tabla 78 Pesos de evidencia cobertura del suelo**  
Fuente: Elaboración propia

ID	SIMBOLO	No Deslizamientos	Peso positivo	Peso negativo	Peso total
1	Tejido urbano continuo	9	1.090	-0.024	1.115
2	Tejido urbano discontinuo	11	4.479	-0.367	4.846
3	Zonas industriales o comerciales	0	-26.908	0.002	-26.909
4	Zonas portuarias	0	-23.813	0.000	-23.813

Plan de Ordenamiento Territorial Santa Marta **POTSM**  
Documento diagnóstico anexo dimensión ambiental

ID	SIMBOLO	No Deslizamientos	Peso positivo	Peso negativo	Peso total
5	Aeropuertos	0	-24.342	0.000	-24.342
6	Zonas de extraccion minera	0	-25.514	0.000	-25.514
7	Zonas verdes urbanas	0	-24.971	0.000	-24.971
8	Instalaciones recreativas	6	3.070	-0.046	3.117
9	Cultivos permanentes herbaceos	0	-27.943	0.005	-27.949
10	Cultivos permanentes arbustivos	6	2.104	-0.058	2.162
11	Cultivos permanentes arboreos	0	-25.109	0.000	-25.110
12	Pastos limpios	8	1.182	-0.066	1.248
13	Pastos enmalezados	4	-0.077	0.002	-0.079
14	Mosaico de cultivos	0	-24.410	0.000	-24.410
15	Mosaico de pastos y cultivos	18	2.365	-0.088	2.454
16	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	2	-3.273	0.116	-3.389
17	Mosaico de pastos con espacios naturales	21	1.044	-0.099	1.143
18	Mosaico de cultivos con espacios naturales	0	-29.585	0.028	-29.613
19	Bosque denso	6	-2.019	0.402	-2.422
20	Bosque abierto	0	-29.146	0.018	-29.164
21	Bosque fragmentado	0	-30.173	0.050	-30.223
22	Bosque de galeria y ripario	0	-25.714	0.001	-25.715
23	Herbazal	0	-30.496	0.070	-30.566
24	Arbustal	12	0.427	-0.042	0.469
25	Vegetacion secundaria o en transicion	5	-1.294	0.103	-1.397
26	Zonas arenosas naturales	0	-24.366	0.000	-24.366
27	Afloramientos rocosos	0	-28.237	0.007	-28.244
28	Tierras desnudas y degradadas	0	-25.048	0.000	-25.049
29	Zonas quemadas	0	-24.364	0.000	-24.364
30	Zonas glaciares y nivales	0	-26.572	0.001	-26.573
31	Pantanos costeros	0	-23.789	0.000	-23.789
32	Rios (0 m)	0	-27.342	0.003	-27.345
33	Mares y oceanos	0	-25.155	0.000	-25.155
34	Nubes	0	-25.495	0.000	-25.496



**Gráfico 101 Cobertura y uso del suelo Santa Marta**

Fuente: Elaboración propia

**3.6.2.10. Pendientes**

A continuación, en el Gráfico 102 es posible observar las pendientes en Santa Marta y en la Tabla 79 los pesos de evidencia para este factor condicionante.

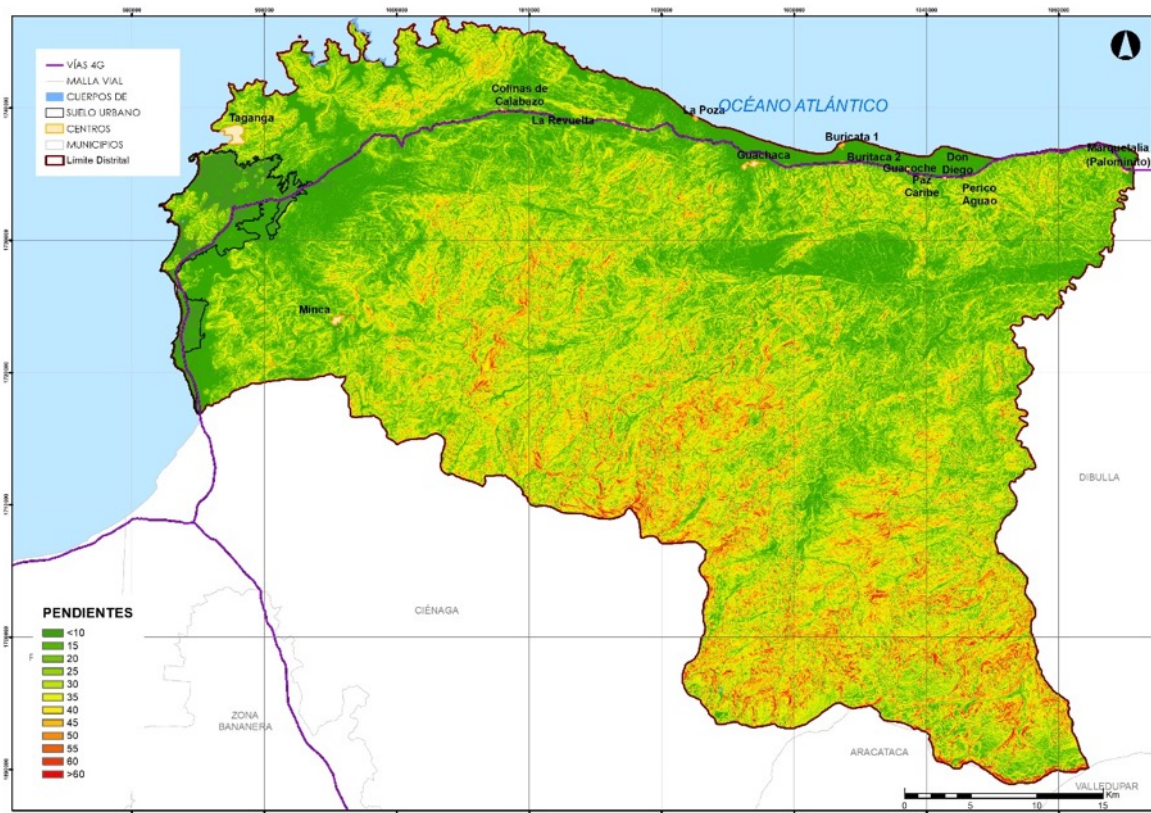
**Tabla 79 Pesos de evidencia pendientes**

Fuente: Elaboración propia

ID	SIMBOLO	No Deslizamientos	Peso positivo	Peso negativo	Peso total
1	10	43	0.893	-0.314	1.207
2	15	62	0.911	-0.183	1.094
3	20	49	0.418	-0.083	0.501
4	25	29	-0.170	0.026	-0.196
5	30	18	-1.300	0.120	-1.420



ID	SIMBOLO	No Deslizamientos	Peso positivo	Peso negativo	Peso total
6	35	1	-5.433	0.131	-5.564
7	40	0	-30.759	0.092	-30.851
8	45	0	-30.266	0.055	-30.321
9	50	0	-29.623	0.029	-29.651
10	55	0	-28.870	0.013	-28.884
11	60	0	-28.087	0.006	-28.093
12	>60	0	-27.490	0.003	-27.494



**Gráfico 102 Mapa de pendientes en Santa Marta**

Fuente: Elaboración propia

### 3.6.2.11. Distancia a la vía

Uno de los factores que llegan a condicionar la estabilidad de un talud es la construcción de una vía, debido a cortes en la pata del talud, terraplenes en la corona, o generación de líneas de flujo que afloran en la cara del talud. La generación de este Raster fue llevada a cabo usando el mapa de vías

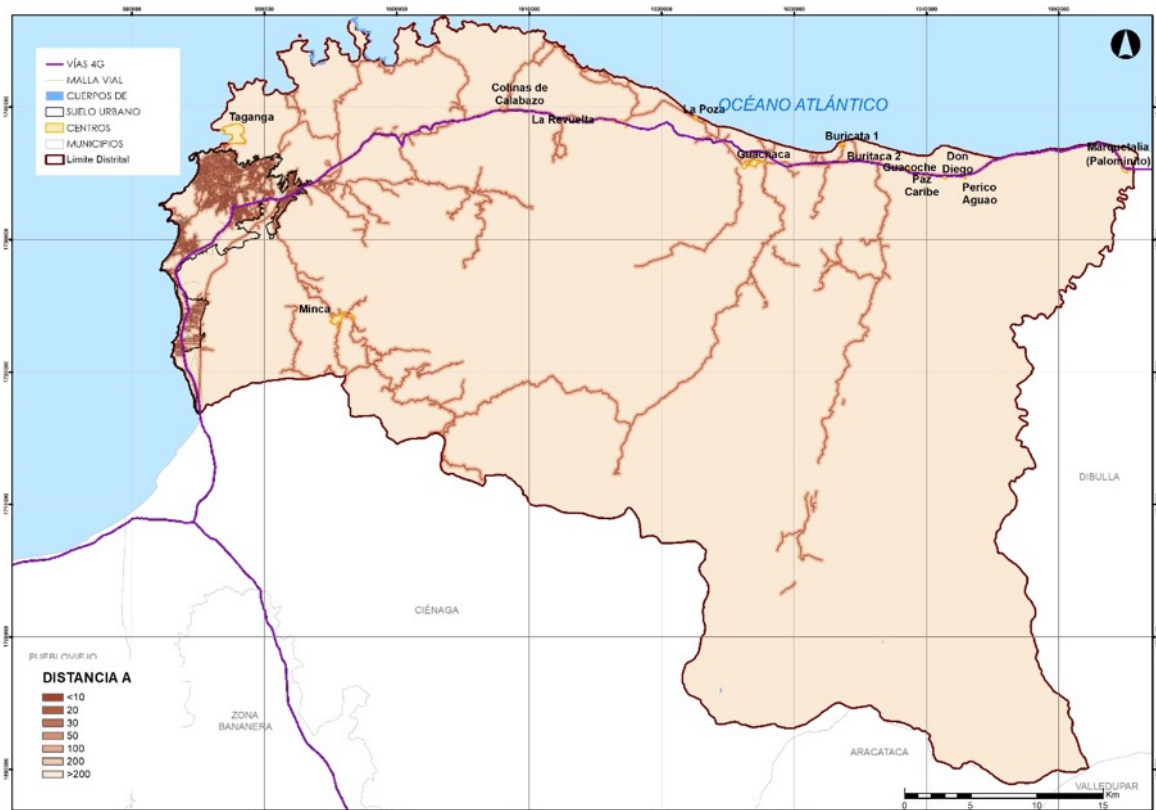


y senderos, haciendo uso ArcGIS de la herramienta distancia euclidiana, donde se calcula la distancia más cercana en línea recta del centroide del píxel a la vía. Las clases definidas para este análisis fueron: 0m, 10m, 20m, 30m, 50m, 100m, y >200m; a partir de esa distancia se considera que las vías ya no tienen influencia en los deslizamientos. En el Gráfico 7 es posible observar la Distancia a la vía en Santa Marta y en la Tabla 9 los pesos de evidencia para este factor condicionante.

**Tabla 80 Pesos de evidencia Distancia a la vía**

Fuente: Elaboración propia

ID	SIMBOLO	No Deslizamientos	Peso positivo	Peso negativo	Peso total
1	10	16	1.884	-0.062	1.945
2	20	20	2.097	-0.060	2.157
3	30	21	2.305	-0.062	2.367
4	50	29	2.358	-0.119	2.477
5	100	26	2.308	-0.254	2.562
6	200	27	1.268	-0.117	1.385
7	>200	28	-1.150	1.943	-3.092



**Gráfico 103 Distancia a la vía en el Ciudad**

Fuente: POMCA, 2017

### 3.6.2.12. Distancia a cuerpos de agua

Es frecuente que diferentes tipos de remoción en masa ocurran en cercanía a los cauces, debido a la descarga que se puede generar en la pata del talud por procesos erosivos, convirtiéndose en un potencial factor condicionante a la inestabilidad. En el área de estudio se evidencia que algunos de los deslizamientos mapeados en el inventario, se encuentran cerca de algunos cauces. De manera análoga a la cobertura de distancia a vías, se realizó el cálculo con todos los drenajes generados a partir del DEM, definiendo las mismas clases: 0m, 10m, 20m, 30m, 50m, 100m y >200m. En el Gráfico 8 es posible observar la Distancia a drenajes en Santa Marta y en la Tabla 10 los pesos de evidencia para este factor condicionante.

252

**Tabla 81 Pesos de evidencia Distancia a drenajes**

Fuente: Elaboración propia

ID	SIMBOLO	No Deslizamientos	Peso positivo	Peso negativo	Peso total
1	10	4	1.898	-0.054	1.952
2	20	6	1.647	-0.037	1.683
3	30	6	1.521	-0.030	1.552
4	50	6	1.422	-0.057	1.479
5	100	8	0.431	-0.024	0.455
6	200	18	0.096	-0.009	0.105
7	>200	62	-0.279	0.796	-1.075

**Gráfico 104 Distancia a cuerpos de agua en el ciudad**

Fuente: POMCA, 2017

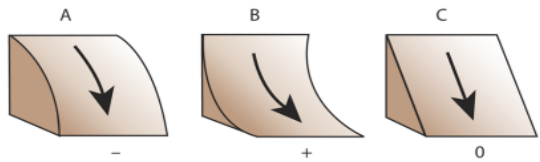


3.6.2.13. **Geoformas**

Se hace referencia a la curvatura del perfil, donde una parte de la superficie puede ser cóncava o convexa y es obtenida a partir de la segunda derivada de la superficie. En la ocurrencia de deslizamientos, se espera que ocurran en una superficie convexa, debido a que es más susceptible en términos del gradiente que genera las líneas de flujo. Después de la ocurrencia de un deslizamiento, se espera que la superficie quede con una curvatura cóncava. Para el análisis realizado, se seleccionaron 5 clases para tener un mayor nivel de detalle: Muy cóncavo, cóncavo, lineal, convexo y muy convexo. En el Gráfico 10 es posible observar la geoforma de los taludes en Santa Marta y en la Tabla 11 los pesos de evidencia para este factor condicionante.

**Gráfico 105 Curvatura del perfil**

Fuente: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/curvature-function.htm>

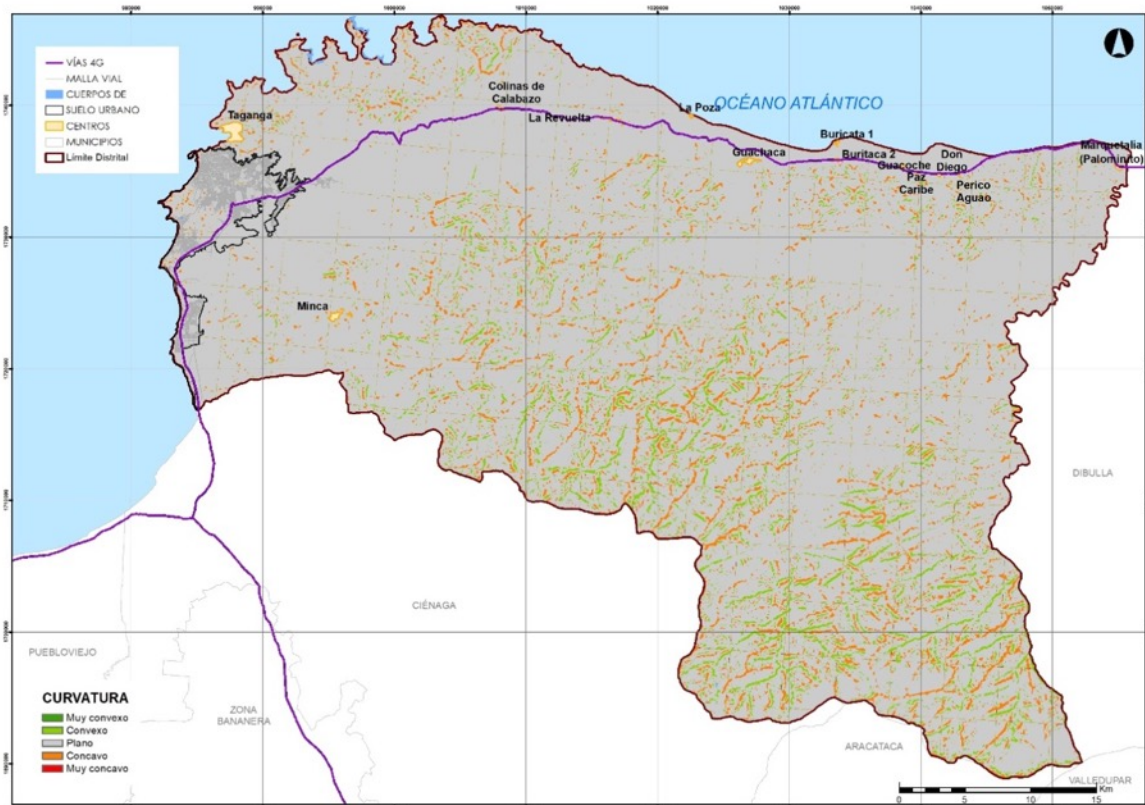


**Tabla 82 Pesos de evidencia Geoformas**

Fuente: Elaboración propia

ID	SIMBOLO	No Deslizamientos	Peso positivo	Peso negativo	Peso total
----	---------	-------------------	---------------	---------------	------------

1	MUY CONVEXO	0	-25.556	0.000	-25.556
2	CONVEXO	7	-1.750	0.038	-1.787
3	PLANO	83	0.085	-1.690	1.776
4	CONCAVO	7	-1.626	0.044	-1.670
5	MUY CONCAVO	0	-25.577	0.000	-25.578



**Gráfico 106 Geoformas del Ciudad**

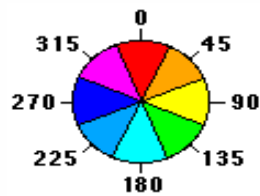
Fuente: POMCA, 2017

### 3.6.2.14. Aspecto

Se refiere a la dirección u orientación horizontal de una superficie, medida en grados y determinada a partir de la dirección de la máxima pendiente de la superficie del terreno. El cálculo de este raster fue realizado en ArcGIS mediante la herramienta aspecto. Las clases asignadas para este análisis fueron: Plano, N, NE, E, SE, S, SW, W Y NW; definidos a partir de la siguiente figura

Gráfico 107 Direcciones de orientación

Fuente: <http://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-aspect-works.htm>



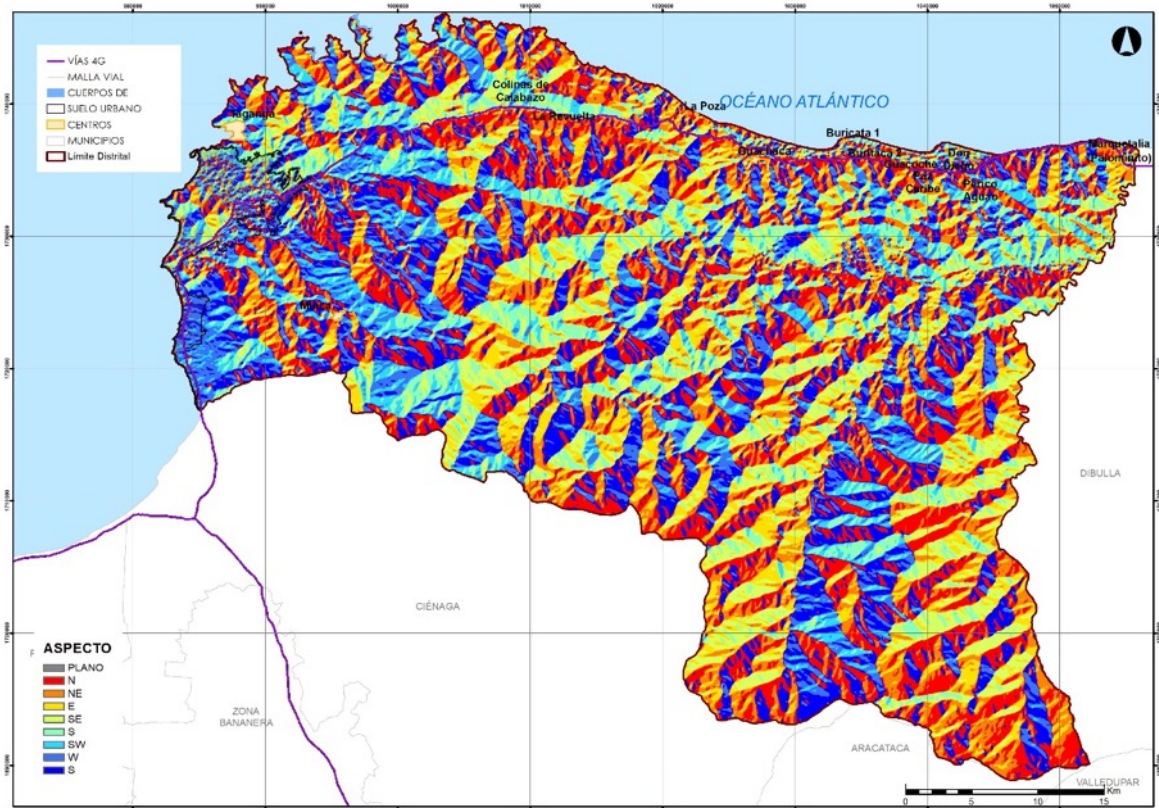
En el Gráfico 12 es posible observar el aspecto de los taludes en Santa Marta y en la Tabla 12 los pesos de evidencia para este factor condicionante.

**Tabla 83 Pesos de evidencia aspecto**

Fuente: Elaboración propia

ID	SIMBOLO	No Deslizamientos	Peso positivo	Peso negativo	Peso total
1	PLANO	0	-21.988	0.000	-21.988
2	N	13	-0.856	0.131	-0.987
3	NE	9	-0.680	0.073	-0.753
4	E	4	-2.183	0.110	-2.293
5	SE	13	0.030	-0.004	0.034
6	S	19	0.332	-0.038	0.370
7	SW	33	1.156	-0.191	1.347
8	W	27	0.750	-0.145	0.895
9	NW	20	-0.263	0.045	-0.309





**Gráfico 108 Mapa de orientación en el ciudad**  
Fuente: Elaboración propia

**3.6.2.15. Precipitación media mensual multianual de Noviembre**

La distribución espacial de la lluvia es frecuentemente considerada en el análisis estadístico para amenaza (Dahal, et al., 2008). Los deslizamientos inventariados en el área de estudio se pudieron haber desencadenado debido a las fuertes lluvias que se presentan, especialmente en junio, el cual corresponde en promedio al mes con mayores registros de precipitación. Para este análisis, se consideró tener en cuenta la distribución temporal media mensual multianual del mes más húmedo. En el Gráfico 13 es posible observar la precipitación media mensual del mes más húmedo en Santa Marta y en la Tabla 13 los pesos de evidencia para este factor condicionante.

**Tabla 84 Pesos de evidencia precipitación media mensual**  
Fuente: Elaboración propia

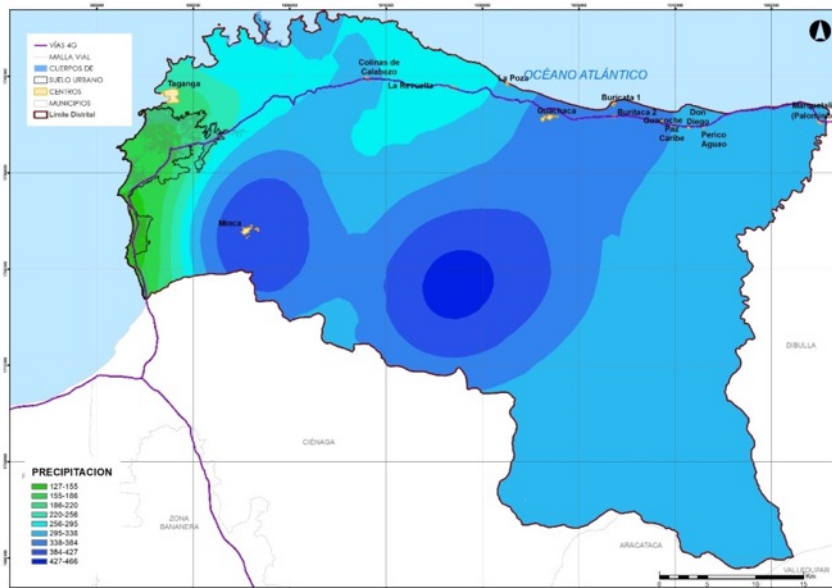
ID	SIMBOLO	No Deslizamientos	Peso positivo	Peso negativo	Peso total
1	127 - 155	15	3.469	-0.196	3.664
2	155 - 186	1	-1.111	0.015	-1.126



3	186 - 220	17	2.111	-0.152	2.262
4	220 - 256	25	2.202	-0.183	2.385
5	256 - 295	2	-2.488	0.091	-2.580
6	295 - 338	9	-2.516	0.645	-3.161
7	338 - 384	0	-31.659	0.244	-31.903
8	384 - 427	18	1.357	-0.431	1.788
9	427 - 466	0	-29.148	0.018	-29.166

**Gráfico 109 Precipitación media mensual**

Fuente: Elaboración propia



### 3.6.2.16. Altura del talud

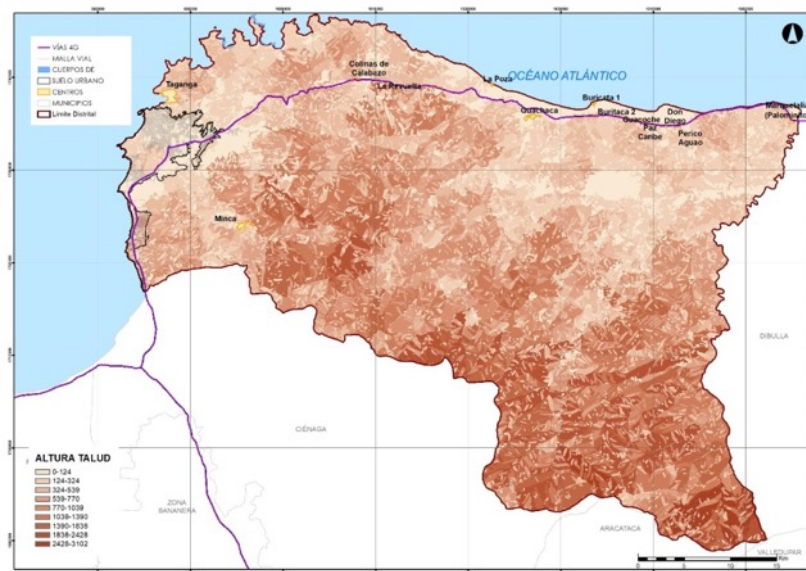
La altura que tiene un determinado talud puede llegar a tener influencia en la ocurrencia o no de un deslizamiento. Con el fin de tener un valor aproximado de dicha variable, se generaron polígonos en los cuales los píxeles fueran vecinos entre sí y tuvieran la misma orientación. A partir de estos polígonos, se calculó la altura de cada uno de los polígonos, obteniendo así la altura según la orientación de la superficie. El análisis fue llevado a cabo en 9 clases: 124m, 324m, 539m, 770m, 1039m, 1390m, 1838m, 2428m y 3102m. En el Gráfico 14 es posible observar la altura de los taludes en Santa Marta y en la Tabla 14 los pesos de evidencia para este factor condicionante.

**Tabla 85 Pesos de evidencia altura del talud**

Fuente: Elaboración propia

ID	SIMBOLO	No Deslizamientos	Peso positivo	Peso negativo	Peso total
1	0 - 124	55	1.560	-0.951	2.511

2	124 - 324	14	-1.050	0.156	-1.207
3	324 - 539	18	0.086	-0.018	0.104
4	539 - 770	11	-0.536	0.058	-0.594
5	770 - 1039	2	-3.044	0.116	-3.160
6	1039 - 1390	0	-30.940	0.111	-31.051
7	1390 - 1838	0	-30.586	0.077	-30.662
8	1838 - 2428	0	-30.288	0.056	-30.344
9	2428 - 3102	0	-28.869	0.013	-28.882



**Gráfico 110 Altura del talud en el ciudad**

Fuente: Elaboración propia

### 3.6.2.17. Elevación

La zona de estudio se caracteriza por tener una zona montañosa muy marcada, donde se encuentran los deslizamientos inventariados. Por lo anterior, se realizará el análisis con la elevación del DEM para tener en cuenta las diferencias en las geoformas que se obtienen en relación con la altura y su posible incidencia en la generación de procesos de remoción en masa. Para el análisis, se tuvo en cuenta en detalle valores dividiendo el análisis en 10 clases: 560msnm, 1120msnm, 1690msnm, 2260msnm, 2820msnm, 3390msnm, 3960msnm, 4520msnm, 5090msnm y 5660msnm. En el Gráfico 14 es posible observar la elevación en Santa Marta y en la Tabla 15 los pesos de evidencia para este factor condicionante.

**Tabla 86 Pesos de evidencia elevación**

Fuente: Elaboración propia

ID	SIMBOLO	No Deslizamientos	Peso positivo	Peso negativo	Peso total
----	---------	-------------------	---------------	---------------	------------

1	-9 - 560	65	0.292	-0.299	0.592
2	560 - 1120	18	0.733	-0.320	1.053
3	1120 - 1690	0	-31.163	0.141	-31.304
4	1690 - 2260	0	-30.757	0.092	-30.849
5	2260 - 2820	0	-30.244	0.054	-30.298
6	2820 - 3390	0	-29.815	0.035	-29.850
7	3390 - 3960	0	-29.611	0.028	-29.640
8	3960 - 4520	0	-29.325	0.021	-29.346
9	4520 - 5090	0	-28.567	0.010	-28.576
10	5090 - 5660	0	-26.243	0.001	-26.244

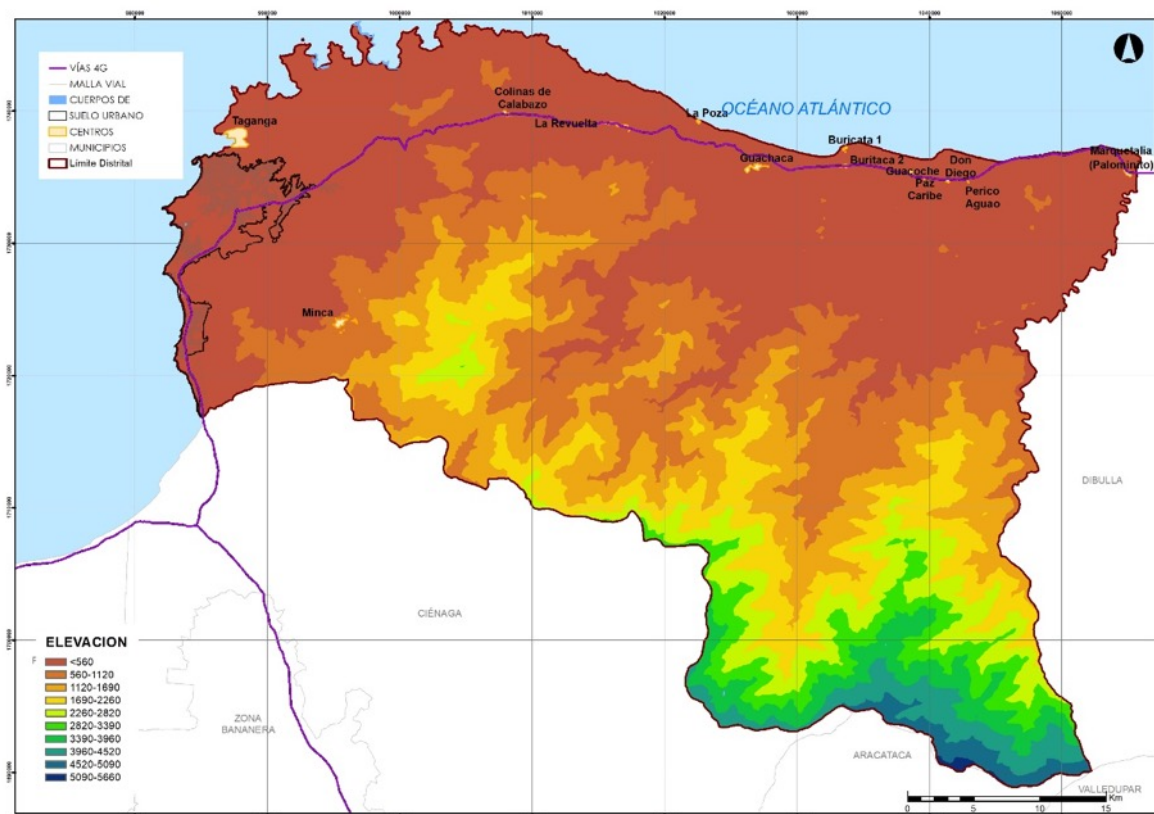


Gráfico 111 Mapa de elevaciones en el ciudad  
Fuente: Elaboración propia

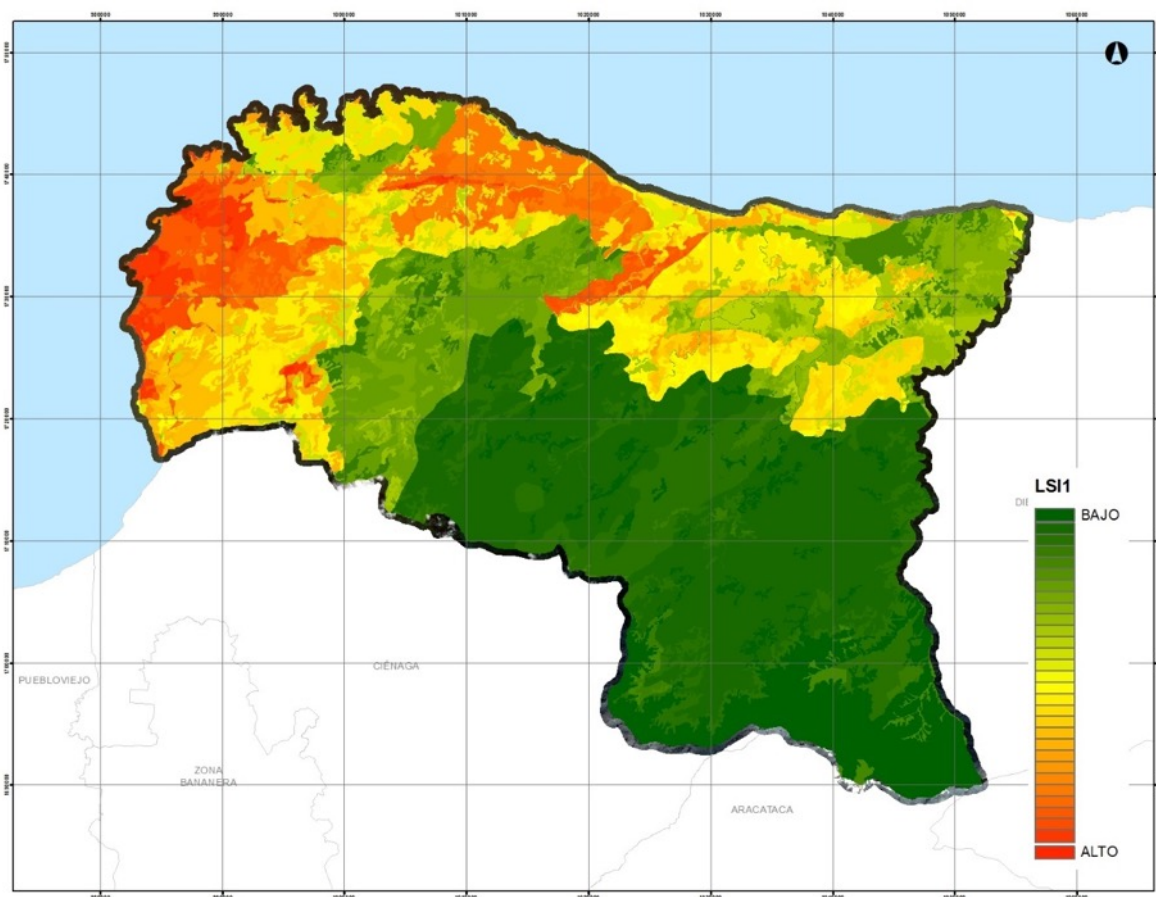
### 3.6.3. Zonificación de amenaza por remoción en masa

Para llevar a cabo la zonificación de amenaza por remoción en masa a nivel rural, se calcula el índice de susceptibilidad, para luego construir los mapas de susceptibilidad y amenaza de acuerdo con la metodología antes expuesta propuesta por el Servicio Geológico Colombiano (2017).

### 3.6.4. Calculo de índice de susceptibilidad

Teniendo en cuenta todos los factores condicionantes mencionados y siguiendo la metodología propuesta, se tiene el siguiente mapa de susceptibilidad, siendo la susceptibilidad más baja (verde) y la más alta (rojo), como se puede apreciar en el Gráfico 16.

260



**Gráfico 112** Mapa según índice de susceptibilidad a deslizamientos

Fuente: Elaboración propia

### 3.6.5. Curva de éxito

Con el fin de validar el éxito de modelo, se procedió a construir la curva de éxito según Dahal et. al (2008), donde el índice de susceptibilidad calculado anteriormente se debe clasificar en 100 rangos de mayor a menor y se debe relacionar con el porcentaje acumulado de deslizamientos ocurridos con el fin de la construcción de la curva de éxito.

Para establecer la calidad del modelo, se debe calcular el área bajo la curva, debido a que entre más pronunciada se encuentre esta, mejor será la capacidad de la función para describir la distribución de los movimientos en masa. Según el SGC (2017), un porcentaje aceptable de ajuste debe ser mayor a 70% para considerar que la aplicación del modelo tuvo éxito. El área bajo la curva teniendo en cuenta todos los factores fue igual a 83% por lo que se considera que la metodología fue exitosa.

### 3.6.6. Análisis de las hipótesis de falla

Aunque este porcentaje de éxito corresponde al análisis realizado teniendo en cuenta la totalidad de los factores condicionantes propuestos, esto no significa que todos estos factores condicionantes hayan tenido una influencia significativa en la ocurrencia de deslizamientos. Por esta razón, luego de analizar los pesos obtenidos para cada uno de los factores, se determinaron cuatro combinaciones de factores condicionantes con el fin de poder llegar a la construcción de una mejor curva de éxito aislando los factores que desvían los resultados.

Combinación 1: Geología, geomorfología, suelos, cobertura

Combinación 2: Geología, geomorfología, suelos, cobertura, pendiente, precipitación

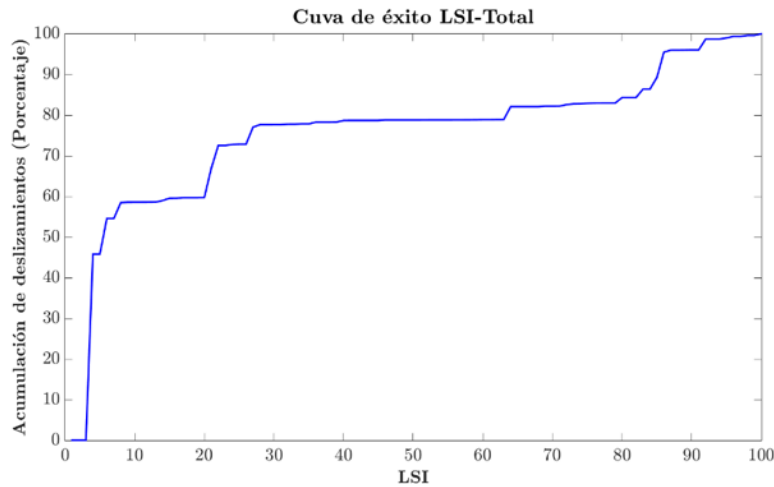
Combinación 3: Geología, geomorfología, suelos, cobertura, pendiente, elevación, precipitación, altura del talud

Combinación 4: Geología, geomorfología, suelos, cobertura, pendiente, elevación, altura del talud

Combinación Total: Geología, geomorfología, suelos, cobertura, pendiente, distancia a vías y drenajes, geoforma, aspecto, elevación, precipitación, altura del talud

Con base en el resultado de las curvas de éxito cuya función debe ser capaz de describir la predicción de ocurrencia de deslizamientos se seleccionó la combinación 1 para la construcción del mapa de amenaza, debido a que es la que tiene mayor área bajo la curva (76.24%), y los factores condicionantes seleccionados corresponden a los más relevantes según el análisis de los pesos de evidencia (Geología, geomorfología, suelos y cobertura).





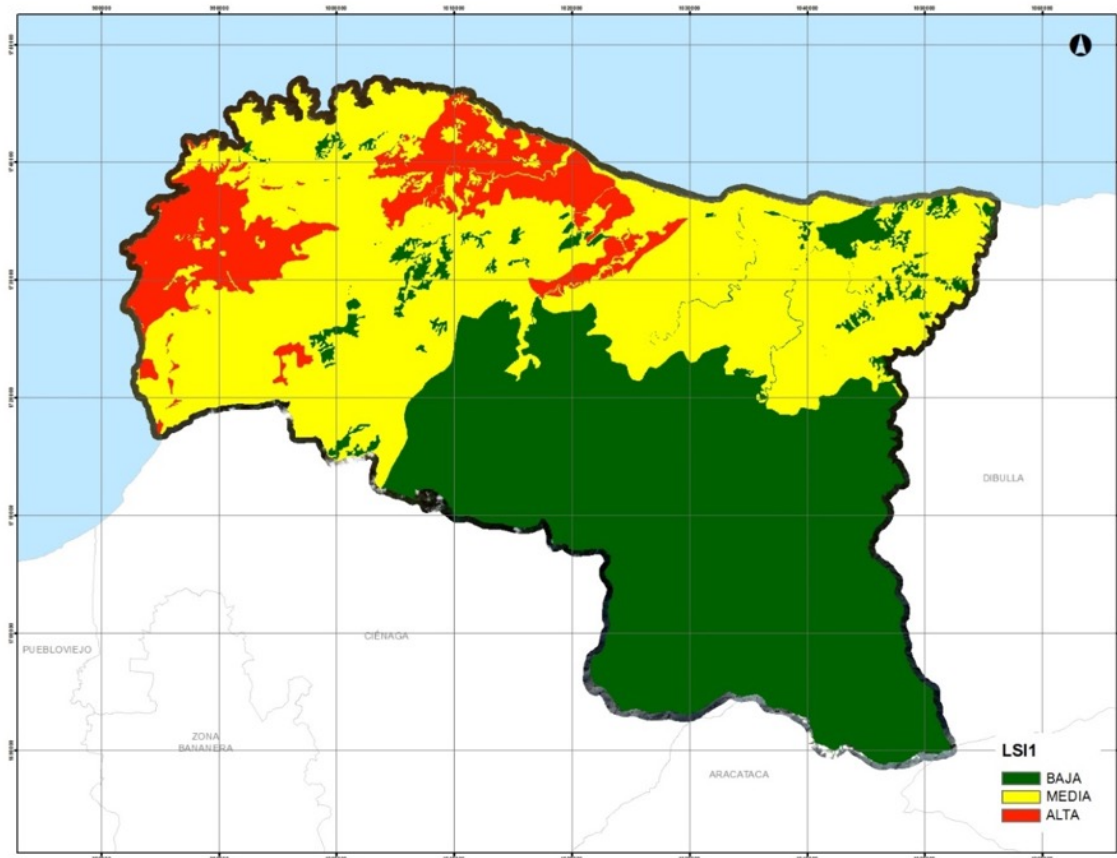
**Gráfico 113** Curva de éxito combinación seleccionada

Fuente: Elaboración propia

### 3.6.7. Construcción del mapa de amenaza a movimientos en masa

Una vez seleccionada la combinación que incluye la totalidad de los factores condicionantes y contruidos la curva de éxito (Aunque este porcentaje de éxito corresponde al análisis realizado teniendo en cuenta la totalidad de los factores condicionantes propuestos, esto no significa que todos estos factores condicionantes hayan tenido una influencia significativa en la ocurrencia de deslizamientos. Por esta razón, luego de analizar los pesos obtenidos para cada uno de los factores, se determinaron cuatro combinaciones de factores condicionantes con el fin de poder llegar a la construcción de una mejor curva de éxito aislando los factores que desvían los resultados. Cabe destacar que, de acuerdo con el SGC, no hay una categoría de no amenaza, razón por la cual, aunque existan zonas sin condiciones para la generación de movimientos en masa, estas quedarán clasificadas como zonas de amenaza media y baja. Para estas zonas se requiere un análisis particular que permita definir la necesidad de adelantar o no estudios detallados.

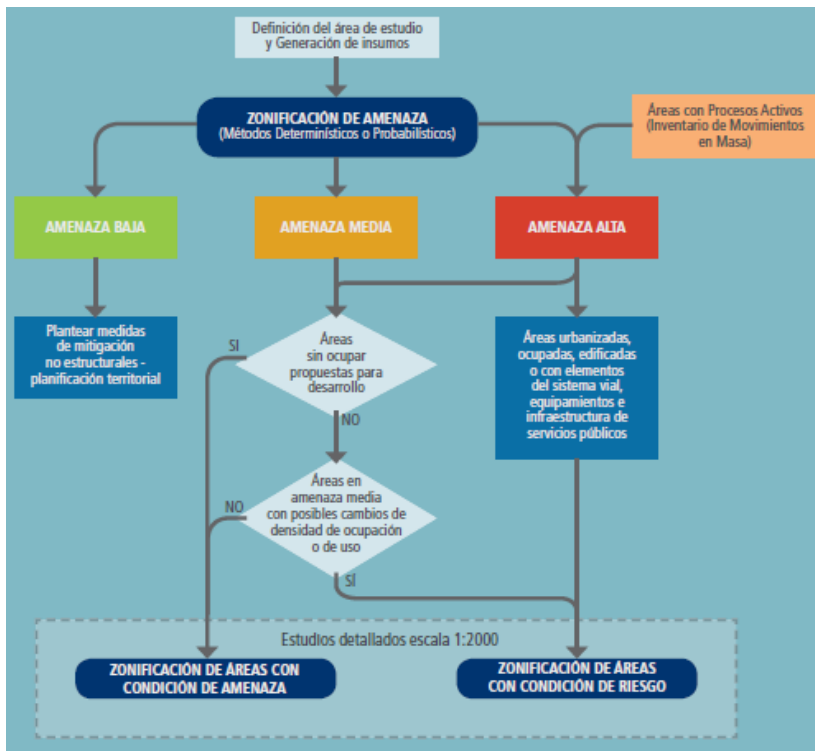




**Gráfico 114 Mapa de amenaza para movimientos en masa**  
Fuente: Elaboración propia

### 3.7. Amenaza por remoción en masa urbana

Para la evaluación de amenaza debido a los procesos de remoción en masa a nivel urbano se siguió el procedimiento propuesto por el Servicio Geológico Colombiano en la Guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa (SGC, 2016). En particular, el procedimiento propuesto para la evaluación de la amenaza por procesos de remoción en masa a nivel urbano (1:5.000) se basa en la guía metodológica para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa para estudios básicos, la cual permite la definición de zonas con condición de amenaza y zonas con condición de riesgo de acuerdo con el esquema metodológico presentado en el Gráfico 115. Esta metodología permite definir adicionalmente donde se debería recomendar estudios detallados de riesgo.



**Gráfico 115. Esquema metodológico para la elaboración de estudios básicos de amenaza y definición de zonas para la elaboración de estudios detallados**

Fuente: Servicio Geológico Colombiano, 2016

En el

Gráfico 116 se presenta el procedimiento metodológico para el análisis de la amenaza por procesos de remoción en masa en el contexto urbano.

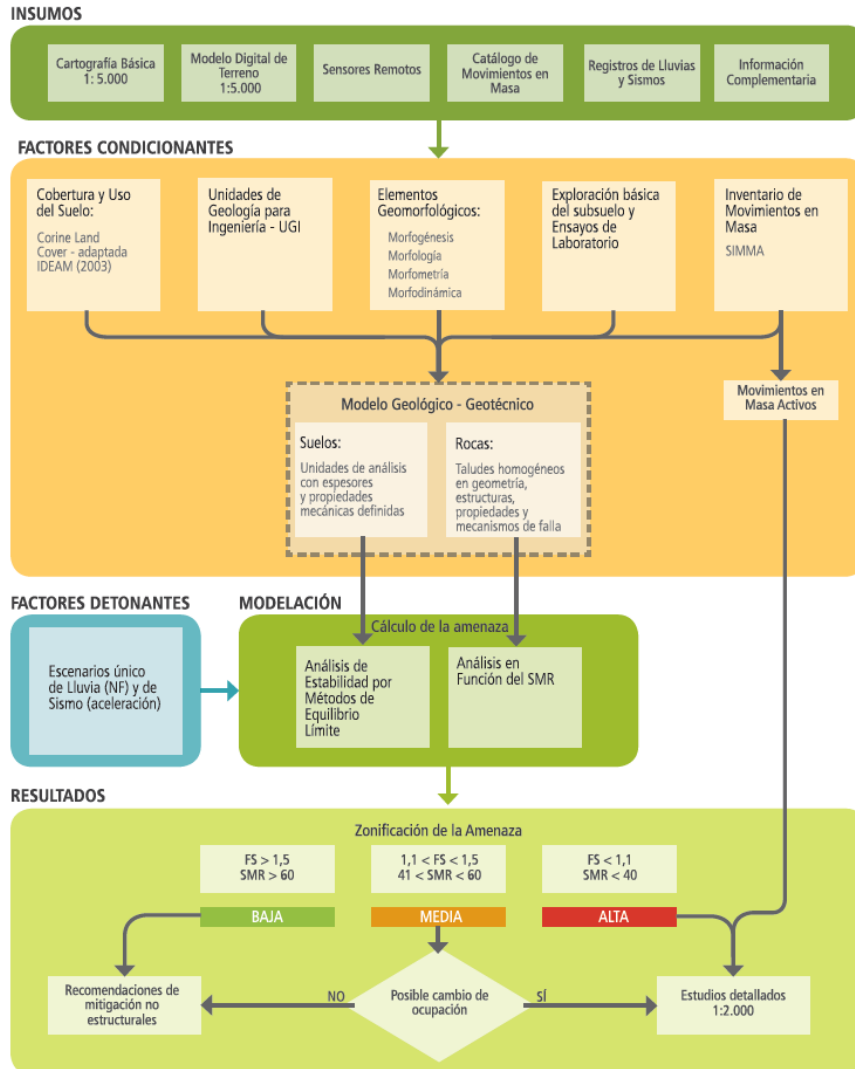


Figura 3-1. Zonificación básica de amenaza por movimientos en masa a escala 1:5000.

**Gráfico 116. Esquema metodológico para la evaluación de amenaza por procesos de remoción de masa.**

Fuente: Modificado de Servicio Geológico Colombiano, 2016

### 3.7.1. Información base

Para llevar a cabo el desarrollo de la metodología propuesta, es necesario realizar la zonificación de las unidades geológicas de ingeniería (UGI) a partir del análisis e interpretación de la información base disponible en la ciudad, correspondiente al catálogo de movimientos en masa, la geología, tipo de suelo, pendientes y elevación generados a partir del modelo de elevación digital (DEM).

### 3.7.1.1.1. Catálogo de movimientos en masa

Inicialmente, para la identificación de eventos de remoción en masa para la ciudad se realizó la consulta de movimientos en masa en la plataforma SIMMA del Servicio Geológico Colombiano para la zona urbana de Santa Marta; en esta zona se encontraron algunos deslizamientos que ocurrieron en el mismo punto con distintas fechas de ocurrencia (Véase Tabla 87).

**Tabla 87 Catálogo de deslizamientos SIMMA**

Fuente: Modificado de SIMMA, 2018

PUNTO	TIPO MOVIMIENTO	DE	LOCALIZACIÓN	
			LATITUD	LONGITUD
1	Deslizamiento		11° 06' 35"	-74° 06' 00"
2	Deslizamiento		11° 06' 35"	-74° 06' 08"
3	Deslizamiento		11° 06' 35"	-74° 06' 08"
4	Deslizamiento		11° 04' 15"	-74° 02' 16"
5	Deslizamiento		11° 03' 41"	-74° 02' 41"
6	Deslizamiento		11° 16' 56"	-73° 58' 12"
7	Deslizamiento		11° 16' 56"	-73° 58' 12"
8	Caída		11° 15' 15"	-73° 39' 09"
9	Deslizamiento		11° 02' 55"	-73° 56' 02"
10	Flujo		11° 14' 44"	-74° 12' 05"
11	Deslizamiento		11° 06' 51"	-74° 05' 48"
12	Caída		11° 15' 11"	-73° 39' 24"
13	Deslizamiento		11° 14' 40"	-74° 11' 53"
14	Deslizamiento		11° 16' 36"	-73° 55' 45"
15	Deslizamiento		11° 09' 13"	-74° 07' 38"
16	Deslizamiento		11° 08' 52"	-73° 51' 00"
17	Deslizamiento		11° 08' 52"	-73° 51' 00"
18	Deslizamiento		11° 09' 02"	-73° 51' 07"
19	Deslizamiento		11° 08' 60"	-73° 51' 06"
20	Deslizamiento		11° 09' 02"	-73° 51' 07"
21	Deslizamiento		11° 09' 02"	-73° 51' 07"
22	Deslizamiento		11° 08' 60"	-73° 51' 06"
23	Deslizamiento		11° 08' 60"	-73° 51' 06"
24	Deslizamiento		11° 14' 16"	-73° 51' 34"
25	Deslizamiento		11° 13' 18"	-73° 35' 41"
26	Deslizamiento		11° 13' 58"	-74° 11' 21"
27	Deslizamiento		11° 13' 46"	-73° 58' 40"
28	Deslizamiento		11° 14' 16"	-74° 09' 00"
29	Deslizamiento		11° 09' 02"	-73° 51' 07"
30	Deslizamiento		11° 15' 24"	-73° 35' 44"
31	Deslizamiento		11° 09' 02"	-73° 51' 07"
32	Deslizamiento		11° 15' 24"	-73° 35' 39"

PUNTO	TIPO MOVIMIENTO DE	LOCALIZACIÓN	
		LATITUD	LONGITUD
33	Deslizamiento	11° 14' 30"	-73° 42' 23"
34	Deslizamiento	11° 09' 02"	-73° 51' 07"
35	Deslizamiento	11° 12' 34"	-74° 13' 13"
36	Deslizamiento	11° 12' 34"	-74° 13' 13"

Igualmente, se realizó la revisión de las imágenes satelitales y sensores remotos con el fin de identificar movimientos en masa; en donde se encontró que en las áreas urbanizadas de los cerros hay presencia de eventos de remoción en masa.

### 3.7.1.1.2. Geología

La ciudad de Santa Marta hace parte de las laderas septentrional de la Sierra Nevada de Santa Marta, conformada por un complejo de rocas que han resultado de millones de años, que han sido producto de calentamientos, enfriamientos y choques. (INGEOMINAS 2007). La ciudad de Santa Marta está conformada por un macizo ígneo - metamórfico que hace parte del sistema montañoso colombiano. Las rocas que la componen varían en edades desde el Precámbrico hasta el Terciario y han estado sometidas a procesos ígneos, metamórficos, sedimentarios y tectónicos de toda índole.

Estructuralmente el macizo está limitado por la Falla de Oca al norte, la Falla Santa Marta - Bucaramanga al occidente y el lineamiento del Cesar al sureste. Según Tschanz et al. (1974) geológicamente está compuesta por tres provincias geotectónicas, llamadas Provincia Sierra Nevada, Provincia de Sevilla y Provincia de Santa Marta, que se diferencian por las características litológicas y estructurales de su basamento.

La región de la Sierra Nevada de Santa Marta está limitada por sistemas de fallas y cuencas que están rellenas por sedimentos neógenos. Su límite en el norte es la Falla de Oca, mientras que en el occidente está limitada por la Falla de Santa Marta. Esta provincia está constituida por rocas paleozoicas, rocas ígneas paleógenas del Batolito de Santa Marta, rocas sedimentarias marinas del Mioceno tardío-Plioceno y depósitos cuaternarios aluviales y costeros (Tschanz et al., 1969)

Las rocas encontradas en la ciudad están muy fracturadas y diaclazadas debido a la alta actividad tectónica regional a la cual han sido sometidas a través del tiempo; se encuentran en las rocas diques de cuarzo instruidos de distintos espesores que atraviesan los planos de foliación. El tipo de fallas presentes son muy importantes a nivel estructural pues influye en el comportamiento geotécnico; en la zona se encontraron fallas por características geomorfológicas, algunas con rocas metamórficas y graníticas milonitizadas, principalmente; las principales fallas cerca de Santa Marta son de orientación NE y se observa cómo afectan las filitas y los esquistos; se determinaron fotogeológicamente en su mayor parte.

A continuación, en el Gráfico 117 se puede observar las unidades geológicas encontradas en el centro urbano de la capital de Magdalena.







**Gráfico 117 Unidades geológicas para Santa Marta**

Fuente: Servicio geológico colombiano, 2015

### 3.7.1.1.3. Tipo de suelos

Los suelos encontrados en la ciudad muestran bajo grado evolutivo, aumentan sus contenidos orgánicos hacia las zonas de máxima humedad y bajo condiciones de bosque, igualmente se incrementa la acidez, asociada con compuestos ácidos orgánicos y disminuye la saturación de bases. A continuación, se encuentre una breve descripción de los suelos encontrados en el casco urbano de la ciudad Santa Marta.

Suelo de montaña en clima cálido seco (MWB)

Se encuentra conformado por la Asociación Lithic Haplustolls-Entic Haplustolls. Los suelos de esta unidad se localizan en el costado occidental de la Sierra Nevada, en sectores entre el río Córdoba (Ciénaga) y el río Manzanares en Santa Marta. El clima es cálido seco y Zona de Vida de bosque seco tropical (bs-T), en alturas sobre el nivel del mar que no sobrepasan los 1.000 m.

El material parental que origina estos suelos corresponde a granodiorita, cuarzodiorita y granito; son muy superficiales y profundos, bien drenados, de texturas gruesas y moderadamente gruesas, moderadamente ácidos y neutros, saturación de bases alta y fertilidad natural moderada a alta. Los componentes de la asociación son: Lithic Haplustolls (MG-91) con el 45%, Entic Haplustolls (SN-118) con 40% y un 15% en afloramientos rocosos como inclusión.

El uso de estos suelos consiste en pastos mejorados y naturales para ganadería y agricultura con cultivos de subsistencia y frutales; en sectores de Santa Marta y Minca se vienen desarrollando programas de reforestación.

#### **3.7.1.1.4. Suelo de montaña en clima cálido semiárido (MYA)**

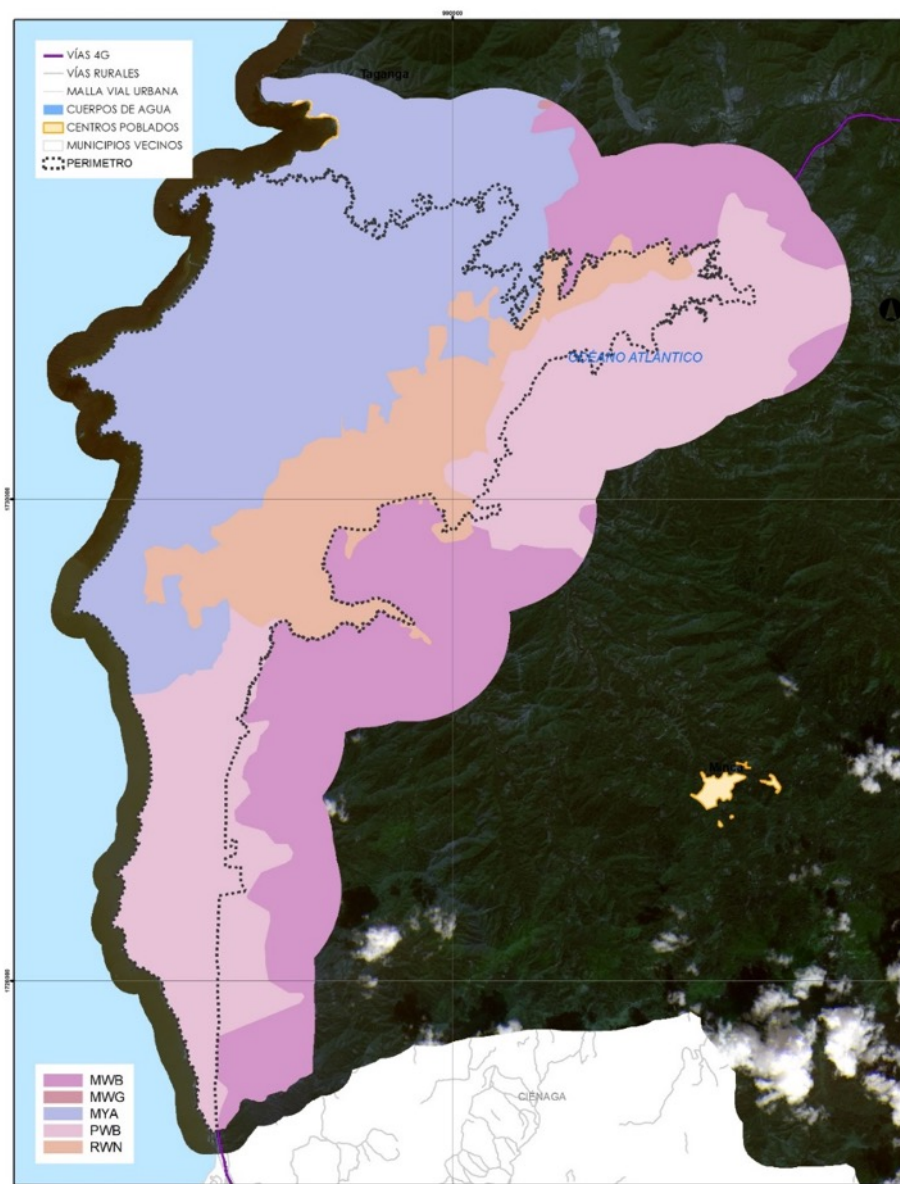
En este sector se encuentra conformado por la Consociación Lithic Torriorthens. Se localiza en el sector occidental del parque Tayrona, alrededores de Gaira y de la zona urbana de Santa Marta, en clima árido, semiárido y corresponde a la Zona de Vida monte espinoso Subtropical (me-ST).

Los suelos son desarrollados a partir de rocas metamórficas (esquistos). Son muy superficiales, limitados por roca dura y coherente, bien drenados, de texturas moderadamente gruesas, alta saturación de bases y fertilidad natural alta; con presencia de afloramientos rocosos en las zonas más elevadas. La unidad no presenta uso agropecuario y predomina la vegetación de matorrales y cactus, propios de este clima. La consociación está integrada por el suelo Lithic Torriorthens (SN-121) con el 80% y presencia de afloramientos rocosos en un 20% como inclusión.

#### **3.7.1.1.5. Suelos del paisaje de piedemonte (PWB)**

Este sector se encuentra conformado por la Asociación Fluventic Haplustepts-Typic Ustipsamments. Esta unidad se encuentra localizada al oriente de la CGSM, en inmediaciones del aeropuerto Simón Bolívar y el corregimiento de Bonda; corresponde a la Zona de Vida bosque seco Tropical (bs-T). Los depósitos se han originado a partir de depósitos aluviales moderadamente gruesos y moderadamente finos; son profundos, de texturas finas a medias, bien drenados, de fertilidad natural alta a moderada.

La asociación está compuesta por los suelos: Fluventic Haplustepts (P-23) con el 60% y Typic Ustipsamments (MG-17) con 40%. La mayor parte de las tierras están dedicadas a la ganadería extensiva y agricultura.



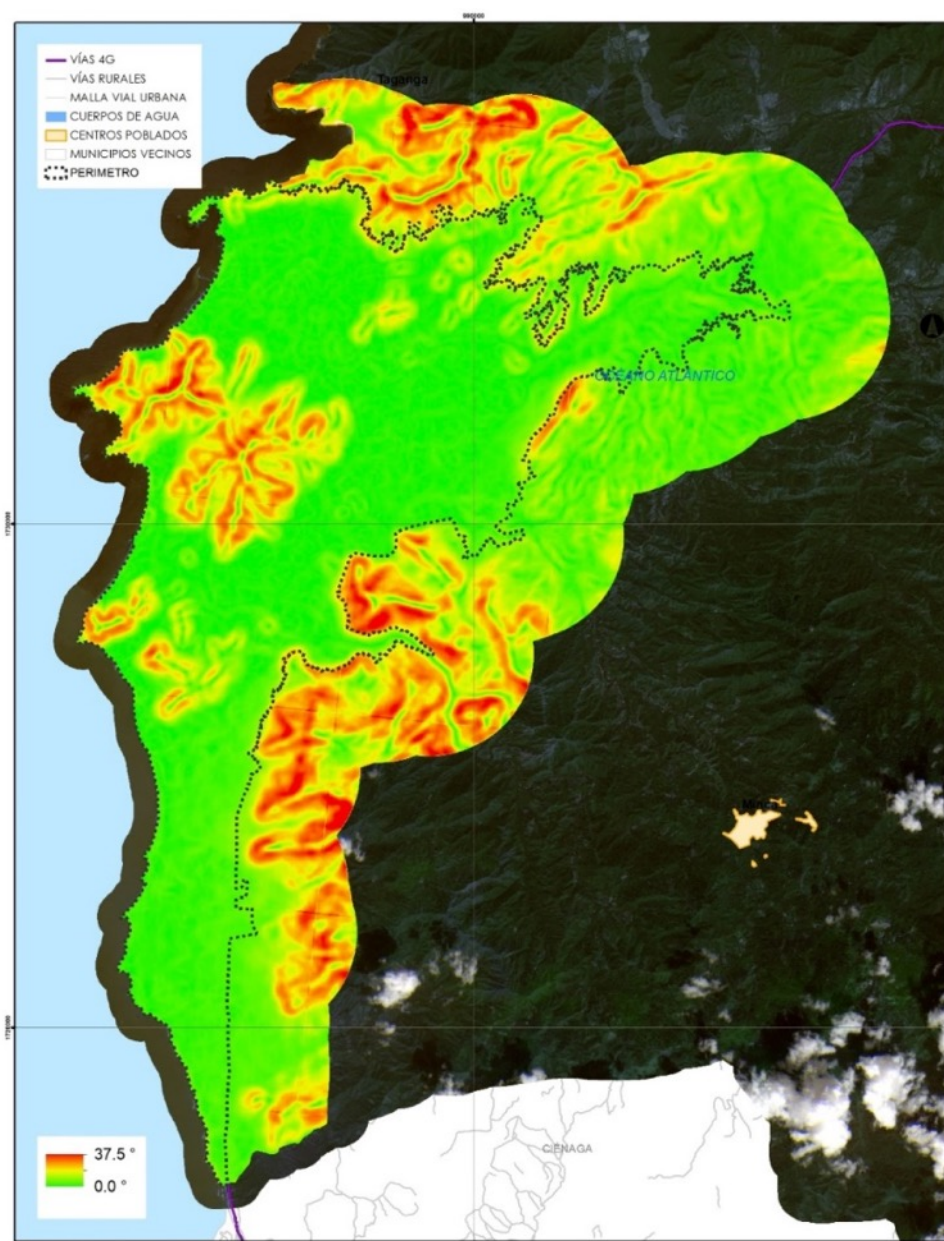
**Gráfico 118 Tipos de suelos para el casco urbano**  
Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2007

### 3.7.1.1.6. Modelo de elevación digital

A partir del modelo de elevación digital (DEM), fue posible obtener la zonificación de pendientes y elevaciones en la zona urbana de Santa Marta, en donde se evidencian pendientes máximas de 37°, lo cual indica que es un terreno con bajas inclinaciones; sin embargo, se debe tener en cuenta como factor condicionante, ya que dependiendo de las propiedades mecánicas de los suelos encontrados se pueden generar deslizamientos.

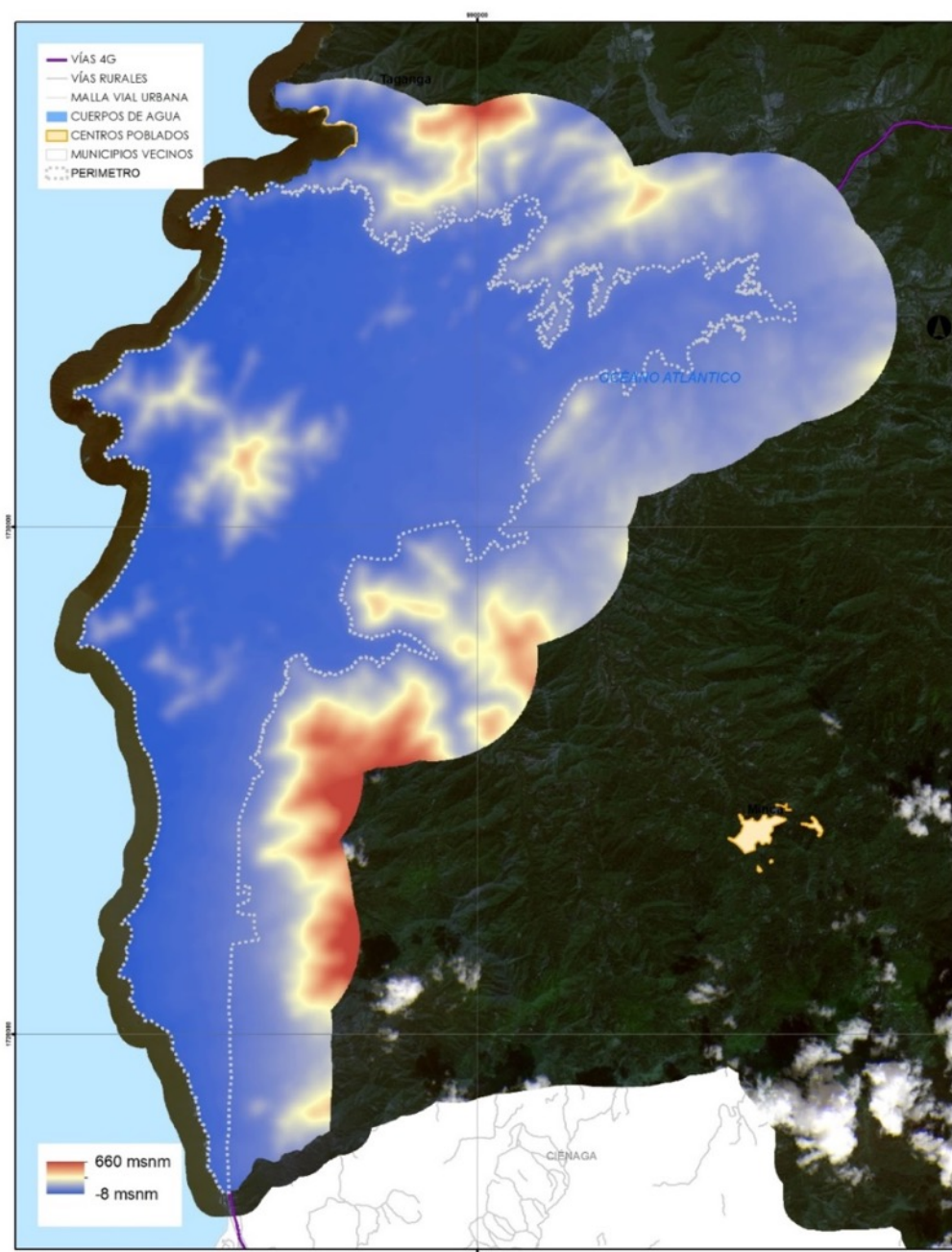


En el Gráfico 119 y el gráfico 119 se puede evidenciar que se encontraron muy pocos sectores con pendientes mayores a 25°; zonas en donde se evidencia las pendientes más pronunciadas. Cabe resaltar que más del 90% de las pendientes de la ciudad son inferiores a 20°.



**Gráfico 119 Mapa de pendientes**

Fuente: Elaboración propia a partir del modelo digital de elevación



**Gráfico 120 Mapa de elevaciones**

Fuente: Elaboración propia a partir del modelo digital de elevación

Al realizar la superposición del mapa de pendientes con el catálogo de deslizamientos ocurridos históricamente, es posible evidenciar que las zonas en donde se encuentran pendientes pronunciadas hay alta susceptibilidad a la generación es procesos de remoción en masa.

### 3.7.2. Unidades de geología para Ingeniería

A partir de la interpretación de la información disponible en el desarrollo del proyecto, se presentan en el área de estudio las siguientes unidades de geología para ingeniería (UGI) según su origen.

#### 3.7.2.1.1. Descripción y zonificación de las UGI

En la zona urbana se presentan rasgos característicos de elementos geológicos, geomorfológicos y geotécnicos; es por esto que se hace necesario definir las unidades de geología para ingeniería para poder llevar a cabo la metodología propuesta por el Servicio Geológico Colombiano. A continuación, se describirán las unidades propuestas para este proyecto; así como el Gráfico 121 en donde se evidencia la distribución de las UGI.

274

##### 3.7.2.1.1.1. UGI 01 – E2-Pi – MWB

Esta unidad de geología está compuesta por Granodioritas que varían a cuarzodioritas y cuarzomonzonitas; estas son rocas ígneas plutónicas con textura fanerítica parecida al granito, con altos contenidos de plagioclasas y con minerales secundarios como la biotita y el piroxeno. Por otro lado, los suelos encontrados en esta unidad de geología para ingeniería pertenecen a la Asociación Lithic Haplustolls - Entic Haplustolls, es decir, suelo de textura superficial franco arcillosa, presentando drenaje pobre y poca profundidad.

##### 3.7.2.1.1.2. UGI 02 – K2-Mev5 – MWB

Esta unidad de geología está compuesta por Filitas, esquistos cuarzosericíticos, cloríticos, anfibólicos y grafiticos; inicialmente, las filitas es una roca metamórfica de grado intermedio, se puede distinguir debido a su foliación escisión lisa, o fisilidad. Esta roca está compuesta principalmente de cuarzo, sericita, mica y clorito. Igualmente, los esquistos son rocas metamórficas de grado medio, las cuales contienen más del 50% de minerales planos y alargados, a menudo finamente intercalado con cuarzo y feldespato. Por otro lado, los suelos encontrados en esta unidad de geología para ingeniería pertenecen a la Asociación Lithic Haplustolls - Entic Haplustolls, es decir, suelo de textura superficial franco arcillosa, presentando drenaje pobre y poca profundidad.

##### 3.7.2.1.1.3. UGI 06 – E2-Pi – MYA

Esta unidad de geología está compuesta por Granodioritas que varían a cuarzodioritas y cuarzomonzonitas; estas son rocas ígneas plutónicas con textura fanerítica parecida al granito, con altos contenidos de plagioclasas y con minerales secundarios como la biotita y el piroxeno. Por otro lado, los suelos encontrados en esta unidad de geología para ingeniería pertenecen a la



Consociación Lithic Torriorthents; en esta consociación se encontraron suelos franco arcillo arenosos en la superficie, de buen drenaje y poca profundidad.

3.7.2.1.1.4. UGI 07 – K2-Mev5 – MYA

Esta unidad de geología está compuesta por Filitas, esquistos cuarzosericíticos, cloríticos, anfibólicos y gráficas; inicialmente, las filitas es una roca metamórfica de grado intermedio, se puede distinguir debido a su foliación escisión lisa, o fisilidad. Esta roca está compuesta principalmente de cuarzo, sericita, mica y clorito. Igualmente, los esquistos son rocas metamórficas de grado medio, las cuales contienen más del 50% de minerales planos y alargados, a menudo finamente intercalado con cuarzo y feldespato. Por otro lado, los suelos encontrados en esta unidad de geología para ingeniería pertenecen a la Consociación Lithic Torriorthents; en esta consociación se encontraron suelos franco arcillo arenosos en la superficie, de buen drenaje y poca profundidad.

275

3.7.2.1.1.5. UGI 08 – Q-al – MYA

Esta unidad de geología está compuesta por Depósitos aluviales y llanuras aluviales, los cuales se pueden clasificar en tres subunidades; inicialmente, terrazas compuestas por arenas amarillas y gravas cementadas por hierro secundario, con contenido importante de arena gruesa. Los materiales más frecuentes son cuarzo y chert. La segunda unidad, llanuras de inundación conformadas por arena y lutitas. En donde se observan paleocanales rellenos de arcillas orgánicas y material turboso. Finalmente, playas, las cuales son formadas por materiales que van desde limos hasta arenas con grava fina (IGAC, 1998). Por otro lado, los suelos encontrados en esta unidad de geología para ingeniería pertenecen a la Consociación Lithic Torriorthents; en esta consociación se encontraron suelos franco arcillo arenosos en la superficie, de buen drenaje y poca profundidad.

3.7.2.1.1.6. UGI 10 – E2-Pi – PWB

Esta unidad de geología está compuesta por Granodioritas que varían a cuarzodioritas y cuarzomonzonitas; estas son rocas ígneas plutónicas con textura fanerítica parecida al granito, con altos contenidos de plagioclasas y con minerales secundarios como la biotita y el piroxeno. Por otro lado, los suelos encontrados en esta unidad de geología para ingeniería pertenecen a la Asociación Typic Haplustepts – Fluventic Haplustepts – Typic Ustorthents; profundos, bien drenados, y de textura franco arcillosa y arenosa franco.

3.7.2.1.1.7. UGI 11 – K2-Mev5 – PWB

Esta unidad de geología está compuesta por Filitas, esquistos cuarzosericíticos, cloríticos, anfibólicos y gráficas; inicialmente, las filitas es una roca metamórfica de grado intermedio, se puede distinguir debido a su foliación escisión lisa, o fisilidad. Esta roca está compuesta principalmente de

cuarzo, sericita, mica y clorito. Igualmente, los esquistos son rocas metamórficas de grado medio, las cuales contienen más del 50% de minerales planos y alargados, a menudo finamente intercalado con cuarzo y feldespato. Por otro lado, los suelos encontrados en esta unidad de geología para ingeniería pertenecen a la Asociación Typic Haplustepts – Fluventic Haplustepts – Typic Ustorthents; profundos, bien drenados, y de textura franco arcillosa y arenosa franco.

3.7.2.1.1.8. UGI 12 – Q-al – PWB

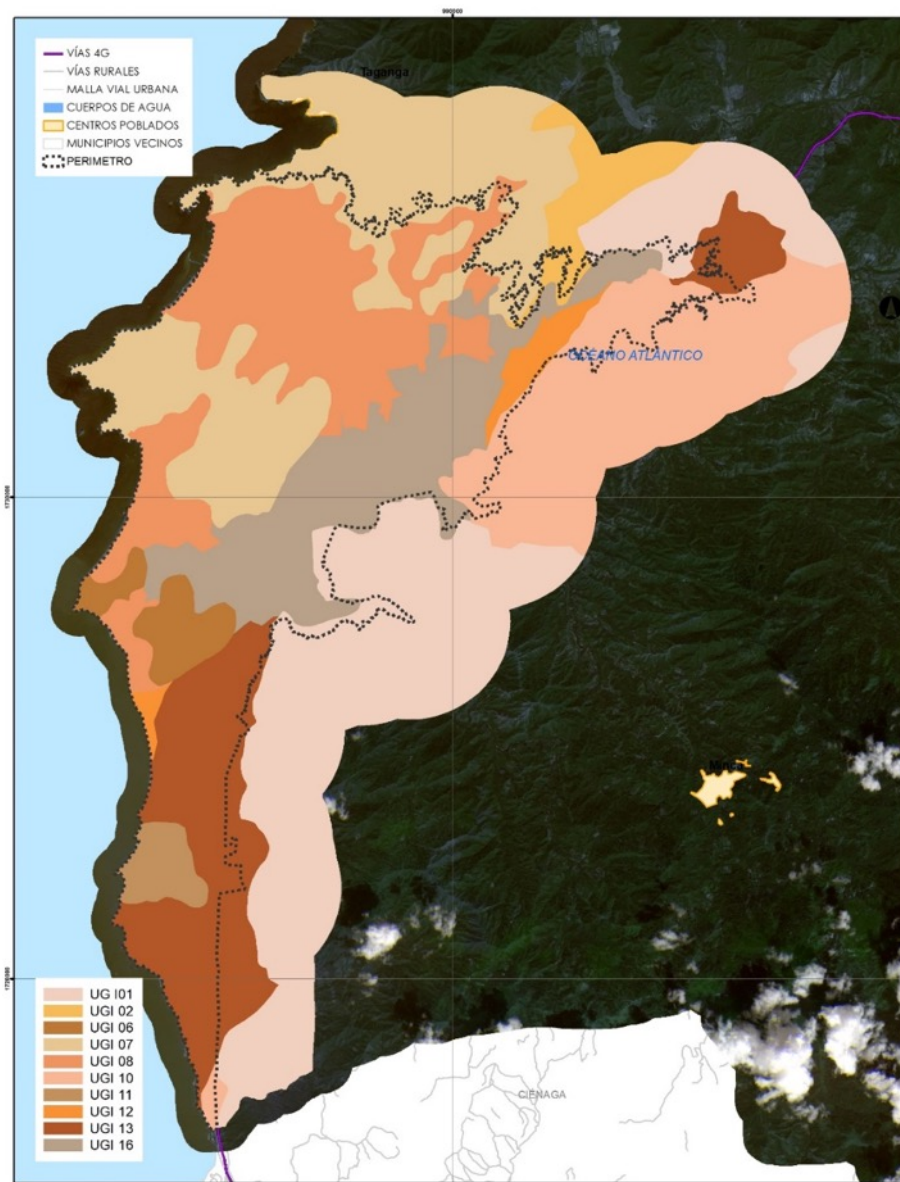
Esta unidad de geología está compuesta por Depósitos aluviales y llanuras aluviales, los cuales se pueden clasificar en tres subunidades; inicialmente, terrazas compuestas por arenas amarillas y gravas cementadas por hierro secundario, con contenido importante de arena gruesa. Los materiales más frecuentes son cuarzo y chert. La segunda unidad, llanuras de inundación conformadas por arena y lutitas. En donde se observan paleocanales rellenos de arcillas orgánicas y material turboso. Finalmente, playas, las cuales son formadas por materiales que van desde limos hasta arenas con grava fina (IGAC, 1998). Por otro lado, los suelos encontrados en esta unidad de geología para ingeniería pertenecen a la Asociación Typic Haplustepts – Fluventic Haplustepts – Typic Ustorthents; profundos, bien drenados, y de textura franco arcillosa y arenosa franco.

3.7.2.1.1.9. UGI 13 – Q-ca – PWB

Los abanicos aluviales son depósitos clásticos, formados en las zonas aledañas a escarpes de altos morfológicos, en donde el aporte de sedimentos es mucho mayor y las corrientes son confinadas a valles angostos que se tienen dentro de una cuenca adyacente (Nilsen, 1982; Einsele, 1992). Por otro lado, los suelos encontrados en esta unidad de geología para ingeniería pertenecen a la Asociación Typic Haplustepts – Fluventic Haplustepts – Typic Ustorthents; profundos, bien drenados, y de textura franco arcillosa y arenosa franco.

3.7.2.1.1.10. UGI 16 – Q-al – RWN

Esta unidad de geología está compuesta por Depósitos aluviales y llanuras aluviales, los cuales se pueden clasificar en tres subunidades; inicialmente, terrazas compuestas por arenas amarillas y gravas cementadas por hierro secundario, con contenido importante de arena gruesa. Los materiales más frecuentes son cuarzo y chert. La segunda unidad, llanuras de inundación conformadas por arena y lutitas. En donde se observan paleocanales rellenos de arcillas orgánicas y material turboso. Finalmente, playas, las cuales son formadas por materiales que van desde limos hasta arenas con grava fina (IGAC, 1998). Por otro lado, los suelos encontrados en esta unidad de geología para ingeniería hacen parte de la Asociación Fluventic Haplustepts - Typic Haplustolls, lo cual indica que son moderadamente profundos; bien drenados, de textura franco-arcillosa a arcillosa.



**Gráfico 121 Mapa de Unidades de Geología para Ingeniería**

Fuente: Elaboración propia

### 3.7.2.1.2. Estudios de suelos disponibles

Adicionalmente, se tuvieron en cuenta diferentes estudios de suelos, que incluyen la exploración del subsuelo y los ensayos de laboratorio; y con base en esto se determinaron los parámetros necesarios para realizar el cálculo del factor de seguridad por el método del talud infinito. Por lo cual, a continuación, se presenta la información encontrada de los estudios realizados en Santa Marta.

3.7.2.1.2.1. *Estudios de suelos – zona para torre de sogas rápida base de anticarcóticos policía -  
Santa Marta Antonio A. Charry Vasquez y CIA Ltda Ingenieros Civiles*

En los estudios de suelos realizados para embajada de los Estados Unidos de América - Sección de asuntos antinarcóticos – NAS consultado para la determinación de los parámetros geomecánicos de los suelos, se realizó la exploración del suelo mediante la perforación de 4 sondeos, los cuales alcanzaron cotas variables entre 6.50 y 7.00 metros de profundidad, también se tomaron muestras del perfil y tubos Shelby y se llevó a cabo un ensayo SPT (Prueba de Penetración Standard). Adicionalmente, teniendo en cuenta las muestras alteradas e inalteradas obtenidas en campo se realizaron ensayos de laboratorio con el fin de obtener una mejor y más acertada estimación de los parámetros, sobre muestras seleccionadas se efectuaron granulometrías y límites de Atterberg.

278

Es importante mencionar que a 7.0 metros de profundidad no se encontró nivel freático, lo cual obliga a realizar un análisis de sensibilidad a este parámetro. El perfil que se encontró fue el siguiente:

Pasto raíces; Relleno de arena limosa carmelita con piedras; Arena limosa habana – grisosa; Arena limosa amarilla pintas grises; Arena arcillosa amarilla; Arena arcillosa carmelita. En este se encontró una profundidad de aproximadamente 3.0 metros

Arena arcillosa carmelita clara pintas grises; Arena arcillosa carmelita. En este se encontró una profundidad de aproximadamente 7.0 metros

Con base en los ensayos in situ y de laboratorio realizados fue posible determinar las propiedades mecánicas de las Unidades Geológicas para Ingeniería definidas para Santa Marta.

### 3.7.3. Modelo geológico – geotécnico

Según el Servicio Geológico Colombiano (2016) para el cálculo de la amenaza por remoción en masa se debe determinar el factor de seguridad en las unidades de trabajo; este cálculo se realiza con base en el método de equilibrio límite, en donde se emplea la ecuación de factor de seguridad para un talud infinito en cada celda de trabajo.

Según la Guía Metodológica del Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2016) los parámetros de resistencia ( $c'$  y  $\varphi'$ ) deben ser valores obtenidos de ensayos de laboratorio para la unidad geotécnica definida. Además, la profundidad de la superficie de falla se debe tomar como la profundidad del suelo. A continuación, se puede observar la descripción de la ecuación y los parámetros que se deben tener en cuenta para la determinación del Factor de Seguridad.

$$FS = \frac{(c' b \sec \alpha + (\gamma b h \cos \alpha - k \gamma b h \sin \alpha - \gamma_w h_w \cos^2 \alpha) \tan \varphi')}{\gamma b h \sin \alpha + k \gamma b h \cos \alpha}$$

Ecuación 3

Donde:

$c'$  y  $\varphi'$  son los parámetros de resistencia del suelo en la base de la columna de suelo, en términos de esfuerzos efectivos

$\gamma$  es el peso unitario del suelo

$b$  es el ancho de la tajada (ancho de la celda)

$h$  es la altura de suelo por encima de la superficie potencial de deslizamiento

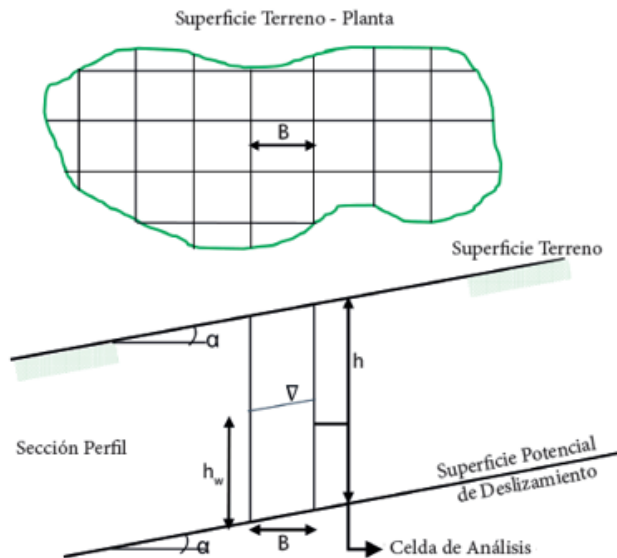
$\gamma_w$  es el peso unitario del agua

$h_w$  es la altura de la lámina de agua, determinada a partir del nivel freático correspondiente a una lluvia de 20 años de periodo de retorno

$\alpha$  es el angulo de inclinacion de la superficie de falla

$k$  es el coeficiente de aceleración horizontal para un periodo de retorno de 100 años

279



**Gráfico 122 Ecuación de factor de seguridad para talud infinito y parámetros de análisis**

Fuente: Modificado del Servicio Geológico Colombiano, 2016

Igualmente, cabe mencionar que la metodología propuesta por el Servicio Geológico Colombiano (2016) para estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por movimientos en masa, se debe determinar el factor de seguridad en las unidades de geología para ingeniería encontradas en el área de estudio; esto se hace con base con el método de equilibrio limite, el cual depende de los propiedades mecánicas de las UGI, las condiciones del nivel de agua en el terreno y la pendiente de las laderas, como se mencionó anteriormente; es por esto, para el análisis de amenaza por procesos de inestabilidad, se consideró como factor detonante el nivel freático, el cual es dependiente del factor lluvia y de la precipitación en la zona.

### 3.7.4. Asignación de parámetros

Como se mencionó previamente, para llevar a cabo el análisis de equilibrio límite de la zona en estudio, es necesario definir los parámetros de suelo. A continuación, se explica la asignación de estos a las Unidades de Geología para Ingeniería (UGI) definidas para este proyecto.

#### 3.7.4.1. Parámetros de resistencia y peso unitario

280

Teniendo en cuenta los ensayos realizados en los estudios encontrados en la ciudad y la descripción de las UGI se definieron los parámetros correspondientes a peso unitario, cohesión y ángulo de fricción.

*En general, en la ciudad Santa Marta se observan gravas limosas y arcillas inorgánicas con humedad natural media; en el primer caso, sin índice de plasticidad ya que no se encontró límite líquido, ni límite plástico. En el segundo caso, con IP inferior al 20%. Con base en la caracterización geotécnica de los suelos en los estudios realizados y relacionado con datos reportados en la bibliografía (Bardet, 1997), (State Committee for Construction in the Soviet Union, 1975), (Naval Facilities Engineering Command-NAVFAC, 1986), (Smolczyk, 2002), (Deutsche Gesellschaft für Geotechnik, 2008), como se presenta en el Gráfico 123; se definen los siguientes parámetros, mostrados en la Gráfico 123*

**Información biblioGráfico para estimación de parámetros del suelo**

Fuente: Experimental soil mechanics – Bardet, 1997

Tabla 88.

**TABLE 6**  
Typical properties of compacted soils based on results of USCS classification (after NAVFAC, 1982).

Typical names and soil groups	Group symbol	Range of maximum dry unit weight (kN/m <sup>3</sup> )	Range of optimum moisture content (%)	Typical value of compressibility (1/MPa)		Typical strength characteristics			Typical coefficient of permeability (cm/s)
				m <sub>v</sub> at 140 kPa	m <sub>v</sub> at 350 kPa	Cohesion c' as compacted (kPa)	Cohesion c' as saturated (kPa)	Effective stress envelope $\phi'$ (deg)	
Well graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	GW	19.6-21.2	8-11	0.02	0.02	0	0	> 38	0.03
Poorly graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	GP	18.1-19.6	11-14	0.03	0.03	0	0	> 37	0.05
Silty gravels, poorly graded gravel-sand-silt mixtures	GM	18.9-21.2	8-12	0.04	0.03	-	-	> 34	> 5 × 10 <sup>-7</sup>
Clayey gravels, poorly graded gravel-sand-silt mixtures	GC	18.1-20.4	9-14	0.05	0.05	-	-	> 31	> 5 × 10 <sup>-8</sup>
Well graded sands, gravelly sands, little or no fines	SW	17.3-20.4	9-16	0.04	0.03	0	0	38	> 5 × 10 <sup>-4</sup>
Poorly graded sands, gravelly sands, little or no fines	SP	15.7-18.9	12-21	0.06	0.04	0	0	37	> 5 × 10 <sup>-4</sup>
Silty sands, poorly graded sand-silt mixtures	SM	17.3-19.6	11-16	0.06	0.05	50	20	34	> 3 × 10 <sup>-6</sup>
Sand-silt-clay mixture with slightly plastic fines	SM-SC	17.3-20.4	11-15	0.06	0.04	50	14	33	> 1 × 10 <sup>-6</sup>
Clayey sands, poorly graded sand-clay mixtures	SC	16.5-19.6	11-19	0.08	0.06	74	11	31	> 3 × 10 <sup>-7</sup>
Inorganic silts and very fine sands, rock flour, silty or clayey fine sands with slight plasticity	ML	14.9-18.9	12-24	0.06	0.05	67	11	32	> 5 × 10 <sup>-6</sup>
Mixture of inorganic silt and clay	ML-CL	15.7-18.9	12-22	0.07	0.06	65	9	32	> 3 × 10 <sup>-7</sup>
Inorganic clays of low to medium plasticity, gravelly clays, sandy clays, silty clays, lean clays	CL	14.9-18.9	12-24	0.09	0.07	65	22	28	> 5 × 10 <sup>-8</sup>
Organic silts and organic silt-clays of low plasticity	OL	12.6-15.7	21-33	-	-	86	13	-	-
Inorganic silts, micaceous or diatomaceous fine sandy or silty soils, elastic silts	MH	11.0-14.9	24-40	0.14	0.11	72	20	25	> 3 × 10 <sup>-7</sup>
Inorganic clays of high plasticity, fat clays	CH	11.8-16.5	19-36	0.19	0.11	103	11	19	> 5 × 10 <sup>-8</sup>
Organic clays of medium to high plasticity, fat clays	OH	10.2-15.7	21-45	-	-	-	-	-	-

**Gráfico 123 Información biblioGráfico para estimación de parámetros del suelo**

Fuente: Experimental soil mechanics – Bardet, 1997

**Tabla 88 Parámetros de resistencia y peso unitario para cada UGI**



Fuente: Elaboración propia

	Ángulo de fricción ( $\phi'$ ) (°)	Peso unitario total ( $\gamma$ ) (kN/m <sup>3</sup> )	Cohesión (C') (kPa)
UGI1	20.0	28.0	16.0
UGI2	16.0	26.0	20.0
UGI3	16.0	25.0	17.0
UGI4	18.0	11.0	19.0
UGI5	17.0	25.0	18.0
UGI6	20.0	26.0	17.0
UGI7	15.0	26.0	19.0
UGI8	17.0	11.0	19.0

#### 3.7.4.1.1. Espesor de suelo

Teniendo en cuenta los estudios de suelos realizados, es posible identificar el espesor de las unidades geológicas para ingeniería definidas para el casco urbano de Santa Marta, esto se realizó con base en la evidencia de diferencia del comportamiento mecánico entre los materiales o el contacto con roca. Sin embargo, estos espesores corresponden a las profundidades promedio deslizables en la zona de estudio, por lo anterior, se define un espesor de suelo de 2.5 metros para las UGI encontradas.

#### 3.7.4.1.2. Altura de la lámina de agua

En la exploración realizada para Esquema de ordenamiento territorial (EOT, 2000) no se encontró nivel freático; por lo cual, para determinar este parámetro se tuvieron en cuenta varios escenarios para así realizar un análisis de sensibilidad y definirlo, en donde se puede evidenciar la fuerte influencia del nivel de agua en el cálculo del factor de seguridad para el método del talud infinito; adicionalmente, se debe considerar la cercanía de los cuerpos de agua en la presencia o ausencia de la lámina de agua en la zona de análisis. Según el análisis realizado se definió una altura de lámina de agua para cada una de las Unidades Geológicas para Ingeniería, los cuales se pueden observar en la Tabla 89.

**Tabla 89** Altura de lámina de agua

Fuente: Elaboración propia

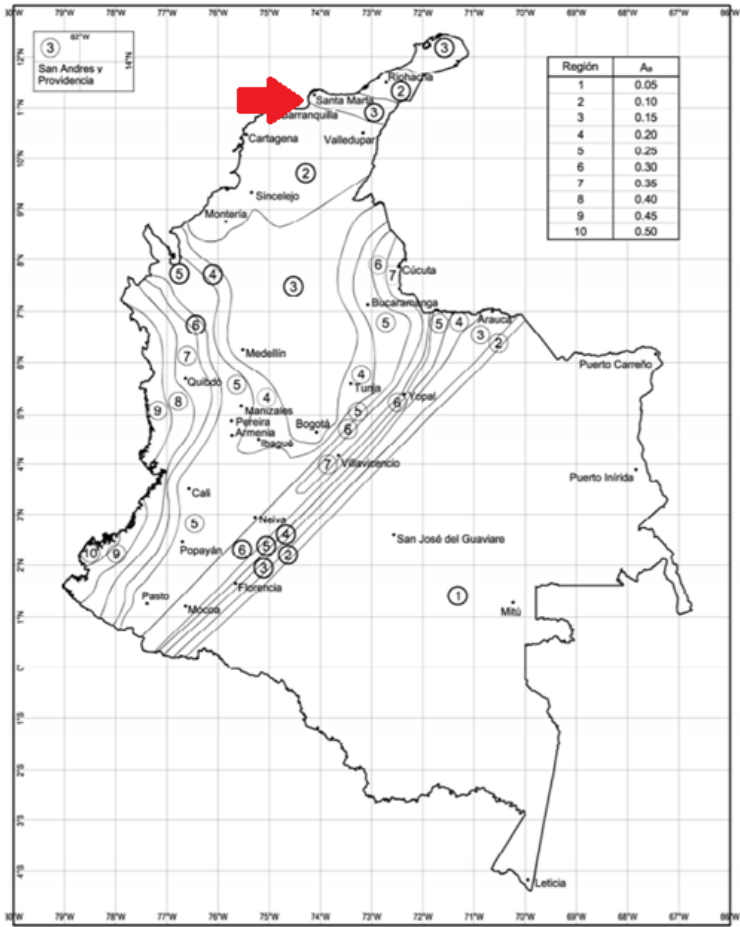
	Altura lámina de Agua (Hw) (m)
UGI1	0.8
UGI2	0.8
UGI3	1.0
UGI4	0.8

	Altura lámina de Agua (Hw) (m)
UGI5	1.0
UGI6	1.0
UGI7	1.0
UGI8	1.0

**3.7.4.1.3. Coeficiente horizontal de aceleración sísmica**

282

Según la Norma Sismo-resistente de 2010 (NSR, 2010), la ciudad Santa Marta se encuentra en zona de amenaza sísmica intermedia como se muestra en el Gráfico 124. Para esta región, se tiene un valor de coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva ( $A_a$ ) de 0.15. Este valor se adoptó para unidades geológicas encontradas en la zona de estudio.



0

Gráfico 124 Zonas de amenaza sísmica en Colombia

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial, 201

#### **3.7.4.1.4. Ancho y pendiente de tajadas**

Estos valores fueron definidos por el modelo de elevación digital, teniendo un ancho de celda de 1.0 metro y calculando la pendiente para cada uno de los píxeles, donde ésta se considerará como la pendiente de la superficie de falla.

### **3.7.5. Resultados**

283

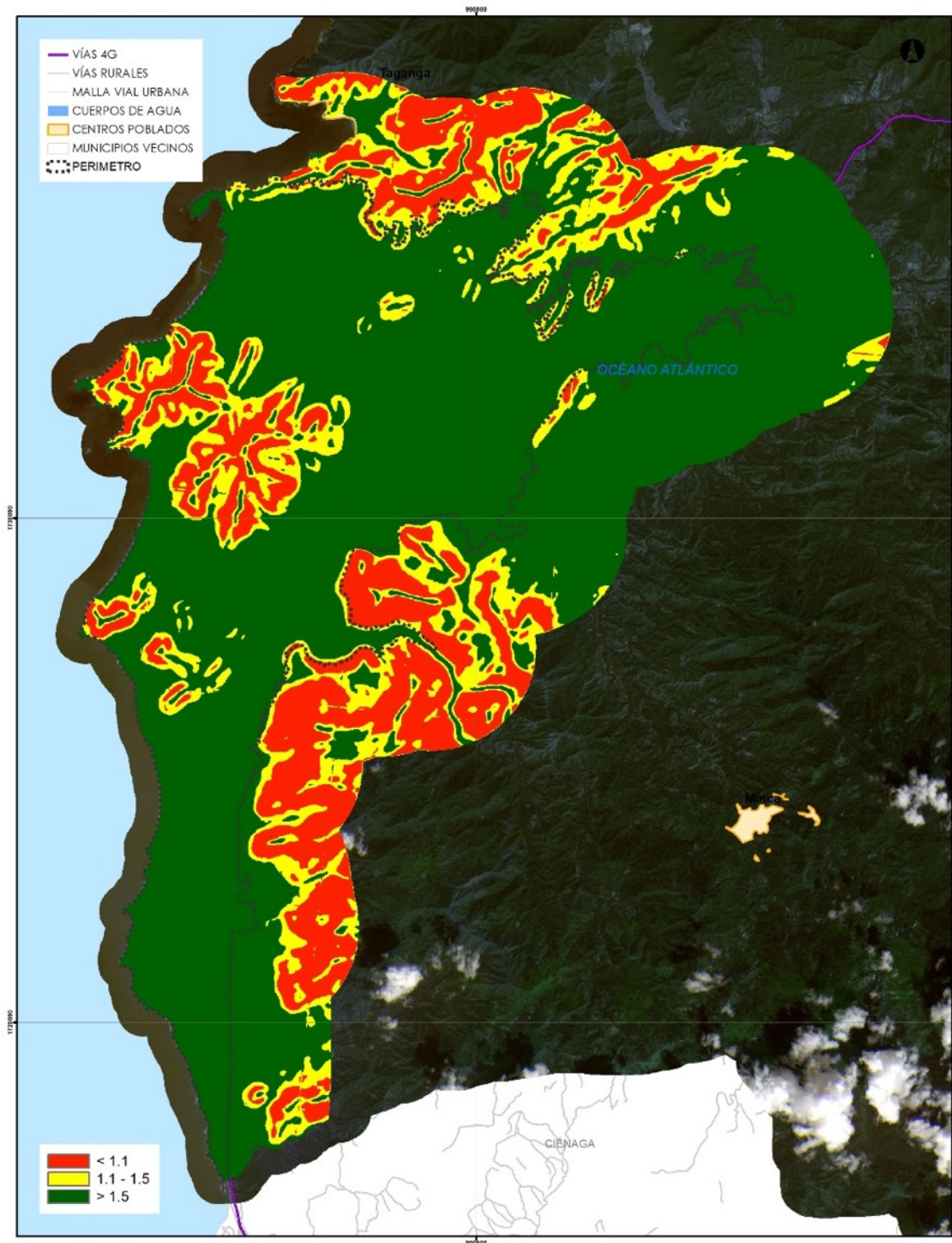
Al aplicar la ecuación de factor de seguridad descrita anteriormente (FS) en las unidades de trabajo, se clasificaron los resultados según el esquema metodológico propuesto, donde un FS mayor a 1.5 es verde y equivale a zona de amenaza sísmica baja, entre 1.5 y 1.1 es amarillo y equivale a zona de amenaza sísmica media, y menor a 1.1 rojo y equivale a zona de amenaza sísmica alta, permitiendo zonificar el área de análisis. El resultado obtenido de factores de seguridad se puede observar en el Gráfico 125.

#### **3.7.6. Análisis de resultados y determinación de la zonificación de amenaza por movimientos en masa.**

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos al aplicar la metodología propuesta, se procede a definir la zonificación de amenaza por movimientos en masa a escala 1:5000. Para lo anterior se debe tener en cuenta que la definición de la unidad de zonificación de terreno (UZT) para la escala trabajada corresponde a una UZT mínima de 2500 m<sup>2</sup>, según recomienda el SGC (2016).

Para esto, se compararon los resultados obtenidos de factor de seguridad (Gráfico 125) con el mapa de elevación y pendientes, fotos satelitales y el catálogo de movimientos en masa. Para generar los polígonos correspondientes a las clasificaciones de amenaza, se tuvo en cuenta la clasificación de amenaza propuesta mediante los resultados de factor de seguridad y la geometría del talud que puede ser definida mediante las curvas de nivel del terreno.

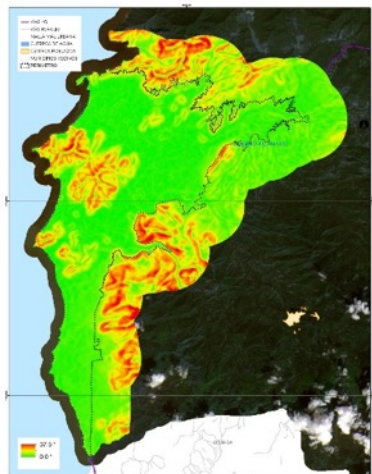
Luego de este análisis, se llegó a la zonificación de amenaza por procesos de remoción en masa. Parte de las comparaciones y análisis realizados son mostrados en el Gráfico 126.



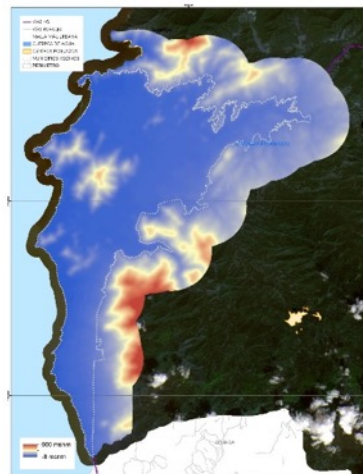
**Gráfico 125 Resultados de factor de seguridad**  
Fuente: Elaboración propia



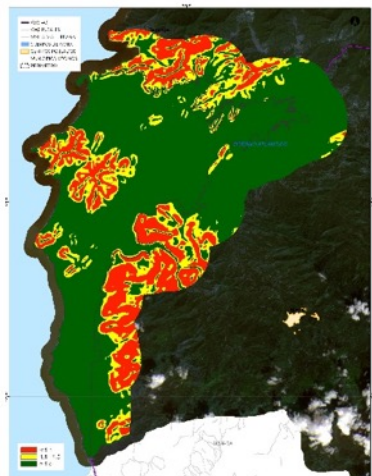
Mapa de pendientes



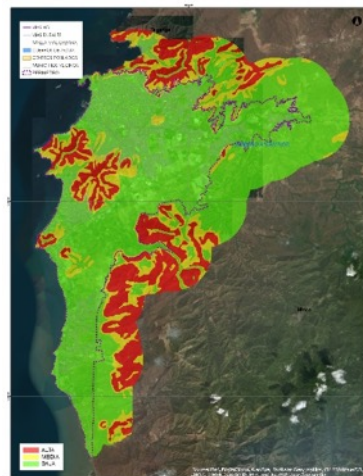
Mapa de elevación



Mapa de factor de seguridad



Zonificación



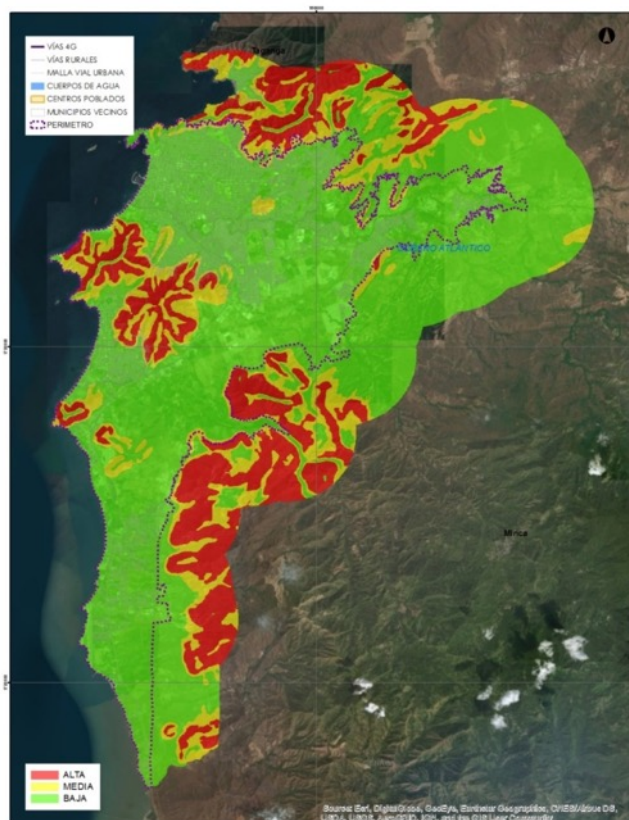
**Gráfico 126** Análisis para la zonificación de amenaza por movimientos en masa

Fuente: Elaboración propia

### 3.7.7. Descripción de la zonificación por movimientos en masa

- Amenaza baja: Corresponde a resultados de factor de seguridad mayores a 1.5, con promedio de pendientes entre 0° y 10°. Ocupa un 83.1% respecto al área total de Santa Marta; esta es unas zonas relativamente estables, en donde no se observa que su estabilidad depende del manejo y la estabilidad de las laderas adyacentes. Las zonas de amenaza baja corresponden a zonas con una baja probabilidad de ocurrencia de procesos de remoción en masa.

- **Amenaza media:** Corresponde a resultados de factor de seguridad entre 1.1 y 1.5 según la zonificación realizada se puede observar que corresponde a pendientes mayores a 10° y menores a 20°; esta zona corresponde al 10.3% del casco urbano de la ciudad de Santa Marta; esta es una zona de estabilidad marginal susceptibles a procesos denudacionales por el mal manejo del terreno y de las aguas superficiales.
- **Amenaza alta:** Corresponde a resultados de factor de seguridad menores a 1.1 en donde se observan pendientes mayores a 20° y máximas de 35°. Esta zona ocupa el 6.6% del casco urbano de la ciudad de Santa Marta; esta es una zona que ha sido afectada por procesos de inestabilidad y corresponde a zonas con alta probabilidad de ser afectadas por procesos de remoción en masa.



**Gráfico 127 Zonificación de amenaza por movimientos en masa**

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 90 Análisis de áreas de amenaza por remoción en masa para el casco urbano de Santa Marta**

Fuente: Elaboración propia

Nivel de amenaza	Área (ha)	Porcentaje
Alta	562.4	6.6%
Media	882.4	10.3%



Baja	7121.3	83.1%
TOTAL	8566.1	100.0%

### 3.8. Amenaza por inundación súbita

Las inundaciones súbitas son fenómenos naturales o antropicos que producen pérdidas humanas y económicas muy severas (Kron, 2005; Merz and Blo, 2003; Samuels, 2006). La inundación súbita se puede asociar al fenómeno natural de origen hidrometeorológico atribuible a precipitación torrencial con duración corta y descarga alta, que se encuentra espacialmente confinada a regiones de pie de monte, en donde es frecuente observar lluvias de origen convectivo intensificadas por razones oroGráficas (UNISDR, 2009; WMO, 2012).

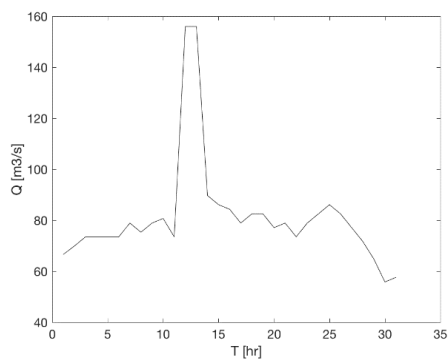
Estos fenómenos se diferencian de las inundaciones lenticas en varios aspectos, como el tiempo de tránsito, el tamaño y la morfometría de la cuenca hidroGráfica que las produce, el tiempo de ocupación de espacios habitualmente secos, altas velocidades de flujo, así como también rápida variación de la lámina de flujo y por la cantidad de energía que transporta el flujo (Borga et al., 2014). En ese sentido, resulta importante realizar una evaluación particular de inundaciones súbitas de agua clara y con material de arrastre (avenidas torrenciales) teniendo en cuenta la información histórica que permite establecer la ocurrencia del fenómeno en el área de estudio.

Es ampliamente sabido, que resulta bastante difícil realizar un análisis de avenidas torrenciales a las escalas adecuadas por las limitaciones típicas de información relacionadas con caracterización de los materiales y levantamiento de los deslizamientos que pueden generar la avenida. Adicionalmente, es necesario para este tipo de análisis conocer a un nivel detallado las secciones entre los posibles sitios de ocurrencia de deslizamientos y los puntos donde se localizan los elementos expuestos. En ese sentido, como alternativa se propone hacer un análisis de inundaciones súbitas usando eventos de períodos de retorno muy altos (ie. >1.000 años) y con duraciones pequeñas asociadas a tiempos de concentración muy cortos, esto con el fin de emular eventos muy extremos relativamente equiparables a las simulaciones de avenidas torrenciales solo que usando los sistemas de ecuaciones de agua clara.

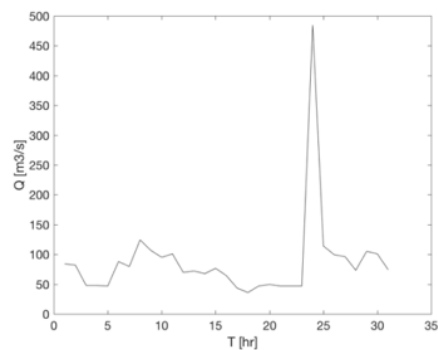
Desde esta perspectiva, mediante un análisis de frecuencias basado en métodos de desagregación de eventos (i.e. Lee and Jeong, 2014) se generaron eventos de corta duración (hasta 36 horas) que se caracterizan por el aumento súbito de caudales generando picos. Este análisis de eventos está fundamentado en la suposición de ergodicidad del sistema (i.e. el futuro será similar al pasado) y para este caso en particular se considera el efecto de la variabilidad y cambio climático incorporando reducción en la lluvia y aumento de intensidad. Los eventos generados para el escenario de 1:1000 años en el contexto de avenidas torrenciales, como se explicó anteriormente, para el municipio de Santa Marta se presentan en el Gráfico 128.

Con estos hidrogramas como entrada al sistema, se calcularon las profundidades de inundación y la zonificación de amenaza. Los resultados se presentan en las siguientes Gráficas, donde se destaca el corregimiento Guachaca, especialmente por los fenómenos ocurridos en los últimos años. Los registros históricos muestran un evento ocurrido en octubre del año 2008 con registro de afectados y un evento en febrero de 2017, donde se reportaron cerca de 1291 afectados entre los corregimientos de Puerto Nuevo y Guachaca.

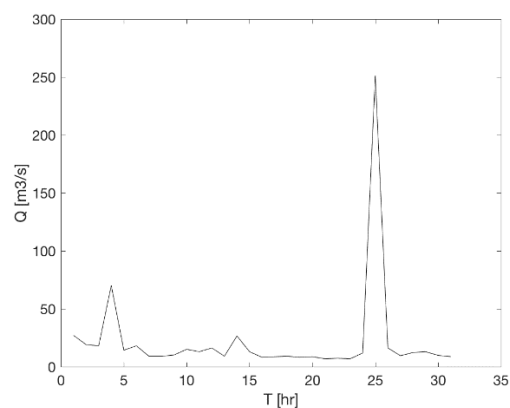
Buritaca



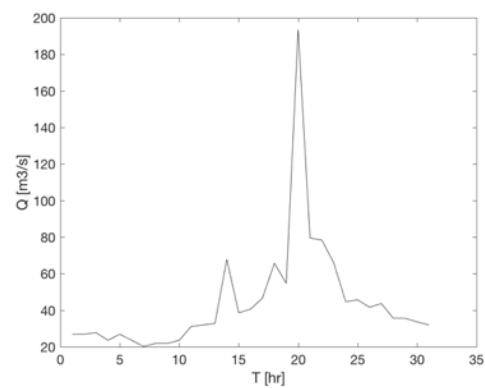
Don Diego



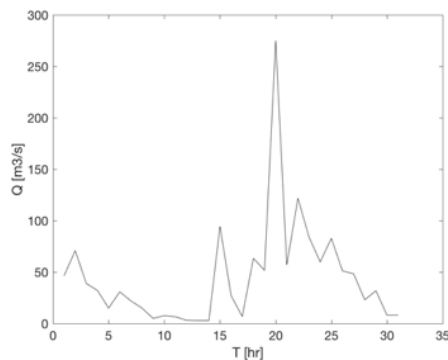
Gaira



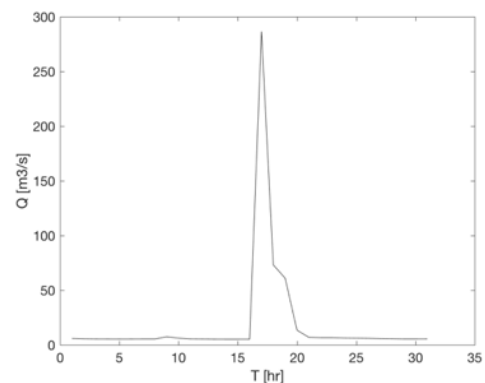
Guachaca



Manzanares

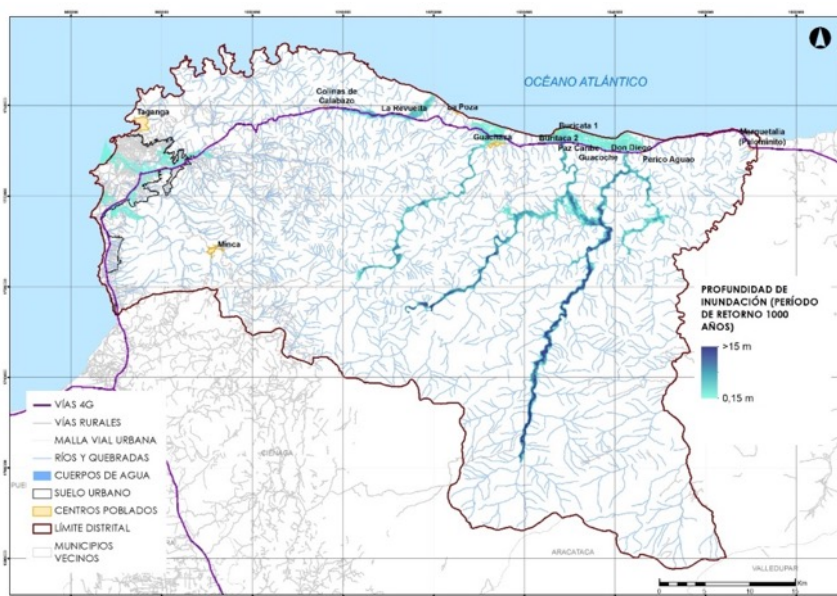


Piedras



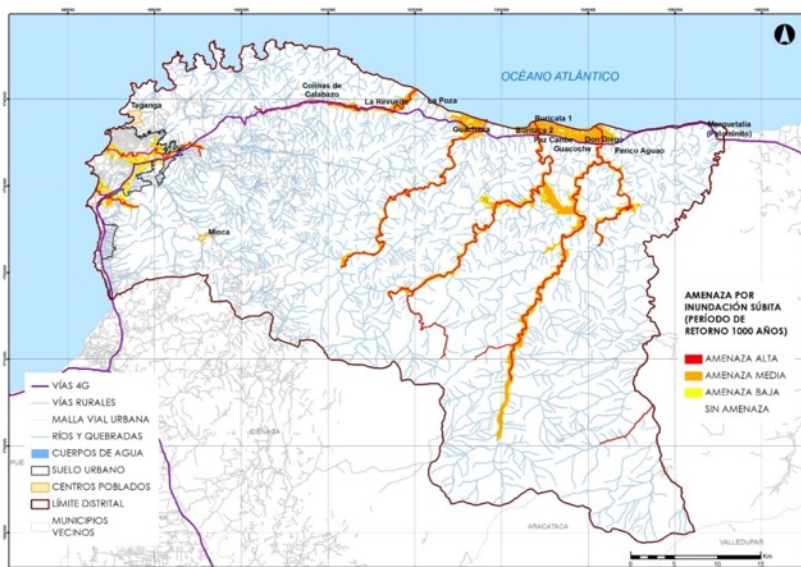
**Gráfico 128. Eventos seleccionados para la simulación de escenarios de avenidas torrenciales en el contexto rural del municipio de Santa Marta.**

Fuente: elaboración propia



**Gráfico 129. Mapas de inundaciones súbitas en el contexto rural del municipio de Santa Marta.**

Fuente: elaboración propia



**Gráfico 130. Mapas de zonificación de amenaza por inundación súbita en el contexto rural del municipio de Santa Marta.**

Fuente: elaboración propia

Se estima alrededor de un 0.65% del área en amenaza alta por inundación súbita, un 3.66% en amenaza media y un 0.2% en amenaza baja, para un total de 5% aproximadamente en algún nivel de amenaza. El restante 95% del área municipal no presenta amenaza por inundación súbita.

**Tabla 91. Estimación de áreas de amenaza por inundación para período de retorno de 1000 años**

Fuente: elaboración propia

Nivel de amenaza	Área (ha)	Porcentaje (%)
Alto	1,528.27	0.65%
Medio	8,583.08	3.66%
Bajo	405.42	0.17%
No amenaza	224,272.98	95.52%
Total	234,789.75	100.00%

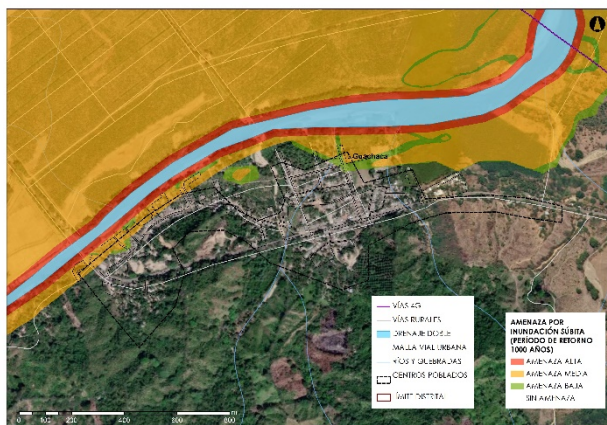
Así mismo, con base en este análisis, se hace una zonificación de amenaza para los centros poblados en los que se identificaron registros históricos de eventos de inundaciones de características súbitas. En la Gráfico 131, se muestran los resultados obtenidos usando la metodología de inundación súbita. Si bien los eventos son de características súbitas las velocidades en la mayoría de centros poblados es baja comparada con eventos torrenciales y la amenaza está principalmente asociada a los niveles de inundación. Esto es validado por la alta correlación entre las áreas inundadas por eventos de inundación lenta y súbita.

a)Don Diego

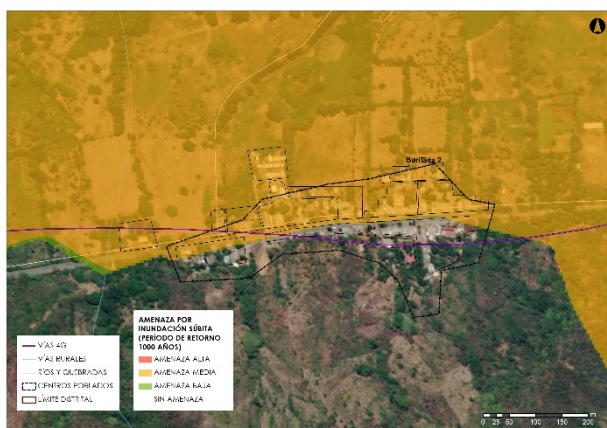


b)Guachaca

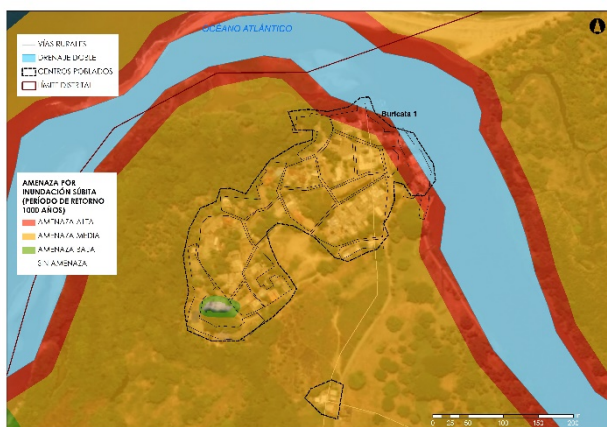




c) Buritaca 2



d) Buritaca 1

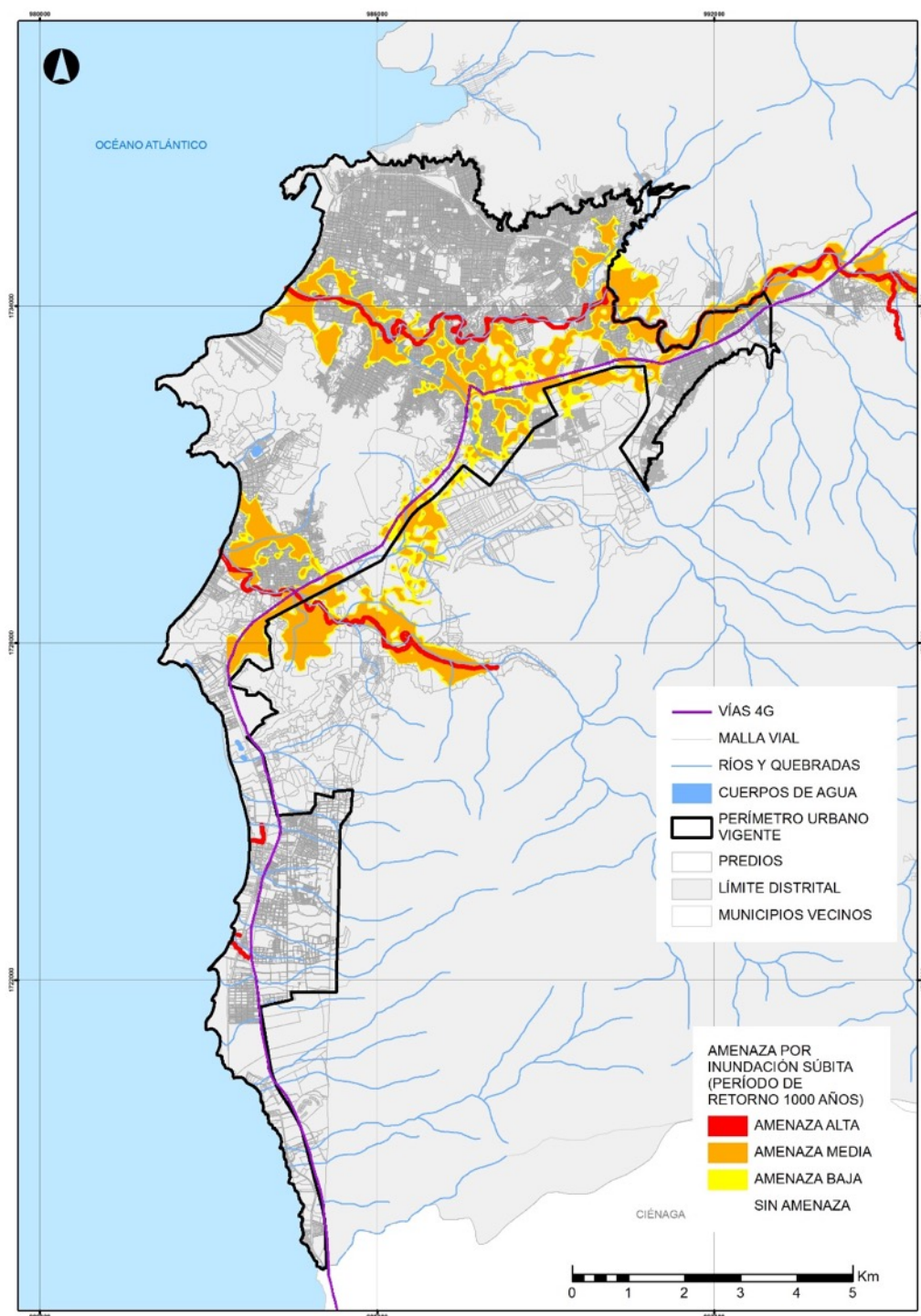


**Gráfico 131. Zonificación de amenaza por inundación súbita para los principales centros poblados con antecedentes de amenaza.**

Fuente: elaboración propia

De manera complementaria, se hizo un análisis de inundaciones con eventos de naturaleza súbita para las cuencas urbanas del río Gaira y Manzanares teniendo en cuenta los eventos de diseño presentados previamente. Los resultados obtenidos se muestran en el siguiente cuadro, como se

puede observar las áreas de amenaza alta y media guardan una importante correlación con las obtenidas en el modelo urbano de inundaciones previamente discutido.



**Gráfico 132. Zonificación de amenaza por inundación súbita para las cuencas urbanas del río Gaira y Manzanares**  
Fuente: elaboración propia



Finalmente, se realiza la estimación de las áreas de amenaza y se obtiene un 9% del área del perímetro urbano clasificada en amenaza media, más de un 1% en amenaza alta y un 3% en amenaza baja. El restante 87% no se encuentra en zona de amenaza.

**Tabla 92. Estimación de áreas de amenaza por inundación por período de retorno de 1000 años en el casco urbano de Santa Marta**

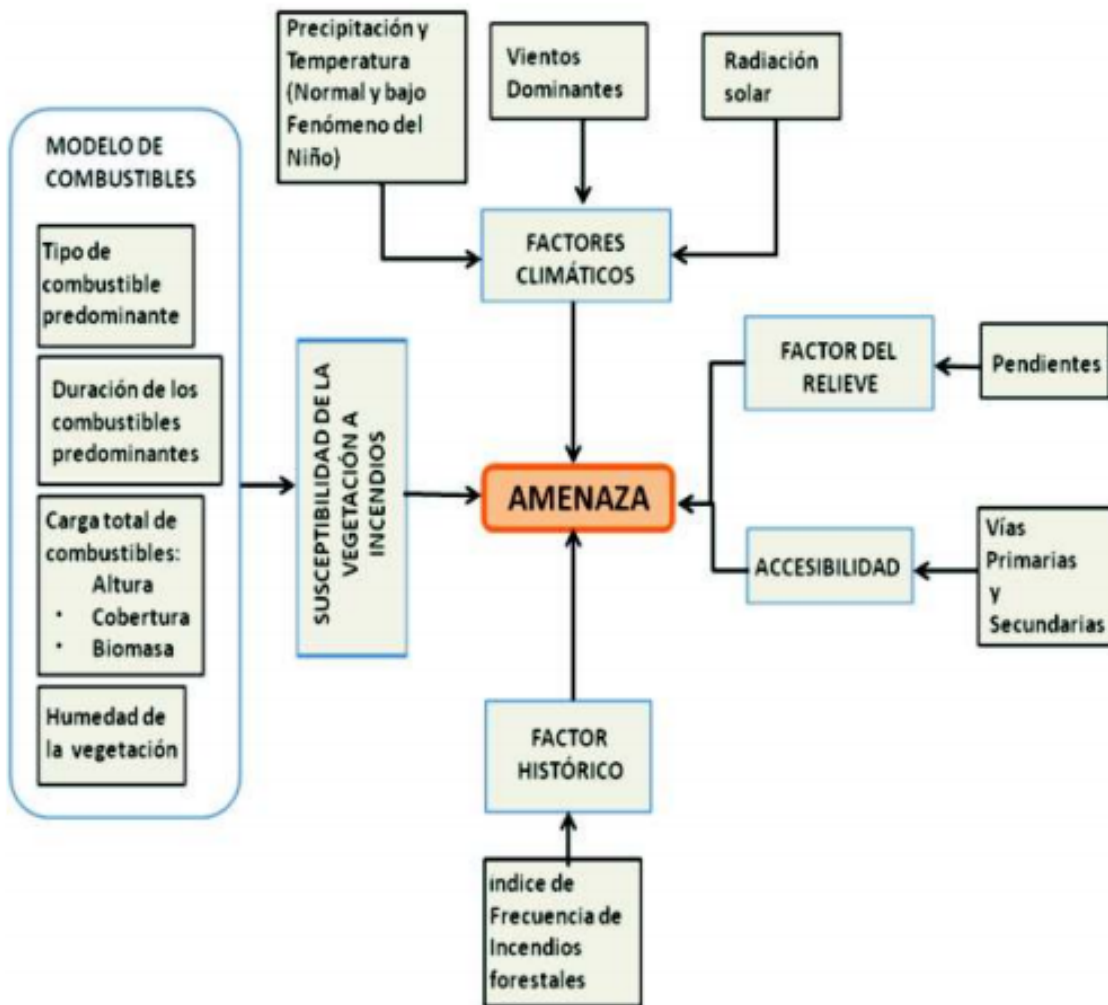
Fuente: elaboración propia

Nivel de amenaza	Área (ha)	Porcentaje (%)
Alto	102.94	1.35%
Medio	683.04	8.97%
Bajo	202.64	2.66%
No amenaza	6626.83	87.02%
Total	7,615.45	100.00%

### 3.9. Amenaza por incendios forestales

Uno de los riesgos que se presentan de forma recurrente a nivel rural por causas naturales y/o antrópicas son los derivados de los incendios forestales, los cuales afectan coberturas vegetales, biodiversidad, suelos, provocando procesos de desertificación, agotamiento de recurso hídrico, entre otros. Teniendo en cuenta lo anterior, el IDEAM en cumplimiento de sus funciones estableció el “Protocolo para la Zonificación de Riesgos por Incendios de la Cobertura Vegetal 1:100.000” Incorporando una metodología para la evaluación de la amenaza por incendios forestales que permita elaborar los mapas de riesgo por las entidades encargadas de la prevención, control y gestión de áreas afectadas por incendios forestales.

Es importante establecer como mínimo dos escenarios posibles para este tipo de eventos, los cuales corresponden a un fenómeno normal de precipitación y temperatura y el riesgo bajo condiciones de fenómeno El Niño. Teniendo en cuenta lo anterior el protocolo fue organizado de la siguiente forma:



**Gráfico 133. Fases para la evaluación del riesgo por incendios**

Fuente: IDEAM, 2011.

El análisis de la amenaza se tiene en cuenta factores climáticos, de relieve, históricos de incendios, accesibilidad y susceptibilidad de las coberturas vegetales, por lo cual es necesario contar con información espacializada de cada uno de los factores anteriormente mencionados. Una vez se cuenta con la información requerida, es necesario realizar una normalización entre variables y factores, esto debido a que existen diferencias sobre cómo se mide cada variable, por lo que se realiza una estandarización para que todos se puedan correlacionar.

Una vez normalizadas las variables y factores, se agrupan bajo una distribución de frecuencias en 5 rangos, a los cuales se les asigna una calificación categórica de la siguiente manera:

- Muy Bajo
- Bajo
- Moderado
- Alto

- Muy Alto

A partir del criterio de expertos se realizó una ponderación de pesos para cada variable dando como resultado la siguiente ecuación de relación tanto para nivel regional como local:

Amenaza = Susceptibilidad de la vegetación\*(0.17) + precipitación\*(0.25) + temperatura\*(0.25) + Vulnerabilidad Infraestructura\*(0.06) + frecuencia\*(0.06) + accesibilidad\*(0.03)

Vulnerabilidad = V.Institucional\*(0.04) + V. patrimonial\*(0.20) + V.Poblacional\*(0.31) + V.Territorial\*(0.20) + V.Infraestructura\*(0.06) + V.Económica\*(0.18)

### 3.9.1. Información requerida

295

Para la evaluación de la amenaza por incendio forestal es necesario contar con la siguiente información cartográfica:

- Mapa base con división político-administrativa, centros poblados
- Hidrografía de la zona (ríos, quebradas, cuerpos de agua)
- Curvas de nivel
- Mapa de cobertura vegetal
- Mapa de precipitación media multianual (isoyeta)
- Mapa de temperatura media multianual (Isoyetas)
- Mapa histórico de existencia de incendios forestales a nivel municipal (cantidad de incendios y causas de estos)
- Mapa de pendientes
- Mapa vial
- Adicionalmente se puede incluir la siguiente información en caso de contar con ello:
- Dirección de vientos predominantes
- Velocidad de vientos predominantes
- Brillo solar

Con todos estos factores se realiza el cruce de información que permita generar los mapas de amenaza, vulnerabilidad y riesgo por incendios forestales a nivel rural, identificando las zonas con mayor probabilidad a que ocurra un evento de este tipo y así poder establecer medidas de prevención.

### 3.9.2. Evaluación de la amenaza

La evaluación de la amenaza se realiza a partir de la zonificación y calificación de los siguientes factores propios del territorio, los cuales le confieren una mayor o menor probabilidad de ser afectados por incendios. Para la determinación del comportamiento de un incendio y aquellas zonas donde el inicio de la combustión es más probable se tiene una evaluación de diversos factores, tales como la vegetación, el viento, humedad, precipitación, topografía, usos de la tierra, redes viales y

poblaciones cercanas, abarcando los diferentes aspectos que pueden influir en un incendio de acuerdo con la metodología del IDEAM (2011).

A partir del análisis de la información se evalúa la susceptibilidad por componente, estableciendo el nivel de susceptibilidad por relieve, coberturas, accesibilidad, factores climáticos e histórico de incendios. Para el caso del municipio de Santa Marta se generó la zonificación de la amenaza a partir de la información disponible del municipio a escala 1:100.000.

### 3.9.2.1. Susceptibilidad de la cobertura vegetal a incendios

296

A través de la identificación y valoración de la condición pirogénica de las coberturas para Colombia se realiza la calificación de las características de la vegetación en función del tipo, duración y carga del material combustible de cada cobertura vegetal. El modelo de combustibles permite identificar la condición pirogénica por tipo de cobertura, conformado por los siguientes factores:

Tipo de combustible vegetal predominante por bioma y ecosistema: Conforme a las coberturas encontradas en el municipio se reclasificaron de acuerdo con el tipo de material combustible dominante y se clasificaron teniendo en cuenta la Tabla 93. La clasificación para el tipo de combustible predominante se estableció de la siguiente manera:

**Tabla 93 Tipo de combustible predominante**

Fuente: IDEAM, 2011

TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	TIPO DE COMBUSTIBLE PREDOMINANTE
3.3.2. Afloramientos rocosos	No combustibles
3.1.1. Bosque denso	Árbustos
3.1.3. Bosque fragmentado	Árboles
3.1.4. Bosque de galería y ripario	Árboles
3.1.1. Bosque denso	Árboles
3.1.3. Bosque fragmentado	Árboles
3.2.2. Arbustal	Arbustos
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustibles
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Pastos/hierbas
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Pastos/hierbas
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	Pastos/hierbas
2.4.1. Mosaico de cultivos	Hierbas
2.3.3. Pastos enmalezados	Pastos
2.3.1. Pastos limpios	Pastos
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Pastos/hierbas
3.2.1. Herbazal	Hierbas
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	No combustibles

**Tabla 94 Calificación del tipo de combustible**

Fuente: IDEAM, 2011

TIPO DE COMBUSTIBLE	CATEGORÍA DE AMENAZA	CLASIFICACIÓN
Arboles	BAJA	2

Árboles y Arbustos	MODERADA	3
Arbustos / Hierbas	ALTA	4
Pastos/Hierbas	MUY ALTA	5
No combustibles – áreas urbanas	MUY BAJA	1

Para la evaluación de susceptibilidad por tipo de cobertura para el municipio de Santa Marta se utilizó el mapa de coberturas Corine Land Cover 3 del año 2012, el cual se clasificó de acuerdo con el tipo de combustible predominante y su grado de amenaza.

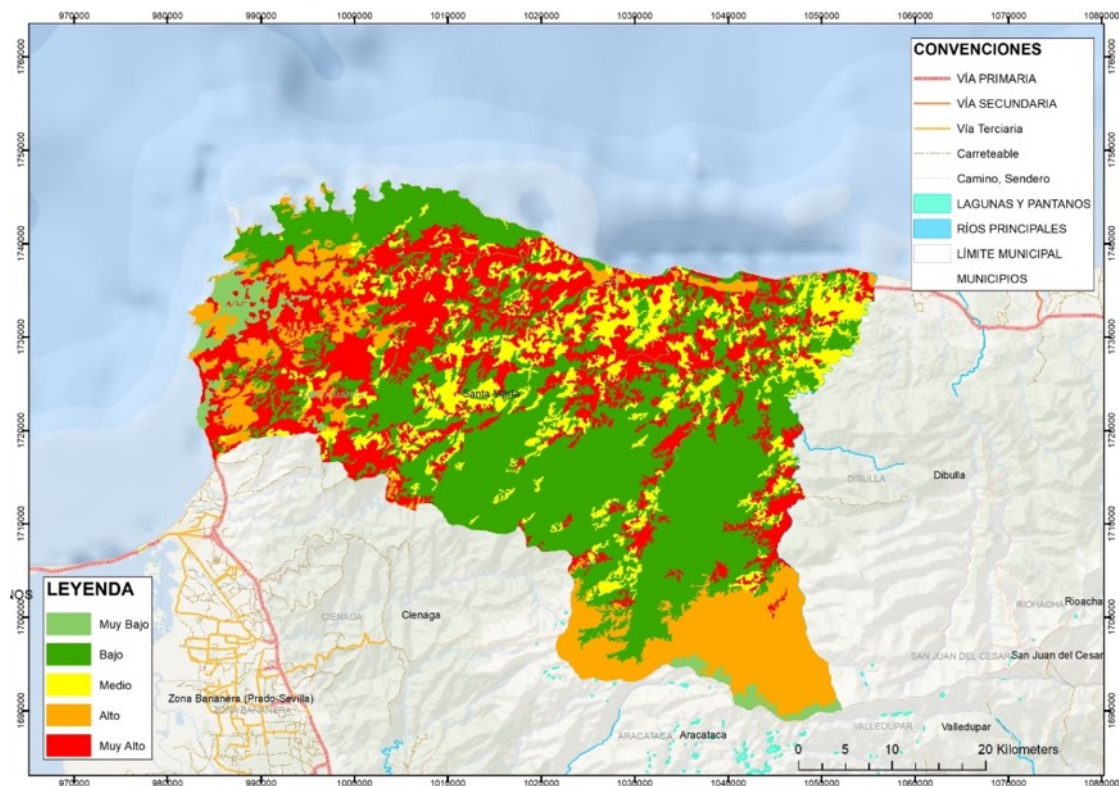
Se encontró que alrededor del 26% del municipio se encuentra dentro de la categoría Muy Alta dado que son áreas de pastos limpios y grandes extensiones de mosaicos de cultivos. En la Tabla 95 se encuentra la categorización de susceptibilidad por tipo de combustible:

**Tabla 95 Categorización de susceptibilidad por tipo de combustible**

Fuente: Elaboración propia

Categoría	Área (ha)	Área %
<b>Muy baja</b>	7216.95	3.09
<b>Baja</b>	100763.00	43.09
<b>Media</b>	30396.00	13.00
<b>Alta</b>	35481.00	15.17
<b>Muy alta</b>	60011.10	25.66
<b>TOTAL</b>	233868.05	100.00

La categoría Alta y muy alta se encuentra en un 41% del municipio, especialmente en zonas donde existen zonas de cultivos, mosaicos de cultivos, mosaicos de pastos y espacios naturales, seguido de un 13% en la categoría media y un 46% categorías muy baja y baja, las cuales corresponden a zonas urbanas y zonas arbóreas que se constituyen dentro de esta categoría. En el siguiente mapa se observa la clasificación de las coberturas por tipo de combustible.



**Gráfico 134. Mapa de tipo de combustible predominante**

Fuente: Elaboración propia

Duración del tipo de combustible dominante: Es la duración en horas de cada tipo de combustible, definidos en horas de ignición (1 hora, 10 horas, 100 horas). A partir del mapa de cobertura vegetal Corine Land Cover nivel 3 se realiza una reclasificación por horas del tiempo que tarda cada cobertura su temperatura de ignición y consumirse. La clasificación para la duración el tipo de combustible se estableció de la siguiente manera:



**Tabla 96 Duración del combustible por cobertura**

Fuente: IDEAM, 2011

TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	DURACIÓN DEL COMBUSTIBLE PREDOMINANTE
3.3.2. Afloramientos rocosos	No combustibles
3.1.1. Bosque denso	10 horas
3.1.3. Bosque fragmentado	100 horas
3.1.4. Bosque de galería y ripario	100 horas
3.1.1. Bosque denso	100 horas
3.1.3. Bosque fragmentado	100 horas
3.2.2. Arbustal	100 horas
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustibles
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1 hora
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	1 hora
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	1 hora
2.4.1. Mosaico de cultivos	10 horas
2.3.3. Pastos enmalezados	1 hora
2.3.1. Pastos limpios	1 hora
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	1 hora
3.2.1. Herbazal	10 horas
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	No combustibles

299

**Tabla 97 Calificación de la duración del combustible por tipo de cobertura**

Fuente: IDEAM, 2011

DURACIÓN DE LOS COMBUSTIBLES	CATEGORÍA DE AMENAZA	CLASIFICACIÓN
No Combustible – Áreas Urbanas	MUY BAJA	1
100 horas (predominio de árboles)	BAJA	2
10 horas (Predominio de arbustos y hierbas)	MODERADA	3
1 hora (predominio de pastos)	ALTA	4

De acuerdo con la clasificación para cada tipo de cobertura en el municipio se realizó la calificación de cada cobertura lo cual permitió establecer el área para cada categoría, siendo la amenaza baja por duración del combustible la categoría que predomina en el territorio.

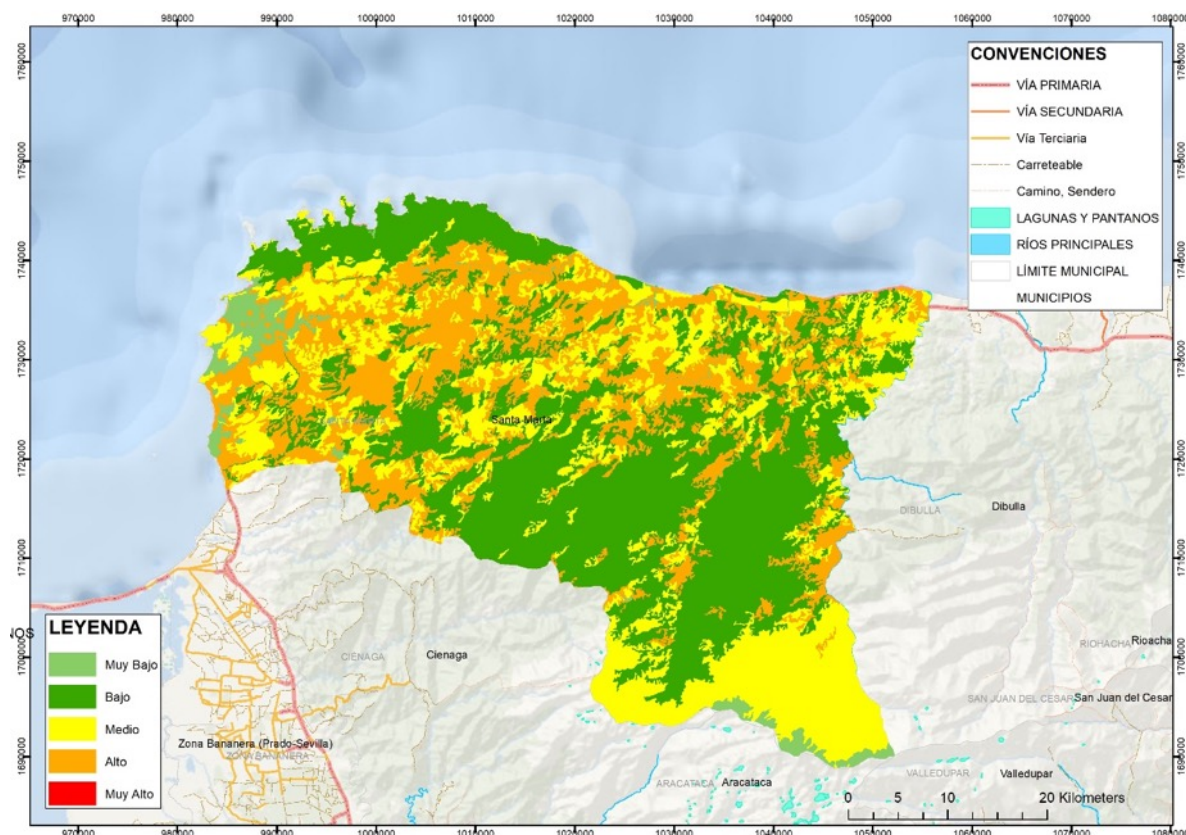
**Tabla 98 Calificación de susceptibilidad por duración del combustible**

Fuente: Elaboración propia

Categoría	Área (ha)	Área %
Muy baja	7216.95	3.09
Baja	100763	43.09
Media	65877	28.17
Alta	60011.1	25.66
TOTAL	233868.05	100.00

De acuerdo con los resultados se identificó que el 26% del municipio corresponde a una susceptibilidad alta según la duración del combustible, siendo zonas conformadas por coberturas

de pastos limpios y mosaicos de pastos y cultivos los cuales tienen un promedio de duración de combustible de 1 hora. En el Gráfico 135 se muestra la categorización por duración de combustible.



**Gráfico 135 Mapa duración de combustible**

Fuente: Elaboración propia

Carga total de combustibles: Se define como la caracterización de la correlación de altura en metros, cobertura en valor porcentual, biomasa aérea y humedad media de la vegetación, definiendo el modelo de combustible para cada unidad de vegetación. La clasificación de carga total de combustibles se estableció de la siguiente forma:

**Tabla 99 Carga total de combustible por biomasa**

Fuente: IDEAM, 2011

TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	CARGA TOTAL (BIOMASA) DE COMBUSTIBLES
3.3.2. Afloramientos rocosos	No combustibles
3.1.1. Bosque denso	Moderada (50-100 ton/ha)
3.1.3. Bosque fragmentado	Muy alta (más de 100 ton/ha)
3.1.4. Bosque de galería y ripario	Muy alta (más de 100 ton/ha)
3.1.1. Bosque denso	Muy alta (más de 100 ton/ha)
3.1.3. Bosque fragmentado	Muy alta (más de 100 ton/ha)
3.2.2. Arbustal	Muy alta (más de 100 ton/ha)
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	No combustibles
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Moderada (50-100 ton/ha)
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Moderada (50-100 ton/ha)
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	Moderada (50-100 ton/ha)
2.4.1. Mosaico de cultivos	Baja (1-50 ton/ha)
2.3.3. Pastos enmalezados	Baja (1-50 ton/ha)
2.3.1. Pastos limpios	Baja (1-50 ton/ha)
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	Moderada (50-100 ton/ha)
3.2.1. Herbazal	Baja (1-50 ton/ha)
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	No combustibles

301

**Tabla 100 Calificación de la carga total de combustible por tipo de cobertura**

Fuente: IDEAM, 2011

CARGA TOTAL DE COMBUSTIBLE	CATEGORÍA DE AMENAZA	CLASIFICACIÓN
No combustible	MUY BAJA	1
Áreas urbanas (menos de 1Ton/ha)	MUY BAJA	1
Baja (1 – 50 Ton/ha)	BAJA	2
Moderada (50 a 100 Ton/ha)	MODERADA	3
Muy alta (más de 100 Ton/ha)	ALTA	4

Para la generación de la susceptibilidad por cobertura para el municipio de Santa Marta se clasificaron los tipos de coberturas de la región de acuerdo con su potencial de combustión, clasificándolo por tipo, duración y carga total de combustible generando como resultado la susceptibilidad de las coberturas vegetales ante los incendios. A partir de los resultados obtenidos se obtuvo una susceptibilidad alta a incendios forestales por factor de coberturas vegetales, esto se debe en su mayoría a la cantidad de zonas de cultivo, pastos, bosque denso, bosque fragmentado y otros cultivos.

**Tabla 101 Calificación de la carga total del combustible**

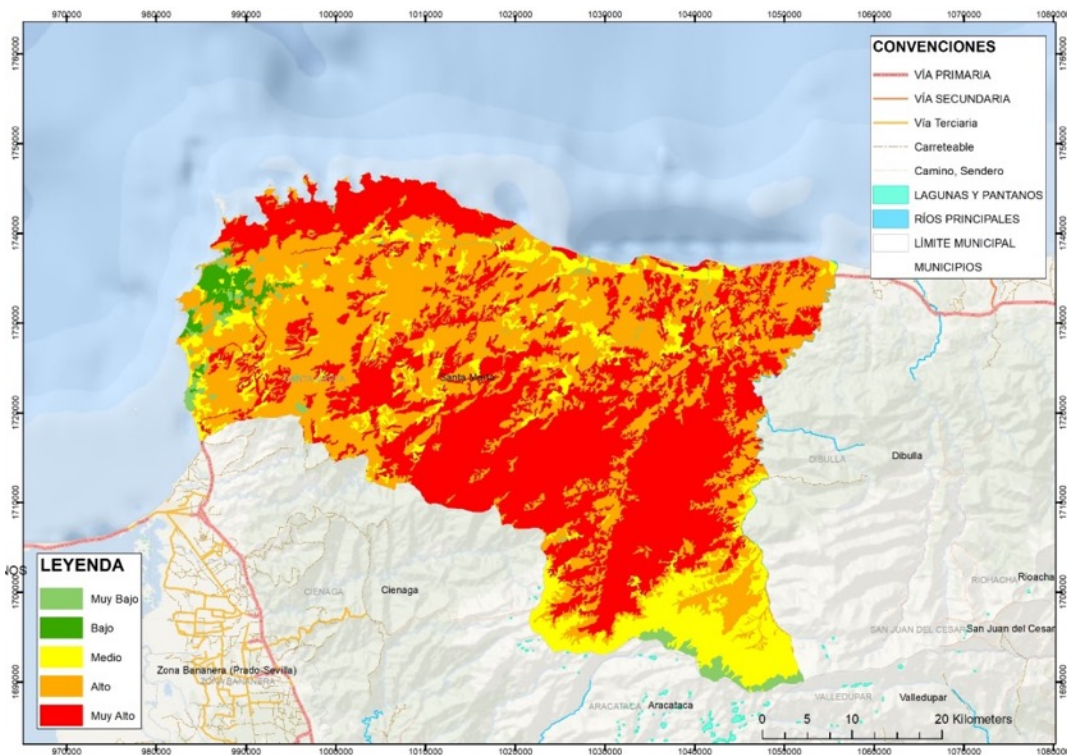
Fuente: Elaboración propia

Categoría	Área (ha)	Área %
Muy baja	4399.63	1.88
Baja	2817.32	1.20
Media	30687.4	13.12
Alta	95200.6	40.71

Categoría	Área (ha)	Área %
Muy alta	100763	43.09
<b>TOTAL</b>	<b>233868.05</b>	<b>100.00</b>

De acuerdo con el porcentaje de biomasa, humedad y porcentaje de cobertura se realizó la evaluación de la carga total del combustible por cada tipo de cobertura dentro del municipio, identificándose que el 43% correspondiente a 100763.0 ha son áreas de susceptibilidad muy alta a ocurrencia de incendios correspondiente a extensiones de bosque denso y fragmentado, lo que aumenta la susceptibilidad ante un incendio por la carga total de combustible. En categoría media se encuentra el 13% del territorio, comprendiendo mosaicos de pastos y cultivos, siendo la categoría predominante. En cuanto a las categorías baja y muy baja se encuentra alrededor de ha correspondientes al 3% del territorio del municipio, constituyéndose principalmente por áreas de tejidos urbanos continuos y discontinuos, áreas de lagos y lagunas. En el gráfico se muestra la categorización por carga total de combustible para el municipio de Santa Marta.

302



**Gráfico 136 Mapa Carga total de combustible**

Fuente: Elaboración propia

Susceptibilidad de las coberturas ante incendios forestales:

Tomando los resultados de la categorización por tipo, duración y carga total de combustible se generó el mapa de susceptibilidad de las coberturas vegetales ante incendios siguiendo la ecuación de susceptibilidad:

$$S_{usc} = (0.35)Tc + (0.35)Dc + (0.3)Cc$$

Donde:

Susc: Susceptibilidad de la vegetación

Tc: calificación por tipo de combustible

Dc: calificación por duración del combustible

Cc: calificación de la carga de combustible

Por medio del álgebra de mapas se realizó el cálculo de la amenaza por coberturas vegetales, integrando el tipo, carga y duración de cada una. Para establecer un rango a cada resultado se realizó una normalización del resultado en 5 rangos desde muy bajo a muy alto, como se muestra en la Tabla 102.

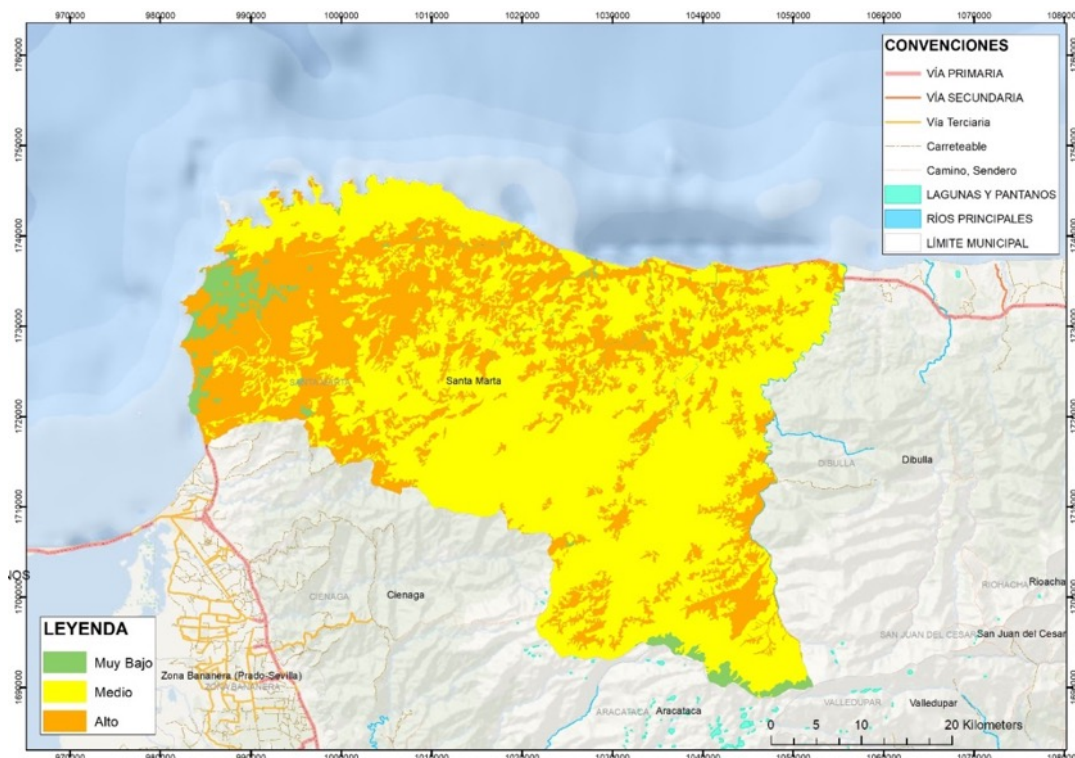
**Tabla 102 Calificación de la amenaza total por cobertura vegetal**

Fuente: Elaboración propia

Categoría	Área (ha)	Área %
<b>Muy bajo</b>	7216.95	3.09
<b>Medio</b>	148223	63.38
<b>Alto</b>	78427.4	33.53
<b>TOTAL</b>	233868.05	100.00

Se muestra que el 34% del municipio se encuentra en categoría alta, lo que equivale a 78427.4 ha del territorio de Santa Marta, abarcado un tercio del municipio. Lo anterior se debe en su mayoría a que son zonas de pastos y mosaicos de cultivos, siendo altamente susceptibles ante un incendio, dadas sus características de ignición, humedad y tipo de cobertura. En categoría media se encuentra el 63% del territorio, correspondiente a zonas de pastos con mosaicos de zonas naturales entre bosques y arbustales. Finalmente, en categoría muy baja se encuentra el 3% del municipio, siendo zonas de cuerpos de agua como ríos, lagunas y zonas de tejido urbano discontinuo. En el Gráfico 137 se muestra el mapa de susceptibilidad total de las coberturas vegetales ante un incendio forestal para el municipio de Santa Marta.





**Gráfico 137 Susceptibilidad total de la cobertura vegetal para Santa Marta**

Fuente: Elaboración propia

304

### 3.9.2.2. Factores climáticos

La incidencia del clima sobre los eventos de incendios forestales radica en la influencia de este componente sobre la generación y propagación de los incendios forestales, los cuales también determinan duración y severidad de las temporadas secas que afectan directamente las condiciones de humedad y cantidad de material combustible. Las variables de precipitación, temperatura y humedad del suelo son los principales factores que se tienen en cuenta para evaluar la susceptibilidad a incendios por factores climáticos. Estas variables se clasificaron de la siguiente manera (IDEAM, 2011):

#### 3.9.2.2.1. Precipitación:

La precipitación es una de las principales variables a tener en cuenta en la estimación de la amenaza por incendios forestales, ya que afecta la velocidad e intensidad del fuego. Esta variable influye en el aumento o disminución de las probabilidades de ocurrencia de un incendio, esto se puede ver en épocas de veranos prolongados en donde la temperatura tiende a aumentar y los incendios forestales se generan con mayor ocurrencia que en una época de invierno. De acuerdo con la metodología de incendios del IDEAM (2011) la categoría de amenaza por precipitación se establece de la siguiente manera:



**Tabla 103 Calificación de la susceptibilidad por precipitación**

Fuente: IDEAM, 2011

PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL (mm)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CLASIFICACIÓN
Ácido (0 – 500)	MUY BAJA	1
Pluvial (>7000)	MUY BAJA	1
Muy húmedo (3000 – 7000)	MODERADA	2
Húmedo (2000 – 3000)	MODERADA	3
Seco (1000- 2000)	ALTA	4
Muy Seco (500 – 1000)	MUY ALTA	5

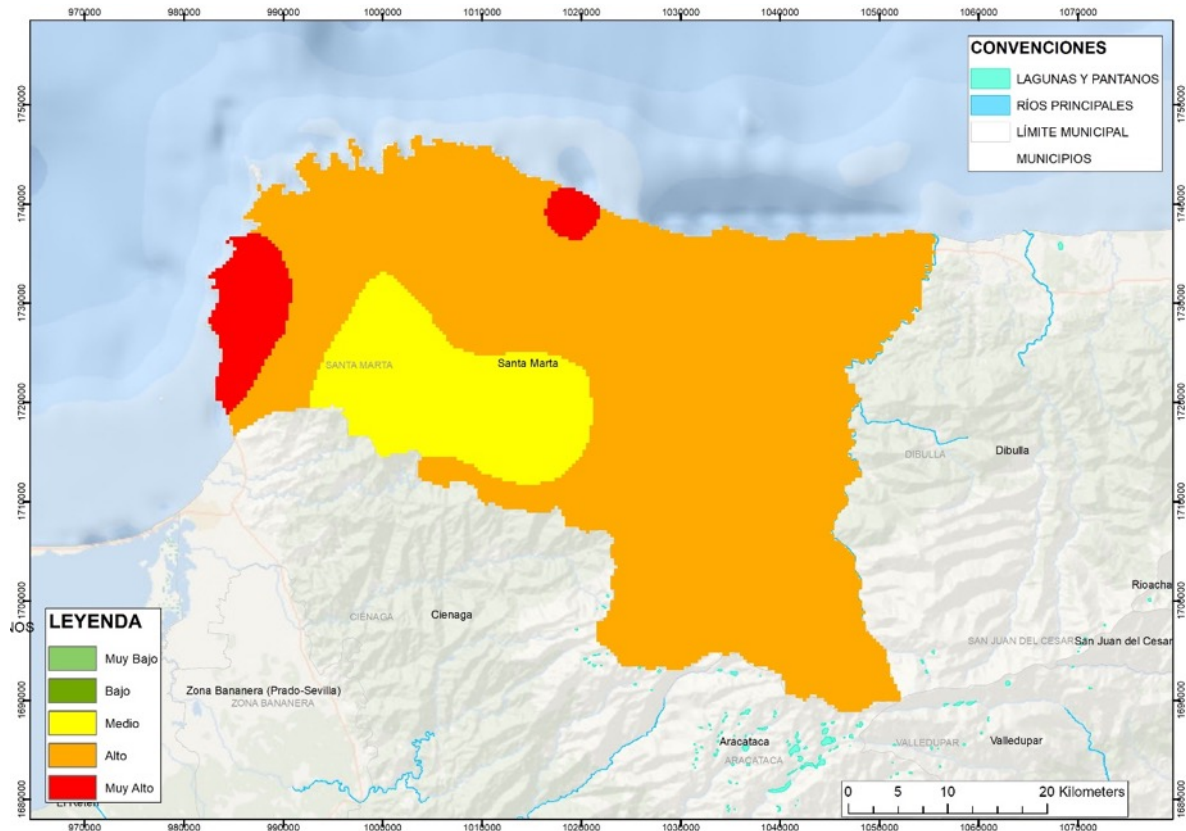
305

De acuerdo con los registros de temperatura descargados del WRF se clasificó la precipitación media mensual multianual en las categorías de la metodología, clasificándolo en los cinco rangos, con el propósito de identificar las zonas con mayor susceptibilidad ante un incendio forestal por factor de la precipitación. A partir de la clasificación se generó el mapa de amenaza por precipitación, clasificándose entre categorías media a muy alta dado que es una región donde la precipitación no es significativamente alta, sin embargo en zonas de montaña disminuye la amenaza por precipitación en cuanto a incendios forestales. En el se muestra la categorización de amenaza de susceptibilidad por precipitación ante incendios forestales.

**Tabla 104 Calificación de la amenaza por precipitación**

Fuente: Elaboración propia

Categoría	Área (ha)	Área %
<b>Muy bajo</b>	34719.8906	14.85
<b>Medio</b>	187188.706	80.04
<b>Alto</b>	11959.4531	5.11
<b>TOTAL</b>	233868.05	100.00



**Gráfico 138 Mapa de categorización de amenaza por precipitación.**

Fuente: Elaboración propia

**3.9.2.2.2. Temperatura:**

La temperatura es una de las variables de mayor importancia puesto que es el causante del desecamiento de las coberturas vegetales y acercándolas a su punto de ignición, un valor alto de temperatura aumenta la probabilidad de incidencia de un incendio forestal, además de aumentar la velocidad de propagación. De acuerdo con la metodología de incendios del IDEAM (2011) la clasificación de la temperatura esta de la siguiente forma:

**Tabla 105 Clasificación de la susceptibilidad por temperatura**

Fuente: IDEAM, 2011

TEMPERATURA MEDIA ANUAL (mm)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CLASIFICACIÓN
Nival (<1.5)	MUY BAJA	1
Extremadamente frío (1.5 – 6)	MUY BAJA	1
Muy frío (6 -12)	MODERADA	2
Frío (12 - 18)	MODERADA	3
Templado (18 - 24)	ALTA	4

Cálido (>24)	MUY ALTA	5
--------------	----------	---

Teniendo los resultados se realizó la clasificación y categorización de la temperatura en función de su nivel de amenaza: La temperatura del municipio de la Santa Marta se encuentra desde muy baja a muy alto, dado que en la zona de la cordillera y la sierra la temperatura es mucho menor a la zona costera. En el Gráfico 139 se muestra el mapa de amenaza por temperatura.

Tabla 106 Calificación de la amenaza total por cobertura vegetal

Fuente: Elaboración propia

Categoría	Área (ha)	Área %
Muy bajo	7624.33	3.26
Bajo	12341.87	5.28
Medio	27152.96	11.61
Alto	74853.21	32.01
Muy Alto	111895.67	47.85
TOTAL	233868.05	100.00

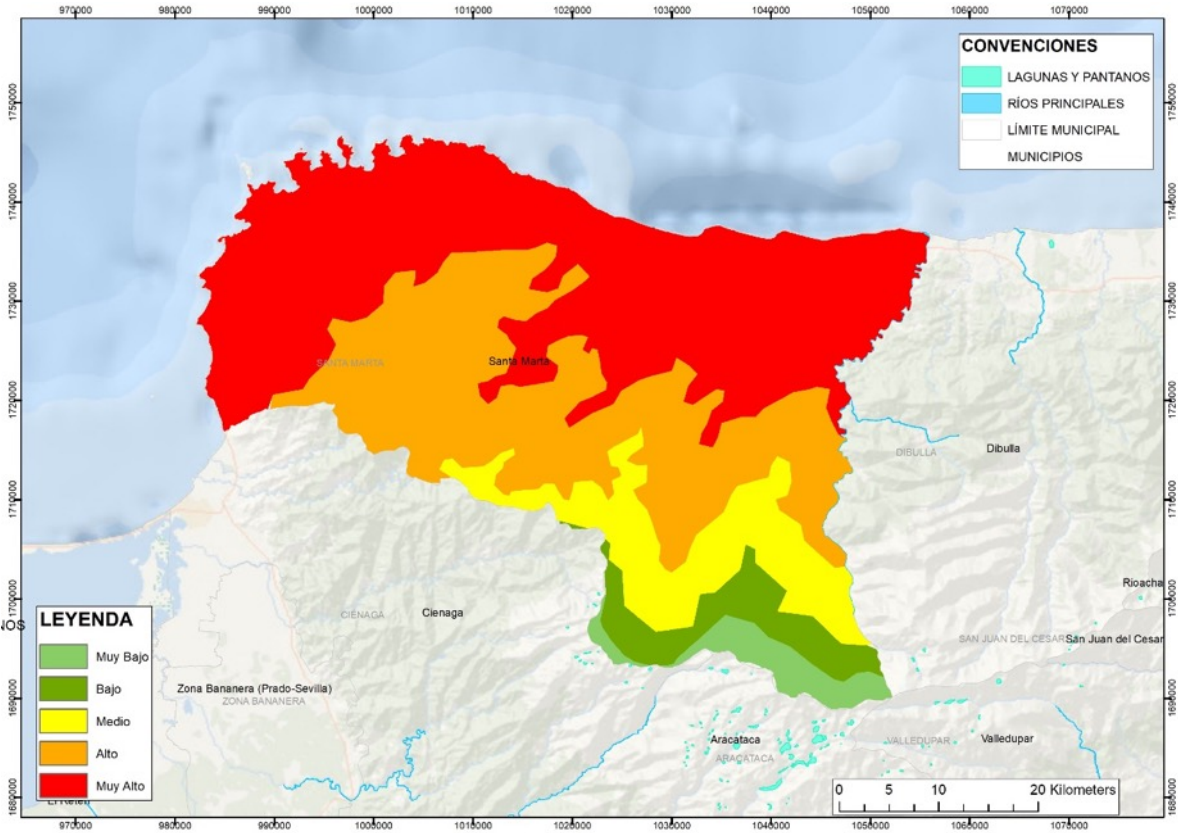


Gráfico 139 Mapa de categorización de amenaza por temperatura

Fuente: Elaboración propia

### 3.9.2.2.3. Factor del relieve

La importancia de las características topográficas del relieve para el análisis de amenaza por incendios radica en la influencia de pendiente en el comportamiento del fuego y su propagación, dado que terrenos de alta pendiente favorecen la continuidad vertical y por ende la aparición de vientos, aumentando la velocidad de propagación del incendio.

Por medio del Modelo de Elevación Digital del terreno se puede generar el mapa de pendientes en porcentaje, el cual se clasifica y califica de la siguiente forma:

**Tabla 107 Calificación de la susceptibilidad a incendios por pendiente**

Fuente: IDEAM, 2011

Pendiente media (%)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CLASIFICACIÓN
0 - 7 %	MUY BAJA	1
7 - 12 %	MUY BAJA	1
12 - 25%	MODERADA	2
25 - 75%	ALTA	3
>75%	MUY ALTA	4

De acuerdo con la categorización de la amenaza por pendientes realizada a partir del Modelo Digital de Elevación, se procede a generar el mapa de amenaza por pendientes, estableciendo que casi la totalidad del municipio se encuentra en amenaza muy alta por pendientes de acuerdo con lo establecido en la metodología del IDEAM (2011), lo que influye en altas velocidades de propagación y mayor extensión de un incendio forestal.

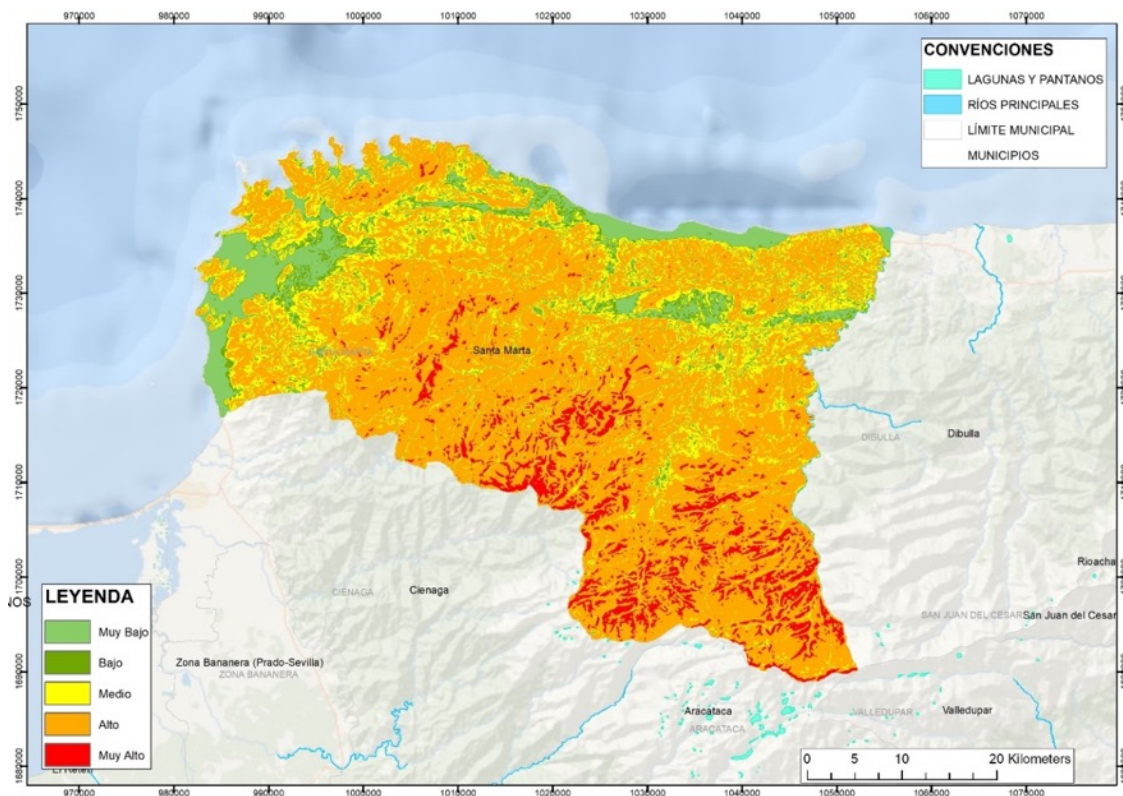


Gráfico 140 **Mapa** de categorización de amenaza por pendientes  
Fuente: Elaboración propia

### 3.9.2.2.4. Factor Histórico

La información acerca de histórico de incendios ocurridos en la zona de estudio a nivel regional y/o municipal permite calcular los índices de frecuencia y causalidad de dichos fenómenos, sin embargo, este tipo de información no siempre es posible obtenerla debido al poco control y reporte que existe de las mismas. Para la incorporación de información de carácter histórico sobre los incendios se realiza el análisis de frecuencia- causalidad, mediante el cálculo de índices de causalidad y una posterior normalización de los datos como se presenta a continuación:

$$F_i = \frac{1}{a} \sum_{n=1}^a n_i$$

$$C_i = \frac{1}{a} \sum_{n=1}^a \frac{\sum_{c=1}^a C_{nic}}{n_i}$$

Donde:

Fi: Frecuencia de incendio

a: número de años

ni: número de incendios cada año

Ci: índice de causalidad

C: Causa específica de cada incendio

nic: Número de incendios por cada causa por cada año



Para el municipio de Santa Marta no se cuenta con el registro puntual del histórico y frecuencia de los incendios forestales presentados en un rango de tiempo de 10 años, así mismo no se tiene registro de las causas de este tipo de eventos, razón por la cual no se tuvo en cuenta esta variable dentro de la evaluación de la amenaza por incendios forestales.

### 3.9.2.2.5. Accesibilidad

Para el análisis de la accesibilidad de la zona se realizan 4 zonas de buffer cada una de 500 metros de grosor a partir del mapa vial (incluyendo vías principales y secundarias). A partir de los buffers se procede a una calificación y categorización de las amenazas que se pueden presentar sobre la cobertura por efecto de mayor o menor posibilidad de acceso sobre ellas.

310

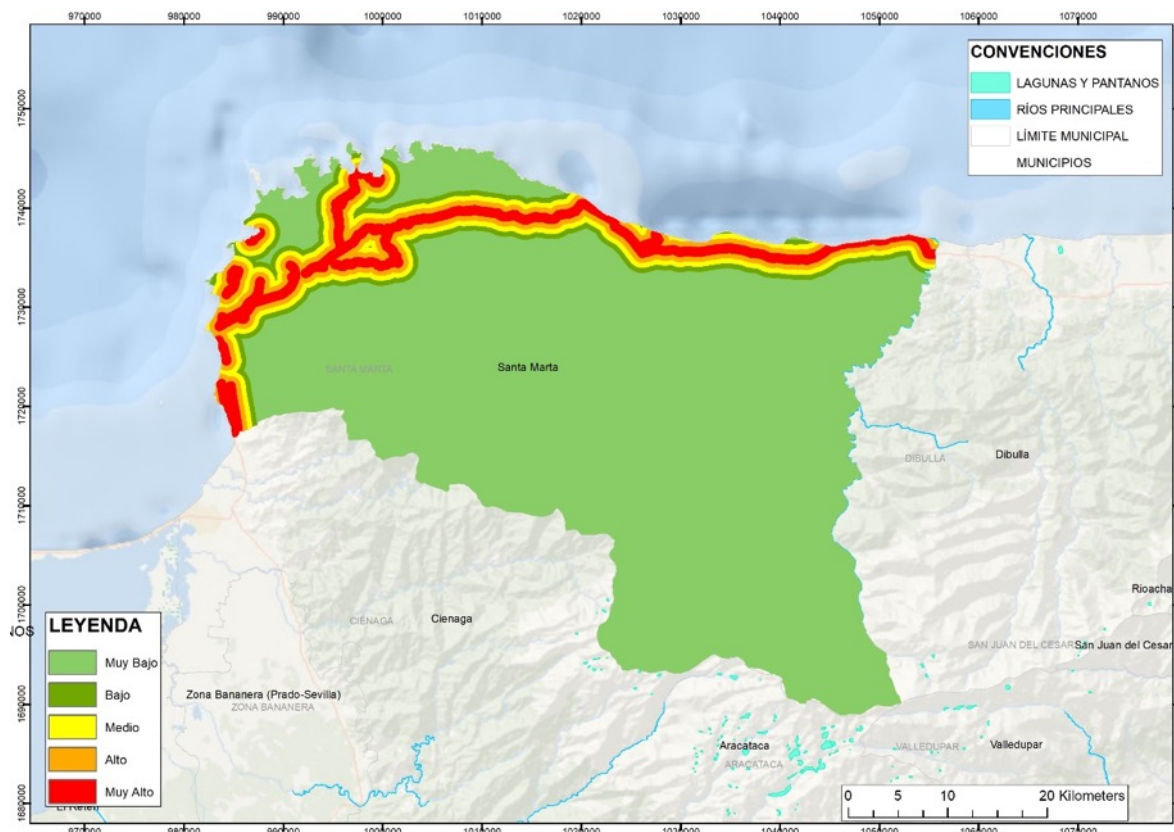
**Tabla 108 Calificación de la accesibilidad por cercanía a las vías**

Fuente: IDEAM, 2011

DISTANCIA A LA VÍA (GROSOR DEL BUFFER en m)	CATEGORÍA DE AMENAZA	CLASIFICACIÓN
0. 500	MUY ALTA	5
500 – 1000	ALTA	4
100-1500	MODERADA	3
1500 – 2000	BAJA	2
Más de 2000	MUY BAJA	1

El principal objetivo del buffer es identificar la probabilidad de que la población pueda llegar a las áreas de bosque y generar los focos de incendio, estableciendo las zonas con mayor o menor amenaza, este factor se considera de importante análisis dado que muchos de los incendios que se generan son por la inclusión de la población en zonas donde buscan ampliar su frontera agrícola o agrícola por medio de la quema de la vegetación. Para el caso del municipio de Santa Marta se realizó la evaluación de las vías primarias y secundarias a escala 1:100.000. En el Gráfico 141 se muestra el mapa de calificación de amenaza por vías en el municipio de Santa Marta.





**Gráfico 141 Mapa de susceptibilidad a incendios por accesibilidad**

Fuente: Elaboración propia

### 3.9.3. Mapa de amenaza por incendios forestales

Realizando una integración de los factores anteriormente evaluados se genera el mapa de amenaza por total por incendios forestales a partir de la siguiente ecuación:

$$A = (0.35)Sc + (0.20)Pcp + (0.15)T + (0.2)Fr + (0.1)Ac$$

Donde

A: Amenaza por incendios forestales

Sc: susceptibilidad factores de la vegetación

Pcp: factor precipitación

T: Factor temperatura

Fr: factor relieve

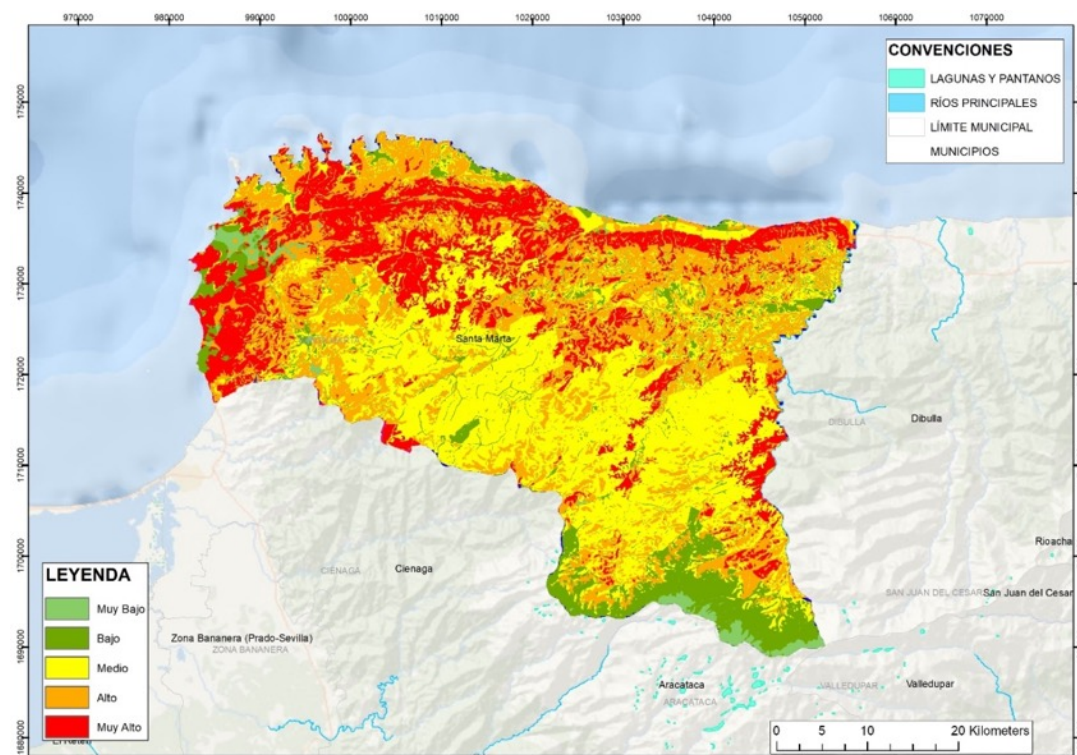
Ac: accesibilidad a zonas de bosque

A partir de la multiplicación ponderada de cada una de las variables por medio del algebra de mapas a partir de los resultados de cada componente climático, relieve, accesibilidad y coberturas, se generó el mapa de amenaza total para el municipio de Santa Marta, el cual se observa en el Gráfico 142. A partir de la categorización de la amenaza total se estableció el porcentaje del municipio en cada una de las categorías, como se muestra en siguiente tabla.

**Tabla 109 Calificación de la amenaza total por incendios forestales**

Fuente: Elaboración Propia

Categoría	Área (ha)	Área %
Muy bajo	4304.90	1.84
Bajo	25444.27	10.88
Medio	87775.04	37.53
Alto	70554.19	30.17
Muy Alto	45789.64	19.58
TOTAL	233868.05	100

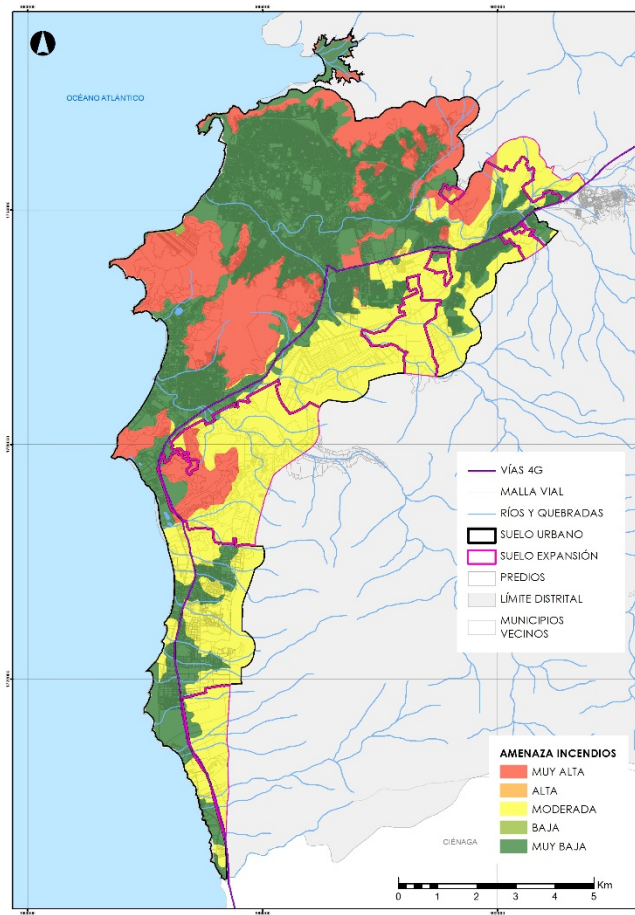


**Gráfico 142 Mapa de amenaza total por incendios forestales en el municipio de Santa Marta.**

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el mapa de amenaza total se identificó que el municipio se encuentra en una amenaza media a alta ante incendios forestales, esto dado a que el tipo de coberturas predominante es altamente susceptible a incendios, así mismo sus características climáticas aumentan esta probabilidad de ocurrencia. No obstante, es importante mencionar que la generación de la amenaza se realiza a partir de la metodología del IDEAM (2011) de acuerdo con la información disponible para el municipio, por lo que es recomendable realizar estudios a detalle y actualizada para cada una de las variables analizadas, especialmente el levantamiento de información sobre el histórico y frecuencia de incendios forestales dentro del municipio en un rango de tiempo de mínimo 10 años.

De la misma manera, se presenta la amenaza por incendios forestales a nivel urbano, donde se observa que cerca del 50% del área se encuentra clasificada en nivel de amenaza baja y la mayor parte del área de expansión en amenaza media.



**Gráfico 143** Mapa de amenaza total por incendios forestales en el casco urbano del municipio de Santa Marta.  
Fuente: Elaboración propia

### 3.9.4. Evaluación de vulnerabilidad

El análisis de vulnerabilidad es fundamental en términos de cuantificación de consecuencias generadas por un incendio forestal, evaluando la vulnerabilidad poblacional, de infraestructura, ecosistémica, física, patrimonial y económica, integrándolos para establecer una vulnerabilidad total de elementos expuestos.



314

**Gráfico 144 Elementos para la evaluación de susceptibilidad**

Fuente: Adaptado de IDEAM, 2011

#### 3.9.4.1. Vulnerabilidad ecológica

Evaluada a partir de la adaptación de diferentes tipos de cobertura vegetal al suelo, esta variable se define en función a la importancia ecosistémica de los bosques y áreas naturales representadas en las diferentes unidades de cobertura de la zona de interés. A partir del tipo de cobertura se califica en función del grado de afectación que podría sufrir esa cobertura a causa de un incendio forestal. Se realizó la calificación de las coberturas de acuerdo con la metodología de IDEAM (2011)

**Gráfico 145 Clasificación de vulnerabilidad territorial por cobertura**

Fuente: IDEAM, 2011

TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	VULNERABILIDAD ECOLÓGICA Y TERRITORIAL (CATEGORÍA)	VULNERABILIDAD ECOLÓGICA Y TERRITORIAL (CALIFICACIÓN)
2.3.1. Pastos limpios	MODERADA	3
2.3.3. Pastos enmalezados	MUY ALTA	5
2.4.1. Mosaico de cultivos	MODERADA	3
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	MODERADA	3
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	ALTA	4
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	ALTA	4
3.1.1. Bosque denso	MUY ALTA	5
3.1.3. Bosque fragmentado	MUY ALTA	5
3.1.4. Bosque de galería y ripario	MUY ALTA	5
3.2.1. Herbazal	MUY ALTA	5
3.2.2. Arbustal	MUY ALTA	5
3.3.2. Afloramientos rocosos	MUY BAJA	1
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	MUY BAJA	1
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	MUY BAJA	1
2.3.1. Pastos limpios	MODERADA	3
2.3.3. Pastos enmalezados	MUY ALTA	5
2.4.1. Mosaico de cultivos	MODERADA	3

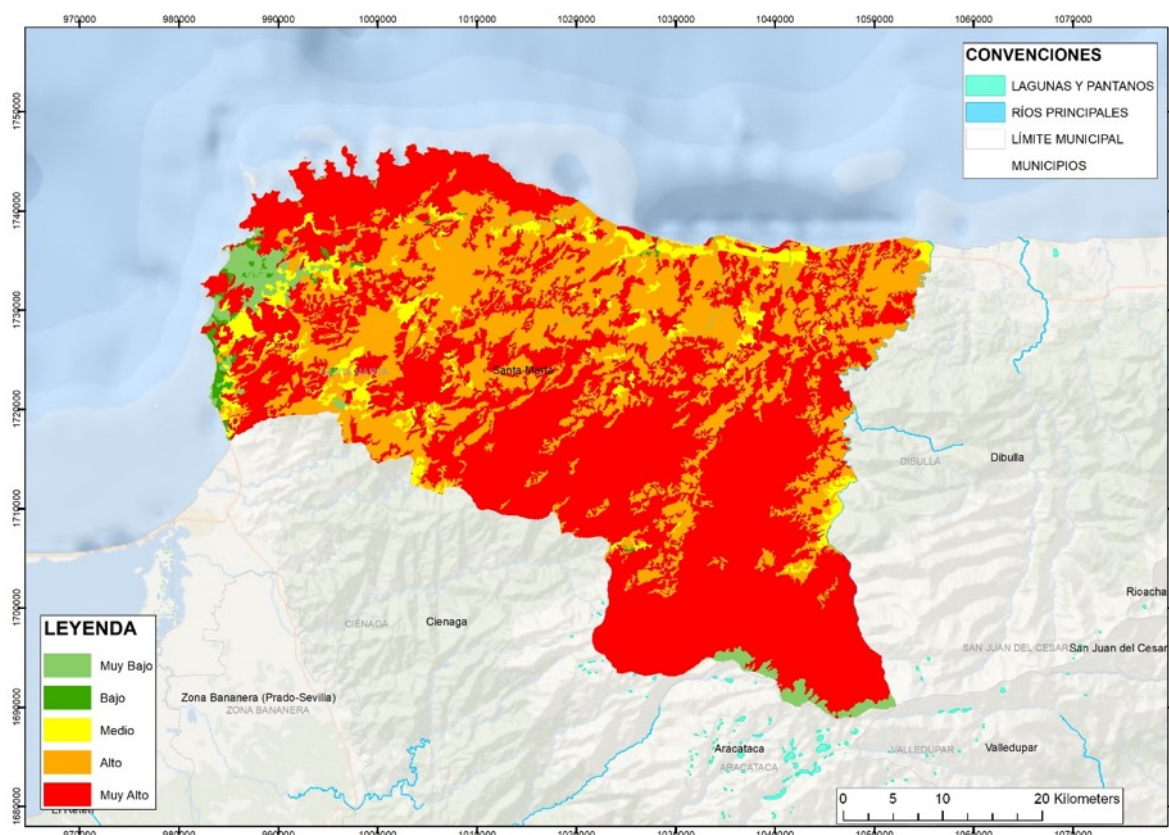
A partir de la categorización de la vulnerabilidad ecológica se estableció el área con mayor o menor vulnerabilidad ecológica ante un incendio forestal. En la Tabla 110 se muestra los resultados de la categorización para el municipio de Santa Marta.

**Tabla 110 Calificación de la vulnerabilidad ecológica**

Fuente: Elaboración propia

Categoría	Área (ha)	Área %
<b>Muy bajo</b>	6287.78	2.69
<b>Bajo</b>	1508.18	0.64
<b>Medio</b>	11578.4	4.95
<b>Alto</b>	74754.1	31.96
<b>Muy Alto</b>	139739	59.75
<b>TOTAL</b>	233868.05	100





**Gráfico 146 Mapa de vulnerabilidad ecológica por incendios**

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la categorización de vulnerabilidad ecológica se obtuvo que el 60% del municipio se encuentra en categoría muy alta, esto debido principalmente al tipo de cobertura que se encuentra en la región, siendo predominantemente ecosistemas de Bosques y arbustales que son altamente susceptibles a la ocurrencia de un incendio forestal.

### 3.9.4.2. Vulnerabilidad Económica

Este análisis tiene en cuenta el mapa de coberturas y uso de suelo clasificándolos en áreas de importancia por la producción de bienes y servicios que pueden ser afectados por la incidencia de un incendio forestal. Lo anterior incluye áreas de producción agrícola, ganadería, forestal, minera, etc. Esta vulnerabilidad clasifica el tipo de cobertura con respecto a la vulnerabilidad a incendios forestales de la siguiente forma:



**Tabla 111 Clasificación del tipo de cobertura en función de su vulnerabilidad económica ante incendios forestales.**

Fuente: IDEAM, 2011

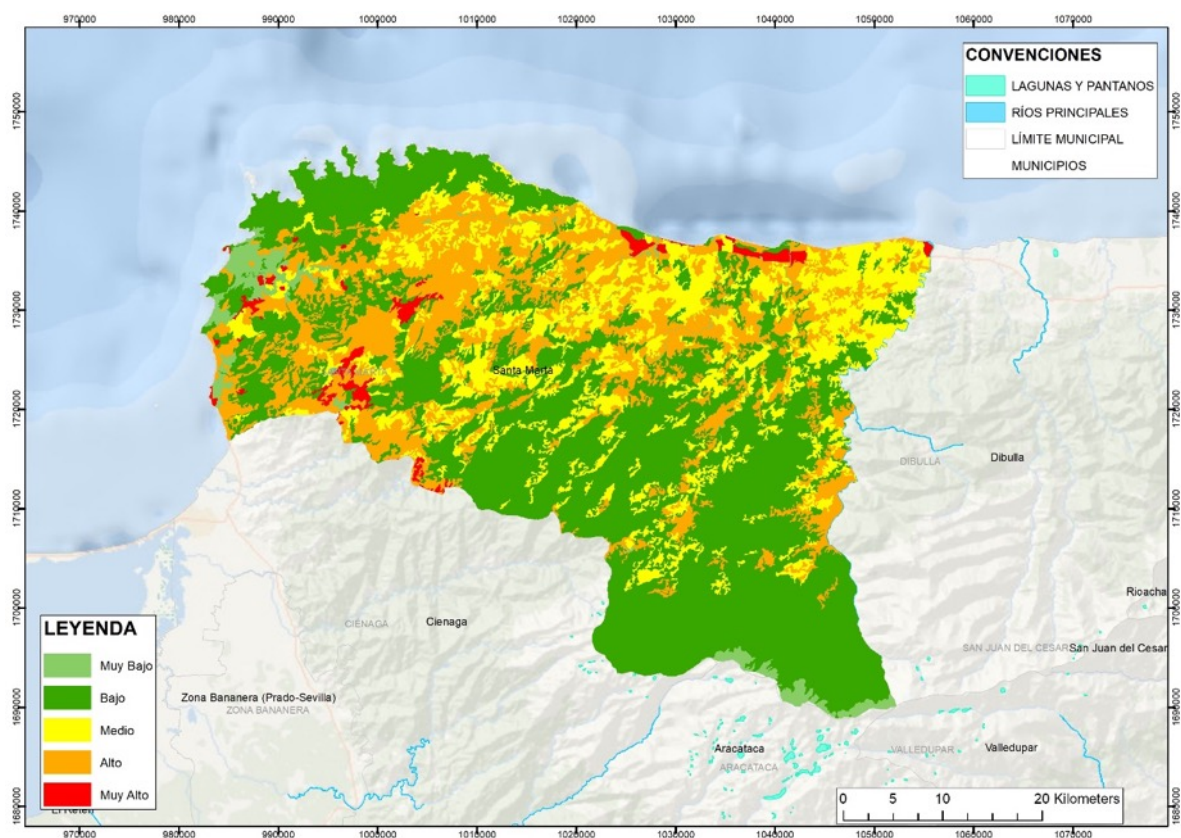
TIPO DE COBERTURA (CORINE LAND COVER NIVEL 3)	VULNERABILIDAD ECOLÓGICA Y TERRITORIAL (CATEGORÍA)	VULNERABILIDAD ECOLÓGICA Y TERRITORIAL (CALIFICACIÓN)
2.3.1. Pastos limpios	ALTA	4
2.3.3. Pastos enmalezados	ALTA	4
2.4.1. Mosaico de cultivos	MUY ALTA	5
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	MODERADA	3
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	ALTA	4
2.4.4. Mosaico de pastos con espacios naturales	ALTA	4
3.1.1. Bosque denso	BAJA	2
3.1.3. Bosque fragmentado	MODERADA	3
3.1.4. Bosque de galería y ripario	BAJA	2
3.2.1. Herbazal	BAJA	2
3.2.2. Arbustal	BAJA	2
3.3.2. Afloramientos rocosos	MUY BAJA	1
3.3.5. Zonas glaciares y nivales	MUY BAJA	1
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales	MUY BAJA	1
2.3.1. Pastos limpios	ALTA	4
2.3.3. Pastos enmalezados	ALTA	4
2.4.1. Mosaico de cultivos	MUY ALTA	5

De acuerdo con la clasificación por tipo de cobertura según su valor económico se identificó las zonas de pastos y mosaicos de cultivos con pastos, son los que se encuentran en categoría alta, correspondiente a un 32% del municipio, seguido por un 60% en categoría muy alta, abarcando la mayor parte del territorio de Santa Marta. En el Gráfico 146 se muestra el mapa de vulnerabilidad económica para el municipio.

**Tabla 112 Calificación de la vulnerabilidad económica por incendios forestales**

Fuente: Elaboración propia

Categoría	Área (ha)	Área %
Muy bajo	6618.67	2.83
Bajo	121716.61	52.04
Medio	43864.51	18.76
Alto	57918.00	24.77
Muy Alto	3750.05	1.60
TOTAL	233868.05	100



**Gráfico 147 Vulnerabilidad económica ante incendios**

Fuente: Elaboración propia

### 3.9.4.3. Vulnerabilidad total a incendios forestales

La evaluación de la vulnerabilidad total toma como entrada los anteriores factores de vulnerabilidad calificados y categorizados (desde muy Bajo hasta Muy Alto), posteriormente se aplicó la siguiente fórmula para el cálculo de la vulnerabilidad total:

$$V = (0.5) VE + (0.5) Ve$$

Donde:

V: Vulnerabilidad total

VE: Vulnerabilidad ecológica

Ve: Vulnerabilidad económica

A partir de los resultados obtenidos para cada una de las variables de vulnerabilidad anteriormente evaluadas, se realizó la zonificación de vulnerabilidad total por incendios forestales, por medio de

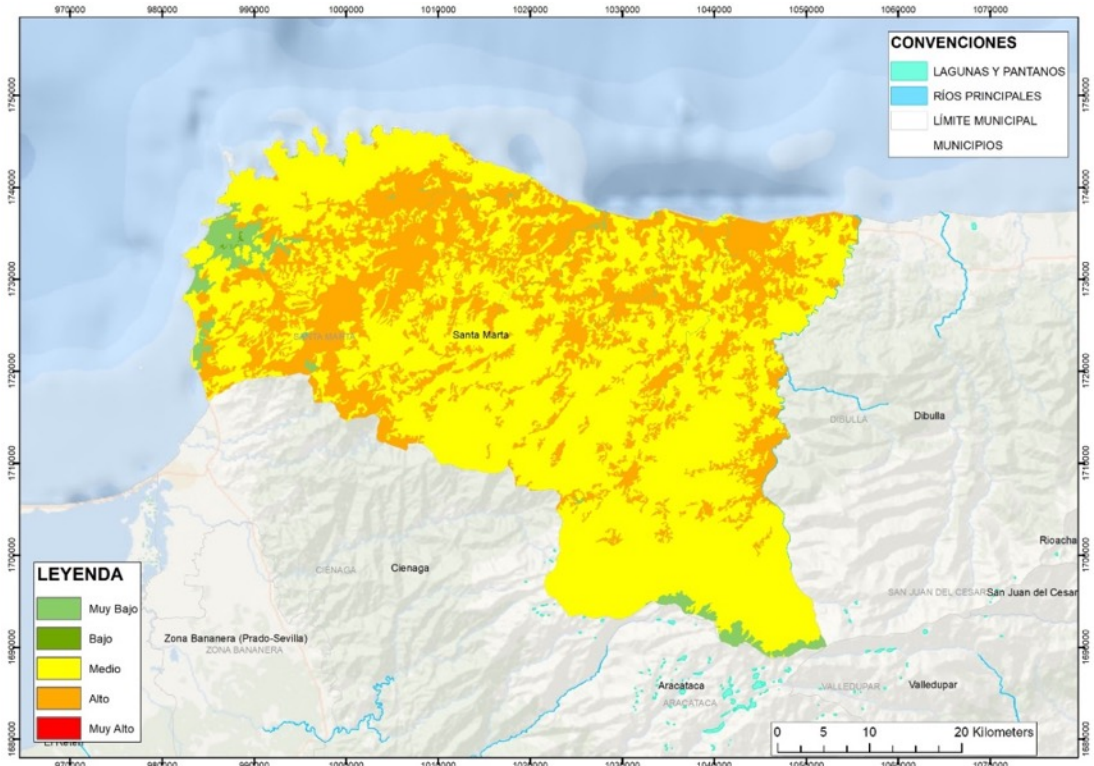
álgebra de mapas con los resultados de cada una de las vulnerabilidades anteriormente evaluadas. De acuerdo con los resultados se obtuvo que el 31% del territorio se encuentra en vulnerabilidad alta, seguido por un 66% del municipio en riesgo medio, abarcando la mayor parte del territorio, y 2% en riesgo bajo y muy bajo. De acuerdo con estos resultados se puede evidenciar la influencia del tipo de cobertura haciendo más o menos vulnerable un territorio ante un evento de incendio forestal. En el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra el mapa de vulnerabilidad total ante incendios forestales para el municipio de Santa Marta.

**Tabla 113 Categorías de vulnerabilidad total por incendios forestales**

Fuente: Elaboración propia

Categoría	Área	Porcentaje%
Muy bajo	6616.76	2.83
Bajo	62.84	0.03
Medio	155199	66.36
Alto	71987.1	30.78
TOTAL	233868.05	100

319



**Gráfico 148 Vulnerabilidad total por incendios forestales**

Fuente: Elaboración propia

### 3.9.5. Evaluación del riesgo

De acuerdo con la evaluación de la amenaza y vulnerabilidad ante incendios forestales para el municipio de Santa Marta, se procedió a la generación del riesgo con el fin de identificar áreas potenciales a sufrir este tipo de eventos. Cabe mencionar que los resultados para cada categoría de Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo se generan a partir de la información disponible en la escala que recomienda la metodología del IDEAM, por lo que es recomendable un levantamiento a detalle de cada uno de los insumos necesarios para la evaluación del riesgo.

Riesgo alto: corresponde a aquellas zonas con alta probabilidad ante incendios forestales, donde se pueden presentar pérdida de vidas humanas y daños permanentes a nivel económico, infraestructurales y culturales. En el municipio de Santa Marta se encuentra el 41 % del territorio en categoría alto y el 13% en muy alto. Se recomienda no hacer prácticas de quema de cultivos y establecer programas de prevención y atención a incendios forestales.

En categoría media se encuentra el 43% del territorio del municipio, en donde se pueden presentar pérdidas de tipo económico principalmente en zonas de cultivos, daños estructurales semi permanentes y pérdidas de zonas de importancia ambiental y cultural. Se recomienda tomar medidas no estructurales como planes de prevención para este tipo de eventos

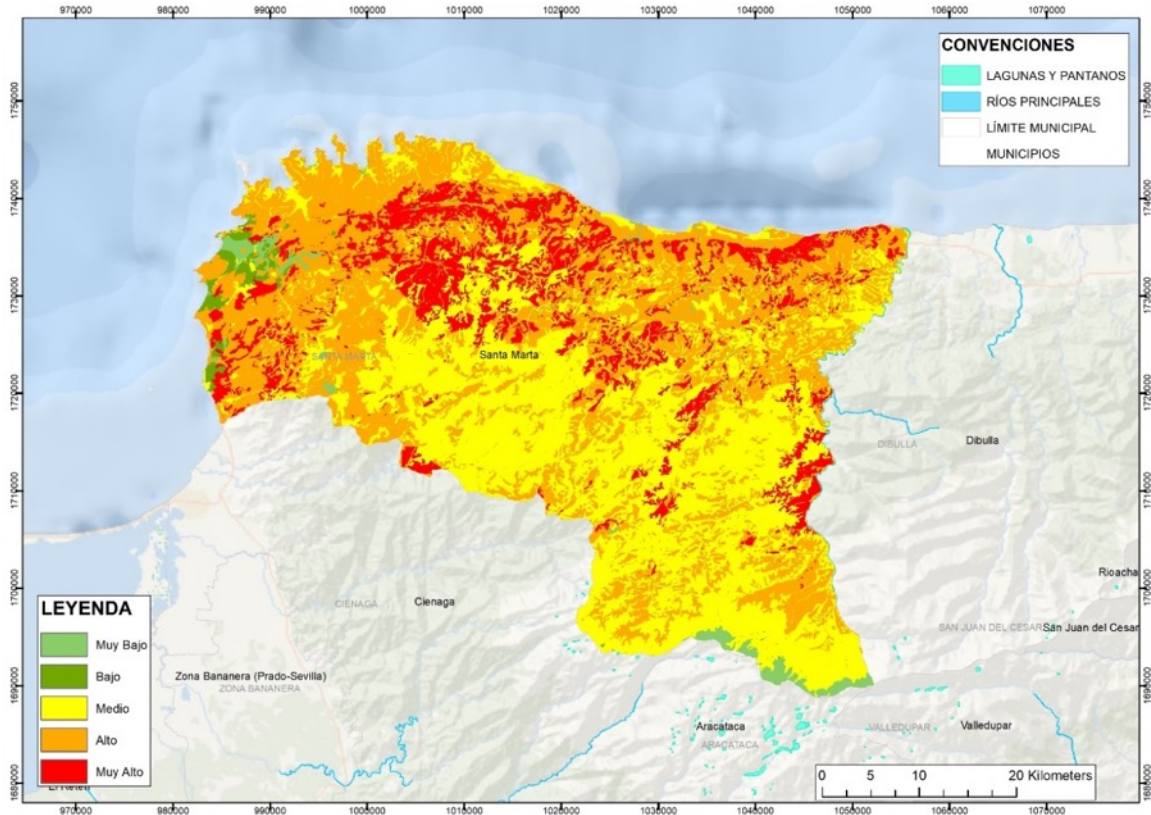
En categoría baja y muy baja se encuentra el 2.9% del municipio, presentando daños mínimos a nivel de coberturas. Por lo general se caracteriza por ser zonas donde se encuentran cuerpos de agua y áreas en donde por sus características climáticas y de relieve lo hace menos propenso a un incendio forestal.

**Tabla 114. Riesgo por incendios forestales**

Fuente: Elaboración propia

Nivel de riesgo	Área (ha)	Porcentaje (%)
Muy Bajo	3949.29	1.69
Bajo	2831.27	1.21
Medio	99751.89	42.65
Alto	95826	40.97
Muy Alto	31509.6	13.47
Total	233868.05	100.00





**Gráfico 149 Riesgo por incendios forestales**

Fuente: Elaboración propia

### 3.10. Análisis de sequía

Teniendo en cuenta el efecto del cambio climático y el comportamiento de las variables hidrometeorológicas en el municipio de Santa Marta, se estima un índice de aridez (sequía) basado en la precipitación y la evapotranspiración para un nivel de detalle de celdas de 12.5 m de precisión, el cual indica la cantidad de agua disponible y es definido como la diferencia entre la precipitación y la Evapotranspiración Potencial sobre la precipitación.

$$Ia = 1 - \frac{P - ETP}{P}$$

Donde:

*Ia*: Índice de sequía (adimensional)

*ETP*: Evapotranspiración potencial (mm)

Finalmente, se realiza la clasificación de este índice en cinco categorías:

Rango [-]	índice de aridez	Categoría	Características
0 - 0.2		Muy bajo	Altos excedentes de agua
0.2 - 0.4		Bajo	Excedentes de agua
0.4 - 0.6		Medio	Moderado
0.6 - 0.8		Alto	Déficit de agua
0.8 - 1.0		Muy Alto	Alto déficit de agua

**Tabla 115. Categorías para el índice de sequía (IA)**

Fuente: elaboración propia, basada en los rangos establecidos por (IDEAM, 2013) para índice de aridez.

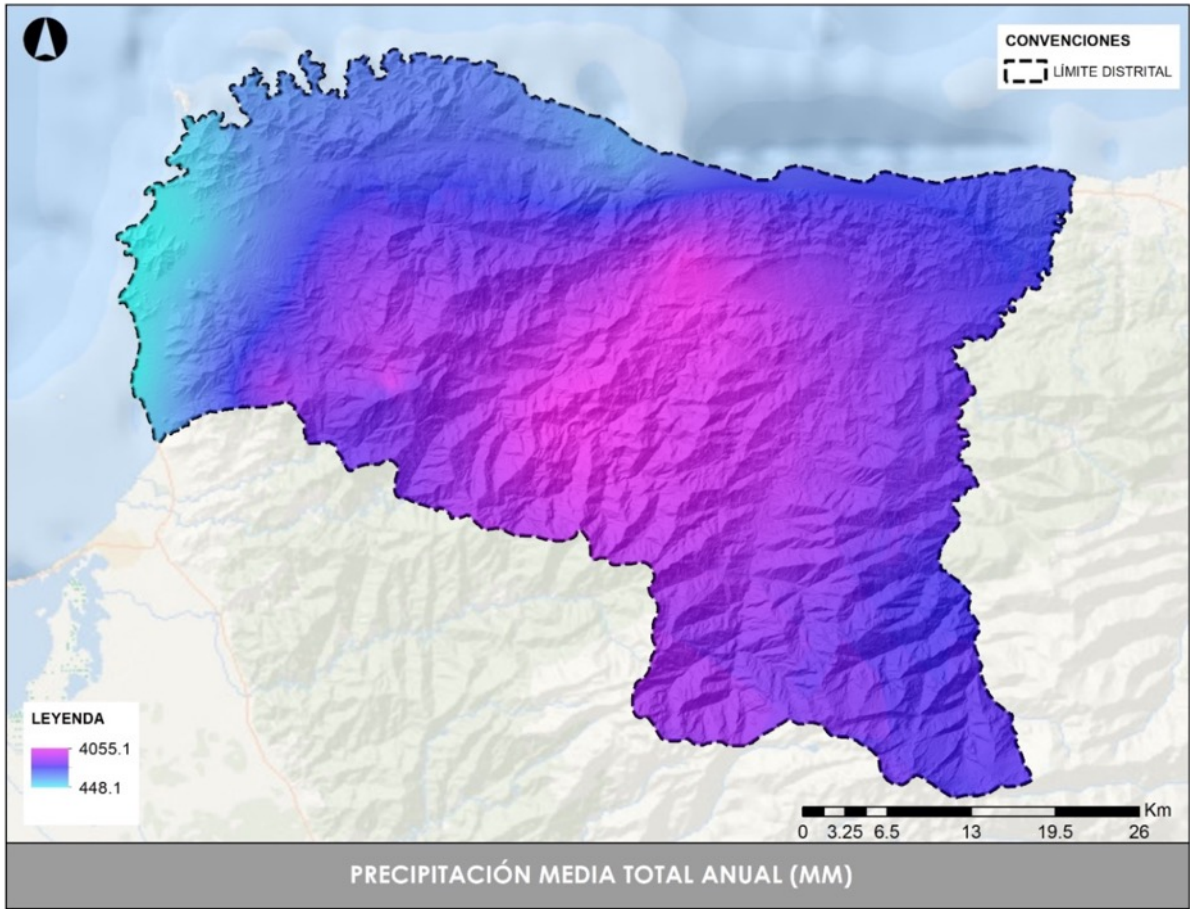
En este sentido, se establecieron dos escenarios: i) escenario base (y Gráfico 151) y ii) escenario con reducción de precipitación de acuerdo a los resultados del IDEAM en la Tercera Comunicación de Cambio Climático (Gráfico 151 Temperatura media en Santa Marta

Fuente: Elaboración propia

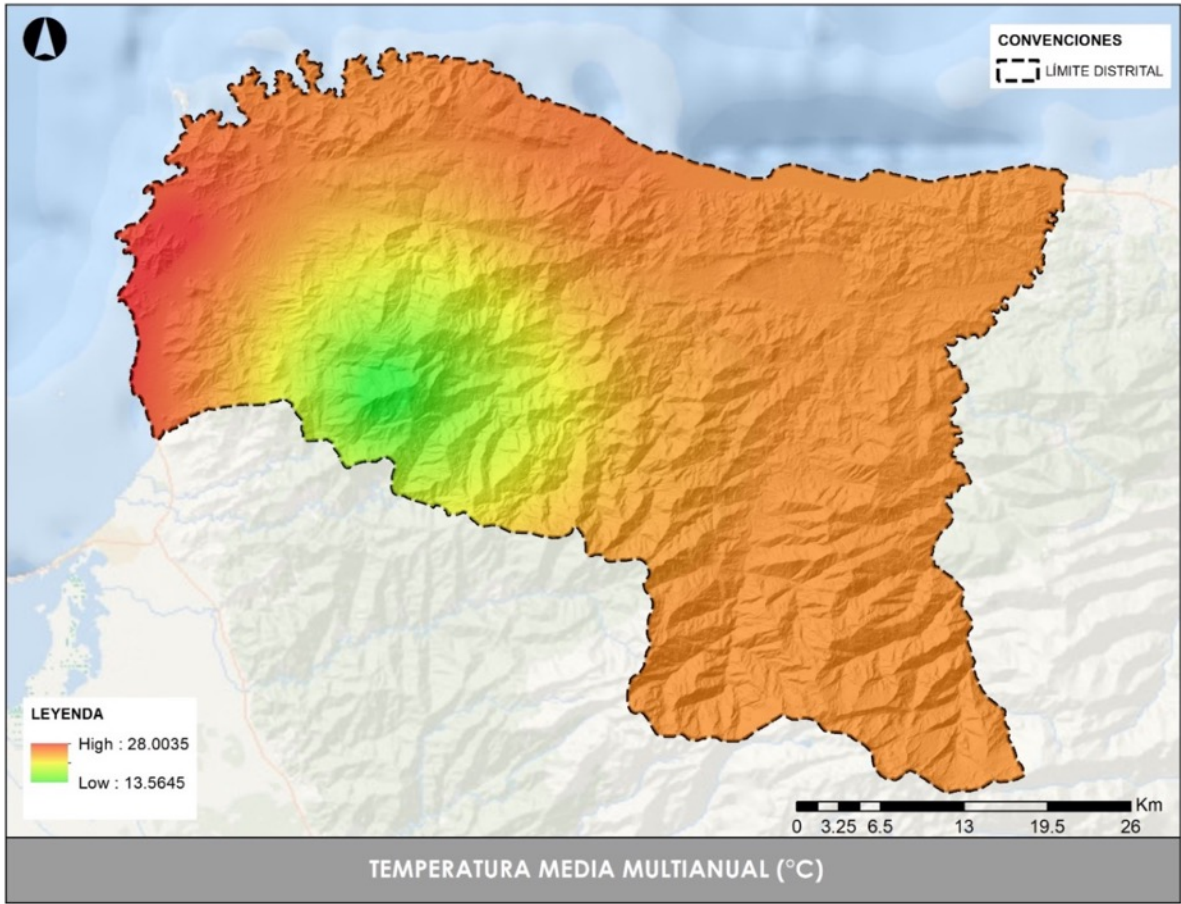


y

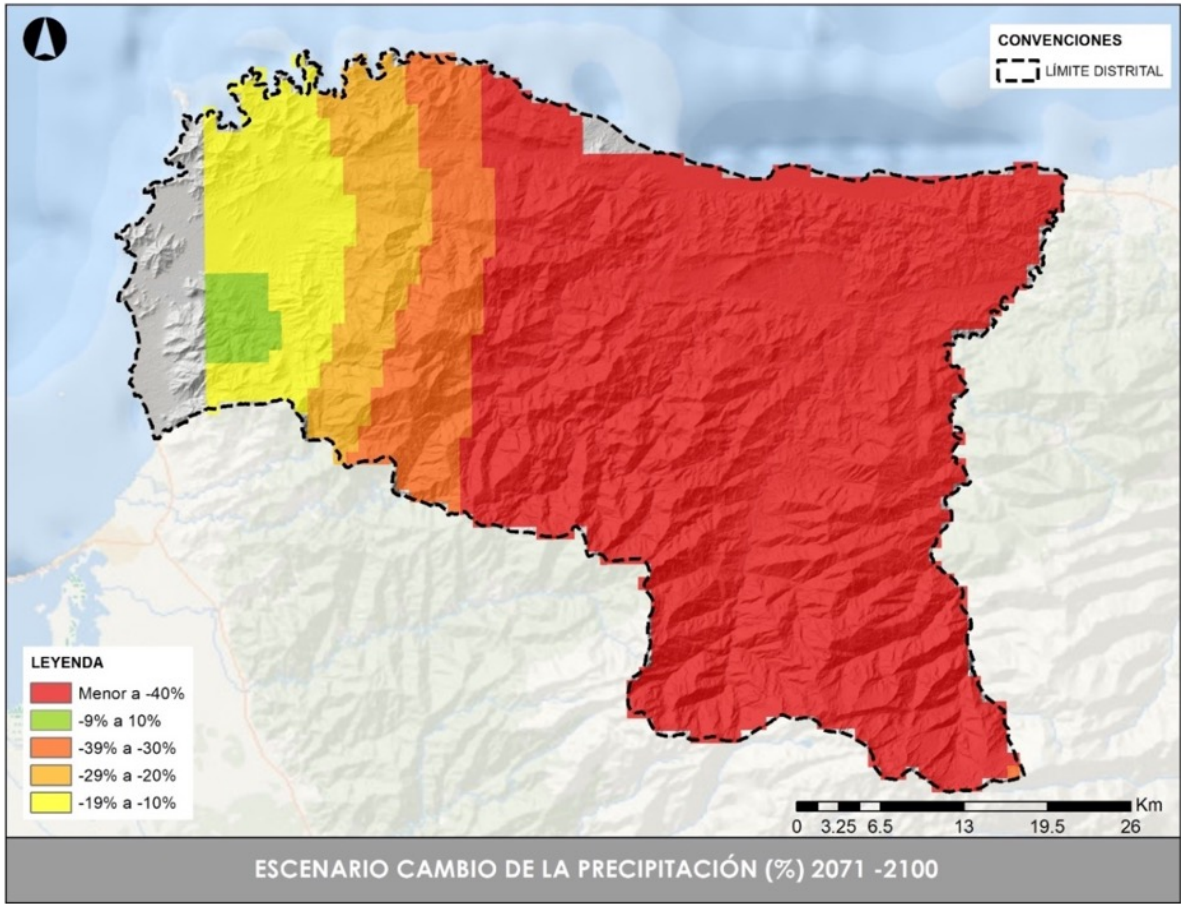
Gráfico 153). Para los dos escenarios se evalúa el comportamiento espacial de las variables de precipitación, temperatura. De acuerdo con los resultados de IDEAM, se estima una reducción promedio de precipitación en el municipio de Santa Marta de 37% y un incremento promedio en la temperatura de 2.3 °C. Desde esta perspectiva, se realiza la estimación del índice de sequía para el escenario actual (base) y el escenario que involucra la afectación de la precipitación y la temperatura por cambio climático (Gráfico 154). Se observa fundamentalmente que ante el incremento de la temperatura y la reducción de precipitación, el municipio de Santa Marta puede sufrir una gran afectación en la oferta de recurso hídrico, ya que se estima que en las zonas donde actualmente se tienen excedentes de agua dada por la precipitación, se tenga un déficit de agua en el escenario futuro. De manera general, el municipio de Santa Marta presenta gran afectación, llegando a una categoría de alto déficit de agua en la mayor parte de su área territorial.



**Gráfico 150 Precipitación media anual en Santa Marta**  
Fuente: Elaboración propia

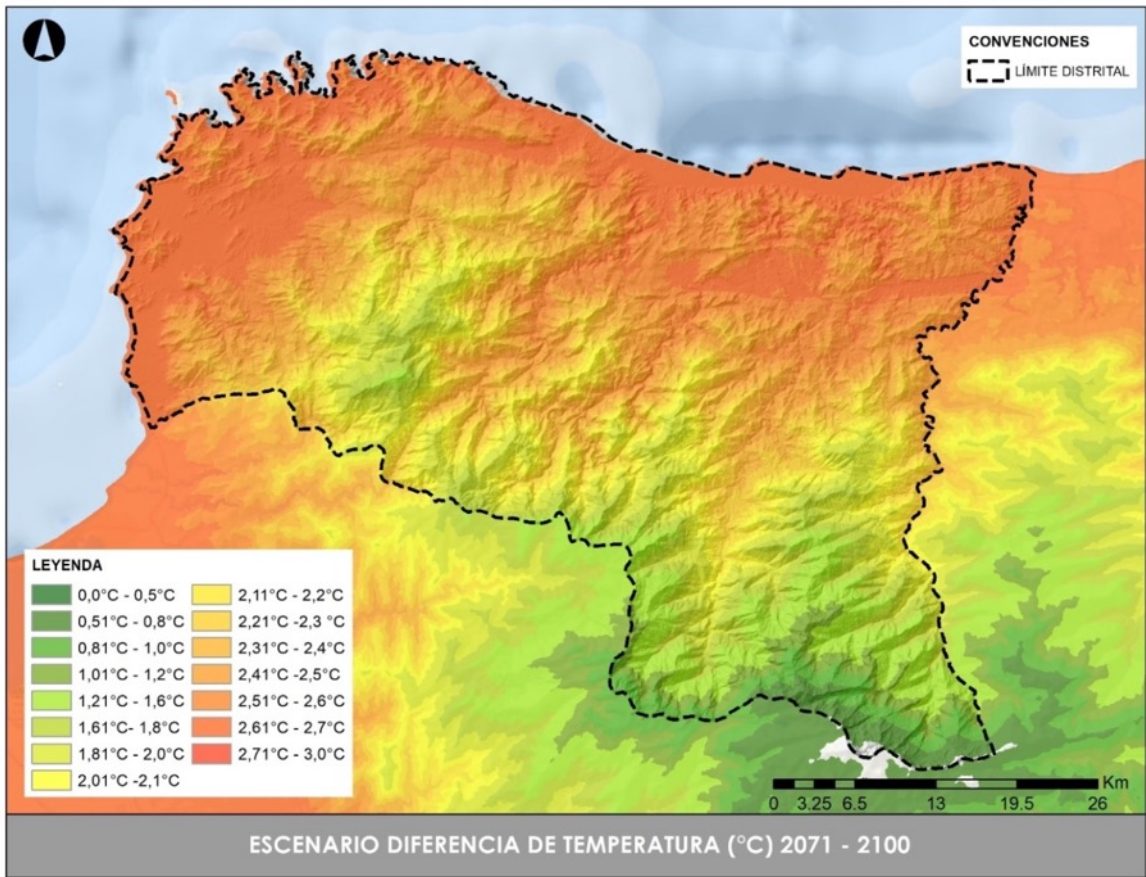


**Gráfico 151 Temperatura media en Santa Marta**  
Fuente: Elaboración propia

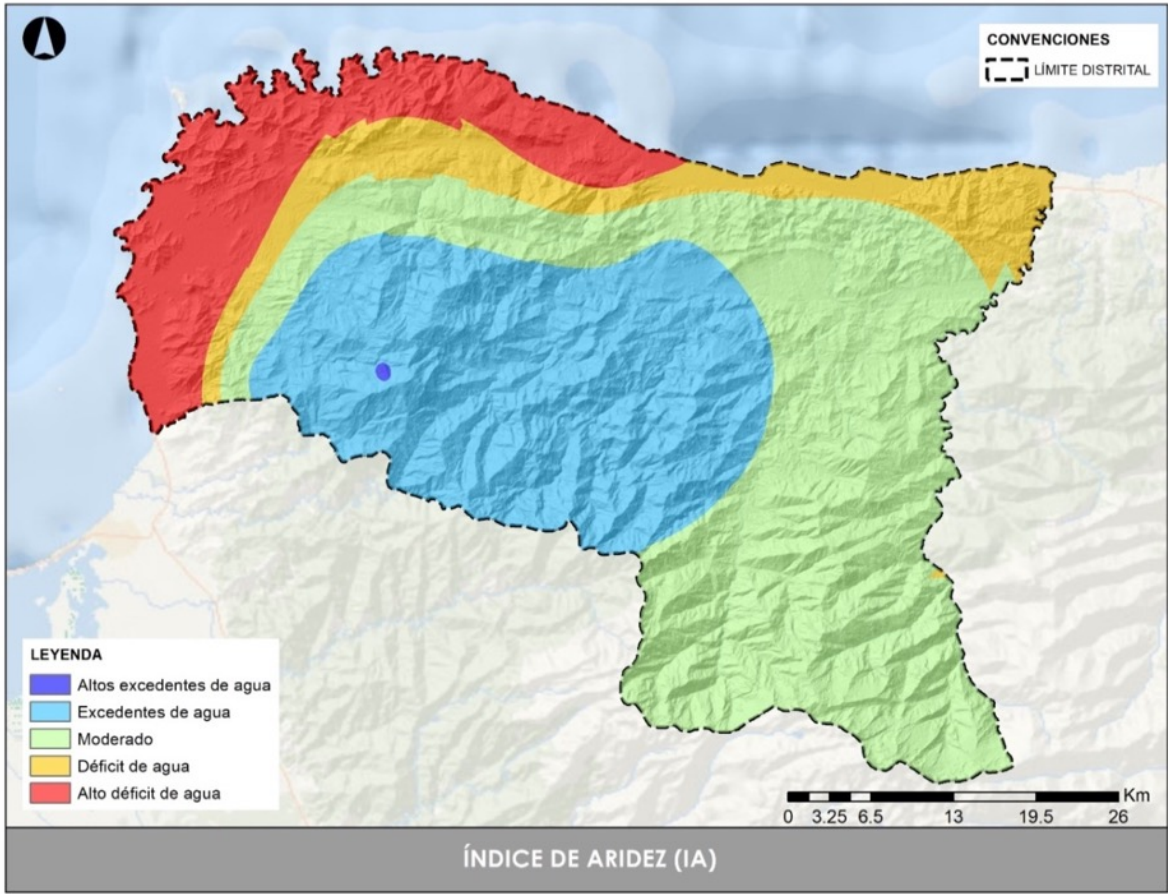


**Gráfico 152 Escenario de cambio en la precipitación en Santa Marta**  
**Fuente:** Elaboración propia con base en Tercera comunicación de cambio climático – IDEAM,2017





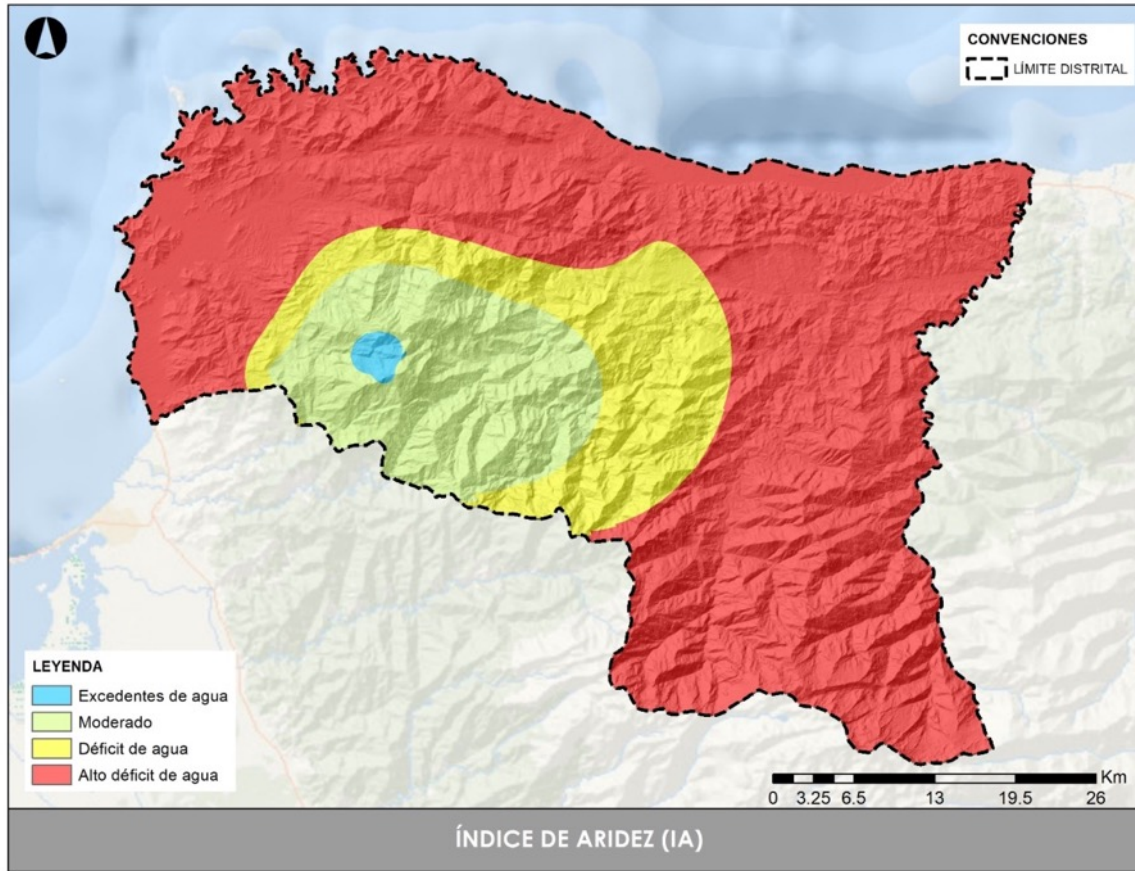
**Gráfico 153 Escenario de cambio en la temperatura en Santa Marta**  
Fuente: Elaboración propia con base en Tercera comunicación de cambio climático – IDEAM,2018



**Gráfico 154 Índice de aridez para escenario actual en Santa Marta**

Fuente: Elaboración propia con base en Tercera comunicación de cambio climático – IDEAM, 2017





**Gráfico 155 Índice de aridez para escenario futuro en Santa Marta**

Fuente: Elaboración propia con base en Tercera comunicación de cambio climático – IDEAM, 2017

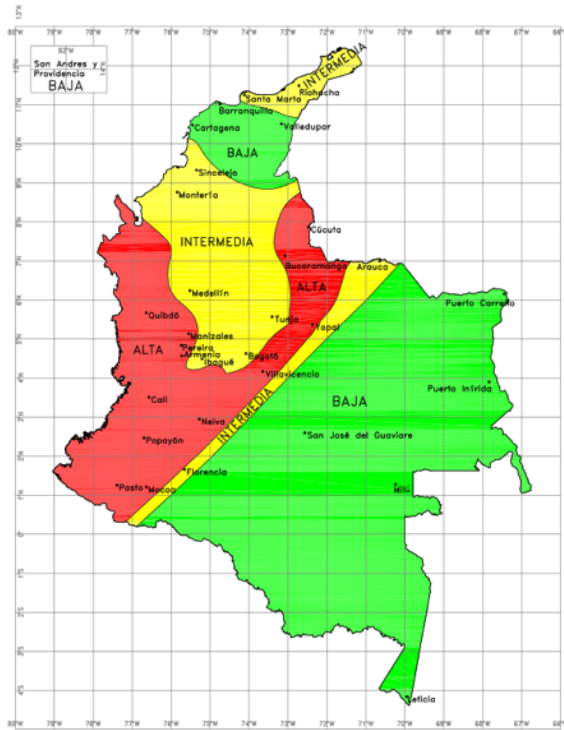
### 3.11. Amenaza por otros fenómenos

Como se establece en el decreto 1807 de 2014, el análisis de las otras amenazas depende de los antecedentes históricos en el municipio y en sus veredas, mientras que la escala de análisis está relacionada con las escalas de la información disponible. En ese sentido, a continuación, se presenta la selección de las otras amenazas relevantes para el distrito de Santa Marta que han sido evaluadas en el marco de estudios anteriores.

#### 3.11.1. Análisis de sismicidad

Los sismos se caracterizan por ser un deslizamiento repentino de una falla o una actividad volcánica o magmática, u otros cambios súbitos en la tierra ocasionando movimientos en el suelo debido a la energía sísmica liberada (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2009). La Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica considera la amenaza sísmica como un fenómeno físico asociado

a un sismo, tal como el movimiento fuerte de un terreno o falla del mismo, que tiene potencial de producir una pérdida. En el Gráfico 156 se muestra el mapa de amenaza sísmica a nivel nacional.



**Gráfico 156. Mapa de zonificación sísmica de Colombia**

Fuente: Elaboración propia

El mapa de amenaza sísmica representa un modelo probabilístico para el movimiento del terreno que podría esperarse por la ocurrencia de sismos en Colombia. Este movimiento se calcula en términos de aceleración horizontal máxima en roca (PGA), estimando la aceleración para probabilidades del 2%, 10% o 50% para un periodo de retorno de 50 años, dado que es el tiempo estimado de vida útil de una construcción común. Este periodo de retorno se asocia con la frecuencia de ocurrencia de los sismos potencialmente destructores, aquellos de ocurrencia muy frecuente, con periodos de retorno de 75 años, eventos frecuentes con TR de 475 años y sismos de ocurrencia excepcional, con un periodo de retorno de 2475 años (SGC, 2009).

La amenaza sísmica se mide por el nivel de magnitud de la energía que es liberada, esta energía se mide por medio de la escala de Richter, la cual aumenta de manera exponencial de forma que cada punto de aumento puede significar un aumento de diez o más veces mayor. Esta escala asocia la magnitud del evento con la amplitud de la onda, lo que da como resultado la propagación del movimiento en la zona del evento. La magnitud del sismo se define como el promedio de magnitudes calculadas en tantas estaciones como sea posible (Guzmán Manrique, 2015)

**Tabla 116 Escala de Richter efectos en terreno**

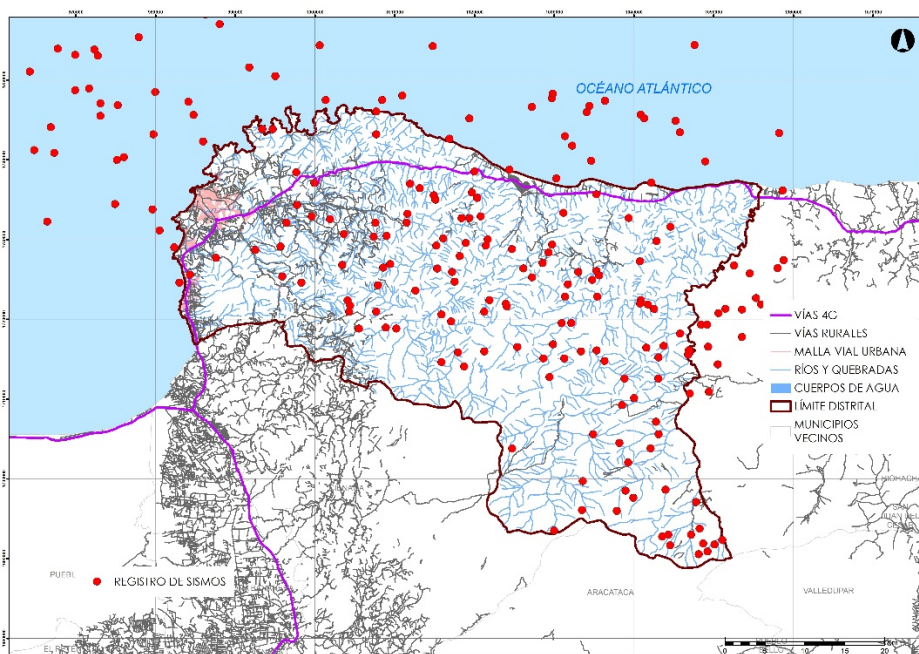
Fuente: Elaboración propia

Magnitud	Efectos del terremoto
Menos de 3.5	No causa daños, puede llegar a sentirse
3.5 – 5.4	Causa vibraciones
5.5 -6.0	Provoca roturas de vidrios
6.1 – 6.9	Destrucción de construcciones de baja calidad
7.0 – 7.9	Causa graves daños en construcciones
8.0 o mayor	Destrucción total. Provoca cambios en el paisaje

Los sismos tienen diferentes intensidades refiriéndose a los efectos o daños producidos en las estructuras y en la sensación percibida por la gente, esto depende de la energía, distancia, forma de la onda y características geológicas del material subyacente.

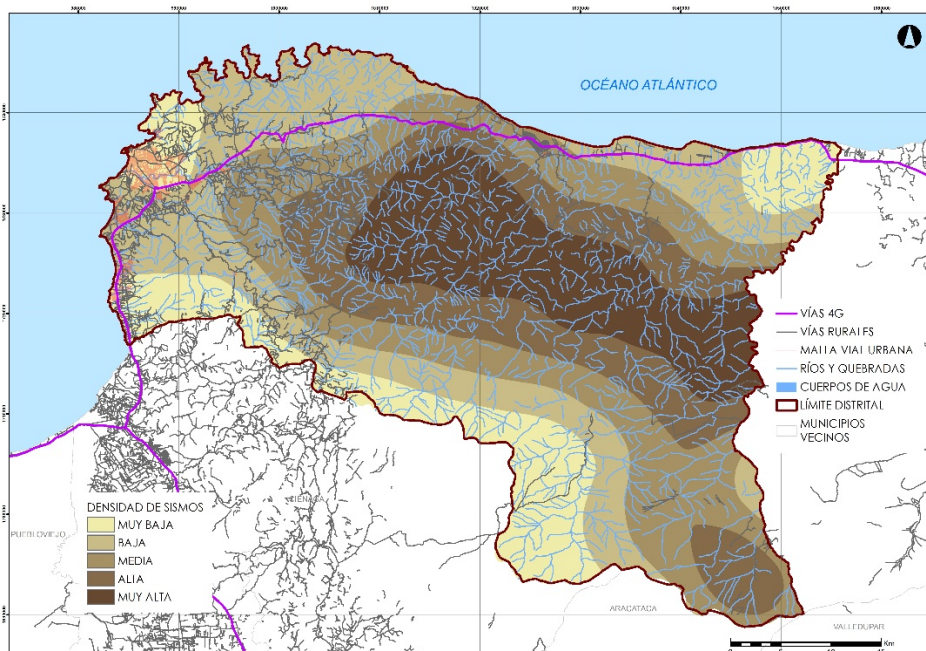
Para llevar el registro de los eventos que ocurren en el territorio a nivel nacional El INGEOMINAS ha generados con un catálogo de registro de cada uno de los sismos que se presentan en territorio colombiano, el cual se componen de dos periodos, correspondiendo el primero entre el 1 de junio de 1993 y el 28 de febrero de 2018, los cuales incluyen todos los eventos localizados en el territorio nacional, los cuales han sido adquiridos a través de software Earthworm y procesados con el software SEISAN. En cuanto el segundo catalogo corresponde a todos los eventos adquiridos y procesados haciendo uso del software SeisComp3, especializado en adquisición, procesamiento, distribución y análisis interactivo de datos (SGC, 2018).

Con el fin de realizar la evaluación de la susceptibilidad de Santa Marta, se realizó la descarga del histórico de sismos registrados, identificándose 196 eventos de sismo ocurridos desde 1993 hasta la fecha en 2018. En el Gráfico 157 se muestra el histórico de sismos para Santa Marta. A continuación, se realiza el mapa de densidad de sismos y se observa principalmente que la mayor parte de los sismos en el municipio se presentan en el centro. Sin embargo, cuando se realiza la revisión de la magnitud de estos, se identifica que en la zona de mayor densidad de sismos, no se presentan los de mayor magnitud.



**Gráfico 157. Registro de sismos en Santa Marta 1993-2018**

Fuente: Elaboración propia a partir de información del Servicio Geológico Colombiano, 2018

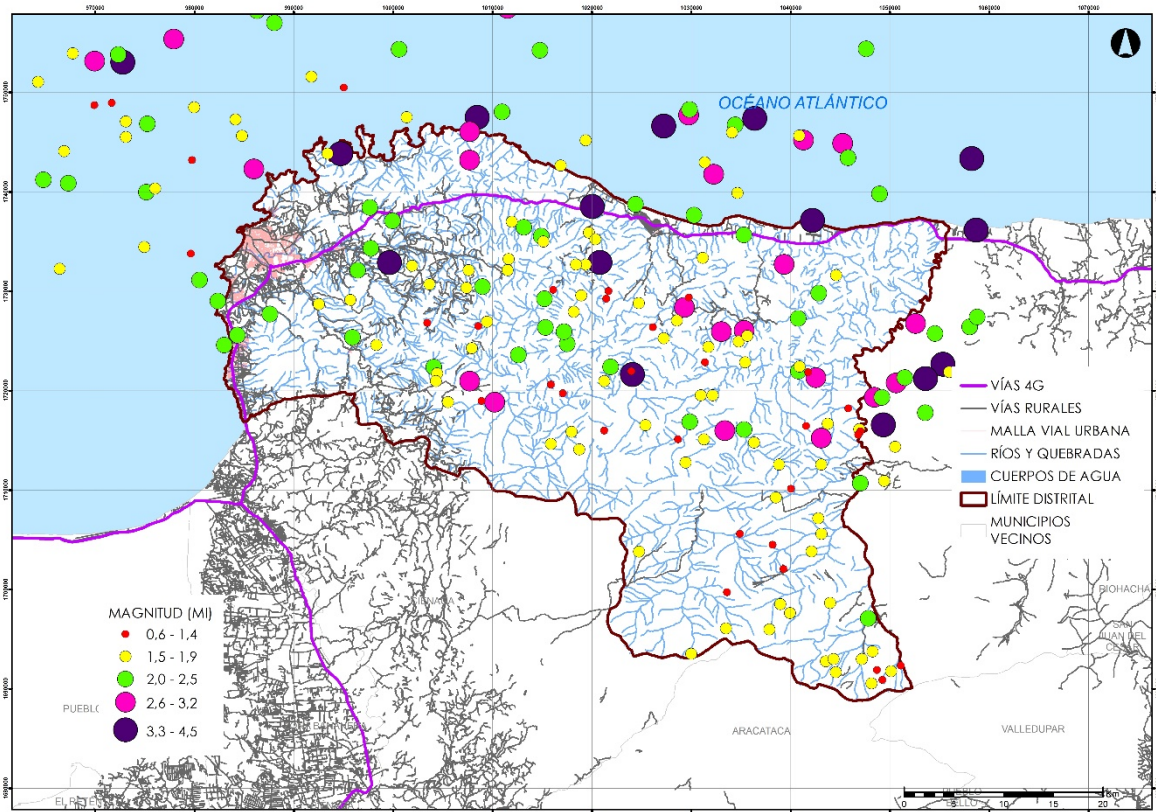


**Gráfico 158. Densidad de sismos en el municipio del Santa Marta**

Fuente: Elaboración propia



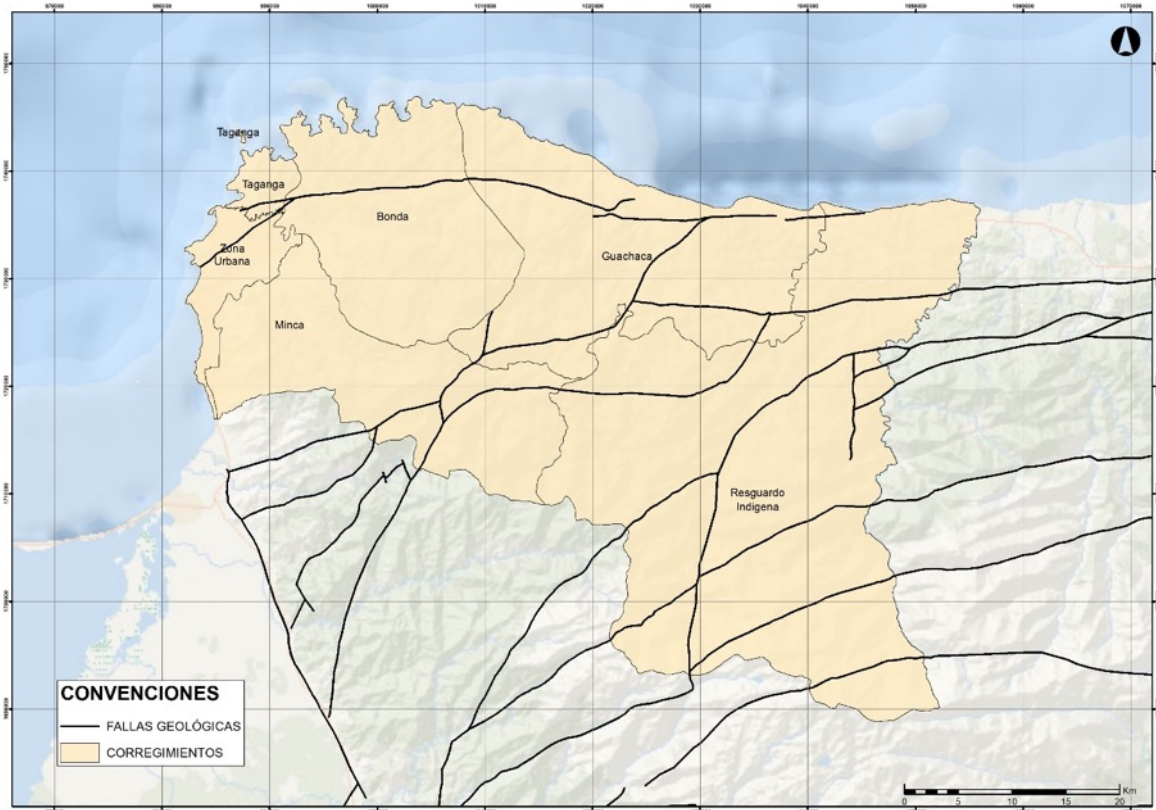
Adicionalmente, a partir del registro de sismos en el municipio se generó el mapa de magnitud (Gráfico 159) por sismos, identificando que el evento de mayor magnitud no supera los 4.5 en la escala de Richter, lo cual de acuerdo con la clasificación en la Tabla 116, se puede ver que son sismos de tipo ligero, los cuales solo causan movimiento de objetos y poco daño probable en zonas construidas.



**Gráfico 159. Magnitud de los sismos registrados en Santa Marta**

Fuente: Elaboración propia a partir de información del Servicio Geológico Colombiano, 2018.

Por otro lado, se realiza la identificación de las fallas geológicas con el fin de comparar con los lugares donde han ocurrido los sismos. Se observa principalmente que hacia el sur del municipio donde se tiene la parte más alta, se localizan varias fallas geológicas pero no se encuentra registro de fenómenos sísmicos, por el contrario, en la parte baja del municipio se concentran los sismos ocurridos con un valor máximo de 4.5 en la escala de Richter



**Gráfico 160. Fallas geológicas en el municipio de Santa Marta**

Fuente: Elaboración propia

Una vez se conoce el contexto de los eventos ocurridos en el municipio de Santa Marta y se correlacionan con las fallas geológicas, se realiza un procesamiento de la información, basado en la magnitud de los sismos, distancia a fallas geológicas y estrato litológico. De esta manera, se determina que la susceptibilidad sísmica se aproxima a:

$$Suscep.sismica = sf + sm + sl$$

Donde:

*sf*: Susceptibilidad por distancia a fallas

*sm*: Susceptibilidad de magnitud de sismos

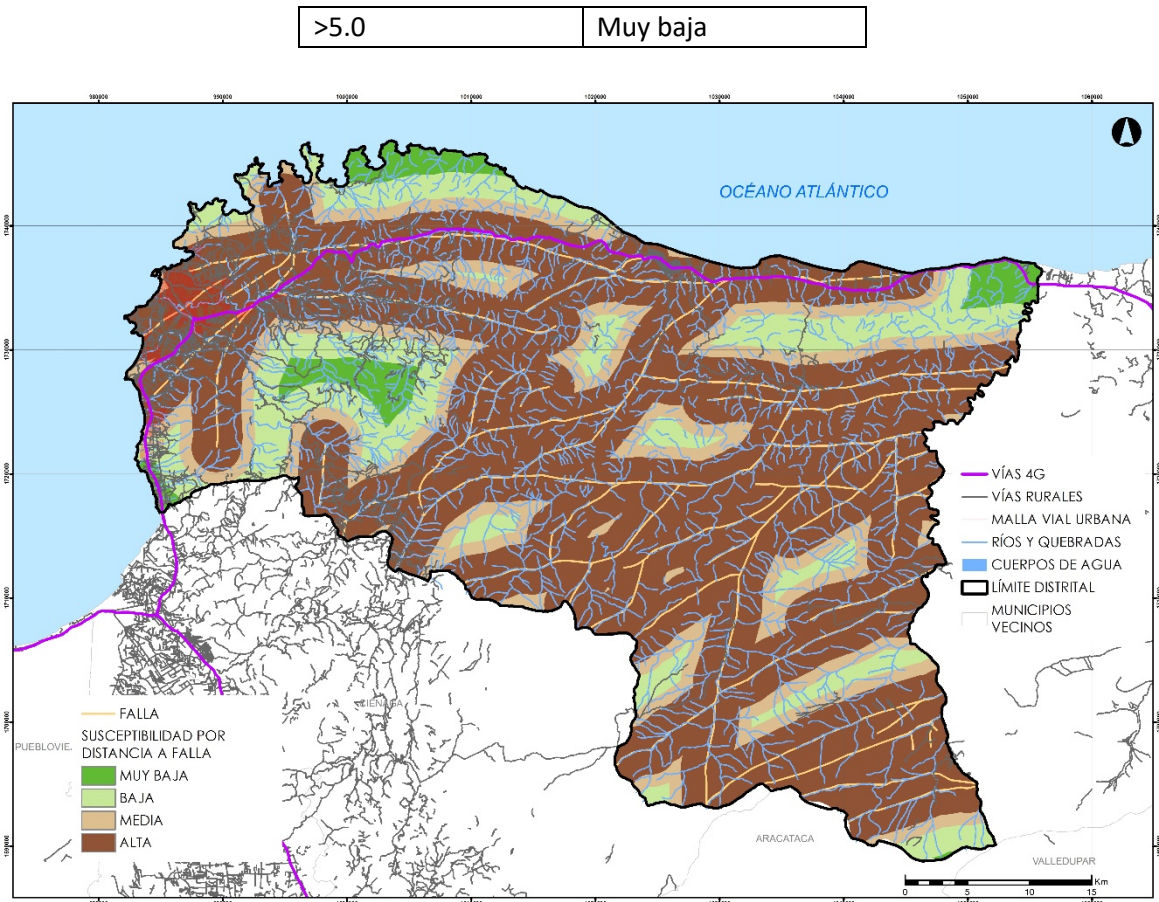
*sl*: Susceptibilidad del estrato litológico

Desde esta perspectiva, se realiza la asignación de categorías, de acuerdo con:

1. Susceptibilidad por distancia a falla:

Distancia a falla (km)	Categoría densidad
<2.5	Alta
2.5-3.0	Media
3.0-5.0	Baja

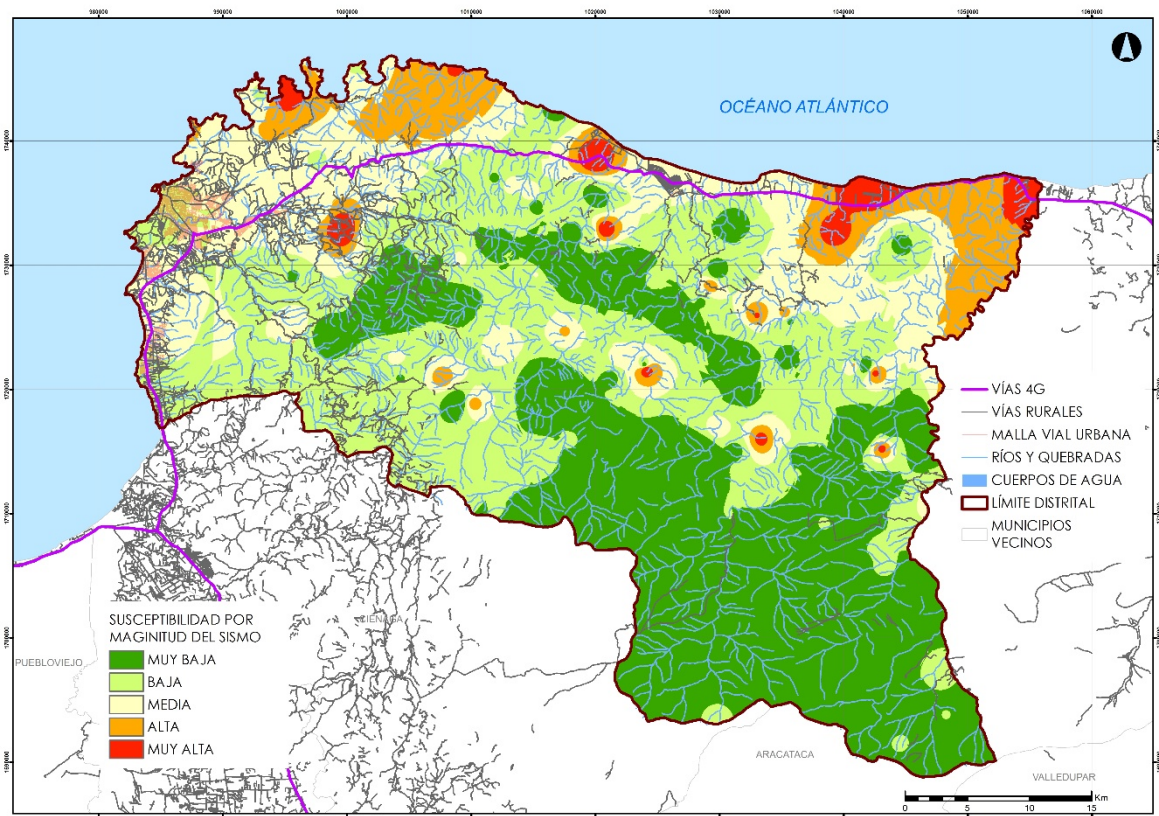




**Gráfico 161. Susceptibilidad por distancia a falla en el municipio de Santa Marta**  
Fuente: Elaboración propia

2. Susceptibilidad de magnitud de sismos

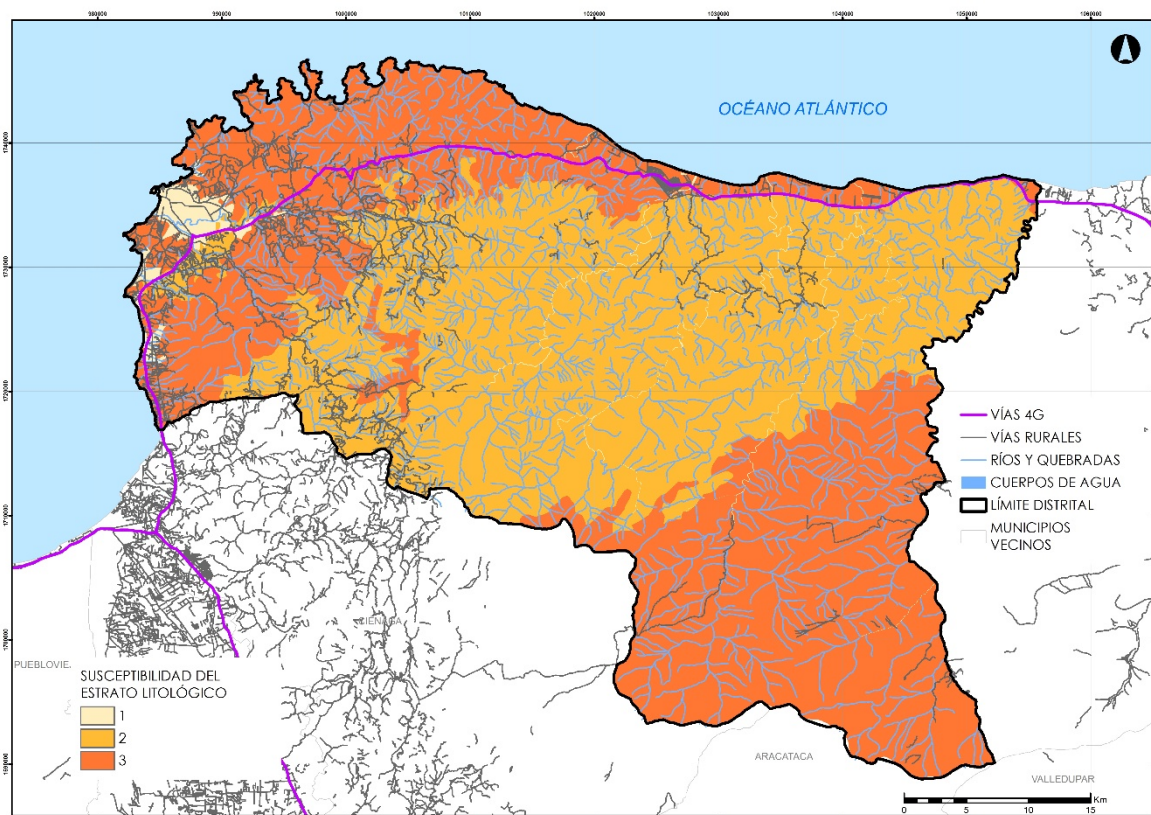
Magnitud	Susceptibilidad
3.3-4.5	Muy Alta
2.6-3.2	Alta
2.0-2.5	Media
1.5-1.9	Baja
0.6-1.4	Muy baja



**Gráfico 162. Susceptibilidad por magnitud de sismos en el municipio de Santa Marta**  
Fuente: Elaboración propia

3. Susceptibilidad del estrato litológico

Litología	Susceptibilidad
Arenas finas a limosas (SM)	Alta (3)
Limos (ML)	Media (2)
Arcillas/Limos arcillosos (CL-ML)	Baja (1)
Roca	Nula (0)

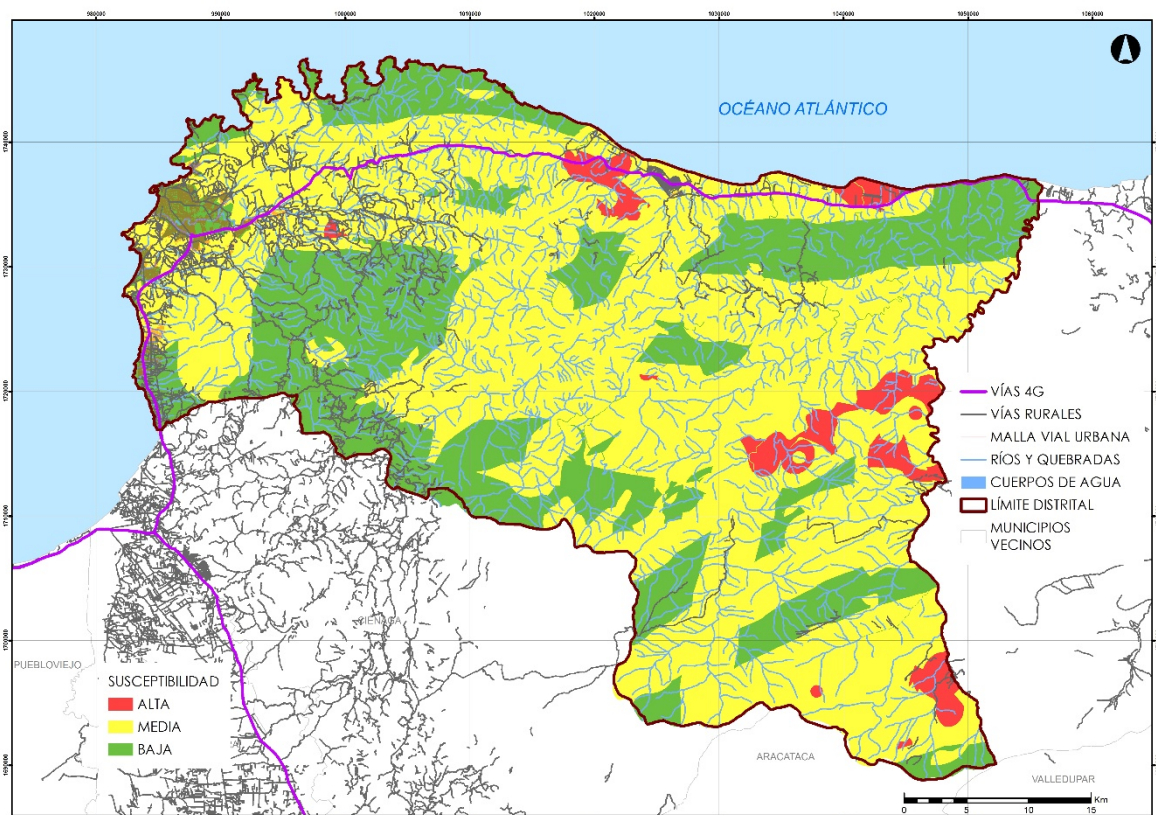


**Gráfico 163. Susceptibilidad del estrato litológico en el municipio de Santa Marta**

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la susceptibilidad sísmica, se determina por el cruce de las tres variables. Para el municipio de Santa Marta, las zonas de alta susceptibilidad corresponden a aquellas con el estrato litológico entre arenas y limos, así como alta confluencia de fallas geológicas y magnitudes de sismos por encima de 3.3 en la escala de Richter, particularmente se presentan zonas de susceptibilidad alta en la Zona del Resguardo Indígena y de Guachaca. A nivel urbano se presenta categoría de susceptibilidad media.





**Gráfico 164. Susceptibilidad de sismos en el municipio de Santa Marta**

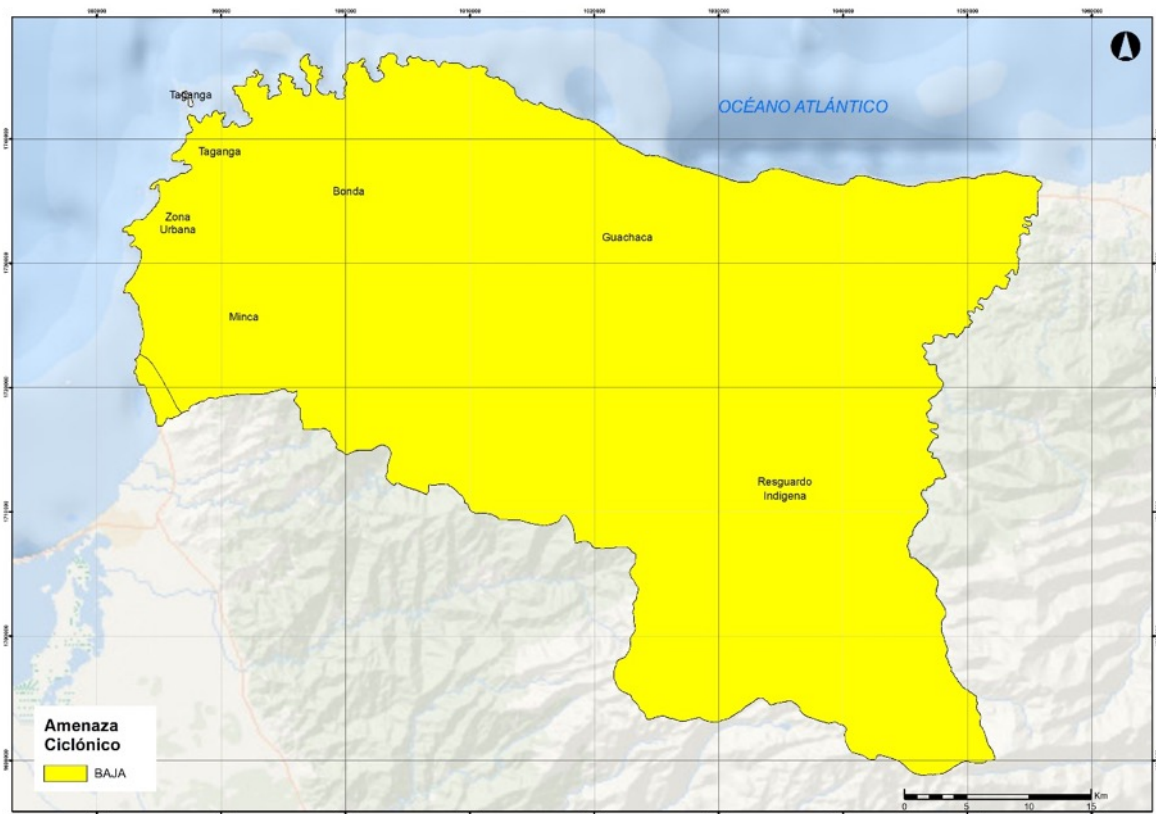
Fuente: Elaboración propia

### 3.11.2. Amenaza por Ciclones

Los ciclones son sistemas giratorios conformado por nubes y tormentas que se originan sobre aguas tropicales o subtropicales, los cuales cuentan con un centro de circulación cerrado en los niveles bajos de la atmosfera. Estos son fenómenos naturales que se forman entre los 5° y 30° grados de latitud norte típicamente, moviéndose hacia el oeste.

La amenaza radica en la afectación al territorio y el nivel de impacto de acuerdo a la categoría en que se encuentre, ya sea depresión tropical, tormenta tropical y/o huracán. A nivel nacional se mantiene en un nivel bajo de amenaza, tomando como base las trayectorias promedio de los huracanes a lo largo de la historia, siendo los departamentos de La Guajira, San Andrés y Providencia los que se encuentran mas vulnerables ante este tipo de eventos. Para el departamento de Magdalena dada su ubicación se puede ver afectado por efectos secundarios de los huracanes, como lo son los vendavales, marejadas, lluvias de tipo torrencial, entre otros. Tomando como base la información de la consultoría entre Prosierra y AECOM Technical Services (2014), al igual que información de las líneas de trayectoria promedio determinadas por la OEA y estudios del IDEAM, se identificó que el nivel de amenaza por ciclones para la ciudad de Santa Marta se encuentra en nivel Bajo. En el Gráfico 165 se muestra la categoría de amenaza por ciclones para Santa Marta.

339



**Gráfico 165. Amenaza por ciclones en el distrito de Santa Marta**

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de Prosierra, AECOM – 2014.



### 3.11.3. Amenaza por eventos ceráunicos

La tormentas electricas son fenómenos metereologicos que se caracterizan por la presencia de rayos y truenos, generados por condiciones de inestabilidad atmosférica, clasificándose en tormentas de tipo convectivo o térmicas y tormentas de tipo ciclónico o frontal. Para la medición de la actividad de rayos se tienen diferentes metodologias y sistemas de medición y localización de descargas electricas atmosféricas, lo que permite establecer un numero promedio de días en los que hay tormenta en una región dada, llamado nivel ceráunico. Los eventos ceraunicos se relacionan con el numero anual de días de tormenta eléctrica en un nivel especifico. Para el territorio colombiano se tiene el mapa a nivel nacional de los niveles ceráuneos, generado a partir de observaciones durante 1974 a 1988. Este mapa permite identificar la actividad de rayos sobre las regiones, sin embargo no tiene en cuenta otros parámetros que podrían dar mejor precisión. Tomando como base la información secundaria analizada se presenta la tabla de categorización de amenaza por evento ceraunico de acuerdo con el rango de frecuencia.

340

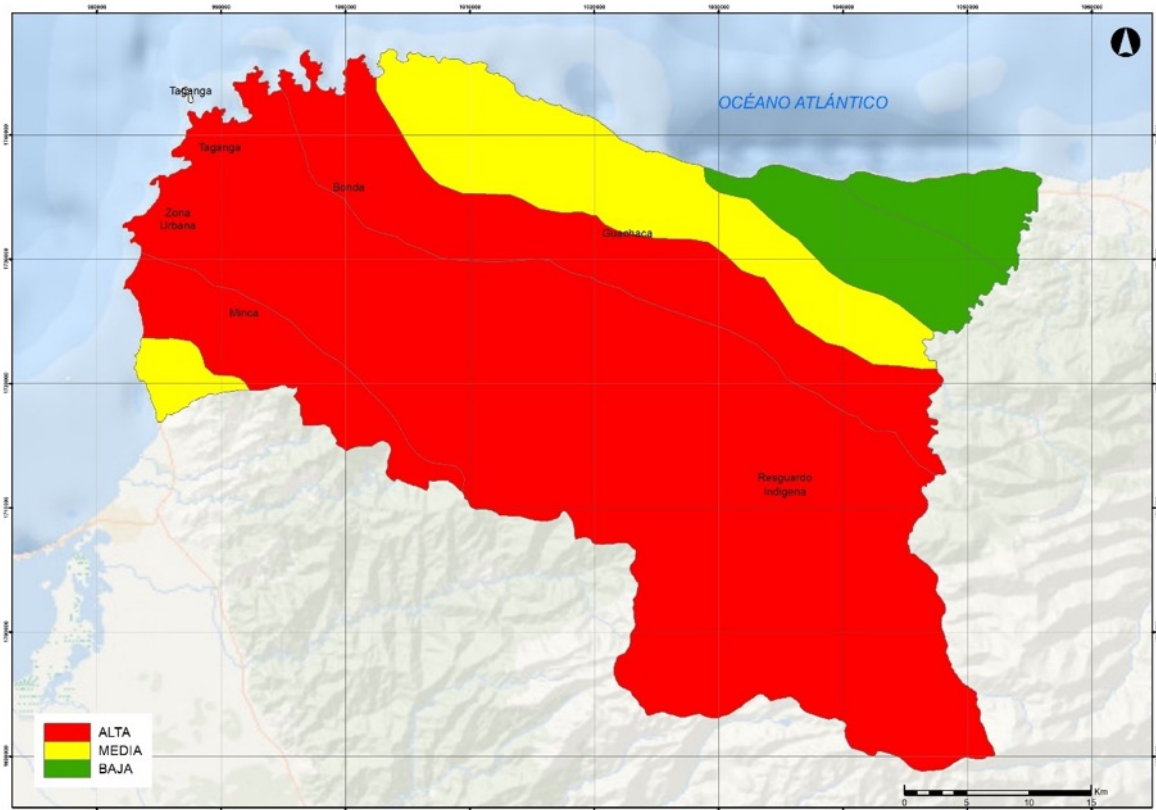
**Tabla 117. Clasificación de amenaza por evento ceráunico**

Fuente: Prosierra - AECOM Technical Services (2014)

Evento ceráunico	Rango
Alta	>100
Media	80 – 120
Baja	< 80

El distrito de Santa Marta se encuentra en una zona que se caracteriza por ser de alta densidad de descargas a tierra, dada su ubicación geoGráfico en la Zona de Confluencia Intertropical ZCIT, por lo aumenta la amenaza ante este tipo de eventos, tanto a nivel rural como urbano. A partir de la información levantada por la consultoría entre Prosierra y AECOM Technical Services (2014), se identificó el nivel de amenaza por eventos ceráunicos para Santa Marta. De acuerdo con la información base se generó el mapa de amenaza por este tipo de evento, a partir de la clasificación establecida en la Tabla 117. En el

Gráfico 166 se muestra las zonas de mayor a menor amenaza en todo el territorio de Santa Marta.

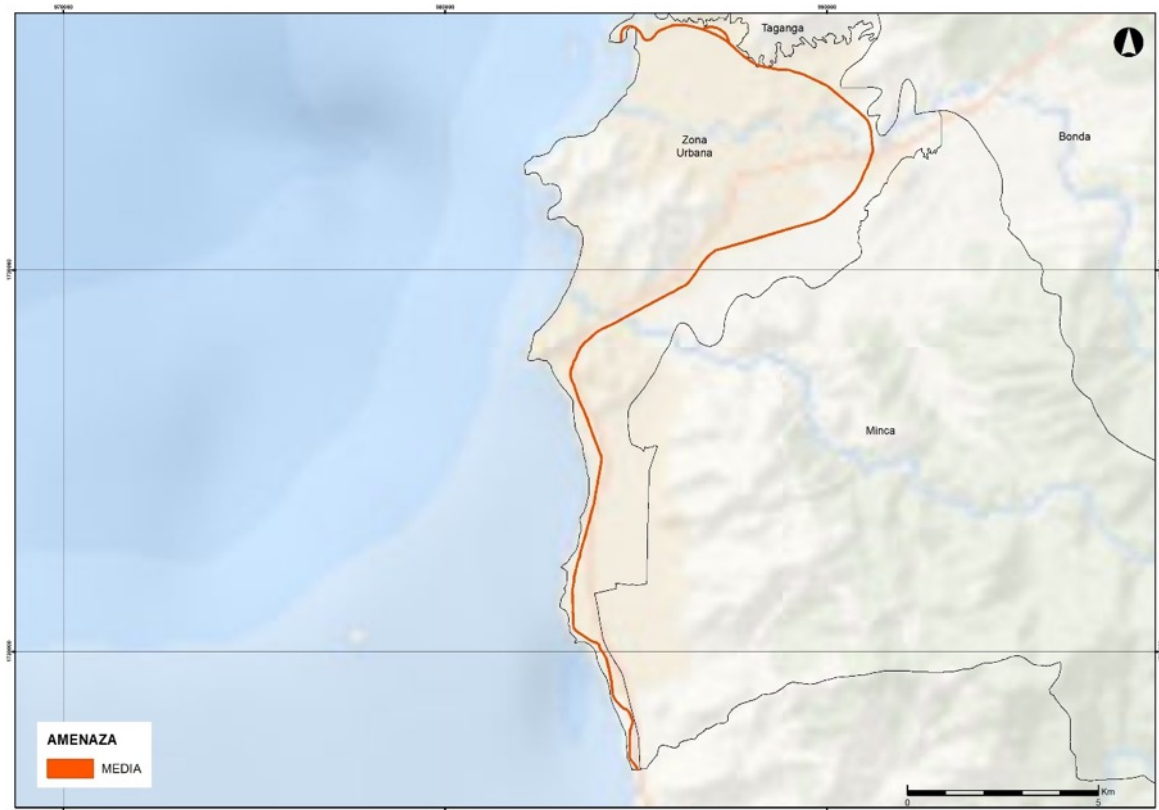


**Gráfico 166. Amenaza por eventos cerámicos en el distrito de Santa Marta**

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de Prosierra, AECOM – 2014.

### 3.11.4. Amenaza tecnológica por transporte férreo

Para la identificación de amenazas por actividades relacionadas con el transporte férreo se toman en cuenta los antecedentes históricos al igual que el estado de las vías, sin embargo para el caso de Santa Marta se considera que se encuentra en un nivel de amenaza baja, dado que los eventos relacionados con esta actividad son muy pocos. Dado lo anterior, se estableció un límite de 15 metros de protección a lado y lado de la vía férrea, de acuerdo con la normatividad nacional vigente, identificando 94 hectáreas de riesgo medio a lo largo del casco urbano. En el Gráfico 167 se muestra la clasificación de la amenaza tecnológica por transporte férreo a nivel urbano para el distrito de Santa Marta.

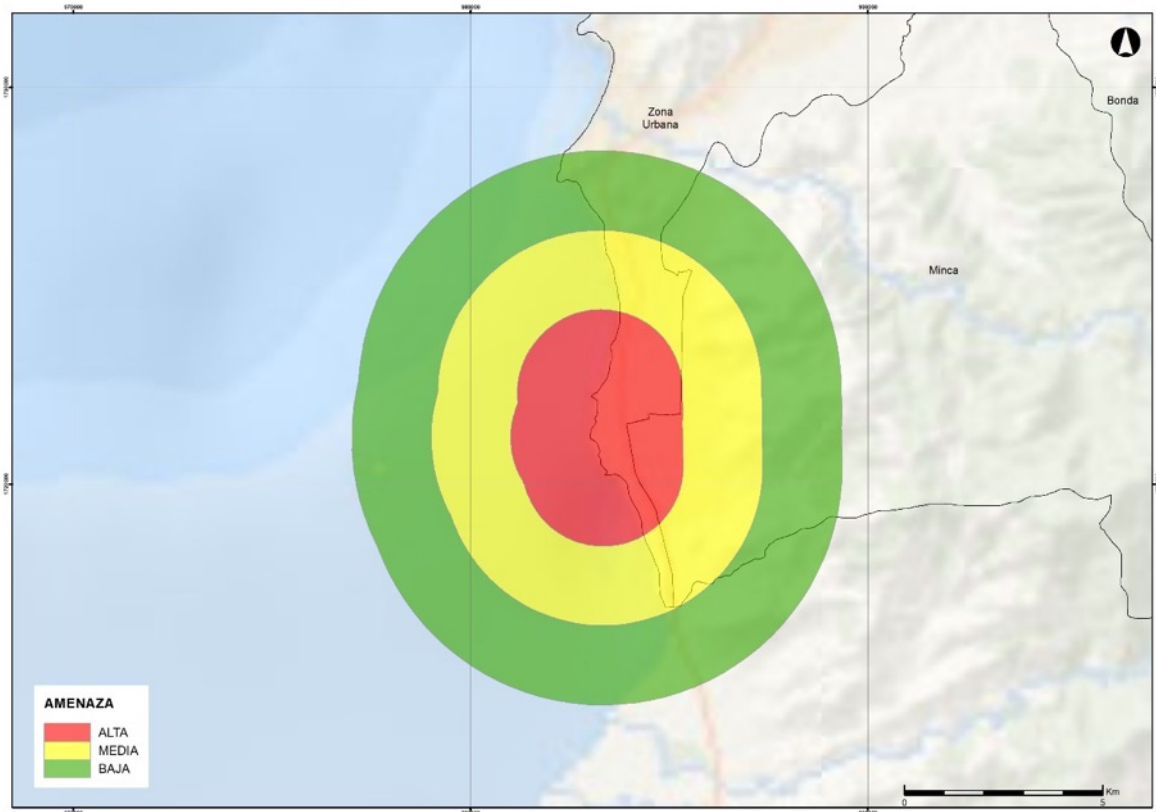


**Gráfico 167. Amenaza tecnológica por transporte férreo – nivel urbano**

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de Prosierra, AECOM – 2014.

### 3.11.5. Amenaza tecnológica por transporte aéreo

Para la identificación de la amenaza por transporte aéreo se considera que es por lo general una amenaza baja, tomando en cuenta los pocos eventos relacionados con accidentes aéreos que se han dado en la ciudad de Santa Marta, sin embargo es necesario establecer zonas con mayor probabilidad a un evento de este tipo debido a la proximidad al Aeropuerto Internacional Simón Bolívar. A partir de la información evaluada por la consultoría entre Prosierra y AECOM Technical Services (2014), se establecieron los niveles de amenaza de acuerdo con metodologías similares a las utilizadas por la Aerocivil, estableciendo un área de amenaza tomando como centro el terminal del aeropuerto y generando entre franja y franja un límite de mínimo 2 km. En el Gráfico 168 se muestra las zonas en algún grado de amenaza tecnológica por transporte aéreo.

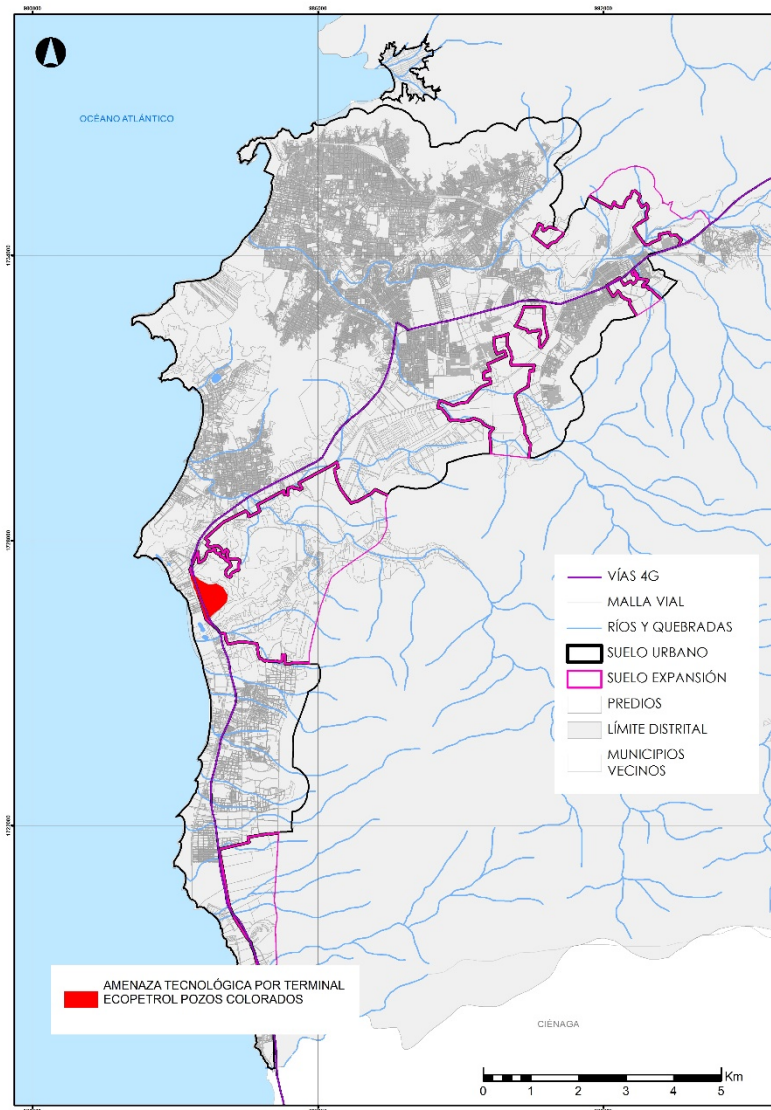


**Gráfico 168. Amenaza tecnológica por transporte aéreo – nivel urbano**

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de Prosierra, AECOM – 2014.

### 3.11.6. Amenaza tecnológica por Terminal Ecopetrol Pozos Colorados

Para la identificación de posibles amenazas frente a la localización de la Terminal Ecopetrol Pozos Colorados, se estima un área de influencia de 37.39 ha principalmente en el área de expansión del municipio. La probabilidad de afectación de esta terminal con respecto a los escenarios de amenaza, se definirá con base en la información disponible para Riesgo de Falla del sistema con que cuenta Ecopetrol.



**Gráfico 169. Amenaza tecnológica por transporte aéreo – nivel urbano**  
Fuente: Elaboración propia a partir de la información de Prosierra, AECOM – 2014.

### 3.11.7. Amenaza a la desertificación

La Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (CLD) define la desertificación como: la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultantes de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas. La desertificación disminuye la resiliencia o capacidad de adaptación de las tierras ante la variabilidad climática natural.

El suelo, la vegetación, los suministros de agua dulce, y otros recursos de las tierras secas en general son resistentes, es decir que pueden recuperarse después de sufrir perturbaciones climáticas como la sequía e inclusive efectos provocados por el hombre, como la agricultura y el pastoreo. Sin



embargo, cuando las tierras se degradan, esta capacidad de recuperación se reduce sustancialmente, lo que conlleva repercusiones físicas y socioeconómicas.

Los ecosistemas de las regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas son frágiles y vulnerables a la desertificación. Para entender el concepto de desertificación, se destaca que no todas las zonas secas son iguales y que existe un gradiente de aridez, vale decir, regiones cuyas condiciones ambientales son más extremas que otras. Los procesos de desertificación suelen convertir al suelo en menos productivo. Los vientos y la lluvia pueden llevarse la capa superficial del suelo expuesta y erosionada de las tierras. La estructura física y composición bioquímica del suelo puede empeorar, formándose hondonadas y grietas, en tanto que el viento y el agua pueden eliminar nutrientes vitales. Si el nivel freático sube debido a inundaciones o prácticas de irrigación deficientes, el suelo puede anegarse y la salinidad aumentar. Cuando el ganado compacta el suelo, éste puede perder su capacidad para el cultivo de plantas y la conservación de la humedad, lo que aumentará la evaporación y la escorrentía superficial<sup>2</sup>.

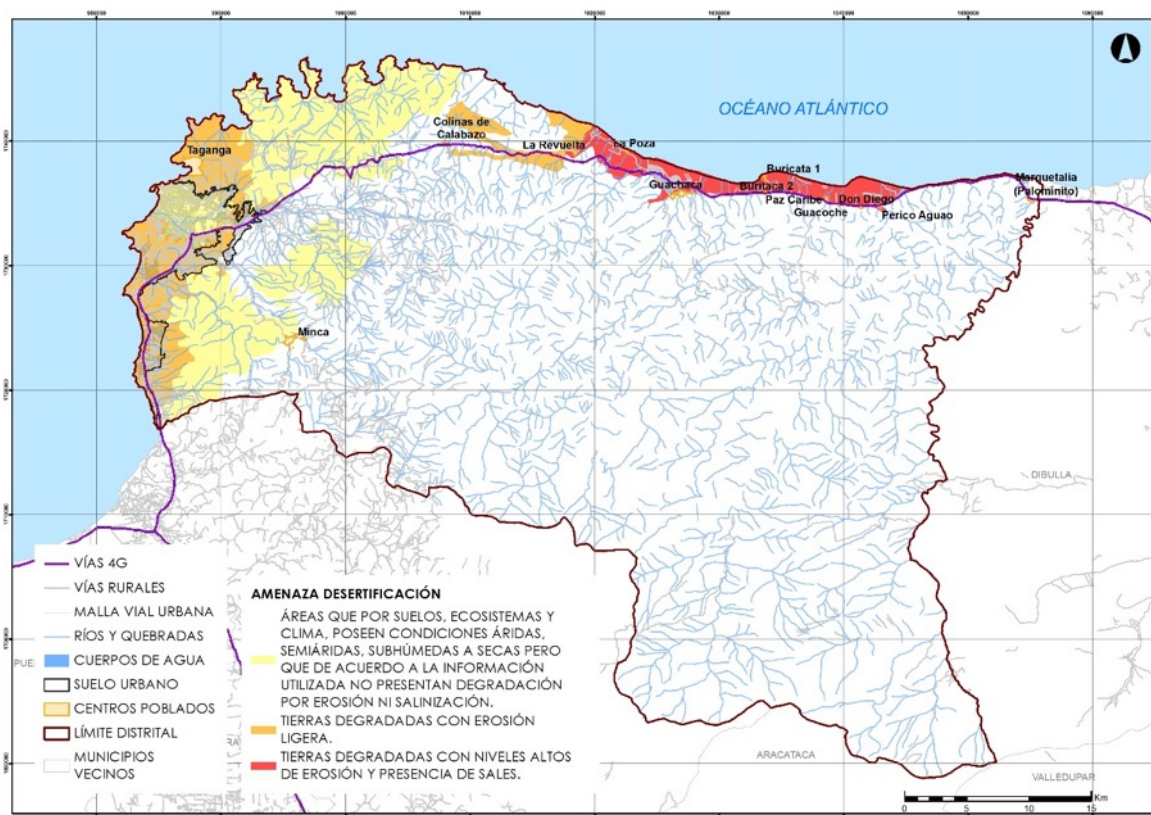
Los mapas de amenaza por desertificación presentados en la Gráfico 170 y la Gráfico 54 se elaboraron con base en el mapa Tendencia a la desertificación y Zonas de Deglaciación desarrollado por el IDEAM (Ideam, 2013).

**Tabla 119. Estimación de áreas de amenaza por desertificación**

Fuente: elaboración propia

Nivel de amenaza	Área (ha)	Porcentaje (%)
<b>Alto</b>	0.00	0.00%
<b>Medio</b>	4,231.52	55.56%
<b>Bajo</b>	2,259.48	29.67%
<b>No amenaza</b>	1,124.45	14.77%
<b>Total</b>	7,615.45	100.00%

<sup>2</sup> Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Elementos de diagnóstico y recomendaciones de acción para ser incluidos en el plan nacional de acción en la lucha contra la desertificación y manejo de ecosistemas de zonas secas en Colombia. (PAN), fase 1.2003



346

**Gráfico 170. Zonificación de amenaza por tendencia a la desertificación a nivel rural**

Fuente: AECOM Technical Services, 2014

**Tabla 118. Estimación de áreas de amenaza por desertificación a nivel rural**

Fuente: elaboración propia

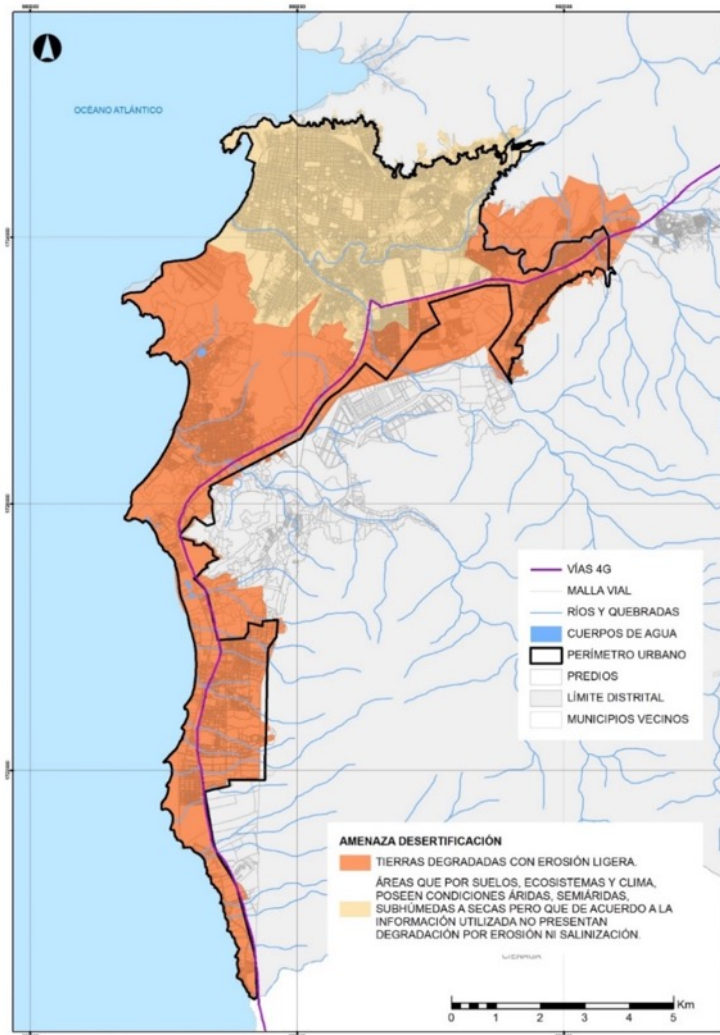
Nivel de amenaza	Área (ha)	Porcentaje (%)
Alto	4,563.31	1.94%
Medio	11,997.59	5.11%
Bajo	24,140.56	10.28%
No amenaza	194,088.30	82.66%
<b>Total</b>	<b>234,789.75</b>	<b>100.00%</b>

Se estima cerca de un 2% del área municipal con amenaza alta por tendencia a la desertificación, principalmente en las áreas localizadas sobre la planicie inundable de los ríos Guachaca, Buritaca, Don Diego y Piedras, un 5% en amenaza media en las zonas urbanas del municipio y más de un 10% en amenaza baja en las zonas aledañas al perímetro urbano de Santa Marta, particularmente sobre los corregimientos Bonda, Tanganga, Zona Urbana y Minca. Por su parte, en la zona urbana del municipio de Santa Marta, se encuentra casi el 60% del área del casco urbano clasificada en amenaza media por tendencia a la desertificación y cerca de un 30% en amenaza media. El restante 10% corresponde a la zona de expansión del municipio, la cual está clasificada como amenaza baja.

**Tabla 119. Estimación de áreas de amenaza por desertificación**

Fuente: elaboración propia

Nivel de amenaza	Área (ha)	Porcentaje (%)
Alto	0.00	0.00%
Medio	4,231.52	55.56%
Bajo	2,259.48	29.67%
No amenaza	1,124.45	14.77%
<b>Total</b>	<b>7,615.45</b>	<b>100.00%</b>



**Gráfico 171. Zonificación de amenaza por tendencia a la desertificación a nivel urbano**

Fuente: AECOM Technical Services, 2014

### 3.11.8. Amenaza por inundación por aumento del nivel del mar

El nivel medio del mar es considerado como un índice sensible del cambio climático debido a que es la representación de diferentes componentes de este sistema. A medida que los océanos responden

al calentamiento global, el agua se expande y aumenta, por ende, lo hace el nivel medio del mar. De igual forma, las interacciones de la atmósfera y el océano ocurridas durante los eventos El Niño de oscilación del Pacífico Sur, afectan los niveles medios del mar de forma compleja. Como consecuencia de cambios en el clima y el calentamiento de la superficie terrestre, el agua contenida en los glaciares fluye hacia los océanos causando variaciones en su nivel (Cazenave y Llovel, 2010).

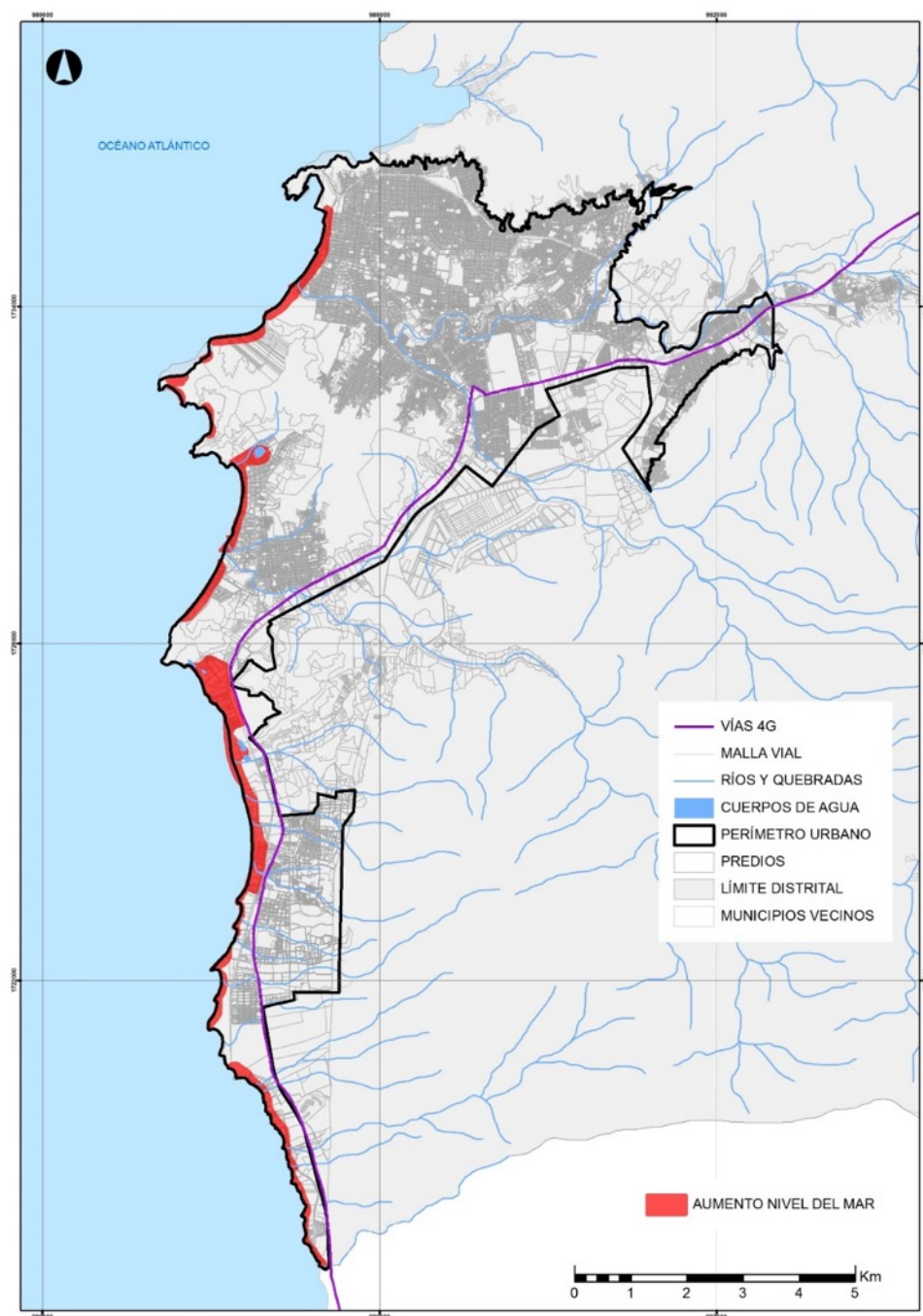
Dada la posible afectación que se puede generar en las zonas costeras del Distrito de Santa Marta por el aumento del nivel del mar, tomando como referencia análisis de series de tiempo realizados por el INVEMAR que identifican el ascenso constante de estos niveles para la Costa Caribe se estimó una zona que podría ser amenazada por este evento proyectando los niveles a 2040. El resultado es adaptado de lo publicado por INVEMAR y se muestra en la Gráfico 172

348

**Tabla 120. Estimación de áreas con amenaza por aumento del nivel del mar**

Fuente: elaboración propia

Nivel de amenaza	Área (ha)	Porcentaje (%)
Alto	264.02	3.47%
No amenaza	7,351.43	96.53%
Total	7,615.45	100.00%



**Gráfico 172. Zona de afectación del aumento del nivel del mar con escenarios proyectados a 2040**

Fuente: Adaptado de AECOM Technical Services, 2014



### 3.11.9. Amenaza por erosión costera

La erosión costera, puede ser definida como el resultado de la pérdida de sedimentos debido a factores naturales (olas, corrientes, huracanes, tsunamis), y factores antropogénicos (extracción de arenas y recursos marino costeros para construcción, tala de manglares, obras costeras descoordinadas e infraestructura muy cercanas a la línea de costa) y aumenta significativamente cuando aumenta la construcción de infraestructura de gran envergadura como embalses, la construcción de infraestructura rígida para el control de la erosión y el aumento del nivel del mar ocasionado por el cambio climático latente. (Arcadis Nederland BV; Royal HaskoningDHV; Deltares; Fundación Herencia Ambiental Caribe; JESyCA SAS, Aqua y Terra; Universidad del Norte, 2018)

350

En Colombia, las afectaciones debidas a la erosión costera han aumentado en los últimos años y sobre todo, han tenido un impacto social y económico que restringe las actividades que se deberían desarrollar en muchos casos debidas al turismo y otras actividades que ponen en peligro los ecosistemas. Desde esta perspectiva, el INVEMAR, realizó un análisis del impacto socio económico de la erosión costera para el país y encontró que para el año 2001, casi el 1,7% de la población del país y un valor de capital de aproximadamente 1,5% del PBI se encontraban en situación de riesgo. Para el año 2030, INVEMAR estimó un aumento del 2% de la población (cerca de 1,2 millones de personas) y un valor de capital de 2,2% del PBI, así mismo establece que se tendrán grandes pérdidas ocasionadas por el valor económico que se deriva de los servicios ecosistémicos principales de la región Caribe Colombiana como son la pesca y el turismo. (Arcadis Nederland BV; Royal HaskoningDHV; Deltares; Fundación Herencia Ambiental Caribe; JESyCA SAS, Aqua y Terra; Universidad del Norte, 2018)

Desde esta perspectiva, el municipio de Santa Marta forma parte fundamental de la Unidad Ambiental Costera UAC Vertiente Norte de la Sierra Nevada De Santa Marta. (Gráfico 173)

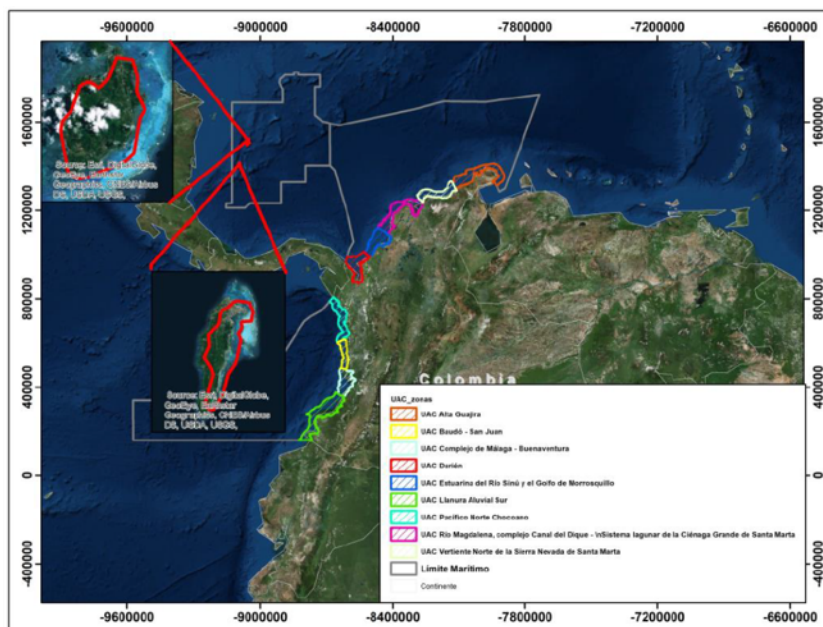
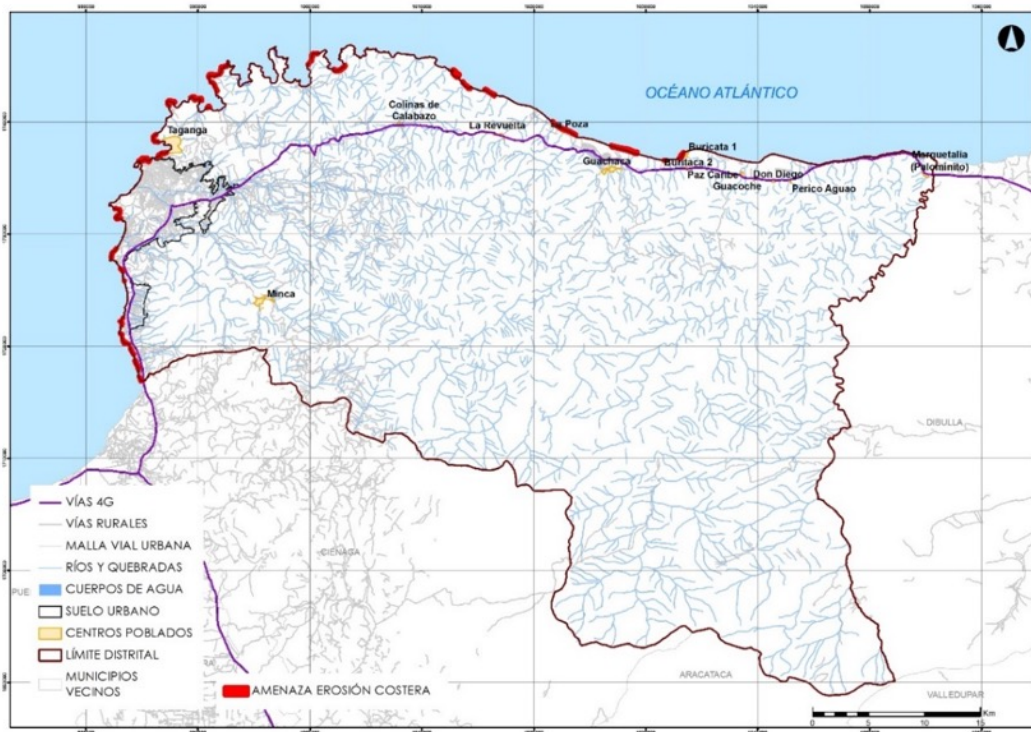


Gráfico 173. Unidades Ambientales Costeras UAC en Colombia.

Para el establecimiento de la amenaza por erosión costera en el municipio de Santa Marta, se emplea la información adaptada por AECOM (2014), en la cual se establecen los puntos de erosión costera. Se encuentran alrededor de 20 puntos de erosión identificados fuera del Distrito de Santa Marta y se identifica que gran parte de la costa del Distrito tiene puntos de erosión costera. (Gráfico 174).

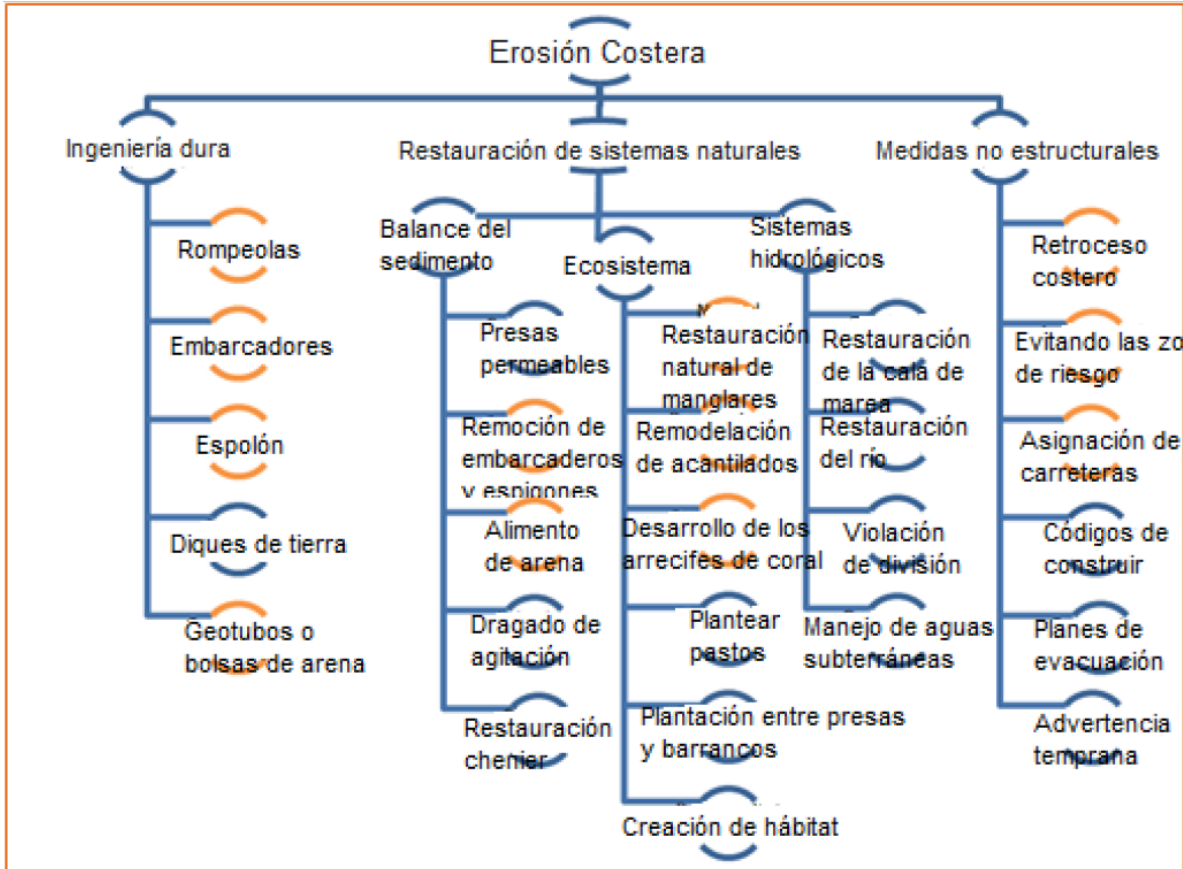


**Gráfico 174. Zonas de amenaza por erosión costera**

Fuente: Adaptado de AECOM Technical Services, 2014

Desde esta perspectiva, el Plan Maestro de Erosión Costera para Colombia, establece algunas medidas que deberían emplearse con el fin de reducir el impacto ocasionado por este fenómeno.

Gráfico 175. Panorama general de posibles medidas para combatir la erosión costera (Arcadis Nederland BV; Royal HaskoningDHV; Deltares; Fundación Herencia Ambiental Caribe; JESyCA SAS, Aqua y Terra; Universidad del Norte, 2018)



### 3.12. Análisis de vulnerabilidad

La vulnerabilidad puede entenderse como el conjunto de características del entorno construido que ayudan a resistir el impacto derivado de la ocurrencia de un evento peligroso. Estas características determinan el grado en el cual la integridad del entorno construido, así como la vida y medios de subsistencia de quienes habitan dicho entorno, quedan en riesgo por cuenta del evento peligroso. La vulnerabilidad cuantifica entonces las condiciones de inseguridad del entorno construido, las cuales responden a un proceso social de generación, acumulación e incremento. Por lo tanto, la vulnerabilidad debe entenderse como un fenómeno de origen social, controlado por las condiciones sociales, políticas y económicas de una región, el cual deriva en un estado vulnerable del entorno construido que, desde el punto de vista físico, materializa dicho proceso en términos de las pérdidas que pudieran ocurrir.

En una región sometida a amenazas, el riesgo dependerá tanto de dichas amenazas como del grado de vulnerabilidad de la población y sus activos (viviendas, cultivos, etc.). Aunque el riesgo es único, existen diferentes aproximaciones conceptuales que permiten evaluar el riesgo desde distintos niveles de análisis. Desde una visión macro, el Modelo de Presión y Liberación (Pressure and Release –PAR– Model, Wisner, Blaikie, Cannon, & Davis, 2003), muestra cómo los desastres se presentan cuando las amenazas naturales afectan a la gente más vulnerable. Dicha vulnerabilidad se encuentra fundamentada en procesos sociales y causas de fondo que pueden ser totalmente ajenas al desastre propiamente dicho (Wisner et al., 2003).

Básicamente, la racionalidad detrás de este modelo es que los desastres se configuran desde dos frentes distintos, propiamente descritos como la amenaza y la exposición física, y los procesos que agravan el riesgo asociado a la vulnerabilidad de un territorio, comúnmente denominados factores de agravamiento. Estos factores que contribuyen a la progresión de la vulnerabilidad en una región tienen que ver con aspectos sociales y económicos. Las presiones dinámicas se refieren a la capacidad de las instituciones locales de gestionar el territorio y de controlar la alteración de las dinámicas ecológicas que pueden llegar a mitigar o acentuar la vulnerabilidad de los pobladores.

Desde esta perspectiva, se plantea el enfoque de evaluación integral (Carreño, Cardona, & Barbat, 2006), el cual se logra a través de la definición de factores que agravan la situación inicial de la pérdida física asociados principalmente a dos grupos: fragilidad socio-económica y falta de resiliencia de las instituciones y de la población. La vulnerabilidad del municipio de Santa Marta vendría estando representada por las dinámicas del territorio y de la población a nivel rural y urbano, considerando las diferentes actividades agrícolas que se desarrollan, la fragilidad de los ecosistemas, la capacidad de respuesta de la población y la ubicación de los elementos fijos de infraestructura que pueden verse afectados por la forma en cómo determinada amenaza se expone en la región, a partir de sus características hidrogeológicas, geomorfológicas, climatológicas, entre otras.

### 3.12.1. Vulnerabilidad del componente urbano

Para analizar la vulnerabilidad en el componente urbano se retomó la metodología planteada por AECOM (AECOM Technical Services, 2014). En este estudio, las variables consolidadas para la elaboración de la vulnerabilidad son:

NBI (Necesidades Básicas Insatisfechas) – Comunas

ZHF (Zonas Homogéneas Físicas) – Manzanas

Densidad de Población – Manzanas

Asentamientos rurales

NBI - Necesidades Básicas Insatisfechas - Comunas

Este indicador relaciona diferentes variables de tipo físico, ambiental, económico y social, las cuales se describen en la

Tabla 121.

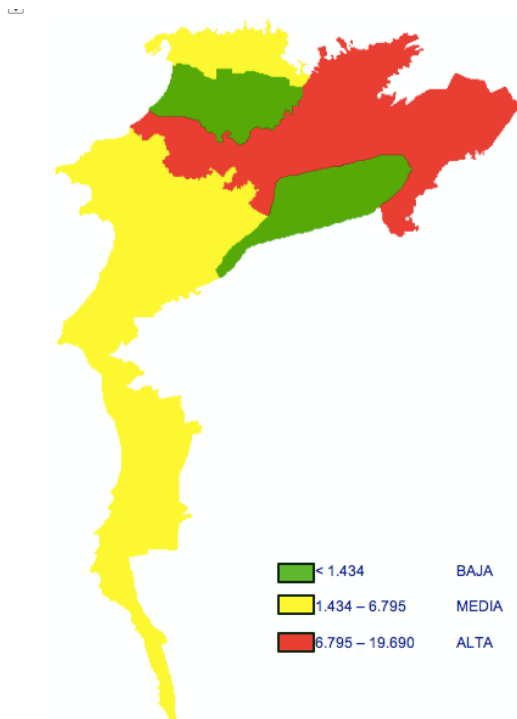
**Tabla 121 Necesidades básicas insatisfechas.**

Fuente: Distrito de Santa Marta

NECESIDADES BÁSICAS	DIMENSIONES	VARIABLES CENSALES
Acceso a vivienda	a) Calidad de la vivienda	Materiales de construcción utilizados en piso, paredes y techo
	b) Hacinamiento	i) Número de personas en el hogar
		ii) Número de cuartos de la vivienda
Acceso a servicios sanitarios	a) Disponibilidad de agua potable	Fuente de abastecimiento en la vivienda
	b) Tipo de sistema de eliminación de excretas	i) Disponibilidad de servicio sanitario
		ii) Sistema de eliminación de excretas

NECESIDADES BÁSICAS	DIMENSIONES	VARIABLES CENSALES
Acceso educación	Asistencia de los niños en edad escolar a un establecimiento educativo	i) Edad de los miembros del hogar ii) Asistencia a un establecimiento educativo
Capacidad económica	Probabilidad de insuficiencia de ingresos del hogar	i) Edad de los miembros del hogar ii) Último nivel educativo aprobado iii) Número de personas en el hogar iv) Condición de actividad

La clasificación del indicador NBI, se presentan en la Gráfico 176



**Gráfico 176. NBI espacializado en el componente urbano de Santa Marta**

Fuente: AECOM Technical Services, 2014

### ZHF - Zonas Homogéneas Físicas – Manzanas

Las zonas homogéneas físicas son un espacio geográfico que no tienen un mínimo o un máximo preestablecido en cuanto a número de predios o superficie que abarcan, las cuales cuentan con características similares en:

Vías

Uso Actual del Suelo

Topografía

La metodología valuatoria para catastro que utiliza el IGAC y que corresponde normativamente a todo el país corresponde a Manuales y procedimientos técnicos y normativos establecidos por esta

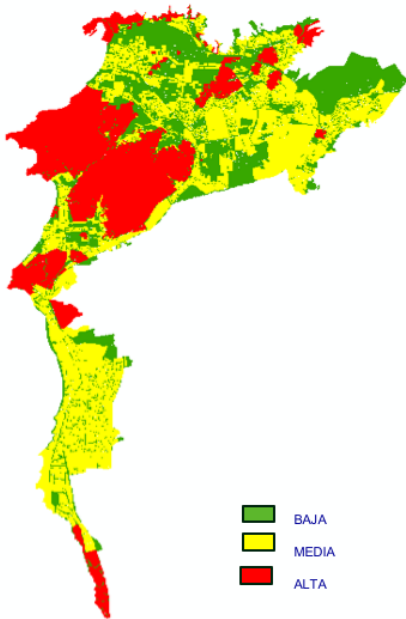


entidad, apoyados en la Ley 14 de 1988, Decretos 3496 de 1983 a través de la metodología de Zonas Homogéneas Físicas. Cada una de las variables de las ZHF, se especifican en la Tabla 122 y se espacializan de acuerdo con la información recolectada en la Gráfico 177

**Tabla 122 ZHF - Zonas Homogéneas Físicas Componente Urbano**

TOPOGRAFÍA	INFLUENCIA VIAL	USO ACTUAL	VULNERABILIDAD
Plano	(1-Pavimentadas), (3-Peatonales)	(5-Lote), (4-Institucional)	Baja
Inclinado	(2-Sin Pavimentar)	(1-Residencial)	Media
Empinado	(4-Sin vías)	(2-Comercial), (3-Industrial)	Alta

355

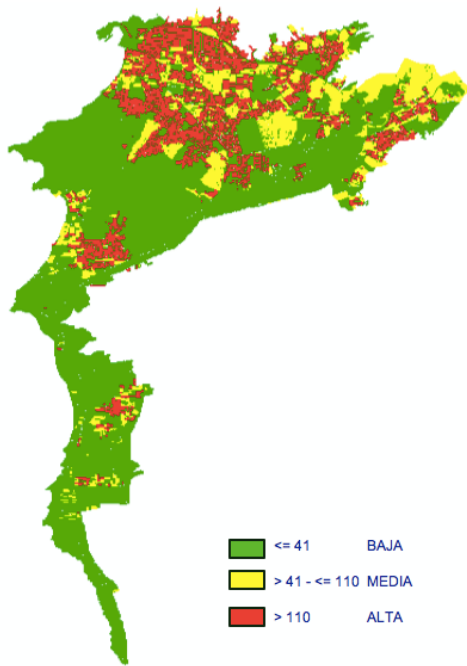


**Gráfico 177. ZHF Zonas homogéneas físicas en el componente urbano de Santa Marta**

Fuente: AECOM Technical Services, 2014

### Densidad de Población – Manzanas

Se refiere al número de habitantes de un área en relación a una unidad de superficie (Hab/ha.). La densidad adquiere especial importancia cuando aumenta significativamente en zonas clasificadas con niveles de riesgo medio y alto, dado que la pérdida que se puede tener aumenta exponencialmente. Adicionalmente, la densidad de población está estrechamente relacionada con el NBI dado que se debe tener en cuenta la capacidad del territorio para suplir las necesidades de la población en general. En la ciudad de Santa Marta se observan zonas donde la densidad poblacional es alta, con un orden de magnitud superior a 110 Hab/Ha, sobre todo hacia el norte de la ciudad. (Gráfico 178)



**Gráfico 178. Densidad poblacional en el componente urbano de Santa Marta**  
Fuente: AECOM Technical Services, 2014

Zonificación de vulnerabilidad urbana

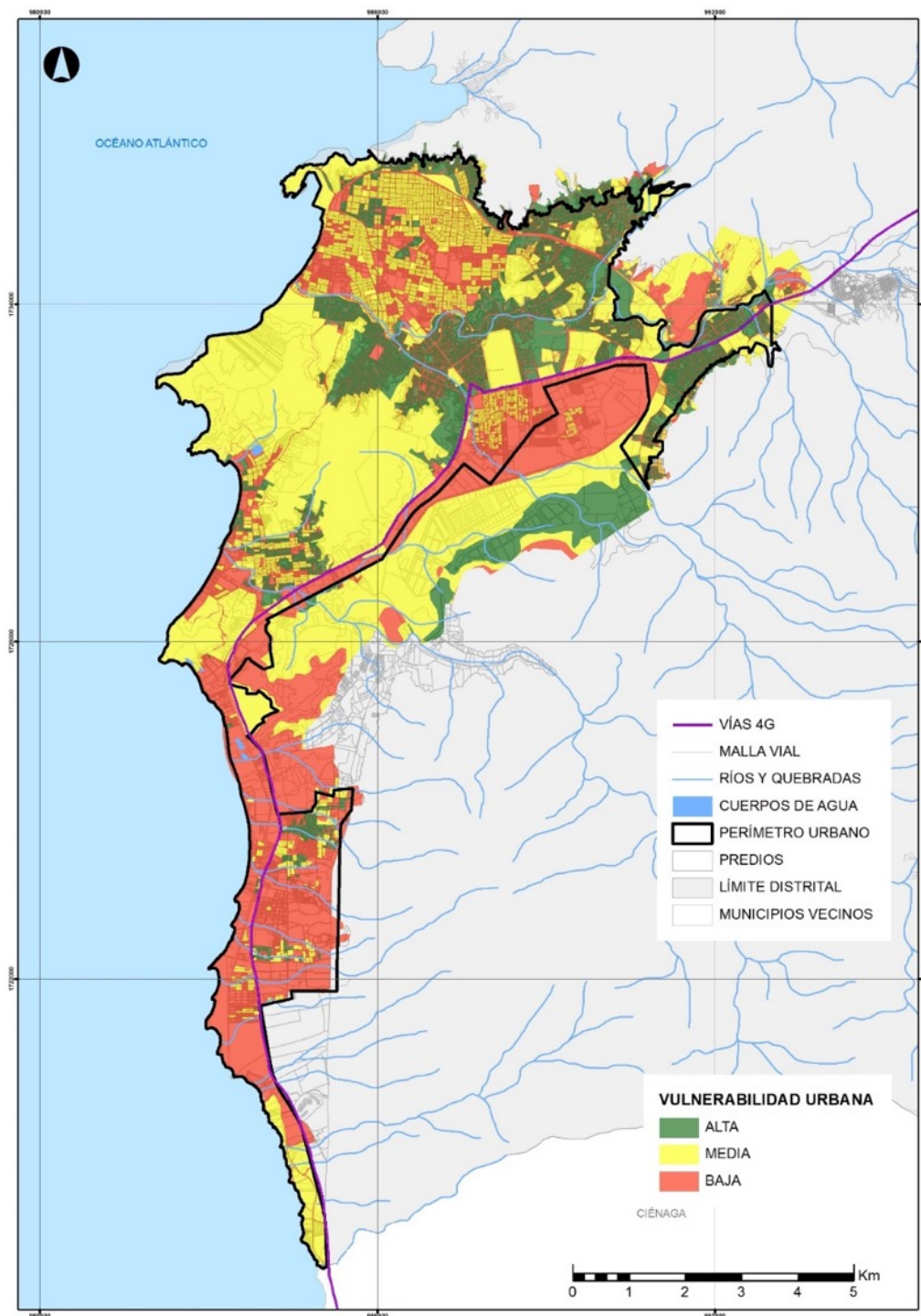
Para la consolidación de la vulnerabilidad, se realizaron unos cruces espaciales, para luego mediante un análisis multicriterio, asignar el tipo de vulnerabilidad. Ver Tabla 123 .

Tabla 123 Tabla multicriterio para vulnerabilidad  
Fuente: AECOM Technical Services, 2014

	TEMÁTICA 1			
TEMÁTICA 2		ALTA	MEDIA	BAJA
	ALTA	ALTA	ALTA	MEDIA
	MEDIA	ALTA	MEDIA	BAJA
	BAJA	MEDIA	BAJA	BAJA

Para obtener la zonificación de amenaza, primero se superpone el NBI con ZHF y se asigna el tipo de amenaza. El resultado anterior, se superpone con la densidad de población y finalmente se obtiene la vulnerabilidad del componente urbano. El resultado de la zonificación se presenta en la Gráfico 179.

Se estima un total de 18.31% de área clasificada en vulnerabilidad alta, un 45.9% en vulnerabilidad media y el restante 35.75% en categoría de vulnerabilidad baja. (Tabla 124)



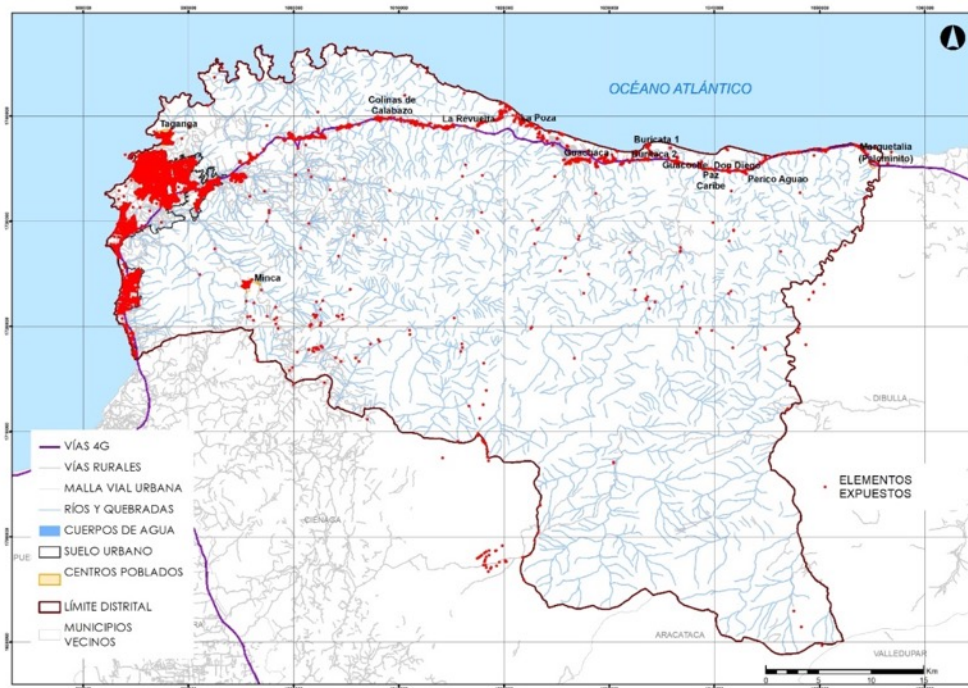
**Gráfico 179. Vulnerabilidad urbana de Santa Marta**  
Fuente: Adaptado de AECOM Technical Services, 2014

**Tabla 124 Estimación de áreas de vulnerabilidad Distrito de Santa Marta**

Nivel de vulnerabilidad	Área (ha)	Porcentaje (%)
Alto	1,394.73	18.31%
Medio	3,498.32	45.94%
Bajo	2,722.40	35.75%
No vulnerable	0.00	0.00%
Total	7,615.45	100.00%

### 3.12.2. Vulnerabilidad del componente rural

En el marco del presente análisis de vulnerabilidad, en el municipio de Santa Marta se realizó el levantamiento en campo de todas las edificaciones presentes a nivel rural y urbano con el principal objetivo de asociar los elementos expuestos de infraestructura a una vulnerabilidad física. A continuación, se presenta el mapa de elementos expuestos identificados en Santa Marta (Gráfico 180).



**Gráfico 180 Elementos expuestos del municipio de Santa Marta**

Fuente: elaboración propia

#### 3.12.2.1. Dimensión Ambiental

Para determinar la dimensión ambiental y categorizarla a nivel de vulnerabilidad, se utilizó la cobertura de la tierra del periodo 2005 – 2009 elaborada por el IDEAM (2012), donde se identifica el estado actual de las coberturas y el impacto de las mismas en el territorio.

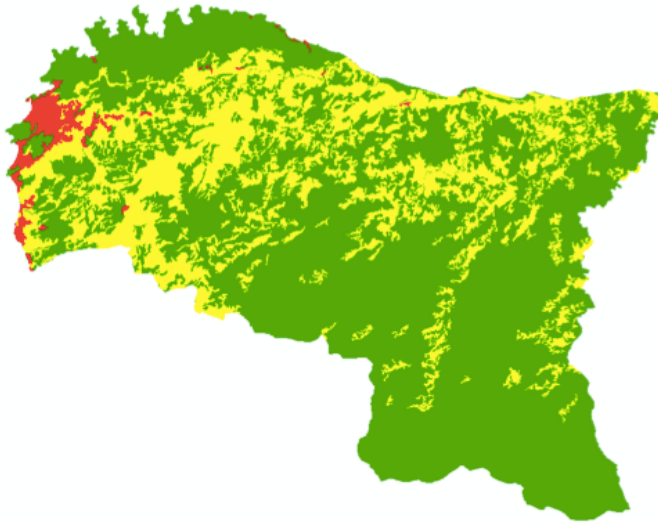
Según la leyenda de coberturas de la tierra Corine Land Cover, se tienen jerarquizadas las coberturas y mediante el nivel 2, se identificaron los territorios artificializados que configuran las áreas con mayor vulnerabilidad ambiental; seguidos por los territorios agrícolas que corresponden a la vulnerabilidad media y por último se tienen los bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas y superficies de agua, que ambientalmente presentan una vulnerabilidad baja.

Las variables de la Dimensión Ambiental, se especifican en la Tabla 125 y en la Gráfico 181.

**Tabla 125 Dimensión ambiental en el componente rural**

COBERTURAS DE LA TIERRA (Nivel 1)	COBERTURAS DE LA TIERRA (Nivel 2)	VULNERABILIDAD AMBIENTAL
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	11, Zonas Urbanizadas	ALTA
	12, Zonas Industriales o Comerciales y Redes de Comunicación	
	13, Zonas de Extracción Minera y Escombreras	
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	22, Cultivos Permanentes	MEDIA
	23, Pastos	
	24, Áreas Agrícolas Heterogéneas	
3, BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES	31, Bosques	BAJA
	32, Áreas con Vegetación Herbácea y Arbustiva	
	33, Áreas Abiertas sin o con poca Vegetación	
4, ÁREAS HÚMEDAS	42, Áreas Húmedas Costeras	
5, SUPERFICIES DE AGUA	51, Aguas Continentales	
	52, Aguas Marítimas	





**Gráfico 181 Dimensión Ambiental en el componente rural de Santa Marta**  
Fuente: AECOM Technical Services, 2014

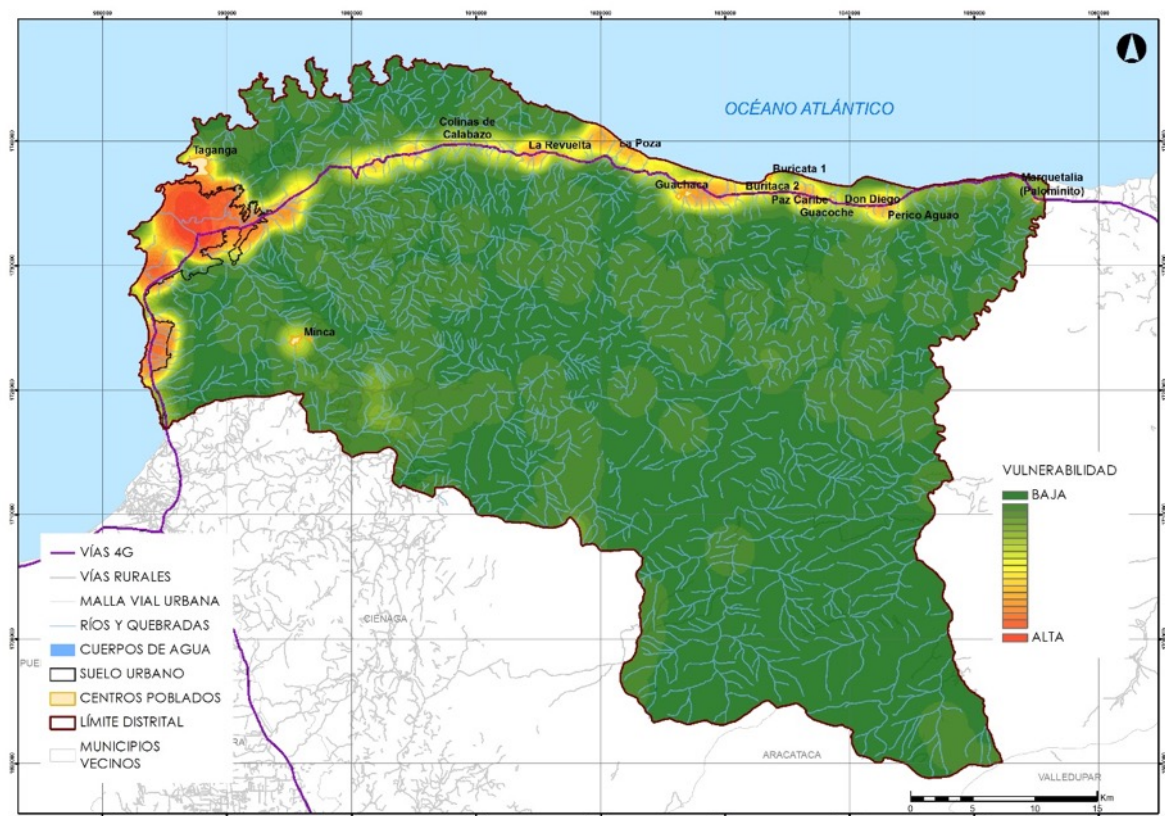
### 3.12.2.2. Zonificación de la vulnerabilidad rural

Para la consolidación de la vulnerabilidad, se realizaron unos cruces espaciales con las dos dimensiones establecidas y se obtuvo el mapa de vulnerabilidad presentado en la Gráfico 182. Como se puede observar existe una gran vulnerabilidad asociada a la localización de la infraestructura debido al valor económico que esta representa.

De los resultados obtenidos, se estima un 7.62% de área en categoría de vulnerabilidad alta, un 17.83% en categoría de vulnerabilidad media y aproximadamente un 75% en vulnerabilidad baja. (Tabla 126)

**Tabla 126 Vulnerabilidad en el municipio de Santa Marta**

Nivel de vulnerabilidad	Área (ha)	Porcentaje (%)
Alto	17,882.90	7.62%
Medio	41,868.68	17.83%
Bajo	175,041.89	74.55%
No vulnerable	0.00	0.00%
Total	234,789.75	100.00%



**Gráfico 182 Vulnerabilidad del componente rural de Santa Marta**  
Fuente: elaboración propia

**SANTA  
MARTA**

El cambio es  
**imparable**

