

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

TABLA DE CONTENIDO

2	GENERALIDADES	2-2
2.1	ANTECEDENTES.....	2-2
2.2	ALCANCE	2-4
2.2.1	Limitaciones y/o restricciones del EIA.....	2-6
2.3	METODOLOGÍA.....	2-8
2.3.1	Información cartográfica	2-8
2.3.2	Definición del área de influencia	2-11
2.3.3	Caracterización del medio abiótico	2-15
2.3.4	Caracterización del medio biótico	2-121
2.3.5	Caracterización del medio socioeconómico	2-202
2.3.6	Paisaje.....	2-256
2.3.7	Servicios ecosistémicos.....	2-270
2.3.8	Zonificación ambiental	2-271
2.4	EQUIPO DE TRABAJO	2-272
2.4.1	Personal que participó en la elaboración del estudio de Impacto ambiental.....	2-272
2.4.2	Fechas o periodos del levantamiento de información para cada componente y/o medio	2-279

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

LISTA DE TABLAS

Tabla 2-1. Especificaciones de las imágenes usadas en el estudio	2-9
Tabla 2-2. Localización de los perfiles estratigráficos realizados en el área de estudio	2-19
Tabla 2-3 Procedimientos determinaciones físico-químicas en el suelo.....	2-20
Tabla 2-4 Factores de clasificación de uso del suelo y uso del suelo.....	2-21
Tabla 2-5. Estaciones hidrometeorológicas consultadas.....	2-24
Tabla 2-6. Coeficiente a en función del coeficiente de variación de la muestra correspondiente a una Distribución SQRT-ETmáx.....	2-32
Tabla 2-7. Coeficiente b en función del coeficiente de variación de la muestra correspondiente a una Distribución SQRT-ETmáx.....	2-33
Tabla 2-8. Valor de Variación Máxima Admisible (Delta máximo) del estadístico de Kolmogorov-Smirnov.	2-34
Tabla 2-9. Estaciones meteorológicas de posible influencia	2-36
Tabla 2-10. Áreas de influencia de las estaciones de influencia sobre la cuenca de estudio	2-37
Tabla 2-11. Puntos de muestreo (magna sirgas origen este) de calidad de aguas para jagüeyes y pozo.....	2-44
Tabla 2-12. Ocupaciones de cauce visitadas en época seca (febrero y agosto) y época húmeda (mayo) de 2017.....	2-46
Tabla 2-13. Protocolo de toma y análisis de las muestras	2-48
Tabla 2-14. Tabla de valores	2-50
Tabla 2-15. Calificación del ICA según los valores	2-52
Tabla 2-16. Localización de los perfiles estratigráficos realizados en el área de estudio ...	2-56
Tabla 2-17. Estaciones del IDEAM y Renovatio group utilizadas para el análisis climático.	2-63
Tabla 2-18. Características de los puntos de muestreo de aire.....	2-66
Tabla 2-19. Información de la balanza utilizada en laboratorio.....	2-69
Tabla 2-20. Información del espectrofotómetro utilizado en laboratorio	2-71
Tabla 2-21. Muestreadores pasivos para periodos largos de monitoreos.....	2-73
Tabla 2-22. Convenciones del índice de calidad del aire	2-74
Tabla 2-23. Puntos de corte del ICA	2-75
Tabla 2-24. Parametrización AERMET.	2-79
Tabla 2-25. Archivo Surface.....	2-80

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 2-26. Archivo Profile	2-80
Tabla 2-27. Categorías de estabilidad para periodos diurnos, condiciones convectivas	2-81
Tabla 2-28. Categorías de estabilidad para periodos nocturnos, condiciones estables	2-81
Tabla 2-29. Variables de la radiación neta	2-82
Tabla 2-30. Variables meteorológicas de la Altura de mezcla	2-82
Tabla 2-31. Variables meteorológicas	2-83
Tabla 2-32. 12 variables meteorológicas de la velocidad de fricción	2-84
Tabla 2-33. Rugosidad Superficial Zo	2-84
Tabla 2-34. Actividades relacionadas al proyecto	2-90
Tabla 2-35. Factores de emisión para PM10	2-93
Tabla 2-36. Estrategias de control de emisiones	2-94
Tabla 2-37. Parámetros para cálculo de emisiones	2-95
Tabla 2-38. Características de la flota vehicular – Manejo de materiales	2-96
Tabla 2-39. Distribución de actividades por grupos	2-96
Tabla 2-40. Consolidado emisiones calculadas	2-97
Tabla 2-41. Receptores discretos modelación	2-99
Tabla 2-42. Fechas y hora de monitoreo de ruido ambiental	2-100
Tabla 2-43. Descripción técnica de las estaciones de monitoreo de ruido ambiental	2-101
Tabla 2-44. Colores recomendados para los mapas de ruido	2-106
Tabla 2-45. Incertidumbre de medición	2-108
Tabla 2-46. Parámetros acústicos de los equipos idealizados como fuentes puntuales ...	2-115
Tabla 2-47. Actividades relacionadas al proyecto	2-117
Tabla 2-48. Niveles de potencia sonora de los aerogeneradores en función de las velocidades del viento	2-118
Tabla 2-49. Estaciones climáticas usadas para determinar la temperatura promedio mensual en el área del proyecto ALPHA.	2-122
Tabla 2-50. Estaciones climáticas usadas para determinar la precipitación promedio mensual y anual en el área del proyecto ALPHA.	2-123
Tabla 2-51. Rangos las variables para determinar zonas de vida	2-125
Tabla 2-52. Características de los sensores Worldview-2 y GeoEye-1	2-127
Tabla 2-53. Características de la ortofoto.	2-128
Tabla 2-54. Número de parcelas establecidas por cobertura.	2-134
Tabla 2-55. Estadígrafos del muestreo en el Área de Influencia Biótica	2-136

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 2-56. Clases altimétricas para la categoría de regeneración.....	2-144
Tabla 2-57. Ecuaciones utilizadas para el análisis de regeneración natural.....	2-144
Tabla 2-58. Parámetros interpretativos del cociente de mezcla	2-147
Tabla 2-59. Estratos definidos para los fustales de la comunidad de plantas del proyecto ALPHA.....	2-149
Tabla 2-60. Índices de fragilidad del paisaje, desde el punto de vista ecológico	2-163
Tabla 2-61. Cronograma de las salidas de campo del componente faunístico.....	2-173
Tabla 2-62. Resultados de las metodologías implementadas con las comunidades del área de influencia	2-209
Tabla 2-63. Matriz de impactos sociales identificados por la comunidad de Jununtao	2-217
Tabla 2-64: Matriz DOFA comunidad de Tolaira – Proyecto Eólico ALPHA	2-223
Tabla 2-65: Descripción gráfica de las actividades del proyecto	2-229
Tabla 2-66: Impactos y medidas de manejo identificadas por las comunidades del área de influencia del proyecto Eólico ALPHA en el desarrollo de la metodología	2-239
Tabla 2-67: Metodología empleada para la identificación de flora y fauna susceptible de afectación por las actividades del proyecto.....	2-244
Tabla 2-68 Impactos y medidas de manejo del medio físico	2-246
Tabla 2-69. Información digital utilizada para determinar las unidades de paisaje.	2-257
Tabla 2-70. Definición de códigos para la leyenda.....	2-258
Tabla 2-71. Clases de calidad visual.....	2-259
Tabla 2-72. Parámetros de la evaluación de la calidad visual del paisaje con el método BLM, a partir de las componentes visuales del paisaje (1980)	2-259
Tabla 2-73. Factor de importancia para las componentes visuales del paisaje.	2-261
Tabla 2-74. Valores de referencia para la calificación del potencial estético del paisaje. .	2-262
Tabla 2-75. Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual CAV. Fuente: BLM.	2-263
Tabla 2-76. Escala de referencia para la estimación de la capacidad de absorción visual.....	2-263
Tabla 2-77. Puntos de observación definidos para el análisis de cuencas visuales del proyecto ALPHA.....	2-264
Tabla 2-78. Escala de referencia para la estimación de los elementos discordantes.	2-266
Tabla 2-79. Escala de referencia para la estimación del tamaño de los elementos discordantes.	2-266
Tabla 2-80. Escala de referencia para la estimación de la correspondencia cromática de los elementos discordantes.	2-266

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 2-81. Escala de referencia para la estimación de la correspondencia cromática de los elementos discordantes.	2-267
Tabla 2-82. Personal que participó en el Estudio de Impacto Ambiental.	2-274
Tabla 2-83. Empresas contratistas que participaron en el Estudio de Impacto Ambiental.	2-278
Tabla 2-84. Fechas de ejecución de las campañas de muestreo de los medios abiótico y biótico	2-279
Tabla 2-85. Fechas de ejecución de las salidas de campo para el medio socioeconómico.....	2-279
Tabla 2-86. Cronograma de reuniones con las comunidades del área de influencia en el marco de la consulta previa.....	2-280

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1. Localización de planchas empleadas en el estudio.....	2-9
Figura 2-2. Esquema de conformación del área de influencia única (TdeR MADS 2016) ..	2-12
Figura 2-3. Esquema metodológico para la definición del área de influencia única del proyecto	2-14
Figura 2-4. Pasos para la elaboración del mapa geológico	2-16
Figura 2-5. Esquema jerárquico y multicategorico del sistema geomorfológico.....	2-16
Figura 2-6. Pasos para la elaboración del mapa geomorfológico	2-17
Figura 2-7. Mapa de ubicación de calicatas para perfiles pedológicos	2-19
Figura 2-8. Estaciones meteorológicas consultadas	2-25
Figura 2-9. Cuencas hídricas en el ámbito de estudio.....	2-36
Figura 2-10. Polígonos Thiessen de estaciones pluviométricas de influencia en el ámbito de estudio con datos de PMÁX24H	2-37
Figura 2-11. Coeficientes de cálculo para las curvas IDF. Fuente Manual de Drenaje para Carreteras (Instituto Nacional de Vías)	2-40
Figura 2-12. Valores del coeficiente de escorrentía en áreas rurales.....	2-40
Figura 2-13. Tipos de funcionamiento hidráulico de las obras.....	2-42
Figura 2-14. Mapa de ubicación de calicatas para perfiles estratigráficos.....	2-56
Figura 2-15. Puntos de muestreo de calidad del aire	2-68
Figura 2-16. (a) Muestreador pasivo ORSA 5, (b) tipos de muestreadores pasivos y (c) Muestreador de CO	2-72
Figura 2-17. Descripción de un diagrama de cajas	2-77
Figura 2-18. Estación meteorológica (Modelo Vantage VUE)	2-78
Figura 2-19. Localización de la infraestructura del proyecto eólico ALPHA.....	2-87
Figura 2-20. Sectorización meteorológica	2-88
Figura 2-21. Topografía área de modelación	2-88
Figura 2-22. Topografía de la zona del proyecto.....	2-89
Figura 2-23. Fuentes ingresadas al modelo AERMOD.....	2-91
Figura 2-24. Idealización de fuentes de área y Volumen.....	2-98
Figura 2-25. Malla de receptores utilizada en la modelación.....	2-99
Figura 2-26. Puntos de muestreo de ruido	2-103
Figura 2-27. Altura del micrófono para medir ruido ambiental.....	2-105

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Figura 2-28. Características del modelo de emisión en su versión simplificada	2-109
Figura 2-29. Edificaciones	2-112
Figura 2-30. Aforo vehicular	2-113
Figura 2-31. Tráfico rodado escenario construcción del proyecto	2-115
Figura 2-32. Fuentes puntuales escenario construcción proyecto.....	2-116
Figura 2-33. Fuentes lineales escenario construcción proyecto	2-117
Figura 2-34. Tráfico rodado escenario operación del proyecto.....	2-119
Figura 2-35. Fuentes puntuales operación del proyecto.....	2-120
Figura 2-36. Mapa biotemperatura de la zona.....	2-122
Figura 2-37. Mapa de isoyetas de la zona	2-124
Figura 2-38. Diagrama de zonas de vida (Holdridge, 1978)	2-126
Figura 2-39. Esquema metodológico para el componente flora.	2-132
Figura 2-40. Representación esquemática de las parcelas en bloque a establecer para la caracterización florística	2-134
Figura 2-41. Ubicación de las parcelas realizadas para el muestreo de flora.	2-139
Figura 2-42. Ubicación puntos de muestreo de epífitas vasculares y no vasculares	2-153
Figura 2-43. Selección de los forofitos a evaluar dentro de las parcelas de 50m x 20m para el muestreo de epífitas vasculares y no vasculares	2-154
Figura 2-44. Representación esquemática para el muestreo de epífitas vasculares por estratos en cada forófito	2-155
Figura 2-45. a) Representación esquemática para el muestreo de bromelias y orquídeas de hábito terrestre.....	2-156
Figura 2-46. Representación esquemática para el muestreo de epífitas no vasculares por estratos en cada forofito	2-157
Figura 2-47. a) Representación esquemática para el muestreo de musgos, hepáticas y líquenes de hábito terrestre,	2-159
Figura 2-48. Ubicación puntos y transectos de muestreo de fauna	2-174
Figura 2-49. Puntos de muestreo nocturno en el proyecto eólico ALPHA (puntos 1, 2,3, 4 y 5)	2-190
Figura 2-50. Matriz intercultural wayuu	2-216
Figura 2-51. Ejemplo de impacto	2-238
Figura 2-52. Fases metodológicas para el análisis de los servicios ecosistémicos	2-271
Figura 2-53. Organigrama estudio de impacto ambiental.....	2-273

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 2-1. Empleado de LMB, tomando muestras de agua en Jagüey	2-45
Imagen 2-2. (a) Envase de la muestra respectiva y (b) medición de parámetros en campo (temperatura, pH, oxígeno disuelto etc.)	2-46
Imagen 2-3. Visitas de campo a los puntos de ocupación de cauce. Ejemplo, OC N. 2, arroyo Jorotson, en la ranchería de Araparen (a) febrero de 2017; (b) agosto de 2017; (c) mayo de 2017.	2-47
Imagen 2-4. Ejecución de la calicata Número 1	2-57
Imagen 2-5. Ejecución de la calicata Número 2	2-58
Imagen 2-6. Ejecución de la calicata Número 3	2-58
Imagen 2-7. Ejecución de la calicata Número 4	2-59
Imagen 2-8. Ejecución de la calicata Número 5	2-59
Imagen 2-9. Ejecución de la calicata Número 6	2-60
Imagen 2-10. Ejecución de la calicata Número 7	2-60
Imagen 2-11. Ejecución de la calicata Número 8	2-61
Imagen 2-12. Ejecución de la calicata Número 9	2-62
Imagen 2-13. Balanza Analítica OHAUS PA-214-CO	2-69
Imagen 2-14. Espectrofotómetro GENESYS 10 UV-VIS SCANNING THERMO ELECTRON 2-71	
Imagen 2-15. a) Establecimiento de los bloques y parcelas, b) Marcaje de uno de los vértices del bloque, c) y d) Georreferenciación de uno de los vértices del bloque, e) y f) Medición y marcaje de los individuos fustales.....	2-138
Imagen 2-16. a) a f) Proceso de colección, prensado e identificación del material vegetal.	2-141
Imagen 2-17. Implementación en campo de la metodología propuesta.	2-158
Imagen 2-18. a) Epífita no vascular presente en una de las unidades de muestreo, b) Epífita no vascular colectada.	2-158
Imagen 2-19. Utilización en campo de la cuadrícula de muestreo para el muestreo de musgos hepáticas y líquenes de hábito terrestre.....	2-160
Imagen 2-20. Herpetólogo realizando recorridos nocturnos	2-175
Imagen 2-21. Muestreo visual de avifauna por punto de conteo.	2-178
Imagen 2-22. (a) Redes de niebla, (b) captura de aves con redes de niebla.....	2-178
Imagen 2-23. Toma de medidas morfométricas. (a) pesaje de ave, (b) toma de medida alar. ...	2-179

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Imagen 2-24. Entrenamiento y entrega de grabadoras en las comunidades (a) Araparen y (b) Junununtao.....	2-180
Imagen 2-25. (a) Red de niebla levantada en tierras desnudas y degradadas y (b) captura de un murciélago.	2-182
Imagen 2-26. (a) Trampa Sherman y (b) trampa Tomahawk, ubicadas en un arbustal abierto	2-183
Imagen 2-27. (a) Camara trampa y (b) registro de huellas	2-184
Imagen 2-28. Preservación en seco de un murciélago.....	2-185
Imagen 2-29. Realización de encuestas en las rancherías del proyecto	2-186
Imagen 2-30. Grabación de vocalizaciones	2-189
Imagen 2-31. Monitoreo acústico de murciélagos.	2-192
Imagen 2-32. Observación de aves y murciélagos en vuelo con gafas de visión nocturna	2-193
Imagen 2-33. Monitoreo de luna llena (Moonwatching).....	2-194
Imagen 2-34. Recorrido nocturno.....	2-195
Imagen 2-35. Identificación de impactos sociales y medidas de manejo identificadas por los miembros de la comunidad.	2-221
Imagen 2-36. Elaboración y socialización de Matriz DOFA por miembros de la comunidad.....	2-228
Imagen 2-37. Talleres de identificación de impactos ambientales con las comunidades del área de influencia del proyecto Eólico ALPHA.	2-235
Imagen 2-38: Línea del tiempo para el desarrollo de un parque eólico	2-237
Imagen 2-39. Paisaje Proyecto Eólico ALPHA.	2-251
Imagen 2-40. Paisaje Proyecto Eólico ALPHA.	2-251
Imagen 2-41. Actividades en campo	2-253

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2 GENERALIDADES

2.1 ANTECEDENTES

La empresa promotora del Proyecto de Generación de Energía Eólica ALPHA es una sociedad de derecho colombiano llamada Vientos del Norte S.A.S E.S.P., con Nit: 900.681.653-5 con domicilio en Bogotá. Tiene acuerdos para el desarrollo del proyecto con la empresa especializada en desarrollo de generación eólica RG Renovatio Group Limited, quien es un actor líder en el sector a nivel mundial, con presencia en Rumania, Polonia, Portugal, República de Moldavia, Bulgaria y Colombia. Las actividades del Grupo cubren gran parte de la cadena de valor de las energías renovables, desde el desarrollo de proyectos, a través de la ingeniería y EPC (Engineering, Procurement, and Construction), hasta la operación de activos y comercialización de energía.

La empresa Vientos del Norte SAS ESP en su deseo de potenciar el crecimiento de la producción de energía eléctrica por medio de fuentes renovables en Colombia, planea la construcción y operación del proyecto de generación de energía eólica ALPHA en el departamento de La Guajira, municipio de Maicao. A través de la ejecución de este proyecto, la empresa busca aprovechar el recurso eólico para la generación de energía eléctrica y la integración al Sistema de Transmisión Nacional – STN.

El departamento de La Guajira presenta un alto potencial eólico que se puede observar mediante el Atlas del viento¹ del IDEAM, el cual contiene mapas de velocidad del viento a diferentes alturas del suelo que revelan velocidades superiores a 8 m/s, indicando la viabilidad técnica para el desarrollo de proyectos eólicos en esta región del país. Por esta razón, la empresa Renovatio Group decidió comenzar actividades para el estudio del recurso eólico, mediante la instalación de varias torres de medición en los municipios de Maicao y Uribia. Con mediciones desde enero de 2015 hasta el momento presente.

Dadas las óptimas condiciones del recurso eólico medido en la torre de medición de la ranchería de Sachikimana, la cual cuenta con todos los permisos necesarios ante las autoridades competentes (permiso de estudio del recurso eólico emitido por Corpoguajira, permiso de altura por parte de la Aeronáutica Civil y Protocolización de Consulta Previa con dicha comunidad) y las adecuadas relaciones con las comunidades en el rango de medición de esta torre anemométrica, Renovatio Group emprendió el desarrollo del proyecto eólico ALPHA en las rancherías de Araparen, Sachikimana, Jununtao y Toloira.

El 10 de mayo de 2016, mediante radicado 2016038226 la empresa solicitó a la aerocivil el permiso de altura para dicha torre; el 20 de mayo de 2017 recibió la aprobación del permiso mediante el radicado No. 4404-085-198.5-2016019234. Así mismo, el 5 de julio de 2016 mediante radicado No 20163300320212 la empresa le solicitó a Corpoguajira el permiso para el estudio del recurso eólico en la comunidad de Sachikimana, el 11 de julio de 2017 mediante la resolución No 1234 la Corporación le concede a la empresa Vientos del Norte S.A.S E.S.P

¹ IDEAM. Atlas interactivo. [En línea]. <http://atlas.ideam.gov.co/presentacion/>. [Citado el 5 de diciembre de 2017].

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

el permiso de estudio de recursos naturales con el propósito de proyectar obras para el futuro aprovechamiento de energía eólica.

Con el fin de realizar los trabajos de campo necesarios para la elaboración de los estudios ambientales del Proyecto Eólico ALPHA, la empresa solicitó mediante el radicado No. 20163300326982 del 8 de agosto de 2016 el Permiso de Estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales ante Corpoguajira, cumpliendo con los requisitos de solicitud establecidos en el artículo 2.2.2.9.2.4 del Decreto 1076 de 2015 emitido por el MADS. El 25 de mayo de 2017 a través de la Resolución 920 de 2017 Corpoguajira concede dicho permiso a la Empresa Renovatio Group Limited.

Adicionalmente, el 5 de octubre de 2016 mediante el radicado EXTM16-0051829 se solicitó ante el Ministerio del Interior la certificación de presencia o no de grupos étnicos en el área de interés y mediante radicado 1235 del 18 de octubre de 2016, se recibió la certificación para dicha área, en donde se registra la presencia de las comunidades indígenas wayuu Araparen, Sachikimana, Jununtao y Toloirá, pertenecientes al resguardo indígena Alta y Media Guajira. Por lo cual, para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 330 de la Constitución Política, los artículos 6 y 7 de la Ley 21 de 1991, el artículo 76 de la Ley 99 de 1993, el decreto 1320 de 1998 y la directiva presidencial 01 de 2010, el 27 de octubre de 2016 se solicitó ante el Ministerio del interior el inicio de Consulta Previa con los grupos étnicos certificados.

Una vez confirmada la existencia de comunidades indígenas en el área de interés y conocido el número total de éstas por parte del Ministerio del Interior, la empresa Vientos del Norte S.A.S E.S.P procedió con la realización de la reunión de Preconsulta con las cuatro (4) comunidades wayuu que habitan en el área de interés. Se realizó la reunión de Preconsulta y apertura en las comunidades de Jununtao y Sachikimana el 15 de diciembre de 2016, y en las comunidades de Araparen y Toloirá el 16 de diciembre de 2016.

La reunión para la Protocolización de los acuerdos se llevó a cabo en varios momentos del año 2017, Toloirá y Sachikimana protocolizaron el día 23 y 24 de junio respectivamente, entre tanto la comunidad de Jununtao protocolizó el día 4 de agosto, mientras que Araparen lo hizo el 26 de septiembre, las reuniones de protocolización contaron con la participación de todos los miembros de la comunidad, los representantes de la empresa y los funcionarios de las entidades públicas que fueron convocadas.

El 29 de diciembre de 2016, la empresa Vientos del Norte S.A.S E.S.P mediante radicado No 2016087198-1-000 envió a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA la solicitud de pronunciamiento sobre la necesidad o no de presentar diagnóstico ambiental de alternativas (DAA) para el proyecto de generación de energía eólica ALPHA.

El 28 de abril de 2017 mediante comunicado N° 2017030625-2-000 La ANLA se pronuncia sobre el requerimiento, e informa que conforme al expediente NDA1158-00 el equipo técnico de evaluación de la Subdirección de Evaluación y Seguimiento considera que para el proyecto de generación de energía eólica ALPHA No se requiere la presentación de Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA), teniendo en cuenta que se localiza en una zona con un potencial eólico con velocidades de viento superiores a 8 m/s, y a su vez evita y/o minimiza la afectación en los componentes biótico, abiótico y socioeconómico.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Con la finalidad de que la instalación del parque eólico ALPHA produzca los menores impactos, se verificó que el área de influencia única del proyecto no se encontrara dentro de algún convenio de ecosistemas sensibles, tales como áreas protegidas, Distritos de Manejo Integrado, ecosistemas estratégicos, entre otros. Para esto se consultaron los portales del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y el Sistema Regional de Áreas Protegidas del Caribe colombiano (SIRAP) evidenciándose que el área de influencia única del proyecto no se encuentra dentro de ningún ecosistema sensible.

Además, en el diseño del Parque Eólico ALPHA, se tuvieron en cuenta la existencia de proyectos de desarrollo en la región, con el fin de evitar traslapes de territorios y mantener las distancias apropiadas entre aerogeneradores.

Por último, el 22 de diciembre de 2017, mediante radicado N. E1-2017-035639, la empresa solicitó ante La Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible el levantamiento parcial de veda nacional para las especies de flora silvestre que se verán afectadas con el desarrollo del proyecto y que se encuentran vedadas a nivel nacional (ver anexo 28).

2.2 ALCANCE

El Estudio de Impacto Ambiental sirve como instrumento para la toma de decisiones frente a los impactos ambientales y sociales generados por el Proyecto de Generación de Energía Eólica ALPHA, por lo cual, el alcance del presente documento es la definición del conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, estén orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales identificados, que puedan ser causados por el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas.

El presente documento busca cumplir a cabalidad con toda la información necesaria para obtener la correspondiente Licencia Ambiental del Proyecto, siguiendo los lineamientos de los Términos de Referencia emitidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, mediante Resolución No. 1312 del 11 de agosto de 2016², la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales³, el Manual de Evaluación de Estudios Ambientales, Criterios y Procedimientos⁴, así como la normatividad ambiental vigente.

En tal sentido, el alcance del presente estudio comprende:

² MINISTRO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1312 de 2016. Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de proyectos de uso de fuentes de energía eólica continental y se toman otras determinaciones.

³ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Metodología general para la presentación de estudios ambientales. Bogotá. 2010. p. 72.

⁴ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Manual de evaluación de estudios ambientales: criterios y procedimientos. Bogotá. 2002. 252 p. ISBN: 958-9487-42-4.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- Caracterización de los componentes asociados a los medios abiótico, biótico y socioeconómico, del área de influencia del proyecto eólico ALPHA, a partir de información secundaria y levantamiento de información primaria utilizando los diferentes métodos y técnicas propias de cada una de las disciplinas que intervinieron en el estudio
- Descripción detallada de cada una de las etapas del proyecto y de sus características con la finalidad de identificar y evaluar los riesgos ambientales asociados al mismo y planificar su ejecución con el menor daño ambiental posible.
- Identificación y evaluación cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales directos, sinérgicos y acumulativos que pueda ocasionar el proyecto en el desarrollo de las etapas de construcción, operación y desmantelamiento.
- Valoración económica de los impactos ambientales, mediante la identificación y cuantificación física y monetaria de los beneficios y costos derivados de cambios en los bienes y servicios ambientales producidos por los recursos naturales.
- Diseño de las medidas de manejo ambiental para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos identificados y diseño de las medidas de monitoreo y seguimiento.
- Diseño del plan de gestión del riesgo a partir de la identificación de las amenazas, vulnerabilidad y riesgo relacionados con el Parque Eólico y diseño del plan de desmantelamiento y abandono para el cierre de la etapa de construcción y el cierre de la etapa de operación.
- Trámite de permisos, concesiones y/o autorizaciones requeridos para la ejecución de las etapas del proyecto (aprovechamiento forestal, ocupación de cauces, reuso de aguas tratadas en etapa de construcción, emisiones atmosféricas, disposición de excedentes de excavación).
- Identificación de las restricciones sociales y ambientales para el desarrollo del proyecto, con el fin de establecer de esta manera las zonas que deben ser excluidas o manejadas de manera especial para el desarrollo del proyecto, con el fin de asegurar la protección a las dinámicas sociales de las comunidades que habitan el área y proteger los elementos de importancia ambiental.
- Identificación y caracterización de los actores de las unidades territoriales del área de influencia que potencialmente pueden ser afectados por los impactos ambientales significativos del proyecto, propiciando su participación en la identificación y valoración de los impactos y en el diseño conjunto de instrumentos de gestión.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.2.1 Limitaciones y/o restricciones del EIA

Se considera que, para la elaboración del Estudio de Impacto ambiental, se contó con adecuada información, en cuanto a calidad, cantidad y cobertura. La información que se obtuvo a partir de las diferentes fuentes, se considera que es aplicable para los análisis realizados en los diferentes capítulos del estudio.

Específicamente, se encontraron deficiencias o dificultades en los siguientes temas:

Desde el punto de vista del componente geológico, geomorfológico y amenazas naturales, las restricciones se identificaron en referencia a la delimitación de las unidades geológicas y geomorfológicas, esto es debido a que la zona se caracteriza por una topografía muy suave a plana y con presencia de una capa de vegetación chaparra típica de este territorio, factores que dificultan la observación del paisaje y limitan la visión del territorio, dificultando la delimitación de unidades y más cuando la diferencian entre ellas son tan sutiles y están asociadas a presencia o no de depósitos eólicos superficiales y al grado de incisión, razón por la que casi la totalidad de las delimitaciones de las unidades se realizaron a partir de la orto fotografía con control de campo en lugares previamente definidos que permitieran corroboración de estos trazos.

En cuanto al componente fauna, la principal limitación se presentó a la hora de seleccionar la metodología para describir y analizar el uso del espacio aéreo (diurno y nocturno) en el entorno de los posibles emplazamientos teóricos de los aerogeneradores, ya que en Colombia hasta la fecha no se cuenta con ningún estudio realizado sobre este tema, por lo cual la selección de la metodología a emplear requirió de la revisión de estudios realizados en parques eólicos de otros países, surgiendo la necesidad de adaptaciones, ya que, todos los estudios encontrados fueron realizados en la etapa de operación, siendo esta la etapa en la cual se puede calcular la magnitud real de colisión en un parque eólico.

Para la caracterización, principalmente, del medio socioeconómico se tomó parte de la información del POT de Maicao, reglamentado según acuerdo 024 de 23 noviembre de 2002 esta información con más de 15 años de existencia, brinda en gran parte un panorama sobre el municipio con un alto riesgo de caducidad, lo cual genera en los datos disponibles, un nivel de incertidumbre alto, para contrarrestar los efectos de esta se utilizaron fuentes oficiales más actuales como el plan de desarrollo del municipio con vigencia 2016-2019.

Así mismo, es importante resaltar que si bien el equipo del medio socioeconómico implementó metodologías de caracterización acordes a las dinámicas socioculturales del mundo wayuu, este se caracteriza por una alta movilidad territorial, caracterizada por la permanencia temporal, de los asentamientos, siempre y cuando las condiciones climáticas lo permitan, de este modo el censo levantado entre julio de 2016 y junio de 2017, puede no resultar vigente en su totalidad al momento de realizar verificación en campo de los mismos, entendiendo esta particularidad del mundo wayuu, se realizaron las medidas de manejo propias para la prevención de los impactos derivados de esta condición de alta movilidad.

El estudio del paisaje requiere del análisis de la percepción de los observadores, por tal razón, evaluar la calidad visual antes de la instalación del proyecto, podría implicar muchos supuestos y ser un factor limitante para la evaluación de dicho impacto. Por tal razón en el presente

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

estudio de impacto ambiental, se propone hacer un seguimiento al componente paisaje con la finalidad de evaluar el impacto luego de que el parque eólico sea instalado.

En el desarrollo de la evaluación ambiental, la carencia de protocolos o metodologías estándar para la valoración de impactos acumulativos o sintéticos, deja a libre escogencia del evaluador, el modo de abordar este análisis.

Para realizar el plan de compensación por pérdida de biodiversidad se siguieron los lineamientos propuestos en el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de la Biodiversidad⁵, el cual fue adoptado por parte del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante Resolución 1517 del 31 de agosto de 2012. En dicho manual se propone definir cuánto compensar en términos de área, dónde compensar en términos de áreas ecológicamente equivalentes y, plantea una serie de acciones a realizar para cumplir con la compensación. No obstante, debido a la escala de la información cartográfica que se debe usar para buscar áreas equivalentes (1:100.000), en ocasiones se generan inconvenientes para realizar un análisis detallado de los sitios donde se debe realizar la compensación, más aún cuando la información del proyecto se presenta a una escala más detallada.

⁵ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad. Resolución 1517 del 31 de agosto de 2012.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3 METODOLOGÍA

En este numeral se presentan las metodologías empleadas para el desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Generación de Energía Eólica ALPHA. La información que se presenta está asociada a los enfoques, estrategias, métodos, instrumentos y técnicas empleadas para la recopilación, desarrollo, análisis y presentación de los resultados del Estudio de Impacto Ambiental.

Entendiendo el contexto cultural en el cual se encuentra inmerso este proyecto y que corresponde a comunidades indígenas wayuu de la Media y Alta Guajira, los procedimientos empleados para la recolección de información se diseñaron en el marco del conocimiento y relacionamiento con los pobladores del territorio, esto con el fin de respetar los usos y costumbres de las comunidades del área de influencia.

2.3.1 Información cartográfica

El estudio se realizó con base en la consulta de fuentes de información secundaria tipo bibliográfica, consulta a entidades regionales y departamentales, consulta a expertos, imágenes de sensores remotos, imagen aérea y cartografía base suministrada por diferentes entidades. Información que fue corroborada y/o actualizada en campo por medio de las salidas realizadas en cada uno de los medios y componentes.

Para la cartografía base del estudio se emplearon 4 planchas a escala 1:25,000 (Carta Topográfica Nacional), obtenidas del instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

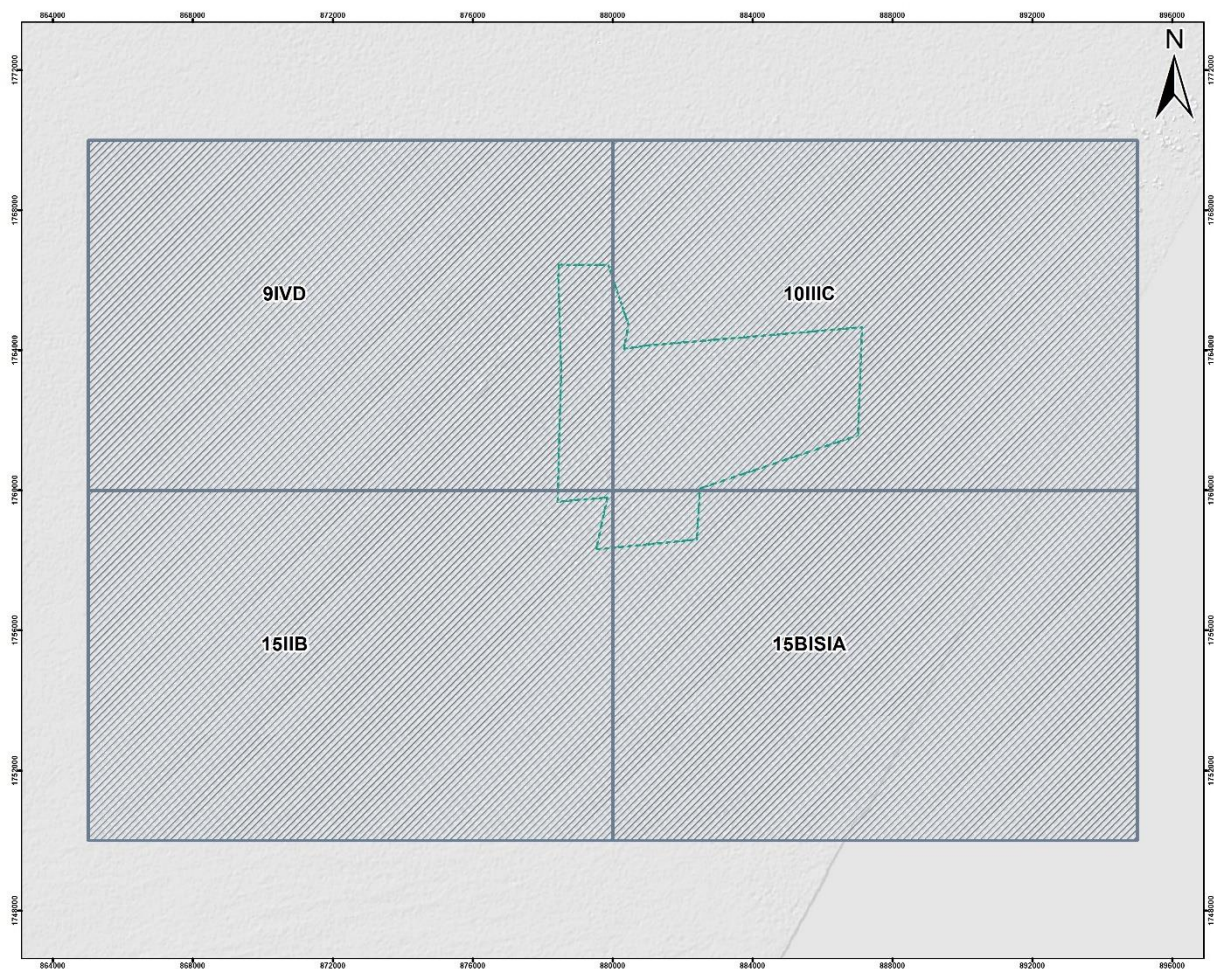


Figura 2-1. Localización de planchas empleadas en el estudio

En cuanto a las imágenes empleadas en estudio, en la Tabla 2-1 se presentan sus especificaciones.

Tabla 2-1. Especificaciones de las imágenes usadas en el estudio

Worldview-2		
Características del sensor	Valores	
Resolución espectral	Banda	nanómetros
	Azul	450-510
	Verde	510-580
	Rojo	630-690

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Worldview-2		
	NIR	770-895
Resolución espacial	0,5 m	
Resolución radiométrica	11 bits/pixel	
GeoEye-1		
Características del sensor	Valores	
Resolución espectral	Banda	nanómetros
	Azul	450-510
	Verde	510-580
	Rojo	655-690
	NIR	770-920
Resolución espacial	0,5 m	
Resolución radiométrica	11 bits/pixel	
Ortofoto		
Características de la ortofoto	Valores	
Resolución espectral	Banda	nanómetros
	Azul	400-600
	Verde	480-660
	Rojo	580-720
	NIR	620-100
Resolución espacial	0,15 m	
Resolución radiométrica	32 bits/pixel	

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.2 Definición del área de influencia

Para definir el área de influencia única del proyecto, se siguieron los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia (TdeR) para Proyectos de Uso de Energía Continental emitidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA⁶ y se tuvieron en cuenta los lineamientos planteados en el Manual de Evaluación de Estudios Ambientales⁷ y la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales⁸.

Los TdeR para proyectos eólicos plantean definir el área de influencia única, a partir de la selección de áreas de influencia por cada medio: abiótico, biótico y socioeconómico, identificando las áreas donde se manifiestan los impactos ambientales más significativos, ocasionados por el desarrollo del proyecto, obras o actividades asociadas.

Las áreas de influencia por cada medio fueron definidas como la unión espacial de las áreas que abarcan los impactos negativos más significativos de cada uno de los componentes de cada medio, los cuales corresponden a:

- Medio abiótico: geología, geomorfología, suelos, hidrología, geotecnia, atmósfera.
- Medio biótico: flora, fauna, hidrobiota.
- Medio socioeconómico: político-organizativo, económico, tendencias de desarrollo, demográfico, cultural, espacial.

En la Figura 2-2, se puede observar el esquema de conformación del área de influencia única que proponen los TdeR⁹

⁶ MINISTRO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Op. cit. p. 2-3.

⁷ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Op. cit. p. 2-3.

⁸ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Op. cit. p. 2-3.

⁹ MINISTRO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Op. cit. p. 2-6.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

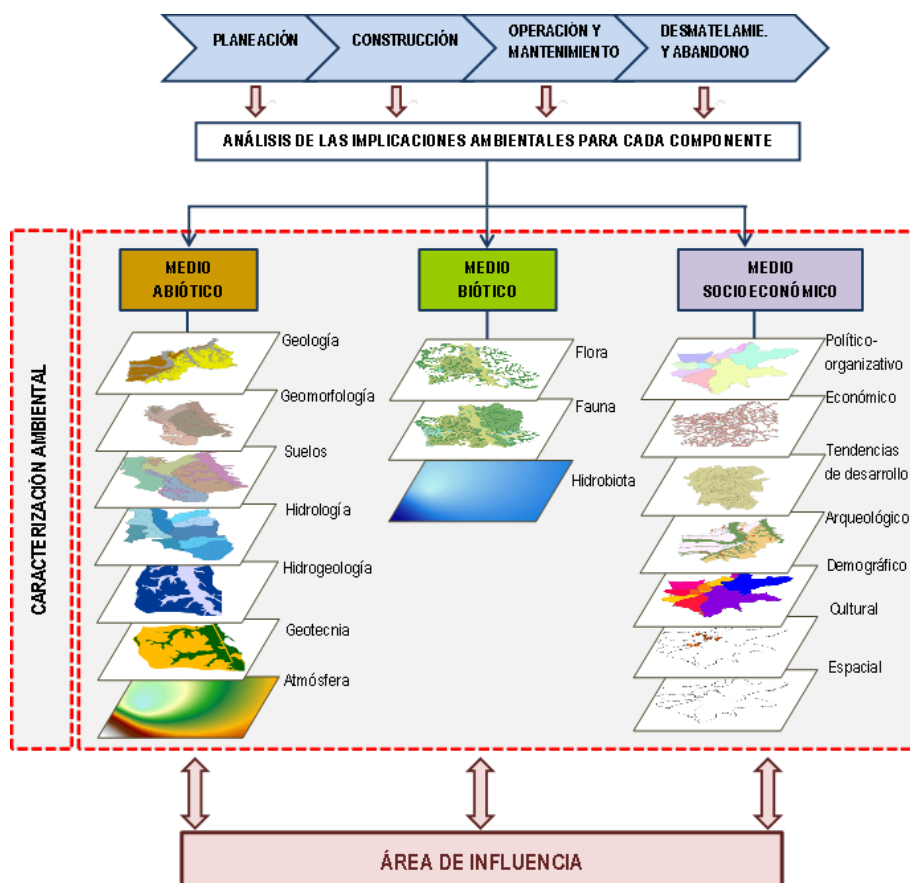


Figura 2-2. Esquema de conformación del área de influencia única (TdeR MADS 2016¹⁰)

Previo al levantamiento de la línea base se definieron las áreas de influencia preliminares para cada medio, teniendo en cuenta los impactos generados con la instalación del parque eólico en cada uno de los componentes que conforman los diferentes medios.

Finalmente, luego de realizar los muestreos y/o caracterizaciones en las áreas de influencia preliminar y hacer una evaluación de impactos final, se realizaron diferentes procesos cartográficos, que permitieron reajustar las áreas de influencia de cada componente, para obtener áreas de influencia definitivas por medios y, finalmente, el área de influencia única del proyecto.

A continuación, se describen los procedimientos usados para definir el área de influencia única:

- Consideraciones técnicas del diseño y ubicación del proyecto

La definición del área de influencia única del proyecto se realizó a partir de la localización de la infraestructura del parque eólico en el territorio, lo cual permitió definir el área de intervención del proyecto y su interacción con cada uno de los medios. Con el fin de asegurar la protección

¹⁰ MINISTRO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Op. cit. p. 2-3.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

a las dinámicas sociales de las comunidades que habitan el área del proyecto y para proteger los elementos de importancia ambiental de la zona, se realizó un análisis de restricciones ambientales y sociales donde se tuvieron en cuenta unos retiros de protección específicos para la distribución espacial de los aerogeneradores y de la infraestructura del proyecto.

En el capítulo 3 - Descripción del proyecto, se presenta la información técnica relacionada con el diseño del parque eólico; y en el numeral 3.2.3 Diseño del Proyecto, se muestran las distancias de protección definidas para localizar la infraestructura del proyecto.

- Identificación, evaluación y delimitación preliminar de los impactos del proyecto

Luego de conocer la ubicación y el diseño de la infraestructura del proyecto, se realizó una evaluación ambiental preliminar con la finalidad de identificar y delimitar los impactos generados por el proyecto en los componentes de cada medio. Estos impactos se definieron con base en la literatura consultada sobre proyectos de parques eólicos tanto en Colombia como en otras partes del mundo^{11, 12, 13, 14, 15}, así como con las consultas previas realizadas a las comunidades étnicas del proyecto.

- Delimitación preliminar del área de influencia por medios

Después de haber evaluado y espacializado los impactos preliminares; por medio de procesos cartográficos se determinaron las áreas de influencia preliminares por componentes y por medios.

- Caracterización del área de influencia preliminar en cada uno de los medios

Como lo estipulan los términos de referencia, se realizaron muestreos y/o caracterizaciones de cada uno de los componentes de los diferentes medios, en las áreas de influencia preliminares definidas.

- Identificación, evaluación y delimitación final de los impactos del proyecto

Modelaciones como las de ruido y calidad del aire, muestreos de vegetación, caracterización social en campo, entre otras, permitieron reevaluar la delimitación de los impactos definidos preliminarmente, con esta información se pudo realizar un reajuste a la espacialización de los impactos, para posteriormente poder definir las áreas de influencia definitivas por medios.

- Definición de las áreas mínimas de análisis por cada medio

¹¹ PINILLA, A., RODRÍGUEZ, L y TRUJILLO, R. Performance evaluation of Jepirachi Wind Park. Renewable Energy. Renewable Energy. 2009. Volume 34, Issue 1. p. 48–52.

¹² EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN. Gerencia de generación de energía. Subgerencia planeación. Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Jepirachi. E632 Volumen 1. junio de 2002.

¹³ WALSH PERÚ SA. Ingenieros y Cinetíficos Consultores. Estudio de Impacto Ambiental Parque Eólico Tres Hermanas. Julio de 2012.

¹⁴ MARTINEZ E. Estudio de Impacto Ambiental del parque Eólico del Monte Olvedo. Trabajo Fin de Grado. Ingeniería de Recursos Minerales y Energía. Julio de 2012.

¹⁵ ASTURVENT ENERGÍAS S.L. Estudio de Impacto Ambiental del parque Eólico “A Xunqueira” 202 p..

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Antes de definir las áreas de influencia definitivas por medios, se definieron las unidades mínimas de análisis por componentes y por medios, y así definir con mayor precisión las áreas de influencia definitivas por medios.

- Definición final de áreas de influencia por componentes y medios

Con la espacialización final de los impactos y las unidades mínimas de análisis, se definieron las áreas de influencia por componentes, las cuales por medio de una unión espacial permitieron definir las áreas de influencia definitivas por medios.

- Delimitación del área de influencia única

Por medio de una unión espacial entre las áreas definidas para cada medio: abiótico, biótico y socioeconómico, se definió el área de influencia única. Dicha área surgió de la consolidación de las superficies de afectación de los impactos negativos más significativos de los diferentes medios.

A continuación, se presenta un resumen del esquema metodológico usado para definir el área de influencia única del proyecto (Figura 2-3).

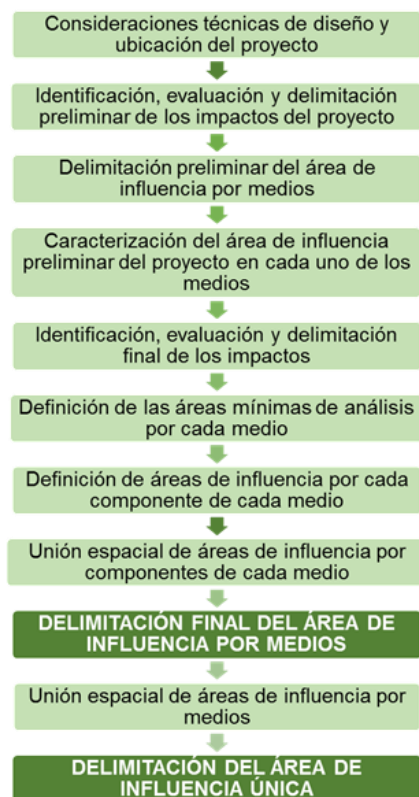


Figura 2-3. Esquema metodológico para la definición del área de influencia única del proyecto

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.3 Caracterización del medio abiótico

En este numeral se presentan las metodologías específicas empleadas para la caracterización del medio abiótico del área del proyecto.

2.3.3.1 Geología

Una formación geológica superficial corresponde al conjunto de materiales que conforman la superficie de un terreno como son: roca fresca, roca meteorizada, suelo y depósitos no consolidados¹⁶. Las formaciones superficiales y geológicas, dependiendo de su origen, son afectadas por diferentes procesos morfodinámicos por lo que su caracterización y cartografía constituye una variable básica para el análisis de los estudios de impacto ambiental.

Para el desarrollo de esta variable fue necesaria la realización de un mapa preliminar, para el cual se utilizó como insumo base la cartografía geológica existente a escala 1:100.000 del Servicio Geológico Colombiano (SGC), la cual fue actualizada y redelimitada con base en la información obtenida del análisis de sensores remotos y la interpretación de fotografías aéreas donde fue posible identificar unidades principalmente cuaternarias. Igualmente, se empleó como insumo para la elaboración dicho mapa los depósitos o unidades de suelos identificadas dentro del estudio de suelos del IGAC, los cuales fueron sujetos de verificación en la etapa de campo.

El trabajo de campo realizado entre el 28 de febrero y el 4 de marzo de 2017, se llevó a cabo con el objetivo de obtener información de detalle del suelo y subsuelo para la zonificación de amenazas en el área de estudio, se realizó la caracterización y mapeo de las unidades geológicas y formaciones superficiales a escala 1:25.000 a partir del mapa preliminar, en secciones tipo y por unidad geomorfológica, de acuerdo a la disponibilidad de afloramientos, teniendo en cuenta parámetros como: composición, textura, grado de meteorización y espesores.

La zonificación cartográfica final contempló la delimitación de las unidades geológicas (ubicación, área, caracterización macroscópica y edad), elaboradas con el detalle de los mapas geológicos de acuerdo con la escala de estudio. La descripción de cada una de las unidades resultantes de esta zonificación se realizó teniendo en cuenta los parámetros del Servicio Geológico de Colombia (SGC).

A continuación, se presentan los pasos que se siguieron para la elaboración del mapa e informe geológico.

¹⁶ HERMELIN. M. UNIVERSIDAD EAFIT, UNIVERSIDAD NACIONAL. 1987. Geología y Medio Ambiente en Colombia: Un balance. Revista universidad Eafit. N°. 80.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			



Figura 2-4. Pasos para la elaboración del mapa geológico

2.3.3.2 Geomorfología

La caracterización geomorfológica se desarrolló de acuerdo a la Clasificación Geomorfológica de la metodología oficial del Instituto Geográfico Agustín Codazzi¹⁷, la cual se basa en las siguientes categorías:

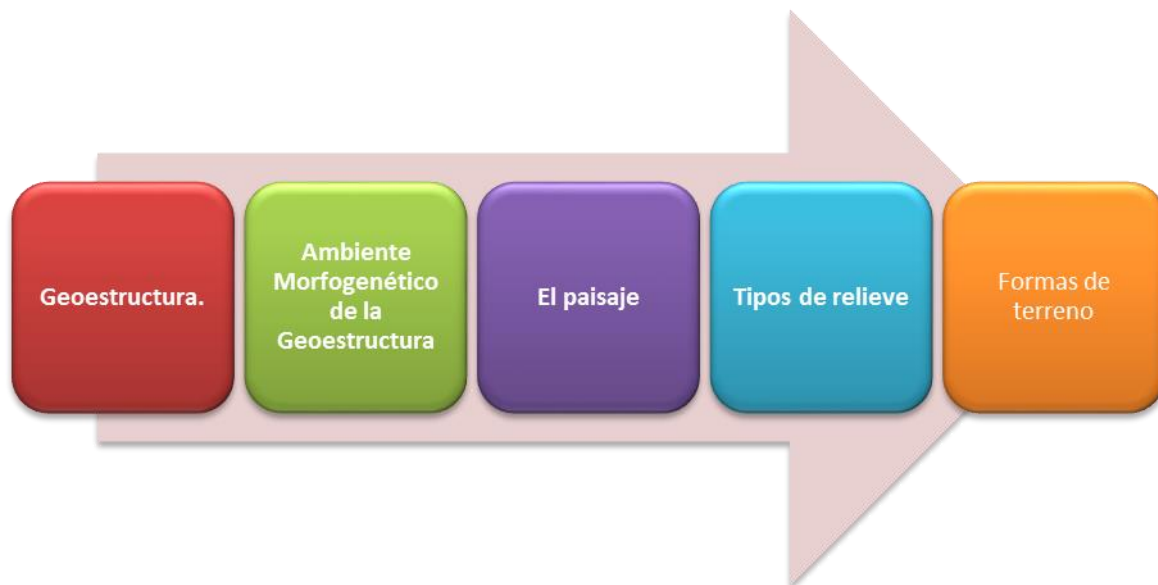


Figura 2-5. Esquema jerárquico y multicategorórico del sistema geomorfológico

¹⁷ INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC). 2007. Manual de campo para levantamiento de suelos y tierras, Colombia.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- Geoestructura:** corresponde a las megaestructuras de la tierra, caracterizadas según su formación u origen. Se consideran tres tipos: Cordillera, Cuenca Sedimentaria y Escudo o Cratón.
- Ambiente morfogenético de la geoestructura:** Corresponde al medio biofísico originado y controlado por la geodinámica (geoestructuras) interna y/o externa de la región, (Deposicional, Disolucional, Erosional o Denudacionales, Estructural, Mixto y Residual).
- El paisaje:** Es una porción de espacio, que se mide en decenas de kilómetros y que está constituido por una repetición de tipos de relieve idénticos o por una asociación de tipos de relieve diferentes. Un paisaje se caracteriza por los siguientes criterios: el tipo de topografía, la forma de la topografía, la posición relativa, la desnivelación y las condiciones de vecindad (Altiplanicie, Piedemonte, Lomerío, Peneplanicie, Montaña, Piedemonte, Planicie y Valle).
- Tipos de relieve:** Los tipos de relieve son aquellas geoformas determinadas por una combinación dada de topografía y geología estructural, y el modelado lo constituyen las geoformas determinadas por condiciones morfoclimáticas o por procesos morfogenéticos específicos.
- Forma del terreno:** Corresponde al nivel más bajo del sistema jerárquico propuesto; es la unidad geomorfológica elemental y está caracterizada por una geometría, una dinámica y una historia particular.

Para el desarrollo de esta clasificación se realizaron las siguientes actividades:

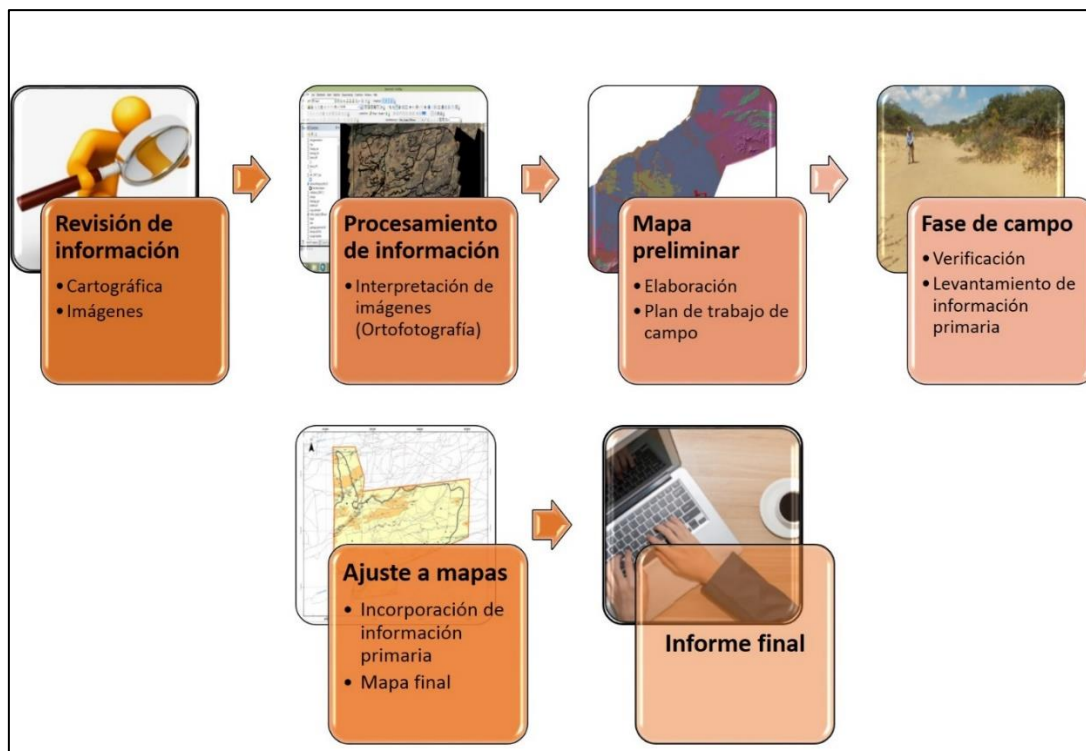


Figura 2-6. Pasos para la elaboración del mapa geomorfológico

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Las descripciones de cada una de las unidades geomorfológicas se realizaron a partir de la información visualizada en la fase de campo, entre el 28 de febrero y el 4 de marzo de 2017.

Para la caracterización de esta variable fue necesaria la elaboración de un mapa preliminar, usando la información básica disponible como información secundaria, análisis de sensores remotos y fotografías aéreas, mapas topográficos, mapa de pendientes y un modelo de elevación digital (MED), análisis que permitió la delimitación de las unidades geomorfológicas preliminares, las cuales fueron sujetas de revisión en la etapa de campo, lo cual consistió en la verificación y ajuste de la zonificación geomorfológica.

Durante la campaña de campo se realizó la corroboración de las unidades identificadas en el análisis de imágenes, se ajustaron y caracterizaron a detalle de acuerdo a los parámetros de geometría incluyendo rango de pendientes y relieve relativo. Dentro de la elaboración del mapa preliminar, igualmente, se realizó la evaluación de la información geológica de las diferentes unidades litológicas, respecto a su ambiente de formación, composición litológica y expresión morfológica, con el fin de definir la relación con las unidades geomorfológicas a cartografiar.

El resultado de estas etapas se traduce en el mapa final estandarizado que presenta las unidades geomorfológicas a escala 1:25.000 con su respectiva caracterización.

2.3.3.3 Suelo y uso del suelo

2.3.3.3.1 Suelos

La caracterización de los suelos en el área de influencia del proyecto, se realizó con base en la interpretación de información secundaria disponible en el Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de la Guajira¹⁸, para definir las unidades cartográficas presentes en el área de estudio. Una vez identificadas las unidades de suelos que abarca el proyecto, se procedió a realizar en campo la descripción de un perfil de suelos por cada unidad cartográfica para el área de influencia del proyecto.

2.3.3.3.1.1 Descripción y muestreo de suelos

Para cada una de las unidades de suelos identificadas se seleccionó un sitio de muestreo, en el cual se describió un perfil mediante la excavación de una calicata de 1 x 1 x 3,5 m (3,5m³) de acuerdo con las características del sitio, siendo estos los perfiles P1 y P5 correspondientes a las unidades de suelo RXDa y RZNaK.

La salida de campo para el análisis de los perfiles pedológicos se realizó entre el 28 de febrero y el 4 de marzo de 2017. En los perfiles P1 y P5, se realizó la evaluación de la descripción morfológica y la clasificación de suelos. Además, estas calicatas fueron utilizadas en la parte geotécnica para los estudios requeridos en este componente.

Para la descripción morfológica se realizó en cada uno de los horizontes y/o capas presentes así: espesor del horizonte, estructura (tipo, clase y grado de desarrollo), clase textural (contenidos de arena, limo y arcilla), profundidad efectiva (limitantes), color (tabla Munsell; matiz, value y chroma), porosidad (lupa de 20X; tamaño y cantidad de poros), pedregosidad

¹⁸ INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC). 2012. Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras, Departamento de la Guajira. Imprenta Nacional de Colombia.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

superficial e interna, contenido de raíces (tamaño y cantidad), actividad de macroorganismos; y repelencia al agua por el método del tiempo de penetración de la gota de agua (Water Drop Penetration Time, WDPT, segundos). Se estimó el pH por cintas de comparación de color, resistencia a la penetración, reacción al ácido clorhídrico (HCL) para determinar la presencia de carbonatos de calcio. Además de la ubicación geográfica, ubicación en el paisaje, material parental, cobertura y uso del suelo.

Durante el muestreo de los perfiles en cada uno de los horizontes identificados se tomó una muestra de aproximadamente 1 kg la cual fue llevada al laboratorio con el fin de realizar las determinaciones físicas y químicas.

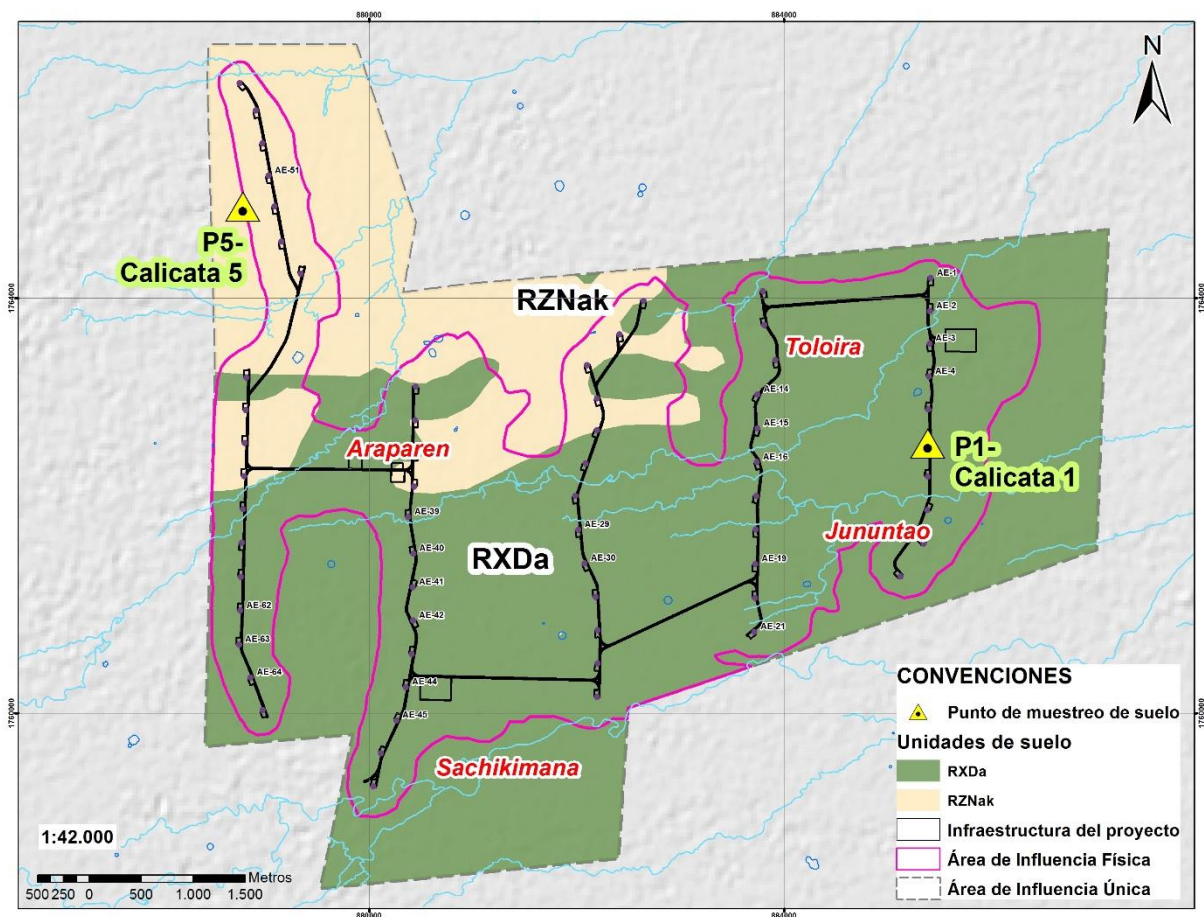


Figura 2-7. Mapa de ubicación de calicatas para perfiles pedológicos

Tabla 2-2. Localización de los perfiles estratigráficos realizados en el área de estudio

Identificación del perfil de suelo (P)	Localización Ranchería	Coordenadas		Profundidad (m)
		E	N	
P1 – Calicata 1	Jununtao	885385	1762601	3,50

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Identificación del perfil de suelo (P)	Localización Ranchería	Coordenadas		Profundidad (m)
		E	N	
P5 – Calicata 5	Araparen	878781	1764885	3,50

Fuente: Renovatio 2017

2.3.3.3.1.1.1 Análisis de laboratorio

Las muestras de los diferentes horizontes descritos en campo se llevaron al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, en donde se realizaron los siguientes análisis químicos: pH, capacidad de intercambio catiónico, saturación de bases, carbono orgánico, calcio, magnesio, potasio, sodio, fósforo disponible, aluminio de cambio, y pruebas físicas de textura, porosidad, densidad aparente, densidad real y estabilidad estructural.

Los análisis se realizaron de acuerdo a los criterios establecidos por el Soil Survey Soil manual¹⁹. En la Tabla 2-3 se registran los procedimientos utilizados para el análisis de las muestras de suelo de los perfiles más representativos para la zona de estudio.

Tabla 2-3 Procedimientos determinaciones físico-químicas en el suelo

Propiedad	Unidad	Método
Materia Orgánica (Suelo)	%	Walkley and Black
pH	Unidades de pH	Agua (1:1)
Fósforo	mg/kg suelo	Bray II
CIC efectiva	cmol (+)/kg suelo	Suma de cationes
Aluminio	cmol (+)/kg suelo	Cloruro de Potasio 1M
Calcio	cmol (+)/kg suelo	Acetato de Amonio 1M
Magnesio	cmol (+)/kg suelo	Acetato de Amonio 1M
Potasio	cmol (+)/kg suelo	Acetato de Amonio 1M
Azufre	ppm	Fosfato monocálcico 0.008 F
Hierro	ppm	Olsen-EDTA
Manganeso	ppm	Olsen-EDTA
Cobre	ppm	Olsen-EDTA
Zinc	ppm	Olsen-EDTA
Boro	ppm	Agua caliente

¹⁹ SOIL SURVEY MANUAL. SOIL SURVEY DIVISIÓN STAFF, UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, Washington, DC. 1993.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Propiedad	Unidad	Método
Densidad Aparente	-	Cilindro
Estabilidad Estructural	-	Yoder
Densidad Real	-	Picnometro
Textura	-	Bouyoucos
Porosidad	-	A partir de Da y Dr

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. 2012.

2.3.3.3.2 Uso actual del suelo

Para determinar el uso actual del suelo se utilizó como insumo el mapa de coberturas realizado a partir de una fotografía aérea con triangulación en campo. Las coberturas se agruparon en los usos del suelo definidos en la Resolución 1415 del 17 de agosto de 2012²⁰, como se presenta en la Tabla 2-4.

Tabla 2-4 Factores de clasificación de uso del suelo y uso del suelo

Uso del suelo	Tipo de uso
Agrícola	Cultivos transitorios intensivos
	Cultivos transitorios semi-intensivos
	Cultivos semipermanentes y permanentes intensivos
	Cultivos semipermanentes y permanentes semi-intensivos
Agroforestal	Silvoagrícola
	Agrosilvopastoril
	Silvopastoril
Ganadera	Pastoreos intensivo y semi-intensivo
	Pastoreo extensivo
Forestal	Producción
	Producción-protección
	Protección
Conservación	Forestal protectora
	Recursos hídricos
	Recuperación

Fuente: MADS, 2012

²⁰ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE (MADS). [en línea] <<http://www.minambiente.gov.co/>> [Citado el 7 de septiembre de 2017].

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.3.3.3 Uso potencial del suelo

La clasificación por capacidad de uso de las tierras se realizó de acuerdo con la metodología propuesta por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (United States Department of Agriculture)²¹, la cual fue adoptada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi²². Esta metodología permitió agrupar las unidades cartográficas de suelos en grupos que tienen las mismas limitaciones y por tanto la misma capacidad para la realización de actividades de uso agrícola, pecuario, forestal y áreas de conservación, protección y manejo especial, con el ánimo de garantizar el desarrollo sostenible del recurso suelo.

Esta clasificación está integrada por un conjunto de criterios que definen rangos, los cuales permitieron obtener el valor de la capacidad de uso en términos de clases. La clase de capacidad agrupa suelos que presentan el mismo grado relativo de limitaciones generales y de riesgos.

En consecuencia, las clases consideradas fueron los siguientes tres (3) grandes grupos:

- Grupo de tierras con capacidad para ser utilizadas en agricultura y ganadería tecnificada de tipo intensivo y semi intensivo (clases 1 a 4).
- Grupo de tierras que pueden ser utilizadas en forma restringida, en actividades agrícolas, ganaderas, agroforestales y forestales (clases 5 a 7).
- Tierras que deben ser utilizadas sólo en preservación, conservación y ecoturismo (clase 8).

Las características que se evaluaron para asignar las diferentes clases agrológicas fueron: pendiente, erosión, movimientos en masa, drenaje natural, inundaciones, encharcamientos, profundidad efectiva, fragmentos en el suelo, pedregosidad superficial, afloramiento rocoso, fertilidad, contenido de sales, contenido de sodio, sales y sodio, Ca/Mg, saturación de aluminio, distribución de lluvias, piso térmico y condición de humedad.

2.3.3.3.4 Conflicto del uso del suelo

Para la definición de los conflictos de uso de las tierras, se cruzó la capacidad de uso (uso potencial) y el uso actual de las tierras (uso actual del suelo), mediante la aplicación de los criterios basados en las categorías de conflictos definidas en la Resolución 1415 del 17 de agosto de 2012²³. Estas categorías son las siguientes:

- Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado: Hace referencia a las tierras en que los usos actuales guardan total concordancia respecto de la capacidad de uso de las tierras, sin que el recurso suelo presente deterioro de significancia, permitiendo mantener las actividades productivas o desarrollar nuevas, sin deteriorar la base natural de los recursos. Adicionalmente se incluyen las tierras definidas como subutilizadas en las cuales los suelos permiten una mayor explotación.

²¹ KLINGEBIEL, A. A.; MONTGOMERY, P.H. Land capability classification. Agricultural Handbook 210. USDA. Soil Conservation Service. Washington, D.C., EE.UU. 1961

²² INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC). Clasificación de las tierras por capacidad de uso. 2014.

²³ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Op Cit. p 2-3

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- Tierras en conflicto por sobreutilización ligera: Corresponde a las tierras en las que el uso actual, está próximo a la capacidad de uso de tierras, manifestando una ligera inconsistencia, evidenciando un nivel de explotación del recurso por encima del recomendado, con el consiguiente deterioro progresivo por el incremento de procesos erosivos, la disminución de la fertilidad natural y/o el deterioro de la flora y la fauna asociada; aspectos que de no ser atendidos promoverán alteraciones mayores en el largo plazo.
- Tierras en conflicto por sobreutilización moderada: Se establece en las tierras en las cuales el uso actual se encuentran de forma moderada por encima de la capacidad de uso de las tierras, afectando medianamente su producción sustentable, disminuyendo la productividad y la capacidad de regeneración de los suelos; adicionalmente, este conflicto se refleja en la pérdida de la flora nativa y por consiguiente en la disminución de los hábitats de fauna, promoviendo en un mediano plazo alteraciones mayores.
- Tierras en conflicto por sobreutilización severa: Identifica las tierras que presentan usos actuales inadecuados totalmente contrarios a la capacidad de uso de las tierras, sobrepasando la capacidad de soporte del medio natural en un grado severo; presentan graves riesgos de tipo ecológico y social, que evidencian en algunos sectores la degradación avanzada no solo de los suelos sino de los recursos naturales asociados, como son el agua, la flora y la fauna, afectando el balance natural y la estabilidad de los ecosistemas.
- Tierras en conflicto por subutilización ligera: Corresponde a las tierras en las que el uso actual, está próximo a la capacidad de uso, manifestando una ligera inconsistencia, evidenciando un nivel de explotación del recurso por debajo del recomendado, con la consiguiente, baja utilización del recurso suelo, teniendo productividad diferente a la potencial de los suelos.
- Tierras en conflicto por subutilización moderada: Se establece en las tierras en las cuales los usos actuales se encuentran de forma moderada por debajo de la capacidad de uso de las tierras, afectando los niveles de productividad de los suelos medianamente un uso inadecuado del recurso; aunque no hay pérdida del recurso como tal, sí se evidencian factores de uso inadecuado del recurso y se desaprovechan las propiedades potenciales de producción del suelo.
- Tierras en conflicto por subutilización severa: Identifica las tierras que presentan usos actuales inadecuados totalmente contrarios a la capacidad de uso de las tierras, subutilizando el recurso natural en un grado severo; los suelos no son utilizados correctamente según su uso potencial; no hay deterioro del recurso, pero puede presentar conflictos de carácter social muy graves.

2.3.3.4 Hidrología

2.3.3.4.1 Representación espacial de las variables climáticas

Se realizó una consulta de los datos hidrometeorológicos requeridos para desarrollar el estudio climatológico al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Los datos proporcionados por IDEAM comprenden los siguientes:

- Precipitación:
 - Series temporales de medias diarias para el periodo de datos disponibles (mm).
 - Promedio mensual multianual (mm).
- Temperatura:
 - Promedio mensual multianual para el periodo de datos disponible (°C).
 - Promedio mensual multianual de máximos y mínimos para el periodo de datos disponible (°C).
- Otras variables climatológicas (presión atmosférica, humedad relativa, radiación solar, nubosidad y evaporación): promedio mensual multianual.

Las estaciones con datos disponibles se mencionan a continuación:

Tabla 2-5. Estaciones hidrometeorológicas consultadas

Nombre de la estación	Código	Variables climáticas	Clase	Municipio	Inicio medición	Final de medición
Manaure	15075030	Te, Hr, Rs, Ev, Pr	Meteorológica	Manaure	1979	2017
Apto Alm Padilla	15065010	Te, Hr, Rs, Ev, Pr, Vv, Nb	Meteorológica	Riohacha	1972	2017
Apto Maicao	15085010	Te, Hr, Rs, Pr,	Meteorológica	Maicao	1972	1996
Rancho Grande	15085040	Te, Hr, Rs, Pr,	Meteorológica	Uribe	1978	2017
Pto Bolivar	15075060	Te, Hr, Pr	Meteorológica	Uribe	1972	2017
Esc Agr Carraipia	15085030	Rs	Meteorológica	Maicao	1971	2017
Jojoncito	15070110	Pr	Meteorológica	Uribe	1971	2017
Nazareth	15085020	Te, Hr, Rs, Ev, Pr	Hidrológica	Uribe	1972	1981
Estación Renovatio	E. Anemometrica	Vv, Pa, Te	Torre de medición de viento.	Maicao	2015	2017
Paraguachon	15087080	Pr	Hidrológica	Maicao	1989	2017
Caracas Hda	15070150	Pr	Meteorológica	Manaure	1989	2014
Maicao	15080150	Pr	Meteorológica	Maicao	1937	1972
Guayabal	15070230	Pr	Hidrológica	Maicao	1981	2017
Orochon	15070240	Pr	Meteorológica	Uribe	1976	2017

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Nombre de la estación	Código	Variables climáticas	Clase	Municipio	Inicio medición	Final de medición
Esc Ceura	15070160	Pr	Meteorológica	Maicao	1971	2017
Huimpecht	15080050	Pr		Maicao	1972	1979
Chingolita La	15080110	Pr	Hidrológica	Maicao	1993	2009
Abreviaturas de las variables climáticas: Te: temperatura, Hr: humedad relativa, Rs: radiación solar, Ev: evaporación, Pr: precipitación, Vv: velocidad y dirección del viento, Nb: nubosidad, Pa: presión atmosférica.						

A partir de la información proporcionada por el IDEAM y presentada anteriormente, se procede a analizar los datos con influencia en la zona de estudio para los análisis pluviométricos y de temperatura necesarios para el análisis hidrológico del proyecto. A partir de un análisis espacial de influencia de las estaciones disponibles sobre la cuenca de estudio. Se aplica el método de los Polígonos Thiessen, siendo un método de interpolación basado en la distancia euclidiana. Esta interpolación permite seleccionar las estaciones de influencia.

Posteriormente, con la finalidad de caracterizar pluviométricamente la cuenca de estudio y así tener un conocimiento más preciso de su climatología, a partir de la relación areal establecida entre subcuencas y estaciones influyentes pluviométricas se obtienen los pesos de cada una de dichas estaciones sobre el total de la cuenca de estudio.

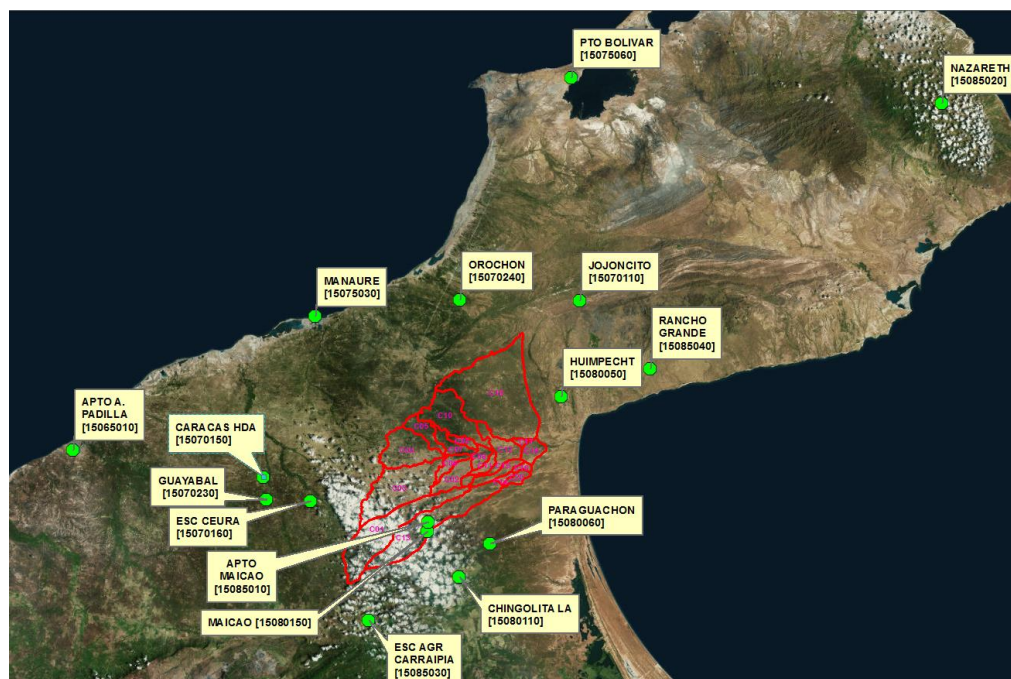


Figura 2-8. Estaciones meteorológicas consultadas

Fuente: Renovatio 2017

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Para este estudio se localizaron las estaciones termo-pluviométricas existentes en la zona de proyecto. De todas ellas se escogieron aquellas cuya proximidad al ámbito de influencia del proyecto y cantidad y continuidad de los datos recogidos aseguraran una representatividad suficiente.

2.3.3.4.2 Análisis estadístico de las series disponibles de datos históricos registrados

2.3.3.4.2.1 Análisis estadístico de la precipitación

Los eventos hidrológicos e hidráulicos, tales como precipitaciones, caudales, etc., son eventos estocásticos que se caracterizan por poseer un patrón de comportamiento a lo largo del tiempo y, por otro lado, por ser capaces de pronosticar sus magnitudes a largo plazo en un momento dado con un mayor o menor grado de incertidumbre.

Los datos disponibles proporcionados por IDEAM se detallan en el Capítulo 5.1, Numeral 5.1.4.2. Las series meteorológicas influyentes en la cuenca de estudio se someten a un estudio estadístico para conocer su comportamiento y garantizar la fiabilidad de la misma. De esta forma se valida su calidad y consistencia, ya que serán el input en los modelos hidrológicos que se desarrollarán en etapas posteriores.

En primer lugar, se procede a realizar la validación de las series, según el siguiente criterio:

La serie es válida si cumple una de las siguientes condiciones:

- 10 años válidos consecutivos
- 15 años válidos, aunque no sean consecutivos

Un año es válido si:

- Si cuenta con los 12 valores
- Si le falta un dato y el máximo de los 11 datos existentes se encuentra dentro del cuantil del 20% de los máximos anuales de la serie completa de la estación considerada
- Si le faltan dos datos y el máximo de los 10 datos existentes se encuentra dentro del cuantil del 10% de los máximos anuales de la serie completa de la estación considerada
- Si le faltan tres datos y el máximo de los 9 datos existentes se encuentra dentro del cuantil del 5% de los máximos anuales de la serie completa de la estación considerada
- Si le faltan más de tres datos y el máximo existente es el máximo de la serie completa

Una vez validadas las series de datos se procede a realizar el estudio estadístico de las mismas.

Para poder determinar el modelo de ajuste estadístico más representativo de las series históricas de los datos hidrológicos indicados en el apartado anterior, se realiza un análisis de frecuencias utilizando los siguientes modelos de ajuste de función de distribución de frecuencias: Gumbel, Normal, LogNormal, Gamma, Pearson III, LogPearson III y SQRT-ETmax

La bondad de ajuste de cada función de distribución se analiza mediante los test Kolmogorov-Smirnov con el propósito de determinar el ajuste más representativo.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

En los apartados siguientes se realiza el análisis estadístico de las series de precipitaciones máximas en 24 h en las estaciones influyentes en la cuenca de estudio.

A continuación, se desarrollan las distintas formulaciones referentes a las distribuciones empleadas, así como de los test de bondad empleados.

2.3.3.4.2.1.1 Parámetros estadísticos

A partir de una serie de datos, “muestra”, los estadísticos extraen información de la misma. Los principales estadísticos son los momentos de primer, segundo y tercer orden correspondientes a la media, varianza, y asimetría respectivamente.

- Media μ

Es el valor esperado de la variable misma. Primer momento respecto al origen. Muestra la tendencia central de la distribución

$$\mu = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx$$

El valor estimado de la media a partir de la muestra es:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

- Varianza σ^2

Mide la variabilidad de los datos. Es el segundo momento respecto a la media.

$$\sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^2 f(x) dx$$

El valor estimado de la varianza a partir de la muestra es:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

La desviación estándar “ σ ” es una medida de la variabilidad que tiene las mismas dimensiones que la media y simplemente es la raíz cuadrada de la varianza, se estima por s.

También es representativo el coeficiente de variación $C_v = \frac{\sigma}{\mu}$, siendo una medida adimensional de la variabilidad su estimado es $C_v = \frac{s}{\bar{x}}$.

- Coeficiente de asimetría γ

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

La distribución de los valores de una distribución alrededor de la media se mide por la asimetría. Se obtiene a partir del tercer momento alrededor de la media, dividiéndolo por el cubo de la desviación estándar para que sea adimensional.

$$E[(x - \mu)^3] = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^3 f(x) dx \quad \text{Tercer momento respecto a la media} \quad \gamma = \frac{1}{\sigma^3} E[(x - \mu)^3]$$

Un estimativo del coeficiente de asimetría está dado por la siguiente expresión:

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2) * s^3}$$

2.3.3.4.2.1.2 Análisis de frecuencia. Funciones de distribución.

Mediante el análisis de frecuencias, además de conocer el comportamiento del evento de estudio, permite determinar la confiabilidad y calidad de la información histórica completada.

El análisis de frecuencia consiste en determinar los parámetros de las distribuciones de probabilidad.

A continuación, se describen las principales distribuciones de probabilidad utilizadas en hidrología e hidráulica, así como la forma de estimar sus parámetros.

Distribución empírica de la muestra

La distribución empírica de la muestra trabaja con la probabilidad de excedencia asignada a cada valor de la muestra. Si n es el total de valores y m es el rango de un valor en una lista ordenada de mayor a menor (m=1 para el valor máximo) la probabilidad de excedencia se puede obtener por medio de las siguientes expresiones:

California: $P = \frac{m}{n}$

Weibull: $P = \frac{m}{n+1}$

Hazen: $P = \frac{2m-1}{2n}$

La expresión más utilizada es la de Weibull y es la aplicada en el presente estudio. Con las anteriores expresiones se halla lo que se conoce como la distribución empírica de una muestra, esta luego se puede ajustar a una de las distribuciones teóricas presentadas anteriormente.

Distribución Gumbel

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Una familia importante de distribuciones usadas en el análisis de frecuencia hidrológico es la distribución general de valores extremos, la cual ha sido ampliamente utilizada para representar el comportamiento de crecidas y sequías (máximos y mínimos).

- Función de densidad

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[\frac{-(x-\beta)}{\alpha} - \exp \left(\frac{-(x-\beta)}{\alpha} \right) \right]$$

Donde α y β son los parámetros de la distribución.

$$F(x) = \int f(x) dx = \exp \left[-\exp \left(-\frac{(x-\beta)}{\alpha} \right) \right]$$

- Estimación de parámetros

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} s$$

$$\beta = \bar{x} - 0.5772\alpha$$

Donde $\bar{x}$ y s son la media y la desviación estándar estimadas con la muestra.

Distribución Normal

La distribución normal es una distribución simétrica en forma de campana, también conocida como Campana de Gauss. Aunque muchas veces no se ajusta a los datos hidrológicos tiene amplia aplicación por ejemplo a los datos transformados que siguen la distribución normal.

- Función de densidad:

La función de densidad está dada por

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \frac{-1(x-\mu)^2}{2\sigma^2} \quad -\infty < x < \infty$$

Los dos parámetros de la distribución son la media μ y desviación estándar σ para los cuales $\bar{x}$ (media) y s (desviación estándar) son derivados de los datos.

- Estimación de parámetros

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$s = \left\{ \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

Distribución LogNormal

Si los logaritmos Y de una variable aleatoria X se distribuyen normalmente se dice que X se distribuye normalmente.

Esta distribución es muy usada en el campo de la hidrología y la hidráulica. Tiene la ventaja que $X > 0$ y que la transformación Log tiende a reducir la asimetría positiva ya que al sacar logaritmos se reducen en mayor proporción los datos mayores que los menores.

Limitaciones: tiene solamente dos parámetros, y requiere que los logaritmos de las variables estén centrados en la media.

- Función de densidad:

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}} \exp^{\frac{-1(y-\mu_y)}{2\sigma_y^2}} \quad x > 0$$

$$y = \ln x$$

Donde:

μ_y : media de los logaritmos de la población (parámetro escalar), estimado $\bar{y}$

σ_y : Desviación estándar de los logaritmos de la población, estimado s_y .

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(x_i)$$

$$s_y = \left\{ \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\ln(x_i) - \bar{y})^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

Distribución Pearson III (Gamma de tres parámetros)

Como la mayoría de las variables hidrológicas son sesgadas, la función Gamma se utiliza para ajustar la distribución de frecuencia de variables tales como crecidas máximas anuales, Caudales mínimos, Volúmenes de flujo anuales y estacionales, valores de precipitaciones

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

extremas y volúmenes de lluvia de corta duración. La función de distribución Gamma tiene dos o tres parámetros.

- Funciones de densidad

$$f(x) = \frac{1}{\alpha \Gamma(\beta)} \left(\frac{x - \hat{x}_0}{\alpha} \right)^{\beta-1} \exp\left(-\frac{x - \hat{x}_0}{\alpha} \right)$$

Donde,

$x_0 \leq x < \infty$ para $\alpha > 0$

$\infty < x \leq x_0$ para $\alpha < 0$

α, β son los parámetros de escala y forma, respectivamente, y x_0 es el parámetro de localización.

- Estimación de parámetros

$$\hat{\beta} = \left(\frac{2}{Cs} \right)^2; \quad \hat{\alpha} = s \frac{Cs}{2}; \quad \hat{x}_0 = \bar{x} - \alpha \hat{\beta}$$

Cs es el coeficiente de asimetría, $\bar{x}$ y s son la media y la desviación estándar de la muestra respectivamente.

Distribución LogPearson III

Si los logaritmos Y de una variable aleatoria X se ajustan a una distribución Pearson tipo III, se dice que la variable aleatoria X se ajusta a una distribución Log Pearson Tipo III. Esta distribución es ampliamente usada en el mundo para el análisis de frecuencia. Ésta trabaja igual que para la Pearson Tipo III pero con Xy y Sy como la media y desviación estándar de los logaritmos de la variable original X .

- Función de densidad:

$$f(x) = \frac{1}{x \alpha \Gamma(\beta)} \left(\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha} \right)^{\beta-1} \exp\left(-\frac{\ln(x) - y_0}{\alpha} \right)$$

donde,

$y_0 \leq y < \infty$ para $\alpha > 0$

$\infty < y \leq y_0$ para $\alpha < 0$

α y β son los parámetros de escala y forma, respectivamente, y y_0 es el parámetro de localización.

- Estimación de parámetros

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

$$\hat{\beta} = \left(\frac{2}{C_s} \right)^2; \quad \hat{\alpha} = s_y \frac{C_s}{2}; \quad \hat{x}_0 = \overline{x_y} - \alpha \hat{\beta}$$

C_s es el coeficiente de asimetría, $\overline{x_y}$ y s_y son la media y la desviación estándar de los logaritmos de la muestra respectivamente.

Distribución SQRT-ETmáx

$$F(x) = \exp[-k(1 + \sqrt{\alpha x}) \cdot \exp(-\sqrt{\alpha x})]$$

Dónde: $F(x)$ = probabilidad de que se presente un valor inferior a x

k, α = parámetros de la distribución, que dependen de la media y desviación típica

El cálculo de estos parámetros no es sencillo. Se pueden obtener a partir de una aproximación polinómica, de este modo el cálculo es simple, pero excesivamente laborioso:

$$\ln(k) = \sum_{i=0}^6 a_i \cdot [\ln(C_v)]^i$$

dónde: C_v = coeficiente de variación (=desv típica/media aritmética)

a_i = coeficientes calculados

Cv :	0.99 a 0.70	0.70 a 0.30	0.30 a 0.19
a0	1.3186	1.8015	- 1 765.8649
a1	- 3.1646	2.4738	- 7 240.5920
a2	- 1.5955	23.5562	- 11 785.5502
a3	- 6.2691	49.9573	- 9 537.9852
a4	- 11.3177	59.7756	- 3 834.3410
a5	- 22.6976	35.6969	- 612.6777
a6	- 22.0663	8.5057	-

Tabla 2-6. Coeficiente a en función del coeficiente de variación de la muestra correspondiente a una Distribución SQRT-ETmáx

$$\ln(I_1) = \sum_{i=0}^6 b_i \cdot [\ln(k)]^i$$

Dónde: $\ln(k)$ = calculado en el paso anterior

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

b_i = coeficientes calculados

Cv :	0.99 a 0.70	0.70 a 0.30	0.30 a 0.19
b_0	2.307319	2.342697	-0.931508
b1	- 0.1367	- 0.1498	2.1567
b2	- 0.0750	- 0.0993	- 0.7798
b3	- 0.0135	0.0034	0.1130
b4	0.0032	0.0010	- 0.0093
b5	0.0005	- 0.0001	0.0004
b6	- 0.0001	0.0000	- 0.0000

Tabla 2-7. Coeficiente b en función del coeficiente de variación de la muestra correspondiente a una Distribución SQRT-ETmáx

$$\alpha = \frac{k}{1 - e^{-k}} \frac{I_1}{2x}$$

donde: k, I_1 = calculados en los pasos anteriores

x = media aritmética

2.3.3.4.2.1.3 Bondad de ajuste Prueba Kolmogorov-Smirnov

Para determinar que es adecuado el ajuste de los datos a una distribución de probabilidades y por lo tanto determinar cuál es la distribución de probabilidades que mejor se ajusta a los datos se han propuesto una prueba estadística que determina la bondad del ajuste. Estos son análisis estadísticos y como tal se deben entender, es decir, no se puede ignorar el significado físico de los mismos.

El estadístico Kolmogorov-Smirnov considera la desviación de la función de distribución de probabilidades de la muestra $P(x)$ respecto de la función de probabilidades teórica $P_0(x)$ tal que:

$$D = \max_{1 \leq i \leq n} (P_n(X_i) - P_0(X_i))$$

El estadístico D es la máxima diferencia entre la función de distribución acumulada de la muestra y la función de distribución acumulada teórica escogida.

Donde:

- x_i es el i -ésimo valor observado en la muestra (cuyos valores se han ordenado previamente de menor a mayor).
- $P_n(x)$ es un estimador de la probabilidad de observar valores menores o iguales que x_i .
- $P_0(x)$ es la probabilidad de observar valores menores o iguales que x_i cuando H_0 es cierta.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Así pues, D es la mayor diferencia absoluta observada entre la frecuencia acumulada observada $P_n(x)$ y la frecuencia acumulada teórica $P_0(x)$, obtenida a partir de la distribución de probabilidad que se especifica como hipótesis nula.

Si los valores observados $P_n(x)$ son similares a los esperados $P_0(x)$, el valor de D ser pequeño. Cuanto mayor sea la discrepancia entre la distribución empírica $P_0(x)$ y la distribución teórica, mayor será el valor de D.

Por tanto, el criterio para la toma de la decisión entre las dos hipótesis será de la forma:

Si $D \leq D_\alpha$ Aceptar H_0

Si $D > D_\alpha$ Rechazar H_0

Donde el valor D_α se elige de tal manera que:

$P(\text{Rechazar } H_0/H_0 \text{ es cierta}) = P(D > D_\alpha / \text{Los datos siguen la distribución}) = \alpha$

Para el cálculo práctico del estadístico D deben obtenerse:

$$D^+ = \max_{1 \leq i \leq n} \left(\frac{i}{n} - P_0(X_i) \right); \quad D^- = \max_{1 \leq i \leq n} \left(P_0(X_i) - \frac{i-1}{n} \right)$$

Y a partir de estos valores:

$$D = \max(D^+, D^-)$$

A su vez, el valor D_α depende del tipo de distribución a probar y se encuentra tabulado. En general responde a la siguiente expresión:

$$D_\alpha = \frac{C_\alpha}{k(n)}$$

Donde C_α y $k(n)$:

Tabla 2-8. Valor de Variación Máxima Admisible (Delta máximo) del estadístico de Kolmogorov - Smirnov.

n	alfa			
	0.2	0.1	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
8	0.385	0.44	0.485	0.58
10	0.32	0.37	0.41	0.49
13	0.295	0.335	0.375	0.445
15	0.27	0.3	0.34	0.4
18	0.25	0.28	0.315	0.38
20	0.23	0.26	0.29	0.36

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

23	0.22	0.25	0.28	0.34
25	0.21	0.24	0.27	0.32
28	0.2	0.23	0.255	0.305
30	0.19	0.22	0.24	0.29
33	0.185	0.21	0.235	0.28
35	0.18	0.2	0.23	0.27
38	0.175	0.195	0.22	0.26
40	0.17	0.19	0.21	0.25
43	0.165	0.185	0.205	0.245
45	0.16	0.18	0.2	0.24
48	0.155	0.175	0.195	0.235
50	0.15	0.17	0.19	0.23

Fuente: Elaboración propia

Distribución teórica:

n = datos de precipitación

alfa = 1.281/Sy

Sy = desviación estándar de la serie

2.3.3.4.3 Hidrología en el ámbito de estudio con estaciones con datos de P_{máx24h} empleados en el diseño de elementos de drenaje

2.3.3.4.3.1 *Determinación de las estaciones de influencia*

Mediante el software GlobalMapper y apoyándonos en servidores globales de cartografía (SRTM O ASTER GDEM) se obtiene cartografía digital de la zona a analizar. A partir de dicha cartografía y mediante el software ArcMap 10.1 se genera un Modelo Digital de Terreno (MDT) sobre el cual se determinan las cuencas hídricas y la red de drenaje existente.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

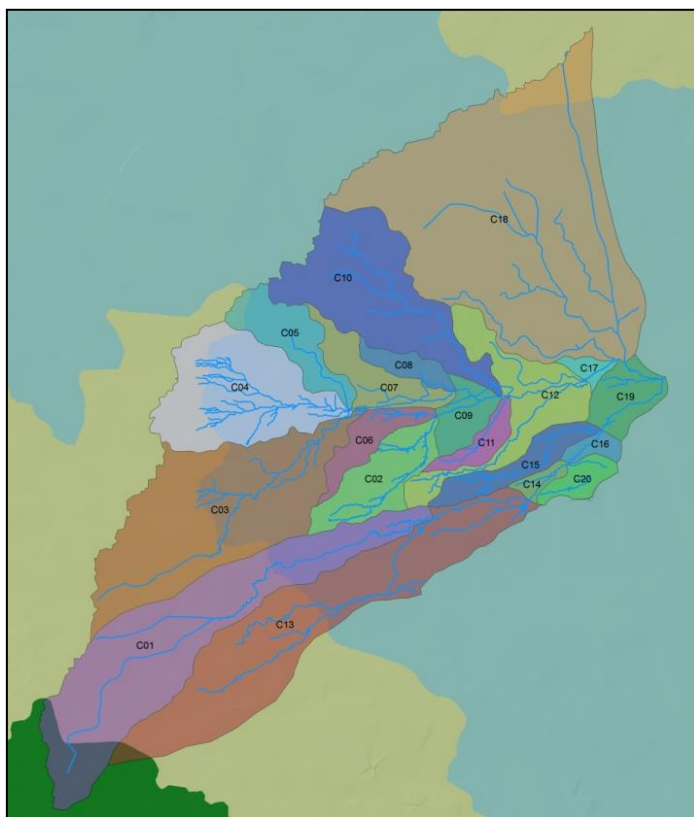


Figura 2-9. Cuencas hídricas en el ámbito de estudio

Fuente: Renovatio 2017

Se dispone de las siguientes series de precipitaciones históricas validadas e influyentes en la cuenca hídrica de estudio:

Tabla 2-9. Estaciones meteorológicas de posible influencia

ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA	CÓDIGO	Nº AÑOS
ESC CEURA	15070160	40
JASAY	15080080	35
MANAURE	15075030	34
ORONCHON	15070240	33
PARAGUACHON	15080060	31
MAICAO – APTO MAICAO	15080150 – 15085010	20
RANCHO GRANDE	15085040	40

Fuente: IDEAM

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Las estaciones Maicao y Apto Maicao se han unificado pues se trata en realidad de la misma estación, cuya ubicación cambió sensiblemente en el año 1970.

Para conocer las precipitaciones de diseño se requiere conocer la serie de precipitaciones históricas ponderada mediante Polígonos Thiessen para cada una de las subcuencas de estudio.

A partir de las series de registros históricos de los datos disponibles de precipitaciones máximas mensuales en 24 h (P_{máx24h}), mediante aplicación de la metodología de los polígonos de Thiessen se determinan las estaciones de influencia en la cuenca de estudio. Para ello se ha empleado el software ArcMap v.10.1

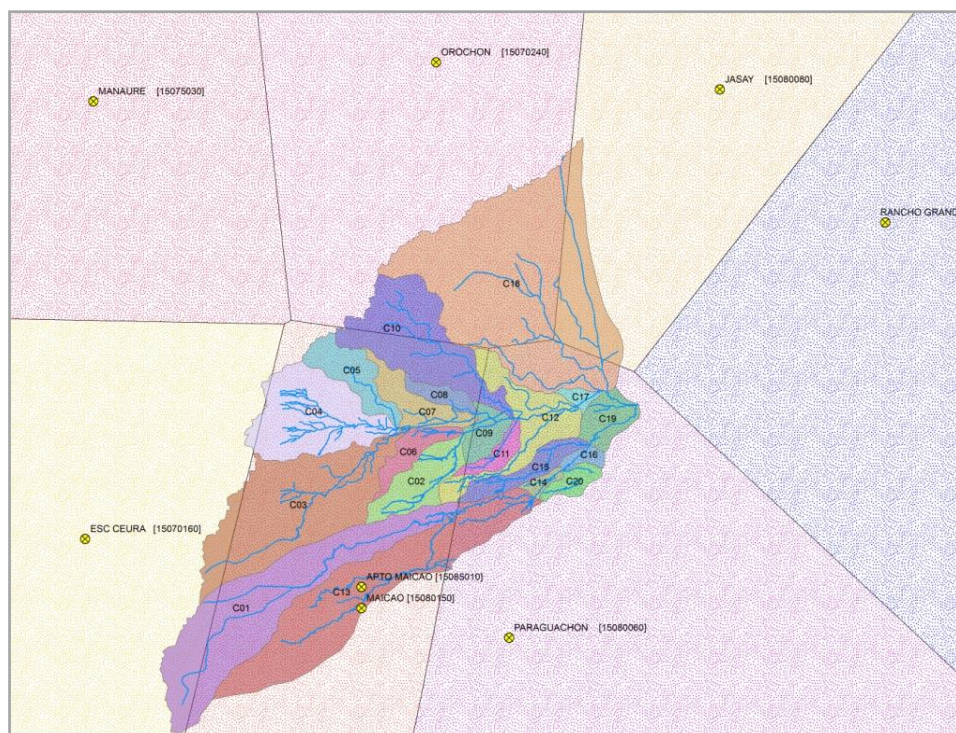


Figura 2-10. Polígonos Thiessen de estaciones pluviométricas de influencia en el ámbito de estudio con datos de PMÁX24H

Fuente: Renovatio 2017

Tabla 2-10. Áreas de influencia de las estaciones de influencia sobre la cuenca de estudio

	CEURA	JASAY	MAICAO	OROCHON	PARAGUACHON
CUENCAS	ÁREA DE INFLUENCIA (Km²)				
C01	29.91	-	100.45	-	0.15
C02	-	-	30.61	-	-

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

	CEURA	JASAY	MAICAO	OROCHON	PARAGUACHON
CUENCAS	ÁREA DE INFLUENCIA (Km²)				
C03	15.59	-	106.21	-	-
C04	3.26	-	69.48	-	-
C05	-	-	26.29	-	-
C06	-	-	15.74	-	-
C07	-	-	22.59	-	0.13
C08	-	-	9.50	-	-5
C09	-	-	2.15	-	12.49
C10	-	-	39.35	34.40	4.73
C11	-	-	0.59	-	9.43
C12	-	-	6.39	-	38.47
C13	-	-	98.37	-	25.53
C14	-	-	-	-	4.57
C15	-	-	-6	-	19.09
C16	-	-	-	-	5.39
C17	-	-	-	-	4.41
C18	-	53.81	0.49	16-6	37.11
C19	-	-	-	-	18.44
C20	-	-	-	-	9.54
	48.75	53.81	528.26	194.45	189.54

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos facilitados por el IDEAM.

Las estaciones Rancho Grande y Manaure se desechan finalmente por quedar fuera del área de influencia. Una vez establecidas las series históricas a analizar, se procede a realizar su validación y posterior estudio estadístico.

Los pesos de las estaciones pluviométricas de influencia sobre cada una de las cuencas de estudio se realizan mediante aplicación de la metodología de los Polígonos de Thiessen. Para ello se ha empleado el software ArcMap v.10.1.

En el capítulo 5.1, Numeral 5.1.4.2.1.2.2 se presenta para cada una de las series de precipitaciones máximas en 24h, la gráfica que representa las diferentes funciones de distribución estudiadas, pudiendo determinar gráficamente la función que mejor representa el comportamiento de las precipitaciones en la zona de estudio. Además, se presentan las tablas que recogen los resultados obtenidos para cada serie de datos de precipitaciones máximas en 24 h estudiadas y el resumen del cálculo de la bondad de ajuste calculada por Kolmogorov-Smirnov para cada una de ellas

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.3.4.4 Metodología para el cálculo de caudales

1. Delimitación de las microcuencas asociadas a los viales del parque, es decir, la porción o porciones de las cuencas en el ámbito de estudio que son realmente interceptadas por los viales del parque, y cuya área deberá ser tomada en cuenta en la transformación de lluvia en escurrimiento.
2. Cálculo del tiempo de concentración con la formulación de Kirpich.

$$T_c = 0.06628 \times \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$$

Siendo:

T_c Tiempo de concentración en h

L Longitud del cauce principal en km

S Pendiente entre las elevaciones máximas y mínimas en m/m

3. Elección del periodo de retorno. Se ha elegido un periodo de retorno de 25 años para el diseño de las obras de drenaje transversal, correspondiente a la tipología “puentes menores” de acuerdo al *Manual de Drenaje para Carreteras editado por el Instituto Nacional de Vías*.
4. Cálculo de la precipitación máxima en 24 h promedio anual a nivel multianual a partir de los valores de precipitación máxima en 24 h de las estaciones de referencia, asociando a cada microcuenca o área de análisis los pesos correspondientes a cada estación mediante polígonos de Thiessen.
5. Estimación de la curva IDF.

Se han calculado las curvas IDF mediante la metodología simplificada recogida en el *Manual de Drenaje para Carreteras*, y que responde a la siguiente formulación:

$$I = \frac{a \times T^b \times M^c}{\left(\frac{t}{60} \right)^c}$$

Siendo:

I Intensidad de precipitación en mm/h

T Periodo de retorno

M Precipitación máxima promedio anual en 24 h a nivel multianual.

t Duración de la lluvia en minutos

a, b, c, d Parámetros de ajuste de la regresión, regionalizados para Colombia de acuerdo a la

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

REGIÓN	a	b	c	d
Andina (R1)	0.94	0.18	0.66	0.83
Caribe (R2)	24.85	0.22	0.50	0.10
Pacífico (R3)	13.92	0.19	0.58	0.20
Orinoquía (R4)	5.53	0.17	0.63	0.42

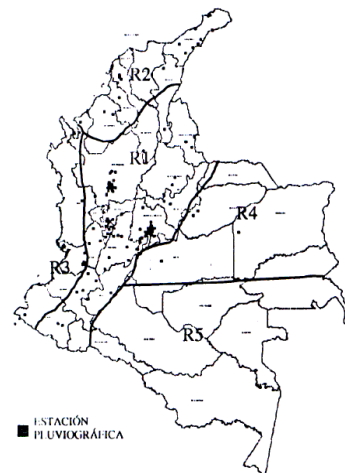


Figura 2-11. Coeficientes de cálculo para las curvas IDF. Fuente Manual de Drenaje para Carreteras (Instituto Nacional de Vías)

6. Estimación del coeficiente de escorrentía. Para el cálculo del coeficiente de escorrentía, y a falta de estudios específicos sobre la cobertura vegetal y tipología de suelos, se han utilizado los valores tabulados en el Manual de Drenaje para Carreteras:

VEGETACIÓN Y TOPOGRAFÍA Y	TEXTURA DEL SUELO		
	FRANCO ARENOSO	FRANCO LIMO ARCILLOSO	ARCILLOSO
BOSQUES			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.25	0.35	0.50
Montañoso	0.30	0.50	0.60
PASTOS			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Montañoso	0.22	0.42	0.60
TIERRAS CULTIVADAS			
Plano	0.30	0.50	0.60
Ondulado	0.40	0.60	0.70
Montañoso	0.52	0.72	0.82

Nota: Plano (pendiente 0 - 5%); Ondulado (pendiente 5 - 10%); Montañoso (pendiente 10 - 30%). Para valores mayores al 30 %, a falta de datos, utilizar los valores para pendientes entre el 10 y el 30 %.

Figura 2-12. Valores del coeficiente de escorrentía en áreas rurales.

Fuente: Manual de Drenaje para Carreteras, Instituto Nacional de Vía

De forma general se ha tomado para todo el parque un coeficiente de escorrentía de 0.2.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

7. Cálculo de los caudales asociados a cada microcuenca o áreas de análisis de drenaje mediante el Método Racional, de acuerdo a la siguiente formulación:

$$Q_p = 0.278 \times C \times I \times A$$

Siendo:

Q_p caudal punta en m³/s

C coeficiente de escorrentía, tabulado

I intensidad de lluvia en mm/h, obtenida entrando en la curva IDF con un tiempo igual al tiempo de concentración y periodo de retorno 25 años.

A área del área de análisis en km²

2.3.3.4.5 Metodología para el dimensionamiento hidráulico

Para el dimensionamiento hidráulico de las obras se ha empleado la ecuación de Manning teniendo en cuenta las condiciones de desagüe aguas debajo de la obra de drenaje. A continuación, se incluye una figura con los tipos de funcionamiento hidráulico de las obras:

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

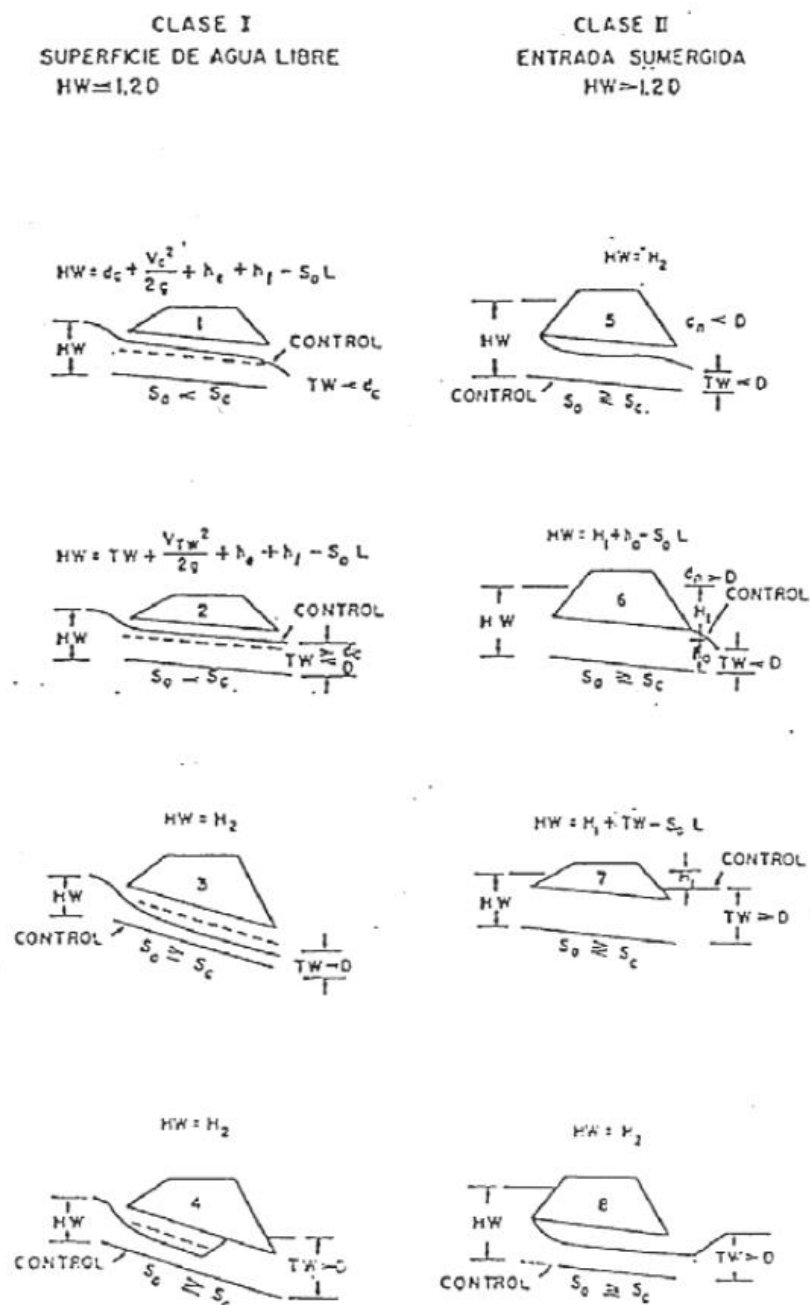


Figura 2-13. Tipos de funcionamiento hidráulico de las obras

La ecuación de Manning calcula el caudal correspondiente a la avenida de 25 años de periodo de retorno de acuerdo a la siguiente formulación:

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Donde:

Q = caudal en m³/s

n = coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional). En este caso se ha adoptado como valor del número de Manning 0,015 para obras de concreto.

A = sección del cauce aguas arriba del vado en m²

i = pendiente longitudinal en m/m

Rh = radio hidráulico de la sección, en m

La pendiente de la obra se ajusta al perfil longitudinal del terreno, obtenido de la cartografía digitalizada. La velocidad máxima en el interior de la obra de drenaje será de 5 m/s.

Los resultados obtenidos de este cálculo son:

- Velocidad del agua en la obra.
- Calado en el interior de la obra.
- Calado crítico en la obra.

Los resultados que se obtienen de la comprobación de las condiciones de desagüe del cauce aguas abajo de la obra son:

- Calado en el cauce.
- Velocidad del agua en el cauce.
- Cálculo del tipo de control en la obra y la sobre-elevación del nivel del agua a la entrada.

En el Anexo 9.2 se recogen los cálculos hidráulicos realizados.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.3.5 Calidad del agua

2.3.3.5.1 Identificación de puntos de muestreo y toma de muestras

Se realizó la caracterización fisicoquímica y microbiológica de los cuerpos de agua que son de uso para consumo humano (jagüeyes, pozo) en las rancherías del área de influencia del proyecto. Cabe resaltar que estos cuerpos de agua no serán susceptibles de intervención por parte del proyecto.

Los sitios de muestreo para jagüeyes se eligieron con respecto a su representatividad en las rancherías, dependiendo si eran usados para consumo humano o no, este hecho permitió identificar los jagüeyes de mayor importancia y los cuales serían susceptibles de monitoreo. El único pozo de aguas subterráneas presente en el área del proyecto ubicado en la ranchería de Toloira, también fue un punto de muestreo considerado para el levantamiento de la línea base. Estos puntos fueron monitoreados únicamente en una época climática (húmeda) debido a que no serán intervenidos por el proyecto en ninguna circunstancia y se considera que un solo monitoreo puede arrojar los resultados necesarios para conocer el estado actual y general de estos cuerpos de agua (Tabla 2-11).

La toma de muestras para análisis de calidad de agua en el área del proyecto, se ejecutó en época de lluvias (mayo 25 del 2017), por parte del Laboratorio Microbiológico de Barranquilla-LMB (ver Anexo 10, Resultados de laboratorio de Calidad de Agua), tiempo durante el cual se tomaron muestras puntuales de los cuerpos de agua superficial (jagüeyes) y subterráneo (pozo Toloira), para evaluar parámetros físicos, químicos y bacteriológicos (Imagen 2-1 e Imagen 2-2).

Para los arroyos susceptibles de intervención por ocupaciones de cauce, se consideraron dos (2) periodos de sequía (febrero de 2017 y agosto de 2017) y uno (1) de lluvia (mayo de 2017), como lo establecen los términos de referencia para proyectos eólicos en zonas desérticas. Para lo cual, se realizaron visitas puntuales a cada una de las ocupaciones de cauce (Tabla 2-12), diligenciando el formato de visita y realizando el registro fotográfico correspondiente. En todas las salidas de campo realizadas en las diferentes temporadas, se encontraron los arroyos secos, incluso en la visita realizada en mayo en época húmeda, debido al rápido drenaje de las aguas lluvias que es característico de los arroyos intermitentes y efímeros de esta zona. Por tal motivo, no fue posible realizar el análisis de calidad del agua en dichos puntos (ver registro fotográfico de una ocupación en Figura 2-2 o ver registro fotográfico completo en la caracterización de la línea base numeral 5.1.5.2).

Cabe resaltar que el proyecto no hará intervención a cauces por concesión de aguas o por vertimientos.

Tabla 2-11. Puntos de muestreo (magna sirgas origen este) de calidad de aguas para jagüeyes y pozo

Tipo Monitoreo	Lugar	Este	Norte	Ranchería	Consumo humano
Agua superficial	Jagüey 4	880614,00	1763605,00	Araparen	Si
	Jagüey 7	881838,10	1760775,00	Sachikimana	Si
	Jagüey 8	882879,00	1761117,00	Jununtao	Si

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tipo Monitoreo	Lugar	Este	Norte	Ranchería	Consumo humano
	Jagüey 10	885592,10	1761839,00	Jununtao	Si
	Jagüey 13	885301,00	1763118,00	Toloiira	Si
	Jagüey 15	880837,20	1762737,00	Araparén	Si
	Jagüey 16	879300,30	1763433,00	Araparen	Si
Agua subterránea	Pozo Toloiira	884747,80	1762916,00	Toloiira	Si

Fuente: Renovatio 2017



Imagen 2-1. Empleado de LMB, tomando muestras de agua en Jagüey

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			



(a)



(b)

Imagen 2-2. (a) Envase de la muestra respectiva y (b) medición de parámetros en campo (temperatura, pH, oxígeno disuelto etc.)

Tabla 2-12. Ocupaciones de cauce visitadas en época seca (febrero y agosto) y época húmeda (mayo) de 2017

Ocupación de cauce	Coordenadas (Magna Sirgas-Origen Este)	
	Este	Norte
OC 1	879300,0984	1764001,9433
OC 2	878806,8803	1762157,6503
OC 3	878798,9559	1761898,4491
OC 4	879294,3675	1762351,9964
OC 5	880396,3188	1761840,2839
OC 6	882043,8215	1762229,0569
OC 7	882026,3460	1761855,3234
OC 8	883777,3872	1760893,3493
OC 9	883749,6551	1761033,5222
OC 10	883744,8621	1761817,4772
OC 11	883777,4948	1762302,6887
OC 12	883688,1096	1762533,5041
OC 13	885393,0478	1763721,0176

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Ocupación de cauce	Coordenadas (Magna Sirgas-Origen Este)	
	Este	Norte
OC 14	885400,5217	1762090,3753



(a)



(b)



(c)

Imagen 2-3. Visitas de campo a los puntos de ocupación de cauce. Ejemplo, OC N. 2, arroyo Jorotson, en la ranchería de Araparen (a) febrero de 2017; (b) agosto de 2017; (c) mayo de 2017.

2.3.3.5.2 Parámetros monitoreados

A continuación, en la Tabla 2-13 se observan los volúmenes, recipientes y protocolos de conservación y análisis para cada uno de los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos que fueron analizados en el pozo de agua subterránea y en los jagüeyes monitoreados.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 2-13. Protocolo de toma y análisis de las muestras

Parámetro	Volumen	Recipiente	Protocolo de preservación	Análisis de laboratorio
pH	100 ml	Botella de plástico	Análisis inmediato	Electrométrico
Temperatura	100 ml	Botella de plástico	Análisis inmediato	Termométrico
Conductividad eléctrica	500 ml	Botella de plástico	Análisis inmediato	Electrométrico
Oxígeno disuelto	300 ml	muestreador tipo Kemmerer	Análisis inmediato	Electrométrico
Salinidad	50 ml	Celda de un conductímetro	Análisis inmediato	Electrométrico
Sólidos disueltos totales	200 ml	Botella de vidrio	Refrigeración de 0-4 °C	Secado a 180 °C gravimétrico
Sólidos sedimentables	200 ml	Botella de vidrio	Refrigeración de 0-4 °C	Sedimentación cono IMHOFF
Sólidos suspendidos	200 ml	Botella de vidrio	Refrigeración de 0-4 °C	Secado a 103- 105 °C
DBO5	200 ml	Botella de vidrio	Refrigeración de 0-4 °C	Incubación por 5 días
DQO	200 ml	Botella de vidrio	Refrigeración de 0-4 °C	Reflujo cerrado-titولométrico
Fenoles	250 ml	Botella de plástico con tapa de teflón	Refrigeración de 2 a 5 °C	Destilación fotométrica directa
Dureza	200 ml	Botella de plástico	Acidificó a pH < 2 con HNO3 o H2SO4.	Volumétrico con EDTA
Dureza calcica	200 ml	Botella de plástico	Acidificó a pH < 2 con HNO3 o H2SO4.	Titulometría
Metales: Ba, Cd, Ca, Cu, Cr, Mg, Hg, Ni, Ag, Pb, k, Se	1000 ml	Botella de vidrio lavada con ácido nítrico.	Acidificó con pH < 2 con HNO3 al 5%	Absorción atómica
Arsénico	250 ml	Botella de vidrio lavada con ácido nítrico.	Acidificó con pH < 2 con HNO3	Absorción atómica generación de hidruros

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Parámetro	Volumen	Recipiente	Protocolo de preservación	Análisis de laboratorio
Sulfato (SO_4^{2-})	400 ml	Botella de plástico	Refrigeración de 0-4 °C	Turbidimétrico
Cloruros	100 ml	Botella de plástico	No aplica	Argentométrico
Fósforo	200 ml	Botella de vidrio	Se acidificó hasta pH < 2 con H_2SO_4 , y se efrigeró a <4 °C.	Colorimétrico ácido ascórbico
Hierro	500 ml	Botella de vidrio lavada con ácido nítrico (1:1)	Acidificó a pH < 2 con HNO_3	Absorción atómica
Coliformes totales	250 ml	Botella de vidrio esterilizada	Se mantuvieron las muestras en la oscuridad y se refrigeraron por debajo de 8 °C.	Fermentación en tubos múltiples
Coliformes fecales	250 ml	Botella de vidrio esterilizada	Se mantuvieron las muestras en la oscuridad y se refrigeraron por debajo de 8 °C.	Fermentación en tubos múltiples
Turbiedad	100 ml	Botella de plástico	Refrigeración entre 1°C y 5°C y se almacenaron en la oscuridad	Nefelométrico
Color real	200 ml	Botella vidrio ámbar	Refrigeración entre 1°C y 5°C, y se almacenaron en la oscuridad	ISO 7887 edición 3/espectofotométrico
Alcalinidad	100 ml	Botella de vidrio	Refrigeración entre 1°C y 5°C.	Volumétrico
Acidez	100 ml	Botella de plástico	Refrigeración entre 1°C y 5°C.	Volumétrico
Detergentes	1000 ml	Botella de plástico	No aplica	Surfactantes aniónicos SAAM
Grasas y aceites	1000 ml	Botella de vidrio con tapa forrada con aluminio	Acidificó hasta pH < 2 con H_2SO_4 , y se refrigeró a 4 °C	Partición gravimétrica

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Parámetro	Volumen	Recipiente	Protocolo de preservación	Análisis de laboratorio
Hidrocarburos totales	1000 ml	Botella de vidrio con tapa forrada con aluminio	Acidificó hasta pH < 2 con H ₂ SO ₄ , y se refrigeró a 4 °C	Gravimétrico
Nitrógeno	500 ml	Frasco plástico de polipropileno	Acidificó hasta pH < 2 con H ₂ SO ₄ , y se refrigeró a 4 °C	KJELDAHL

2.3.3.5.3 Índice de Langelier

Para calcular el índice de Langelier (I_L) se utilizó la siguiente ecuación:

$$I_L = pH + HF + AF - 12,5$$

En donde,

pH es el valor obtenido de pH

TF es el factor de temperatura

HF es el factor de dureza cálcica

AF es el factor de alcalinidad total.

Para los factores se utilizó la siguiente tabla de valores²⁴ (Tabla 2-14).

Tabla 2-14. Tabla de valores

Temperatura		Dureza cálcica		Alcalinidad total	
°C	TF	ppm	HF	ppm	AF
0	0,0	5	0,7	5	0,7
4	0,1	25	1,4	25	1,4
8	0,2	50	1,7	50	1,7
12	0,3	75	1,9	75	1,9
16	0,4	100	2,0	100	2,0
20	0,5	150	2,2	150	2,2
24	0,6	200	2,3	200	2,3
28	0,7	250	2,4	250	2,4
32	0,7	300	2,5	300	2,5
36	0,8	400	2,6	400	2,6

²⁴ Langelier W F. Chemical equilibria in water treatment. American water works association. 1946. 38, 169.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Temperatura		Dureza cálcica		Alcalinidad total	
°C	TF	ppm	HF	ppm	AF
40	0,9	500	2,7	500	2,7
50	1,0	1.000	3,0	1.000	3,0

2.3.3.5.4 Índice de calidad del agua (ICA)

El índice de calidad del agua (ICA), se calculó con base en las recomendaciones del IDEAM²⁵, utilizando cinco parámetros del agua (oxígeno disuelto, sólidos suspendidos totales, demanda química de oxígeno, conductividad eléctrica y pH) a cada parámetro se le dio una ponderación de 0,2. La fórmula que se utilizó para calcular el ICA fue la siguiente:

$$ICA_{njt} = \left(\sum_{i=1}^n W_i \cdot I_{ikjt} \right)$$

En donde,

ICA_{njt} es el índice de calidad del agua de una determinada corriente superficial en la estación de monitoreo de la calidad del agua j en el tiempo t, evaluado con base en n variables.

W_i es el ponderador o peso relativo asignado a la variable de calidad i.

I_{ikjt} es el valor calculado de la variable i (obtenido de aplicar la curva funcional o ecuación correspondiente), en la estación de monitoreo j, registrado durante la medición realizada en el trimestre k, del período de tiempo t.

n es el número de variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador; n es igual a 5.

Para calcular el índice de oxígeno disuelto se utilizó la siguiente fórmula:

$$I_{od} = 1 - (1 - 0,01 \cdot PS_{od})$$

En donde,

I_{od} es el índice de oxígeno disuelto y

PS_{od} es el porcentaje de saturación del oxígeno.

Para calcular el índice de sólidos suspendidos totales se utilizó la siguiente ecuación:

$$I_{SST} = 1 - (0,02 + 0,003 SST)$$

Si SST ≤ 4,5 entonces I_{SST} = 1

Si SST ≥ 320, entonces I_{SST} = 0.

²⁵ IDEAM. Índice de calidad del agua en corrientes superficiales (ICA). Formato Común Hoja Metodológica. p. 11.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Para calcular el índice de demanda química de oxígeno (DQO) se utilizó el siguiente criterio:

Si $DQO \leq 20$, entonces $I_{DQO} = 0,91$

Si $20 < DQO \leq 25$, entonces $I_{DQO} = 0,71$

Si $25 < DQO \leq 40$, entonces $I_{DQO} = 0,51$

Si $40 < DQO \leq 80$, entonces $I_{DQO} = 0,26$

Si $DQO > 80$, entonces $I_{DQO} = 0,125$.

Para calcular el índice de conductividad eléctrica se utilizó la siguiente ecuación:

$$I_{C.E} = 1 - 10^{(-3,26 + 1,34 \cdot \log 10 C.E)}$$

Cuando $I_{C.E} < 0$, entonces $I_{C.E} = 0$.

Para calcular el índice de pH se utilizó el siguiente criterio:

Si $pH < 4$, entonces $I_{pH} = 0,1$

Si $4 \leq pH \leq 7$, entonces $I_{pH} = 0,02628419^{(pH - 0,520025)}$

Si $7 < pH \leq 8$, entonces $I_{pH} = 1$

Si $8 < pH \leq 11$, entonces $I_{pH} = 1 \cdot E^{[(pH - 8) - 0,5187742]}$.

La calificación del índice para cada cuerpo de agua y el color que se le dio de advertencia, según los valores obtenidos fue el siguiente (Tabla 2-15).

Tabla 2-15. Calificación del ICA según los valores

Rango del valor	Calificación	Color de alerta
0,00 – 0,25	Muy mala	Rojo
0,26 – 0,50	Mala	Naranja
0,51 – 0,70	Regular	Amarillo
0,71 – 0,90	Aceptable	Verde
0,91 – 1,00	Buena	Azul

2.3.3.5.5 Índice de alteración potencial de la calidad del agua (IACAL)

Para calcular el índice de la alteración de la calidad del agua IACAL, se utilizó el shape de subzonas hidrográficas de Colombia, con esta información y en base al estudio realizado por el IDEAM²⁶, el cual contiene los formatos shape del IACAL calculado para año medio y para

²⁶ IDEAM. Citado en <<http://www.ideam.gov.co/web/agua/iacal>>. [Consultado el 13 de septiembre del 2017].

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

año seco de Colombia, se procedió a ubicar el polígono del proyecto en los dos diferentes escenarios climáticos.

2.3.3.6 Usos del agua

La identificación de las fuentes de abastecimiento de agua en el área de influencia del proyecto y la identificación de usos y usuarios, se realizó por medio de las encuestas realizadas (Anexo 19) para el medio social del estudio de impacto ambiental y a través de reconocimiento en campo en cada Ranchería, para lo cual se georeferenciaron todos los lugares de abastecimiento de agua presentes en la zona.

El recorrido de verificación de los jagüeyes se realizó en temporada seca (febrero de 2017 y agosto de 2017) y temporada de invierno (mayo de 2017), con el fin de revisar el estado de estos cuerpos de agua durante las diferentes temporadas climáticas. Durante las visitas de campo, se tomó el registro fotográfico y se diligenciaron las fichas de campo para cada uno de los jagüeyes del área del proyecto, información que se encuentra recopilada en el numeral 5.1.6.5 del capítulo 5.1 Caracterización del componente abiótico.

En estas mismas fechas se verificaron las lagunas, sin embargo, cabe mencionar que estos cuerpos de agua no son fuentes de abastecimiento de las comunidades indígenas debido a que se encuentran secas la mayor parte del año. La verificación de campo de los molinos y pozo se realizó una única vez en mayo de 2017, con el fin de corroborar el estado y la localización de estos puntos de interés. En estos puntos mencionados, se tomó igualmente el registro fotográfico y se diligenciaron las fichas de campo, las cuales se encuentran también en el capítulo 5.1, en el numeral mencionado en el párrafo anterior.

En el área de influencia del proyecto no se registran Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas-POMCA o Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico – PORH. El instrumento más cercano que se encontró fue el POMCA del Río Carraipía-Paraguachón la cual es la cuenca más importante del municipio de Maicao, ya que es la que abastece al acueducto de la cabecera Municipal, sin embargo, esta cuenca en mención no se encuentra dentro del área de estudio del presente proyecto.

Debido a que los arroyos presentes en el área del proyecto, no son fuente de abastecimiento de agua para las comunidades locales y solo son usados por el ganado caprino u ovino en temporada de lluvias, no se tuvieron en cuenta en el análisis de aprovisionamiento de agua de la comunidad; adicionalmente se analizó la información entregada por Corpoguajira sobre el inventario de concesiones y usos del agua en el Municipio de Maicao y no se encontraron concesiones otorgadas en el área de estudio, debido a que son fuentes hídricas que permanecen secas la mayor parte del tiempo.

2.3.3.7 Geotecnia

Este estudio se compone de tres partes interrelacionadas y complementarias entre sí: un estudio geológico, un estudio geomorfológico y el estudio geotécnico.

El estudio geológico y en el estudio geomorfológico tuvo por objetivo la obtención de las características y condiciones generales del terreno donde se emplazará el parque eólico, para lo cual se obtuvo la siguiente información:

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- Estratigrafía y litología de las diferentes formaciones afectadas.
- Estructura geológica a lo largo del corredor, plegamientos, fallas, etc.
- Disposición de los planos de discontinuidad: estratificación, esquistosidad y juntas dominantes a lo largo de la traza.
- Estimación de zonas, laderas o tramos potencialmente inestables.
- Cartografía de manantiales, sumideros y zonas húmedas o encharcadas. Cartografía de pozos y medida del nivel freático en aquellos que son accesibles. Condiciones hidrológicas generales.
- Características generales y distribución de los principales depósitos de suelos. Diferenciación cartográfica de los depósitos en función de su granulometría general. Cartografía de rellenos y vertederos de origen antrópico.

Por su parte en el estudio Geotécnico tuvo por objetivo conocer en detalle el comportamiento mecánico de los suelos presentes en la zona de estudio a fin de adoptar las recomendaciones geotécnicas adecuadas para cada problemática específica. Este informe se realizó a través de los datos obtenidos en los estudios de geología y geomorfología previos. Se definieron los siguientes aspectos:

- Naturaleza y parámetros geotécnicos de las formaciones de suelos atravesados. Estudio del espesor y distribución del recubrimiento de suelos de menor consistencia. Caracterización geotécnica de las diferentes formaciones y materiales reconocidos a lo largo de la traza.
- Análisis de los datos obtenidos en fases previas en reuniones periódicas multidisciplinarias y recomendaciones para su ajuste.
- Caracterización del método de excavación y de las condiciones de excavación.
- Diseño de los taludes de desmonte admisibles, en los diferentes tramos del trazado, con indicación de zonas problemáticas si las hubiera donde se requieren medidas de contención.
- Clasificación de los materiales excavados y posibilidades de utilización en rellenos.
- Determinación de la capacidad portante del terreno para soportar los rellenos, recomendaciones para el apoyo de los mismos y estudio de los asentamientos que pueden producirse.
- Diseño de taludes estables para los terraplenes y medidas complementarias de seguridad, en su caso.
- Estimación del Índice C.B.R. para el dimensionamiento del firme.

2.3.3.7.1 Trabajo de campo

En el área de estudio se realizaron 9 calicatas de 3.5 metros de profundidad, de las cuales 7 se abrieron en la planicie y 2 en los cauces aluviales (1 metro de profundidad), a partir de la descripción de las mismas se identifica una uniformidad en el tipo de material, conservando textura, gama de colores y presencia de carbonatos. A continuación, se presenta la ubicación y descripción de cada una de ellas.

Se realizó una descripción básica de campo del suelo evaluando propiedades morfológicas como: el espesor del horizonte A, el color, la estructura y la clase textural del suelo, además de otros parámetros como límites

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

En cada perfil se hizo la caracterización morfológica de los horizontes y/o capas del suelo de la siguiente manera: se perfiló o pulió una cara de la calicata para eliminar el brillo de las herramientas de corte y poder apreciar los diferentes horizontes y/o capas del suelo. Una vez realizada esta labor se marcaron los límites con un cuchillo pedológico para determinar el espesor existente para cada horizonte y/o capa.

A continuación, se detallan los trabajos de campo realizados:

Se detallan a continuación:

- Recorrido del área del parque por personal técnico responsable de la realización de este estudio.
- Toma de datos geológicos y geotécnicos in situ.
- Recorrido específico por zonas donde se prevé afecciones al cauce por parte de las infraestructuras viarias.
- Programación de la campaña de investigación geotécnica.
- Realización de prospecciones de campo: 7 calicatas manuales hasta profundidades de 3.50 m y 2 calicatas manuales de 1 m de profundidad.
- Ensayos de penetrómetros de bolsillo en todas las calicatas.
- Toma de muestras en calicatas para realización de análisis de laboratorio.

Ensayos de laboratorio

Se han realizado los siguientes ensayos en laboratorio:

- Densidades reales y aparentes: 7 y 6 muestras respectivamente.
- Granulometría: 24 muestras.
- Humedad natural: 24 muestras.
- Límites de Atterberg: 20 muestras.
- Ensayos químicos:
 - Sales solubles: 8 muestras.
 - Materia orgánica: 8 muestras.
 - Carbonatos: 8 muestras.
 - Sulfatos: 8 muestras.
 - Acidez Baumann-Gully: 8 muestras.
- Proctor Modificado: 3 muestras.
- CBR: 3 muestras.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

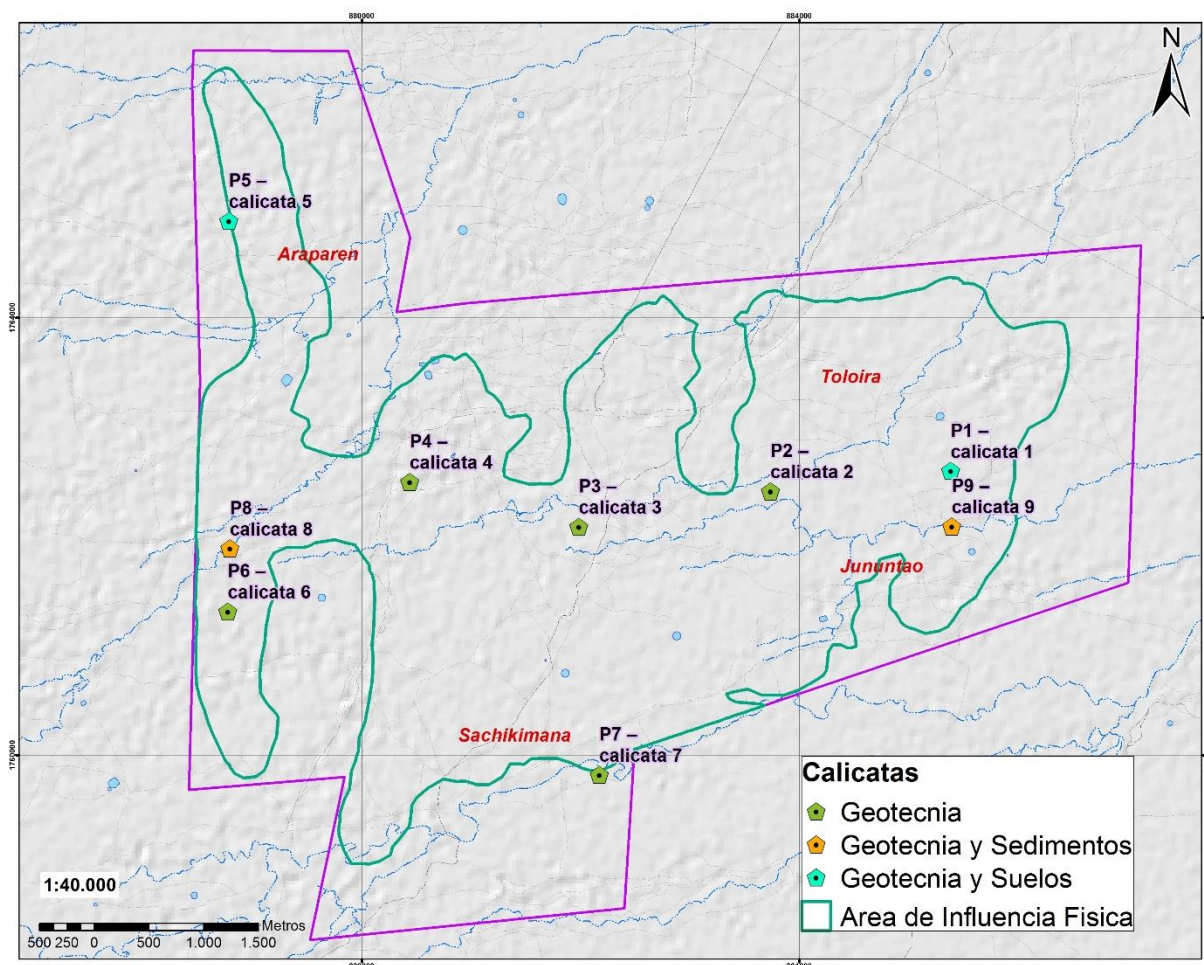


Figura 2-14. Mapa de ubicación de calicatas para perfiles estratigráficos

Tabla 2-16. Localización de los perfiles estratigráficos realizados en el área de estudio

Identificación del perfil de suelo (P)	Tema	Localización Ranchería	Coordenadas		Profundidad (m)
			E	N	
P1 – Calicata 1	Suelos y geotecnia	Jununtao	885385	1762601	3,50
P2 – Calicata 2	Geotecnia	Jununtao	883736	1762415	3,50
P3 – Calicata 3	Geotecnia	Sachikimana	881984	1762090	3,50
P4 – Calicata 4	Geotecnia	Araparen	880436	1762500	3,50
P5 – Calicata 5	Suelos y geotecnia	Araparen	878781	1764885	3,50
P6 – Calicata 6	Geotecnia	Araparen	878774	1761315	3,50

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Identificación del perfil de suelo (P)	Tema	Localización Ranchería	Coordenadas		Profundidad (m)
			E	N	
P7 – Calicata 7	Geotecnia	Sachikimana	882173	1759823	3,50
P8 – Calicata 8	Geotecnia y sedimentos	Araparen	878791	1761892	1,00
P9 – Calicata 9	Geotecnia y sedimentos	Jununtao	885396	1762093	1,00



Imagen 2-4. Ejecución de la calicata Número 1

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			



Imagen 2-5. Ejecución de la calicata Número 2



Imagen 2-6. Ejecución de la calicata Número 3

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			



Imagen 2-7. Ejecución de la calicata Número 4



Imagen 2-8. Ejecución de la calicata Número 5

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

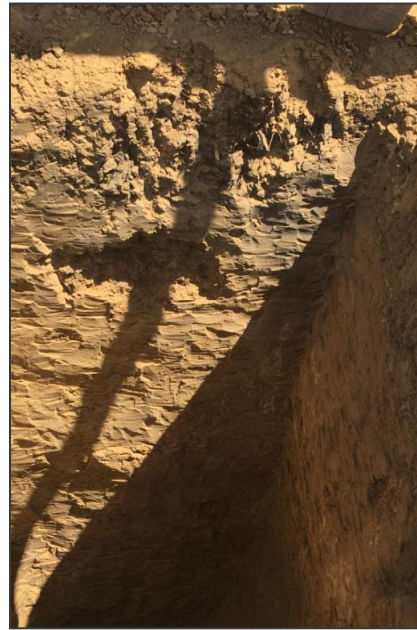


Imagen 2-9. Ejecución de la calicata Número 6



Imagen 2-10. Ejecución de la calicata Número 7

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			



Imagen 2-11. Ejecución de la calicata Número 8

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			



Imagen 2-12. Ejecución de la calicata Número 9

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.3.8 *Atmósfera*

2.3.3.8.1 Meteorología

Para determinar las condiciones climáticas en el área de influencia del Proyecto Eólico ALPHA, se le solicitó información al IDEAM, de las estaciones meteorológicas e hidrológicas cercanas al proyecto, a partir de su portal en línea²⁷, se emplearon datos multianuales de precipitación, temperatura, brillo solar, evaporación, humedad relativa y nubosidad (ver Anexo 11. Clima). Además, se analizó información propia de Renovatio group limited para la velocidad, dirección del viento y presión atmosférica en la estación anemométrica la cual limita con el área del proyecto, ver Tabla 2-17.

Debido a que los datos utilizados fueron multianuales, con tiempos de medición entre 1960 y 2017 ver Tabla 2-17, estos no cumplían con la temporalidad para los monitoreos de calidad de aire y ruido, por tal motivo se ubicó una estación meteorológica Vantage Vue en el área del proyecto durante el tiempo que duraron los monitoreos (se complementa la información en el numeral 2.3.3.8.2.10 Variables climáticas).

Tabla 2-17. Estaciones del IDEAM y Renovatio group utilizadas para el análisis climático.

Nombre de la estación	Variables climáticas	Clase	Categoría	Municipio	Inicio medición	Final de medición	Cota	X	Y
Manaure	Te, Hr, Rs, Ev,	M	Cp	Manaure	1979	2017	1	847110,4784	1795014,21
Apto Alm Padilla	Hr, Rs, Ev, Vv, Nb	M	Sp	Riohacha	1972	2017	4	799225,0955	1767308,251
Apto Maicao	Te, Hr, Rs, Pr,	M	Cp	Maicao	1972	1996	53	872028,7845	1752738,865
Rancho Grande	Te, Hr, Rs,	M	Co	Uribia	1978	2017	50	919410,2156	1784449,689
Pto Bolivar	Hr,	M	Cp	Uribia	1972	2017	10	901468,0353	1843830,316
Esc Agr Carraipia	Rs	M	Co	Maicao	1971	2017	118	859931,4411	1732516,757
Jojoncito	Pr	M	PI	Uribia	1971	2017	120	903279,5378	1798146,987
Nazareth	Hr, Rs Ev	M	Cp	Uribia	1972	1981	85	977539,4469	1838649,763

²⁷ IDEAM. [en línea] < <http://www.ideam.gov.co/solicitud-de-informacion> > [citado en 10 de junio de 2016].

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Nombre de la estación	Variables climáticas	Clase	Categoría	Municipio	Inicio medición	Final de medición	Cota	X	Y
Estación Anemométrica	Vv, Pa	Tv	An	Maicao	2015	2017	20	882291,2521	1764892,726
Paraguachon	Pr	M	PI	Maicao	1989	2017	35	884844,7875	1748279,538
Maicao	Pr	M	PI	Maicao	1960	1972	50	872014,3613	1750897,363
Orochon	Pr	M	PI	Uribia	1976	2017	100	878681,9561	1798258,956
Esc Ceura	Pr	M	PI	Maicao	1971	2017	85	847791,2412	1757385,007
Huimpecht	Pr	M	PI	Maicao	1972	1979	10	899393,0432	1778457,159

Abreviaturas de las variables climáticas: Te: temperatura, Hr: humedad relativa, Rs: radiación solar, Ev: evaporación, Pr: precipitación, Vv: velocidad y dirección del viento, Nb: nubosidad, Pa: presión atmosférica. Clase M. meteorológica, Tv: torre de medición de viento. Categoría, PI: pluviométrica, Cp: climatológica principal, An: anemométrica, Co: climatología ordinaria, Sp: sinóptica principal.

Nota: Las estaciones Caracas Hda, Guayabal y Chingolita La, no se tuvieron en cuenta en los análisis de clima, debido a que los análisis estadísticos del componente hidrológico concluyeron que estas estaciones no hacen parte del área de influencia hidrológica.

La información proporcionada por el IDEAM, y la propia de Renovatio, fue procesada en hojas de cálculo de Microsoft Excel, organizándola en promedios anuales, promedios mensuales multianuales, promedios diarios multianuales, promedios horarios multianuales, según la variable climática. Posteriormente, se realizaron gráficas y tablas, unificando la información disponible de cada variable climática (ver Anexo 11. Clima).

Se realizaron rozas de los vientos, promedio histórico, promedio diario, diario puntual total, diario puntual diurno y diario puntual nocturno, así como las respectivas frecuencias de cada variable de tiempo utilizando el software libre WRPLOT View - Versión 8.0.0 - Freeware²⁸, utilizando datos de medias mensuales históricas, media diaria histórica y datos diezminutales totales del 1 de febrero de 2017 para velocidad y dirección del viento en la E. anemométrica.

Se construyeron mapas de isoyetas e isotermas utilizando el software ArcGis 10.3, con las herramientas surface y contornos, utilizando la información de las estaciones climáticas mencionadas anteriormente. Con los datos de temperaturas medias multianuales, coordenadas y cotas de tres estaciones del IDEAM (Manaure, Rancho Grande y Apto Maicao), se construyeron las isotermas; y con los datos de precipitaciones medias multianuales,

²⁸ LAKES ENVIRONMENTAL SOFTWARE. Citado en < <https://www.weblakes.com/products/Wrplot/index.html>>. [Consultado el 13 de septiembre del 2017].

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

coordenadas y cotas de siete estaciones del IDEAM (Jojoncito, Maicao, Apto Maicao, Orochon, Esc Ceura, Paraguachon y Huimpetch), se construyeron las isoyetas. Las diferencias en la información de las estaciones para las isoyetas e isotermas corresponden a las áreas de influencia determinadas en el componente de hidrología, puesto que se utilizaron solamente las estaciones que estuvieran contenidas en la mencionada área.

2.3.3.8.2 Calidad del aire

Para la modelación de contaminantes dentro de la metodología se tuvieron en cuenta los términos de referencia establecidos en la normativa Res. 610 de 2010 y Res. 601 de 2006 ambas expedidas por el actual MADS, la US EPA y el protocolo nacional de calidad del aire. Los monitoreos de calidad del aire se realizaron por parte de la empresa K2 Ingeniería en temporada seca. El número de muestras por estación fue de 18 y la frecuencia de muestreo fue diaria durante 18 días continuos, desde el 27 de enero de 2017 hasta el 13 de febrero de 2017.

En los monitoreos se utilizaron los métodos de muestreo y de cálculo recomendados por la Agencia de Protección Ambiental (US EPA) de los Estados Unidos de América y avalados por la legislación colombiana, tanto las soluciones para el muestreo como las muestras en sí, permanecieron en una cadena de frío y estas últimas fueron transportadas bajo cadena de custodia que permitió mantener la trazabilidad y calidad de los resultados obtenidos. Los métodos utilizados en el monitoreo son los siguientes:

2.3.3.8.2.1 Inventario de fuentes de emisiones atmosféricas

Se realizó el inventario de fuentes de emisiones atmosféricas fijas y móviles al interior del proyecto.

Para las fuentes móviles se realizó un aforo vehicular de 24 horas en todas las vías del proyecto.

Para las fuentes fijas se inventariaron las vías del proyecto y las viviendas.

2.3.3.8.2.2 Puntos de muestreo

Se seleccionaron cinco estaciones de muestreo, una en cada una de las cuatro rancherías del proyecto eólico ALPHA y una fuera del área de influencia del proyecto denominado punto Blanco, que se espera no tenga influencia del proyecto cuando este se encuentre en operación, esto con el fin de realizar análisis comparativos a futuro. A continuación, se presenta información de coordenadas, descripción general y fotografías para cada punto de muestreo (Tabla 2-18).

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 2-18. Características de los puntos de muestreo de aire

Estación 1	Nombre:	Araparen
	Coordenadas: Magna sirgas este	X 880335,8199 Y 1763598,1294
	Altitud:	27 msnm
	Equipos:	Hi-Vol VFC PM10, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX y analizador infrarrojo no dispersivo
	Contaminantes:	PM10, SO ₂ , NO ₂ , BTX y CO
	Descripción general:	Estación ubicada en cercanías de comunicada indígena, área desértica, en zona rural del municipio de Maicao, departamento de La Guajira
	Periodo de medición:	2017-01-27/ 2017-02-13
Estación 2	Nombre:	Toloira
	Coordenadas: Magna sirgas este	X 884731,9954 Y 1763071,4627
	Altitud:	23 msnm
	Equipos:	Hi-Vol VFC PM10, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX y analizador infrarrojo no dispersivo
	Contaminantes:	PM10, SO ₂ , NO ₂ , BTX y CO
	Descripción general:	Estación ubicada en cercanías de comunicada indígena, área desértica, en zona rural del municipio de Maicao, departamento de La Guajira
	Periodo de medición:	2017-01-27/ 2017-02-13
Estación 3	Nombre:	Blanco
	Coordenadas: Magna sirgas este	X 887127,5151 Y 1765017,3285
	Altitud:	14 msnm

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

	Equipos:	Hi-Vol VFC PM10, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX y analizador infrarrojo no dispersivo
	Contaminantes:	PM10, SO ₂ , NO ₂ , BTX y CO
	Descripción general:	Estación ubicada en cercanías de comunicada indígena, área desértica, en zona rural del municipio de Maicao, departamento de La Guajira
	Periodo de medición:	2017-01-27/ 2017-02-13
Estación 4	Nombre:	Jununtao
	Coordenadas: Magna sirgas este	X 885491,9232 Y 1761169,4026
	Altitud:	23 msnm
	Equipos:	Hi-Vol VFC PM10, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX y analizador infrarrojo no dispersivo
	Contaminantes:	PM10, SO ₂ , NO ₂ , BTX y CO
	Descripción general:	Estación ubicada en cercanías de comunicada indígena, área desértica, en zona rural del municipio de Maicao, departamento de La Guajira
	Periodo de medición:	2017-01-27/ 2017-02-13
Estación 5	Nombre:	Sachikimana
	Coordenadas: Magna sirgas este	X 881711,3115 Y 1761017,4618
	Altitud:	25 msnm
	Equipos:	Hi-Vol VFC PM10, RAC 3 Gases, Tubos Pasivos BTX y analizador infrarrojo no dispersivo
	Contaminantes:	PM10, SO ₂ , NO ₂ , BTX y CO

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

	Descripción general:	Estación ubicada en cercanías de comunicada indígena, área desértica, en zona rural del municipio de Maicao, departamento de La Guajira
	Periodo de medición:	2017-01-27/ 2017-02-13

En la Figura 2-15, se observa la ubicación espacial de los puntos de muestreo de calidad del aire.

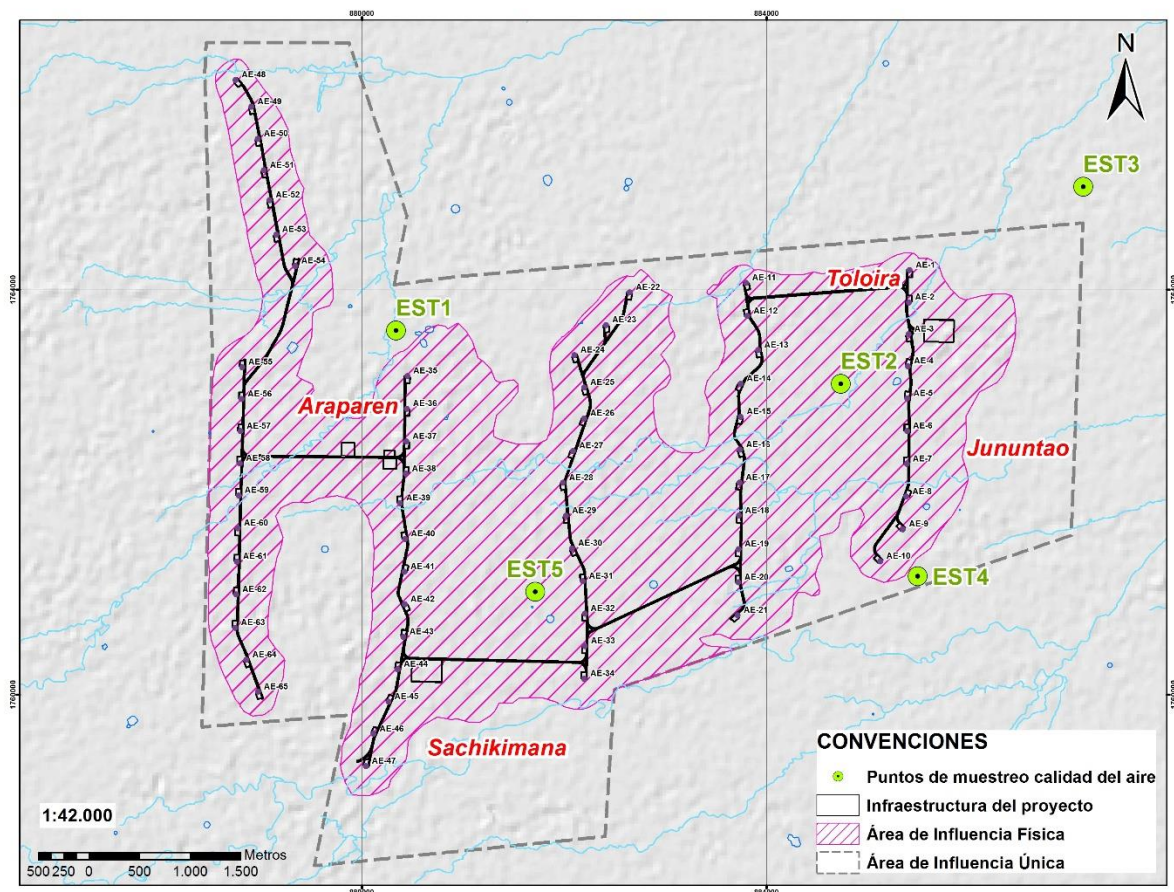


Figura 2-15. Puntos de muestreo de calidad del aire

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.3.8.2.3 Medición del material particulado PM10

- Toma de muestras para la determinación de material particulado como PM10 en la atmósfera, Método EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM10.

Para el monitoreo de las partículas y la calibración de los equipos de muestreo de alto volumen se siguieron las recomendaciones de las normas de la U.S. EPA contenidas en el 40 CFR Parte 50, Apéndice J, "Reference Method for the Determination of Suspended Particulate Matter PM10 in the Atmosphere", (High Volume Method) junto con la Norma Técnica Colombiana NTC 3704 del ICONTEC.

El método consistió en hacer pasar una muestra de aire, succionada por un motor, a través de un filtro de fibra de vidrio, previamente secado y pesado, durante 24 horas. Los flujos de operación se encuentran entre 1,02 y 1,24 (m³/min) para PM10. Para material particulado se utilizaron equipos de alto volumen Hi – Vol, se encuentran referenciados en el Anexo 12. Monitoreos de Calidad del Aire y fueron verificados al inicio del muestreo mediante el uso de metodología de orificios.

Finalizado el tiempo de muestreo, el filtro se secó a 85°C por una hora en estufa, se llevó a temperatura ambiente en desecador y se pesó nuevamente. La diferencia de peso, es la masa (µg) neta, que dividida por el volumen de aire (m³) muestreado durante las 24 horas, determina la concentración de partículas, expresadas en µg/m³. Para la determinación del material particulado, en el laboratorio de K2 Ingeniería S.A.S se utilizó una balanza digital OHAUS.

Las características de la balanza digital utilizada en laboratorio por la firma consultora K2 INGENIERÍA S.A.S se observa en la Tabla 2-19 y la Imagen 2-13.

Tabla 2-19. Información de la balanza utilizada en laboratorio

Serial	Marca y Modelo	Fecha de calibración	Fecha de vencimiento calibración
8328240501	OHAUS PA214	2015-05-20	2018-05-20



Imagen 2-13. Balanza Analítica OHAUS PA-214-CO

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.3.8.2.4 Medición de dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre (NO_2 y SO_2)

- Toma de muestras para determinación de SO_2 , Método EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice A: Pararrosalinina y toma de muestras para determinación de NO_x , Método Jacobs N° EQN-1277-026: Arsenito de sodio.

Cabe anotar que, la toma de muestras de SO_2 y NO_2 , fue contratada con la sociedad Gestión Empresarial & Medio Ambiente LTDA • GEMA Consultores, la cual se encuentra acreditada ante el IDEAM mediante la resolución 0033 del 26 de enero de 2016, por la cual se renueva y se extiende el alcance de la acreditación, para producir información cuantitativa física y química, para los estudios o análisis ambientales requeridos por las Autoridades Ambientales competentes e información de carácter oficial, relacionada con la calidad del medio ambiente y de los recursos naturales renovables".

Para realizar el monitoreo de SO_2 y NO_2 , se utilizó un equipo conocido como Rac tres gases que opera mediante el sistema de burbujeo de la muestra en tubos lavadores, los cuales poseen soluciones absorbentes específicas para estos gases. El cálculo de la concentración en 24 horas se determinó mediante el flujo de muestreo, tiempo de operación del muestreador, concentración de SO_2 y NO_2 en la muestra y la curva de calibración correspondiente. El flujo requerido de 180 y 220 ml/min se logró mediante la utilización de orificios críticos, una vez que la bomba mantuvo un vacío mínimo de 500 mm de Hg.

Para SO_2 , en el laboratorio se siguió el método de la pararrosanilina para el Dióxido de Azufre (EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice A), el cual es absorbido en una solución de potasio o de tetracloromercurato de sodio (TCM). La muestra es acondicionada para evitar interferencias, en particular de metales y de agentes oxidantes, como ozono y óxidos de nitrógeno. La solución es tratada con formaldehído, ácido fosfórico y pararrosanilina, a fin de mantener condiciones adecuadas de pH y de color. La concentración final se determinó mediante colorímetro para lo cual se utilizó un espectrofotómetro, a una longitud de onda de 548 nm.

Para el NO_2 , en el laboratorio se aplicó el método NO_x Jacobs – Hocheiser Modificado por D.A Levaggi, W. Siu y M. Feldstein; Journal of the Pollution Control Association 2012, 23:1, 30-33. Trietanolamina, adoptado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. Las concentraciones atmosféricas de dióxido de nitrógeno (NO_2) fueron medidas indirectamente por fotometría midiendo la intensidad de luz, en longitudes de onda mayor a 600 nanómetros. Para la cuantificación de los colores se utilizó un espectrofotómetro (Imagen 2-14).

Las características del espectrofotómetro utilizado en laboratorio, se observan en la Tabla 2-20.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			



Imagen 2-14. Espectrofotómetro GENESYS 10 UV-VIS SCANNING THERMO ELECTRON

Tabla 2-20. Información del espectrofotómetro utilizado en laboratorio

Serial	Marca y Modelo	Fecha de calibración	Fecha de vencimiento calibración
2L5L366001	Thermo Genesys 10	2016-06-16	2018-08-14

2.3.3.8.2.5 Medición de monóxido de carbono (CO)

- Toma de muestras para determinación de CO, Método EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice C.

El método de referencia se basa en la absorción de energía de determinadas longitudes de onda que tiene el CO y consiste en medir la radiación infrarroja absorbida por el CO mediante un fotómetro no dispersivo.

Las mediciones de CO se realizaron en tiempo real con analizadores infrarrojos no dispersivos CO12M Enviromental S.A. El CO12M el cual representa la última evolución de la tecnología en detección de gases, cuyas concentraciones son reportadas en ppm. El método consistió en realizar mediciones al aire libre en cada una de los puntos a evaluar. Para los cálculos, se requirió la conversión de la concentración en ppm a $\mu\text{g}/\text{m}^3$ con la siguiente expresión establecida en la sección 7.3.1.1. Manejo y presentación de las variables de calidad del aire del Manual de diseño del protocolo de monitoreo y seguimiento de la calidad del aire (resolución 2154 de 2010):

$$C_{\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3}} = \frac{C(\text{ppm}) * PM}{24.45} * 10^3$$

Dónde:

C ($\mu\text{g}/\text{m}^3$): Concentración de CO en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

C (ppm): Concentración de CO en ppm

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

PM: Peso molecular de CO, 28.01 g/mol.

2.3.3.8.2.6 Medición de benceno, tolueno y xileno (BTX)

- Toma de muestras para la determinación de ozono, monóxido de carbono y compuestos volátiles mediante método de tubos pasivos

Muestras pasivas

Las mediciones de calidad del aire de BTX fueron desarrolladas con muestreadores pasivos, dispositivos avalados por el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire²⁹; estos dispositivos son recomendados para uso indicativo en lugares donde las condiciones de monitoreo no son seguras y donde es difícil la instalación de muestreadores activos. Los muestreadores o tubos pasivos permiten la difusión de un contaminante hacia el interior del tubo donde es adsorbido por una matriz para luego ser analizados en el laboratorio.

Los muestreadores pasivos basan su funcionamiento en la difusión de contaminantes desde el aire hacia un medio de adsorción, dentro de los contaminantes que pueden ser medidos con este tipo de tecnología, además del CO y los COV's (BTX), se encuentran NO₂, SO₂, O₃, NH₃ y H₂S; la fuerza impulsora es el gradiente de concentración entre el aire circundante y la superficie de adsorción donde la concentración se considera nula. Las moléculas gaseosas de contaminantes presentes en el aire se difunden hacia el interior del muestreador donde son recogidas cuantitativamente en un filtro impregnado o en un material adsorbente. De esta manera se alcanza una concentración promedio en el tiempo considerado sin requerimientos de electricidad, bombas u otro equipo de soporte.

De acuerdo al contaminante monitoreado, los muestreadores pasivos para muestreos a largo plazo tienen tiempos específicos de almacenaje y toma de muestra.

Los tubos muestreadores son de diferentes tipos y dependen del contaminante evaluado. El muestreador pasivo para Benceno, Tolueno y Xileno - BTX se basa en el principio de la difusión de moléculas de estos compuestos en un medio absorbente. A continuación, se presenta un ejemplo de los tipos de tubos pasivos distribuidos por PASSAM LTDA (Figura 2-16):

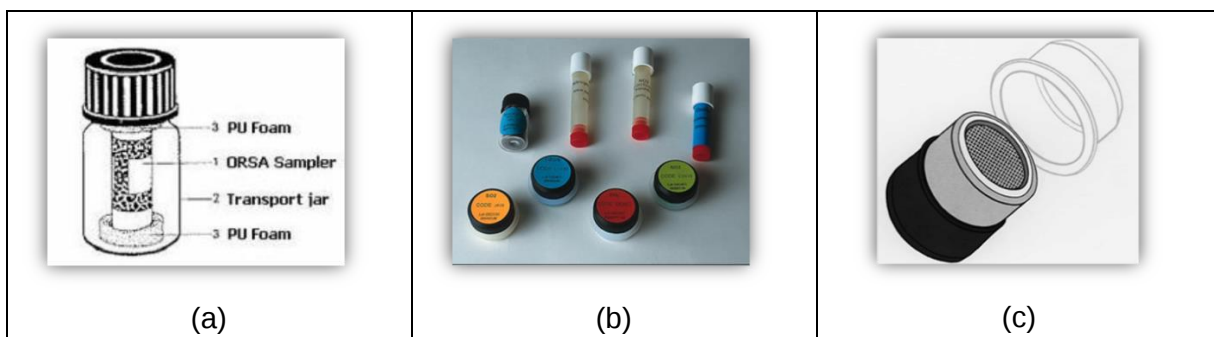


Figura 2-16. (a) Muestreador pasivo ORSA 5, (b) tipos de muestreadores pasivos y (c) Muestreador de CO

²⁹ MANUAL DE DISEÑO DEL PROTOCOLO PARA EL MONITOREO Y SEGUIMIENTO DE LA CALIDAD DEL AIRE. Sección 5.7.8.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

De acuerdo al contaminante monitoreado, los muestreadores pasivos para muestreos a largo plazo tienen tiempos específicos de almacenaje y toma de muestra (Tabla 2-21).

Tabla 2-21. Muestreadores pasivos para periodos largos de monitoreos

Producto	Tipo	Tiempo de exposición	Rango de trabajo (µg/m ³)	Límite de detección (µg/m ³)	Tiempo de almacenamiento (meses)
BTX	Membrana	2 a 4 semanas	0,5 a 50	0,4 para 4 semanas	Antes de uso: 12 después de uso: 4

2.3.3.8.2.7 Comparación de concentraciones con la norma

Los datos promedio de concentración que se obtuvieron del monitoreo de calidad de aire corresponden a los valores de concentración de cada contaminante en particular obtenidos a las condiciones locales de presión y temperatura. Para realizar la comparación de estos promedios con los estándares máximos establecidos en Resolución 610 del 24 de marzo de 2010 “Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006” del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), deben ser corregidos a condiciones de referencia³⁰, es necesario expresar cada dato obtenido a estas mismas condiciones de referencia de 298,15 K y 101,325 kPa (25°C y 760 mmHg) y deben estar expresados en µg/m³. La conversión a condiciones de referencia se calcula de la siguiente manera:

$$CCR = \frac{CL * PL}{760} * \frac{298^{\circ}K}{(273 + TL)}$$

Dónde:

CCR: Concentración del contaminante a condiciones de referencia; µg/m³

CL: Concentración del contaminante a condiciones de locales de presión y temperatura; µg/m³

PL: Presión barométrica promedio local; mmHg

TL: Temperatura ambiente promedio local; (°C).

2.3.3.8.2.8 Determinación del Índice de calidad del aire (ICA)

El Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire de Colombia, año 2010, define al ICA como un índice que “permite comparar los niveles de contaminación de calidad del aire, de las estaciones que pertenecen a un Sistema de Vigilancia de Calidad del aire (SVCA). Es un indicador de la calidad del aire diaria. El ICA corresponde a una escala numérica a la cual se le asigna un color, el cual a su vez tiene una relación con los efectos a la salud. El índice de calidad del aire ha sido adoptado a partir del documento Technical Assistance Document for the Reporting of Daily Air Quality –the Air Quality Index (AQI) documento EPA-454/B-09-001 de febrero de 2009. El índice de calidad del aire está enfocado

³⁰ Resolución 610 de 2010 del 24 de marzo de 2010 “Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

en cinco contaminantes principales: Ozono, material particulado, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono.”

- Rangos del ICA

El ICA corresponde a un valor adimensional, que oscila entre 0 y 500. En el Anexo 12 Monitoreo de Calidad del Aire se presentan los efectos a la salud que se deben tener en cuenta y los rangos de corte cualitativos, de acuerdo al valor del ICA (ver anexo 12.1 Doc).

- Puntos de corte del ICA

Teniendo en cuenta que el ICA tiene una correlación directa con los efectos en la salud, los puntos de corte del ICA son los límites correspondientes a efectos entre la salud y la calidad del aire. En este caso, se utiliza la información reportada por la EPA que presenta dichas relaciones. En la Tabla 2-22 se muestra los puntos de corte del ICA de acuerdo con los efectos sobre la salud reportados por estudios de la EPA.

Tabla 2-22. Convenciones del índice de calidad del aire

ICA	Clasificación	Efectos a la salud de acuerdo con el rango del ICA
0-50	Buena	Ninguno
51-100	Moderada	Posibles síntomas respiratorios en individuos sensibles. Posible agravamiento de enfermedad del corazón o de pulmón en personas con enfermedades cardiopulmonares y adultos mayores.
101-150	Dañina a la salud para grupos sensibles	Aumento de riesgo de síntomas respiratorios en individuos sensibles, agravamiento de enfermedad del corazón o de pulmón y mortalidad prematura en personas con enfermedades cardiopulmonares y adultos mayores.
151-200	Dañina a la salud	Incremento de los síntomas respiratorios y recrudecimiento de las enfermedades pulmonares tales como asma; posibles efectos respiratorios en la población en general.
201-300	Muy dañina a la salud	Aumento significativo en síntomas respiratorios y aumento de la gravedad de enfermedades pulmonares como asma; incremento de la probabilidad de ocurrencia de efectos respiratorios para la población en general.
301-500	Peligrosa	Riesgo serio de síntomas respiratorios y recrudecimiento de enfermedades pulmonares como asma; probables efectos respiratorios en la población en general.

En la Tabla 2-23 se muestran los puntos de corte a partir de los cuales se determinó el Índice de Calidad del Aire (ICA) en las estaciones.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 2-23. Puntos de corte del ICA

ICA	Color	Clasificación	O ₃ 8h ppm	O ₃ 1h ppm (1)	PM ₁₀ 24h µg/m ³	PM _{2.5} 24h µg/m ³	CO 8h ppm	SO ₂ 24h ppm	NO ₂ 1h ppm
0-50	Verde	Buena	0,001 0,059	-	0 54	0,0 15,4	0,0 4,4	0,000 0,034	(2)
51-100	Amarilla	Moderada	0,060 0,075	-	55 154	15,5 40,4	4,5 9,4	0,035 0,144	(2)
101-500	Naranja	Dañina a la salud para grupos sensibles	0,076 0,095	0,125 0,164	155 254	40,5 65,4	9,5 12,4	0,145 0,224	(2)
151-200	151-200 Dañina a la salud	Dañina a la salud	0,096 0,115	0,165 0,204	255 354	65,5 150,4	12,5 15,4	0,225 0,304	(2)
201 - 300	Púrpura	Muy dañina a la salud	0,116 0,374 (0,155 0,404) (4)	0,205 0,404	355 424	150,5 250,4	15,5 30,4	0,305 0,604	0,65 1,24
301-500	Marrón	Peligrosa	(3)	0,405 0,604	425 604	250,5 500,4	30,5 50,4	0,605 1,004	1,25 2,04
Para O ₃ se calculo el índice usando promedios de 8 horas y de 1 hora. Para NO ₂ se tuvo en cuenta valores únicamente por encima de 200 teniendo en cuenta que han sido tomados de valores y parámetros EPA. Valores de concentraciones de 8 horas de ozono no definen valores más altos de ICA (w301). Los valores de ICA de 301 o mayores fueron calculados con concentraciones de 1 hora de ozono. Los números entre paréntesis se asocian valores de 1 hora que se utilizarán en esta categoría.									

- Cálculo del índice nacional de la calidad del aire (ICA)

El ICA es calculado a partir de la siguiente ecuación, que corresponde a la metodología utilizada por la U.S. E.P.A. y debe ser reportado el mayor valor que se obtenga del cálculo de cada uno de los contaminantes medidos:

$$I_p = \frac{(I_{Hi} - I_{Lo})}{BP_{Hi} - BP_{Lo}} * (C_p - BP_{Lo}) + I_{Lo}$$

Donde:

IP = Índice para el contaminante p

CP = Concentración medida para el contaminante p

BPHi = Punto de corte mayor o igual a CP

BPLO = Punto de corte menor o igual a CP

IHi = Valor del Índice de Calidad del Aire correspondiente al BPHi

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

I_{Lo} = Valor del Índice de Calidad del Aire correspondiente al BPLo

2.3.3.8.2.9 Diagrama de cajas

La elaboración de estos diagramas, permiten la realización del análisis de los datos para su validación. El diagrama de caja es una representación gráfica de varias estadísticas:

- ✓ El primer cuartil (valor por debajo del cual está el 25% de los datos) representado por el borde inferior de la caja.
- ✓ La mediana como medida de tendencia central, correspondiente al segundo cuartil (valor por debajo del cual está el 50% de los datos) representada por la línea horizontal dentro de la caja.
- ✓ El tercer cuartil (valor por debajo del cual está el 75% de los datos) representado por el borde superior de la caja.
- ✓ El intervalo intercuartílico como medida de la dispersión, definido como la diferencia entre el tercer y primer cuartil, representado por la altura de la caja.
- ✓ El valor mínimo que corresponde al mínimo valor de los datos o, en caso de valores atípicos, a 1,5 distancias intercuartílicas, medidos hacia abajo desde la mediana.
- ✓ El valor máximo que corresponde al máximo valor de los datos o, en caso de valores atípicos, a 1,5 distancias intercuartílicas, medidos hacia arriba desde la mediana.
- ✓ Los valores extremos, que son los que se encuentran entre 1,5 distancias intercuartílicas y hasta 3 distancias intercuartílicas medidas desde la mediana, representados por un círculo.
- ✓ Los datos atípicos que se encuentran a más de tres (3) distancias intercuartílicas medidos desde la mediana, representados por un asterisco.
- ✓ El número de caso que corresponde a la medición en la cual se encontró el valor extremo o el dato atípico.

Los percentiles son valores que dividen una distribución de frecuencias obtenidas en una medición en cien partes ordenadas y de igual área; de forma similar se definen los deciles y los cuartiles ya que corresponden a dividir una distribución de frecuencias en 10 partes iguales (10, 20, 30, 90, 100) y en 4 partes iguales (25, 50, 75 y 100), respectivamente. Teniendo en cuenta que cada diagrama de caja corresponde a la representación gráfica del monitoreo de algún contaminante específico para determinado intervalo de tiempo, es adecuado que la lectura de los valores de concentraciones se realice en el eje vertical del diagrama y que cada bloque o caja corresponda a un intervalo de tiempo definido (Figura 2-17).

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

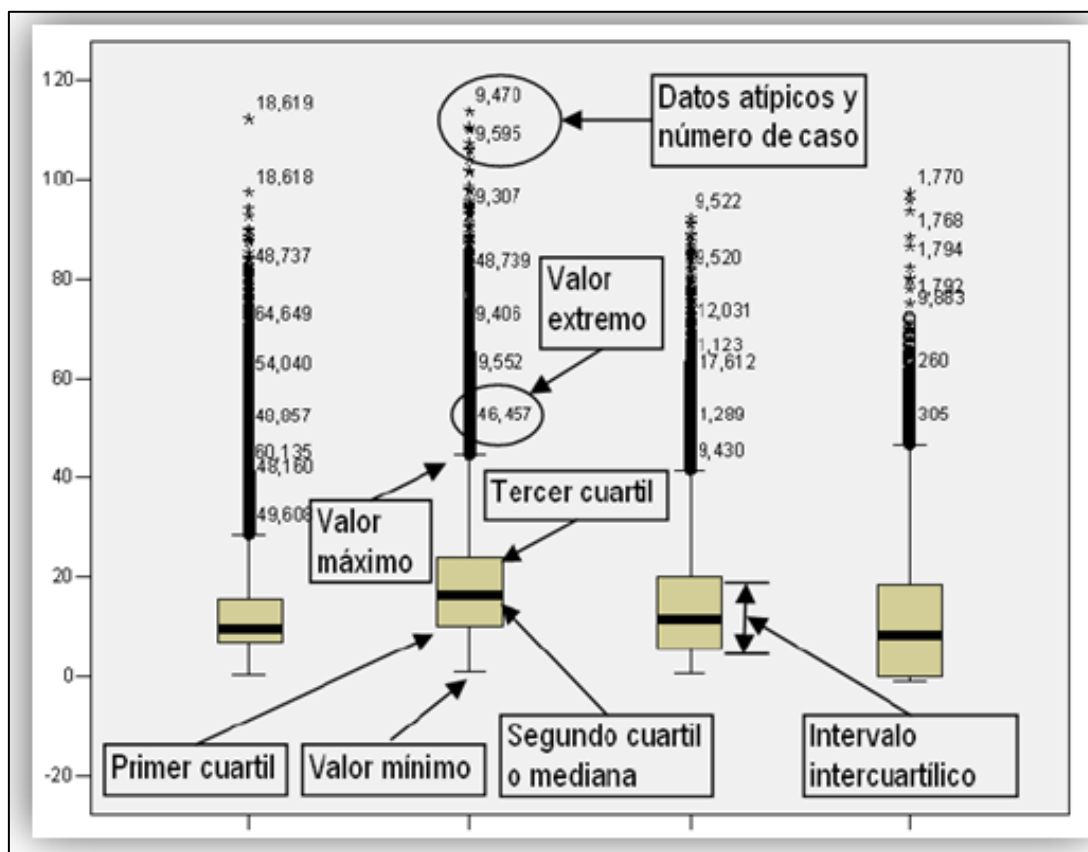


Figura 2-17. Descripción de un diagrama de cajas³¹

2.3.3.8.2.10 Variables climáticas

Se ubicó una estación meteorológica Vantage Vue; marca Davis Instruments (Figura 2-18), en la estación Sachikimana coordenadas: X 881711,31 y Y 1761017,46. Con esto se buscó estudiar el comportamiento de las condiciones atmosféricas más relevantes para identificar la dispersión de contaminantes en la atmósfera dentro de la zona de estudio, los parámetros que midió la estación fueron velocidad y dirección del viento, precipitación, temperatura, presión barométrica y humedad relativa, la estación estuvo activa durante todos los días en que se monitoreó el aire entre el 27 de enero de 2017 y el 13 de febrero de 2017.

Con estos datos se determinan predominancias en velocidad y dirección del viento que permiten establecer la dirección y grado de dispersión de los contaminantes en la atmósfera. Por otra parte, es importante el análisis de la pluviometría de la zona para determinar si existe o no remoción húmeda en la zona (lavado atmosférico). La combinación de otros aspectos

³¹ RESOLUCIÓN MAVDT 2154 DE 2010 “por la cual se ajusta el protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire adoptado a través de la resolución 650 de 2010 y se adoptan otras disposiciones”.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

como humedad y datos de superficie como temperatura, radiación solar y velocidad del viento deben llevar a la estimación de la estabilidad atmosférica³².



Figura 2-18. Estación meteorológica (Modelo Vantage VUE)

2.3.3.8.3 Modelación de contaminantes

2.3.3.8.3.1 Modelo climático AERMET

Debido a que en el país no existen los equipos para obtener todos los parámetros climáticos necesarios en la modelación de contaminantes, se hace necesario estimar los secundarios por medio de las formulaciones recomendadas en la literatura. La metodología de Sozzi es la recomendada por el IDEAM y ha sido usada en modelaciones del MADS (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible) en zonas mineras. A continuación, se expresa la metodología utilizada para el cálculo de los parámetros y se presenta las constantes necesarias para generar los archivos meteorológicos (PFL y SFC) de modelación AERMOD (Tabla 2-25 y Tabla 2-26). Los resultados climáticos se presentan en el Anexo 12. Monitoreos Calidad del Aire.

Para el análisis de dispersión de emisiones se utilizó el modelo de simulación de última generación WRF (Weather Research and Forecasting), por no encontrarse una estación meteorológica en cercanía de las fuentes de emisión evaluadas en este estudio, que presente los parámetros y datos necesarios para modelación AERMOD. La resolución temporal de los parámetros evaluados está dada por las condiciones topográficas y uso del suelo de la zona. Toda la información empleada corresponde a datos meteorológicos entre el 1 de enero al 31 de diciembre de 2016.

³² Resolución 2154 de 2010. Manual de diseño del Protocolo de monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. Sección 4.4.3. Estudio Micro meteorológico y/o Meteorológico Preliminar. p. 21.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Se certifica la calidad de los datos, en cuanto al funcionamiento en el procesador AERMET. Los datos fueron procesados en las tres etapas de AERMET v 13350, el cual fue publicado el 16 de diciembre de 2013 en la página oficial de la US-EPA. Los archivos entregados son “MAICAO.sfc” y “MAICAO.pfl”, generados a partir de los archivos “K2_MAICAO.sam” y “K2_MAICAO.ua”, según la siguiente parametrización en AERMET (Tabla 2-24).

Tabla 2-24. Parametrización AERMET.

Etapas 1: Extracción	
Upper Air:	
Intervalo de tiempo (yy/mm/dd):	16/01/01 a 16/12/31
Ubicación de la estación (Grados decimales):	72.16W 11.489N
Ajuste de tiempo a hora local (ajuste positivo en coord. Oeste):	5
Surface:	
Intervalo de tiempo (yy/mm/dd):	16/01/01 a 16/12/31
Ubicación de la estación (Grados decimales):	72.16W 11.489N
Ajuste de tiempo a hora local (ajuste positivo en coord. Oeste):	0
Etapas 2: Compilación	
Merge:	
Intervalo de tiempo (yy/mm/dd):	16/01/01 a 16/12/31
Etapas 3: Preparación de Datos para AERMOD	
Sectores:	
Numero de sectores:	1
Periodo de sectores:	Anual

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 2-25. Archivo Surface

Año	Mes	Día	Día juliano	Hora	Ho	U*	w*	GT	h _{mec}	h _{conv}	L	Z _o	Bowen	Albedo	Vel. viento	Dir. viento	Z _{ref}	T	Z _{temp}
16	1	1	1	1	-64	0,64	-9	-9	-999	1230	368,5	0,05	4,75	1	8,7	80	10	299	2
16	1	1	1	2	-64	0,64	-9	-9	-999	1230	368,5	0,05	4,75	1	8,7	80	10	298,9	2
16	1	1	1	3	-64	0,688	-9	-9	-999	1367	456,7	0,05	4,75	1	9,3	90	10	298,9	2
16	1	1	1	4	-64	0,688	-9	-9	-999	1369	457,2	0,05	4,75	1	9,3	90	10	298,9	2
16	1	1	1	5	-64	0,64	-9	-9	-999	1235	368,9	0,05	4,75	1	8,7	90	10	298,9	2
16	1	1	1	6	-64	0,688	-9	-9	-999	1367	457,2	0,05	4,75	1	9,3	90	10	298,9	2
16	1	1	1	7	-64	0,766	-9	-9	-999	1605	631,6	0,05	4,75	0,59	10,3	90	10	300	2
16	1	1	1	8	74,1	0,898	1,073	0,006	599	2035	- 878,9	0,05	4,75	0,3	11,8	90	10	301,2	2

Tabla 2-26. Archivo Profile

Año	Mes	Día	Hora	Z _{ref}	Flanco	Dir Vien	Vel viento	Temp	Vn DS	Des Via Viento
16	1	1	1	10	1	80	8,7	25,9	99	99
16	1	1	2	10	1	80	8,7	25,8	99	99
16	1	1	3	10	1	90	9,3	25,8	99	99
16	1	1	4	10	1	90	9,3	25,8	99	99
16	1	1	5	10	1	90	8,7	25,8	99	99
16	1	1	6	10	1	90	9,3	25,8	99	99
16	1	1	7	10	1	90	10,3	26,9	99	99
16	1	1	8	10	1	90	11,8	28,1	99	99
16	1	1	9	10	1	90	12,3	28,9	99	99
16	1	1	10	10	1	90	12,3	29,5	99	99
16	1	1	11	10	1	90	12,3	30	99	99

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.3.8.3.2 Estabilidad atmosférica

La estabilidad atmosférica se determinó con base en las relaciones existentes entre la radiación solar, la velocidad del viento y la estabilidad definida por Pasquill y Gifford (Tabla 2-27 y Tabla 2-28).

Tabla 2-27. Categorías de estabilidad para periodos diurnos, condiciones convectivas

Vel. Viento (m/s)	Radiación Solar Global (W/m²)					
	>700	540-700	400-540	270-400	140-270	<140
<2	A	A	B	B	C	D
2-3	A	B	B	B	C	D
3-4	B	B	B	C	C	D
4-5	B	B	C	C	D	D
5-6	C	C	C	C	D	D
>6	C	C	D	D	D	D

Tabla 2-28. Categorías de estabilidad para periodos nocturnos, condiciones estables

Vel. Viento (m/s)	Radiación Solar Neta (W/m²)		
	>-20	-20 a -40	<-40
<2	D	F	F
2-3	D	E	F
3-5	D	D	E
5-6	D	D	D
>6	D	D	D

Donde

- A: Condiciones muy inestable
- B: Condiciones moderadamente inestables
- C: Condiciones ligeramente inestables
- D: Condiciones neutras
- E: Condiciones ligeramente estables
- F: Condiciones moderadamente estables

- Radiación neta

$$R_n = \frac{(-\alpha * R_g) + (C_1 * T^2) + C_2 * N - \sigma * T^4}{1 + C_3}$$

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 2-29. Variables de la radiación neta

Variable	Definición	Constante	Unidades
R_n	Radiación neta	-	w/m ²
R_g	Radiación global (no existe en la noche)	-	w/m ²
T	Temperatura absoluta	-	K
N	Fracción de nubosidad	-	Octas
C_1	Constante empíricas	$5.31 \cdot 10^{-13}$	[W/m ² K ⁶]
C_2	Constante empíricas	60	[W/m ²]
C_3	Constante empíricas	0.12	Adimensional
σ	Constante de Stefan Boltzman	$5.67 \cdot 10^{-8}$	[W/m ² K ⁴]
α	Albedo	-	Adimensional

- Albedo

Al llegar a la Tierra, parte de la radiación global es absorbida por las capas superiores del agua o del suelo, transformándose en calor. Otra parte es reflejada. La relación entre la radiación reflejada y la radiación incidente sobre una superficie horizontal se denomina Albedo de esa superficie, y generalmente se expresa en porcentaje.

- Altura de mezcla

La altura de mezcla en horas diurnas depende tanto del calentamiento ocasionado por la radiación solar recibida en un sitio (altura convectiva) como del movimiento turbulento generado por los desplazamientos del aire viento horizontal y vertical, (altura mecánica) (Tabla 2-30 y Tabla 2-31).

Altura de la capa de mezcla:

$h_{mix} = \text{Max}(h_{mec}, h_{conv})$ en horas del día

$h_{mix} = h_{mec}$ en horas de la noche

$$h_{conv} = \left[h_{conv-1} + \frac{2.4 * H_o}{\rho * C_p * \gamma} * (t_2 - t_1) \right]^{1/2}$$

$$h_{mec} = 1330 * u^*$$

$$H_o = \frac{(0.9 * R_n)}{1 + \frac{1}{B_o}}$$

Tabla 2-30. Variables meteorológicas de la Altura de mezcla

Variable	Definición	Constante	Unidades
γ	Parámetro semiempírico	0,005	Ad

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Variable	Definición	Constante	Unidades
	de ajuste de la altura de mezcla basado en la rugosidad superficial		
ρC_p	Producto de la Densidad del aire por el calor específico a presión constante	$\rho C_p = 350 * \frac{1000}{T}$	W/(m²K)
H_o	Flujo de calor sensible diurno	$H_o = \frac{(0.9 * R_n)}{1 + \frac{1}{B_o}}$	
t_2, t_1	Tiempos, precedente y actual. Para cálculos horarios la diferencia entre t_2 y t_1 será igual a 1 hora, equivalente a 3600 segundos.	3600	s
u^*	Velocidad de fricción nocturna y diurna	-	m/s
B_o	Coefficiente de Bowen	2	

$$A = 2.4N - 25.5$$

Tabla 2-31. Variables meteorológicas

Variable	Definición	Unidades
A	Parámetro calculado a partir del dato de fracción de la nubosidad (N) predominante en el tiempo comprendido entre el período previo de cálculo y el actual (t_2-t_1).	
N	Nubosidad	octas

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- Velocidad de fricción para horas diurnas:

$$u^* = u_o \left[1 + a * \ln \left(1 + b \frac{Q_o}{Q^*} \right) \right]$$

$$u_o = k * \frac{u}{\ln \left(\frac{Z_m}{Z_o} \right)}$$

$$Z_m = Z_r - 4Z_o$$

$$b = 1.95 + 32.6 \left(\frac{Z_o}{Z_m} \right)^{0.45}$$

$$Q_o = \frac{H_o}{\rho C_p}$$

$$Q^* = \frac{T * u_o^3}{k * g * Z_m}$$

Tabla 2-32. 12 variables meteorológicas de la velocidad de fricción

Variable	Definición	Constante	Unidades
u	Velocidad del viento	-	m/s
k	Constante de Von Karman	0,41	
a	$a = \begin{cases} 0.128 + 0.005 \ln \left(\frac{Z_o}{Z_m} \right) & \text{si } \frac{Z_o}{Z_m} \leq 0.01 \\ 0.107 & \text{si } \frac{Z_o}{Z_m} > 0.01 \end{cases}$	-	-
Z_m	Depende de la rugosidad superficial (z_o) y de la altura del instrumento que mide la velocidad del viento $Z_m = Z_r - 4Z_o$	-	m
Z_r	Altura de la medición del viento	-	m
Z_o	Rugosidad superficial	-	m

Tabla 2-33. Rugosidad Superficial Z_o

Rugosidad superficial	Z_o (metros)
Terrenos llanos: mares, hielo, nieve y océano	0,0005
Terrenos abiertos: pasos, aeropuertos, cultivos	0,03
Rugoso: cultivos altos	0,1
Muy rugoso: bosques, huertos	0,5

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Rugosidad superficial	Zo (metros)
Terrenos cerrados: villas, suburbios	1,0
Ciudades	>2

- Velocidad de fricción para las horas nocturnas:

$$u^* = C_{DN} * \frac{u}{2} * (1 + C^{0.5})$$

$$C_{DN} = \frac{k}{\ln\left(\frac{Z_m}{Z_o}\right)}$$

$$C = \frac{1 - 4u_o^2}{C_{DN} * u^2}$$

- Longitud de Monin-Obukhov en horas diurnas:

$$L = \frac{\rho * c_p * T * (u^*)^3}{k * g * H_o}$$

- Longitud de Monin-Obukhov en horas nocturnas:

$$L = A * u_*^2 \quad A=1100$$

- Escala de velocidad convectiva:

$$w_* = \left(\frac{g * H_o * Z_{ic}}{\rho * C_p * T_{ref}} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$Vn DS = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (vel. viento_i - \overline{vel. viento})^2}$$

$$Des Via Viento = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (dir. viento_i - \overline{dir. viento})^2}$$

En el Anexo 12. Monitoreos de Calidad del Aire se profundiza los conceptos para los modelos gaussianos y sus datos de entrada.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.3.8.3.3 *Modelo conceptual*

Se utilizó la infraestructura del proyecto descrita en el Capítulo 3 Descripción del proyecto del presente estudio, en donde se describen: los aerogeneradores, vías y demás infraestructura asociada al proyecto (plataformas, fundaciones, campamento, depósito de materiales, planta de concreto. La localización de la infraestructura del proyecto se observa en la Figura 2-19.

La elaboración del modelo se realizó de forma que exista entre el terreno real de la zona y el modelo, una relación simétrica que permita la traducción de algunas propiedades de la simulación a la realidad; por esta razón es importante el procesamiento de la información topográfica.

Para el procesamiento de la información topográfica, se partió de archivos digitales del terreno, como mapas que presentan curvas de nivel de la zona de interés y a través de programas que permiten la extracción de los parámetros del terreno, se procesó la información por medio de algoritmos que crean los archivos digitales (DEM) y permiten la visualización de la geometría algebraica en líneas de contorno 3D. Por ser una modelación refinada se utilizó la opción de terreno complejo y se tuvo en cuenta las condiciones topográficas propias de la zona. La información topográfica de la zona fue tomada del proyecto ASTER Global Digital Elevation Map de la NASA con una resolución de 1,5" de Arco cuya representación 3D se presenta en la Figura 2-21y el archivo suministrado por la empresa Renovatio Group Limited se muestra en la Figura 2-22.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

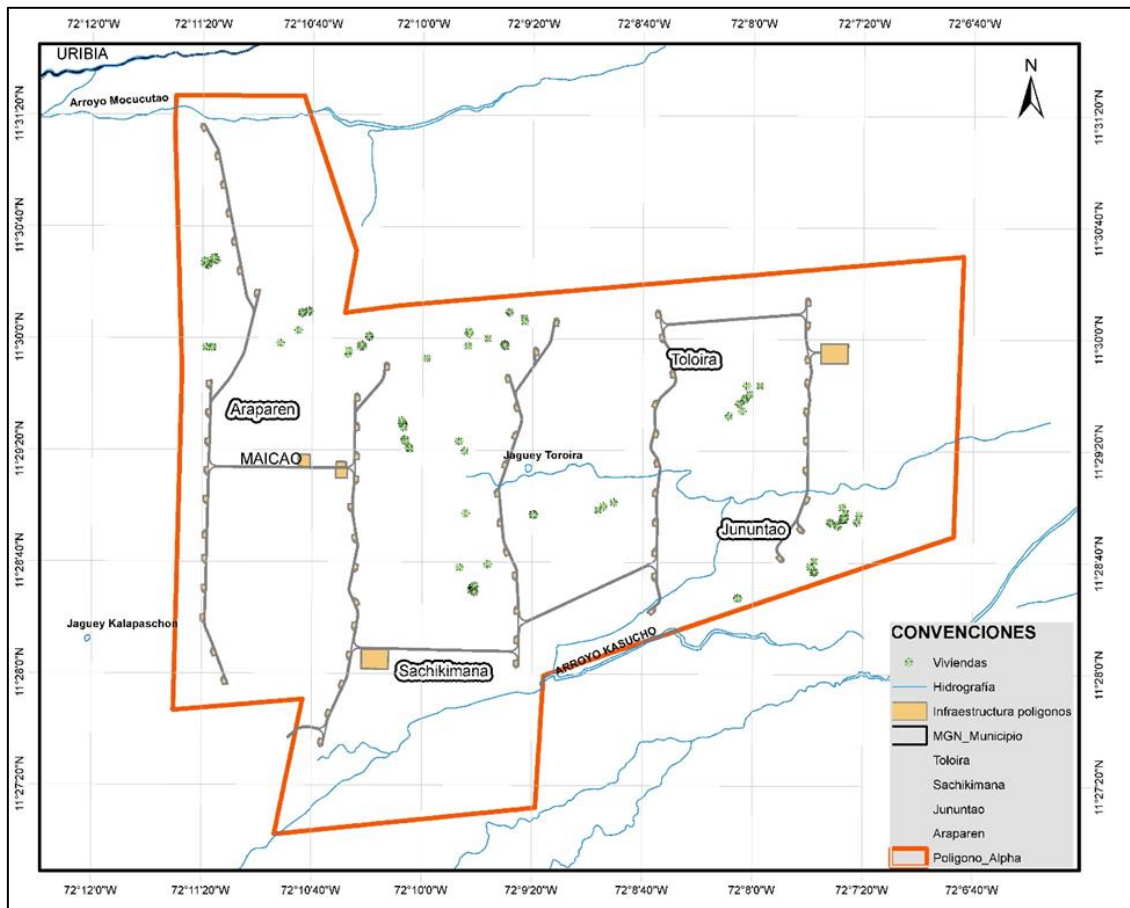


Figura 2-19. Localización de la infraestructura del proyecto eólico ALPHA

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

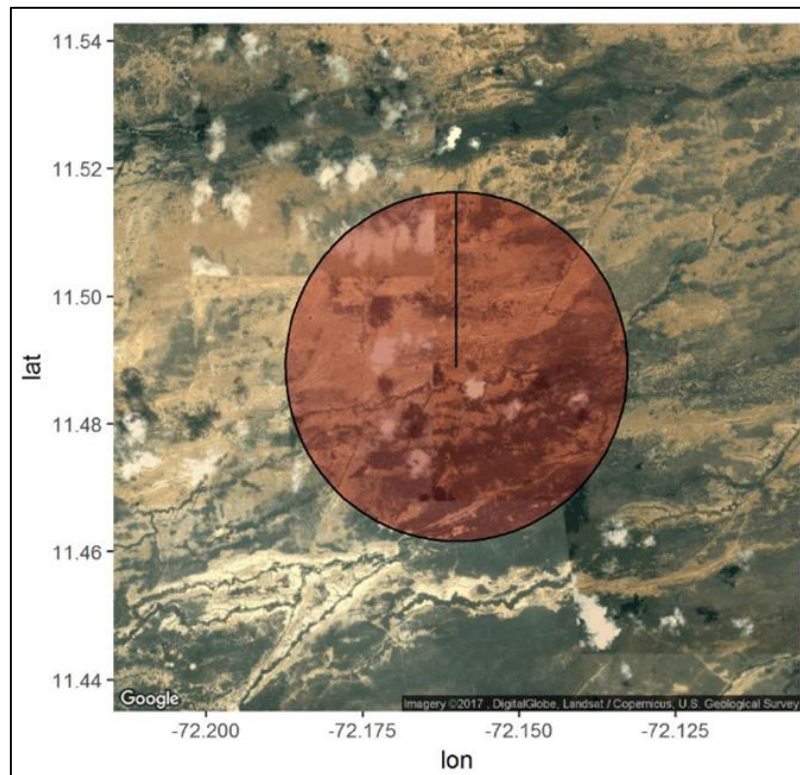


Figura 2-20. Sectorización meteorológica

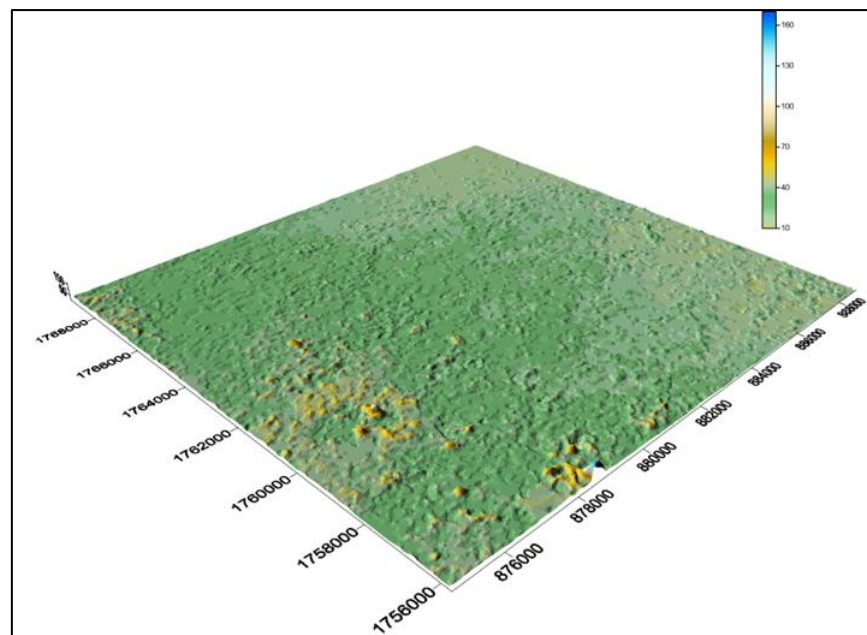


Figura 2-21. Topografía área de modelación

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

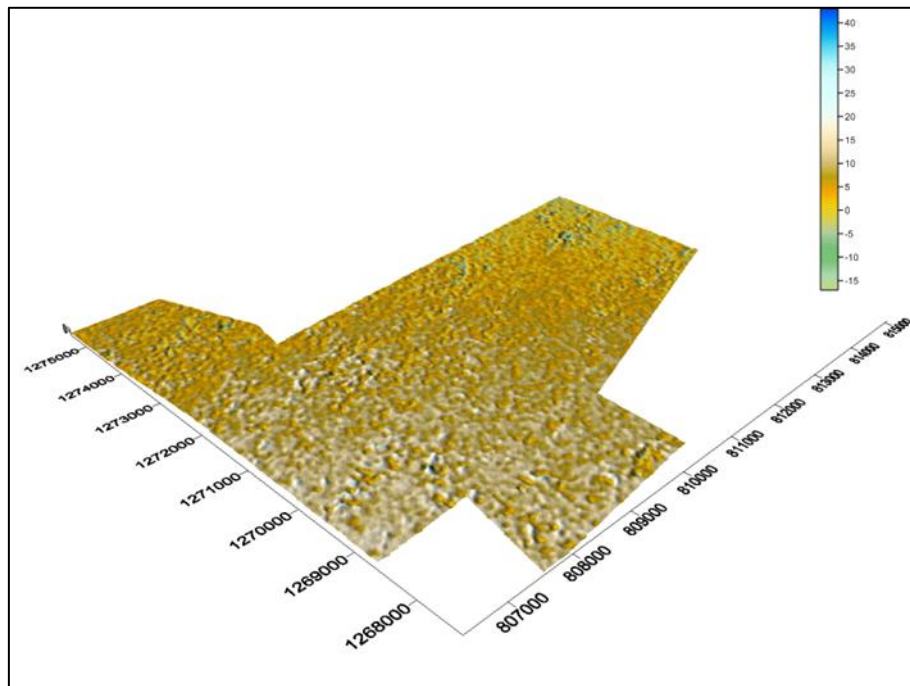


Figura 2-22. Topografía de la zona del proyecto

2.3.3.8.3.4 Definición del escenario

El escenario calculado corresponde a la instalación de 65 aerogeneradores, manejo de suelos, adecuación y construcción de vías existentes, cableado de redes eléctricas, dos depósitos de suelo, un campamento, planta de concreto, transporte de concreto, vehículos livianos, transporte de los aerogeneradores hacia el proyecto.

2.3.3.8.3.5 Inventario de la zona

Para realizar la estimación de emisiones se realizó previamente un inventario de emisiones donde se identificaron las fuentes principales de emisión, las cuales se describen a continuación:

- Transporte de materiales y equipos.
- Cableado de redes eléctricas.
- Excavación en plataformas y fundaciones.
- Adecuación de dos lugares para el depósito de los excedentes de las excavaciones.
- Adecuación de un campamento para los trabajadores del proyecto.
- Mantenimiento de vías y erosión eólica.
- Planta de concreto.
- Generador eléctrico

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

En la Tabla 2-34 se presenta el tipo de actividades y la maquinaria relacionada.

Tabla 2-34. Actividades relacionadas al proyecto

Actividad	Maquinaria	En modelo
Descapote Remoción de capa vegetal y descapote Excavación y cargue de camiones Descargue de camiones y nivelación	Retroexcavadora Moto niveladora Cargador Bulldozer Camión	☒
Construcción y montaje Obras de infraestructura Vías de acceso internas.	Retroexcavadora Motoniveladora Bulldozer	☒
Planta de concreto Remoción de capa vegetal y descapote. Cargue y descargue de camiones. Erosión eólica.	Retroexcavadora Motoniveladora Camiones mixer	☒
Generador eléctrico Funcionamiento Tipo de combustible (Diésel)	Generador de energía	☒

En la Figura 2-23 se presentan las fuentes identificadas y tenidas en cuenta para realizar la estimación de las emisiones.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

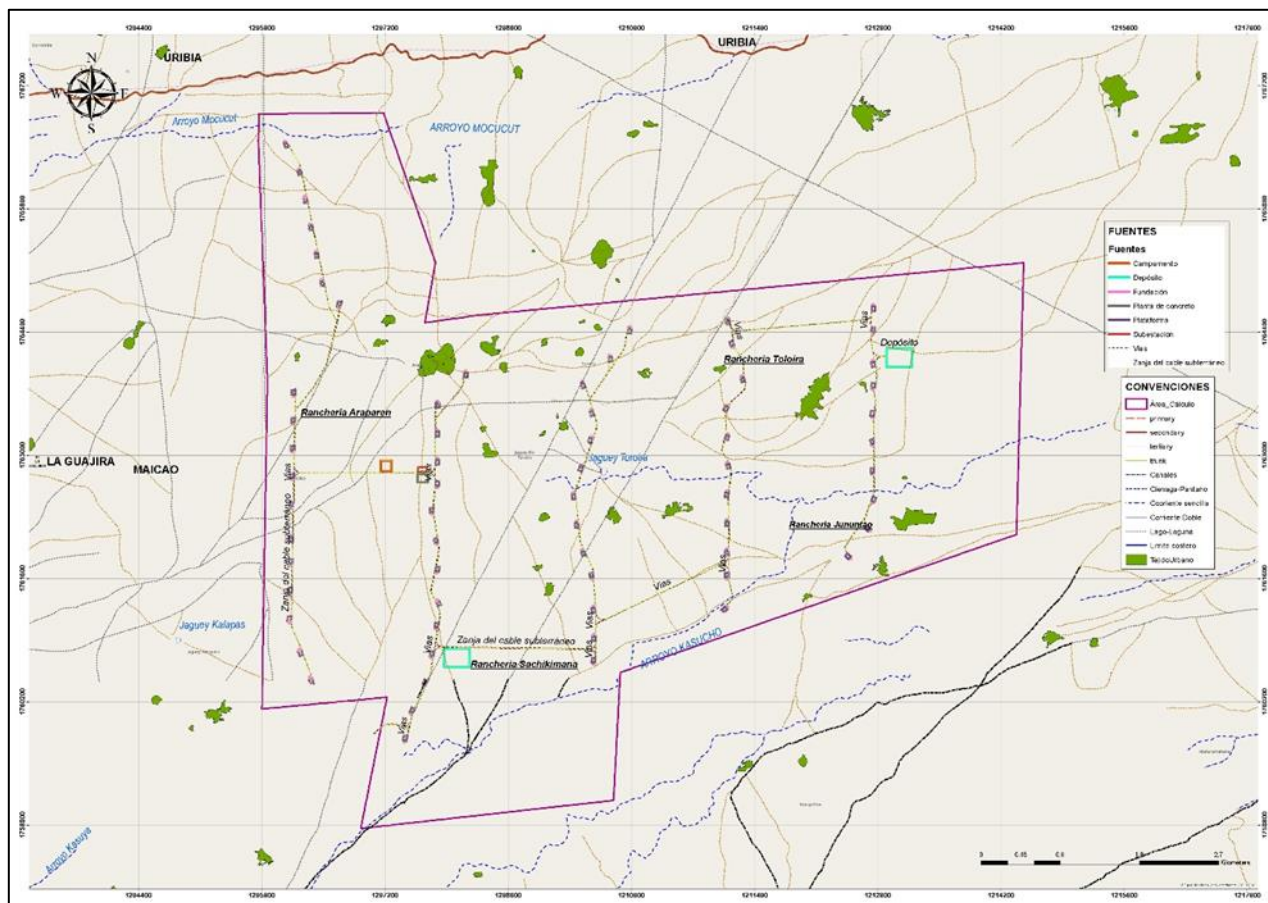


Figura 2-23. Fuentes ingresadas al modelo AERMOD

2.3.3.8.3.6 Cálculo de las emisiones

Para el cálculo de las emisiones de las principales fuentes y actividades consideradas se tomaron las disposiciones establecidas en el AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Fifth Edition, Volume I: Stationary Point and Area Sources de la U.S. EPA.

Un factor de emisión es un valor representativo que intenta relacionar la cantidad de un contaminante emitido a la atmósfera con los datos de una actividad, así mismo, estos factores se expresan normalmente como el peso del contaminante dividido por una unidad de peso, volumen, distancia, o la duración de la actividad de emisión de contaminante. Estos factores facilitan la estimación de las emisiones de las diversas fuentes de contaminación al aire presentes en la actividad.

La ecuación general para la estimación de las emisiones es:

$$E = A * EF * \left(1 - \frac{ER}{100}\right)$$

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Dónde:

E= emisión, A= tasa de actividad, ER= factor de emisión y ER= % de eficiencia de reducción global de emisiones.

De forma complementaria se usaron los siguientes documentos del AP-42 y NPI:

- ✓ Capítulo 13 Sección 13.2.2 Unpaved Roads
- ✓ Capítulo 13 Section 13.2.4 Aggregate Handling and Storage Piles
- ✓ Capítulo 13 Sección 13.2.5 Industrial Wind Erosion
- ✓ National Pollutant Inventory (NPI) Emission Technique manual for Mining.

- Factores de emisión de material particulado¹⁰⁷

En la Tabla 2-35 se presentan los factores de emisión utilizados en el cálculo de emisiones de material particulado PM10 en las diferentes actividades de la construcción del Parque Eólico ALPHA.

¹⁰⁷ Adaptado de Manual de usuario: Inventario de emisiones de material particulado en empresas de explotación de carbón a cielo abierto con base en factores de emisión de la EPA-AP/42. ITESM-MADS, 2009

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 2-35. Factores de emisión para PM10

Operación	Actividad	Factor de Emisión	Unidades
Manejo de Materiales (suelos, estéril)	Remoción o empuje (Bulldozing)	$0.75 \times 0.45 \times \left[\frac{(s)^{1.5}}{(M)^{1.4}} \right]$	kg PM10/h
	Cargue y descargue	$k' \times 0.0016 \times \left[\frac{(U/2.2)^{1.3}}{(M/2)^{1.4}} \right]$	kg PM10/Mg
Transporte de materiales (suelos, estéril y de trituración)	Transporte de materiales de vías destapadas	$k \left[\left(\frac{s}{12} \right)^a \left(\frac{W}{3} \right)^b \right] \left(\frac{365-p}{365} \right) \left(1 - \frac{CE}{100} \right)^*$	kg PM10/VKT
	Transporte de materiales de vías destapadas	$k'(sL)^{0.91} W \left(1 - \frac{P}{4N} \right)^*$	kg PM10/VKT
	Tráfico de vehículos livianos	$\left(\frac{k \times (s/12)^a \times (S/30)^d}{(M/0.5)^c} - C \right) \left(\frac{30-p}{30} \right) \left(1 - \frac{CE}{100} \right)^*$	kg PM10/VKT
Otras operaciones	Erosión eólica en áreas intervenidas	$0.85 \times \left[\left(\frac{s}{1.5} \right) \times (b') \times \left(\frac{c'}{235} \right) \times \left(\frac{e}{15} \right) \right]^{**}$	Kg PM10/(m²*año)
	Construcción de infraestructura	0,0807	Kg PM10/(m²*mes)
	Mantenimiento de vías	$0.60 \times 0.0056 \times (S)^{2.0}$	kg PM10/VKT

AP-42: Compilation of Air Pollutant Emission Factors y National Pollutant Inventory - NPI

Dónde:

A: Área horizontal de las voladuras con profundidad menor a 21 m, (m2).

a, b, c, d, k: Constantes Empíricas, (ad).

b': Días de almacenamiento o exposición del material, (días).

c': Días secos en el año, (días).

C: Factor de emisión en flota vehicular para: escape, uso de frenos y desgaste de neumáticos, (lb/VMT).

CE: Eficiencia de control de polvo en vías no pavimentadas, (%).

d': Altura media de descarga, (m).

e: % de tiempo con viento >5.33 m/s, (%).

k': Multiplicador de tamaño de partícula, (ad).

M: Contenido de humedad del material manejado, (%).

p: Número de días en el año con mínimo 0.254 mm de lluvia, (días).

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

s: Contenido de finos (pasa malla 200) del material manejado o de la superficie de las vías, (%).

S: Velocidad promedio del vehículo, (km/h).

U: Velocidad del viento (m/s).

Las emisiones generadas por exostos fueron calculadas con mobile 6.2, teniendo en cuenta la descripción de flota mixta a 35 Km/hora y vehículos pesados mayores a 60.000 lb.

- Eficiencia de los sistemas de control

El control de polvo es indispensable para preservar la calidad del aire ambiente, es por esta razón que la empresa Vientos del Norte SAS ESP garantizará la aplicación eficaz de agua mediante riego y humectación permanente con tanqueros en las vías destapadas de acarreo, lugares de almacenamiento, lavado de llantas a los vehículos de transporte de material.

Los porcentajes de control de emisiones según la actividad fueron tomados del NPI (National Pollutant Inventory) (Tabla 2-36).

Tabla 2-36. Estrategias de control de emisiones

Actividad	Eficiencia del control de emisiones			Descripción
	Min	Max	media	
3. Operaciones de manejo de suelos				
3.1 Apilado de suelos por Bulldozing	30	50	40	Wind breaks and water sprays to keep ore wet
3.2 Cargue de material	0	0	0	No control
3.3 Transporte de suelos	50	75	75	watering >= 2 litres/m2/h.
3.4 Descargue de material	70	70	70	Water sprays
4. Otras operaciones				
4.1 Erosión eólica en áreas intervenidas	30	50	40	Water sprays, wind breaks, primary earthworks, rock armour and/or topsoil applied
4.2 Mantenimiento vías	30	50	40	Wind breaks and water sprays to keep ore wet
4.3 Tráfico de vehículos livianos	50	75	70	watering >= 2 litres/m2/h

Fuente: AP-42: Compilation of Air Pollutant Emission Factors y National Pollutant Inventory – NPI.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Además del NPI, en cuanto a las vías de acarreo se presenta en el documento Emission Factor Documentation for AP-42. Section 13.2.2. Unpaved Roads, Final Report. 1998; la variabilidad de eficiencias de control en vías despavimentadas, las eficiencias reportadas en la literatura Australiana o EPA se encuentra limitada exclusivamente para aplicación con agua.

Así mismo, se utilizó un factor de mitigación natural en vías (por efecto de lluvias) de acarreo reportado en el documento citado anteriormente en la Sección 13.2.2.3 - "Controles". No obstante, es una zona de baja pluviosidad anual.

$$E_{EXT} = E * \left[\frac{(365 - P)}{365} \right]$$

Donde:

E_{ext} = Factor de emisión anual de tamaño específico extrapola para la mitigación natural, lb/VMT

E = Factor de emisión de la Ecuación 1a o 1b (Unpaved Roads – USEPA)

P = Número de días en un año con al menos 0,254 mm (0,01 pulgadas) de precipitación.

- Variables para el cálculo de la emisión

A continuación, se detallan los parámetros con los cuales se calcularon las emisiones de PM₁₀ en el área del proyecto (Tabla 2-37).

Tabla 2-37. Parámetros para cálculo de emisiones

Parámetro	Unidades	Valor
Contenido de limos del suelo (Vías)	%	22,1
Contenido de limos del suelo (Manejo)	%	21,1
Contenido de humedad del suelo (Manejo)	%	18,35 %
Densidad del suelo (Manejo)	Mg/m ³	1,95
Días de lluvia > 0.254 mm	Días/periodo	61*
Numero de Bulldozer (por zona)	N/A	2
Horas de Bulldozer	h/día	8
Velocidad promedio del viento	m/s	5,51
Porcentaje de tiempo con velocidad del viento mayor a 5.36 m/s	%	52,56

Nota: Mg: Megagramo=1000 kg= 1 tonelada métrica (t), BCM= Metro cúbico en banco (m³)

* Días de precipitación > 0.254 mm, información tomada de la meteorología WRF

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- 3.6.2.4 Descripción del movimiento de materiales y flota vehicular

Dado la orientación del estudio hacia la evaluación de la incidencia sobre la calidad del aire del entorno de emisiones que tendrían lugar durante la fase de construcción del proyecto, se estimaron concentraciones para las fracciones de material particulado PM10, en el Capítulo 3. Descripción del Proyecto, se presenta el movimiento de materiales en el proyecto.

En la Tabla 2-38 se presenta las Características de la flota vehicular usada para el manejo de materiales (suelos y áridos) por Vientos del Norte SAS ESP en la etapa de construcción.

Tabla 2-38. Características de la flota vehicular – Manejo de materiales

Tipo	Peso (Mg)		Capacidad de carga (m ³)	Velocidad promedio (km/h)	Cantidad estimada de vehículos (volqueta)/día
	Vacío	Lleno			
Volqueta doble troque	12.6	30.5	12 m ³	30	40

En la Tabla 2-39 se presenta un consolidado por grupos y actividades que se tuvieron en cuenta para el cálculo de las emisiones atmosféricas del parque eólico ALPHA.

Tabla 2-39. Distribución de actividades por grupos

Grupo de actividades	Actividades
1. Operaciones de manejo de materiales	1.1 Remoción de suelos por Tractor (Bulldozing) 1.2 Cargue de suelos 1.3 Cargue de excavación 1.4 Descargue de llenos en vías
2. Construcción	2.1 Construcción de infraestructura, depósitos de materiales campamento.
3. Operaciones con materiales de la planta mezcladora de concreto	3.1 Remoción de suelos por Tractor (Bulldozing) 3.2 Cargue de suelos. 3.3 Descargue de suelos. 3.4 Erosión eólica.
5. Otras operaciones	5.1 Erosión eólica en áreas intervenidas 5.2 Mantenimiento vías

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- Emisiones atmosféricas calculadas

Las emisiones atmosféricas calculadas, a las actividades descritas para el proyecto en la etapa de construcción se presentan en la siguiente tabla resumen (Tabla 2-40).

Tabla 2-40. Consolidado emisiones calculadas

Actividad	PM₁₀ (Mg/periodo)	NO₂ (Mg/periodo)	SO₂ (Mg/periodo)	CO (Mg/periodo)
Plataforma	17,83	N/A	N/A	N/A
Fundaciones	3,86	N/A	N/A	N/A
Tendido eléctrico	1,64	N/A	N/A	N/A
Planta de concreto y campamento	0,90	N/A	N/A	N/A
Depósito	4,01	N/A	N/A	N/A
Mantenimiento de vías y erosión eólica	5,61	N/A	N/A	N/A
Transporte de equipos y materiales incluyendo emisiones por el exosto	111,48	0,22	0,0043	1,02
Generador eléctrico	0,36	5,03	0,33	1,08
Totales	145,69	5,24	0,34	2,11

- Idealización de las fuentes

La Figura 2-24 muestra el esquema de las fuentes usadas para la simulación. Las vías se idealizaron como fuentes de volumen; las plataformas, fundaciones, depósitos, planta de concreto y campamento, tendido eléctrico y generador eléctrico, se idealizaron como fuentes de área, las fuentes con color rojo corresponden a los volúmenes, las verdes son fuentes de áreas y por último los de color amarillo son los receptores discretos.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			



Figura 2-24. Idealización de fuentes de área y Volumen

Todos los archivos de modelación para cada contaminante se encuentran en el Anexo 29. Modelación de Calidad del Aire.

- Resolución y definición del dominio

Para la modelación se utilizó dos mallas de receptores, la primera tuvo origen en 875516,8522 X 1755997,4273 Y, con una extensión de 13 km tanto para el eje X como el eje Y, el espaciado fue de 1,000 metros; la segunda grilla tuvo como origen 878566,0517 X 1759155,3509 Y, con una extensión de 7.4 Km en el eje X y 7.2 Km en el eje Y, con un espaciado de 200 metros. Cabe resaltar que se realizaron varias pruebas con el espaciado de grilla un poco más amplio (400 m) pero la que mostro mejor comportamiento fue de 200 m sobre el proyecto (Figura 2-25).

Adicionalmente a la malla trazada para la determinación de las curvas isopletas fueron agregados al modelo los receptores discretos, en los puntos de monitoreo de la calidad del

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

aire para establecer comparaciones en estos; los receptores discretos ingresados en la modelación se presentan en la Tabla 2-41.

Tabla 2-41. Receptores discretos modelación

Index	ID	Description	X coordinate m	Y coordinate m	Elevation m	Hill height scale m	Sensitive
1	D1	Toloiira	884731,99	1763071,46	23	0	0
2	D2	Blanco	887127,51	1765017,33	14	0	0
3	D3	Jununtao	885491,93	1761169,41	23	0	0
4	D4	Araparen	880335,82	1763598,09	27	0	0
5	D5	Sachikimana	881711,31	1761017,46	25	0	0

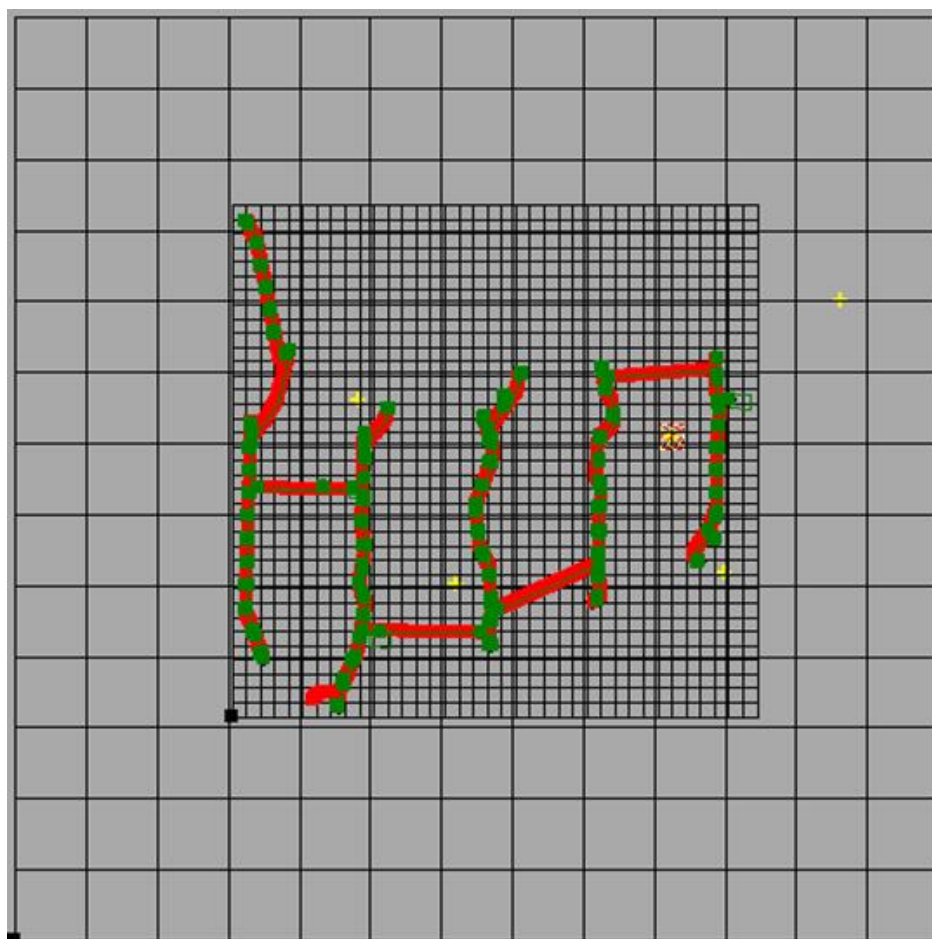


Figura 2-25. Malla de receptores utilizada en la modelación

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.3.8.4 Ruido

Las mediciones de ruido ambiental fueron realizadas de la siguiente manera: las mediciones de la jornada diurna durante los días 27 y 29 de enero de 2017 y las mediciones de jornada nocturna del 12 al 15 de febrero de 2017. Las fechas y horas de los de medición de ruido ambiental son presentadas a continuación en la Tabla 2-42. En el Anexo 13. Monitoreo Ruido, se reportan los formatos de campo donde se especifica la fecha de inicio y fecha final, así como la hora inicial y final de cada una de las mediciones y se especifican con mayor detalle las fuentes que influyeron en cada una de las mediciones realizadas teniendo en cuenta las diferentes orientaciones del micrófono; Norte, Sur, Este, Oeste y posición Vertical.

Tabla 2-42. Fechas y hora de monitoreo de ruido ambiental

Punto de medición	Medición	Diurno	Horario de Medición	Nocturno	Horario de Medición
Ordinario	Punto 1	27/01/2017	9:26	15/02/2017	2:35
	Punto 2	27/01/2017	11:26	14/02/2017	23:56
	Punto 3	27/01/2017	12:50	14/02/2017	21:50
	Punto 4	27/01/2017	15:03	15/02/2017	0:06
	Punto 5	27/01/2017	16:30	15/02/2017	1:18
Dominical	Punto 1	29/01/2017	8:34	13/02/2017	2:10
	Punto 2	29/01/2017	9:44	12/02/2017	22:17
	Punto 3	29/01/2017	10:49	12/02/2017	21:11
	Punto 4	29/01/2017	12:01	12/02/2017	23:30
	Punto 5	29/01/2017	13:11	13/02/2017	0:49

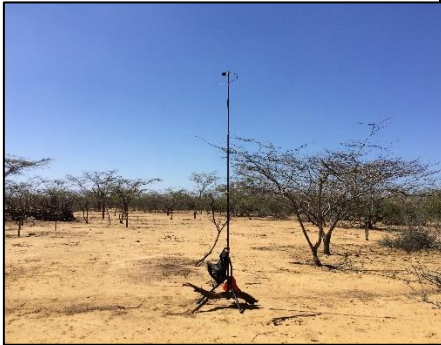
Se seleccionaron cinco estaciones de muestreo, una en cada una de las cuatro rancherías del proyecto eólico ALPHA y una fuera del área de influencia del proyecto denominada Blanco, a continuación, se presenta información de coordenadas, descripción general y fotografías para cada punto de muestreo (Tabla 2-43), así como el mapa con los puntos de muestreo (Figura 2-49).

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 2-43. Descripción técnica de las estaciones de monitoreo de ruido ambiental

	Punto No.1:	Araparen	
	Ubicación:	Punto ubicado a un costado de la escuela de la ranchería Araparen. Sitio despejado con vegetación muy seca	
	Coordenadas planas origen este	X 880317,4906	Y 1763561,2819
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	
	Equipo:	SONÓMETRO SOLO 01 dB # SERIAL: 65826 SONÓMETRO 01 dB # SERIAL: 10504	
	Estándar Permisible:	Día: 75 dB	Noche: 70 dB
	Punto No. 2:	Toloira	
	Ubicación:	Punto ubicado en el centro de la ranchería Toloira, zona despejada.	
	Coordenadas planas origen este:	X 884753,3304	Y 1763105,1886
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	
	Equipo:	SONÓMETRO SOLO 01 dB # SERIAL: 65826 SONÓMETRO 01 dB # SERIAL: 10504	
	Estándar Permisible:	Día: 75	Noche: 70
	Punto No. 3:	Blanco	
	Ubicación:	Punto ubicado al costado norte de la casa donde se ubicó la estación de calidad del aire del monitoreo realizado durante el mismo periodo por K2 Ingeniería S.A.S. y pertenece a la ranchería de Toloira.	

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

	Coordenadas planas origen este:	X 887142,8311	Y 1765063,3719
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	
	Equipo:	SONÓMETRO SOLO 01 dB # SERIAL: 65826 SONÓMETRO 01 dB # SERIAL: 10504	
	Estándar Permissible:	Día: 75	Noche: 70
	Punto No. 4:	Jununtao	
	Ubicación:	Punto ubicado al costado norte de la Ranchería Jununtao junto a la iglesia de la ranchería.	
	Coordenadas planas origen este:	X 885486,2328	Y 1761270,8471
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido	
	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	
	Equipo:	SONÓMETRO SOLO 01 dB # SERIAL: 65826 SONÓMETRO 01 dB # SERIAL: 10504	
	Estándar Permissible:	Día: 75	Noche: 70
	Punto No. 5:	Sachikimana	
	Ubicación:	Punto ubicado al costado sur de la ranchería junto a la entrada del caserío cerca de un corral.	
	Coordenadas planas origen este:	X 881708,054	Y 1760959,074
	Sector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Sector C. Ruido Intermedio Restringido	

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

	Subsector uso de Suelo según Resolución 627/2006:	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	
	Equipo:	SONÓMETRO SOLO 01 dB # SERIAL: 65826 SONÓMETRO 01 dB # SERIAL: 10504	
	Estándar Permisible:	Día: 75	Noche: 70

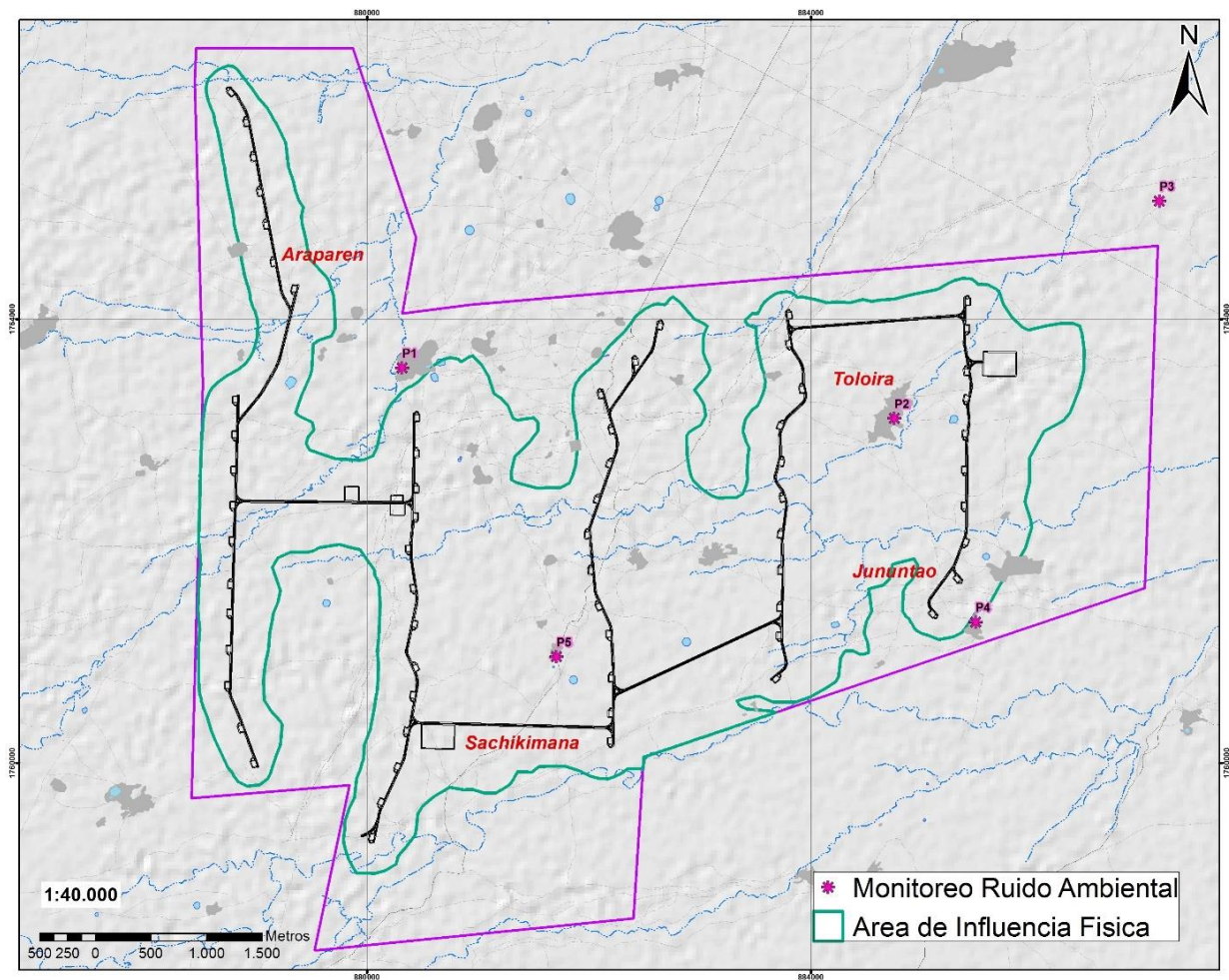


Figura 2-26. Puntos de muestreo de ruido

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- Trabajo de campo

La metodología de campo que se utilizó está basada en la Resolución 627 de 2006 del actual MADS. Para el cálculo de los niveles de presión sonora ajustados, se siguió la metodología de ajustes por tonos e impulsos establecidos en la Resolución 627 de 2006 (En el Anexo 13. Monitoreos Ruido). Los resultados no se corrigieron por bajas frecuencias - KS (instalaciones de ventilación y climatización) debido a la naturaleza de las fuentes identificadas y no se corrigieron por hora - KR ya que el valor calculado del LAeq se realizó tanto para horario diurno como nocturno, y no como un solo valor de LAeq para el día y la noche.

Antes de cada medición, el sonómetro se verificó con su respectivo pistófono, se midió la velocidad del viento con un sensor in situ de manera que reportara preferiblemente una magnitud inferior a los 3 m/s, o en su defecto se definió una microlocalización que favoreciera las bajas velocidades. La pantalla antiviento se instaló sobre el micrófono siempre que el equipo se encontrara midiendo. No se realizaron mediciones durante lluvias y cerca de suelos mojados por los cuales transitan vehículos. De igual manera, se procuró un mínimo número de personas alrededor del sonómetro, siendo como mínima la presencia del operador del equipo. Las lecturas fueron tomadas con el filtro de ponderación de frecuencia A y respuesta lenta (Slow), a fin de cuantificar los niveles equivalentes de presión sonora, y además con el filtro frecuencial de 1/3 de octavas con respuesta Impulse para realizar los ajustes normativos, y para finalmente comparar los resultados con la normatividad ambiental vigente, Resolución 627 de 2006 del actual MADS.

Las mediciones unitarias de ruido ambiental tuvieron una duración de una hora según lo recomendado por la Res. 627 de 2006. Los parámetros de interés fueron: los niveles equivalentes sonoros (LAeq), los niveles equivalentes sonoros máximos (LAeqmax) y los niveles equivalentes sonoros mínimos (LAeqmin) para cada horario de medición.

En el caso de ruido ambiental, el sensor del equipo se ubicó a una altura de 4 m con ayuda de un trípode (Figura 2-27) rotándose en las direcciones Norte, Sur, Este, Oeste y Vertical hacia arriba, con duración distribuida uniformemente durante la hora de medición; el enfoque metodológico del presente monitoreo acogió en todo sentido los lineamientos definidos en el Anexo 3, Capítulo II de la Resolución 627 de 2006 del MADS denominado “Procedimiento de Medición para Ruido Ambiental”. Las mediciones de ruido ambiental se realizaron en horario diurno y nocturno para un día ordinario y un día dominical.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

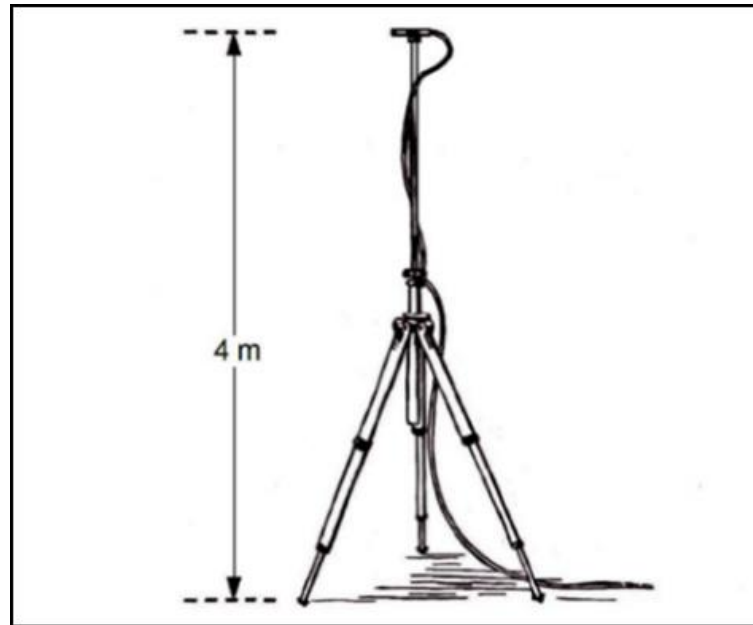


Figura 2-27. Altura del micrófono para medir ruido ambiental¹⁰⁸

- Procedimiento de cálculo

El resultado de la medición de ruido ambiental se obtuvo mediante la siguiente expresión (Res. 627 de 2006):

$$L_{Aeq} = 10 \times \text{Log} \left(\left(\frac{1}{5} \right) \times \left(10^{\frac{L_N}{10}} + 10^{\frac{L_O}{10}} + 10^{\frac{L_S}{10}} + 10^{\frac{L_E}{10}} + 10^{\frac{L_V}{10}} \right) \right)$$

Dónde:

L_{Aeq} = Nivel equivalente resultante de la medición.

L_N = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido norte.

L_O = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido oeste.

L_S = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido sur.

L_E = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido este.

L_V = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido vertical.

En lo que respecta a los ajustes, las mediciones se corrigieron por tono (KT) y por impulso (KI). Se debe resaltar que los niveles corregidos de presión sonora, son los que se compararon con los estándares máximos permisibles de ruido ambiental y emisión de ruido como se establece en el Artículo 6 “ajustes” parágrafo segundo de la Resolución 627 de 2006.

Se seleccionó el mayor valor de K entre KI, KT, KS, y KR:

$$L_{RA(X),T} = L_{A(X),T} + (K_I, K_T, K_S, K_R)$$

¹⁰⁸ Proyecto de Protocolo para la medición de emisión de ruido, ruido ambiental y realización de mapas de ruido, actual MADS, Versión 8, 2009

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Dónde:

KI es un ajuste por impulsos (dBA(A))

KT es un ajuste por tono y contenido de información (dBA(A))

KR es un ajuste por la hora del día (dBA(A))

KS es un ajuste (positivo o negativo) para ciertas fuentes y situaciones, por ejemplo, bajas frecuencias (dBA(A))

(X) corresponde a LAeq resultante de la medición para este estudio.

El nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A, solo se corrige por un solo factor K, el de mayor valor en dBA(A).

- Elaboración de curvas de ruido

De acuerdo a los resultados de las mediciones, se procedió a elaborar las representaciones gráficas de los indicadores de ruido ambiental, las denominadas curvas de ruido (isoruido), a una altura de cuatro (4) metros respecto al nivel del piso por cada horario de medición siguiendo la metodología y colores recomendados en la Resolución 627 de 2006 del MAVDT, como se presentan en la Tabla 2-44.

Tabla 2-44. Colores recomendados para los mapas de ruido

Zona de ruido dBA(A)	Color	Sombreado
Menor de 35	Verde claro	Puntos pequeños, baja densidad
35 a 40	Verde	Puntos medianos, media densidad
40 a 45	Verde oscuro	Puntos grandes, alta densidad
45 a 50	Amarillo	Líneas verticales, baja densidad
50 a 55	Ocre	Líneas verticales, media densidad
55 a 60	Naranja	Líneas verticales, alta densidad
60 a 65	Cinabrio	Sombreado cruzado, baja densidad
65 a 70	Carmín	Sombreado cruzado, media densidad
70 a 75	Rojo lila	Sombreado cruzado, alta densidad
75 a 80	Azul	Franjas verticales anchas
80 a 85	Azul oscuro	Completamente negro

Para la elaboración de las isófonas o mapas de ruido se aplicó el software Surfer 12, en el cual el método de grillado utilizado es kriging. La base de los cálculos en los planos, corresponde a una simple atenuación geométrica. No se consideran las atenuaciones aportadas por el aire. Inicialmente se realizaron las mediciones in situ de ruido ambiental que posteriormente, al aplicar técnicas de interpolación, que se basan en la auto-correlación espacial de los puntos para la predicción y generación de superficies continuas, se estiman valores desconocidos a partir de los registros realizados.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Surfer es un programa basado en la cartografía de la red que interpola espaciados irregularmente datos XYZ en una grilla regularmente espaciados. La grilla se utilizó para producir diferentes tipos de mapas, incluyendo el contorno, vector, imagen, relieve sombreado, cuencas hidrográficas, la superficie 3D y mapas de alambre 3D.

- Incertidumbre de la medición

Para estimar la incertidumbre correspondiente a las mediciones realizadas durante los monitoreos de ruido, se siguieron los lineamientos establecidos en ISO/EIC Guide 98-3:2008 Uncertainty of measurement – Part 3: Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement, para el cálculo de la incertidumbre tipo A se emplean las siguientes ecuaciones:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n x_k$$

$$S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

$$S = \sqrt{S^2}$$

$$S^2(\bar{x}) = \frac{S^2(x_k)}{n}$$

$$S(\bar{x}) = \frac{S(x_k)}{\sqrt{n}}$$

Dónde:

$\bar{x}$: Promedio aritmético.

x_k : k-ésimo valor leído.

n: Número de datos, leídos por el instrumento.

k,i: Contador de datos.

S²: Varianza.

S: Desviación estándar.

S²($\bar{x}$): Desviación estándar de la media, incertidumbre estándar tipo A.

Por otro lado, la incertidumbre estándar tipo B, se basan en distribuciones supuestas a priori o es obtenida de una especificación del fabricante (certificado de calibración).

Para el cálculo de la incertidumbre estándar combinada se emplea la siguiente ecuación, que consiste en la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las incertidumbres tipo A y B:

$$u_c(x) = \sqrt{u_A^2(x) + u_B^2(x)}$$

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Dónde:

$u_c(x)$: Incertidumbre estándar combinada

u_A^2 : Incertidumbre estándar tipo A

u_B^2 : Incertidumbre estándar tipo B

En el presente estudio, para la incertidumbre tipo A se evaluó la credibilidad de las mediciones primero por jornada; mientras que para la incertidumbre tipo B se evaluó teniendo en cuenta los datos encontrados en los documentos de certificación. Al finalizar dicho análisis se entrega un valor de incertidumbre asociado a todo el estudio (Tabla 2-45).

Incertidumbre Tipo A: Evaluación de dispersión mediante un análisis estadístico.

Incertidumbre Tipo B: Evaluación de dispersión mediante la observación y el cálculo de una incertidumbre

Tabla 2-45. Incertidumbre de medición

Incertidumbre expandida		Incertidumbre tipo B Pistofono (dBa)	Incertidumbre combinada para jornada ordinaria (dBa)	Incertidumbre combinada para jornada dominical (dBa)	Combinada tipo B
Mediciones en jornada diurna (dBa)	Mediciones en jornada dominical (dBa)				
1,76	1,22	0,23	3,55	2,48	2,14

Cabe resaltar que en lo que respecta a la fidelidad de los equipos utilizados en estas mediciones, cada una de las muestras de ruido fue tomada con equipos que se encuentran debidamente certificados en sus calibraciones. Las incertidumbres entregadas en las calibraciones otorgan datos tales como: incertidumbre por ponderación frecuencial, incertidumbre por linealidad, incertidumbre por filtros (octava y 1/3 octava) e incluso incertidumbre del micrófono según las distancias de excursión de su membrana. Dichas incertidumbres no exceden los $\pm 0,6$ dBA para la etapa de procesamiento digital (sonómetro – integración).

- Variables climáticas

Se ubicó una estación meteorológica Vantage Vue; marca Davis Instruments (Figura 2-18), en la estación Sachikimana coordenadas: X 881711,31 y Y 1761017,46. Con esto se buscó estudiar el comportamiento de las condiciones atmosféricas más relevantes como son la velocidad y dirección del viento, precipitación temperatura, presión atmosférica y humedad relativa, *in situ* en el área del proyecto y los días en que se realizaron los monitoreos de calidad del aire y ruido..

2.3.3.8.5 Modelación de ruido

Para el cálculo de las simulaciones de ruido se utilizó el software CadnaA versión 2017 MR 1 (64 Bit) (build: 159.4707), DataKustik GmbH.

Para realizar las simulaciones de ruido se definieron los siguientes estándares:

ISO 9613: Para la propagación del ruido con relación a los obstáculos.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

RLS 90: Para para predecir la propagación de ruido de tráfico rodado.

El estándar RLS 90 predice un nivel de presión sonora de referencia, llamado nivel medio de emisión o LME (Level Mean Emission) por sus siglas en inglés, el cual se obtiene aplicando correcciones al nivel básico definido a una distancia de 25 metros del centro de la vía y a 4 metros de altura. Las características del modelo de emisión en su versión simplificada se definen a continuación:

$$LME = L_{25} + C_{vel} + C_{pav} \quad (I-6)$$

$$L_{25} = 37,3 + 10 \times \log Q \times 1 + 0,082 \times P \quad (I-7)$$

Figura 2-28. Características del modelo de emisión en su versión simplificada¹⁰⁹

Donde:

L25: Nivel Sonoro Base a 25 metros en dB (A),

Q: Densidad del tráfico (Vehículos/hora),

P: Porcentaje de vehículos pesados (%).

- Parámetros acústicos

Se estableció la configuración en el software de modelación ingresando los parámetros necesarios para ejecutar el modelo de ruido.

Se estableció también un error máximo de 0, para que determine con exactitud las variaciones que se presentan a nivel acústico, al tiempo que para la salida del modelo se configuró una modelación con una malla de 5*5.

Para la definición de los períodos de referencia en la modelación, se consideró desde la hora 7 hasta la hora 21, para las horas del día, y desde la hora 21 hasta la hora 7 para la noche conforme lo establece la resolución 627 de 2006.

Los índices de cálculo que se utilizaron principalmente fueron indicadores de niveles sonoros medios a largo plazo, adecuados para la planificación y para la aplicación de un planteamiento integrado a zonas residenciales, ciudades y aglomeraciones, pero no apropiados para situaciones a corto plazo, muchas veces asociados a quejas y denuncias concretas.

Estos parámetros fueron Ld, Ln y Ldn, referidos a los períodos definidos como día, noche, día - noche. Ld por su parte, es un indicador de ruido asociado al día, que puede definirse como el nivel sonoro medio a largo plazo determinado a lo largo de todos los períodos diurnos de un año, donde al día le corresponden 14 horas, en el período que se extiende desde las 7 hasta las 21 horas. Por otra parte, Ln es un indicador del nivel sonoro durante la noche, definido como el nivel sonoro medio a largo plazo determinado a lo largo de todos los períodos

¹⁰⁹ REDONDO, M. Correlación niveles sonoros-variables de tráfico y ajustes con modelos de predicción NMPB y CNOSSOS. Escuela técnica superior de ingenieros industriales y de telecomunicación, Universidad Pública de Navarra, 2013.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

nocturnos de un año, donde a la noche le corresponden 10 horas, en el período que se extiende desde las 21 hasta las 7 horas.

Finalmente, Ldn es un indicador del nivel de ruido global durante el día, y la noche, utilizado para determinar la molestia vinculada a la exposición al ruido. Este parámetro pretende dar una idea del nivel de ruido a lo largo de las 24 horas del día, teniendo en consideración el hecho de que durante la noche la población se vuelve más sensible al ruido y, si bien habitualmente los niveles sonoros disminuyen en cierta medida durante ese período, su importancia relativa aumenta.

2.3.3.8.5.1 *Modelo conceptual*

Se utilizó la infraestructura del proyecto descrita en el Capítulo 3. Descripción del proyecto del presente estudio, en donde se describen: los aerogeneradores, vías y demás infraestructura asociada al proyecto (plataformas, fundaciones, campamento, depósito de materiales, planta de concreto. La localización de la infraestructura del proyecto se observa en la Figura 2-19.

La elaboración del modelo se realizó de forma que exista entre el terreno real de la zona y el modelo, una relación simétrica que permita la traducción de algunas propiedades de la simulación a la realidad; por esta razón es importante el procesamiento de la información topográfica.

Para el procesamiento de la información topográfica, se partió de archivos digitales del terreno, como mapas que presentan curvas de nivel de la zona de interés y a través de programas que permiten la extracción de los parámetros del terreno, se procesó la información por medio de algoritmos que crean los archivos digitales (DEM) y permiten la visualización de la geometría algebraica en líneas de contorno 3D. Por ser una modelación refinada se utilizó la opción de terreno complejo y se tuvo en cuenta las condiciones topográficas propias de la zona. La Información topográfica de la zona fue tomada del proyecto ASTER Global Digital Elevation Map de la NASA con una resolución de 1,5" de Arco cuya representación 3D se presenta en la Figura 2-21y el archivo suministrado por la empresa Renovatio Group Limited se muestra en la Figura 2-22.

Para determinar la tendencia de las variables meteorológicas se utilizó el modelo de simulación de última generación WRF (Weather Research and Forecasting). La resolución temporal de los parámetros evaluados está dada por las condiciones topográficas y uso del suelo de la zona. Toda la información empleada en este capítulo corresponde a datos meteorológicos entre el 1 de enero al 31 de diciembre de 2016. Los parámetros analizados fueron la temperatura, velocidad y dirección del viento, Humedad relativa, presión atmosférica y precipitación (Ver Anexo 30 Modelo de Ruido).

Además, se utilizaron los resultados de los monitoreos de ruido realizados en el actual estudio, contenidos en el Capítulo 5 de línea base abiótica, Numeral 5.1.8.4. Ruido

Los resultados de la simulación de ruido se presentan en el Anexo 30. Modelación Ruido y en Capítulo 5, Numeral 5.1.8.4.2.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.3.8.5.2 Idealización de los escenarios

2.3.3.8.5.2.1 Escenario de la línea base

Este escenario se desarrolló considerando lo descrito por Aramburú¹¹⁰, el cual definió la Línea Base como el resultado obtenido de la primera medición de todas las variables e indicadores relacionados con el diseño de un proyecto antes de que este se ejecute con lo cual se puede diagnosticar el estado de los elementos antes del inicio de las actividades proyectadas. Con los resultados de estas simulaciones de ruido se puede establecer el panorama acústico del área de influencia sin proyecto (Parque Eólico). La línea base correspondió a tener en cuenta el tráfico rodado que se presenta actualmente en el área de influencia única (AIU) como la única fuente predominante y la interacción con los diferentes elementos del entorno como el terreno, construcciones, etc.

- Enfoque de las simulaciones

Se desarrollaron las simulaciones de ruido usando información del flujo vehicular la cual se estableció mediante aforo vehicular en puntos cercanos a las vías principales, los cuales permitieron determinar el promedio diario de vehículos que circulan por la zona de estudio (alrededor 25 vehículos por día). También se determinaron las edificaciones a través de: la información levantada en campo por parte del equipo social Renovatio group limited para el componente socioeconómico (censos), de la consulta de información secundaria del marco geográfico nacional del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), las imágenes de Google Earth y el uso de herramientas de información geográfica, a su vez se digitalizaron las principales vías del área de estudio, por donde se presenta el tráfico de la zona. Este procedimiento de verificación y levantamiento de información fue necesario ya que la precisión juega un papel fundamental en los resultados finales del producto a entregar. En el proceso de la modelización se tuvo en cuenta la difracción el cual es un fenómeno que afecta a la propagación del sonido. Se habla de difracción cuando el sonido se dispersa como consecuencia del encuentro con obstáculos que no le son transparentes. También se tuvo en cuenta la reflexión lo cual se refiere al fenómeno de reflejar el sonido, y la capacidad de los materiales de absorber el sonido. Las viviendas constituyeron los principales obstáculos a la hora de ejecutar el proceso de modelación.

- Datos de entrada

Para el escenario línea base se usaron como datos de entrada adicional al modelo digital del terreno lo siguiente:

- ✓ Edificaciones

Comprenden todas las viviendas, escuelas y demás edificios presentes en el área de estudio pertenecientes a las comunidades indígenas de la Etnia Wayuu. Las edificaciones son los principales obstáculos dentro de la idealización del modelo, sin obstáculos el modelo asumiría un comportamiento lineal y uniforme en sus resultados. Es por esto que, para idealizar correctamente el modelo, se tomó como base una altura promedio de las edificaciones (2,5 metros para las viviendas y 3,5 para las escuelas e iglesias de acuerdo a la información

¹¹⁰ ARAMBURÚ, CARLOS EDUARDO. «Métodos y técnicas de investigación social». Gerencia social. Diseño, monitoreo y evaluación de proyectos sociales. Lima-Perú: Universidad del Pacífico. (2001).

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

recolectada en campo). Como datos de entrada al modelo se consideró un coeficiente de absorción alfa de las edificaciones de 0,21, el cual se define como la relación entre la energía absorbida por el material y la energía reflejada por el mismo eco. Es un valor que varía entre 0 (toda la energía se refleja) y 1 (toda la energía es absorbida) (Figura 2-29).

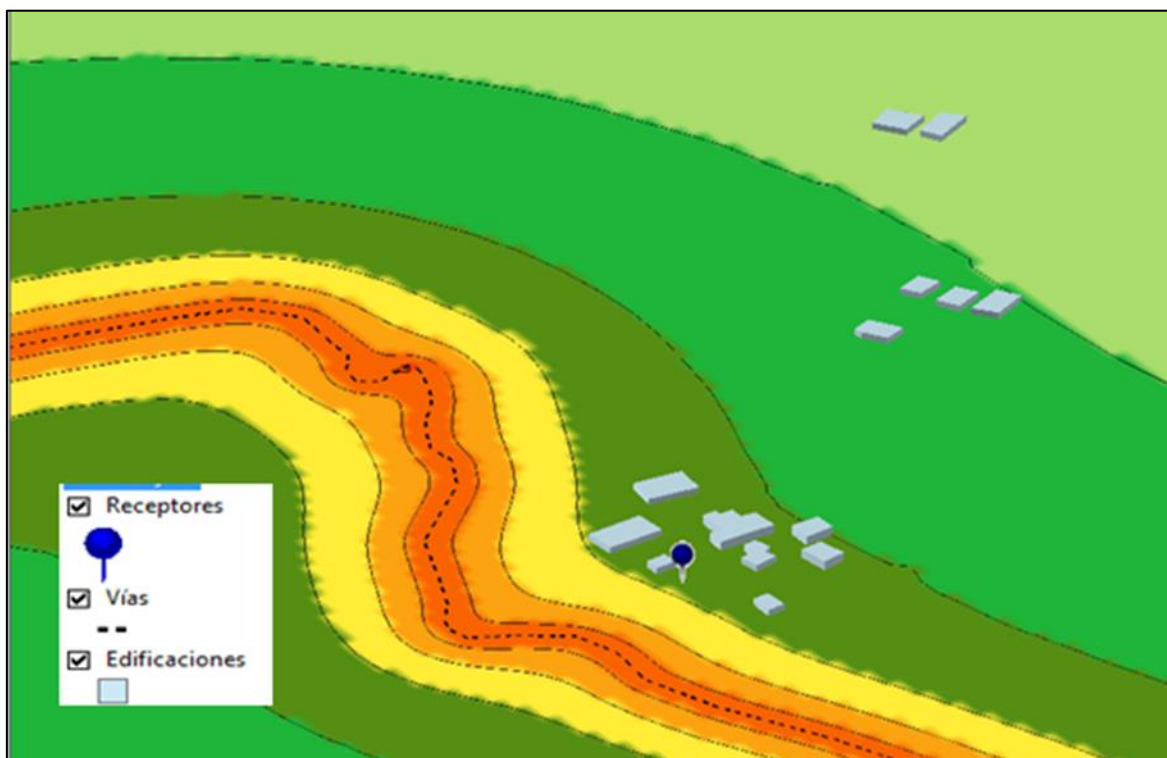


Figura 2-29. Edificaciones

✓ Tráfico rodado

El tráfico rodado se considera una de las principales fuentes generadoras de ruido. Se menciona que el ruido del tráfico rodado resulta de la adición de las emisiones de ruido de cada vehículo que conforman el flujo de tráfico. Es por esto que, para la idealización de las fuentes de ruido por tráfico rodado, se escogió el estándar alemán Richtlinien für den Lärmschutz an Straben (Directrices para la protección contra el ruido en las calles) o RLS 90 por sus siglas en alemán, el cual permitió la evaluación del ruido producido por el tráfico rodado que se presenta en el área de estudio. Dicho estándar requirió los datos del número, tipo y velocidad de los vehículos que transitan por el área diariamente.

Según datos recolectados en campo durante el monitoreo de ruido ambiental, por las vías el tráfico vehicular que se presenta es de máximo 25 vehículos. Sin embargo, de las vías la que más tráfico presentó es la que se encuentra al NorOeste (NW) del área de estudio. Con un promedio vehicular de 14 vehículos al día principalmente motos, número que se incrementa a 25 vehículos (entre livianos y pesados) durante los días dominicales y horarios nocturnos, producto del tráfico de gasolina por encontrarse en inmediaciones de la frontera colombo –

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

venezolana. Las demás vías presentan un promedio de 5 y 2 vehículos como se muestra en la Figura 2-30. Los vehículos que transitan por estas vías, corresponden a vehículos livianos (motos, automóviles) y de carga (camiones de 2 ejes).

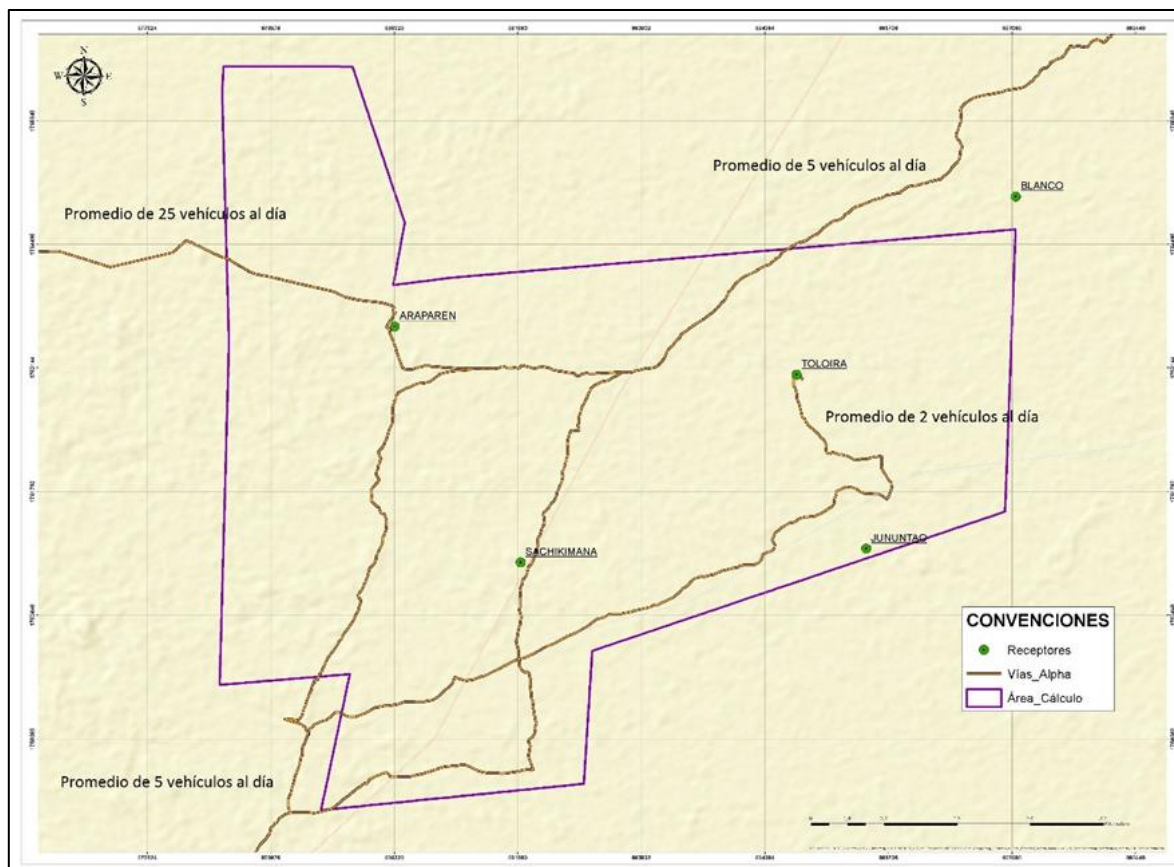


Figura 2-30. Aforo vehicular

2.3.3.8.5.2.2 Escenario de construcción del proyecto

- Enfoque de las simulaciones

El desarrollo de este escenario se hizo teniendo en cuenta la línea base y los parámetros acústicos de todos los equipos que se utilizarán en la etapa de construcción del parque eólico. Los equipos que se utilizarán serán: buldóceres, retroexcavadoras, compactadoras, volquetas, camiones de concreto (mixer) y tractocamiones. Con estas maquinarias se realizarán las construcciones de las plataformas de los aerogeneradores, ejecución y mantenimiento de las vías y demás facilidades del parque como los campamentos, depósitos de suelo, planta de concreto y transporte de los aerogeneradores. Las simulaciones de ruido se desarrollaron con los flujos vehiculares de la línea base y los respectivos obstáculos.

Se tuvo en cuenta un flujo máximo de paso de vehículos pesados igual a 298 vehículos desde las 7:00 a.m. hasta las 5:00 p.m. de la tarde como tráfico rodado, que incluyó volquetas y

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

camiones mixer. Este flujo vehicular fue determinado teniendo en cuenta las horas de trabajo por día (8 horas) y el número de vehículos disponibles a una velocidad de 60 km/h, que correspondió a 50 vehículos para la zona Este y 50 vehículos para la zona Oeste. Las plataformas, depósitos, subestación y fundaciones se idealizaron como fuentes puntuales conceptualizando que en cada una de estas áreas se operará un buldócer, una compactadora y una retroexcavadora durante un tiempo máximo de 9 horas en el periodo diurno. La planta de concreto también se idealizó como fuente puntual considerando el uso de un equipo para este fin con tiempo de operación de 9 horas máximas. El proceso de excavación para adecuación del cableado del parque eólico se idealizó como fuente lineal considerando que la máquina de excavación se moverá de esta forma por todas las secciones de trabajo. Se debe tener presente que la idealización de este escenario corresponde a la situación más crítica porque representa un día de trabajo realizando actividades en todas las áreas del proyecto. En horario nocturno (21:00 a 7:00 de acuerdo a la 627 de 2006) se realizarán actividades asociadas a la ejecución de cimentaciones y montaje de aerogeneradores, por ende, para este escenario se consideró un flujo aproximado de 90 vehículos pesados asociados a las actividades descritas anteriormente.

- Datos de entrada
- ✓ Tráfico rodado

La geometría de las vías que fueron incluidas en el escenario de construcción se presenta en la Figura 2-31, la cual corresponde a un ancho de 6 metros. El nivel de ruido a 25 metros del eje de la vía a una altura de 0,5 metros que corresponden al flujo vehicular de los 298 vehículos pesados que se tuvieron en cuenta en este escenario, con circulación desde las 7:00 a.m. hasta las 5:00 p.m. es equivalente a 64.6 dB (A) para el periodo diurno. Se estima que aproximadamente 90 vehículos circularán en horario nocturno, en actividades asociadas a la ejecución de cimentaciones y montaje de aerogeneradores.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

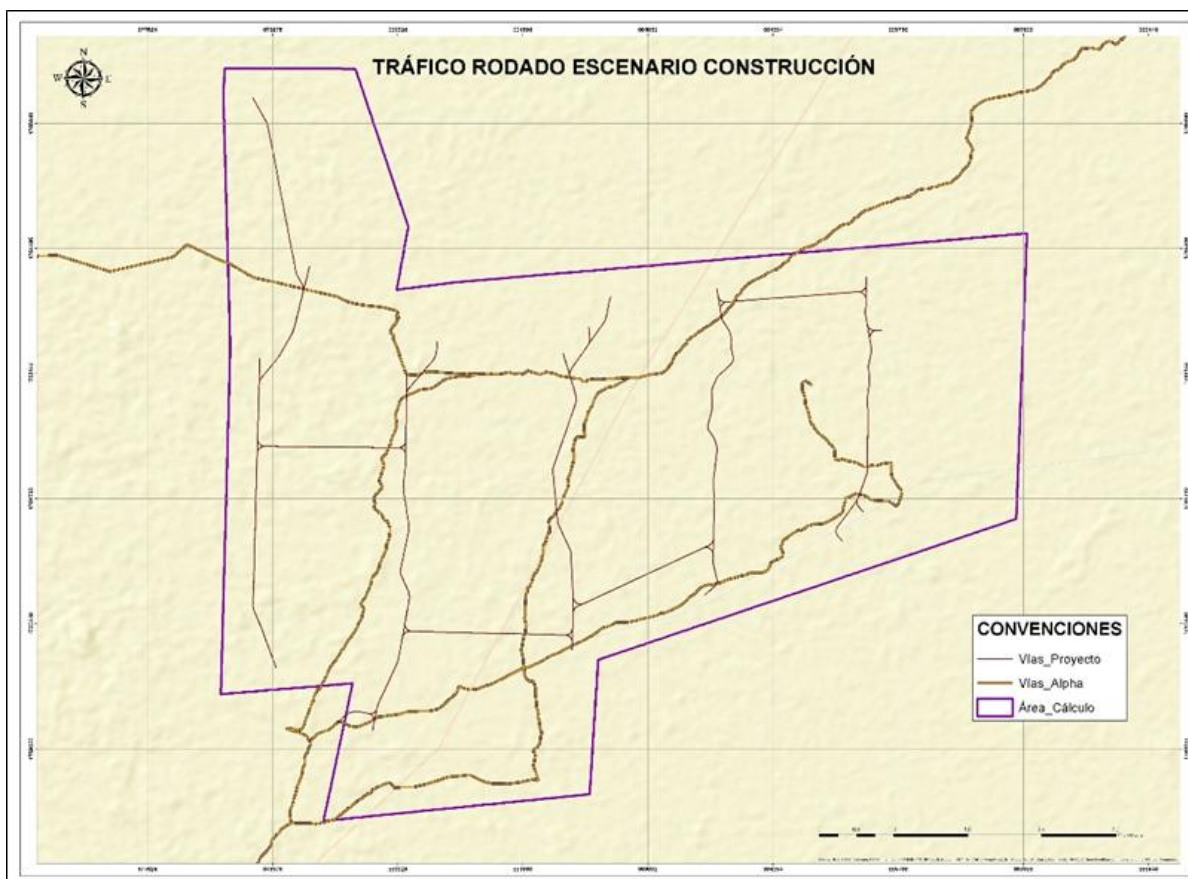


Figura 2-31. Tráfico rodado escenario construcción del proyecto

✓ Fuentes puntuales

En la Figura 2-32 se presentan las localizaciones de los campamentos, depósitos, fundaciones, plataformas, planta de concreto y subestación, que se idealizaron como fuentes puntuales con tiempo de operación máximo de 9 horas al día en el periodo diurno. En la Tabla 2-46 se presentan los valores de emisiones por espectro de frecuencia de los equipos que se utilizarán en cada una estas secciones de trabajo. El nivel de potencia sonora total que se presentaría por el uso de estos equipos (una retroexcavadora, un buldócer y una compactadora) en cada una de estas secciones de trabajo excepto la planta de concreto es equivalente a 109.6 dB (A).

Tabla 2-46. Parámetros acústicos de los equipos idealizados como fuentes puntuales

Equipo\Espectro de frecuencia en octavas (dB)	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Ponderación A
Retroexcavadora	0	82	112	118	105	106	99	95	65	112,1

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Equipo\Espectro de frecuencia en octavas (dB)	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Ponderación A
Buldócer	0	88	118	111	109	107	103	97	67	111,9
Compactadora	0	82	112	118	105	106	99	95	65	112,1
Planta de concreto	0	76,8	106,8	100,9	101,2	99	94,1	87,3	57,3	103,3

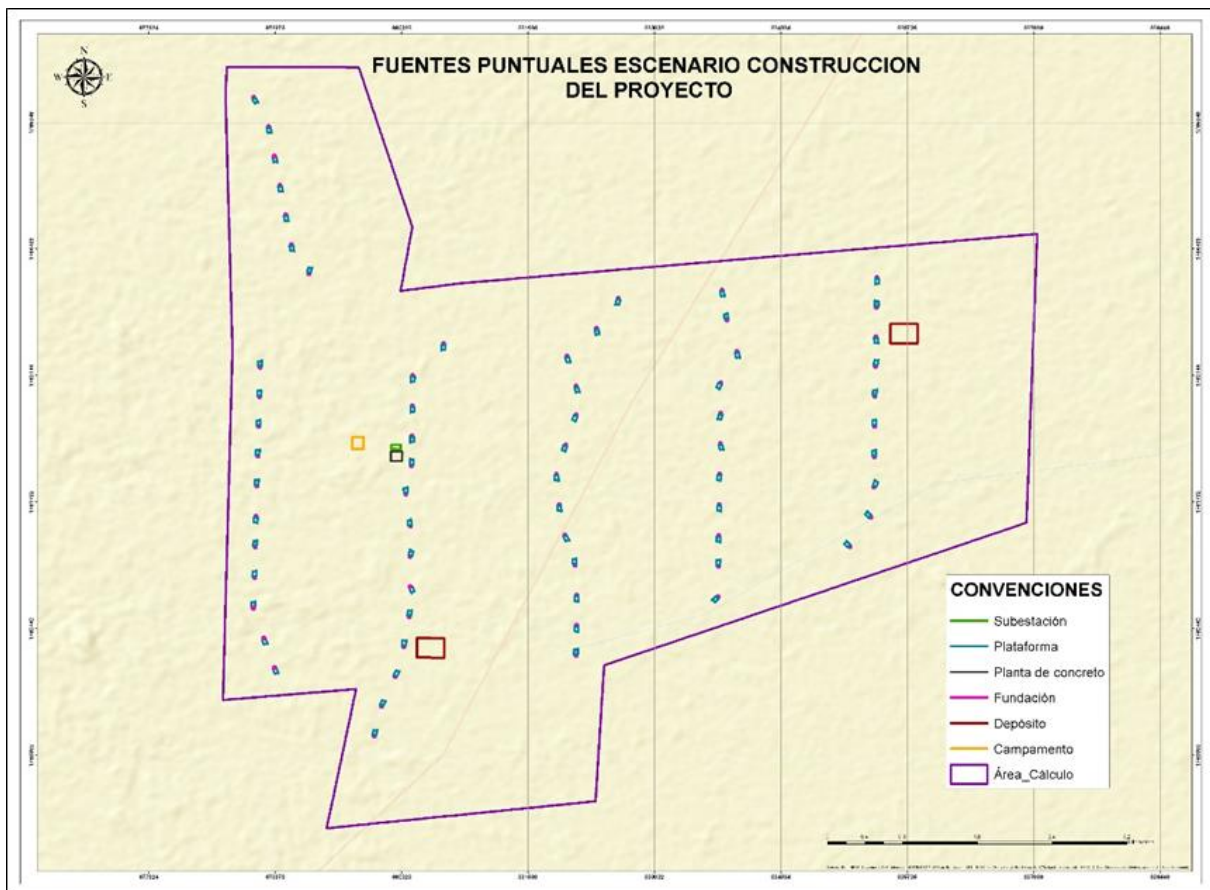


Figura 2-32. Fuentes puntuales escenario construcción proyecto

✓ Fuentes lineales

En la Figura 2-33 se presentan las localizaciones de las fuentes lineales idealizadas, que corresponde a la emisión de ruido que se presentará por la actividad de excavación para adecuación del cableado del parque eólico. La descripción acústica del equipo generador de ruido que se asignó para este tipo de fuente se presenta en la Tabla 2-47. El nivel de potencia

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

sonora lineal que correspondería a este tipo de fuente es igual a 101,8 dB (A) por metro. Las horas de operación que se consideraron para este tipo de fuente fueron de 4 horas debido a que la máquina de excavación no estará en el mismo sitio toda la jornada completa del día. Con este escenario como evento máximo se tuvo en cuenta la operación de maquinarias de excavación en todo el proyecto al tiempo.

Tabla 2-47. Actividades relacionadas al proyecto

Equipo\Espectro de frecuencia en octavas (dB)	31.5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	Ponderación A
Retroexcavadora	0	82	112	118	105	106	99	95	65	112,1

Fuente: Dracoulides y Ebot, 2013



Figura 2-33. Fuentes lineales escenario construcción proyecto

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.3.8.5.2.3 Escenario operación del proyecto

- Enfoque de las simulaciones

La construcción de este escenario se realizó teniendo como referencia la línea base y los parámetros acústicos de los aerogeneradores (NORDEX 131 altura de buje de 112 m) que se utilizarán en la etapa de operación del proyecto del parque eólico ALPHA. Adicionalmente, se tuvo en cuenta un flujo vehicular máximo que representa la circulación de los vehículos en el proyecto cuando sea necesario realizar mantenimientos a los aerogeneradores. Estos son los dos tipos de fuentes relevantes que corresponden al escenario de operación del proyecto.

Para este escenario solo se tuvo en cuenta la operación de los aerogeneradores con los controles acústicos considerados con el diseño y tecnología de estos equipos. Los controles de ruido de estos aerogeneradores, están representados por la atenuación del ruido mecánico y aerodinámico. Con estos controles se generan como valores máximos, los niveles de potencia sonora descritos en la Tabla 2-48, los cuales se presentarían en función de la velocidad del viento del área donde estén localizados los equipos.

El modelo de operación del proyecto sin control no se realizó porque el diseño de los aerogeneradores no representa esta configuración.

Tabla 2-48. Niveles de potencia sonora de los aerogeneradores en función de las velocidades del viento¹¹¹

Velocidad del viento estandarizada a 10 m [m/s]	Nivel de potencia sonora [dB (A)]	Velocidad de viento [m/s] a la altura de buje de 112 m
3	95,5	4,4
4	96,4	5,8
5	102,6	7,3
6	106,2	8,7
7	106,4	10,2
8	106,4	11,6
9	106,4	13,1
10	106,4	14,6
11	106,4	16
12	106,4	17,5

¹¹¹ NORDEX. <http://www.nordex-online.com/en>. [citado el 26 de septiembre de 2017].

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- Datos de entrada
- ✓ Tráfico rodado

La geometría de las vías que fueron incluidas en el escenario de operación del proyecto se presenta en la Figura 2-34, corresponde a un ancho de vía de 6 metros. Este trazado geométrico corresponde al mismo del escenario (construcción del proyecto). El nivel de ruido a 25 metros del eje de la vía a una altura de 0,5 metros que corresponden al flujo vehicular de este escenario (4 vehículos al día) es igual a 38,9 dB (A).

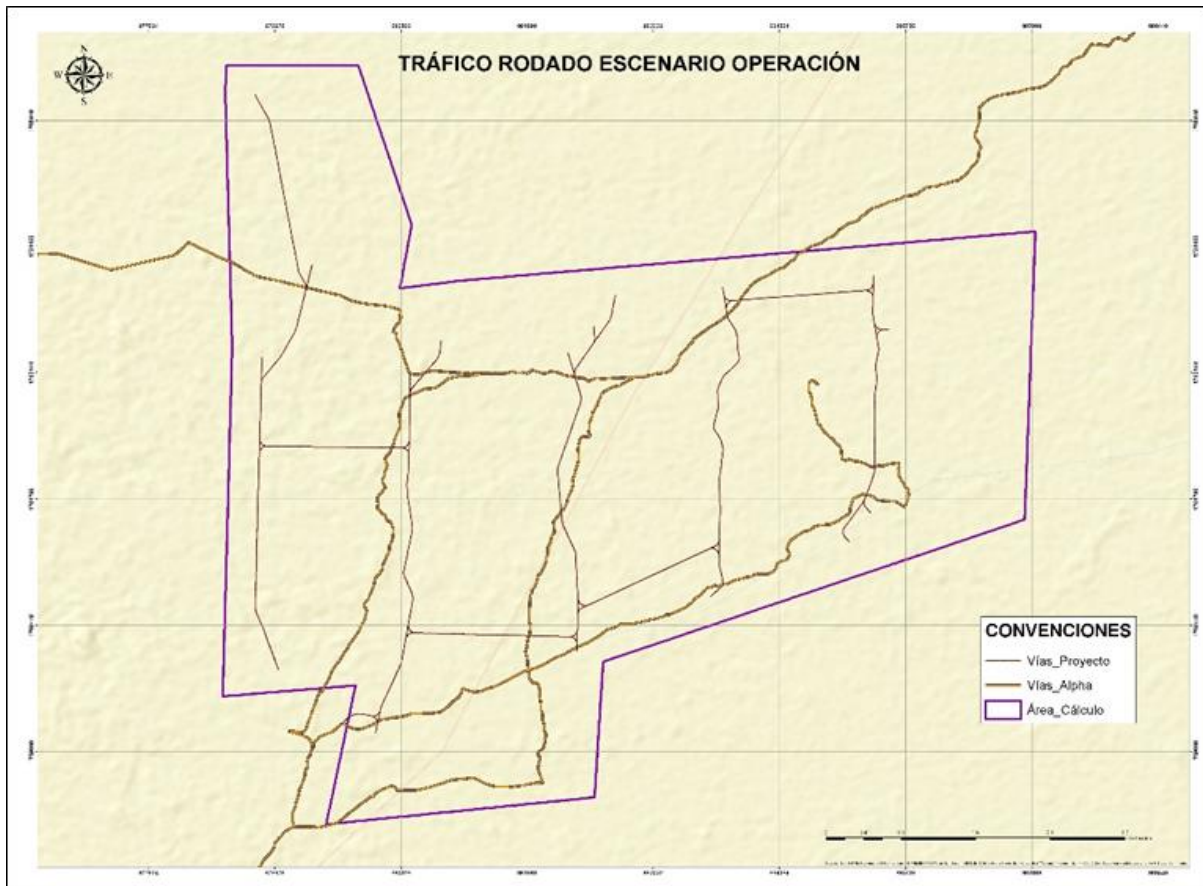


Figura 2-34. Tráfico rodado escenario operación del proyecto

- ✓ Fuentes puntuales

Las fuentes que se idealizaron como puntuales correspondieron a los aerogeneradores. El tiempo de operación designado fue de 24 horas al día. La altura designada para cada aerogenerador fue de 112 metros con un nivel de potencia sonora de 106,2 dB (A) de acuerdo a las referencias acústicas del equipo. La localización de cada aerogenerador se presenta en la Figura 2-35 donde se puede apreciar los cinco sectores. Para la operación del proyecto se

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

consideró una velocidad del viento de 6 m/s a una altura estándar de 10 metros. Con esta velocidad el aerogenerador emite la emisión de potencia sonora descrita.

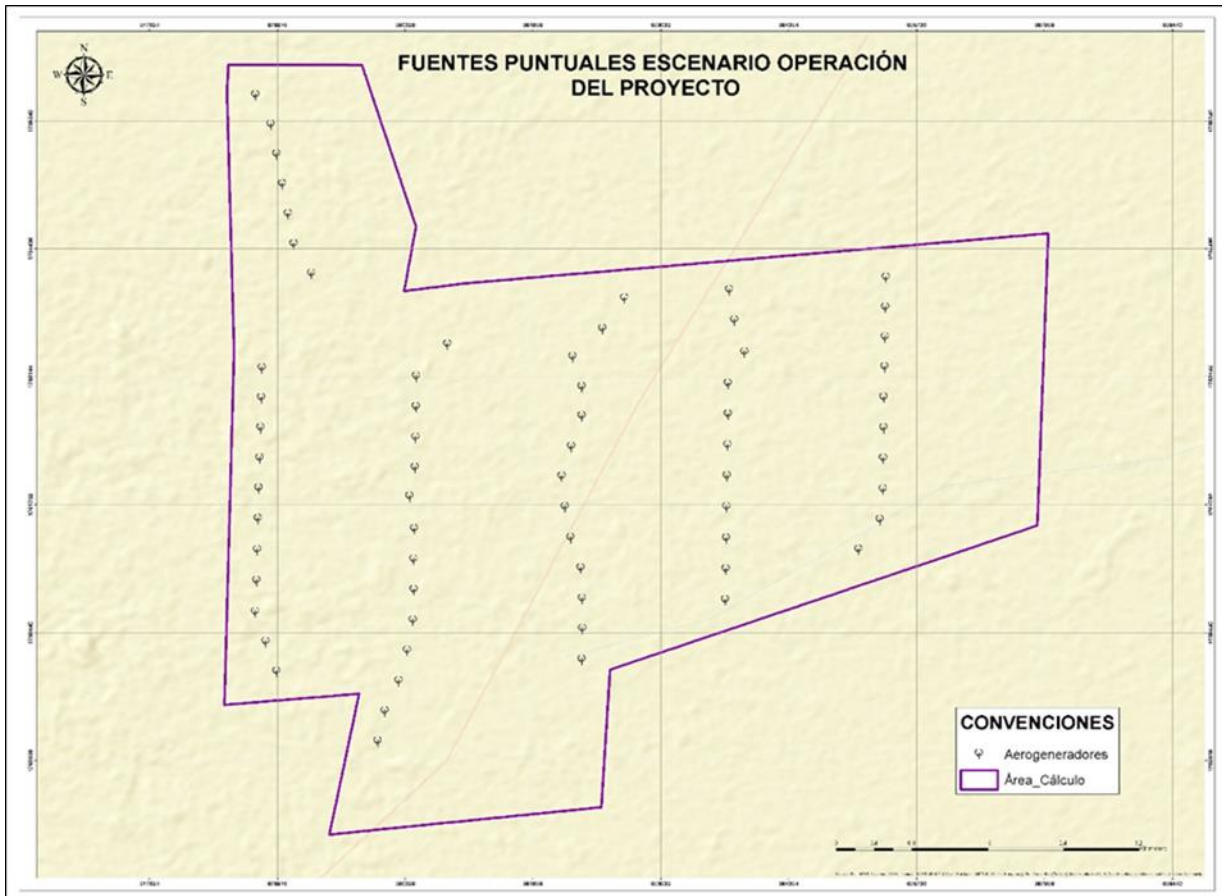


Figura 2-35. Fuentes puntuales operación del proyecto

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.4 Caracterización del medio biótico

A continuación, se describen las metodologías utilizadas para la caracterización del medio biótico

2.3.4.1 Ecosistemas

2.3.4.1.1 Zonas de vida

Las zonas de vida se definen según Holdridge¹¹² “como asociaciones vegetales dentro de una división natural de clima, las cuales, tomando en cuenta las condiciones edáficas y etapas de sucesión, tienen una fisonomía general en cualquier parte del mundo”. Las zonas de vida están definidas principalmente por tres factores climáticos, la temperatura media anual (T), la precipitación media anual (P) y la humedad en términos de la relación entre evapotranspiración potencial (EVTP) y precipitación en valores promedios anuales¹¹³.

Dado que Holdridge seleccionó la vegetación como el factor principal para medir los efectos de la temperatura, porque la vida vegetal es de la que depende la vida animal, la biotemperatura anual promedio es la medida de calor usada para la clasificación, ésta se expresa en grados centígrados (°C) y está en un rango entre 0°C y 30°C que es el rango en que se estima hay crecimiento vegetativo.

Para determinar la biotemperatura promedio anual de una zona específica, se deben tener presente los siguientes criterios:

- Si la temperatura promedio anual es menor de 0°C entonces la biotemperatura será 0°C. Esto debido a que se ha observado que en las regiones más frías en donde la temperatura no sobrepasa los 0°C durante algunos periodos, la vegetación está inactiva.
- Si la temperatura promedio anual está entre 0°C y 24°C, la biotemperatura es igual a la temperatura, esto únicamente para la zona tropical.
- Si la temperatura promedio anual es mayor de 24°C, la biotemperatura se determinará con la siguiente ecuación¹¹⁴:

$$Biotemp = T - \left(\frac{3 * \text{gradoslatitud}}{100} \right) * (T - 24)^2$$

A partir del mapa de temperatura promedio anual construido con las siguientes estaciones climáticas de La Guajira (Tabla 2-49), se determinó el mapa de biotemperatura (Figura 2-36).

¹¹² HOLDRIDGE, L. Ecology based on life zones. San José, Costa Rica. American Institute of Agricultural Sciences (IICA), 1978.

¹¹³ ESPINAL, L.S. Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia. Memoria explicativa sobre el Mapa Ecológico de Colombia. Bogotá D. C.: IGAC, 1977.

¹¹⁴ HOLDRIDGE, L. Op. cit. p. 2-120.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 2-49. Estaciones climáticas usadas para determinar la temperatura promedio mensual en el área del proyecto ALPHA.

Nombre estación	Coordenada X	Coordenada Y	Cota
Apto Maicao	872028,79	1752738,86	53
Manaure	847110,48	1795014,21	1
Rancho Grande	919410,22	1784449,69	50

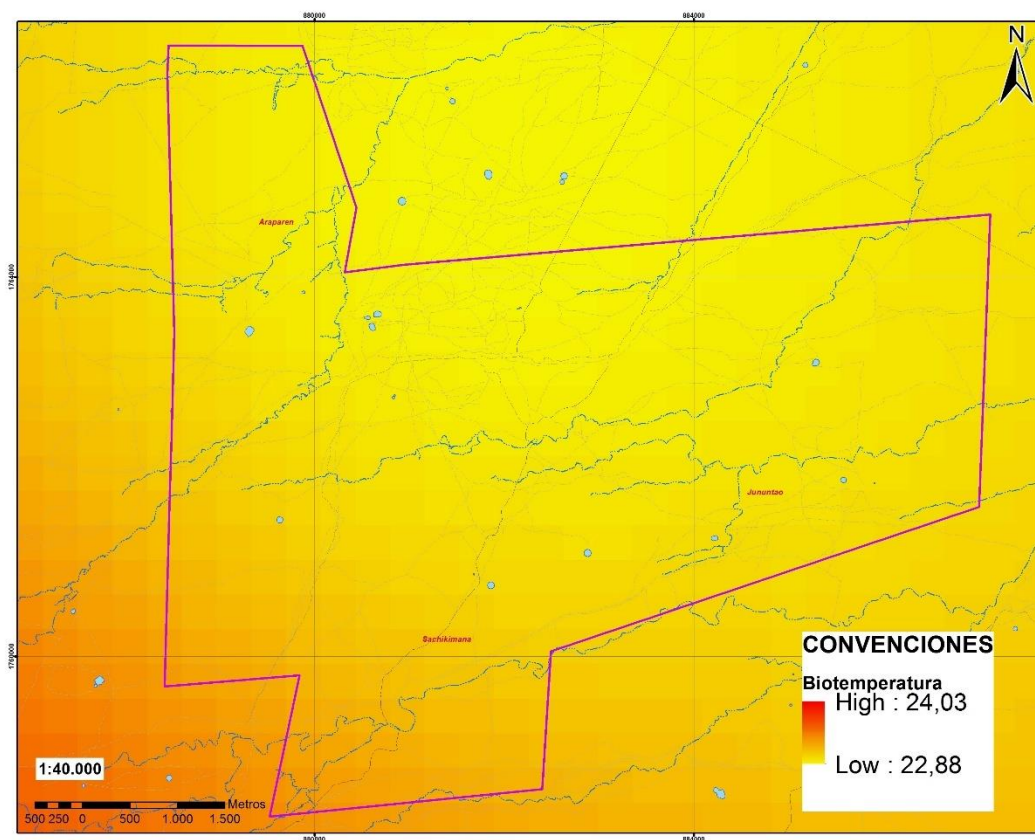


Figura 2-36. Mapa biotemperatura de la zona

La precipitación, es otro de los factores utilizado para definir climáticamente las zonas de vida, se expresa en milímetros (mm), y corresponde al agua que cae en forma de lluvia, nieve, granizo

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

o niebla. La precipitación media anual se determinó a partir del mapa de isoyetas (

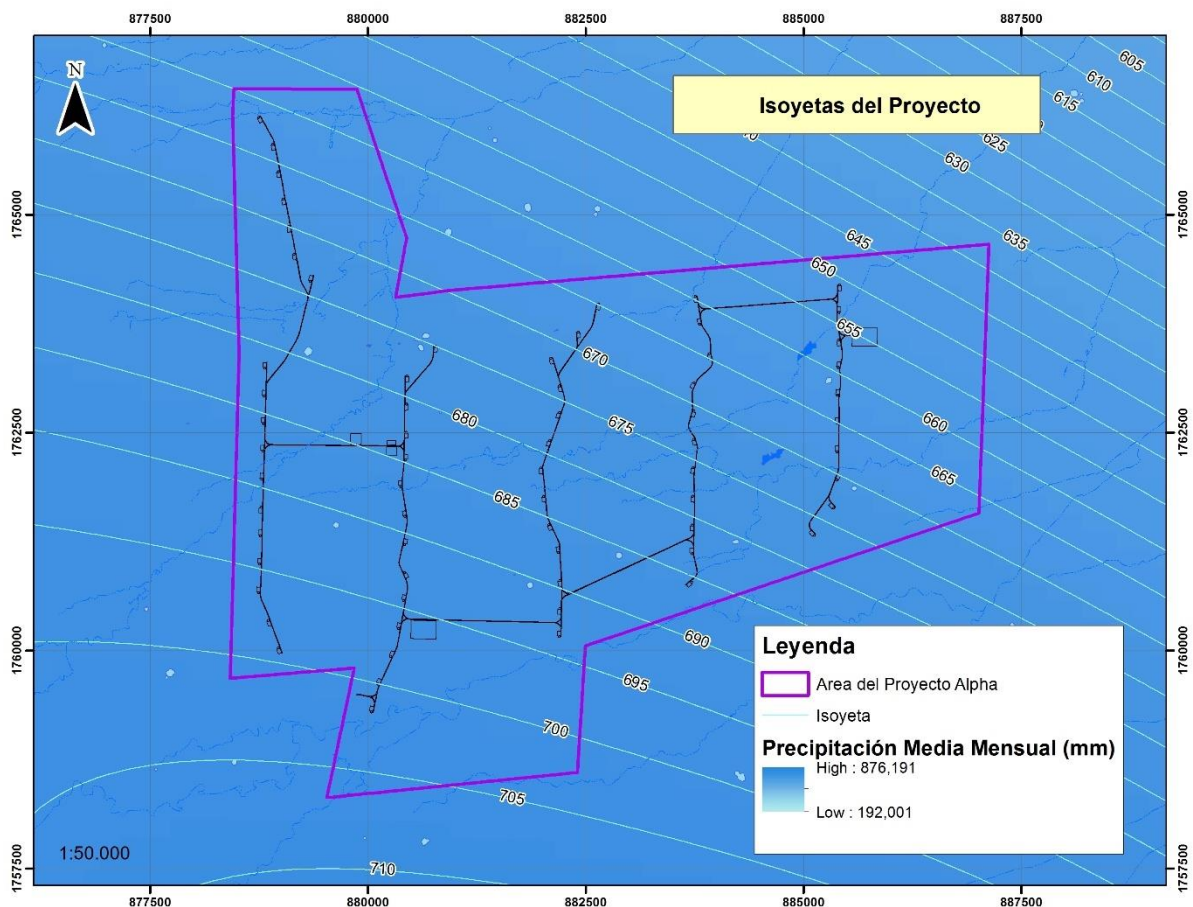


Figura 2-37) construido con las siguientes estaciones climáticas (Tabla 2-50):

Tabla 2-50. Estaciones climáticas usadas para determinar la precipitación promedio mensual y anual en el área del proyecto ALPHA.

Nombre estación	Coordenada X	Coordenada Y	Cota
Jojoncito	903279,54	1798146,99	120
Paraguachon	884844,79	1748279,54	35
Orochon	878681,96	1798258,96	100
Esc Ceura	847791,24	1757385,01	85
Huimpecht	899393,0432	1778457,159	10
Maicao	872014,3613	1750897,363	50
Apto Maicao	872028,7845	1752738,865	53

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

--

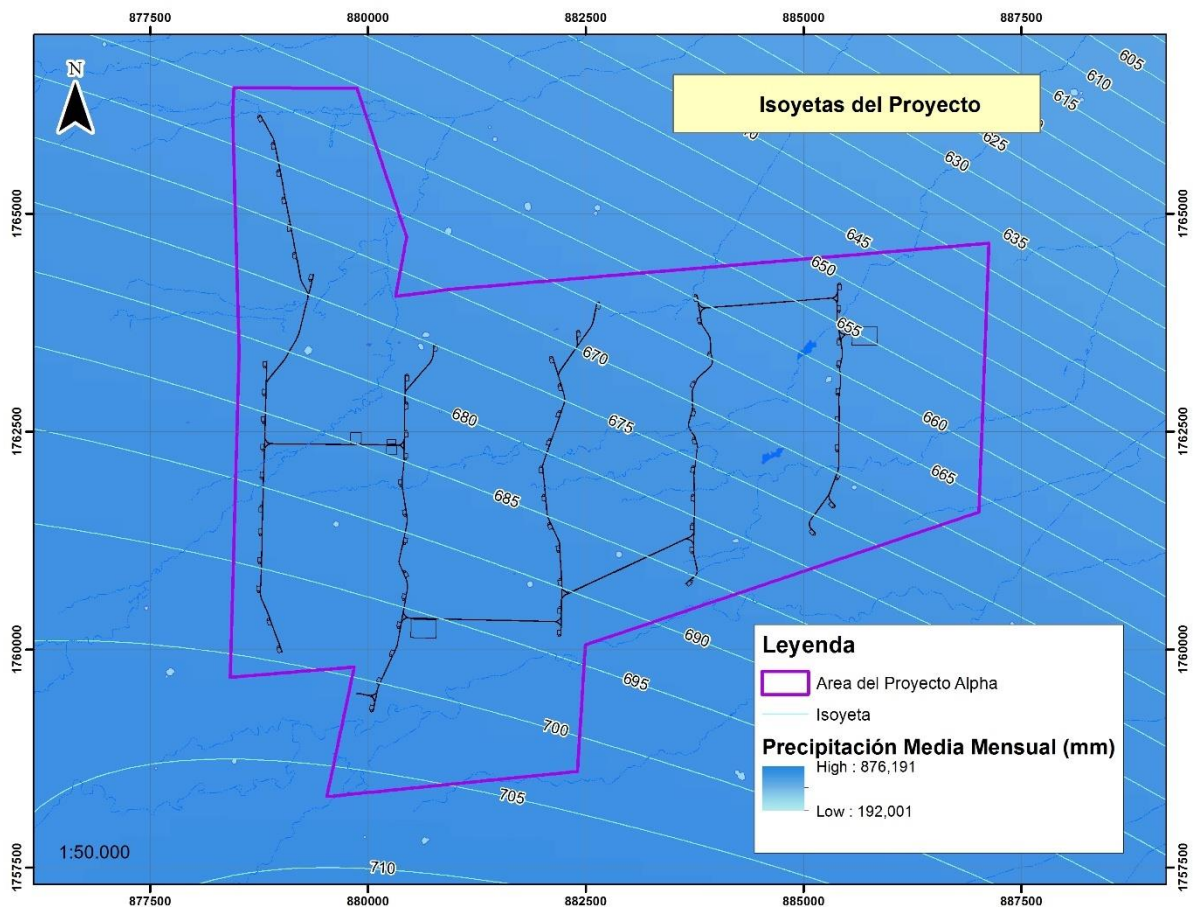


Figura 2-37. Mapa de isoyetas de la zona

Para la humedad, la medida adecuada sería la evapotranspiración potencial, ésta es la cantidad teórica de agua que podría ser cedida a la atmósfera, por la cobertura natural de la zona, en un clima y suelo dados, si existiera agua suficiente pero no excesiva durante la etapa de crecimiento de la vegetación¹¹⁵.

Debido a que la evapotranspiración potencial es la cantidad de agua que potencialmente puede utilizar la vegetación y, la precipitación es la cantidad de agua disponible para el uso potencial en transpiración de las plantas y en evaporación, la relación de evapotranspiración potencial y precipitación es una medida más apropiada de la humedad. Esta relación se determina dividiendo el valor de evapotranspiración potencial media por el valor de

¹¹⁵ HOLDRIDGE, L. Op. cit. p. 2-120.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

precipitación media anual y puede utilizarse para hacer comparaciones relativas de sitios distintos¹¹⁶.

La evapotranspiración potencial se determinó usando la fórmula propuesta por Hargreaves y Samani¹¹⁷:

$$ET_o = 0,0023(t_{med} + 17,78) * R_o * (t_{max} - t_{min})^{0,5}$$

Donde:

ET_o = evapotranspiración potencial

t_{med} = temperatura media mensual (°C)

R_o = Radiación solar extraterrestre

t_{max} = temperatura máxima mensual

t_{min} = temperatura mínima mensual

Una vez obtenidas estas variables (biotemperatura media anual, precipitación media anual y la relación de evapotranspiración) se procede a realizar las siguientes clasificaciones:

Tabla 2-51. Rangos las variables para determinar zonas de vida

Temperatura media anual		Precipitación media anual		Evapotranspiración potencial media anual	
Rango (°C)	Valor	Rango (mm)	Valor	Rango (adimensional)	Valor
0 - 1,5	1	0 - 62,5	1	0,125 - 0,187	1
1,5 - 2,25	2	62,5 - 125	2	0,187 - 0,25	2
2,25 - 3	3	125 - 187,5	3	0,25 - 0,375	3
3,0 - 4,5	4	187,5 - 250	4	0,375 - 0,5	4
4,5 - 6,0	5	250 - 375	5	0,5 - 0,75	5
6,0 - 9,0	6	375 - 500	6	0,75 - 1,0	6
9,0 - 12,0	7	500 - 750	7	1,0 - 1,5	7
12,0 - 17,0	8	750 - 1000	8	1,5 - 2	8
17,0 - 19,0	9	1000 - 1500	9	2,0 - 3,0	9
19,0 - 24,0	10	1500 - 2000	10	3,0 - 4,0	10
mayor a 24	11	2000 - 3000	11	4,0 - 6,0	11
		3000 - 4000	12	6,0 - 8,0	12

¹¹⁶ HOLDRIDGE, L. Op. cit. p. 2-120.

¹¹⁷ HARGREAVES, G.H., SAMANI, Z.A. Reference crop evapotranspiration from temperature. 1985. Applied Eng. in Agric., 1(2): 96-99.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Temperatura media anual		Precipitación media anual		Evapotranspiración potencial media anual	
Rango (°C)	Valor	Rango (mm)	Valor	Rango (adimensional)	Valor
		4000 - 6000	13	8,0 - 12,0	13
		6000 - 8000	14	12,0 - 16,0	14
				16,0 - 24,0	15
				24,0 - 32,0	16

Una vez realizada la clasificación de las variables, la información obtenida se cruza con el diagrama de clasificación propuesto por Holdridge¹¹⁸ (Figura 2-38) y se determina el nombre y zonas de vida para cada región de polígono homogéneo.

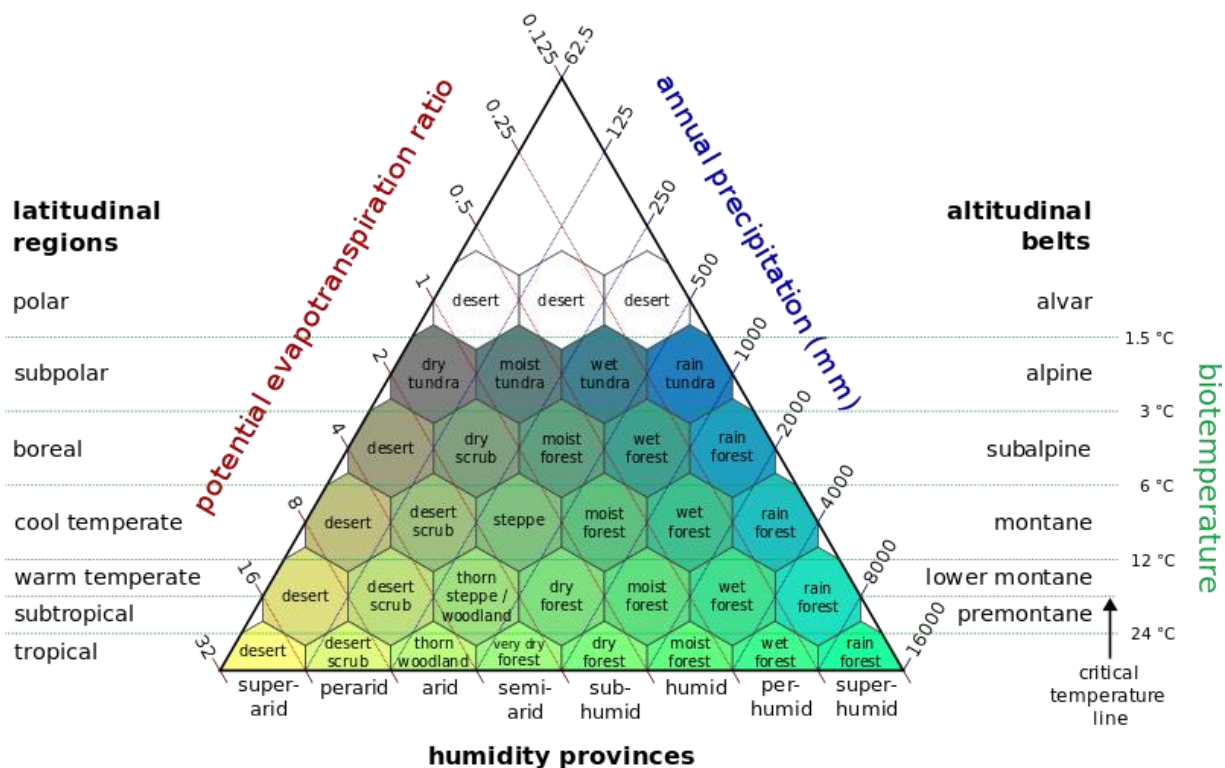


Figura 2-38. Diagrama de zonas de vida (Holdridge, 1978)¹¹⁹

¹¹⁸ HOLDRIDGE, L. Op. cit. p. 2-120.

¹¹⁹ HOLDRIDGE, L. Op. cit. p. 2-120.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.4.1.2 Coberturas de la tierra

La identificación de las coberturas de la tierra, durante el proceso de elaboración de un estudio de impacto ambiental, se convierte en una de las fuentes de información que permite tener una percepción del uso y presiones que se le está dando a la tierra en ámbitos como: conservación, agricultura, urbanismo, entre otras; permitiendo realizar la planeación adecuada de la actividad que se pretenda desarrollar.

La determinación de las coberturas vegetales se realizó utilizando procesos de fotointerpretación con triangulación en campo, siguiendo la toponimia de la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia¹²⁰, para lo cual se desarrollaron dos fases:

- Fase previa

Durante esta fase se realizaron las actividades de planeación, revisión de información secundaria y fotointerpretación de coberturas.

Para el proceso de fotointerpretación se usaron los siguientes insumos:

- Imagen satelital de los sensores Worldview-2 y GeoEye-1

A través de un mosaico compuesto por imágenes satelitales de los sensores Worldview-2 y GeoEye-1 en modo pansharpened de junio de 2014 y enero de 2015, respectivamente, cuyas características se muestran en la Tabla 2-52, se realizó un mapa preliminar de coberturas vegetales. Dicho mapa se obtuvo a una escala 1:10.000 con una unidad mínima de mapeo de 0,25 ha y se realizó con el programa ArcGis 10.2.

Tabla 2-52. Características de los sensores Worldview-2 y GeoEye-1

Worldview-2		
Características del sensor	Valores	
Resolución espectral	Banda	nanómetros
	Azul	450-510
	Verde	510-580
	Rojo	630-690
	NIR	770-895
Resolución espacial	0,5 m	
Resolución radiométrica	11 bits/pixel	
GeoEye-1		
Características del sensor	Valores	
Resolución espectral	Banda	nanómetros
	Azul	450-510

¹²⁰ IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Worldview-2		
	Verde	510-580
	Rojo	655-690
	NIR	770-920
Resolución espacial	0,5 m	
Resolución radiométrica	11 bits/pixel	

- Fase de rectificación

Durante esta fase se ajustó el mapa preliminar de coberturas, usando los siguientes insumos:

- Triangulación en campo

Las coberturas determinadas a través de la fotointerpretación realizada con las imágenes satelitales fueron corroboradas en campo y rectificadas en los casos donde fue necesario.

- Ortofoto

Con una ortofoto de 0,15 m de resolución espacial, tomada entre los días 5 y el 7 de julio de 2017, se realizó una corroboración y rectificación final del mapa de coberturas realizado con las imágenes satelitales, lo anterior permitió ajustar la escala del mapa de coberturas hasta 1:2.000 con una unidad mínima de mapeo de 0,01 ha. Todo el análisis fue realizado con el programa ArcGis 10.2. La ortofoto presenta las siguientes características (Tabla 2-53):

Tabla 2-53. Características de la ortofoto.

Ortofoto		
Características de la ortofoto	Valores	
Resolución espectral	Banda	nanómetros
	Azul	400-600
	Verde	480-660
	Rojo	580-720
	NIR	620-100
Resolución espacial	0,15 m	
Resolución radiométrica	32 bits/pixel	

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.4.1.3 Biomas y Ecosistemas

Los biomas se consideran como un conjunto de ecosistemas terrestres afines por sus rasgos estructurales y funcionales, los cuales se diferencian por sus características vegetales^{121, 122}. Por su parte, de acuerdo al Convenio sobre diversidad biológica (Ley 165 de 1994)¹²³, un ecosistema se define como un complejo de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente, que interactúan como una unidad funcional relativamente homogénea.

Para la construcción del mapa de ecosistemas terrestres del área del proyecto se siguió la metodología propuesta en el documento de Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia¹²⁴. Se partió de la integración de tres capas (geopedología, zonificación climática y coberturas de la tierra)

El mapa de geopedología, se construyó con la información obtenida de los estudios de suelos, y de geomorfología incluidos en la línea base del EIA, además del Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento de La Guajira¹²⁵. El mapa Geopedológico resultante incluye características geomorfológicas como paisaje y ambiente morfogenético y características pedológicas como drenaje natural, pendiente y composición taxonómica.

El mapa de zonificación climática, fue construido mediante la intersección de los mapas fuente de precipitación y de temperatura, a partir los cuales se obtuvo el mapa resultante, cuyos polígonos relacionan un rango de precipitación con un rango termal, llegando de esta forma a una descripción de la diversidad climática, correspondiente a la zonificación climática.

El mapa de coberturas de la tierra se realizó utilizando la metodología CORINE Land Cover tomada del estudio adaptado para Colombia por el IDEAM (2010), como previamente fue descrito (ver numeral 2.3.4.1.2).

Los tres mapas generados fueron integrados para conformar una unidad síntesis, al cual se le realizó la generalización manual de polígonos. Una vez se obtuvo el mapa de unidad síntesis se determinaron los grandes biomas a partir de la reclasificación de la zonificación climática en provincias de humedad.

Posterior a la definición de los grandes biomas se identificaron los biomas presentes, teniendo en cuenta la zonificación hidrográfica (zonas y subzonas hidrográficas), además de criterios de geopedología y altitud. Con base en lo anterior y en literatura, se determinó la existencia

¹²¹ WALTER, H. Vegetation of the Earth and ecological systems of the geobiosphere. Tercera edición. New York: Springer-Verlag, 1985. p. 318.

¹²² HERNÁNDEZ, C.J. y SÁNCHEZ P. Biomas terrestres de Colombia. La diversidad biológica de Iberoamérica, Vol. I. En: Acta Zoológica Mexicana, Nueva Serie, Volumen Especial, 1992, p. 153–173.

¹²³ CONVENIO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE DIVERSIDAD BIOLÓGICA. Ley 165 de 1994.

¹²⁴ IDEAM, IGAC, IAVH, INVEMAR, I. SINCHI e IIAP. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Bogotá D. C: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI., 2007. p. 276 + 37 hojas cartográficas.

¹²⁵ INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Subdirección de suelos. Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de La Guajira. Escala 1: 100.000. Imprenta nacional de Colombia. Bogotá. 2009. p. 489.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

de zonobiomas, orobiomas y/o helobiomas para la zona de estudio. Los helobiomas se definen por criterios como zonas planas vulnerables a la inundación tales como: lagunas, lagos, humedales, condiciones climáticas y topográficas. Los orobiomas, teniendo en cuenta la altura sobre el nivel del mar, clima y temperatura y, por último, para los zonobiomas el clima y la temperatura fueron los mayores criterios para su definición.

Finalmente, los ecosistemas se definieron a partir de la concatenación del mapa de coberturas de la tierra y el mapa de biomas.

2.3.4.1.4 Distritos biogeográficos

Las provincias biogeográficas se definen como “territorios extensos que poseen un gran número de especies y algunos géneros endémicos. Además, tienen grupos afines de series y geoserias de vegetación propios o exclusivos, así como peculiares y característicos patrones de zonación altitudinal de la vegetación”, este concepto a su vez genera otro término conocido como “distrito biogeográfico” el cual es definido como “áreas con subespecies, especies y asociaciones vegetales propias, que presenta también geoserias y cliserias altitudinales originales”¹²⁶

Utilizando la información de las Unidades Biogeográficas de Colombia propuestas por Hernández y otros¹²⁷, se determinaron los distritos biogeográficos para el área de influencia única y biótica del proyecto ALPHA.

2.3.4.1.5 Ecosistemas terrestres

2.3.4.1.5.1 Flora

Partiendo de la premisa de comprender las condiciones bióticas existentes en el área del proyecto, tales como composición, estructura, estado sucesional, características de la regeneración, entre otros. Se realizó la caracterización de la vegetación, siguiendo los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia (TdR) para Proyectos de Uso de Energía Continental emitidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA¹²⁸.

Los resultados obtenidos en la caracterización biótica, sumados a las caracterizaciones abióticas y sociales permitieron formular estrategias, programas y proyectos encaminados al establecimiento de medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación que deben implementarse antes, durante y después de la ejecución del proyecto.

En términos generales, los principales requerimientos que piden los TdR para la caracterización biótica son:

- Inventario de especies por unidad de cobertura.

¹²⁶ HERNÁNDEZ J., HURTADO A., ORTIZ R., WALSCHBURGER T. 1992. Unidades biogeográficas de Colombia. En: La Diversidad Biológica de Iberoamérica I. G. Halffter, (ed). Acta Zoológica Mexicana, Instituto de Ecología, A.C., México, México. pp.: 105-151.

¹²⁷ HERNÁNDEZ J.I., WALSCBULGER T., ORTIZ R. Op. cit. p. 2-9.

¹²⁸ MINISTRO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1312 de 2016. Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de proyectos de uso de fuentes de energía eólica continental y se toman otras determinaciones.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- Técnicas del muestreo.
- Estado sucesional.
- Grado de sociabilidad.
- Abundancia, dominancia y frecuencia.
- Índice de Valor de Importancia – IVI.
- Densidad y distribución por clase diamétrica y altimétrica de las diferentes especies encontradas.
- Diagnóstico y análisis de la regeneración natural (dinámica sucesional para brinzales y latizales).
- Perfiles de vegetación por unidad de cobertura vegetal, con su respectivo análisis.
- Importancia económica, ecológica y/o cultural de las especies.
- Usos de las especies.
- Presiones existentes sobre la flora
- Coberturas vegetales y uso actual del suelo.
- Análisis de la fragmentación.

Es por esto, que la metodología que se propone en los siguientes numerales, se presenta conforme al esquema metodológico de la Figura 2-39:

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			



Figura 2-39. Esquema metodológico para el componente flora.

2.3.4.1.5.1.1 Especies de flora potenciales en el área del proyecto

Para identificar las especies vegetales potencialmente presentes en el AIB, se hizo una revisión de información secundaria que incluyó bases de datos especializadas como el Catálogo de plantas y líquenes de Colombia¹²⁹, TROPICOS¹³⁰, Herbario Nacional Colombiano COL¹³¹, Global Plants¹³² y Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia SIB¹³³),

¹²⁹ Catálogo de Plantas y líquenes de Colombia [BERNAL, R.; GRADSTEIN, S.R. & M. CELIS (eds.). en línea]. <<http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>>. [citado el 24 de agosto de 2017].

¹³⁰ TROPICOS [en línea]. <<http://www.tropicos.org>>. [citado el 24 de agosto de 2017].

¹³¹ Colección Instituto de Ciencias Naturales ICN [en línea]. <http://www.biovirtual.unal.edu.co/es/colecciones/search/plants/> [citado el 24 de agosto de 2017].

¹³² Global Plants [en línea]. <<https://plants.jstor.org/>>. [citado el 24 de agosto de 2017].

¹³³ SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE BIODIVERSIDAD DE COLOMBIA. SiB Colombia. [En línea] <<http://www.sibcolombia.net/web/sib/home>> [citado el 24 de agosto de 2017].

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

literatura especializada, el Index Fungorum¹³⁴, Libro Rojo de Briofitas de Colombia¹³⁵ y literatura especializada como la de Rincón-Espitia, *et al.* (2011)¹³⁶ y Rangel-Ch. (2008)¹³⁷, La taxonomía y nomenclatura de las especies fue corroborada a través de las bases de datos como The Plant List¹³⁸ e Internacional Plant Names Index¹³⁹.

2.3.4.1.5.1.2 Inventario de la vegetación leñosa y herbácea terrestre en el área de influencia biótica del proyecto

El inventario en el área de influencia biótica fue realizado en las coberturas naturales de arbustal denso (Ard), arbustal abierto (Ara) y tierras desnudas y degradadas (Tdd) pertenecientes al área de influencia biótica del proyecto. Para tal fin se realizó un diseño de muestreo aleatorio simple, con un error de muestreo no mayor al 15% y una confiabilidad del 95%, en cada cobertura. El muestreo fue realizado entre los días 06 y 26 de junio de 2017.

- **Diseño de parcelas y unidad de muestreo**

Se establecieron bloques georreferenciados de entre 200 m² y 1000 m² conformados por una (1) a cinco (5) parcelas tipo RAP (*Rapid Assessment Program*) utilizadas por Gentry¹⁴⁰ y modificadas por ISA-JAUM¹⁴¹, cada parcela de 50m x 4m (200 m²) para el muestreo de fustales y, dentro de cada una de estas parcelas se estableció una (1) subparcela de 5m x 4m (20 m²) para el muestreo de latizales, brinzales y renuevos (Figura 2-40).

¹³⁴ Index Fungorum [en línea]. <http://www.indexfungorum.org> [citado el 24 de agosto de 2017].

¹³⁵ LINARES, E.L. Y J. URIBE-MELENDEZ. Libro rojo de briofitas de Colombia. Libros rojos de especies amenazadas de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales / Universidad Nacional de Colombia. 2002. p. 170.

¹³⁶ RINCÓN-ESPITIA, A., AGUIRRE, J. y R. LÜCKING. Líquenes corticícolas en el Caribe Colombiano. *En: Caldasia*, 2011, vol. 33, no.2, p. 331-347.

¹³⁷ RANGEL-CH., J.O. (Ed.). Colombia Diversidad Biótica VI: Riqueza y diversidad de los musgos y líquenes en Colombia. Bogotá D.C.: Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia. 2008. p. 616.

¹³⁸ The Plant List Version 1.1. [En línea] <http://www.theplantlist.org/> [citado el 24 de agosto de 2017].

¹³⁹ The Internacional Plant Names Index [En línea] <http://www.ipni.org/> [citado el 24 de agosto de 2017].

¹⁴⁰ GENTRY, A.H. Patterns of Neotropical plant species diversity. *Evol. Biol.* 1982. 15: p.1-84.

¹⁴¹ ISA-JAUM. Propuesta metodológica de parcelas normalizadas para los inventarios de vegetación. Equipo de investigación Convenio ISA-JAUM. Medellín. 2004. p. 3-10.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

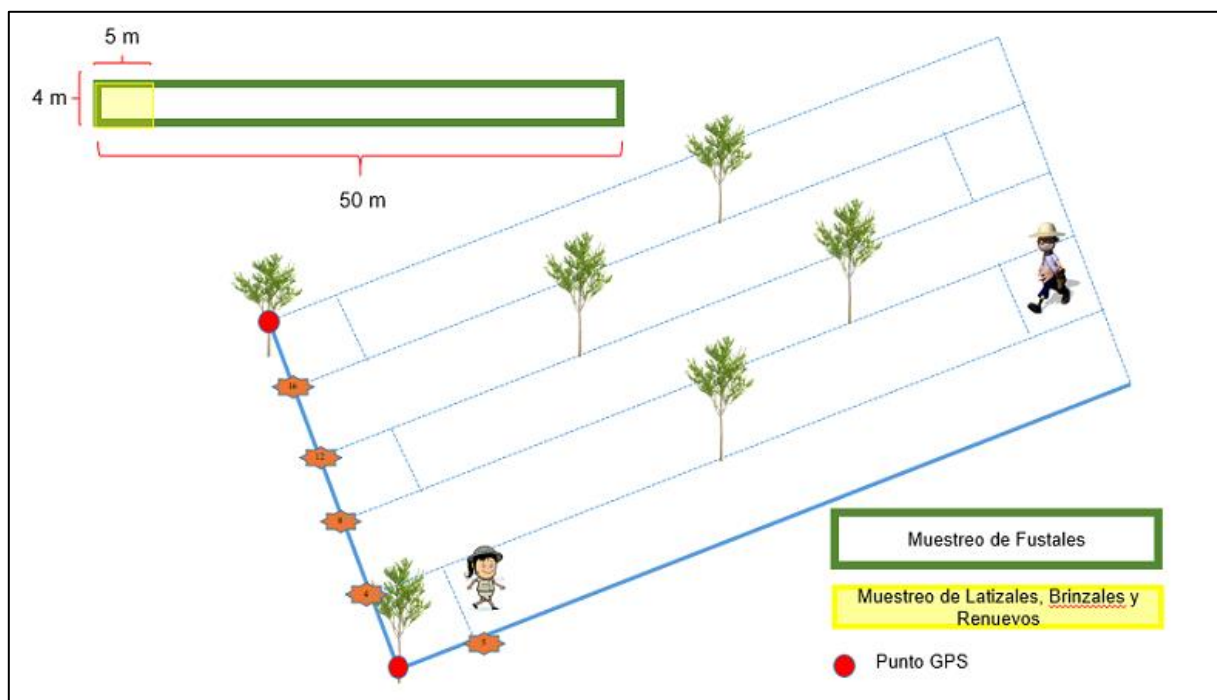


Figura 2-40. Representación esquemática de las parcelas en bloque a establecer para la caracterización florística

En la categoría de fustales se agrupan todos los Individuos con $DAP \geq 10$ cm; por su parte en la categoría de latizales; los individuos *con* $DAP \geq 5$ cm y < 10 cm; los brinzales corresponden a los Individuos leñosos con una altura total (Ht) ≥ 30 cm y $DAP < 5$ cm y todos los individuos de hábito de crecimiento herbáceo; finalmente los renuevos corresponden a individuos leñosos con $Ht < 30$ y $DAP < 5$ cm.

En total se establecieron 189 parcelas dentro del AIB, distribuidas así: 120 parcelas en el Arbustal abierto (Ara), 16 parcelas en el Arbustal denso (arld) y 53 en Tierras desnudas y degradadas (Tdd), como se muestra en la Tabla 2-54. En cada parcela se censaron todos los individuos fustales con $DAP \geq 10$ cm.

Tabla 2-54. Número de parcelas establecidas por cobertura.

Cobertura	Nomenclatura	No. Parcelas
Arbustal abierto	Ara	120
Arbustal denso	Arld	16
Tierras desnudas y degradadas	Tdd	53
Total		189

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

La **unidad de muestreo** para la caracterización de los fustales son las parcelas de 200 m² (50m x 4m), mientras que para los latizales, brinzales y renuevos la unidad de muestreo corresponde a las subparcelas de 20 m² (5m x 4m). Los fustales se definieron así:

- **Selección de los sitios de muestreo**

Con base en el diseño de un muestreo aleatorio simple (MAS), para seleccionar los sitios de muestreo se dividió el área total efectiva de cada una de las coberturas de análisis: arbustal abierto (Ara), arbustal denso (Ard) y tierras desnudas y degradadas (Tdd); en bloques de muestreo del tamaño deseado (50m x 20m). A cada bloque se le asignó un número consecutivo con el fin de generar una matriz de datos, con la cual, por medio de un proceso de aleatorización realizado con el programa Microsoft Excel®, se escogió una muestra al azar, garantizando que cada bloque tuviera igual probabilidad de ser escogido como parte de la muestra. Los bloques se seleccionaron sin reemplazo, es decir, que cada bloque solo pudo ser escogido una vez.

- **Estadísticos del muestreo**

Con el fin de cumplir con los Términos de Referencia¹⁴², se realizó un diseño de muestreo aleatorio simple, con un error de muestreo no mayor al 15% y una confiabilidad del 95%, en cada cobertura. No obstante, con el fin de conocer la variabilidad de los datos y el tamaño de muestra óptimo, se realizó un premuestreo¹⁴³, como se muestra a continuación:

- Premuestreo:

Cálculo del tamaño de muestra: El tamaño de la muestra es el número de parcelas que se deben muestrear para obtener el error deseado para una variable o parámetro particular de la población¹⁴⁴. El parámetro usado para el cálculo de los estadísticos tanto del premuestreo como del muestreo fue el volumen por especie; por lo tanto.

La fórmula usada para el cálculo del tamaño de muestra fue:

$$n = \frac{CV^2 t^2}{E^2 + \frac{CV^2 t^2}{N}}$$

Donde:

$$CV: \text{Coeficiente de variación} = \left(\frac{\delta}{\mu} \right) * 100$$

δ = Desviación estándar

μ = Media muestral

t : Wvalor estadístico de t para $(n - 1)$ grados de libertad y una significancia del 5% ($\alpha = 0,05$)

¹⁴² MINISTRO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Op.cit. p. 2-3.

¹⁴³ CORANTIOQUIA. Guía para la formulación de planes de manejo. 2003. 1° Edición. 80 pp.

¹⁴⁴ COCHRAN, W.G. Sampling techniques. 1977. Third Ed. New York, John Wiley and Sons. 428 p.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

E: error deseado

N = tamaño de muestra poblacional

Los estadígrafos usados para el cálculo del premuestreo se especifican a continuación:

Tabla 2-55. Estadígrafos del muestreo en el Área de Influencia Biótica

Estadígrafos	Ara	Arld	Tdd
Media	0,15	0,13	0,03
Varianza	0,02	0,00	0,00
Desviación estándar	0,12	0,04	0,01
Coefficiente de variación (%)	83,55	27,46	47,99
Número de parcelas (n muestreado)	120,00	16,00	53,00
Tamaño de muestra (n calculado)	60,41	7,80	23,19
Error mínimo admisible (%)	15,00	15,00	15,00

De la tabla anterior, cabe destacar que el n muestreado que correspondió a 189 parcelas distribuidas así: 120 para el Ara, 16 para el Arld y 53 para las Tdd, logró superar el tamaño de muestra óptimo (n calculado), que corresponde a 60,41 para Ara, 7,80 para Arld y 23,19 para Tdd. Es decir, con el premuestreo (n muestreado) se abarcó el coeficiente de variación. Teniendo en cuenta que cada una de las parcelas establecidas tuvieron un área de 200 m² (0,02 ha), para el arbustal abierto se muestrearon 2,4 ha, para el arbustal denso 0,32 ha y para las tierras desnudas y degradadas 1,06 ha. En el Anexo 27. Permiso de aprovechamiento forestal, se puede observar la base de datos con los resultados del muestreo realizado y las coordenadas de cada una de las parcelas.

Una vez obtenido el tamaño de muestra óptimo para cada cobertura, éste se utilizó para el cálculo del error de muestreo.

- Muestreo aleatorio simple (MAS)

En vista de que se realizaron muestreos aleatorios simples para cada cobertura de análisis, el cálculo del error también se realizó para cada cobertura (Ara, Arld, Tdd), utilizando los siguientes parámetros:

Error estándar de la media

$$S_x = \sqrt{\frac{\delta}{N}}$$

Donde:

δ = Desviación estándar

N = tamaño de muestra poblacional

Error de muestreo absoluto

$$\text{Error muestreo absoluto} = S_x * t$$

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Donde:

Sx = error estándar de la media

t = valor estadístico de t para $(n - 1)$ grados de libertad y una significancia del 5% ($\alpha = 0,05$)

Error de muestreo relativo

$$\text{Error muestreo relativo} = \frac{Sx * t}{\bar{X}}$$

Donde

$\bar{X}$: media muestral

- **Técnica de muestreo**

A continuación, se detalla la metodología usada en campo para el inventario de la vegetación leñosa y herbácea terrestre en el área de influencia biótica del proyecto.

Utilizando cinta métrica y cuerda para amarres, se delimitaron los bloques y las parcelas pertenecientes a cada bloque. Cada bloque fue marcado y georreferenciado en uno de sus vértices, como se muestra en la Imagen 2-15. En cada parcela establecida dentro de los bloques, se midieron, marcaron e identificaron todos los individuos con diámetro a la altura del pecho $DAP \geq 10$ cm (fustales). Todos los individuos fustales fueron marcados con pintura asfáltica de color amarillo; Las variables dasométricas medidas de cada fustal fueron: circunferencia a la altura del pecho (CAP) (hasta cuatro ramificaciones), altura total (Ht) y altura comercial (Hc). Adicionalmente se tomaron datos sobre su uso y su nombre en lenguaje wayunaiki.

En las subparcelas de 5m x 4m establecidas dentro de cada parcela de 50m x 4m, se censaron los renuevos, brinzales y latizales.



(a)



(b)

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			



(c)



(d)



(e)



(f)

Imagen 2-15. a) Establecimiento de los bloques y parcelas, b) Marcaje de uno de los vértices del bloque, c) y d) Georreferenciación de uno de los vértices del bloque, e) y f) Medición y marcaje de los individuos fustales.

En la Figura 2-41, se puede observar la ubicación de las parcelas dentro del AIB del proyecto y en el Anexo 27. Permiso de aprovechamiento forestal, se incluye la base de datos del muestreo de flora.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

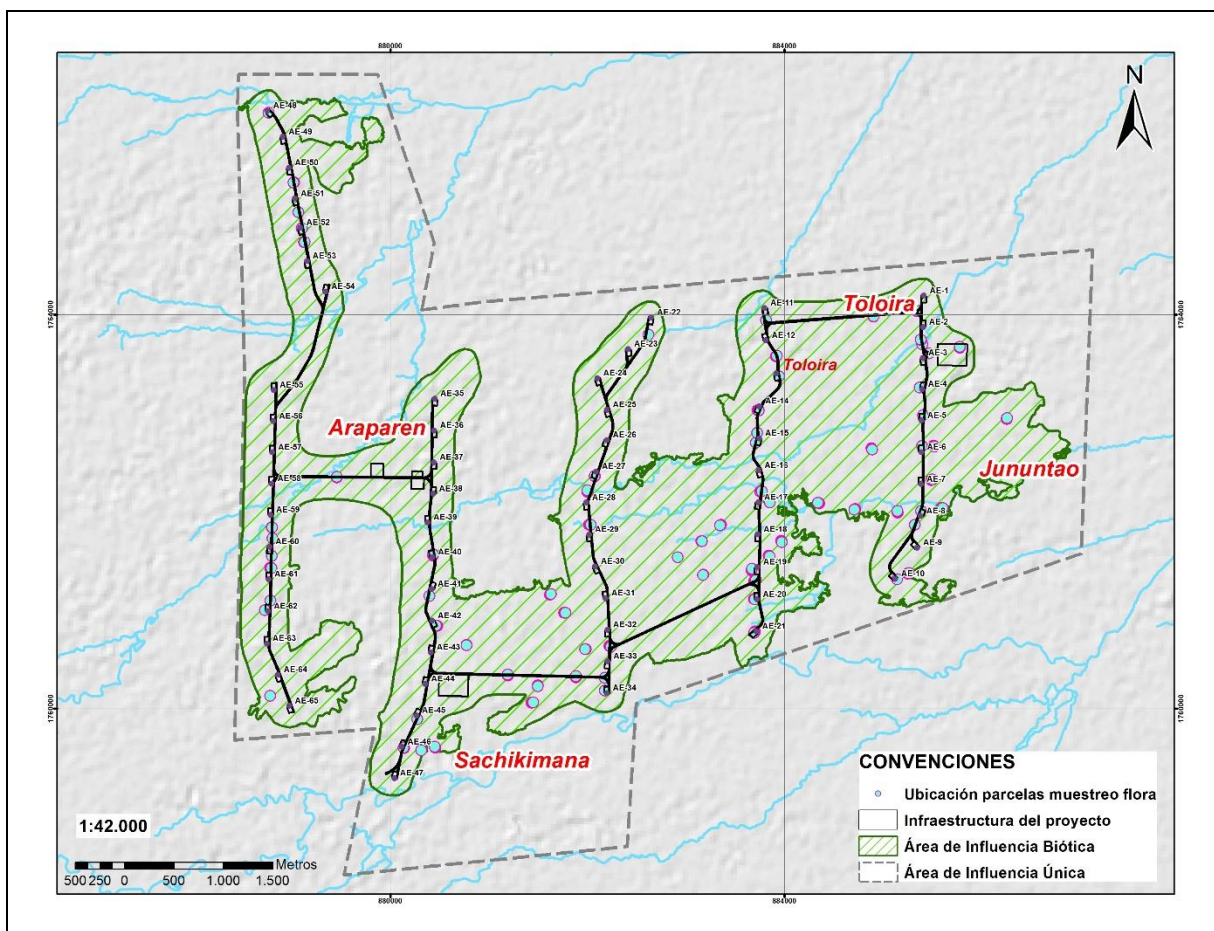


Figura 2-41. Ubicación de las parcelas realizadas para el muestreo de flora.

- **Colección e identificación de especies**

Cada especie fue colectada en campo, por medio de la utilización de tijeras podadoras, ya que no fue necesaria la utilización de cortarramas y binoculares, pues la estructura vertical de la comunidad de plantas, no presentó una alta complejidad, por lo cual el acceso a las ramificaciones y la colecta del material pudo realizarse solo con tijeras podadoras (Imagen 2-16).

A cada especie se le colectaron entre dos y cuatro muestras botánicas, además, se registraron todas las características que pudiesen desaparecer una vez fueran colectadas, tales como: exudados, olores, indumentos, sabores, colores. Los ejemplares colectados fueron herborizados siguiendo las técnicas tradicionales propuestas por Lot y Chiang¹⁴⁵.

¹⁴⁵ LOT, A., y CHIANG, F. Manual de herbario. *Consejo Nacional de la Flora de México. México. 1986.*

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Dicha colección se amparó bajo la Resolución 0920 emitida por Corpoguajira el 25 de mayo de 2017 (Anexo 14. Permiso de recolección de especímenes). En el Anexo 15. Certificado de herbario UdeA, se incluye el certificado de determinación y depósito del material vegetal en el Herbario de la Universidad de Antioquia (HUA).

Las muestras botánicas colectadas en campo fueron prensadas sobre hojas de papel periódico previamente rotuladas, posteriormente fueron alcoholizadas con alcohol al 70%, para evitar su descomposición, el desprendimiento de las hojas y el ataque por insectos o microorganismos. El material vegetal previamente alcoholizado fue llevado al Taller del Herbario de la Universidad de Antioquia, donde fue preparado para ser disecado. Las plantas disecadas fueron llevadas al Herbario de la Universidad de Antioquia en el cual se hizo el proceso de identificación taxonómica (Imagen 2-16).

Para la determinación taxonómica de las especies se siguió el sistema de clasificación APG III¹⁴⁶ para Angiospermas. Además, de contar con la ayuda de bibliografía especializada, como claves y descripciones de las especies, la comparación morfológica con los especímenes de referencia depositados en el Herbario HUA, las bases de datos del Missouri Botanical Garden¹⁴⁷ y The plant list¹⁴⁸, y la colaboración de especialistas en algunos grupos o familias botánicas.



(a)



(b)

¹⁴⁶ ANGIOSPERM PHYLOGENY WEBSITE, version 13. [en línea]. < <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>>. [citado el 22 de agosto de 2016]

¹⁴⁷ MISSOURI BOTANICAL GARDEN. [en línea]. < <http://www.missouribotanicalgarden.org>>. [citado el 22 de agosto de 2016].

¹⁴⁸ THE PLANT LIST. [en línea]. < <http://www.theplantlist.org/>>. [citado el 22 de agosto de 2016].

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			



(c)



(d)



(e)



(f)

Imagen 2-16. a) a f) Proceso de colección, prensado e identificación del material vegetal.

- **Consolidación de base de datos**

Posterior a la fase de campo, se conformó una base de datos donde se registraron los datos de las variables medidas y estimadas en campo, la cual fue procesada por medio del programa Microsoft Excel®.

Los datos obtenidos de circunferencia a la altura del pecho (CAP), altura total (Ht) y altura comercial (Hc), fueron usados para el cálculo de las demás variables de interés como se muestra a continuación:

- Diámetro total (m) y área basal (m²)

La circunferencia a la altura del pecho (CAP), se transformó a diámetro a la altura del pecho (DAP), según la siguiente ecuación:

$$DAP = CAP/\pi$$

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

No obstante, en caso de que las plantas presentaran ramificaciones (se midieron hasta cuatro), el DAP se calculó según lo propuesto por Franco-Roselli et al.¹⁴⁹, así:

$$Dt = \sqrt{\left(4 * \frac{At}{\pi}\right)}$$

Donde:

$$At = AB = \sum A_i$$

$$Ai = ABi = \left(\frac{\pi}{4}\right) * (DAP)^2$$

$$At = AB = \text{Área basal total}^{150}$$

$$Ai = ABi = \text{Área basal de cada ramificación}$$

- Volumen total y comercial (m³)

Para el cálculo del volumen se tuvieron en cuenta las siguientes ecuaciones generales:

$$\text{Volumen total (con corteza): } VT = \frac{\pi}{4} DAP^2 * Ht * FF$$

$$\text{Volumen comercial (con corteza): } VC = \frac{\pi}{4} DAP^2 * Hc * FF$$

Donde DAP corresponde al diámetro a la altura del pecho (1,30 m), Ht a la altura total del individuo, Hc a la altura comercial del individuo y FF al factor de corrección del volumen, en este caso 0,7 que es el más usado para especies tropicales¹⁵¹.

- Biomasa y carbono (Kg)

El cálculo de la biomasa se realizó con base en el protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa-carbono en Colombia propuesto por Yepes et al¹⁵², documento que tiene como objetivo proporcionar herramientas técnicas, metodológicas y estándares para la estimación nacional y sub-nacional de biomasa - carbono en Colombia.

¹⁴⁹ FRANCO-ROSSELLI P, BETANCUR J, y FERNÁNDEZ-ALONSO JL. Diversidad florística en dos bosques subandinos del sur de Colombia. Caldasia. 1997. p. 205-234.

¹⁵⁰ MUELLER-DOMBOIS D, y ELLENBERG H. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons Inc., Nueva York. 1974. p. 580.

¹⁵¹ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos. Vol 2. Estimación del Volumen. 1980. Roma. 100 pp.

¹⁵² YEPES A.P., NAVARRETE D.A., DUQUE A.J., PHILLIPS J.F., CABRERA K.R., ÁLVAREZ, E., GARCÍA, M.C. y ORDOÑEZ, M.F. Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa - carbono en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 2001. p. 162.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

La ecuación alométrica usada fue la propuesta para el bosque seco tropical (bs-T), cuyo R^2 corresponde a 0,932:

$$\ln(BA) = a + B1\ln(D)$$

Donde:

a y B1 son constantes que corresponden a -2,235 y 2.3733, respectivamente.

D es el diámetro normal medido a 1,30 m del suelo.

Los resultados de la biomasa obtenida tienen unidades de Kg, pero si se requiere convertir a toneladas, el valor de la biomasa se debe dividir por 1000.

De acuerdo con Clark et al.¹⁵³ y Chave et al.¹⁵⁴, se asume que la biomasa de árboles vivos contiene aproximadamente 50% de carbono, es por esto que para el cálculo del carbono se usó la siguiente fórmula:

$$C = BA * 0,5$$

- Densidad de la madera (g/cm³)

La densidad de la madera está definida como la relación entre la masa y el volumen¹⁵⁵.

$$\delta_{madera} = \left(\frac{BA}{VT} \right) * 0,001$$

• Índices y parámetros de evaluación de la vegetación

Luego de tener la base de datos consolidada, se procedió a cuantificar la diversidad florística y el análisis estructural de la vegetación que se encuentra en el área de influencia biótica del proyecto, por medio del diagnóstico de la regeneración natural, el estado sucesional, el estado de la diversidad, entre otros.

A continuación, se define la metodología usada para cuantificar y caracterizar la diversidad¹⁵⁶.

- Diagnóstico y análisis de la regeneración

El análisis de la regeneración natural permite valorar el estado y/o condiciones en que se encuentra la sucesión de las especies vegetales que conforman una comunidad. Cuando dicha comunidad alcanza el estado final de regeneración se dice que la estructura y composición de

¹⁵³ CLARK D., BROWN S., KICKLIGHTER D.W., CHAMBERS J.Q., THOMLINSON J.R., NI J. Measuring Net Primary Production in Forests: Concepts and Field Methods. 2001. Ecological Applications: 11(2):356-370. DOI: 10.1890/1051-0761(2001)011[0356: MNPIF]2.0.CO;2.

¹⁵⁴ CHAVE J., et al. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. 2005 Oecologia 145: 87-9.

¹⁵⁵ FAO. Methods for estimating biomass density from existing data. Disponible en: [http://www.fao.org/docrep/w4095e/w4095e06.htm#3.1.1] Citado el 19-09-2017.

¹⁵⁶ ORJUELA, R.D. ECHEVERRI, N. GUTIERREZ, E. MARÍN, J.D. ZÚÑIGA, J. y PRIETO, R. Protocolo para la Revisión y Evaluación de Planes de Manejo Forestal. Serie Posicionamiento de la Gobernanza Forestal en Colombia. 2015. Imprenta: CARDER; CORANTIOQUIA. ISBN 9789588370491. p. 130.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

las especies se adapta plenamente a las condiciones ambientales del lugar que confluyen en un climax.

Para dicho análisis se valoraron todos los individuos muestreados de las categorías latizales, brinzales y renuevos. La información altimétrica registrada en estas categorías, fue organizada en una base de datos de Microsoft Excel ®, en clases de altura así:

Tabla 2-56. Clases altimétricas para la categoría de regeneración.

Clase A: individuos menores a 0,5 m
Clase B: individuos con altura entre 0,5 y 1,0
Clase C: individuos con altura entre 1,0 y 1,49 m
Clase D: individuos con altura entre 1,5 y 1,99 m
Clase E: individuos con altura superior 2 m y DAP inferior a 4,99 cm.
Clase L: Individuos con altura superior 2 m y DAP entre 5 cm y 9,99 cm

Fuente: Imaña et al¹⁵⁷.

En la Tabla 2-57, se presentan las ecuaciones que hicieron parte del análisis de la regeneración natural. La especie con el mayor valor de regeneración natural será considerada como la principal especie en la correspondiente comunidad vegetal estudiada¹⁵⁸.

Tabla 2-57. Ecuaciones utilizadas para el análisis de regeneración natural.

Análisis	Definición	Ecuación	Donde
Valor fitosociológico por clase de altura (VS)	Cálculo porcentual a la división de la abundancia total de la clase de altura por el total de la abundancia.	$VrCHa = \frac{AbCHa}{\Sigma AbCH}$ $VSa = \frac{VrCHa}{10}$	VrCHa: Valor relativo de la Clase de altura a Ab: abundancia
Posición Sociológica Relativa de la Regeneración Natural Temprana (PSR-RNT)	Valor relativo de la sumatoria de la multiplicación del número de individuos por clase con el Valor fitosociológico.	$PSR - RNT (\%) = (Ind. CHa * VSa) + (Ind. CHb * VSb) + \dots + (Ind. CHn * VSn)$	Ind.CHa es número de individuos de la Clase de altura a VSa Valor fitosociológico de la clase a

¹⁵⁷ IMAÑA-ENCINAS, J. JIMÉNEZ PÉRES, J. REZENDE, A. RAINIER IMAÑA, C. ANTUNES SANTANA, y O. DE MEIRA JUNIOR M. Conceptos dasométricos en los inventarios fitosociológicos. Brasília, Brasil / Linares, México: Universidade de Brasília / Universidad Autónoma de Nuevo León. 2014. p. 82.

¹⁵⁸ Ibíd., p. 2-142.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Análisis	Definición	Ecuación	Donde
Índice Relativo de la Regeneración Natural Temprana (RNTR)	Corresponde a la suma de los valores relativos de la abundancia, frecuencia y clase de altura dividido en 3 (que corresponde a 3 parámetros)	$RNTR = \frac{(AB - R\% + FR - R\% + PSR - RNT\%)}{3}$	AB-R: abundancia realtiva FR-R: Frecuencia relativa PSR-RNT: Posición Sociológica Relativa de la Regeneración Natural Temprana

Fuente: Imaña et al¹⁵⁹ y Orjuela et al¹⁶⁰.

- Estructura horizontal

El análisis estructural permite evaluar el comportamiento de árboles individuales y especies en su superficie, su dinamismo y tendencias del futuro desarrollo de las comunidades forestales, que son básicas para diseñar las estrategias de manejo de cualquier tipo de bosque; esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia, distribución espacial y el número de especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema. Tal es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (IVI)

)¹⁶¹.

Este tipo de análisis también incluye el índice de cociente de mezcla (C.M.).

- *Abundancia (A)*

Es un parámetro que permite conocer la abundancia de una especie o clase de plantas, se establece por conteo directo en el área de muestreo.

$$A = N$$

Donde:

N : Número de individuos de una especie o familia.

A : Corresponde a la abundancia

- *Abundancia relativa (Ar)*

Indica el porcentaje de participación de cada especie, referida al número de árboles totales encontrados.

$$Ar = Aa / At * 100$$

¹⁵⁹ Ibíd., p. 2-142.

¹⁶⁰ ORJUELA, R.D. ECHEVERRI, N. GUTIERREZ, E. MARÍN, J.D. ZÚÑIGA, J. y PRIETO, R. Op. cit. p. 143.

¹⁶¹ Ibíd. p. 2-143.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Donde:

Aa : Número de individuos por especie en el área muestreada

At : Número total de individuos en el área muestreada

- *Frecuencia absoluta (Fa)*

Es la existencia o falta de una determinada especie en una subparcela, la frecuencia absoluta (Fa), se expresa en porcentaje (100% = existencia en todas las subparcelas). La frecuencia relativa (Fr) de una especie se calcula como el porcentaje de la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies.

$$Fa = U / T * 100$$

Donde:

U : Número de unidades de muestreo en que ocurre una especie

T : Número total de unidades de muestreo

- *Frecuencia relativa (Fr)*

Es el porcentaje de la frecuencia absoluta de una especie en relación con la suma de las frecuencias absolutas de las especies presentes.

$$Fr = Fa / Ft * 100$$

Donde:

Ft : Suma de las frecuencias absolutas

- *Dominancia (D)*

Se define como la suma de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el suelo. Para su cálculo, se emplean las áreas basales, debido a la alta correlación lineal entre el diámetro de copa y el diámetro de fuste para una especie en particular. El valor del área basal, expresada en metros cuadrados (m²) para cada especie será la Dominancia Absoluta (DA):

$$DA = (\pi/4) \times DAP^2$$

Donde:

DAP = Diámetro a la altura del pecho (m)

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Dominancia relativa (Dr)

La dominancia relativa (Dr) se calcula como la proporción de una especie en el área total evaluada, expresada en %.

$$Dr = (Da / At) * 100$$

Donde:

Da: Dominancia absoluta de cada especie

At : Área basal total en el área muestreada

Los valores de frecuencia, abundancia y dominancia pueden ser calculados no solo para las especies, sino también para determinados géneros, familias, formas de vida, así como para clases por categorías de altura.

- *Índice de valor de importancia (IVI)*

El I.V.I es un valor en porcentaje que indica el grado de asociación de las especies y de las familias como base para la clasificación de la vegetación. Los IVI más altos indican las especies o familias más importantes o que predominan y su importancia ecológica dentro del ecosistema. El I.V.I se obtiene para cada especie efectuando la sumatoria de:

$$I.V.I = Abundancia\ relativa\ (\%) + Frecuencia\ relativa\ (\%) + Dominancia\ relativa\ (\%)$$

- *Cociente de mezcla (CM)*

Este es un parámetro ecológico que mide la intensidad de mezcla de las especies en las masas forestales de una determinada región. Está dado por el número de especies sobre el número de árboles e indica el nivel de heterogeneidad u homogeneidad que se presentan en el bosque.

$$CM = \frac{No.\ total\ especies}{No.\ total\ individuos}$$

Para la interpretación del cociente de mezcla se tienen los siguientes parámetros (Tabla 2-58):

Tabla 2-58. Parámetros interpretativos del cociente de mezcla

CM ≤ 0,1: comunidades totalmente homogéneas
0,1 < CM ≤ 0,5: comunidades con tendencia a la homogeneidad
0,5 < CM ≤ 0,99: comunidades con tendencia a la heterogeneidad
CM > 0,99: comunidades totalmente heterogéneas
CM = 1, es el mayor valor de este coeficiente, lo que quiere decir que cada individuo nuevo es una especie nueva para el inventario

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Fuente: Orjuela et al¹⁶².

- Estructura vertical
- Distribuciones diamétricas y altimétricas

Las distribuciones diamétricas y altimétricas se determinan por la relación entre los diámetros o las alturas y su frecuencia respectiva, en un bosque o rodal del cual se conoce su área basal¹⁶³. En consecuencia, si se pretende reconocer y comprender íntegramente el estado actual de la estructura horizontal y vertical de las coberturas evaluadas, se hace indispensable realizar histogramas de frecuencias diamétricas y altimétricas, dado que con estos se pueden observar fácilmente tres propiedades fundamentales de una distribución: la forma, la tendencia central o acumulación y la dispersión o variabilidad¹⁶⁴.

El establecimiento de categorías de clase, se establecieron de acuerdo con los valores máximos y mínimos de cada parámetro (DAP y altura) y con el número de individuos. Los intervalos de clase se establecieron de la siguiente manera¹⁶⁵:

$$C = (X_{max} - X_{min})/m$$

Donde:

$m = 1 + 3.3 * (\log_{10} n)$,

n = número total de individuos

m = número de intervalos

C = amplitud del intervalo

X = parámetro a analizar (altura o diámetro)

- Estado sucesional

El estado sucesional de la comunidad vegetal evaluada se determinó a partir del índice de valor de importancia ampliado (IVIA), ya que permite analizar integralmente la importancia ecológica de las especies arbóreas en todas las categorías de tamaño (fustales, latizales, brinzales y renuevo), tanto en la expansión horizontal como en la vertical. Para el efecto se adicionan el Índice de Valor de Importancia (IVI), la Posición Sociológica Relativa de los Fustales (PSR) y el índice relativo de la Regeneración Natural Temprana Relativa (RNTR); se emplea la siguiente fórmula:

¹⁶² ORJUELA, R.D. ECHEVERRI, N. GUTIERREZ, E. MARÍN, J.D. ZÚÑIGA, J. y PRIETO, R. Op. cit. p. 2-143.

¹⁶³ LEMA; A. Borrador para unos elementos estadísticos de dasometría y medición forestal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. 2002. p. 384.

¹⁶⁴ PÉREZ, C. Estadística práctica con STATGRAPHICS®. Universidad Complutense de Madrid. Instituto de Estudios Fiscales. Madrid. 2002. p. 691.

¹⁶⁵ VELÁZQUEZ., RANGEL. Y A. Métodos de estudio de la vegetación. En J. O. Rangel- Ch., P. Lowry & M. Aguilar. Colombia Diversidad Biótica II. Tipos de vegetación en Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 1997. p. 59-87.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

$$IVIA = IVI + PSR + RNTR$$

Donde:

IVI: Índice de valor de importancia por especie

RNTR: Índice relativo de la regeneración natural temprana

PSR: Posición sociológica relativa de los fustales

Para calcular la PSR, se asigna previamente un valor fitosociológico (VF) a estratos previamente definidos para la comunidad de plantas (Tabla 2-59):

Tabla 2-59. Estratos definidos para los fustales de la comunidad de plantas del proyecto ALPHA

Estrato bajo (B) = $Ht < 3 \text{ m}$
Estrato medio (M) = $3 \leq Ht < 5 \text{ m}$
Estrato alto (A) = $Ht \geq 5 \text{ m}$

Luego se calcula el valor fitosociológico de cada especie por estratos con la siguiente fórmula:

$$VF(\%) = \frac{N1}{Nt} * 100$$

$$VFS = \frac{VF(\%)}{10}$$

Donde:

N1: número de individuos en el estrato i

Nt: número de individuos totales

VF: valor fitosociológico relativo (%)

VFS: valor fitosociológico simplificado

Finalmente se calcula la posición sociológica absoluta por especies (PSA_{sp})

$$PSA_{sp} = \sum VFS_B + VFS_M + VFS_A$$

Y la posición sociológica relativa por especie ($PS\%$)

$$PS(\%) = \left(\frac{PSA_{sp_i}}{\sum PSA_{sp1} \dots PSA_{spn}} \right) * 100$$

- Índices de diversidad y riqueza

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

La medición de la biodiversidad es importante, dado que permite conocer patrones de distribución, tanto espacial como temporal. Los índices de diversidad sirven como indicadores de la situación puntual y la dinámica ecológica de los ecosistemas¹⁶⁶.

➤ *Diversidad alfa*

La diversidad alfa se evaluó mediante los índices de diversidad de Margalef (DMg) y dominancia de Simpson (D)¹⁶⁷:

$$DMg = \frac{S - 1}{\ln N}$$

$$D = \sum p_i^2$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde

S: número de especies

N: número total de individuos

p_i : proporción de individuos de la i -ésima especie

n_i : número de individuos de una especie

De igual manera se estimó el índice Inverso de Simpson, de la forma $(1/D)$; en donde el menor valor posible es 1 (comunidad con solo 1 especie); a mayor diversidad mayor es el índice; el valor máximo es el número de especies de la comunidad (riqueza de especies); indicando que no hay dominancia de ninguna especie y que todas están igualmente representadas, lo que se conoce como equitatividad¹⁶⁸.

➤ *Diversidad beta*

La diversidad beta entre las coberturas, se evaluó usando el índice de Jaccard. Este índice usa un método cualitativo, es decir, expresa la semejanza entre dos muestras considerando la composición de especies; toma valores entre 0 cuando no se comparten especies y 1 cuando tienen las mismas especies¹⁶⁹.

¹⁶⁶ MAGURRAN, A.E. Ecological diversity and its measurement. New Jersey: Princeton University Press. 1988. p. 179.

¹⁶⁷ MORENO CE. Métodos para medir la biodiversidad. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Zaragoza, España. 2001. p. 84.

¹⁶⁸ MAGURRAN, A.E. Op. Cit., p. 2-148

¹⁶⁹ MAGURRAN, A.E. Op. Cit., p. 2-148.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

$$l_j = \frac{c}{(a + b - c)}$$

Donde:

a: # especies en sitio A

b: # especies en sitio B

c: # especies compartidas entre A y B

Todos los análisis fueron realizados utilizando el programa Microsoft Excel®.

- **Curva de acumulación de especies**

Para establecer el esfuerzo de muestreo, se estableció una curva de acumulación con las especies observadas y esperadas. Las curvas de acumulación y las estimaciones de la riqueza esperada se realizaron con el programa EstimateS WIN 820 y Microsoft Excel®.

- **Grado de sociabilidad y estructura espacial**

Para el estudio de la distribución espacial se han desarrollado muchos índices, los cuales se pueden clasificar como métodos basados en la varianza, que utilizan datos en unidades de muestreo; métodos basados en cálculos de distancias, que requieren de la medida de distancias o ángulos, y técnicas del momento de segundo orden, que requieren para su cálculo datos de la posición de todos los árboles. Para el cálculo del grado de sociabilidad de este proyecto se utilizó el índice propuesto por Morisita (1959)¹⁷⁰, el cual permite analizar el patrón espacial a partir de la relación entre la media y la varianza, así:

$$I\delta = \frac{n \sum Xi(Xi - 1)}{n\bar{X}(n\bar{X} - 1)}$$

Donde:

Iδ: Índice de Morisita

n: número de individuos.

Para la interpretación del grado de agregación o sociabilidad, teniendo en cuenta que determina la distribución espacial de las especies, se tienen los siguientes parámetros:

Iδ < 1, indica tendencia regular

Iδ = 1, indica que la especie tiene distribución aleatoria

Iδ > 1, indica que la especie se encuentra agregada

- **Perfiles de la vegetación**

El perfil de la vegetación corresponde al esquema de una franja de bosque que pretende ilustrar el número de estratos, su altura y cobertura. Para la elaboración del perfil esquemático se eligió una de las parcelas establecidas de (50m x 4m) en cada una de las coberturas (Ara,

¹⁷⁰ LEDO A., CONDÉS S., MONTES F. Revisión de índices de distribución espacial usados en inventarios forestales y su aplicación en bosques tropicales. 2012. Revista Perú Biológica 19(1): 113 – 124.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Arld, Tdd). Allí fue necesario georreferenciar todos los fustales, con el fin de poder plasmar en un plano digital la información del perfil.

- **Estrategias de dispersión**

Para las especies registradas en el AIB, se describieron sus mecanismos de dispersión a partir de la búsqueda de información secundaria y teniendo en cuenta las observaciones específicas tomadas en campo asociadas a tipo de semillas y frutos y presencia de banco de plántulas y/o semillas; además de la información suministrada por los pobladores.

2.3.4.1.5.1.3 Caracterización de la flora vedada o amenazada

- **Especies leñosas y herbáceas terrestres**

Para determinar si en el área de intervención del proyecto se encuentran individuos vegetales leñosos o herbáceos terrestres que se estén vedados, se hicieron recorridos por toda el área de intervención del proyecto buscando dichas especies.

- **Inventario de orquídeas, bromelias, briófitos y líquenes**

Dado que la Resolución 0213 de 1977 emitida por el Inderena establece como especies vedadas a todos los musgos, líquenes, lamas, parásitas, quiches y orquídeas, se realizó el inventario de las epífitas vasculares (orquídeas y bromelias) y no vasculares (musgos, hepáticas, líquenes). La caracterización de estos grupos se realizó en las coberturas de Arbustal abierto, Arbustal denso y Tierras desnudas y degradadas. En la siguiente figura se incluyen los puntos de muestreo para estos grupos

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

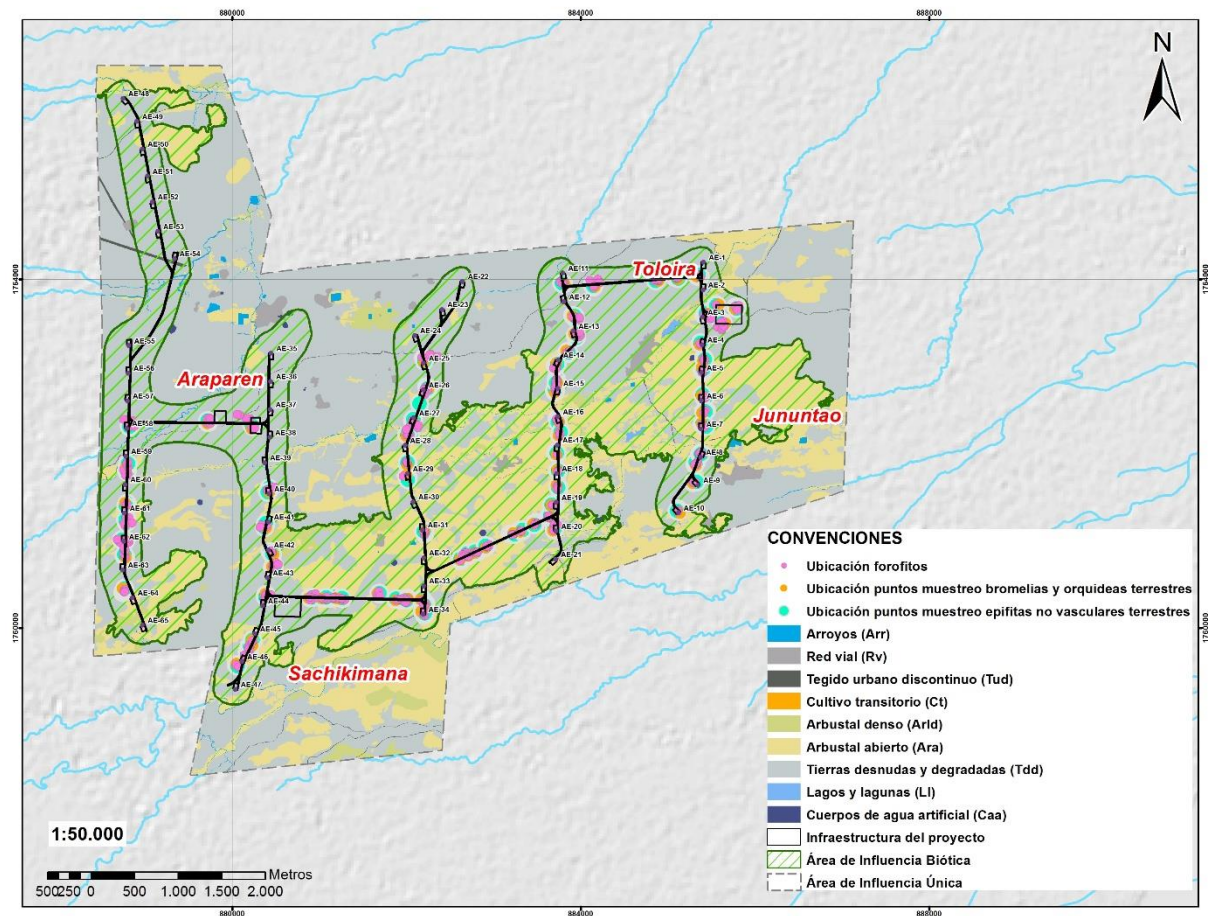


Figura 2-42. Ubicación puntos de muestreo de epífitas vasculares y no vasculares

- Orquídeas y bromelias de hábito epífita

Para el inventario se siguió la metodología propuesta por Gradstein et al.¹⁷¹, quienes proponen que la evaluación de ocho (8) árboles maduros es suficiente para representar la diversidad de epífitas vasculares presentes en un área de una (1) hectárea. Por lo tanto, la intensidad de muestreo corresponde a ocho (8) árboles por hectárea y la unidad de muestreo corresponde a un árbol o forofito.

Para la caracterización de las epífitas vasculares se establecieron parcelas de 50m x 20m, al interior de las cuales se seleccionaron al azar ocho (8) árboles hospederos o forofitos con DAP ≥ 10 cm (Figura 2-43), en caso de no encontrar el número de árboles necesarios dentro del área establecida, se eligieron al azar los árboles que estuvieran más cercanos a la parcela y se asociaron a ella, para cumplir con el número de forofitos necesarios.

¹⁷¹ GRADSTEIN, S.R., N.M. NADKARNI, T. KRÖMER, I. HOLZ & N. NÖSKE. A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forest. 2003. Selbyana 24: 105-111.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

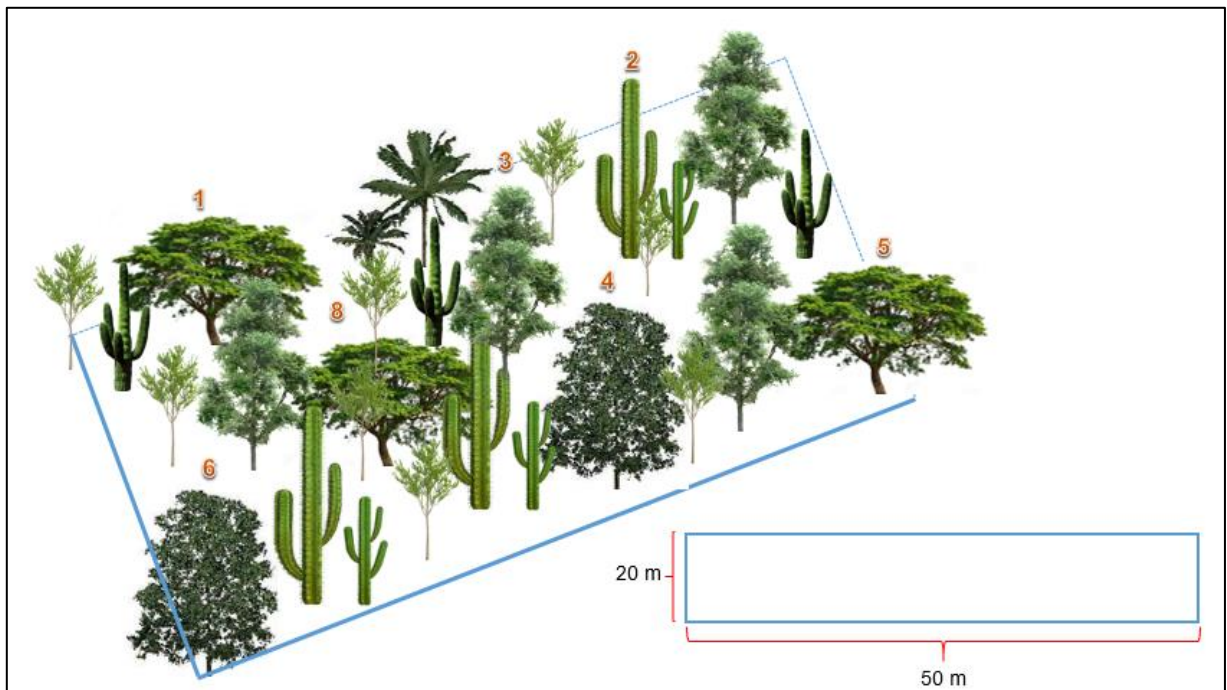


Figura 2-43. Selección de los forofitos a evaluar dentro de las parcelas de 50m x 20m para el muestreo de epífitas vasculares y no vasculares

El censo de las epífitas vasculares se realizó en tres estratos del árbol hospedero: (Figura 2-44)

Estrato inferior: Tronco hasta la primera ramificación.

Estrato medio: Parte basal de las ramas

Estrato superior: Parte externa de las ramas

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

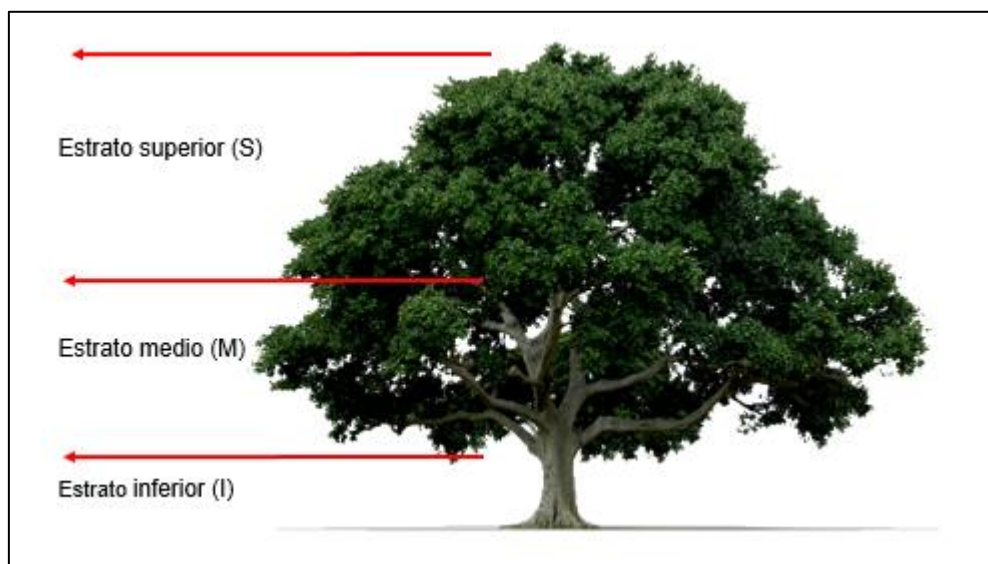


Figura 2-44. Representación esquemática para el muestreo de epífitas vasculares por estratos en cada forófito

En los cactus columnares ramificados basalmente, se dividió la altura en tres estratos.

La observación de los estratos superiores en el dosel del árbol hospedero se realizó con binoculares y con cámaras fotográficas semiprofesionales de largo alcance.

En cada estrato se censaron las epífitas vasculares presentes, tomando los siguientes datos: especie, número de individuos por especie vascular, estrato en el que se encuentra presente, especie hospedera, senescencia, estadio reproductivo y estado fitosanitario.

- Orquídeas y bromelias de hábito terrestre

El muestreo de orquídeas y bromelias de hábito terrestre, se realizó en las mismas unidades de análisis (parcelas de 50m x 20m), donde se realizó el muestreo de las epífitas no terrestres. Para tal fin, se establecieron parcelas de 200 m² (50m x 4m) ubicadas al inicio de cada unidad de análisis (parcelas de 50m x20m) (Figura 2-47). Para este grupo se registró la abundancia por especie, la senescencia, el estado reproductivo y el estado fitosanitario.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

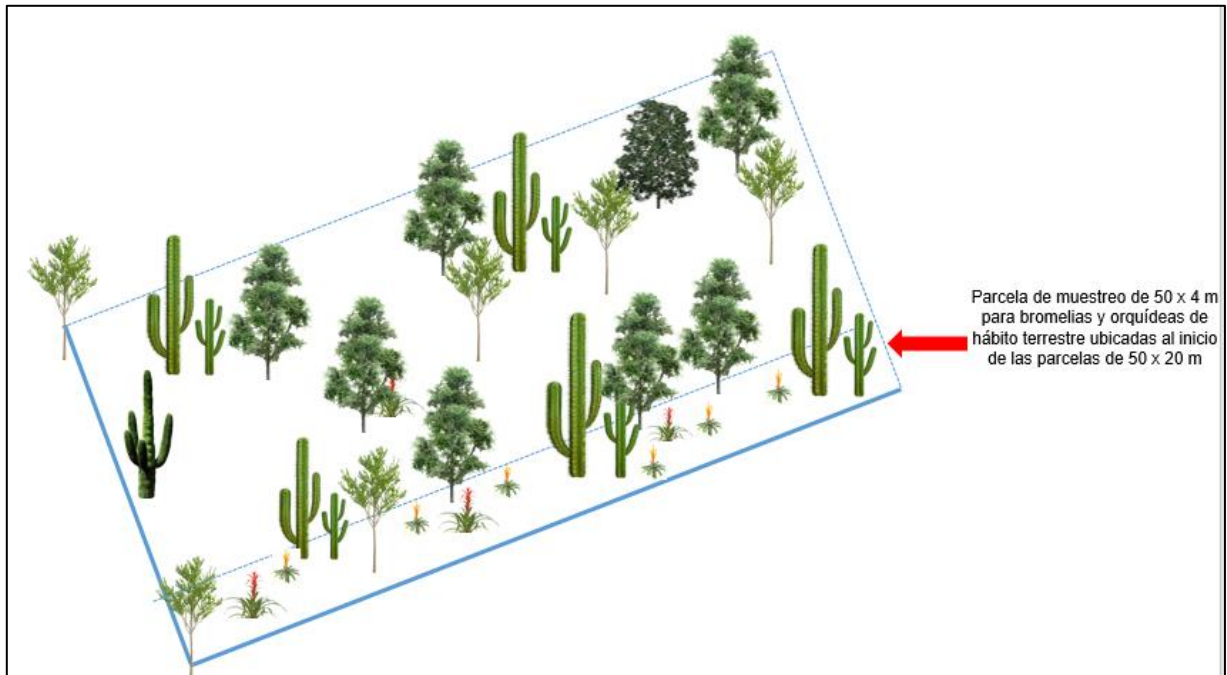


Figura 2-45. a) Representación esquemática para el muestreo de bromelias y orquídeas de hábito terrestre

- Brioflora y líquenes de hábito epífita

El muestreo de musgos, hepáticas y líquenes fue realizado en las mismas parcelas de 50 m x 20 m y en los mismos forofitos en los cuales se realizó el muestreo de las epífitas vasculares. (Figura 2-41). En cada forófito se realizó el muestreo de las epífitas no vasculares en tres estratos (ver Figura 2-46):

- Estrato inferior: Tronco desde la base hasta la mitad
- Estrato medio: Tronco desde la mitad hasta su parte superior.
- Estrato superior: Parte basal de las ramas

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

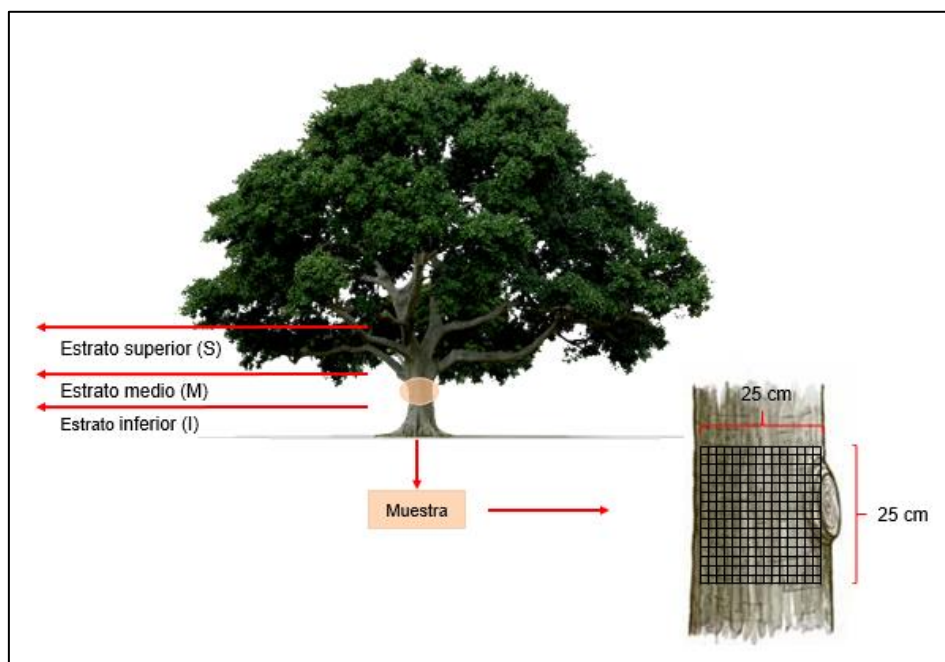


Figura 2-46. Representación esquemática para el muestreo de epífitas no vasculares por estratos en cada forofito

En los cactus columnares ramificados basalmente, se dividió la altura en tres estratos.

En cada uno de los estratos se registraron las comunidades de musgos, epáticas y líquenes mediante el uso de una cuadrícula de acetato transparente de 25cm x 25cm sub-dividida en cuadrados de 2,0cm x 2,0cm¹⁷², con el fin de estimar el área de ocupación en cm² de cada comunidad diferenciable (Figura 2-46 e Imagen 2-17).

¹⁷² IWATSUKI, Z. The Epiphytic Bryophyte Communities in Japan. 1960. J Hattori Bot Lab, 22: 159-339.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			



Imagen 2-17. Implementación en campo de la metodología propuesta.

Para tomar las muestras se removieron fragmentos de aproximadamente 3 x 3 cm de las morfoespecies identificables en el árbol, para su identificación en laboratorio, las muestras se depositaron en bolsas de papel, cada una rotulada con la información correspondiente a la parcela, forófito y zona de tronco del forófito (Imagen 2-18).



(a)



(b)

Imagen 2-18. a) Epifita no vascular presente en una de las unidades de muestreo, b) Epifita no vascular colectada.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- Brioflora y líquenes de hábito terrestre

Para el muestreo de las *epífitas no vasculares terrestres*, se ubicaron al azar tres sitios (sobre suelo, hojarasca y/o sobre piedras), dentro de las parcelas de 50m x 20m. Los sitios seleccionados fueron georreferenciados y en ellos se registraron los individuos presentes, mediante el uso la misma cuadrícula de acetato transparente de 25cm x 25cm sub-dividida en cuadrados de 2,0cm x 2,0cm¹⁷³, (Figura 2-47).

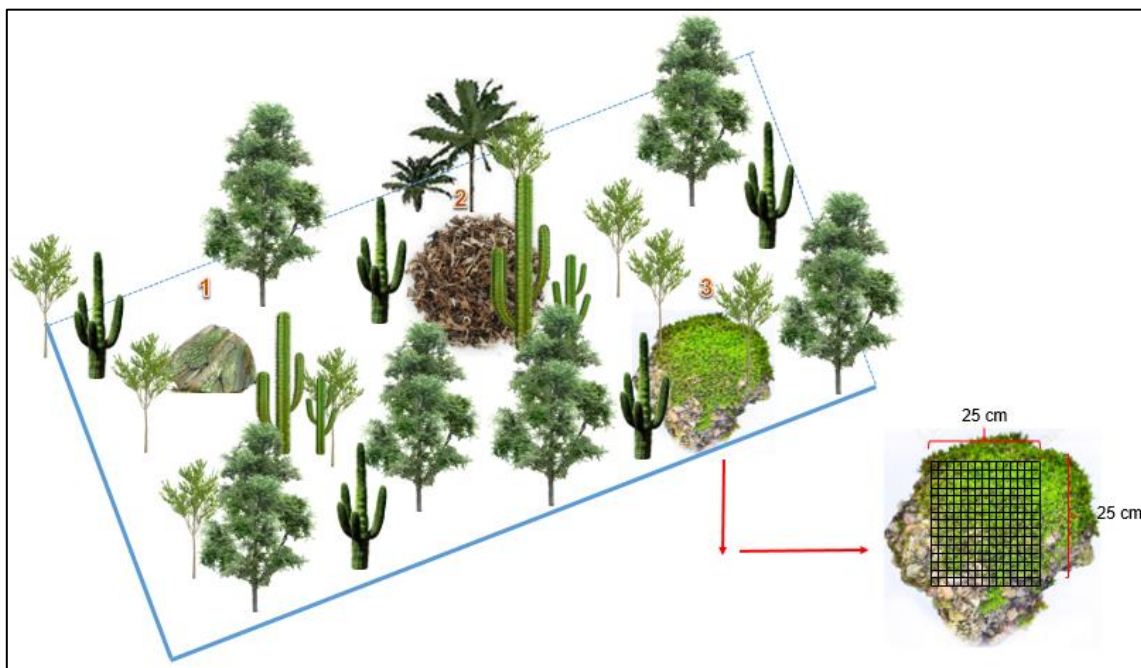


Figura 2-47. a) Representación esquemática para el muestreo de musgos, hepáticas y líquenes de hábito terrestre,

¹⁷³ IWATSUKI, Z. Op. cit. p. 2-155.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

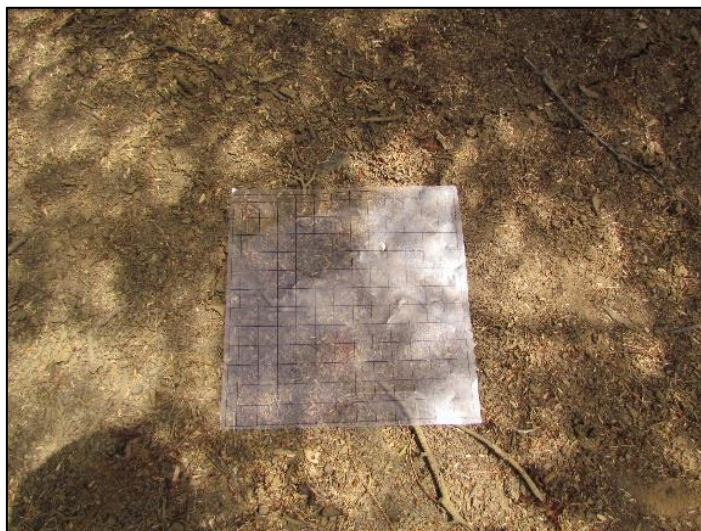


Imagen 2-19. Utilización en campo de la cuadrícula de muestreo para el muestreo de musgos hepáticos y líquenes de hábito terrestre.

Para la clasificación taxonómica de líquenes se utilizaron las claves de Sipman¹⁷⁴ y bibliografía para cada grupo como Harris¹⁷⁵ para el género *Pyrenula*, Lücking et ál.¹⁷⁶ para el género *Graphis*, Sipman y Aptroot¹⁷⁷ para el género *Mycomicrothelia*, McCarthy¹⁷⁸, entre otras. Dependiendo del grupo de líquenes se procedió con diferentes técnicas para realizar la clasificación descritas en Chaparro & Aguirre, 2002¹⁷⁹.

La identificación taxonómica se realizó en el Herbario de la Universidad de Antioquia - HUA (ver Anexo 15. Certificado de identificación y colecta) y se encuentra amparada bajo la Resolución 920 del 25 de mayo de 2017 emitida por Corpoguajira, a través de la cual se concede el permiso de estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de estudios ambientales para el proyecto parque eólico ALPHA (ver Anexo 14).

- Procesamiento de la información

¹⁷⁴ SIPMAN H. 2007. Lichen determination keys - neotropical genera - Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin-Dahlem. Aptroot. 2012

¹⁷⁵ HARRIS, D.C. A sketch of the family Pyrenulaceae (Melanommatales) in eastern North America. Memoirs of the New York Botanical Garden. 1989. Pp 49:74-107.

¹⁷⁶ LÜCKING, R., FRYDAY, A. M. y JOHNSTON, A. J. The Graphidaceae collected by Henry A. Imshaug in the West Indies and South America. Fieldiana (Botany), New Series (in press). 2009

¹⁷⁷ SIMPAN, H y APTROOT, A. Notes on Mycomicrothelia (Arthopyreniaceae s. lat.), with two new species. 2005. The Lichenologist 37(4): 307–311.

¹⁷⁸ MCCARTHY, P. Catalogue of the Lichen Family Porinaceae. En: Bibliotheca Lichenologica, Band 87. Berlin. 2003. 164 p.

¹⁷⁹ CHAPARRRO M.; AGUIRRE, J. Hongos liquenizados. Facultad de ciencias, Departamento de Biología, Universidad Nacional De Colombia Sede Bogotá. Primera edición. Bogotá. 2002.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Durante los recorridos por el 100% del área de intervención no se identificaron individuos vegetales leñosos o herbáceos terrestres que se encuentren vedados

2.3.4.1.5.1.4 Especies sensibles y de importancia ecológica, económica y cultural

A partir de los listados de especies de flora, del muestreo, se realizó la búsqueda en los libros rojos de Plantas de Colombia Vol. 1-6 ^{180 181 182 183 184 185}, Catálogo de plantas Vasculares y líquenes de Colombia¹⁸⁶, Resolución 1912 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible¹⁸⁷, resoluciones de flora en veda a nivel nacional y regional ^{188 189 190 191 192 193}, para verificar el estado de amenaza, sensibilidad, veda o restricción. También se ejecutó una revisión minuciosa de las especies listadas durante la caracterización florística, para conocer si presentan categorías de uso por parte de las comunidades que habitan el área donde se ubicará el proyecto, o presentan algún grado de valor comercial o cultural.

2.3.4.1.5.2 Análisis de fragmentación

El análisis del paisaje ecológico se debe abordar desde una perspectiva de la estructura y composición del patrón del paisaje, mediante la estimación de índices que reflejan el estado

¹⁸⁰ CALDERÓN, Eduardo. Libro rojo de plantas fanerógamas de Colombia: Volumen 1 Chrysobalanaceae, Dichapetalaceae y Lecythidaceae. Instituto Alexander von Humboldt, 2002.

¹⁸¹ CALDERÓN, E.; GALEANO, G.; GARCÍA, N. Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 2: Palmas, frailejones y zamias. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, 2005.

¹⁸² GARCÍA, N.; GALEANO, G. Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 3: Las bromelias, las labiadas y las pasifloras. 2006.

¹⁸³ CÁRDENAS LÓPEZ, Dairon; SALINAS, Nelson. Libro rojo de plantas de Colombia. Volumen 4. Especies maderables amenazadas: Primera parte. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas "SINCHI", 2007.

¹⁸⁴ GARCÍA, Néstor. Libro rojo de plantas de Colombia. Vol. 5. Las magnoliáceas, las miristicáceas y las podocarpaceas. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2007.

¹⁸⁵ CALDERÓN SÁENZ, Eduardo, et al. Libro rojo de plantas de Colombia. Vol. 6. Orquídeas, primera parte. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt; Ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial. 2007.

¹⁸⁶ Catálogo de Plantas y líquenes de Colombia. Op. cit. p. 2-131.

¹⁸⁷ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 1912. (septiembre 15 de 2017). Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C., 2017, p. 1-38.

¹⁸⁸ INDERENA. Resolución 0316. (marzo 7 de 1974). Por la cual se establecen vedas para algunas especies forestales maderables. Bogotá D.C., 1974, p. 2.

¹⁸⁹ INDERENA. Resolución 0213. (febrero 11 de 1977). Por la cual se establecen vedas para algunas especies y productos de la flora silvestre. Bogotá D.C., 1977, p. 2.

¹⁹⁰ INDERENA. Resolución 0801. (junio 24 de 1977). Por la cual se declara planta protegida una especie de la flora silvestre y se establece una veda. Bogotá D.C., 1977, p. 2.

¹⁹¹ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución 096. (enero 20 de 2006). Por la cual se modifican las resoluciones 316 de 1974 y 1408 de 1975, proferidas por el INDERENA, en relación con la veda sobre la especie Roble (*Quercus humboldtii*). Bogotá D.C., 2006, p. 4.

¹⁹² CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 61. (septiembre 16 de 1985). por la cual se adopta la palma de cera (*Ceroxylum quindiuense*) como Arbol Nacional. Bogotá D.C., 1985, p. 2.

¹⁹³ CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DE LA GUAJIRA. Acuerdo 003 (febrero 22 de 2012), por medio del cual la corporación declara la veda de cuatro especies forestales amenazadas para el Departamento de La Guajira

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

de éste en términos de tamaño, forma, distancia, aislamiento, diversidad, dominancia, conectividad, fragmentación, entre otros¹⁹⁴.

La fragmentación es un proceso continuo y dinámico, cuyos efectos pueden modificar la estructura del paisaje y por ende generar consecuencias sobre las funciones y propiedades de los ecosistemas. La fragmentación puede ocasionar fenómenos como el efecto de borde, la deriva genética, la pérdida de diversidad y la entrada de especies invasoras, las cuales conducen a desestabilizar ecológicamente el ecosistema.

Por su parte la conectividad ecológica se define como la capacidad que tiene una población de interactuar con otra población en un territorio fragmentado. El concepto de conectividad ecológica es complementario al de fragmentación ecológica. A mayor fragmentación menor conectividad¹⁹⁵.

En vista de lo anterior los proyectos que afecten las coberturas vegetales, deben contemplar dentro de sus impactos, la fragmentación del paisaje, con el fin de implementar medidas de compensación que permitan aumentar la conectividad ecológica, a través del aumento de coberturas forestales, corredores biológicos, entre otros.

Para la determinación del grado de fragmentación y conectividad del paisaje se calcularon índices de métrica del paisaje¹⁹⁶ siguiendo la metodología desarrollada en el Proyecto de diseño e implementación de un sistema de seguimiento de la política de biodiversidad en la Amazonia Colombiana¹⁹⁷.

Estos índices de métrica del paisaje se calcularon para las coberturas vegetales de Arbustal abierto y Arbustal denso (clases) en dos escenarios: i) el escenario actual, el cual hace referencia a la composición actual, con su dinámica natural y social sin la intervención del parque eólico; ii) el escenario probable, basado en la modificación que el paisaje puede sufrir como consecuencia de la introducción del proyecto mediante el desarrollo de las actividades propias del mismo.

La diferencia neta y/o la diferencia relativa entre estas métricas o indicadores de fragmentación para cada clase en sus dos escenarios se convierten en una medida objetiva del efecto de fragmentación diferencial que el proyecto generará en cada clase como producto de las diversas actividades propias del proceso constructivo y operativo.

¹⁹⁴ VILLARREAL H.M., ÁLVAREZ S., CÓRDOBA F., ESCOBAR G., FAGUA F., GAST H., MENDOZA M., OSPINA A., UMAÑA A., OSPINA M. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos-Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 2004. p. 236.

¹⁹⁵ NAVEH Z. & LIEBERMAN A. Landscape ecology: theory and application. 1984. Springer-Verlag, New York, NY, USA.

¹⁹⁶ MCGARIGAL K, MARKS B. Fragstats: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. 1994. Disponible en [<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>]

¹⁹⁷ RUDAS, G., ARMENTERAS, D., SUA, SONIA, y RODRIGUEZ, NELLY. Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad en la Amazonia Colombiana (2001). En: Alexander von Humboldt. Proyecto Diseño e Implementación del Sistema Indicadores de Seguimiento de la Política de Biodiversidad en la Amazonia Colombiana. Unidad de sistemas de información geográfica. UNISIG. Bogotá. 2002. p. 135.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

El software empleado para el cálculo de las métricas del paisaje fue ArcGis 10.3 con la herramienta Path Analyst¹⁹⁸, que fue alimentado con las capas de información en formato vector. Se obtuvieron métricas para los niveles de paisaje, clase y parche; y de todos los grupos de métricas contenidos en el paquete computacional Patch Analyst de ArcGis se calcularon los de: de tamaño, área, borde y densidad, forma, aislamiento, entremezcla y diversidad¹⁹⁹ (Tabla 2-60).

También se calcularon los índices anteriormente descritos en áreas de núcleo, debido a que son aquellas áreas dentro de un fragmento que no se ven afectadas por el efecto de borde, donde la influencia de la actividad del hombre y del cambio climático es menos evidente. Para calcular los índices en estas áreas, primero se especificó la distancia del borde hacia el interior del parche y luego se obtuvo el área del núcleo al restar del área total el área del efecto de borde, con la finalidad de obtener las áreas que garantizan mejores condiciones para el hábitat de las especies²⁰⁰. Este proceso se realizó con la herramienta Patch Analyst del Arcgis, teniendo la capa de coberturas obtenida del procesamiento de la imagen, aplicando la función crear núcleo.

Para este proyecto se tomó como distancia del borde hacia adentro 100 m, dicha distancia está reportada en varios estudios de fragmentación del paisaje, como la distancia a la cual un fragmento puede albergar procesos ecológicos sin alteración²⁰¹, es decir, donde el efecto de borde disminuye, ya que se disminuye la probabilidad de encontrar especies invasoras que desplacen a las nativas y que alteren la dinámica ecosistémica²⁰².

A continuación, en la Tabla 2-60 se detallan los índices de fragmentación utilizados para el análisis del paisaje ecológico.

Tabla 2-60. Índices de fragilidad del paisaje, desde el punto de vista ecológico

Métricas de tamaño, área, borde y densidad		
Área por clase (CA)		
Fórmula	$CA = \sum_{j=1}^n a_{ij} \left(\frac{1}{10000} \right)$	a_{ij} = área (m ²) del parche ij
Descripción	Representa el área total por cada clase en el paisaje	

¹⁹⁸ REMPEL R.S., KAUKINEN D., CARR A.P. Patch Analyst and Patch Grid. Ontario Ministry of Natural Resources. 2012. Centre for Northern Forest Ecosystem Research, Thunder Bay, Ontario. [online: <http://www.cnfer.on.ca/SEP/patchanalyst/>]

¹⁹⁹ ARMENTERAS D. Análisis preliminar de patrones del paisaje en paisajes rurales ganaderos. En: Alexander von Humboldt. Programa de biología de la conservación. Unidad de sistemas de información geográfica. UNISIG. Informe Preliminar de Resultados. Bogotá. 2005. p.175.

²⁰⁰ MCGARIGAL K, MARKS B. Fragstats: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. 1994. Disponible en [<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>]

²⁰¹ MURCIA C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. Trends in Ecology and Evolution 10: 58-62.

²⁰² GURRUTXAGA M., LOZANO P.J. efectos de la fragmentación de hábitats y pérdida de conectividad ecológica dentro de la dinámica territorial. 2006. Polígonos. Revista de Geografía, 16: 35-54.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Unidades	Hectáreas	
Rango	CA > 0, sin límite CA se aproxima a 0 en la medida en que el tipo de parche sea más raro en el paisaje. CA = TA (Área total), cuando todo el paisaje está compuesto por un solo tipo de parche; esto es, cuando toda la imagen está incluida en un solo parche.	
Comentarios	El área de la clase es una medida de la composición del paisaje; específicamente cuánto del paisaje está incluido en un tipo particular de parche. Además de este valor directo interpretativo, el área de la clase es usada en los cálculos de muchas métricas a nivel de clase y paisaje.	
Porcentaje de paisaje (%) (ZLAND)		
Fórmula	$ZLAND = Zi = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{A} \times 100$	Pi= proporción del paisaje ocupado por los parches de la clase i. a _{ij} = Área (m ²) del parche ij. A= Área total del paisaje (m ²).
Descripción	ZLAND equivale al porcentaje del paisaje incluido en el tipo correspondiente de parche. Nótese que el área total del paisaje (A) incluye cualquier background interno presente.	
Unidades	Porcentaje	
Rango	0 < ZLAND ≤ 100 ZLAND se acerca a 0 cuando el tipo de parche correspondiente (clase) se vuelve más raro en el paisaje. ZLAND = 100 cuando todo el paisaje consiste de un solo tipo de parche, es decir cuando toda la imagen corresponde a un único parche.	
Comentarios	El porcentaje del paisaje cuantifica la abundancia proporcional de cada tipo de parche en el paisaje. Como el área total de la clase, está es una medida de la composición importante para muchas aplicaciones ecológicas. Sin embargo, dado que ZLAND es una medida relativa, puede ser una métrica más adecuada de la composición del paisaje que el área por clase, especialmente cuando se comparan paisajes de diferente tamaño.	
Numero de parches (NumP)		
Fórmula	$NumP = n_i$	n i = cantidad de parches en el paisaje del tipo de parche (clase) i.
Descripción	NP se calcula como la cantidad de parches del tipo correspondiente (clase).	
Unidades	Ninguna	
Rango	NP ≥ 1, sin límite NP = 1 cuando el paisaje solo contiene 1 parche del tipo correspondiente, es decir, cuando la clase consiste de un solo parche.	

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Comentarios	El número de parches de un tipo particular de parche es una medida simple de la magnitud de su subdivisión o de su fragmentación. Si bien el número de parches en una clase puede ser fundamentalmente importante para una cantidad de procesos ecológicos, suele tener un valor de interpretación limitado en sí mismo, ya que no aporta información sobre el área, distribución o densidad de los parches. Por supuesto, si el área total del paisaje y el área de la clase se mantienen constantes, la cantidad de parches aporta la misma información que la densidad o el tamaño medio de parche, por lo que el número de parches aportaría la misma información que estos dos índices y podría ser un índice útil en la interpretación. El número de parches probablemente es más valioso, sin embargo, como la base para otras métricas con mayor potencial de interpretación.	
Tamaño promedio de los parches (MPS)		
Fórmula	$MPS = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n} \times \left(\frac{1}{10000} \right)$	MPS = Tamaño medio de los fragmentos a _{ij} = Superficie (m²) del fragmento j n = Número de fragmentos j en el ecosistema i
Descripción	MPS permite identificar el tamaño medio de los fragmentos en un ecosistema.	
Unidades	Hectáreas	
Rango	MPS > 0, sin límite	
Comentarios	Este índice está limitado por la escala de trabajo y la unidad mínima cartografiable. Junto con el número y la densidad de fragmentos, es un buen indicador de la heterogeneidad de un área de interés.	
Perímetro total (TE)		
Fórmula	$TE = \sum_{k=1}^m e_{ik}$	TE = total de borde e _{ik} = longitud total (m) de borde de cada fragmento i dentro del ecosistema k m' = número de tipos de ecosistemas
Descripción	TE es la suma de la longitud de todos los perímetros que involucran un tipo de fragmento i del ecosistema k. Si el borde de un ecosistema está presente, TE incluye los límites de los fragmentos correspondientes dentro del ecosistema, representándolo como uno solo. Si el borde del ecosistema está ausente, TE incluye una porción del límite del ecosistema del segmento dentro del tipo de fragmento correspondiente.	
Unidades	Metros	
Rango	TE > 0, sin límite TE = 0 cuando no hay un tipo de borde en el paisaje.	
Comentarios	La longitud del borde del fragmento es un indicador de la integridad del hábitat para la vida silvestre.	
Perímetro promedio del borde (MPE)		

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Fórmula	$MPE = \frac{TE}{NP}$	MPE = media del borde del fragmento TE = total de borde NP = número de fragmentos
Descripción	MPE, indica la longitud media en borde de los fragmentos de un ecosistema y está dada por la relación del total del borde de un ecosistema sobre el número de sus fragmentos.	
Unidades	Metros	
Rango	MPE > 0, sin límite	
Comentarios		
Métricas de forma		
Forma promedio de los fragmentos (MSI)		
Fórmula	$MSI = \frac{\sum_{j=1}^n \left(\frac{P_{ij}}{2\sqrt{\pi a_{ij}}} \right)}{n}$	MSI = forma media de los fragmentos a _{ij} = área (m²) del fragmento j en el ecosistema i p _{ij} = perímetro (m) del fragmento j en el ecosistema i n = número de fragmentos j en el ecosistema i
Descripción	MSI es una medida de la forma promedio de los fragmentos en un ecosistema.	
Unidades	Ninguna	
Rango	MSI ≥1, sin límite MSI = 1 cuando todos los fragmentos del ecosistema correspondiente son circulares; MSI se incrementa a medida que las formas de los fragmentos se hacen más irregulares.	
Comentarios	Este indicador, junto con los indicadores de tamaño de los fragmentos, influye en los diversos procesos ecológicos que se suceden al interior de un ecosistema. La forma ecológicamente óptima tiene gran área central con algunos límites curvilíneos y estrechos. Una forma compacta y redondeada es efectiva para conservar recursos internos.	
Dimensión fractal de los fragmentos (MPFD)		
Fórmula	$MPFD = \frac{\sum_{j=1}^n \left(\frac{2l_n P_{ij}}{l_n a_{ij}} \right)}{n_i}$	MPFD = dimensión fractal de los fragmentos a _{ij} = área (m²) del fragmento j en el ecosistema i p _{ij} = perímetro (m) del fragmento j en el ecosistema i n = número de fragmentos j en el ecosistema i
Descripción	MPFD es una medida de la forma del fragmento y se basa en la relación entre el perímetro y el área del fragmento.	

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Unidades	Ninguna
Rango	$1 \leq MPFD \leq 2$ Se acerca a 1 para formas con perímetros muy sencillos, como círculos o cuadrados, y se aproxima a 2 para formas con perímetros más sinuosos.
Comentarios	La forma de los fragmentos refleja la proporción de bordes en el paisaje y además indican procesos de formación de fragmentos.

Métricas de aislamiento y entremezcla (clases)

Distancia al vecino más cercano (MNN)

Fórmula	$MNN = h_{ij}$	h_{ij} = distancia (m) del parche ij al parche vecino más cercano del mismo tipo (clase), con base en una distancia borde a borde, calculada de centro de la celda a centro de la celda.
Descripción	MNN equivale a la distancia (m) al parche vecino más cercano del mismo tipo, con base en la distancia más corta de borde a borde. Nótese que las distancias borde a borde se toman de centro a centro de celda.	
Unidades	Metros	
Rango	$MNN > 0$, sin límite. MNN se acerca a 0 en la medida en que la distancia al vecino más cercano decrece. La MNN mínima está limitada por el tamaño de la celda, y es igual a dos veces el tamaño de la celda cuando se emplea la regla de parche con 8 vecinos, o es igual a la distancia entre vecinos diagonales cuando se apela a la regla de los 4 vecinos. El límite superior está limitado por la extensión del paisaje. MNN no está definido y se reporta como “N/A” en el archivo si el parche no tiene vecinos (es decir que no hay otros parches de su misma clase).	
Comentarios	La distancia media al vecino más cercano es, tal vez, la medida más simple del contexto del parche, y ha sido empleada de forma extensiva para cuantificar el aislamiento del parche. Aquí, la distancia al vecino más cercano se define, usando geometría euclidiana simple, como la distancia más corta en línea recta entre el parche focal y su vecino más cercano de la misma clase.	

Índice de mezcla y yuxtaposición (IJI)

Fórmula	$IJI = \frac{-\sum_{k=1}^m \left\{ \left(\frac{e_{ik}}{\sum_{k=1}^m e_{ik}} \ln \frac{e_{ik}}{\sum_{k=1}^m e_{ik}} \right) \right\}}{\ln(m-1)} 100$	e_{ik} = longitud total (m) del borde en el paisaje entre los tipos de parche (clases) i y k . m = cantidad de tipos de parche (clases) presentes en el paisaje, incluyendo el borde del paisaje, si está presente.
---------	--	--

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Descripción	IJI mide la extensión a la cual los tipos de parche están entremezclados. Altos valores de IJI resultan de paisajes en los cuales los tipos de parches están bien entremezclados (igualmente adyacentes unos a otros) Menores valores representan una desproporcionada distribución de tipos. IJI se aproxima a cero cuando la distribución de adyacencias entre tipos de parches es crecientemente desigual. IJI=100 es cuando todos los tipos de parches son igualmente adyacentes a los otros tipos (máxima yuxtaposición y entremezcla)	
Unidades	Porcentaje	
Rango	0 < IJI ≤ 100 IJI se acerca a 0 cuando el tipo de parche correspondiente sólo está adyacente a otro tipo de parche, ante un panorama de numerosos tipos de parche. IJI = 100 cuando el tipo de parche correspondiente está adyacente de igual forma a todos los demás tipos de parche (es decir que está entremezclado y yuxtapuesto al máximo con los otros tipos de parche). IJI resulta indefinido y se reporta como “N/A” en el archivo si el número de tipos de parche es inferior a 3.	
Comentarios	El índice de entremezcla y yuxtaposición se basa en adyacencias de parches, no de celdas como el índice de contagio. Como tal, no proporciona una medida de la agregación de la clase como lo hace el índice de contagio, por el contrario, aísla la entremezcla de los tipos de parche.	
Métricas de diversidad		
Índice de diversidad de Shannon (SDI)		
Fórmula	$SDI = - \sum_{i=1}^m (P_i \times \ln P_i)$	Pi = proporción del paisaje ocupado por el tipo de parche (clase) i.
Descripción	SDI equivale a menos la suma, para todos los tipos de parche, de la abundancia proporcional de cada tipo de parche, multiplicada por el logaritmo natural de dicha proporción. Nótese que Pi está basada en el área total del paisaje (A) excluyendo cualquier background interno presente.	
Unidades	Ninguna	
Rango	SDI ≥ 0, sin límite SDI = 0 cuando el paisaje contiene tan solo 1 parche (es decir que no hay diversidad). SDI aumenta a medida que la cantidad de diferentes tipos de parche (la riqueza de parches) se hace mayor, y/o la distribución proporcional de área entre los diferentes tipos de parche se hace más equitativa.	
Comentarios	El índice de diversidad de Shannon es una medida de la diversidad muy popular en la ecología de comunidades que aquí se aplica a paisajes. El índice de diversidad de Shannon es, de alguna forma, más sensible a tipos raros de parche que el índice de diversidad de Simpson.	
Índice de uniformidad de Shannon (SEI)		

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Fórmula	$SEI = - \frac{\sum_{i=1}^m (P_i \times \ln P_i)}{\ln m}$	P i = proporción del paisaje ocupado por el tipo de parche (clase) i. M = cantidad de tipos de parche (clases) presentes en el paisaje, excluyendo el borde del paisaje se esté presente
Descripción	SEI se calcula como menos la sumatoria, para todos los tipos de parche, de la abundancia proporcional de cada tipo de parche multiplicada por el logaritmo de esa proporción, y esa sumatoria dividida por el logaritmo de la cantidad de tipos de parche. En otras palabras, es el índice de diversidad de Shannon observado dividido por el índice de diversidad de Shannon máximo para una cantidad específica de tipos de parche. Nótese que P i está basada en el área total del paisaje (A) excluyendo cualquier background interno presente.	
Unidades	Ninguna	
Rango	$0 \leq SEI \leq 1$ SEI = 0 cuando el paisaje solo contiene 1 parche (es decir que no hay diversidad), se aproxima a 0 cuando la distribución del área entre los diferentes tipos de parches se torna inequitativa (es decir, dominada por un tipo de parche). SEI =1 cuando la distribución del área entre los diferentes tipos de parche es perfectamente equitativa (es decir que las abundancias proporcionales son las mismas).	
Comentarios	El índice de uniformidad de Shannon se expresa de forma tal que una distribución equitativa del área entre los tipos de parche resulta en la máxima equidad. Cómo tal, la equidad es complemento de la dominancia.	
Índice de fragmentación total		
Índice de fragmentación (F)		
Fórmula	$F = \frac{CA}{NumP * Rc}$ Donde, $Rc = 2 * MNN * \left(\frac{NumP}{A * \pi} \right)$	CA= Área por clase NumP=Número de parches por cada clase Rc= Dispersión de los parches MNN= Distancia media al vecino más cercano A=Área total
Descripción	El índice propuesto utiliza una escala inversamente proporcional al grado de fragmentación del paisaje. Así, un aumento del valor del índice se relaciona con una disminución del grado de fragmentación, y a la inversa. Esto se debe, atendiendo a la fórmula del índice, a que el incremento de la fragmentación se relaciona con la disminución de la superficie total de los parches, un mayor número de fragmentos (parches) y una mayor dispersión de éstas.	
Unidades	Ninguna	
Rango	F ≥ 0, sin límite Si F tiende a cero indica máxima fragmentación Si F es mayor a 10 indica mínima fragmentación	

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Comentarios	Los rangos numéricos entre los que puede oscilar el índice de fragmentación son diferentes para cada ambiente, por lo tanto no es comparable entre los diferentes ambientes, dadas las dispares características propias de cada uno de ellos en cuanto a patrón de distribución espacial, factores que explican el origen o la presencia de los mismos, etc. Por tanto, la evaluación de la evolución de este índice se realizará únicamente entre datos referidos al mismo ambiente.
-------------	---

- **Contexto paisajístico**

Para el cálculo del contexto paisajístico se tuvo en cuenta la ecuación presentada en el Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad Resolución 1517 de 2012²⁰³. En donde el contexto paisajístico (CP), se refiere a la conectividad del fragmento del ecosistema natural estudiado, con otros fragmentos con coberturas naturales. Para su valoración y especialización se empleó la siguiente ecuación, teniendo como referencia áreas núcleo de 625 y 500 m alrededor del fragmento, como lo solicitan los TdR.

$$CP = \frac{AN}{ATB}$$

Donde:

CP: contexto paisajístico.

AN: área natural dentro del *buffer*.

ATB: área total del *buffer*.

Los valores de conectividad oscilan entre 0 y 1, cuando el CP toma valores cercanos a cero indica que los fragmentos tienen baja conectividad, mientras que si el CP toma valores cercanos a 1, indica que los fragmentos tienen alta conectividad y por ende son factibles para mantener un equilibrio ecológico.

2.3.4.1.5.3 Fauna

2.3.4.1.5.3.1 Especies de fauna potenciales en el área del proyecto

Para realizar una aproximación de las especies faunísticas que potencialmente podrían encontrarse en el área de influencia del proyecto se realizó una búsqueda intensiva de información secundaria como artículos, libros, revistas científicas y sistemas de información biológica; que contuvieran información de la fauna presente en el Departamento de La Guajira, principalmente en los municipios aledaños al área de estudio, para así tener un conocimiento de la composición faunística del municipio de Uribia y del área de influencia directa.

A continuación, se hace una descripción de la información revisada para cada uno de los grupos faunísticos evaluados:

²⁰³ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES Y THE NATURE CONSERVANCY. 2012. Manual del Usuario para la herramienta MAFE Versión 2 - Mapeo de Fórmulas Equivalentes. Convenio de Asociación No. 25 del 2012.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- Anfibios y reptiles

Para construir el listado de las especies de anfibios potenciales para el área de influencia del Proyecto Eólico ALPHA se consultaron las bases de datos del Museo Americano de Historia Natural²⁰⁴, la colección en línea de la Universidad Nacional de Colombia²⁰⁵, la colección herpetológica de la Universidad de Antioquia y de la Universidad de la Salle, consultados en el sistema de información sobre biodiversidad de Colombia²⁰⁶.

Para construir el listado de las especies de reptiles potenciales para el área de influencia del Proyecto Eólico ALPHA, se consultaron las bases de datos de The Reptil Database²⁰⁷, la colección herpetológica de la Universidad de Antioquia y de la Universidad de la Salle, consultados en el sistema de información sobre biodiversidad de Colombia²⁰⁸.

Los listados finales de anfibios y reptiles potenciales para el área del proyecto, se construyeron depurando las bases de datos anteriormente mencionadas por divisiones político-administrativas contenidas en el área de influencia del proyecto y revisando las distribuciones geográficas reportadas por la UICN²⁰⁹ para anfibios y en The Reptil Database²¹⁰ para reptiles.

- Avifauna

Para obtener el listado de las especies de aves potenciales para el área de influencia del proyecto se consultó la base de datos del SIB²¹¹, la colección en línea de la Universidad Nacional de Colombia²¹², la Guía de campo de las Aves de Colombia²¹³, la guía de bolsillo de las Aves de la Guajira: Humedales y Zonas Bajas²¹⁴ y los artículos, Avifauna de bosque seco

²⁰⁴ AMPHIBIAN SPECIES OF THE WORLD 6.0, AN REFERENCE ONLINE. Frost, Darrel R. [en línea]. http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/index.php//content/search?taxon=&subtree=&subtree_id=&english_name=&author=&year=&country=599. [citado el 23 de junio del 2016]

²⁰⁵ INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES, FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Colecciones en Línea. [en línea]. <http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/>. [citado el 21 de junio del 2016]

²⁰⁶ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, (IAVH, INVEMAR, SINCHI, IIAP E IDEAM) Y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. SIB Colombia. [en línea]. <http://www.sibcolombia.net/web/sib/home>. [citado el 23 de enero de 2016].

²⁰⁷ THE REPTILE DATABASE. Uetz, P y Jiri, Hozak. [en línea]. <http://www.reptile-database.org/>. [citado el 23 de octubre de 2016].

²⁰⁸ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, (IAVH, INVEMAR, SINCHI, IIAP E IDEAM) Y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Op. Cit., p. 2-169.

²⁰⁹ The IUCN RED LIST OF THREATENED SPECIES. [en línea]. < <http://www.iucnredlist.org/>>. [citado el 15 de julio de 2016].

²¹⁰ THE REPTILE DATABASE. Op. Cit., p. 2-169.

²¹¹ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, (IAVH, INVEMAR, SINCHI, IIAP E IDEAM) Y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Op. Cit., p. 2-169.

²¹² INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES, FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Op. Cit., p. 2-169.

²¹³ MCMULLAN, MILES; QUEVEDO, ALONSO y DONEGAN, THOMAS M. Guía de Campo de las Aves de Colombia. Proaves. Bogotá, Colombia. 2011. Segunda edición. p. 360.

²¹⁴ MORALES, ANDREA., QUIÑONES, FERNANDO., RODRIGUEZ, DIEGO., RODRIGUEZ, JOSE y STREWE, RALF. Aves de La Guajira humedales y zonas bajas. Conservación internacional, serie guías de bolsillo. 2007.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

subtropical presente en ocho localidades de la media Guajira colombiana²¹⁵ y Evaluación de la avifauna asociada a humedales costeros de La Guajira con fines de conservación²¹⁶. Esta lista fue depurada con las fuentes anteriormente mencionadas por divisiones político-administrativas contenidas en el área de influencia del proyecto y revisando las distribuciones geográficas y altitudinales reportadas por la IUCN²¹⁷.

- **Mamíferos**

El listado de las especies de mamíferos potenciales para el área de influencia del Proyecto Eólico ALPHA, se construyó a partir de la consulta de las bases de datos del Museo de historia natural del Smithsonian²¹⁸, la colección en línea de la Universidad Nacional de Colombia²¹⁹, el listado actualizado de los mamíferos de Colombia²²⁰ y el sistema de información sobre biodiversidad de Colombia²²¹.

El listado final de mamíferos se realizó depurando las bases de datos anteriormente mencionadas por divisiones político-administrativas contenidas en el área de influencia del proyecto y revisando las distribuciones geográficas reportadas en la IUCN y en el libro de los mamíferos de Suramérica²²².

Una vez se obtuvieron los listados de las especies de fauna que potencialmente podrían encontrarse en el área de influencia del proyecto, se consultó para cada especie su vulnerabilidad global y nacional, al igual que su preferencia de hábitat, a partir de la revisión de la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, la cual es una fuente de información muy completa acerca del estado de conservación mundial de las especies vegetales y animales. Además, se revisaron los libros rojos de los anfibios, reptiles, aves y mamíferos de Colombia y la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) para determinar el grado de amenaza de estas especies a nivel nacional. Finalmente Se revisó el Check list del CITES²²³, un acuerdo internacional entre gobiernos que tiene por finalidad velar porque el comercio internacional de especímenes de animales y plantas silvestres no constituyan una amenaza para su supervivencia. Esta revisión

²¹⁵ ARTETA B., R. y MOLINO. L. Avifauna de bosque seco subtropical presente en ocho localidades de la media guajira colombiana. Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas. 2015. 19 (1): p. 125-137

²¹⁶ CASTAÑO VILLA, y GABRIEL JAIME. Evaluación de la Avifauna Asociada a Humedales Costeros de La Guajira Con Fines de Conservación. Crónica Forestal y del Medio Ambiente. crónica forestal y del medio ambiente. Bogotá, Colombia. 2001. p. 29.

²¹⁷ The IUCN RED LIST OF THREATENED SPECIES. Op. Cit., p. 2-169.

²¹⁸ MAMMALS SPECIES OF THE WORLD. Wilson, E y Reeder, D. [en línea]. < <http://vertebrates.si.edu/msw/mswCFAApp/msw/index.cfm>>. [citado el 13 de octubre de 2016].

²¹⁹ INSTITUTO DE CIENCIAS NATURALES, FACULTAD DE CIENCIAS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Op. Cit., p. 2-169.

²²⁰ SOLARI, SERGIO., MUÑOZ-SABA, RODRIGUEZ-MAHECHA, DEFLER, RAMIREZ-CHAVEZ., y TRUJILLO. Riqueza, Endemismo y Conservación de los Mamíferos de Colombia. Mastozoología Neotropical. 2013. p. 301-365.

²²¹ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, (IAVH, INVEMAR, SINCHI, IIAP E IDEAM) Y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Op. Cit., p. 2-169.

²²² GARDNER, ALFRED. Mammals of south America, Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, Shrens and Bats. The University of Chicago. Chicago, USA. 2007. Volume 1. p. 690.

²²³ CITES. [en línea]. < <https://www.cites.org/esp/disc/how.php>>. [citado el 19 de octubre de 2016].

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

se realizó para determinar si alguna de las especies potenciales del área de influencia hace parte de este listado que regula su comercio.

2.3.4.1.5.3.2 *Inventario de la fauna silvestre en el área de influencia biótica del proyecto*

Para el muestreo de campo de la fauna tetrápoda en el área de influencia del proyecto eólico ALPHA, se siguieron las recomendaciones del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos- Alexander von Humboldt, así como, los lineamientos contenidos en los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), requeridos para el trámite de la licencia ambiental de proyectos de uso de fuentes de energía eólica continental, emitidos por El Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible, mediante Resolución No. 1312 del 11 de agosto de 2016.

El inventario de la fauna silvestre se llevó a cabo en cuatro (4) salidas de campo, tres de estas salidas estuvieron enfocadas en estudiar el uso del espacio aéreo por parte de las aves y los mamíferos voladores y una para la caracterización de los tres grupos (avifauna, herpetofauna y mastozoofauna) (Tabla 2-61); adicionalmente, se realizaron entrevistas a los habitantes locales con la finalidad de complementar la información obtenida en campo. Toda la información estuvo soportada con formularios de campo (ver Anexo 40. Formularios muestreo biótico).

Tabla 2-61. Cronograma de las salidas de campo del componente faunístico

Temática	Fecha monitoreo	Temporada de lluvia	Vientos	Migración
Línea base: mamíferos y aves	Junio de 2017	Baja	Altos	No
Línea base: herpetología	Octubre de 2017	Alta	Bajos	No aplica
Uso del espacio aéreo (1 salida)	Junio de 2017	Baja	Altos	No
Uso del espacio aéreo (2 salida)	Septiembre-octubre de 2017	Alta	Bajos	Si
Uso del espacio aéreo (3 salida)	Noviembre-diciembre de 2017	Media	Medios	Si

Los muestreos fueron realizados en las tres (3) coberturas vegetales presentes en el área de influencia del medio biótico, las cuales corresponden a arbustal denso, arbustal abierto y tierras desnudas y degradadas. Se contó con un grupo de trabajo de cinco profesionales (dos mastozoólogos, dos ornitólogos y un herpetólogo). (ver Figura 2-48)

A continuación, se describe la metodología para la caracterización de cada uno de los grupos faunísticos evaluados, al igual que la metodología para el uso del espacio aéreo, la cual se elaboró con la finalidad de dar cumplimiento al requerimiento adicional para el componente de fauna, expresado en los términos de referencia para parques eólicos, en donde se debe

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

describir y analizar el uso del espacio aéreo (diurno y nocturno) en el entorno de los posibles emplazamientos teóricos de los aerogeneradores.

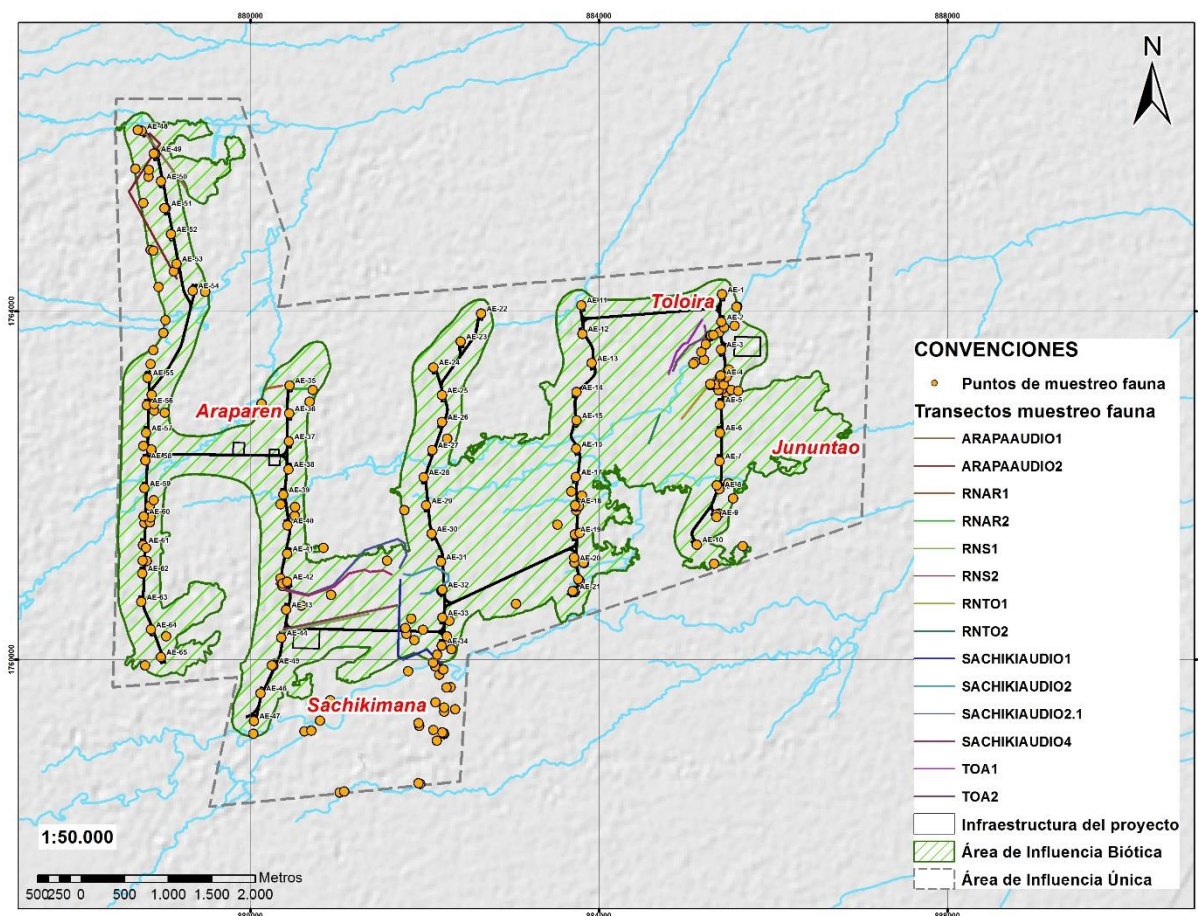


Figura 2-48. Ubicación puntos y transectos de muestreo de fauna

Fuente: Renovatio 2017

- **Anfibios y Reptiles**

Para realizar el muestreo de anfibios y reptiles se implementó la técnica de inventario completo de especies de búsqueda por encuentros visuales, la cual consiste en maximizar la probabilidad de encuentro de individuos mediante una inspección exhaustiva en todos los microhábitats posibles²²⁴. Para tal fin, mediante recorridos libres se registraron individuos detectables a simple vista y se realizó una búsqueda minuciosa levantando fragmentos de

²²⁴ ANGULO A., RUEDA-ALMONACID J.V., RODRIGUEZ-MAHECHA J.V., LA MARCA E. Técnicas de Inventario y Monitoreo para los anfibios de la Región Tropical Andina. Conservación Internacional. Panamericana Formas e Impresos S. A Seria Manuales de Campo N° 2. B. Bogotá, Colombia. 2006. p. 288.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

vegetación, removiendo la hojarasca y examinando cuidadosamente troncos, arbustos, cuevas, grietas y raíces (Imagen 2-20).

Adicionalmente se implementó un muestreo auditivo para detectar anfibios, permitiendo ubicar la fuente de los cantos, con el fin de optimizar la captura de ejemplares, o para identificar las especies a partir de su vocalización. En cada una de las coberturas presentes en el AI se trabajó por tres días, en la mañana de las 6 a las 9 am y en la noche de las 5 a las 11 pm, debido a que las especies de anfibios y reptiles pueden ser de hábitos diurnos o nocturnos.



Imagen 2-20. Herpetólogo realizando recorridos nocturnos

El trabajo de campo fue realizado por un equipo humano conformado por un profesional con experiencia en herpetofauna y un auxiliar de campo (poblador local).

- Captura e Identificación de los especímenes

Siempre que fue posible, los anfibios y reptiles fueron capturados de forma manual o con un capturador en el caso de las serpientes. Para proceder con la identificación de los individuos, a cada animal capturado se le evaluaron caracteres morfológicos. Cuando fue necesario realizar una revisión más detallada, los anfibios se almacenaron en bolsas plásticas adicionando hojas y/o ramas húmedas, y los reptiles fueron almacenados en bolsas de tela porosa.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Una vez capturado un individuo, se registró su ubicación indicando la cobertura vegetal y el número de individuos por especie. Finalmente, se tomó registro fotográfico de los individuos identificados en campo, los cuales fueron liberados en el sitio de captura.

- Colecta de especímenes

Cuando hubo incertidumbre taxonómica se colectaron los ejemplares para su posterior identificación en laboratorio. Los especímenes colectados fueron sacrificados por medio de una inyección de Roxicaina al 2% en la región cardíaca. Posteriormente, para el proceso de fijación los animales se ubicaron en una posición natural en un recipiente plástico hermético, cubiertos con papel absorbente impregnado con formol al 10%²²⁵.

Cuando los especímenes adoptaron una posición fija, ideal para evaluar estructuras diagnósticas, pasaron al proceso de preservación en una solución de etanol al 70%²²⁶. A cada individuo colectado se le asignó una etiqueta con un código alfanumérico, con el fin de asociar cada ejemplar con su información taxonómica, notas de campo y fotografías.

Los especímenes colectados están amparados bajo la Resolución N° 920 de la Corporación Autónoma Regional de La Guajira del 25 de mayo de 2017. Estos ejemplares fueron depositados en el Museo de Herpetología de la Universidad de Antioquia (MHUA), registrado ante el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt bajo el RNC N° 80, en el Anexo 16 se puede observar el certificado de depósito.

La clasificación taxonómica de los anfibios se basó en la propuesta de Amphibiam Species of the World²²⁷, y la de los reptiles en The reptil database²²⁸. El esfuerzo de muestreo (EM) se calculó multiplicando las horas hombre (Hh) por el número de días del muestreo (d):

$$EM = Hh * d$$

El éxito de muestreo (ExM) se calculó dividiendo el número de individuos registrados (Ir) con el esfuerzo de muestreo:

$$ExM = Ir / EM$$

• Aves

La caracterización de aves en el área de influencia del Proyecto Eólico ALPHA se realizó empleando una adaptación de la metodología propuesta por el grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental (GEMA) del Instituto de Investigaciones Biológicas Alexander Von Humboldt desarrollada para la realización de inventarios sobre la biodiversidad nacional²²⁹, esta metodología permite una buena aproximación sobre la composición de las especies en pocos días.

²²⁵ PALACIO BAENA, JAIME ALBERTO; MUÑOZ, ELIANA; GALLO, SANDRA; y RIVERA, MAURICIO. Anfibios y Reptiles del Valle de Aburrá. Editorial Zuluaga Ltda. Medellín, Colombia. 2006. p. 175.

²²⁶ Ibid, p. 2-174.

²²⁷ AMPHIBIAN SPECIES OF THE WORLD 6.0, AN REFERENCE ONLINE, Op. Cit., p. 2-169.

²²⁸ THE REPTILE DATABASE. Op. Cit., p. 2-169.

²²⁹ VILLARREAL; H, M; ÁLVAREZ, S; CÓRDOBA, F; ESCOBAR, G; FAGUA, F; GAST, H; MENDOZA, M; OSPINA, A; UMAÑA, A; y OSPINA, Op. Cit., p. 2-169.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Se emplearon distintas metodologías para compilar un listado de especies presentes en la zona de estudio. Las técnicas utilizadas están estandarizadas y son ampliamente utilizadas en diversos estudios, inventarios y monitoreos de aves^{230,231}.

El trabajo de campo fue realizado por un equipo humano conformado por dos profesionales con experiencia en ornitofauna y dos auxiliares de campo (poblador local).

- Puntos de conteo

Se seleccionaron alrededor de 15 puntos de muestreo en cada una de las coberturas vegetales presentes en el área de influencia del medio biótico. Con la finalidad de evitar los recuentos se estableció una distancia mínima de 200 metros entre los puntos, cada conteo tuvo una duración de 15 minutos, en los cuales se anotaron las especies registradas visual y auditivamente, para ello se llenaron fichas de campo con información taxonómica, número de individuos por especie (abundancias), cuando fue posible se tomaron datos de interés ecológico (dieta, nido, hábitat, etc.). entre otras. Adicionalmente, se realizó un registro fotográfico de la mayor cantidad de especies posibles. La intensidad de muestreo fue de tres días por cobertura vegetal.

Para llevar a cabo las observaciones se utilizaron binoculares (Nikon Monarch 5, con un alcance de 10X42) y para fotografiar las aves se utilizó una cámara (Nikon P 600) Los puntos se visitaron en las horas de mayor actividad de las aves 6:00 a.m hasta las 10:00 a.m. y desde las 4:00 p.m. hasta las 6:00 p.m.



²³⁰ Ibíd., p. 2-174.

²³¹ STILES GARY, BOHORQUEZ CLARA ISABEL. Evaluando el Estado de la Biodiversidad: El caso de la Avifauna de la Serranía de las Quinchas, Boyacá, Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, 1998.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Imagen 2-21. Muestreo visual de avifauna por punto de conteo.

- Captura de aves

En cada cobertura vegetal se instalaron cuatro redes de niebla de poliéster (12 x 3 mt. 32 mm ojo) en lugares estratégicos por su cercanía a cuerpos de agua y transición entre vegetación; las redes se levantaron tres días por cobertura, (ver Imagen 2-22), éstas permanecieron abiertas durante nueve horas diarias, desde las 6:00 a.m. hasta las 10:00 a.m. y desde las 4:00 p.m hasta las 6:00 p.m. Las redes fueron revisadas cada 20 minutos con la finalidad de que las aves no se lastimaran.

Los individuos capturados fueron puestos en bolsas de tela, para su posterior determinación hasta el nivel de especie²³². Todas las aves capturadas fueron, pesadas, medidas y fotografiadas, posteriormente fueron liberadas en área cercana al lugar de captura.



(a)



(b)

Imagen 2-22. (a) Redes de niebla, (b) captura de aves con redes de niebla.

La identificación taxonómica de las especies registradas a través de las observaciones y las redes de niebla se realizó utilizando la Guía de campo de las Aves de Colombia²³³ y las claves reportadas por Hilty, S. & W; la clasificación filogenética y los nombres científicos de las especies se establecieron de acuerdo a la taxonomía propuesta por Remsen *et al*²³⁴.

²³² VILLARREAL; H, M; ÁLVAREZ, S; CÓRDOBA, F; ESCOBAR, G; FAGUA, F; GAST, H; MENDOZA, M; OSPINA, A; UMAÑA, A; y OSPINA, Op. Cit., p. 2-174

²³³ MCMULLAN, MILES; QUEVEDO, ALONSO y DONEGAN, THOMAS M, Op. Cit., p. 3-59.

²³⁴ A CLASSIFICATION OF THE BIRD SPECIES OF SOUTH AMERICA. AMERICAN ORNITHOLOGIST' UNION. Remsen, J. V., Jr., J. I. Areta, C. D. Cadena, A. Jaramillo, M. Nores, J. F. Pacheco, J. Pérez-Emán, M. B. Robbins, F. G. Stiles, D. F. Stotz, and K. J. Zimmer. [en línea]. <http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm>. [citado el 15 de julio de 2017].

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			



(a)



(b)

Imagen 2-23. Toma de medidas morfométricas. (a) pesaje de ave, (b) toma de medida alar.

- Registros ocasionales

Se realizaron observaciones ocasionales y recorridos libres dentro de cada sitio de muestreo. Se registraron las aves vistas y/o escuchadas dentro de cada cobertura vegetal. Se recolectó evidencia indirecta de aves muertas cuando estuvieron disponibles, nidos abandonados, plumas, etc. Se realizó registro de todas las especies que fue posible. Además, También se tomó registro de aves silvestres en cautiverio (loras, sinsontes, canarios, cardenales, etc.) que se encontraban en viviendas dentro del área de influencia del proyecto.

- Registro auditivo

Se realizaron grabaciones de los cantos de las aves de forma simultánea a los censos utilizando una grabadora Sony PX 440, dichos registros auditivos se efectuaron con la finalidad de detectar especies de comportamientos crípticos y aportar evidencias físicas. Las grabaciones fueron corroboradas posteriormente con el banco de cantos Xeno- canto, el cual se encuentra disponible en línea²³⁵.

Adicionalmente, en cada una de las rancherías del área de influencia del proyecto (Araparen, Sachikimana, Toloira y Jununtao), se entrenó a una persona para que grabara el canto o llamado del flamenco rosado (*Phoenicopeterus ruber*) en el caso de escucharlo. El entrenamiento de las personas encargadas de las grabaciones consistió en reproducir audios con cantos y llamados de la especie antes mencionada para que aprendieran a diferenciarla y en caso de escucharlos pudieran grabar dicho sonido; previo a esto se les enseñó el manejo de las grabadoras, las cuales fueron proporcionadas por la empresa (ver Imagen 2-24). Es importante mencionar que esta metodología fue implementada con la finalidad de corroborar si el flamenco transita o no por el área del proyecto, puesto que en estudios realizados por

²³⁵ XENO-CANTO COMPARTIENDO CANTOS DE AVES DE TODO EL MUNDO. [en línea]. <http://www.xeno-canto.org/>. [citado el 15 de junio de 2017].

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Corpogujira se evidencian movimientos migratorios de la especie, desde las salinas de Manaure hasta algunos humedales costeros de Maracaibo²³⁶.



(a)



(b)

Imagen 2-24. Entrenamiento y entrega de grabadoras en las comunidades (a) Araparen y (b) Junununtao.

➤ Esfuerzo de muestreo (EM)

Para los métodos de observación el EM se calculó multiplicando las horas hombre (Hh) por el número de días (d):

$$EM = Hh * d$$

Mientras que para las redes de niebla se calculó con la sumatoria del número de redes multiplicándola por las horas que estuvieron levantadas.

$$EM = \sum redes * horas$$

➤ Éxito de muestreo (ExM)

El éxito de muestreo (ExM) tanto para los métodos de observación y las redes de niebla se calculó dividiendo el número de individuos registrados (Ir) por el esfuerzo de muestreo.

$$ExM = Ir/EM$$

²³⁶ MINAMBIENTE – FONDO DE COMPENSACIÓN AMBIENTAL, CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LA GUAJIRA- CORPOGUAJIRA Y FUNDACIÓN HIDROBIOLÓGICA GEORGE DAHL. Monitoreo de Aves Migratorias, Residentes y Amenazadas Con Énfasis En El Flamenco Rosado, Mediante Acciones Participativas Con La Comunidad En Diez Humedales Costeros De La Guajira. Informe Final. 2015. P 110.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- Mamíferos

Para la caracterización de los mamíferos se siguieron las recomendaciones del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos- Alexander von Humboldt²³⁷, la guía de los mamíferos terrestres y voladores de Colombia²³⁸ y la metodología general para la presentación de estudios ambientales²³⁹, a continuación, se hace una descripción de la metodología utilizada:

- Mamíferos voladores

Para el muestreo de los mamíferos voladores (murciélagos) se ubicaron cinco redes de niebla con dimensiones de 12 x 3 m y 32 mm ojo, se instalaron en las tres coberturas vegetales del área de influencia biótica en lugares estratégicos por su cercanía a cuerpos de agua y transición entre vegetación; las redes se levantaron tres días por cobertura vegetal, abriéndolas en la tarde a las 5:30 pm y recogiendo a las 11:30 pm (Imagen 2-25); las redes fueron revisadas cada 20 minutos.

A los individuos capturados se les tomaron datos morfométricos del antebrazo, el uropatagio, la hoja nasal, la oreja, la cola y longitud cabeza cuerpo, se les realizó un registro fotográfico, se marcaron con pintura para evitar recapturas en la toma de datos y fueron identificados taxonómicamente hasta el nivel de especie y posteriormente liberados en un lugar cercano al de captura. Para su identificación taxonómica se utilizaron la guía de Muñoz²⁴⁰ y el libro de Gardner²⁴¹. En los casos en que no fue posible determinar hasta el nivel de especie los individuos capturados, se procedió a coleccionar máximo dos individuos por especie indeterminada (se especifica en colecta de mamíferos).

²³⁷ VILLARREAL; H, M; ÁLVAREZ, S; CÓRDOBA, F; ESCOBAR, G; FAGUA, F; GAST, H; MENDOZA, M; OSPINA, A; UMAÑA, A; y OSPINA, Op. Cit., p. 2-176.

²³⁸ MORALES, A; SÁNCHEZ, F; POVEDA, K y CADENA, A. Mamíferos terrestres y voladores de Colombia, guía de campo. Bogotá, Colombia. 2004. p. 284.

²³⁹ COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Op. Cit., p. 3-62.

²⁴⁰ MUÑOZ ARANGO, JAVIER. Clave de los murciélagos vivientes de Colombia. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 1996. p. 132.

²⁴¹ GARDNER, ALFRED. Mammals of south America, Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, Shrens and Bats. The University of Chicago. Chicago, USA. 2007. Volume 1. p. 690.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			



(a)



(b)

Imagen 2-25. (a) Red de niebla levantada en tierras desnudas y degradadas y (b) captura de un murciélago.

El esfuerzo de muestreo (EM) se calcula con la sumatoria del número de redes multiplicándola por las horas que estuvieron levantadas.

$$EM = \sum \text{redes} * \text{horas}$$

El éxito de muestreo (ExM) se calcula dividiendo el número de individuos registrados (Ir) con el esfuerzo de muestreo.

$$ExM = Ir/EM$$

- Mamíferos no voladores

Se ubicaron trampas Sherman, Tomahawk, y cámaras trampa en las tres coberturas vegetales, buscando lugares estratégicos por su cercanía a cuerpos de agua, lejanía de áreas intervenidas por el hombre, y la abundancia de vegetación, cada trampa tuvo una distancia de 20 m entre ellas y se dejaron instaladas tres días por cada cobertura vegetal.

Para el muestreo de roedores y algunos marsupiales pequeños, se ubicaron 30 trampas Sherman (con una dimensión de 5,1 x 6,5 x16,5 cm) (Imagen 2-26). Para estas trampas se utilizaron cebos con una mezcla de mantequilla de maní, hojuelas de avena y esencia de vainilla según lo recomendado por Morales²⁴². Cada trampa fue revisada en las horas de la mañana y cebada en las horas de la tarde. Para la clasificación taxonómica de las especies se utilizó el libro de los mamíferos de Suramérica volumen II²⁴³. Los individuos capturados

²⁴² MORALES, A; SÁNCHEZ, F; POVEDA, K y CADENA, A. Op. cit. p. 2-179.

²⁴³ PATTON, J; PARDIÑAS, U y D'LIA, G. Mammals of south America. Volumen 2 Rodents. The university of Chicago press. Chicago y London. 2015. P.1336.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

fueron medidos (longitud del cuerpo, la cola, la pata trasera, la oreja), se les tomó registro fotográfico y se marcaron con pintura para evitar recapturas. En los casos en que no fue posible determinar hasta el nivel de especie los individuos capturados, se procedió a coleccionar máximo dos individuos por especie indeterminada (se especifica en colecta de mamíferos).



(a)



(b)

Imagen 2-26. (a) Trampa Sherman y (b) trampa Tomahawk, ubicadas en un arbustal abierto

Para el muestreo de mamíferos de mediano tamaño (marsupiales, ardillas, conejos entre otros), se ubicaron en las diferentes coberturas diez trampas Tomahawk (Imagen 2-26) (con dimensiones de 15 x 15 x 40 cm), utilizando en cinco de ellas cebo de sardina y en las otras cinco frutas (banano y papaya). Para la identificación taxonómica de los individuos capturados se contó con las guías de Emmons y Feer²⁴⁴ y Cuartas y Muñoz²⁴⁵.

Para el muestreo de mamíferos de mediano y gran tamaño se ubicaron dos cámaras trampa (Bushnell 6MP X-8) (Imagen 2-27), en cada una de las coberturas vegetales presentes en el área según las recomendaciones de Connell²⁴⁶, a una altura de 30 cm del suelo y cebándolas con sardina, las cámaras se configuraron para que registraran la fecha y la hora del registro.

El esfuerzo de muestreo (EM) se calcula con la sumatoria del número total de trampas (Sherman, Tomahawk y camaras trampa) multiplicándola por los días que estuvieron puestas.

$$EM = \sum trampas * horas$$

El éxito de muestreo (ExM) se calcula dividiendo el número de individuos capturados (Ic) con el esfuerzo de muestreo.

$$ExM = Ir/EM$$

²⁴⁴ EMMONS, LOUISE y FEER, FRANCOIS. Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical. F.A.N. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 1999. p. 298. ISBN 9990580103 9789990580105.

²⁴⁵ CUARTAS-CALLE, CARLOS y MUÑOZ, JAVIER. Marsupiales, cenoléstidos e insectívoros de Colombia. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 2003. p. 227.

²⁴⁶ O'CONNELL, A. F., J. D. NICHOLS, AND K. U. KARANTH. Camera traps in animal ecology: Methods and analyses. Editor Allan F. O'Connell. New York. 2001. p. 271.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Adicionalmente, para mamíferos de mediano y gran tamaño (felinos, canidos, venados, conejos entre otros) se buscaron posibles huellas que hayan quedado grabadas en la arena y el fango (Imagen 2-27), también se buscaron huesos, heces y pelos que pudieran revelar la presencia de un animal de esta clase en la zona, según lo recomendado en el Manual de Huellas de Algunos Mamíferos Terrestres de Colombia²⁴⁷. A cada huella encontrada se le tomaron fotografías, se les midió su máxima longitud y amplitud; a las heces también se les tomó fotografías y se les estimó su longitud y amplitud y finalmente fueron colectadas en bolsas ziploc y fijadas con alcohol etílico al 97 %. Para la identificación taxonómica en campo de los mamíferos de gran tamaño, se usó el libro de los Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical²⁴⁸ y para las huellas el de Navarro y Muñoz²⁴⁹. Se realizó un recorrido nocturno y uno diurno con dos horas de duración por día (1 hora nocturno y 1 hora diurno), por tres días por cobertura vegetal, por tres coberturas vegetales.

El esfuerzo de muestreo (EM) se calcula con la sumatoria del número total de horas de los recorridos (Hr).

$$EM = Hr$$

El éxito de muestreo (ExM) se calcula dividiendo el número de individuos registrados (Ir) con el esfuerzo de muestreo.

$$ExM = Ir/EM$$

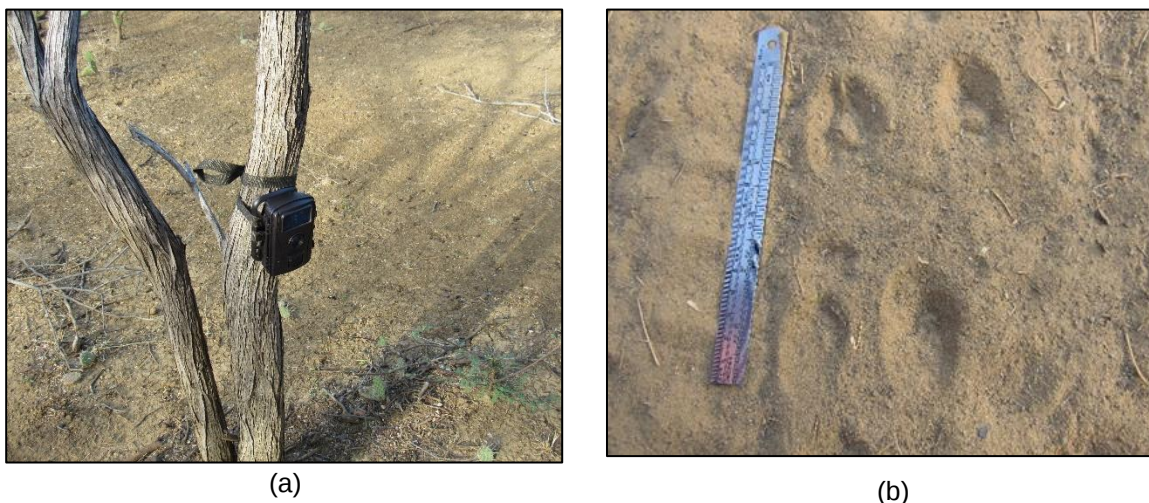


Imagen 2-27. (a) Camara trampa y (b) registro de huellas

²⁴⁷ NAVARRO, JOSÉ FERNANDO y MUÑOZ, JAVIER. Manual de huellas de algunos mamíferos terrestres de Colombia. Medellín, Colombia. 2000. p. 136.

²⁴⁸ EMMONS, LOUISE y FEER, FRANCOIS. Op. Cit., p. 2-181.

²⁴⁹ NAVARRO, JOSÉ FERNANDO y MUÑOZ, JAVIER. Op. Cit., p. 2-182

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

- Colecta de mamíferos

Se colectaron especímenes de mamíferos solamente en los casos en que no fue posible determinar la especie de los individuos capturados en campo, se colectaron máximo dos individuos por especie indeterminada y pertenecientes a los micro mamíferos (quirópteros, roedores y marsupiales), el protocolo de colecta fue el siguiente:

Sacrificio: el sacrificio de especímenes se realizó a través de un paro cardio-respiratorio por presión en la zona pectoral o a través de una inyección letal de xilocaína al 2% aplicada en la región torácica.

Etiquetado: a cada espécimen sacrificado se le ato a la pata derecha y al cráneo la respectiva etiqueta. la etiqueta fue de papel pergamino y se escribió con lápiz. En cada etiqueta se incluyó: número de colección, título de la etiqueta, acrónimo, número de catálogo, determinación taxonómica, sexo del ejemplar, localidad, coordenadas geográficas, altitud (m), colector(es), número de colector, fecha de colecta, hábitat.

Preparación del espécimen: la preservación en seco se realizó extrayendo el cráneo, las vísceras, huesos y músculos de la piel; en los murciélagos se dejó el antebrazo junto a la piel debido a su importancia taxonómica. Los cráneos, vísceras y demás huesos se fijaron en alcohol etílico al 70 % hasta ser ingresados en la colección (preservación en líquido). Las pieles fueron debidamente secadas, se rellenaron con algodón y se cosieron con hilo de algodón, finalmente las pieles se fijaron con alfileres en fondos de icopor en posiciones naturales e importantes para la taxonomía (Imagen 2-28). La preservación en líquido se realizó para cuerpos completos y cuerpos sin piel, fijándolos con formol al 10%, que se inyectó directamente en la cavidad visceral, extremidades y cola, posterior al periodo de fijación se pasó el animal a alcohol etílico al 70%, previo lavado con agua durante 12 horas, para su posterior transporte.

Transporte: los especímenes preparados en seco, se transportaron en cajas de cartón, fijados en bases de icopor y sujetos con alfileres. Los especímenes en liquido (etanol al 70 %) se transportaron en frascos de plástico de tapa hermética.



Imagen 2-28. Preservación en seco de un murciélago

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Ingreso a la colección biológica: los especímenes colectados se ingresaron a la colección teriológica de la universidad de Antioquia (CTUA), con registro 167 del Registro Nacional de Colecciones Biológicas (RNC) del Instituto Alexander von Humboldt. Los especímenes ingresados en la colección fueron determinados hasta el nivel taxonómico más preciso (especie o género) por parte del profesor Sergio Solari Torres Ph.D (ver anexo Anexo 16. Certificado depósito fauna/ Mamíferos colectados).

2.3.4.1.5.3.3 Encuestas

Se realizaron encuestas, sobre la fauna silvestre presente en la zona, a la comunidad residente en el área donde se ubicará el proyecto eólico ALPHA, que corresponden a las rancherías de Araparen, Jununtao, Toloira y Sachikimana. Dichas encuestas se realizaron a personas residentes en las mismas y que tuvieran conocimiento de su territorio (Imagen 2-29).

La encuesta está conformada por 19 preguntas (ver anexo 36. Encuesta de valoración económica), enfocadas al reconocimiento de especies de herpetos, aves y mamíferos observadas en el área del proyecto, para tal fin se contó con una cartilla como material de apoyo en donde los encuestados pudieron observar fotografías de las especies con distribución probable en dicha área (ver anexo 36. Encuesta de valoración económica). Así mismo, se desarrollaron preguntas sobre el uso que la comunidad le da a la fauna silvestre y el avistamiento de grupos grandes de aves volando por el espacio aéreo del proyecto y la percepción que los habitantes de las rancherías tienen acerca de la fauna (ver anexo 36. Encuesta de valoración económica).

La información procedente de las encuestas se utilizó para la caracterización de fauna, servicios ecosistémicos y la valoración económica.



Imagen 2-29. Realización de encuestas en las rancherías del proyecto

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.4.1.5.3.4 Uso del espacio aéreo para aves y quirópteros.

Con la finalidad de dar cumplimiento a lo requerido en los Términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA), para proyectos de uso de fuentes de energía eólica continental, en donde se solicita, como requerimiento adicional para el componente de fauna, “describir y analizar el uso del espacio aéreo (diurno y nocturno) en el entorno de los posibles emplazamientos teóricos de los aerogeneradores, se realizaron tres salidas de campo tratando de abarcar diferentes condiciones de viento, lluvia y migración de aves (ver Tabla 2-61)

- Información secundaria

Se realizó una búsqueda de información secundaria sobre trabajos realizados para describir el uso del espacio aéreo por parte de las aves y los murciélagos, y se encontró que en Colombia a la fecha no se cuenta con estudios sobre uso del espacio aéreo para parques eólicos, por lo cual se consultó la disponibilidad de este tipo de investigaciones en otros países, sin embargo, la información disponible y comparable es escasa. Por tal motivo y con base a la revisión de información bibliográfica con relevancia, se construyó la metodología para la evaluación del uso del espacio aéreo, ésta combina diferentes métodos de campo y análisis, los cuales buscan generar la información necesaria para identificar las especies de aves y murciélagos que transitan por el territorio y determinar el impacto que se generaría sobre estos con el emplazamiento del parque eólico.

- Trabajo de campo

Los muestreos en campo se realizaron siguiendo algunas de las recomendaciones de Atienza et al ²⁵⁰, la Universidad Autónoma de Nuevo León²⁵¹ y de Kuntz et al ²⁵². El monitoreo se realizó a partir de tres salidas de campo, en donde se procuró abarcar las diferentes condiciones climáticas (Temporadas de vientos altos y bajos, época seca y época lluviosa) y las temporadas de no migración y migración de las aves. Cada salida tuvo una duración de 15 días. En cada salida de campos se realizaron monitoreos diurnos y nocturnos para aves, mientras que para los murciélagos se realizaron únicamente monitoreos nocturnos.

La representatividad del muestreo diurno para las aves fue del 100% de las posibles ubicaciones de los aerogeneradores. En cada visita se realizaron dos repeticiones a cada punto, para un total de seis (6) repeticiones por ubicación.

- Monitoreo diurno de aves

Esta técnica de censo permite conocer de forma aproximada el número de individuos y especies por unidad de Superficie. Consiste en registrar todas las especies y número de

²⁵⁰ ATIENZA, J.C., I. MARTÍN FIERRO, O. INFANTE, J.VALLS y J. DOMÍNGUEZ. Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos (versión 3.0). SEO/BirdLife, Madrid. 2011. p. 115.

²⁵¹ UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS. Monitoreo de aves y murciélagos en la zona potencial para el desarrollo de un parque eólico en el área de Hipólito, General Cepeda, Coahuila. Reporte Final. 2014. p 67..

²⁵² KUNZ THOMAS H., EDWARD B. ARNETT, BRIAN M. COOPER, WALLACE P. ERICKSON, RONALD P. LARKIN, TODD MABEE, MICHAEL L. MORRISON, M. DALE STRICKLAND, y JOSEPH M. SZEWCZAK. Assessing Impacts of Wind-Energy Development on Nocturnally Active Birds and Bats: A Guidance Document. Journal of Wildlife Management 71(8): 2449–2486; 2007.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

individuos vistos u oídos durante 5-10 minutos, en un área circular de radio variable con centro en el observador. Cada punto de conteo corresponde a la posible ubicación de los aerogeneradores²⁵³.

➤ Punto de conteo fijo con radio variable

Cada punto de conteo correspondió a la posible ubicación de los aerogeneradores, en donde se registraron todas las especies y número de individuos vistos u oídos durante 10 minutos, lapso de tiempo suficiente para detectar hasta el 83% de todas las especies del área, lo cual ha sido demostrado en otros estudios^{254, 255}. Para delimitar cada punto de muestreo se colocaron cintas reflectivas con el número del aerogenerador correspondiente.

En cada punto de muestreo se diligenciaron formatos de campo con la siguiente información:

- ✓ **Fecha y hora**
- ✓ **Coordenadas**
- ✓ **Especie y número de individuos**
- **Altura estimada de vuelo:** 0-20, 21-40, 41-60, 61-80, 81-100, 101-120, 121-140, 141-160, > 200 metros.
- ✓ **Trayectoria de vuelo:** Norte-Sur (N-S), Oeste-Sur (W-S), Este- Oeste (E-W) y viceversa.
- ✓ **Tipo de vuelo:** Remonte o vuelo de ascenso, vuelo batido y planeo.
- ✓ **Climatología:** nublado (N), despejado (D), seminublado (Sn) y lluvias (LL).
- ✓ **Intensidad del viento:** suave (su), moderado (mo) o fuerte (fu).
- ✓ **Tipo de hábitat:** arbustal denso, arbustal abierto y tierras desnudas y degradadas.

Cada punto de muestreo fue evaluado dos veces por salida de campo, teniendo en cuenta las variaciones del viento durante el día, con la finalidad de poder comparar el uso del espacio aéreo por las aves de acuerdo a las condiciones del viento.

➤ Grabación de vocalizaciones

Se realizaron grabaciones de los cantos y llamados de las aves de forma simultánea a los censos observatorios utilizando una grabadora Olympus VN- 701 PC (ver Imagen 2-30) dichos registros auditivos se efectuaron con la finalidad de detectar especies de comportamientos crípticos y aportar evidencias físicas. Las grabaciones fueron corroboradas posteriormente con guías auditivas. (Naturalis Biodiversity Center, 2005-2014), es importante mencionar que las grabaciones se realizaron tanto de día como de noche.

²⁵³ ATIENZA, J.C., I. MARTÍN FIERRO, O. INFANTE, J. VALLS Y J. DOMÍNGUEZ. Op. cit. p. 2-186.

²⁵⁴ WAIDE, ROBERT B; WUNDERLE, JOSEPH M, JR. Changes in habitats available to migrant land birds in the Caribbean Unpublished Interim Report Submitted To World Wildlife Fund- U.S. WASHINGTON, DC. 1987.

²⁵⁵ MARTÍNEZ-SALINAS, DECLERCK F, FLORIAN E, ESTRADA N. Manual de Técnicas para la Identificación de Aves Silvestres. 2002.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			



Imagen 2-30. Grabación de vocalizaciones

- Monitoreo nocturno de aves y quirópteros

Los monitoreos para determinar el uso del espacio aéreo por parte de los murciélagos y las aves nocturnas, son de gran importancia para prevenir el impacto que causaran los aerogeneradores en estos grupos, además, muchas especies de aves migratorias realizan sus vuelos de migración en la noche, por lo que se podrían detectar rutas de migración de algunas especies de aves con este método²⁵⁶

Se seleccionaron cinco puntos de muestreo en el área de influencia biótica del proyecto eólico ALPHA (ver Figura 2-49) los cuales fueron seleccionados por su importancia ecológica, tal como su cercanía a fuentes de agua naturales y antrópicas y la presencia de cobertura vegetal (arbustal denso, arbustal abierto y tierras desnudas y degradadas), ambas características ecológicas, determinan el forrajeo de especies de murciélagos y aves nocturnas^{257,258}. Además, se siguieron las recomendaciones de Lausen y otros²⁵⁹ que recomiendan ubicar estaciones de muestreo en todas las direcciones del parque (este, oeste, norte y sur).

El esfuerzo de muestreo por salida fue de tres noches por punto de muestreo.

²⁵⁶ NARANJO, L. G; AMAYA, D y GONZÁLEZ; CIFUENTES. Guía de La Especies Migratorias de La Biodiversidad en Colombia- Aves. Vol 1. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, D.C. Colombia. 2012. P. 708.

²⁵⁷ Ibid., p. 2-188.

²⁵⁸ ATIENZA, J.C., I. MARTÍN FIERRO, O. INFANTE, J. VALLS Y J. DOMÍNGUEZ. Op. cit. p. 2-186.

²⁵⁹ LAUSEN, C., E. BAERWALD, J. GRUVER, y R. BARCLAY. 2006. Appendix 5. Bats and wind turbines. Pre-siting and pre-construction survey protocols. p.10.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

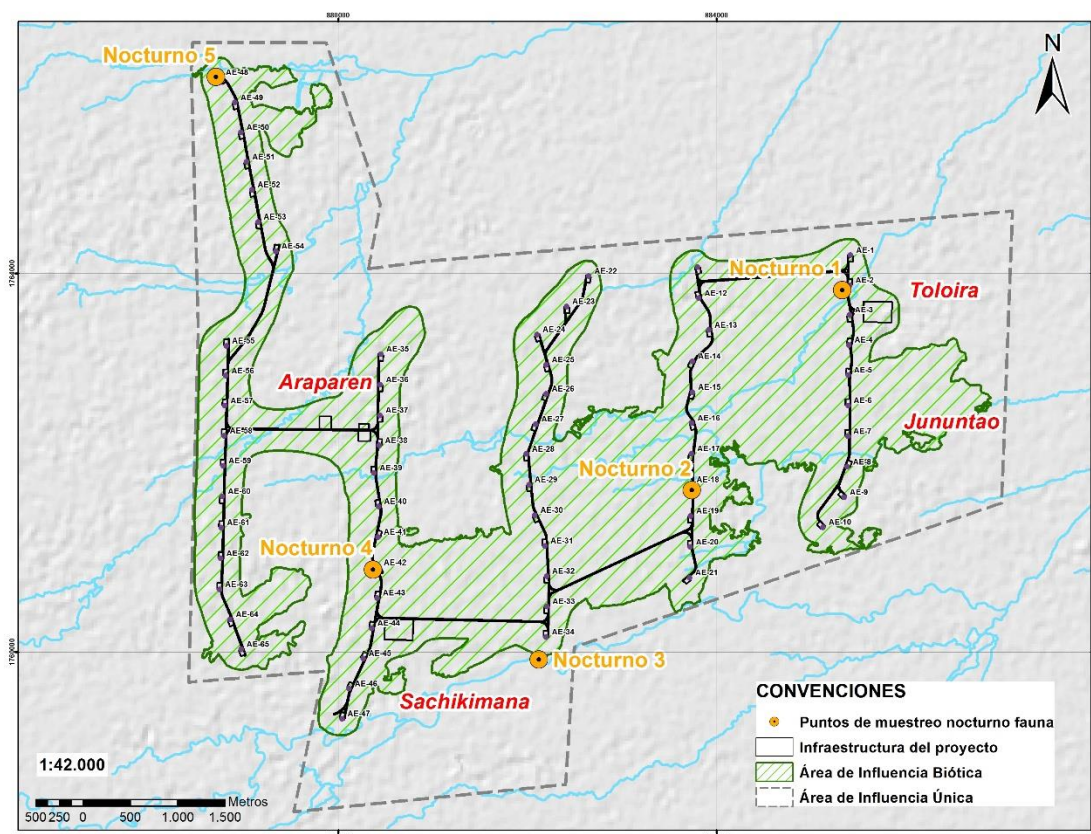


Figura 2-49. Puntos de muestreo nocturno en el proyecto eólico ALPHA (puntos 1, 2,3, 4 y 5)

Fuente: Renovatio 2017

Teniendo en cuenta las limitaciones de las metodologías utilizadas para el uso del espacio aéreo, principalmente para las especies de hábitos nocturnos, se utilizó una combinación de metodologías las cuales son complementarias entre sí, ya que cada una aporta datos diferentes que contribuyen a una mejor predicción del uso del espacio aéreo por parte de las aves y los quirópteros.

➤ Redes de niebla

Las redes de niebla son un método complementario al monitoreo acústico de murciélagos, que se describe posteriormente, debido a que existen algunas especies de murciélagos, principalmente de la familia Phyllostomidae que no pueden ser detectados por ultrasonidos, debido a que la intensidad del llamado es muy baja en la banda FM²⁶⁰. Además, las especies de aves de pequeña talla, necesitan ser capturadas puesto que con observación con

²⁶⁰ HUNDT L. Bat surveys: Good practice guidelines, 2nd edition. Bat Conservation Trust. 2012. P. 99.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

binoculares no se pueden determinar taxonómicamente de una manera exacta, también al ser capturadas se puede registrar el estado corporal y reproductivo en dichas aves²⁶¹

Con la finalidad de detectar aves de hábitos nocturnos y de registrar las especies de quirópteros presentes en el área del proyecto, se levantaron cuatro redes de niebla de poliéster (12 x 3 m. 32 mm ojo) por noche por punto de muestreo. Las redes estuvieron abiertas durante toda la noche para murciélagos y para aves estuvieron abiertas desde las 16.00 hasta las 22.00. El esfuerzo de muestreo fue de cuatro (4) redes, por una (1) noche por punto de muestreo, por salida de campo.

Con las especies capturados en las redes de niebla se tomarán los siguientes datos:

- ✓ **Hora y fecha**
- ✓ **Especie** (datos morfológicos, fotografías, peso, estado reproductivo, sexo)
- ✓ **Trayectoria del vuelo:** norte (N), sur (S), oeste (W) y este (E)
- ✓ **Coordenadas geográficas**
- ✓ **Climatología:** nublado (N), despejado (D), seminublado (sn) y lluvias (LL)
- ✓ **Intensidad del viento:** suave (su), moderado (mo) o fuerte (fu)
- ✓ **Tipo de hábitat:** arbustal denso, arbustal abierto y tierras desnudas y degradadas.

➤ Monitoreo acústico

Las buenas prácticas internacionales para el estudio de impacto ambiental y monitoreo de los murciélagos en parques eólicos identifican como metodología más adecuada a la determinación de la zona de intensidad de uso por murciélagos los métodos de detección acústica a nivel de cobertura para la recopilación de información de uso del hábitat y patrones de actividad (IFC²⁶²).

Se realizaron transectos, en donde se grabaron los llamados de los murciélagos, con un detector ultrasónico Peersonic RPA3 (Imagen 2-31). Adicionalmente, y debido a que en Colombia no existe una librería acústica de los llamados de las especies de murciélagos se grabaron algunos individuos de las especies capturadas en las redes de niebla, para tener una librería que nos sirviera de insumo para clasificar los llamados de los murciélagos grabados en vuelo.

El esfuerzo de muestreo fue de dos transectos de longitud variable por punto de muestreo, por salida. Es importante anotar que los transectos se realizaron en 4 de los 5 puntos nocturnos, debido a que el punto 2 presente en la ranchería de Jununtao no presentaba condiciones adecuadas de seguridad para los profesionales de campo, motivo por el cual no se pudo realizar el monitoreo acústico en dicho punto.

Se revisaron todas las secuencias obtenidas durante la fase de campo en el software Raven Pro versión 64 1.4, con el cual se seleccionaron las secuencias que presenten menor relación señal/ruido y que contengan como mínimo tres pulsos continuos en fase de búsqueda por especie; se realizó una extracción manual de los parámetros acústicos importantes para la

²⁶¹ NARANJO, L. G; AMAYA, D y GONZÁLEZ; CIFUENTES. Op. cit. p. 2-188.

²⁶² IFC. Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la energía eólica. Grupo Banco Mundial. 2015. 40. p.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

caracterización taxonómica de los sonotipos como frecuencia inicial, frecuencia final, frecuencia pico, duración y se tuvo en cuenta el armónico de mayor energía, este último indispensable para filtrar a nivel de familia. Los parámetros acústicos registrados en las llamadas de los murciélagos fueron comparados de forma manual con una biblioteca de llamadas de referencia disponible para el Neotrópico²⁶³; se compararon en principio los parámetros mencionados anteriormente, sin embargo, en caso de duda, se consultaron otras fuentes bibliográficas disponibles. En el anexo 48. Sonogramas de las especies de murciélagos, se observa la base de datos de los murciélagos identificados con sus respectivos sonogramas.



Imagen 2-31. Monitoreo acústico de murciélagos.

- Monitoreo de actividad de vuelo en murciélagos y aves nocturnas con métodos visuales

La técnica de monitoreo visual de aves y quirópteros utilizando equipos de visión nocturna y telescopios en luna llena, conforman un método valioso para evaluar el riesgo de colisión de estos grupos de animales en las etapas de preconstrucción y postconstrucción de parques eólicos. Esta técnica puede arrojar datos de abundancia, frecuencia y patrones de actividad de vuelo en aves nocturnas y murciélagos²⁶⁴.

²⁶³ La base de datos pertenece al Biólogo Raúl Rodríguez Moreno, datos aun sin publicar, el mismo realizó los análisis de identificación de los llamados de los murciélagos registrados.

²⁶⁴ KUNZ THOMAS H., EDWARD B. ARNETT, BRIAN M. COOPER, WALLACE P. ERICKSON, RONALD P. LARKIN, TODD MABEE, MICHAEL L. MORRISON, M. DALE STRICKLAND, y JOSEPH M. SZEWCZAK. Op cit. p. 2-186.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

✓ Gafas con visión infrarroja

Esta técnica permite observar animales volando en la noche hasta 150 metros de altura (altura mayor a los aerogeneradores Nordex N131/3600), con lo cual se logra medir la altura de vuelo, la dirección y el comportamiento (vuelo en línea recta, en círculo, en zigzag o flotante). Para este monitoreo se utilizaron gafas con visión nocturna y un reflector de luz con filtro infrarrojo, registrando por hora los murciélagos y aves que pudieran ser observados. Aunque la técnica no permite identificar especies, es útil para medir la actividad y el uso del espacio aéreo en aves nocturnas y murciélagos²⁶⁵ (Imagen 2-32). El método posee la restricción de ser útil solamente en noches de total oscuridad²⁶⁶

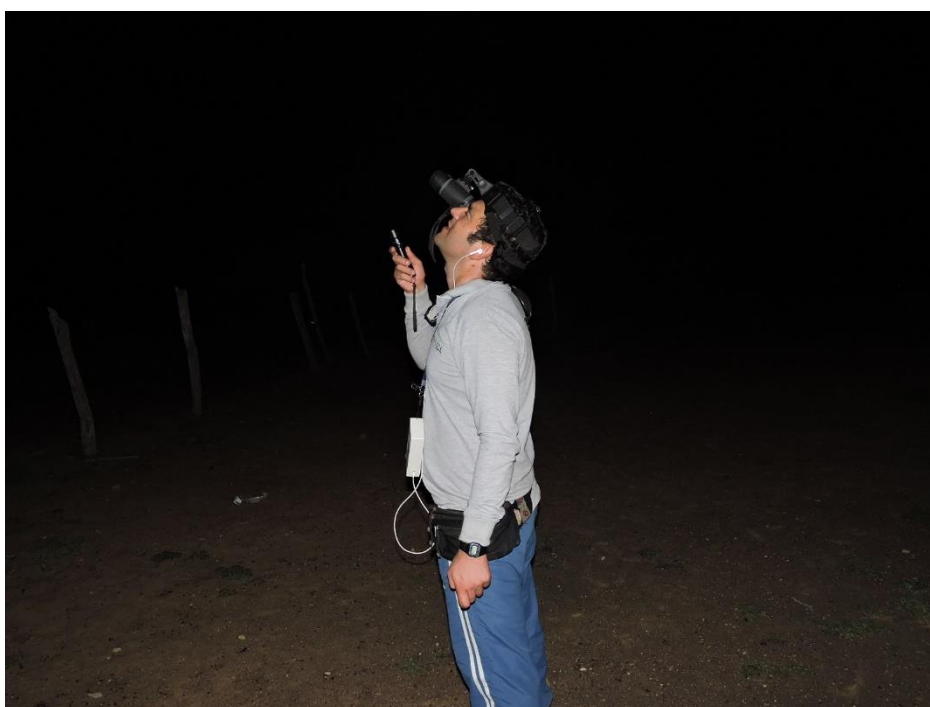


Imagen 2-32. Observación de aves y murciélagos en vuelo con gafas de visión nocturna

El esfuerzo de muestreo fue de nueve (9) horas de observación por salida y se realizó en las noches de completa oscuridad.

➤ Muestreo de luna (*Moonwatching*)

Para observar movimientos de aves y murciélagos se utilizó esta técnica, la cual, permite en noches de luna llena detectar a contraluz movimientos de fauna en una porción reducida de

²⁶⁵ KUNZ THOMAS H., EDWARD B. ARNETT, BRIAN M. COOPER, WALLACE P. ERICKSON, RONALD P. LARKIN, TODD MABEE, MICHAEL L. MORRISON, M. DALE STRICKLAND, y JOSEPH M. SZEWCZAK. Op cit. p. 2-186.

²⁶⁶ KUNZ THOMAS H., EDWARD B. ARNETT, BRIAN M. COOPER, WALLACE P. ERICKSON, RONALD P. LARKIN, TODD MABEE, MICHAEL L. MORRISON, M. DALE STRICKLAND, y JOSEPH M. SZEWCZAK. Op cit. p. 2-186.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

cielo, para ello se utilizó un telescopio Tasco Spacestation de 525X (Imagen 2-33). El esfuerzo de muestreo por salida de campo fue de cinco (5) horas de monitoreo efectivas. En cada salida se monitoreo durante cinco (5) días (dos días antes de luna llena, el día de luna llena y dos días después de luna llena)^{267,268}.



Imagen 2-33. Monitoreo de luna llena (Moonwatching)

➤ Recorridos nocturnos

La metodología de recorridos nocturnos es importante para registrar especies con hábitos de actividad nocturna, además, dichos recorridos pueden ser útiles para recopilar información de refugios y dormideros utilizados por especies de hábitos diurnos y nocturnos²⁶⁹.

Se realizaron recorridos nocturnos con iluminación con una linterna de alta luminosidad (ver Imagen 2-34), con el fin de detectar especies de hábitos nocturnos, principalmente para aquellas dormilonas como los caprimulgidae que suelen ubicarse cerca a los caminos²⁷⁰. Los recorridos se realizaron en las inmediaciones de las posibles ubicaciones de los aerogeneradores que se encontraban más cerca de los puntos seleccionados para el monitoreo nocturno general. Con estos recorridos se buscó además identificar lugares de importancia para el refugio de aves y murciélagos.

²⁶⁷ KUNZ THOMAS H., EDWARD B. ARNETT, BRIAN M. COOPER, WALLACE P. ERICKSON, RONALD P. LARKIN, TODD MABEE, MICHAEL L. MORRISON, M. DALE STRICKLAND, y JOSEPH M. SZEWCZAK. Op Cit. p. 2-186.

²⁶⁸ (MVOTMA) MINISTERIO DE VIVIENDA ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE. Guía para el monitoreo de aves y murciélagos en Parques Eólicos. P 42. 2016

²⁶⁹ Ibid. p. 2-193.

²⁷⁰ Ibid. p. 2-193.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			



Imagen 2-34. Recorrido nocturno.

➤ **Playback**

Con la finalidad de detectar cantos de aves nocturnas que desarrollan cantos elaborados como los búhos y las lechuzas, se utilizó la técnica playback, en donde se emitieron cantos específicos y se esperó respuesta de las especies correspondientes²⁷¹, se registró su presencia o ausencia en función a la respuesta o no de los mismos. Los puntos seleccionados para esta metodología corresponden a los cinco puntos de monitoreo nocturno, sin embargo, se tuvo en cuenta las características ecológicas que dieran indicio de la presencia de este tipo de aves.

- **Equipo de trabajo.**

Cada grupo de trabajo (aves y murciélagos), estuvo conformado por dos biólogos con experiencia en el muestreo de estos grupos biológicos.

2.3.4.1.5.3.5 Análisis de resultado para la caracterización

El análisis de resultados producto de la caracterización de los tres grupos (herpetofauna, avifauna y mastozoofauna) se realizó de la misma manera.

La información se presentó en tablas que contienen clasificación taxonómica de las especies, gremio trófico, abundancia absoluta, abundancia relativa, estado de conservación etc.

²⁷¹ Ibíd. p. 2-193.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Con la finalidad de evaluar la representatividad de la unidad de muestreo se realizaron curvas de acumulación de especies utilizando EstimateS 9.1.0, las cuales fueron graficadas en Excel 2016.

Así mismo, se realizaron análisis de diversidad alfa y beta para resumir los resultados obtenidos en valores numéricos y así poder hacer comparaciones. Es importante anotar que la utilización de varias metodologías de muestreo y la dificultad de detección en campo de algunas especies, principalmente de mamíferos, ocasionan un sesgo al momento de realizar el cálculo de los índices estadísticos. No obstante, los datos obtenidos en la línea base son el punto de partida para realizar comparaciones a futuro.

- Diversidad alfa

Es la riqueza de especies de una comunidad determinada y que se considera homogénea, por lo tanto, es a un nivel “local”. Dicha diversidad se calculó mediante la identificación y contabilización de los individuos registrados en cada cobertura vegetal. Se estimaron índices de riqueza específica, abundancias absoluta y relativa, dominancia de Simpson, equidad de Shannon-Wiener, para ello se utilizaron las siguientes formulas:

- Riqueza específica: (S)= Número de especies en un área determinada
- Abundancia absoluta: (AB)= n_i
- Abundancia relativa: (AR)= $n_i/N * (100)$
- Dominancia de Simpson: (D)= $\sum (n_i/N)^2$
- Shannon- Wiener (H') = $-\sum (n_i/N) * \log_2 (n_i/N)$

Dónde: n_i es el número de individuos de la especie i ,

N es el número total de individuos de todas las especies,

Para calcular los índices de Simpson y equidad de Shannon-Wiener se usó el software Past. Exe (versión libre).

- Diversidad beta

Es la medida del grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre las comunidades que se encuentran en un área mayor. Para este estudio se utilizó el índice de Jaccard, el cual relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas. Se utilizó la siguiente fórmula:

- Jaccard= $C / A+B-C$

A es el número de especies presentes en la estación A,

B es el número de especies presentes en la estación B,

C es el número de especies presentes en ambas estaciones, A y B.

Para calcular el índice de Jaccard y graficar el dendograma se utilizó el software BioDiversity Pro (versión libre).

Adicional a los análisis de diversidad, se consultó la vulnerabilidad global y nacional, para cada una de las especies registradas, esta revisión se realizó teniendo en cuenta la Lista Roja de

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Especies Amenazadas de la UICN²⁷², los libros rojos de los anfibios²⁷³, reptiles²⁷⁴, aves²⁷⁵ y mamíferos²⁷⁶ de Colombia y la Resolución 1912 del 15 de septiembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. También se revisó el Check list del CITES²⁷⁷, para determinar si alguna de las especies registradas hace parte de este listado que regula su comercio.

El análisis de gremio trófico, y distribución geográfica, se realizó de la siguiente forma:

Para el grupo de los herpetos se determinó el gremio trófico y la distribución geográfica de las especies con la siguiente bibliografía:

- The reptil database²⁷⁸
- Fauna silvestre de la reserva forestal protectora Montes de Oca²⁷⁹.

Para los mamíferos se determinó el gremio trófico, y la distribución geográfica de las especies por medio de la siguiente información secundaria:

- Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical²⁸⁰.
- Mammals of South America, Volume 1 Marsupials, Xenarthrans, Shrens and Bats²⁸¹.
- Fauna silvestre de la reserva forestal protectora Montes de Oca²⁸².
- Riqueza, Endemismo y Conservación de Los Mamíferos de Colombia²⁸³.
- IUCN²⁸⁴.
- Mamíferos de Suramérica volumen II²⁸⁵

²⁷² The IUCN RED LIST OF THREATENED SPECIES. Op. Cit., p. 2-169.

²⁷³ RUEDA- ALMONACID, JOSE., LYNCH, JONH y AMÉZQUITA, ADOLFO. Libro rojo de los anfibios de Colombia. Bogotá, Colombia. 2004. p. 384.

²⁷⁴ MORALES-BETANCOURT, M. A., C. A. LASSO, V. P. PÁEZ Y B. C. BOCK. Libro rojo de reptiles de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia. Bogotá, D. C., Colombia.p 228.

²⁷⁵ RENJIFO, L. M., GÓMEZ, M. F., VELÁSQUEZ-TIBATÁ, J., AMAYA-VILLARREAL, A. M., KATTAN, G. H., AMAYA-ESPINEL, J. D., Y BURBANO GIRÓN, J. Libro rojo de aves de Colombia, Volumen I: bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 2014. p. 463.

²⁷⁶ RODRÍGUEZ-M; J., ALBERICO, M.; TRUJILLO, F., y JORGENSON, J. Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia.Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Bogotá, Colombia. 2006. p. 430.

²⁷⁷ CITES. Op. Cit., p. 2-170.

²⁷⁸ THE REPTILE DATABASE. Op. Cit., p. 2-169.

²⁷⁹ GALVIS-PIÑUELA, P A; MEJIA-TOBON y A; RUEDA- ALMONACID, J V. Fauna silvestre de la reserva Forestal Protectora Montes de Oca, La Guajira Colombia. Corpoguajira. Riohacha, Colombia. 2011. p. 822.

²⁸⁰ EMMONS, LOUISE y FEER, FRANCOIS. Op. Cit., p. 2-181.

²⁸¹ GARDNER, ALFRED. Op. Cit., p. 2-170.

²⁸² GALVIS-PIÑUELA, P A; MEJIA-TOBON y A; RUEDA- ALMONACID, J V. Op. Cit., p. 2-196.

²⁸³ SOLARI, SERGIO., MUÑOZ-SABA, RODRIGUEZ-MAHECHA, DEFLER, RAMIREZ-CHAVEZ., y TRUJILLO. Op. Cit., p. 2-170.

²⁸⁴ The IUCN RED LIST OF THREATENED SPECIES. Op. Cit., p. 2-169.

²⁸⁵ PATTON, J; PARDIÑAS, U y D´LIA, G. Op. cit. p. 2-181.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Para el grupo de aves se determinaron los gremios tróficos, la distribución geográfica y el rango altitudinal, a partir de la siguiente información secundaria:

- Evaluación de la avifauna asociada a humedales costeros de La Guajira con fines de conservación²⁸⁶.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza²⁸⁷
- Catálogo de la biodiversidad de Colombia²⁸⁸.
- Guía de las aves de Colombia²⁸⁹.
- Fauna silvestre de la reserva forestal protectora Montes de Oca²⁹⁰.
- Wiki Aves de Colombia²⁹¹.

A continuación, se presenta una breve definición para cada uno de los gremios tróficos:

- Frugívoro: Especies cuya dieta está basada principalmente en frutas.
- Herbívoro: Especies que consumen principalmente follajes de plantas.
- Insectívoro: Especies que consumen insectos en gran proporción.
- Omnívoro: Especies que consumen gran variedad de alimentos (frutas, insectos, hierba, pequeños vertebrados, etc).
- Carnívoro: Especies que se alimentan de carne proveniente de otros animales.
- Carroñero: Especies que alimentan de carroña (carne en descomposición), sin desechar la captura de presas vivas.
- Granívoro: Especies que se alimentan de semillas.
- Rapaz: Especies que cazan pequeños vertebrados y algunos invertebrados como caracoles.
- Polínívoro-nectarívoro: Especies que consumen néctar y polen.
- Hematófago: Especie que se alimenta de sangre de vertebrados, principalmente de mamíferos de gran tamaño y de algunas aves.

Identificación de áreas de importancia para la fauna con algún grado de amenaza, endemismos, o migratoria.

- Se evaluaron los requerimientos ecológicos de cada una de las especies de aves y murciélagos catalogadas en alguna de las categorías de amenaza de la IUCN y los libros rojos de las aves y de los mamíferos de Colombia, así como la resolución 1912 de 2017 y se identificaron las áreas de importancia para las mismas

²⁸⁶ VILLA-CASTAÑO, GABRIEL-JAIME. Evaluación de la avifauna asociada a humedales costeros de La Guajira con fines de Conservación. Crónica forestal y del medio ambiente no. 16, 2001. p. 5-33.

²⁸⁷ The IUCN RED LIST OF THREATENED SPECIES. Op. Cit., p. 2-169.

²⁸⁸ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, (IAVH, INVEMAR, SINCHI, IIAP E IDEAM) Y UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, Op. Cit., p. 2-169.

²⁸⁹ HILTY, STEVEN L y BROWM, WILLIAM L. Guía de la Aves de Colombia. Asociación Colombiana de Ornitología ACO. Volumen 1. Bogotá, Colombia. 2009. p. 489.

²⁹⁰ GALVIS-PIÑUELA, P A; MEJIA-TOBON y A; RUEDA- ALMONACID, J V. Op. Cit., p. 2-196.

²⁹¹ WIKI AVES DE COLOMBIA. CALIDRIS; UNIVERSIDAD ICESI. [en línea]. < www.icesi.edu.co >. [citado el 16 de julio de 2017].

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.4.1.5.3.6 Análisis de resultados para el uso del espacio aéreo

Para tener información sobre las aves y quirópteros registrados en el área de influencia del proyecto con riesgo de colisión, se revisó información secundaria de la avifauna y quirópteros. Tanto para aves, como para murciélagos, se consultaron los listados de amenaza de la IUCN, el CITES, los libros rojos de aves y mamíferos de Colombia y la resolución 1912 del 2017 del MADS, para conocer el nivel de vulnerabilidad de las especies potenciales.

Una vez se contó con la información secundaria sobre las especies, se consultó la información disponible sobre el uso del espacio aéreo de estas especies (altura, dirección y tipo de vuelo, riesgo potencial de colisión), preferencia de hábitat, gremio trófico, etc; para las especies de aves que sean migratorias, se consultó su ruta en la guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia²⁹².

Así mismo, a partir de los datos registrados en los monitoreos del uso del espacio aéreo se elaboraron los siguientes cálculos:

- Riqueza total de especies, por temporada de monitoreo
(S)= # de especies en un área determinada.

- Análisis de abundancias por punto de muestreo
Se compararon las abundancias absolutas de cada punto de muestreo, con la finalidad de conocer los lugares donde el riesgo de colisión es mayor.

- Análisis de resultados por metodología.
Se revisaron los resultados obtenidos con cada una de las metodologías utilizadas para determinar la efectividad y aplicabilidad de las mismas.

- Distribución temporal de aves y murciélagos
Se realizaron tablas en donde se confrontaron los listados de especies identificadas en cada uno de los monitoreos y de este modo se pudo conocer la distribución temporal de las mismas.

- Identificación de especies catalogadas en alguna categoría de amenaza y/o con distribución restringida o migratoria.
Se consultaron los listados de amenaza de la IUCN, el CITES, los libros rojos de aves y mamíferos de Colombia, la resolución 1912 del 2017 del MADS y La Guía de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia.

- Análisis de la trayectoria de vuelo
Con los datos obtenidos sobre las trayectorias de vuelo de las aves observadas en los puntos de conteo se realizó un análisis para conocer la dinámica de movimiento de las aves en el área del proyecto.

- Alturas de vuelo

²⁹² NARANJO, L. G; AMAYA, D y GONZÁLEZ; CIFUENTES. Op. cit. p. 2-188

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Se realizó un análisis de la riqueza de especies, abundancia absoluta y abundancia relativa en cada uno de los rangos de altura de vuelos seleccionados, con el objetivo de determinar cuál o cuáles son los rangos de altura con mayor uso por parte de las aves.

- **Análisis del riesgo de colisión**

Teniendo en cuenta que el modelo de aerogenerador (Nordex 131/3600) utilizado para la elaboración del EIA puede tener cinco alturas de buje diferentes, se elaboraron cinco modelos con las diferentes dimensiones para superponerlos con los datos de alturas de vuelo, riquezas y abundancias en cada rango y se identificó la magnitud de riesgo de colisión en cada uno de ellos, posteriormente se dieron recomendaciones bióticas de la altura del aerogenerador recomendado.

- Identificación de especies de aves y murciélagos con mayor riesgo de colisión con los aerogeneradores y Mapas de trayectoria de vuelo en aves (escala 1:25.000) superpuestos con el layout del proyecto.

Luego de analizar cada uno de los factores evaluados (abundancia, alturas de vuelo, amenaza y distribución, etc) se realizó un filtro con las especies de aves y murciélagos que pueden tener mayor riesgo de colisión y posteriormente se elaboró un mapa con las trayectorias de vuelo a escala 1:25.000 el cual se superpuso con el layout del proyecto.

2.3.4.1.6 Ecosistemas acuáticos

Para realizar los muestreos hidrobiológicos en los arroyos susceptibles de intervención por ocupaciones de cauce, se consideraron dos (2) periodos de sequía (febrero de 2017 y agosto de 2017) y uno (1) de lluvia (mayo de 2017), como lo establecen los términos de referencia para proyectos eólicos en zonas desérticas. Se realizaron visitas puntuales a cada una de las ocupaciones de cauce, no obstante, en todas las salidas de campo realizadas en las diferentes temporadas, los arroyos se encontraron secos, incluso en la visita realizada en mayo, que corresponde a la época húmeda, debido al rápido drenaje de las aguas lluvias que es característico de los arroyos intermitentes de esta zona. Por tal motivo, no fue posible realizar los muestreos hidrobiológicos. Cabe resaltar que el proyecto no hará intervención a cauces por concesión de aguas o por vertimientos.

2.3.4.1.7 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

El IDEAM et al.²⁹³, definieron los ecosistemas estratégicos como aquellos que garantizan la oferta de bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo humano sostenible del país. Estos ecosistemas se caracterizan por mantener equilibrios y procesos ecológicos básicos tales como la regulación de climas, del agua, realizar la función de depuradores del aire, agua y suelos; la conservación de la biodiversidad.

²⁹³ IDEAM, IGAC, IAVH, INVEMAR, I. SINCHI E IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andrés e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C, 276 p. + 37 hojas cartográficas.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Por su parte, en el Decreto 2372 de 2010 se define como área protegida aquella “zona delimitada geográficamente que ha sido designada, regulada y administrada a fin de alcanzar los objetivos específicos de conservación”. Estas áreas son esenciales para el desarrollo de la sociedad, la conservación de ecosistemas singulares, el desarrollo de actividades económicas, la generación de investigación y educación, entre otras²⁹⁴.

Así mismo, el decreto definió la existencia de dos categorías de áreas protegidas, las de orden público y las de orden privado; y reconoció los suelos de protección y las áreas o zonas declaradas con objetivos de conservación pero que no hacen parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas –SINAP-, como sitios para las estrategias de conservación, que aportan a la protección, planeación y manejo de los recursos naturales renovables y al cumplimiento de los objetivos de conservación y, finalmente, otras áreas de protección declaradas por las autoridades ambientales regionales y locales que a la fecha no han sido recategorizadas de acuerdo al decreto 2372 de 2010.

Para identificar, los ecosistemas estratégicos, las áreas protegidas nacionales, regionales y municipales, suelos de protección y/o áreas con objetivos de conservación, que pueden verse afectadas por la construcción del proyecto "Parque Eólico ALPHA", se realizaron las respectivas verificaciones y búsquedas en los reportes del POT del Municipio de Maicao, las declaratorias de áreas de manejo especial, las áreas ecológicas de interés ambiental declaradas por los municipios y las áreas protegidas de la Corporación Autónoma Regional de La Guajira - Corpoguajira. Adicionalmente se tomó como base las categorías de manejo que conforman el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) contenidas en el Decreto 2372 de julio de 2010 y las categorías agrupadas en diferentes nodos de planificación, zonificación y manejo, tales como los sistemas departamentales de Áreas Protegidas (SIDAP), los sistemas regionales de áreas protegidas (SIRAP) y los sistemas locales de Áreas protegidas (SILAP).

Así mismo, se tuvo en cuenta la información sobre zonificación ambiental contenida en los planes de ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas (POMCH), considerando que estos planes, una vez adoptados y aprobados, se convierten en una norma superior jerárquica para cualquier proceso de ordenamiento territorial, y las áreas definidas como zonas de preservación, pasan a formar parte de los suelos de protección.

Adicional a la información suministrada por las herramientas de consulta mencionadas anteriormente; algunas de las fuentes de información consultadas fueron:

- Página Web de Parque Nacionales Naturales –PNN-
- Página Web de Reservas Naturales de la Sociedad Civil –RESNATUR-
- Página web de la Corporación Autónoma Regional de La Guajira –CORPOGUAJIRA-
- Página Web de Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos, Alexander von Humboldt.

²⁹⁴ LAUSCHE, B. Directrices para la legislación relativa a áreas protegidas. 2012. UICN, Gland, Suiza. xxviii + 428 pp.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.5 Caracterización del medio socioeconómico

Para efectos de la caracterización social del área de influencia del proyecto, y para acogerse a los términos de referencia emitidos en la resolución 1312 de agosto de 2016, a continuación, se presentan las metodologías con las cuales se construyó la caracterización tanto para el contexto municipal como para las unidades territoriales o comunidades que interactúan directamente con el proyecto.

Las metodologías privilegiadas para el levantamiento de la información fueron de corte cuantitativas y cualitativas, las cuales permitieron un abordaje integral de cada uno de los actores y contextos que interactúan con el área de influencia del proyecto, aportando la capacidad de realizar las interpretaciones del caso, que permitieran dimensionar los impactos que el proyecto podría ocasionar para las comunidades del área de influencia en cada uno de sus componentes.

Para el análisis y comprensión de todos los componentes a caracteriza, zonificar, evaluar y para el diseño de las medidas de manejo, se incluyó la información de los medios biótico y abiótico, que tienen injerencia en el desarrollo de la caracterización del medio socioeconómico con los usos y usuarios del agua, usos del suelo, conflictos en el uso del suelo, como también la arrojada por el medio biótico en lo que respecta a la caracterización de la flora y fauna, puesto que dichos componentes proporcionan información sobre los servicios ecosistémicos, debido a la estrecha relación entre ambos.

Para la caracterización de las unidades territoriales del área de influencia, se empleó la metodología del Diagnostico Rural Participativo – DRP, conjunto de técnicas y herramientas permiten que las propias comunidades hagan su diagnóstico y de ahí comenzar a auto gestionar su planificación y desarrollo a partir de un proceso de autoanálisis sobre sus problemas y las posibilidades de solucionarlos, de esta manera los participantes podrán compartir experiencias y analizar sus conocimientos, a fin de mejorar sus habilidades de planificación y acción.

El objetivo principal del DRP es apoyar la autodeterminación de la comunidad a través de la participación y así fomentar el desarrollo sostenible, su propósito es la obtención directa de información primaria o de “campo” en la comunidad, Tomando como base la participación interactiva, es decir la participación de los grupos de meta en todas las fases del diagnóstico.

El Diagnóstico Rural Participativo, se caracteriza por incluir las perspectivas de los grupos de interés; ya que, cada sujeto y cada cultura perciben la realidad de manera subjetiva, emplea la triangulación, que consiste en la confrontación y complementación de informaciones provenientes de diferentes fuentes, que facilita una visión más amplia de la realidad, además recurre a la visualización de un tema por medio de mapas y diagramas de esta manera todos los miembros de la comunidad participan y se involucran activamente en el proceso.

Bajo esta perspectiva, la empresa Vientos del Norte, contó con el apoyo de dos profesionales sociales en campo (Coordinador Social y una profesional social bilingüe) quienes desde su conocimiento del entorno y mediante sus habilidades expertas aportaron información para la construcción del documento de caracterización.

Para llevar a cabo el trabajo de campo, de manera preliminar se realizó una visita exploratoria y otra de socialización con las autoridades tradicionales, líderes y demás pobladores que se

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

encuentran en los territorios de interés. En aras de brindarles la información concerniente al proyecto y establecer lazos de confianza, elemento fundamental para la construcción de una relación sólida y armónica con las comunidades.

Posterior, al consentimiento y aval e interés de los miembros de la comunidad de participar en el marco del desarrollo del proyecto, en compañía de la autoridad tradicional, Alaulayus (Tíos maternos) y *Laulayus* (ancianos) con amplio conocimiento del territorio se midieron los polígonos de cada comunidad para determinar sus linderos. Posteriormente, con esta información, la empresa Vientos del Norte S.A.S. E.S.P solicitó ante el Ministerio del Interior el certificado sobre la presencia o no de comunidades étnicas para las rancherías que se encuentran al interior del proyecto eólico ALPHA.

Esta solicitud fue respondida, a través de la certificación 1235 del 18 de octubre de 2016 (Anexo 1801). Además, se solicitó ante Corpoguajira el permiso de investigación científica, (Anexo 14). Las certificaciones expedidas por el ministerio señalan que fueron consultadas las bases de datos más recientes del Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER) y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), con el propósito de constatar la presencia o registro de comunidades étnicas en esa zona.

Por otra parte, se solicitó a las autoridades tradicionales e integrantes de las comunidades del área de influencia que permitieran a los profesionales de la empresa recorrer sus territorios, con el objeto de reunir información para elaborar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA). Esto se realizó durante las reuniones de consulta previa, en las que se dio a conocer los alcances del estudio y las implicaciones del proyecto a los habitantes de cada ranchería.

Luego de contar con dichos permisos la empresa Vientos del Norte SAS ESP envió a los profesionales socio ambientales a los territorios de las comunidades indígenas, para que realizaran los estudios pertinentes en base a la *Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales* del Ministerio de Medio Ambiente y los *Términos de referencia para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para proyectos de uso de fuentes de energía eólica continental* emitidos por El Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible, mediante resolución No. 1312 del 11 de agosto de 2016.

Para llevar a cabo las temporadas de trabajo de campo, fue necesario la planificación y diseño de los instrumentos de recolección de información por parte del equipo interdisciplinario de la empresa Vientos del Norte, conformado por profesionales del componente socioeconómico y profesionales de los medios abióticos y bióticos quienes aportaron sus metodologías, y perspectivas para la comprensión de las prácticas, los recursos, los usos y la apropiación de las comunidades de los recursos ambientales existentes.

La metodología adoptada para la caracterización del medio socioeconómico integra los enfoques cualitativo y cuantitativo de la investigación social, tales como métodos etnográficos de recolección de información, revisión de fuentes documentales y comparación estadística entre periodos. Ello con el fin de obtener la información que permita construir un diagnóstico aproximado de las áreas de influencia, que brinde un nivel de comprensión de la situación en que se encuentran dichas áreas al momento de realizar el EIA, en sus dimensiones demográfica, espacial, económica, cultural y político-organizativa, entre otras. Se escogieron dichos métodos etnográficos y participativos de recolección de información para las comunidades mencionadas debido a que éstas permiten la generación de información primaria

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

para el estudio de impacto ambiental y habitan en el área de interés para el Proyecto de Generación de Energía Eólica ALPHA. A continuación, se presentan los lineamientos tanto para la recolección de información primaria como de información secundaria

2.3.5.1 *Lineamientos para recolección de información secundaria: Revisión y análisis de información*

Para la caracterización del municipio de Maicao se utilizó información secundaria aportada por las siguientes fuentes: Fichas de caracterización territorial del DNP; Proyecciones de población (2017), Estadísticas Vitales y Censo Agropecuario del DANE (2016); Plan de Ordenamiento Territorial de Maicao (2002), los Planes de Desarrollo Municipal 2016-2019 y 2015-2012, el Informe Socioeconómico de la Cámara de Comercio de La Guajira (2015), los datos del Departamento Nacional de Planeación (DNP) y del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), en sus series de proyección de población y estadísticas vitales, además de los recientes informes del censo agropecuario.

Se utilizó también información producida por la Universidad de La Guajira, la Gobernación de La Guajira, la Alcaldía de Maicao, COLCIENCIAS, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), etc. Asimismo, se compiló información gremial y económica de la zona, y para efectos de la caracterización cultural se recurrió a la información del Banco de la República, del ICANH y de estudios ambientales desarrollados en la zona previamente.

Se realizó además una búsqueda de las tesis generadas entre los años 2010 y 2015 en el repositorio de la Universidad Nacional de Colombia, con el ánimo de identificar las tendencias de investigación en la zona de La Guajira cuya unidad de análisis fuese la población Wayuu.

Las fuentes de información secundaria sobre el área de estudio fueron usadas principalmente para la caracterización del municipio de Maicao. Esas fuentes son insumo para la identificación de la calidad y cobertura de los servicios sociales y servicios públicos del municipio señalado, y se constituyen en la principal herramienta de consulta, porque permiten ordenar y procesar la información que facilitará el análisis de los distintos componentes del medio socioeconómico del orden municipal.

2.3.5.2 *Estrategias y técnicas para el levantamiento de información primaria*

Para la caracterización las unidades territoriales, la empresa Vientos del Norte, contó con el apoyo de dos profesionales sociales en campo, quienes, desde su conocimiento del entorno, la capacidad de relacionamiento con las comunidades wayuu y su experiencia en el tratamiento de este tipo de población, aportaron información para la construcción del documento de caracterización. Estos profesionales diligenciaron en campo la ficha de caracterización territorial, la cual consistió en reunir a las autoridades tradicionales y los líderes de las comunidades de Araparen, Jununtao, Sachikimana y Toloira con el propósito de abordar, desde una perspectiva grupal, cada uno de los componentes del medio socioeconómico, para así construir una mirada general de las dinámicas socioeconómicas y culturales del área de interés.

La recolección de información en campo se realizó mediante estrategias de investigación social cualitativa y el desarrollo de actividades tales como: registro fotográfico y filmico,

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

observación directa, entrevistas y encuestas a los jefes de cada unidad familiar en sus respectivas viviendas; y en las reuniones, encuentros y actividades grupales con los demás integrantes de las comunidades indígenas. Se determinaron dichos métodos etnográficos y participativos de recolección de información para las rancherías mencionadas debido a que éstas son fuentes de información primaria para el estudio de impacto ambiental y componen el área de influencia del proyecto.

De igual forma se hicieron recorridos al interior de cada ranchería con guías y personas de ambas comunidades, con las cuales se dialogó y se pudo construir una visión panorámica de aspectos relevantes en su territorio, tales como: sitios de interés cultural (jagüeyes, viviendas, enramadas, rozas, corrales), dinámicas socioeconómicas, prácticas culturales, relaciones con las comunidades aledañas, niveles de expectativas (grado de aceptación o rechazo del proyecto “Generación de energía eólica ALPHA”), uso del suelo y propiedad del territorio, etc.

Una vez tomada en campo la información de las comunidades indígenas se procesó y tabuló en base a las preguntas formuladas en las encuestas, para analizarla y presentarla posteriormente en el EIA. El procesamiento y análisis de la información fue realizado a partir de los datos que se agruparon y ordenaron conforme a la metodología para estudios ambientales del Ministerio y los términos de referencia de emitidos por el Ministerio de ambiente y desarrollo Sostenible.

El resultado del procesamiento de la información se verá reflejado en los capítulos de caracterización del medio socioeconómico de las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto, los cuales describen la dimensión demográfica, espacial, económica, cultural y político-organizativa, entre otras.

La integración de la información recolectada en campo y la información obtenida de fuentes secundarias permitió fortalecer el análisis del medio socioeconómico del área de influencia, confrontar y validar los datos entregados por las comunidades del área de influencia, para luego presentarlos en la caracterización como resultado definitivo.

Siguiendo esta ruta metodológica, se aplicaron una serie de herramientas de carácter participativo, como: entrevistas, registro fotográfico y fílmico, observación directa y, también, reuniones, encuentros y actividades grupales con los demás integrantes de las comunidades indígenas, estas desarrollados a lo largo de la elaboración del EIA y del desarrollo de los encuentros de la consulta previa, estas acciones posibilitaron la interacción con la población indígena que habitualmente reside en las rancherías. Las herramientas empleadas se describen a continuación:

2.3.5.2.1 Observación participante

Esta técnica está relacionada con el trabajo etnográfico, mediante el cual se registra la vivencia cotidiana de la comunidad, de este modo fue posible involucrarse en el día a día de los pobladores, hacer el seguimiento a las variables que se requerían analizar en terreno y tener una participación activa y una relación recíproca en cada uno de los encuentros participativos desarrollados en el contexto de la consulta previa, y los talleres internos asociados.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.5.2.2 Informantes claves

Mediante esta estrategia de investigación se seleccionaron las personas que podrían informar mejor sobre algunas cuestiones específicas u ofrecer puntos de vista especiales sobre lo cual se requiriese, bien sea de manera individual y/o colectiva. Por lo general se trabajó con las autoridades tradicionales, con adultos mayores, con maestras y maestros, y en ocasiones con jóvenes y mujeres para tener una visión generacional sobre el objeto de investigación.

2.3.5.2.3 Recorridos en campo

Durante la fase de estudios ambientales del proyecto se hicieron recorridos al interior de cada ranchería con guías y personas de cada una de las comunidades, con las que se dialogó y se pudo construir una visión panorámica de los elementos más relevantes de su territorio, tales como: sitios de interés cultural (molinos, jagüeyes, viviendas, enramadas, rozas, corrales), dinámicas socioeconómicas, prácticas culturales, relacionamiento con comunidades aledañas, nivel de expectativa frente al proyecto (grado de aceptación o rechazo del proyecto), uso del suelo y propiedad del territorio, etc.

2.3.5.2.4 Etnohistorias

Se recogieron y analizaron las historias que relataban los indígenas en sus lugares de residencia. Se conversó con los ancianos y ancianas de las localidades visitadas, acopiándose información de hasta tres generaciones de habitantes para cada una de las zonas de análisis.

Los cuestionarios y herramientas de recolección de información aplicados por los profesionales en campo donde se abordó información del Medio socioeconómico, incluyendo además los servicios ecosistémicos que se utilizan en el área de influencia del proyecto (Araparen, Jununtao, Sachikimana y Toloira) se presentará en este estudio información tanto de la unidad territorial en general como de cada una de las viviendas que la componen, aportando la información actualizada y recopilada de primera mano por parte del equipo de trabajo del medio social que labora en la empresa. Es de tal forma cómo, a través de una metodología tanto cualitativa como cuantitativa, se diseñó e implementó un formato de encuesta con el fin de obtener información a nivel censal de cada comunidad, la cual permitiera conocer las principales características de la población de la zona de influencia del proyecto y su relación con la misma

2.3.5.2.5 Grupos focales

Uno de los métodos privilegiados de recolección de información, fue la realización de entrevistas semiestructuradas asociada a fichas territoriales, a través de la estrategia de grupos focales, los cuales se desarrollaron con el fin de obtener la información que de manera participativa y enriquecida desde diferentes visiones se construye para la caracterización general comunitaria. Este instrumento desarrolló para las diferentes dimensiones o componente del análisis: espacial, demográfica, económica, cultural político-organizativa y relación hombre naturaleza; esta actividad se llevó a cabo entre noviembre de 2016 y agosto de 2017 y tuvo como objetivo tener una comprensión general del territorio en todas las dimensiones con el aporte simultáneo de varios miembros de las comunidades (Ver Anexo 1902_Ficha territorial)

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.5.2.6 Cartografía social

Es una herramienta de planificación y transformación social fundamentada en la Investigación-Acción Participativa-IAP; que se utiliza en procesos de organización comunitaria a través de la planificación participativa descentralizada; que permite construir conocimiento de manera colectiva y un acercamiento de la comunidad a su espacio geográfico, social, económico, histórico, político y cultural; conocimiento que se logra mediante la elaboración colectiva de mapas.

La cartografía social es una propuesta conceptual y metodológica que permite construir un conocimiento integral de un territorio, utilizando instrumentos técnicos y vivenciales. Parte de reconocer en la investigación que el conocimiento es esencialmente un producto social y se construye en un proceso de relación, convivencia e intercambio con los otros (entre seres sociales), y de estos con la naturaleza²⁹⁵.

La cartografía social es una herramienta útil, porque permite que saberes que normalmente son distantes y diferentes se articulen entre sí, creando un lenguaje al alcance de todos: la representación iconográfica, que personifica la realidad a través de varios medios expresivos como el dibujo, la pintura o los recortes entre otros.

Por lo anterior, la cartografía social es un ejercicio participativo que por medio de talleres utiliza el mapa como centro de motivación, reflexión y redescubrimiento del territorio en proceso de conciencia relacional, invitando a los habitantes hablar sobre los mismos. En síntesis, la cartografía social es una herramienta que facilita el manejo de información mediante un impacto visual²⁹⁶.

Cada sector fue convocado a estos talleres, donde las autoridades tradicionales y los jefes familiares, jóvenes, niños y mujeres plasmaron mapas con elementos sociales, simbólicos y ecológicos que sirvieron de base para la cartografía general del estudio y para los análisis. En este sentido se implementaron las siguientes técnicas de recolección de información:

2.3.5.2.6.1 Cartografía Espacial

En el mapa se plasmó las infraestructuras, molino, jagüey, centro comunitario, cementerio, viviendas, instituciones educativas y rancherías cercanas, sitios sagrados y zonas de pastoreo. Se georreferenciaron cada uno de los sitios indicados por los indígenas como lugares de interés. Así mismo se tomaron los puntos clave de la cartografía social y simbólica de los sectores (Ver Anexo 1903_Cartografía Espacial).

²⁹⁵ Red Académica Bogotá (Disponible en Línea)

http://www.redacademica.edu.co/archivos/redacademica/proyectos/ddhh/autoformacion_ddhh/unidad8/and0301.pdf [Consultado el 19 de octubre de 2017].

²⁹⁶ (Disponible en línea) <http://www.juanherrera.files.wordpress.com/2008/01/cartografia-social.pdf> [Consultado el 19 de octubre de 2017].

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.5.2.6.2 Mapa de Conflictos

Se dibujaron las relaciones sociales y culturales de la población identificando actores y escenarios (organizaciones y redes) y las comunidades aledañas. La elaboración de este mapa representó situaciones problemáticas a través de discursos narrativos y se hizo especial énfasis en los conflictos de territorio, conflicto interclanil, conflictos de liderazgo, y otros conflictos que se presente al interior de la comunidad. (Ver anexo 1904_Mapa de Conflictos).

2.3.5.2.6.3 Genograma

El genograma es una representación gráfica (en forma de árbol genealógico) de la información básica de, al menos, tres generaciones de una familia. Útil para identificar a los Apushii (Línea materna) y a los Achonni u Oupayu (línea paterna) y los lazos de familiaridad que se tejen en el territorio. (Anexo 1905_Genograma)

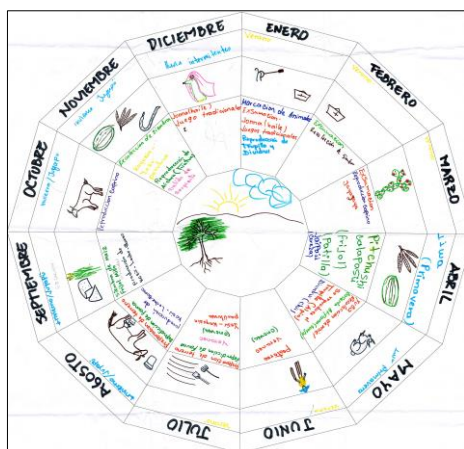
2.3.5.2.6.4 Calendario ecológico

El Calendario Ecológico se concibe como un instrumento de investigación etnográfica que utiliza el diálogo de saberes para identificar la cosmogonía y relación de las comunidades del área del proyecto con el medio ambiente. Esta actividad consiste, principalmente, en un calendario donde en los distintos meses del año se agregan las temporadas de lluvia y sequía, prácticas culturales (velorios y exhumación de restos), actividades productivas (cría de ganado, siembra y recolección), entre otros.

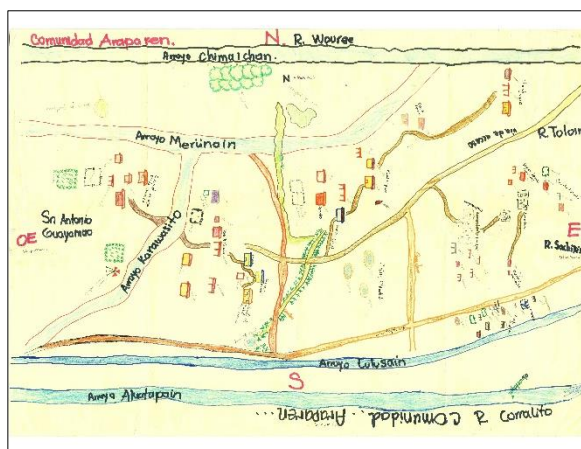
El calendario ecológico es construido de forma colectiva por los distintos miembros de las comunidades wayuu del área del proyecto eólico ALPHA, convirtiéndose en una técnica para la recolección de información. Es además, una estrategia globalizadora compleja que toca la ecología, el ambiente, la producción, lo social, lo laboral, lo religioso y lo histórico cultural. El calendario es patrimonio cultural de los pueblos que lo usan y comparten, y en su conformación y cuerpo, presentan los cuadros axiológicos de los colectivos a los que fija normas y acuerdos, contempla valores estéticos, éticos, sociales, culturales, espirituales, económicos y colectivos, entre otros. (Ver Anexo 1906_CalendarioEcológico)

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

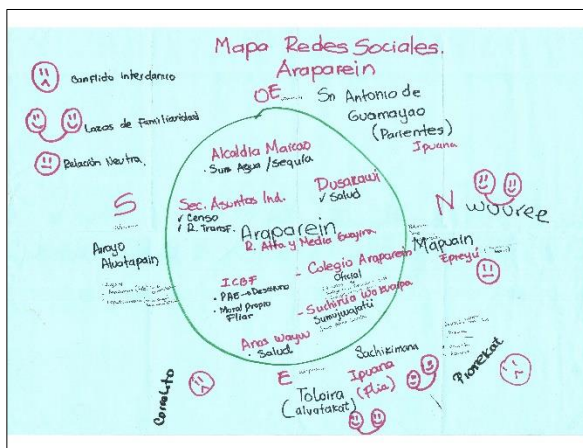
Tabla 2-62. Resultados de las metodologías implementadas con las comunidades del área de influencia



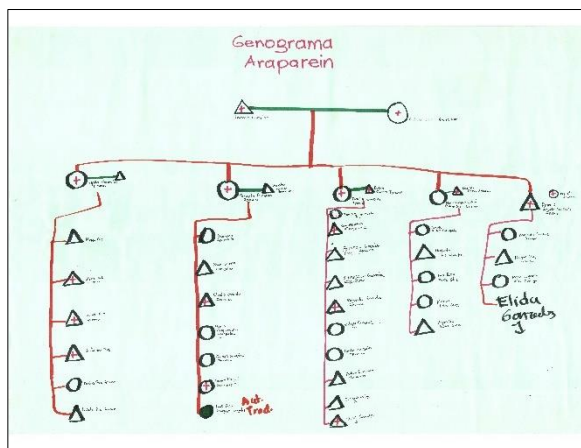
1. Calendario ecológico



2. Cartografía social



3. Mapa de redes



4. Genograma

2.3.5.2.7 Censo Poblacional

Se denomina censo, en estadística descriptiva, al recuento de individuos que conforman una población estadística, definida como un conjunto de elementos de referencia sobre el que se realizan las observaciones. El censo de una población estadística consiste básicamente en obtener mediciones del número total de individuos mediante diversas técnicas de recuento, para el caso de la metodología social aplicada en el área de influencia del proyecto, esta actividad se realizó entre julio y agosto de 2016 (Ver anexo 1901_Censo)

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

La recolección de información censal en las comunidades wayuu de Araparen, Sachikimana, Toloira y Jununtao fue aplicada a los hombres y mujeres cabezas de hogar de cada familia, tanto a las que residen en la ranchería como a las que residen en los centros urbanos (Maicao, Uribia); y, para las personas que solo hablaban wayuunaiki (lengua materna de los wayuu) la entrevista se realizó en esa lengua.

Los componentes que constituyen el Medio Socioeconómico y que fueron indagados por los profesionales de la empresa Vientos del Norte mediante la aplicación del instrumento censal fueron:

- Componente demográfico: hace referencia la a ubicación geográfica de la comunidad (ranchería) que es objeto de estudio; el número de habitantes, familias y viviendas presentes en el área del proyecto; la razón para la ubicación actual de la vivienda; y los datos personales del encuestado, etcétera.
- Componente espacial: consta de la identificación y análisis de los servicios sociales disponibles en el territorio (infraestructura de vivienda, infraestructura educativa, de salud, recreativa y deportiva); la calidad y cobertura de los servicios públicos en el área del proyecto (acueducto, alcantarillado, fuentes de abastecimiento de agua potable, energía eléctrica, gas, telefonía, disposición de excretas, recolección y disposición de residuos sólidos); uso de vías, tipo de servicio de transporte; medios de comunicación (radio, prensa, internet, televisión, emisoras comunitarias), entre otros.
- Componente económico: alude a la estructura de la propiedad y formas de tenencia; características del tipo de mano de obra disponible en el área y condición laboral; porcentajes de distribución en las principales actividades económicas; programas y proyectos productivos privados, públicos y/o comunitarios existentes; infraestructura relacionada con las actividades económicas existentes, etc.
- Componente cultural: señala las prácticas sociales y culturales más relevantes; usos y costumbres; sitios de importancia cultural; áreas de recreación y esparcimiento; el uso y manejo de los recursos naturales disponibles en el territorio; la organización social y presencia institucional, entre otros.
- Componente político-organizativo: indica la estructura organizativa de la comunidad y el proceso de toma de decisiones al interior de esta; las organizaciones, gremios, corporaciones, asociaciones, fundaciones y juntas de acción comunal presentes o de incidencia relevante en el área de interés; los mecanismos de participación comunitaria y los tipos de liderazgo actuales, etcétera.

El instrumento diseñado fue aplicado a los jefes de familia, tanto a los que viven al interior como a los que bien por fuera del polígono certificado para el proyecto eólico ALPHA, sus datos personales, nivel educativo, servicio de salud con que cuentan, estado de la vivienda, servicios públicos disponibles (acueducto, alcantarillado, energía eléctrica), ocupación laboral, necesidades prioritarias, organización social de la comunidad, aspectos culturales y expectativas frente al proyecto, así como también de los bienes y servicios ambientales presentes en el territorio y su importancia para cada grupo familiar, esto con el fin de obtener

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

la información que permitiera conocer las principales características de la población de la zona de influencia del proyecto y su relación con el mismo. La encuesta socioeconómica aplicada en campo permitió la recolección de información, para elaborar los componentes demográfico, espacial, económico, político-organizativo y cultural del área de influencia del EIA.

2.3.5.3 Desarrollo de los lineamientos de participación en el marco de la consulta previa

La participación de las comunidades del área de influencia se desarrolló en el marco del proceso de Consulta Previa, adelantado entre los años 2016 y 2017. La Consulta Previa es el derecho fundamental que tienen los pueblos indígenas y los demás grupos étnicos cuando se vayan a realizar proyectos, obras o actividades dentro de sus territorios, buscando de esta manera proteger su integridad cultural, social y económica y garantizar el derecho a la participación.

Por lo anterior, todo el proceso de Consulta Previa adelantado por la empresa desarrolladora Vientos del Norte con las comunidades que habitan el área de interés siguió los lineamientos dados por la legislación colombiana, con el objetivo de que se garantizase el acceso a la información, la cual debe ser dada de manera clara, veraz y, sobre todo, oportuna.

2.3.5.3.1 Etapa de Preconsulta y Apertura

La empresa Vientos del Norte S.A.S E.S.P, responsable del proyecto “Generación de Energía Eólica ALPHA”, inició las gestiones para el relacionamiento comunitario con las rancherías de Araparen, Jununtao, Sachikimana y Toloira, a través de conversaciones con las autoridades tradicionales, con el objeto de presentar de forma general el proyecto señalado.

Posteriormente, en el marco de la Preconsulta y apertura del proceso de consulta previa, los días 15, 16 de diciembre se llevó a cabo una reunión en cada comunidad con sus respectivos integrantes, donde la empresa presentó el proyecto eólico, su interés de desarrollarlo en ese territorio y los requerimientos para que éste sea exitoso.

En cada reunión los representantes de la empresa fomentaron la participación de los integrantes de ambas comunidades, quienes poseen información territorial, ancestral, histórica y tradicional, etc., con el propósito de conocer sus inquietudes frente al proyecto y dar claridad sobre ellas. Así mismo, se dio a conocer las implicaciones del proyecto y se solicitó a las autoridades tradicionales e integrantes de las comunidades wayuu al interior del polígono que contiene el proyecto, que permitieran a los profesionales de la empresa Vientos del Norte recorrer sus territorios, con el objeto de reunir información para elaborar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Para el desarrollo de esta actividad de socialización la empresa contó con el apoyo de un grupo de profesionales sociales en campo, quienes estuvieron en cada comunidad Wayuu del área de interés y presentaron las características generales del Proyecto de Generación de energía eólica ALPHA. El equipo social de la empresa Vientos del Norte que desarrolló esta actividad estuvo integrado por el coordinador social Eduardo Diazgranados, y las profesionales sociales Laidriana González, Ingrith Vergara y Karla Valdeblanquez.

En un lenguaje claro y sencillo el equipo social enseñó y explicó las características generales del proyecto eólico y las especificaciones técnicas de los aerogeneradores que podrían ser

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

instalados, resaltando que para el desarrollo de un parque eólico en sus territorios es necesario que se cumplan los siguientes requerimientos:

- Disponibilidad y condiciones óptimas del recurso viento (medición de viento).
- Permisos ambientales y expedición de la Licencia Ambiental por parte de Corpoguajira o de la Autoridad Nacional de Licencia Ambiental-ANLA.
- Cercanía al sistema eléctrico de interconexión nacional.
- Disposición y aprobación de la comunidad para la construcción y operación del parque eólico.

Además de lo anterior, se solicitó a las autoridades tradicionales y miembros de cada una de esas comunidades que permitieran a los distintos profesionales de los medios biótico, abiótico y social contratados por la empresa Vientos del Norte S.A.S. E.S.P. recorrer sus territorios y realizar los estudios pertinentes, con el objeto de reunir información para elaborar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

Cabe resaltar que, con el propósito de establecer una comunicación clara y transparente con las comunidades del área de influencia, las intervenciones realizadas por los profesionales de la empresa durante las jornadas de socialización fueron traducidas a la lengua materna de los Wayuu (el wayunaiki) por la Laidriana Gonzalez (Trabajadora Social Bilingüe).

La Preconsulta es una reunión en la que se establece un diálogo previo entre los integrantes de las comunidades indígenas involucradas y la empresa desarrolladora del proyecto, que busca definir la ruta metodológica y los términos en que se desarrollaría el proceso de consulta, conforme a las especificidades de la comunidad indígena.

Para la reunión de apertura el Ministerio del Interior invitó a los representantes de las siguientes entidades, quienes son las encargadas de acompañar y garantizar el debido proceso: Oficina Departamental de Asuntos Indígenas, Personería Municipal de Maicao, Alcaldía de Maicao, Gobernación de La Guajira, Corpoguajira, Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, Procuraduría General de la Nación y Defensoría del Pueblo.

En esta reunión de Apertura se acordó un cronograma de actividades entre la empresa y cada comunidad wayuu, para realizar talleres que le permitieran a la empresa crear un entendimiento del territorio, sus habitantes, usos y costumbres; y a las personas de las rancherías de las comunidades, conocer las etapas del proyecto, sus impactos y medidas de manejo, lo cual se detalló en los acuerdos que finalmente fueron protocolizados. Lo anterior con el fin de establecer un diálogo entre la empresa con ambas comunidades y hacerlas partícipes del proceso de Consulta Previa, mediante las distintas reuniones y actividades que se programaron para informarles acerca de alcances del Estudio de Impacto Ambiental, las características del proyecto y los beneficios que traería si este se desarrolla al interior de su territorio.

2.3.5.3.2 Análisis e identificación de impactos, y formulación de medidas de manejo

Entre las actividades más importantes desarrolladas durante la Consulta Previa se encuentran, por un lado, el análisis e identificación de impactos sociales y ambientales del proyecto, y, por otro lado, la formulación de medidas de manejo.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Para el desarrollo de los talleres de análisis e identificación de impactos, y formulación de medidas de manejo, la Dirección de Consulta Previa invitó a los representantes de las entidades públicas mencionadas anteriormente, y se contó con la participación de los integrantes de ambas comunidades wayuu y la empresa Vientos del Norte. El objetivo de estos talleres es, en primer lugar, dar a conocer en las rancherías los posibles impactos ambientales y sociales ocasionados por el proyecto “Generación de energía eólica ALPHA”, puesto que conforman el área de influencia del proyecto y en segundo lugar, atender a las propuestas y sugerencias de cada comunidad respecto a la atención y manejo de los posibles impactos en sus territorios.

Por lo tanto, la empresa Vientos del Norte S.A.S. E.S.P, utilizando un lenguaje claro y sencillo, informó nuevamente a las comunidades de Araparen, Jununtao, Sachikimana y Tolaira en sus respectivos talleres sobre los potenciales impactos del proyecto en las etapas de construcción, operación y desmantelamiento, lo que permitió a los integrantes de cada comunidad participar activamente en la construcción de la matriz de impactos, y en la formulación de medidas de manejo que son presentadas en este Estudio de Impacto Ambiental.

El análisis e identificación de impactos por parte de las comunidades y la empresa se realizó bajo la metodología planteada en la Guía Metodológica de Vicente Conessa²⁹⁷, puesto que permite integrar los componentes del medio social y ambiental en las actividades a ejecutar del proyecto, y tener claridad sobre la posible situación de cada impacto en los escenarios que fueron considerados. Ello para lograr establecer la eficacia de las medidas propuestas o diseñar otras medidas de manejo y control socioambiental, con el objeto de dar viabilidad al desarrollo del proyecto “Generación de energía eólica ALPHA”.

Los talleres de análisis e identificación de impactos, y formulación de medidas de manejo, realizados en las comunidades de Araparen, Sachikimana, Jununtao y Tolaira siguieron la metodología mencionada, la cual se divide en cuatro (4) fases:

1. Identificación de los sectores sociales a intervenir: se establecen los sectores que contribuirán al desarrollo sociocultural de la comunidad y se hace un diagnóstico de todos ellos.
2. Identificación de las propuestas sociales por parte de la comunidad: se relacionan los proyectos formulados por la comunidad, con el propósito de que propongan una solución a los problemas detectados en cada sector.
3. Participación de la empresa en las propuestas formuladas: la empresa evalúa la pertinencia de los proyectos presentados por la comunidad y su relación con el plan de vida.
4. Acuerdos de los proyectos para protocolización: se buscaron acuerdos entre comunidades y empresa mediante un proceso de diálogo intercultural, que permitan el desarrollo social y mejoramiento de la calidad de vida de las personas de las comunidades en mención.

²⁹⁷ CONESA, Vicente. Guía Metodológica para la evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid, Barcelona, México. Cuarta edición. 2010. p. 853.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Esta metodología fue desarrollada en el marco de los procesos de consulta previa como actividades preparatorias o intermedias entre la fase de Preconsulta y apertura e identificación de impactos y medidas de manejo.

2.3.5.3.2.1 Taller de impactos Sociales – Fase 1 Matriz intercultural wayuu

El taller de identificación de impactos sociales, fase 1, realizado en el marco de la consulta previa tuvo como objetivo invitar a la comunidad a que pensara en el desarrollo y el mejoramiento de la calidad de vida de todos los miembros de la comunidad, dado que el objetivo principal del proyecto parque eólico “ALPHA” es establecer una relación y cordial con la comunidad, donde se construyan un tejido social para que la comunidad conozca bien el proyecto. Así mismo en este primer taller de impacto social se le solicita a la comunidad de que esta debe garantizar la no existencia de problemas relacionados con temas como: Posesión del territorio, diferencias internas entre familiares, vecinos que en el presente y/o futuro obstaculicen el desarrollo del proyecto Parque Eólico “ALPHA”

En el escenario nacional, Rodríguez (2008) plantea que los conflictos ambientales surgen porque se vulneran los derechos de los pueblos indígenas. Como señala Correa (2004) históricamente los wayuu se han enfrentado a cambios culturales y han creado formas de resistencia, pero actualmente los nuevos procesos productivos ponen a prueba su tradición cultural. En este sentido es pertinente el instrumento propuesto por Correa (2004) para una planificación pública intercultural, es decir la Matriz Cultural Wayuu, la cual se toma como referencia para analizar la implementación proyectos de producción de energía eólica, porque “puede ayudar a identificar los aspectos de la cultura que son más vulnerables a presiones, actividades o prácticas específicas que son ejercidas de manera directa o indirecta por el desarrollo de proyectos en el territorio ancestral” Correa (2004: 9).

Esta matriz cultural de Correa (2004) parte de dos conceptos importantes en la vida Wayuu. Uno de ellos es el anas, que representa bienestar, el estar bien, e implica justicia, salud, calidad de vida, bienestar social, bajo la lógica de reciprocidad y redistribución. El segundo concepto es Sukuaipa Wayuu, es el modo de ser y vivir del Wayuu, encierra la ley y la palabra que guardan una manera de prevenir y resolver el conflicto (Correa, 2004). De esos dos conceptos se desprenden los derechos indígenas articulados a aspectos de la organización sociocultural Wayuu. Estos son la identidad, el territorio, la autonomía, la participación y el desarrollo propio. La metodología de este primer espacio de interacción con comunidades consistió en la implementación de la matriz intercultural wayuu, con los miembros de cada una de las rancherías del área de influencia del proyecto.

Para ello se abordan cinco (5) dimensiones de la vida wayuu, que se describen a continuación:

- Territorio

Configurado de modo complejo en varios niveles, el territorio ancestral, el territorio actual o histórico concreto de la familia extensa matrilocal, la poliresidencialidad que permite asumir los retos que imponen las estaciones (invierno y verano) a los rebaños y el territorio ancestral en su conjunto.

- Autonomía

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tres aspectos son centrales en su ejercicio, dentro de la lógica cultural descrita en la relación prototípica wayuu: el gobierno, que por esencia es segmentario o familiar; la autoridad que le corresponde o que lo complementa (el *Alaula* o tío materno ejerce la primera), el *putchipu* o palabrero que media y facilita la regulación y el control social de los conflictos desde el modo o costumbre wayuu; y el sistema regulatorio mismo, o idea de la justicia wayuu, centrada en el anás y recreada en una lógica de responsabilidad social (colectiva) y objetiva de las conductas personales (quien responde es el grupo familiar -*Apushi* u *Oupayu* según lo dicho-), que expresa rígidos principios de reciprocidad y redistribución.

- Identidad

Tres grupos sociales básicos vertebran la sociedad y el sistema identitario wayuu: El *Apushi* o unidad segmentaria básica, familia extensa, clan o linaje materno. - El *O'upayuu*, o grupo de sangre, vertebrado por línea paterna ("sangre de mi sangre"), cuya dimensión social se concreta a través del conflicto: la responsabilidad por los problemas de sangre - Los grupos de trabajo, cooperación o solidaridad, que se activan vecinal y ocasionalmente a partir de los otros dos.

- Participación

Es conveniente precisar las dimensiones de la participación en dos escenarios diferentes: los internos wayuu o intraétnicos, y los interétnicos o de representación y participación en la vida nacional o en relación con los actores de desarrollo. En el primero las modalidades de participación de los miembros de los grupos wayuu ya descritos, se distinguen según las esferas de estos, con base en el *sukuaitpa* wayuu, es decir, en el modo wayuu caracterizado por la construcción de consensos que fundamentan las reciprocidades específicas dentro de la familia (cada miembro es un punto en la red de responsabilidades colectivas, y como tal debe ser respetado): en las decisiones familiares, el *Alaula* o tío materno decide a través de consensos con su hermana, quien representa y consulta los intereses específicos de cada miembro de su grupo (sus hijos y nietos); y de ese modo se garantiza el respaldo incondicional de todos en las consecuencias de tales decisiones.

En el caso interétnico, esta participación se vertebra en torno a los líderes que agencian la relación externa para efectos de intercambios con los agentes del desarrollo relacionados esporádicamente con el grupo o comunidad wayuu, cuyos productos deben ser redistribuidos dentro del linaje, bajo el riesgo de perder dicho rol o por lo menos el apoyo para posteriores relaciones a nombre del grupo (eficacia del mismo principio de reciprocidad).

- Desarrollo propio

El anás como objetivo y como valor o criterio omnipresente en las gestiones de inversión social wayuu y en las estrategias de supervivencia, determina la vigencia del *sukuaitpa* en la forma de trabajar y relacionarse en función del futuro. Así, el desarrollo wayuu es en sí mismo el ejercicio de los sistemas de reciprocidad, redistribución y complementariedad mencionados, y al mismo tiempo como el ejercicio de la diversidad de actividades económicas o productivas

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

que encarna dicha complementariedad: pastoreo, pesca, recolección, horticultura, tejidos y cerámica (artesanías), comercio y trabajo asalariado²⁹⁸.

En la Figura 2-50, se presenta la matriz intercultural wayuu, desarrollada con los habitantes de las comunidades del área del proyecto, entre el 16 y el 27 de febrero del año 2017.

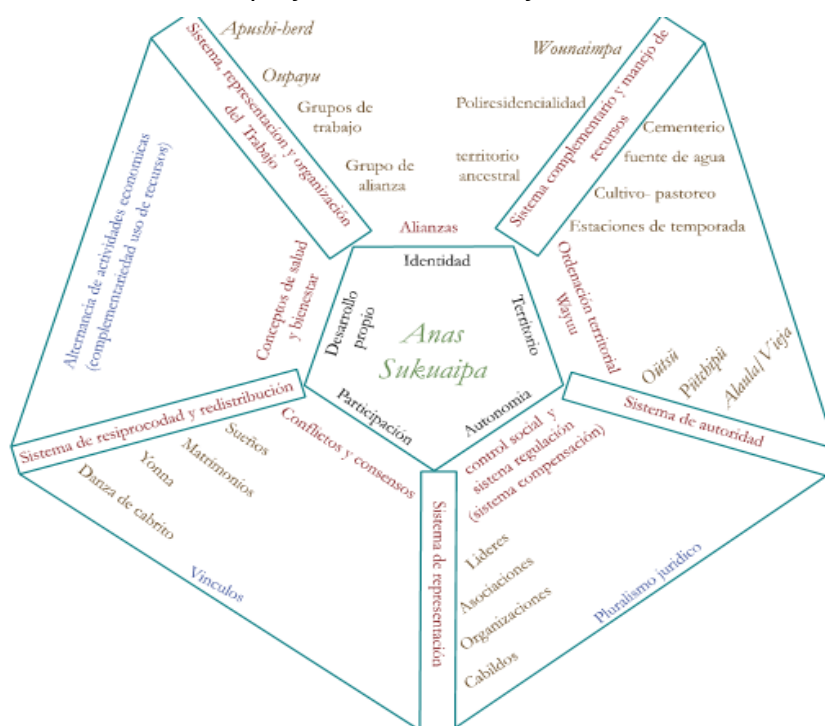


Figura 2-50. Matriz intercultural wayuu²⁹⁹

A través del desarrollo del taller de Matriz intercultural Wayuu los pobladores de las comunidades del área de influencia del proyecto ALPHA, tuvieron la oportunidad de analizar detenidamente cada uno de los impactos social y cultural que se puede generar con el desarrollo del proyecto generación de energía eólica sobre los aspectos de la organización sociocultural Wayuu. Como son: la identidad, el territorio, la autonomía, la participación y el desarrollo propio. A su vez, tuvieron la oportunidad de plantear de su perspectiva y con enfoque intercultural las medidas de manejo a los impactos que se genera sobre cada aspecto. Los resultados del taller de matriz intercultural suministraron insumos para la identificación de impactos sociales en el marco del proyecto de generación de energía eólica ALPHA.

²⁹⁸ CORREA, H. Conflicto social y ambiental e interculturalidad. El caso del pueblo wayuu y las salinas de Manaure, 2004. Disponible en línea. <http://191.98.188.189/Fulltext/7876.pdf> [consultado el 12 de septiembre de 2017]

²⁹⁹ *Ibíd.*, p. 2-215.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

A continuación, se presenta la matriz intercultural elaborada por los miembros de la comunidad para la identificación de impactos social y cultural, tomando como ejemplo los resultados para la comunidad de Jununtao.

Tabla 2-63. Matriz de impactos sociales identificados por la comunidad de Jununtao

Unidad de análisis	Impactos identificados por la comunidad	Medidas de manejo identificadas por la comunidad
TERRITORIO	Temor por la pérdida de territorio por el proyecto.	Plan de Comunicación e Información. En las reuniones sostenidas Empresa - Comunidad. Se destacará que el Decreto 2164 de 1995 en su Artículo 21. Los Resguardos Indígenas son propiedad colectiva de las comunidades indígenas en favor de las cuales se constituyen y conforme a los artículos 63 y 329 de la Constitución Política, tienen el carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. Los resguardos son una institución legal y sociopolítica de carácter especial, conformada por una o más comunidades indígenas, que con un título de propiedad colectiva que goza de las garantías de la propiedad privada, poseen su territorio y se rigen para el manejo de éste y su vida interna por una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio. Parágrafo. Los integrantes de la comunidad indígena del resguardo no podrán enajenar a cualquier título, arrendar por cuenta propia o hipotecar los terrenos que constituyen el Resguardo.
	Cambio en el contexto de la Comunidad. (Por la presencia de aerogeneradores)	Compensación por el impacto visual y modificación de paisaje.
	Presencia de personas foráneas durante las fases del desarrollo del proyecto.	La empresa en conjunto con la comunidad construirá un Manual Intercultural . A las personas Alijunas se les brindará Capacitación Intercultural sobre comportamiento y trato con la comunidad Wayuu.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Unidad de análisis	Impactos identificados por la comunidad	Medidas de manejo identificadas por la comunidad
	Ruido por maquinaria en las jornadas nocturnas que limiten a conciliar el sueño <i>Lapú</i> .	Los sueños para la cultura wayuu son premoniciones, revelaciones o acontecimientos que están por suceder. Los sueños hacen parte de los usos y costumbres del pueblo wayuu. A través de los sueños el wayuu se hace una idea de su futuro y de su porvenir. La comunidad sugiere que las vías por las que se movilice maquinarias estén retiradas de las viviendas, y se evite en lo posible los trabajos nocturnos que generen ruido.
	Cambio de la dinámica comunitaria local.	Plan de Comunicación e Información. Previo a la presencia de equipos de trabajo y movilización de maquinarias a las rancherías se informará con antelación sobre los mismos y de esta manera reducir las expectativas.
	Impacto sobre personas adultas/ por nuevos elementos en la comunidad. (Maquinarias, aerogeneradores, energía eléctrica, vehículos etc.)	Compensación/ Manual Intercultural y Plan de Comunicación e Información
	Temor por cerramiento o cerco de ranchería.	No cerrar o cercar el territorio.
	Temor a innovar.	Información previa/ verificación en campo.
	Temor por reducción de espacios para pastoreo, cultivo, expansión de viviendas.	Definir criterios de distancia entre el proyecto (aerogeneradores, vías de acceso, campamentos etc.) y las infraestructuras sociales. (viviendas, cementerios, fuentes de agua, iglesia, corrales, huertas entre otras)/ Taller de Impactos Ambientales
	Temor a impactos que se puedan generar por el proyecto.	Información sobre los impactos sociales, ambientales y culturales.
	Temor por división territorio o comunidades vecinas.	Los conflictos territoriales o con los vecinos serán abordados a través de Mecanismos propios de resolución de conflictos wayuu.
	Temor por división del Clan Ipuana.	Las diferencias internas o claniles serán tratadas de manera interna de acuerdo a los usos y costumbre - por los <i>Laulayu</i> y <i>Alaulayu</i> de la comunidad o por palabrero del clan, si la situación lo amerita.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Unidad de análisis	Impactos identificados por la comunidad	Medidas de manejo identificadas por la comunidad
	Temor por incumplimiento de Acuerdos por parte de la empresa.	Todos los acuerdos pactados se reflejan en Actas. De igual manera, una vez protocolizado se realiza periódicamente Seguimiento por parte del Ministerio del Interior, delegados de la comunidad y la Empresa. Para evaluar el avance del proceso.
	Temor a que no se brinde oportunidad de empleo a la comunidad y que traigan gente de afuera cuando hay capacidad en la ranchería.	Generación de Empleo: La empresa priorizará la mano de obra calificada y no calificada de la comunidad. Se generará espacios informativos con los miembros de la comunidad para identificar perfiles ocupacionales.
IDENTIDAD	Perdida de la Lengua Materna.	En el marco de las compensaciones se desarrollarán acciones u programas de Fortalecimiento de la Identidad Cultural .
	Surgimiento de nuevas palabras para nombrar cosas (Container, Aerogeneradores, Subestación etc.).	Crear con la comunidad un Glosario (designar nombre a elementos que no son propios de la cultura y que no tienen traducción)
	Percepción a las comunidades vecinas (Washirru, Pulainchi).	Apoyo a comunidades vecinas.
	Canto relativo al proyecto. (Jayeechi).	Fortalecimiento de la Identidad Cultural.
	Dinamización de la economía / dejar de hacer actividades tradicionales (Pastoreo, Artesanía).	Programa para el fortalecimiento y tecnificación de la economía tradicional (pastoreo y artesanías) / escuela artesanía, medicina tradicional, comida típica, quedara contemplado en la Consulta Previa
	Los miembros de la comunidad dejen sus usos y costumbres (Asistencia velorio, arreglos, eventos y sociocultural).	Fortalecimiento de la Identidad Cultural.
	Atropellamiento de animales.	resolver por los usos y costumbres
	cambio en mecanismos de solución de conflictos - Vías de hecho	Serán manejados por el Consejo Territorial de Mayores
AUTONOMIA	Respeto a los usos y costumbres.	Manual Intercultural (instrucción de buen relacionamiento entre comunidad y empresa)
	Pedir opinión a todos los miembros de la comunidad para cualquier proceso.	La Asamblea General, en la que participan todos los miembros de la comunidad para debatir y tomar decisiones en conjunto.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Unidad de análisis	Impactos identificados por la comunidad	Medidas de manejo identificadas por la comunidad
	Cuando hay accidentes se buscará solución por lo tradicional (Palabra).	Conformación de Concejo Territorial de Mayores.
	Temor a que organizaciones diferentes a la comunidad tenga injerencia en el desarrollo social a las comunidades.	Que todos los procesos sean manejados por la comunidad.
	Que la Alcaldía vulnere la autonomía la comunidad y quieran Contratos y quieran operar el desarrollo social del proyecto.	Proceso de consulta interna de la comunidad/ Asamblea general.
	No quieren injerencia de la mesa de diálogo y concordancia para el pueblo Wayuu.	La comunidad es autónoma en su territorio.
	Los recursos de inversión social serán administrados y ejecutados por miembros de la comunidad con perfil profesional y se deben respetar y consultar a los mayores.	Creación de una Fundación para administrar y ejecutar los recursos de compensación. Dicha organización estará conformada por los miembros de la comunidad.
	Cambio de poder.	Para los cambios de poder, se realizará una Asamblea General.
PARTICIPACION	Generación de Conflictos por exclusión del proceso (Apushi, Alunyu, Kerrau).	Participación Incluyente , Convocar a todos los miembros de la comunidad a participar en el marco de desarrollo de Consulta Previa. Y brindar participación a los <i>Apushi, Achooni, Kerrau</i> y Alunyu en las diferentes fases del proyecto.
	Excluir a los jóvenes de la comunidad del proceso.	Involucrar a los jóvenes de la comunidad para que conozcan y participen del proceso (Amistades).
	Generación de conflictos por distribución de beneficios o participación.	Que los beneficios sean distribuidos de manera equitativa, la comunidad a través de asamblea general definirá criterios para los beneficios.
DESARROLLO PROPIO	Carencia de servicios públicos	CONSTRUCCIÓN DEL PLAN DE VIDA COMUNITARIO, CON LOS MIEMBROS DE LA COMUNIDAD
	No cuenta con ganado.	
	Donde se imaginen una escuela en la comunidad para sus hijos.	
	Parques Creativos.	
	Puesto de salud.	

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Unidad de análisis	Impactos identificados por la comunidad	Medidas de manejo identificadas por la comunidad
	Oportunidad de negocios donde la comunidad solicita ser socio de la compañía.	
	Mejoramiento de la Iglesia Cristiana.	
	Mal estado de las viviendas.	



Imagen 2-35. Identificación de impactos sociales y medidas de manejo identificadas por los miembros de la comunidad.

2.3.5.3.2.2 Taller de impactos sociales – Fase 2 Matriz DOFA y construcción de Planes de Vida

El desarrollo de la metodología social para la identificación de impactos y medidas de manejo, incluyó un segundo ciclo de talleres sociales, que tuvieron como objetivo construir un plan de vida con las comunidades indígenas wayuu para así identificar los sectores o líneas estratégicas con las cuales debe consolidarse el modelo de desarrollo propuesto para las comunidades en el marco de las compensaciones que el proyecto generará en las diferentes etapas del proyecto.

De este modo, se socializó con las comunidades del área de influencia la metodología plan de vida, entendida como el acumulado de sueños y vivencias milenarias que motivan a un pueblo a que perviva la búsqueda de condiciones dignas, manteniendo su identidad y recreándola de acuerdo a las condiciones y necesidades del tiempo presente. En este sentido, cuando hablamos de proyecto de vida nos referimos a la dimensión histórica, donde se concreta la expectativa de un grupo social determinado.

Los planes de vida son los procesos que se realizan para la consecución del bienestar social de una población determinada, apoyados en la participación activa de la comunidad. Cuando hablamos de proyecto de vida nos referimos a las acciones y programas que concretan y

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

viabilizan los sueños que tienen en un tiempo y espacio determinado (CRIC: Graciela Bolaños. Programa de Educación bilingüe, 1996).

Un plan de vida es un instrumento de planeación que se construye a partir de un proceso participativo de autodiagnóstico y en el ejercicio de elaboración de proyectos, identificación de prioridades por parte de la comunidad sobre las propuestas de desarrollo comunitario.

Laidriana Gonzalez, realiza la traducción sobre la metodología de impactos sociales del proyecto Parque Eólico “ALPHA” en wayunaiki para mejor comprensión por parte de la comunidad.

Para el logro de los objetivos en la construcción del plan de vida en cada una de las comunidades del área de influencia se utilizó la herramienta DOFA.

La matriz DOFA es un instrumento metodológico que sirve para identificar acciones viables mediante el cruce de variables, en el supuesto de que las acciones estratégicas deben ser ante todo acciones posibles y que la factibilidad se debe encontrar en la realidad misma del sistema. En otras palabras, por ejemplo, la posibilidad de superar una debilidad que impide el logro del propósito, solo se la dará la existencia de fortalezas y oportunidades que lo permitan.

El instrumento también permite la identificación de acciones que potencien entre sí a los factores positivos.

El cruce del factor interno por el factor externo supone que el sistema está en equilibrio interno; esto es, que las debilidades que tiene no han podido ser superadas por sí mismo. Sin embargo, esta no es una situación frecuente; el sistema puede tener aún debilidades que por una u otra razón no se han superado, pudiendo hacerlo con sus propias posibilidades. Esto sugiere encontrar estrategias del tipo FD, es decir la superación de debilidades utilizando las propias fortalezas³⁰⁰.

A partir de las unidades de análisis identificadas en el taller de identificación de impactos sociales fase 1: Matriz intercultural wayuu, se procedió a elaborar una matriz DOFA en cada una de las comunidades como se presenta en la matriz ejemplo a continuación, toda esta información se constituyó en el insumo mediante el cual se crearon las medidas de manejo para el medio socioeconómico y que se evidencia en el capítulo 10 del presente estudio de Impacto Ambiental.

En la Tabla 2-3, se presenta la matriz intercultural elaborada por los miembros de la comunidad para la identificación de impactos social y cultural, tomando como ejemplo los resultados para la comunidad de Toloira.

³⁰⁰ Disponible en línea <https://investigacionubv.wordpress.com/2012/03/17/matriz-foda>. [Consultado el 12 de septiembre de 2017]

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 2-64: Matriz DOFA comunidad de Tolaira – Proyecto Eólico ALPHA

UNIDAD	FORTALEZA	OPORTUNIDAD	DEBILIDAD	AMENAZAS
VIVIENDA	Viviendas tradicionales (Construcción con Yotojoro, Trupillo).	Hay recursos maderables para la construcción de vivienda (Trupillo, barro, corrales, huertas, y cercado).	Hacinamiento.	Deforestación por usos de recursos maderables.
	Las viviendas tienen corrales enramadas, cocina.	Disponibilidad del territorio para la expansión.	Viviendas en condiciones deterioradas.	Proliferación de enfermedades por cercanía de corral de animales.
	Hay madera para la construcción.		Las viviendas están cerca de la otra no queda espacio para corrales (chivos y vacas).	
SERVICIOS PUBLICOS	AGUA: 1- Presencia de agua subterránea. (Jagüey, pozo 20 a m).	AGUA: 1- Agua subterránea (para construcción de pozo). 2- Potencial solar (extracción). 3- Mejoramiento de la calidad de agua. 4- Jagüey que se puedan emplear para los animales y cultivos. 5 - Mejoramiento y ampliación del jagüey. 6 - Desarrollo de proyectos productivos.	AGUA: 1- El agua de pozo es salobre. 2- Sedimentación de jagüey.	AGUA: 1- Proliferación de enfermedades por el consumo de agua no acta. 2- Que no llueva y el jagüey quede seco/ cambio climático. 3 - Sin agua no hay cría de animales, no hay cultivo. 4- Sin agua hay que ir a otros sitios O'onowa y recorrer largas distancias para provisionarse del líquido.
	ENERGIA ELECTRICA: 1-Alto potencial de Energía solar. 2-La comunidad cuentan con equipos de	ENERGIA ELECTRICA: 1- Aprovechamiento de energía solar para electrificadora de la comunidad.	ENERGIA ELECTRICA: 1- No hay energía eléctrica. 2- La línea eléctrica de Maicao se encuentra distante de	ALCANTARILLAD O: 1- Proliferación de enfermedades por presencia de roedores (vómitos, diarrea, dolor de

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

UNIDAD	FORTALEZA	OPORTUNIDAD	DEBILIDAD	AMENAZAS
	alumbrado que se recargan con el sol.	Los paneles solares no requieren, de combustibles, ni aceite.	la ranchería. 3- En comunidades donde hay torres eléctricas se hurtan los transformadores y cables. 4- hay planta eléctrica pero requiere de combustible y mantenimiento.	cabeza, dolor de estómago.
			ALCANTARILLADO: Las necesidades fisiológicas se hacen a campo abierto.	
	ASEO: 1-Los habitantes tienen capacidades de reutilizar algunos elementos. 2-Los miembros de la comunidad tienen hábitos de guardar los residuos para quemarlos posteriormente.	ASEO: 1- Reutilización de residuos sólidos. 2- Capacitación para el manejo adecuado de residuos sólidos.	ASEO: 1- Quema de residuos sólidos / afecta la capa de ozono. 2 - No hay residuos de recolección de basura.	ASEO: 1- Que las basuras plásticas se lo coman los animales. 2- Impacto visual en la ranchería.
EDUCACION	Subsidio de familia en acción (recursos para la compra de útiles escolares).	Cercanía de la Universidad de la Guajira.	No hay infraestructura escolar, (baño escolar, pupitres, tablero, computadores, internet, biblioteca).	Bajo índice escolar.
	Enseñanza con enfoque Intercultural (español- wayunaiki), ETNOEDUCACION.	Privilegio de los indígenas para acceder a educación superior.	No hay transporte escolar.	
		Gratuidad de la educación.	Aula Multigrado, atendido por una docente.	

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

UNIDAD	FORTALEZA	OPORTUNIDAD	DEBILIDAD	AMENAZAS
		Escuela en el territorio.	No hay institución de secundaria/ se traslada para Maicao.	Si no hay educación los jóvenes optan por la delincuencia.
			Falta de recursos para el sostenimiento de estudiantes en la zona urbana.	
			No tienen recursos para ingresar a la Universidad.	
			Personas analfabetas / adulto mayor.	
GENERACION DE EMPLEO	Existen miembros de la comunidad capacitados (profesores).	Nombramiento de profesores	No hay fuentes de empleo.	Bajos ingresos económicos.
	Los jóvenes se están capacitando.	Desarrollo de proyecto eólico en el territorio.		Baja calidad de Vida.
ECONOMIA	Las personas realizan actividades de pastoreo (vaca, chivo).	Capacitación con el SENA para tecnificar la cría de caprinos, y artesanía.	Falta de recursos para la materia prima.	Economía no sostenible.
	Las personas elaboran artesanías (chinchorro, mochila, hamaca, waireñas, bordado de manta).	Establecer programas de Etno desarrollo.	No hay, mercado definido para comercializar los animales y las artesanías.	Robo de animales.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

UNIDAD	FORTALEZA	OPORTUNIDAD	DEBILIDAD	AMENAZAS
		Desarrollo de proyectos productivos.	Bajos precios de ventas de artesanía y animales.	Muerte de animales por falta de agua, medicamentos y asistencia técnica.
		Proyecto de seguridad alimentaria.	No hay cultivo por la falta de agua.	Desnutrición por amenazas a la seguridad alimentaria.
IDENTIDAD CULTURAL	Pertenencia a un grupo étnico wayuu.	Constitución de Resguardo/ territorio propiedad colectiva.	Nuevas generaciones pierden uso y costumbre (vestimenta, lengua).	Aculturación.
	Uso y costumbre (velorio, compensación, dote, encierro de Majayut).	Normas indígenas.		
	Uso de elementos culturales como vestimenta, lengua, platos típicos.	Sistema Normativo Wayuu.		
	Estructura Organizacional autoridad tradicional (Aulayu).	Recurso de Transferencia del Estado.	Mestizaje.	Pérdida de valores culturales.
	Control social del territorio.	Desarrollo de programas de fortalecimiento e identidad cultural.		
	Trabajo comunitario (yanama).			
	Etnoeducación.			
	Medicina tradicional			
	Transmisión de saberes a nueva generación.			

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

UNIDAD	FORTALEZA	OPORTUNIDAD	DEBILIDAD	AMENAZAS
	Sistema Normativo Wayuu.			
MOVILIDAD	Cuenta con una vía de acceso.	Mejoramiento de vía.	No hay servicio de públicos de transporte.	No hay acceso en invierno.
		Adquisición de transporte.	Largo trayecto para la zona rural.	Delincuencia en la vía.
		Creación de puente para el acceso.		Accidentes.
BIENESTAR SOCIAL	Disponibilidad de espacios para el desarrollo de actividades recreativas.	Construcción de infraestructura recreación y deporte.	Falta de infraestructura.	Mal uso del tiempo libre.
	Cuentan con agricultores para desarrollar programas de seguridad alimentaria (primera infancia, adolescentes, tercera edad, madre gestante).	Construcción de huerta, cercados.	No cuentan con insumos o materia prima.	Aumento en la delincuencia.
				Sostenibilidad del programa.
SALUD	Medicina tradicional	Construcción de un puesto de salud.	Falta de infraestructura.	La distancia del territorio a la ciudad.
	Cuenta con cobertura del Régimen subsidiado (carne de salud).	Articulación de la medicina tradicional y la occidental.	Resistencia a la medicina occidental (consumo de medicamentos)	Falta de visión de las entidades sobre los usos y costumbres.
	Cuentan con persona con conocimiento de medicina tradicional.		Falta de brigada de salud en la comunidad.	
	En la escuela enseña medicina tradicional.	Formadores a la medicina tradicional.		

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

UNIDAD	FORTALEZA	OPORTUNIDAD	DEBILIDAD	AMENAZAS
RELACION CON LOS	Buena relación con los vecinos	Participación en las actividades de la comunidad.	Conflicto en el territorio.	Surgimiento de Grupos insurgentes en la zona.
	Comparten con los vecinos eventos socioculturales.	Generación de empleo.	División de familia	

Fuente: Renovatio 2017

Estos talleres de construcción de plan de vida e implementación de la herramienta metodológica DOFA, se llevaron a cabo entre el 24 y el 28 de febrero de 2017 y tuvieron como resultado el conjunto de las medidas de manejo que la comunidad identificó y que, en la construcción de este EIA, fueron tenidas en cuenta tanto para las acciones de corrección, prevención y mitigación; como para las medidas de compensación y potenciación de los impactos ambientales derivados.



Imagen 2-36. Elaboración y socialización de Matriz DOFA por miembros de la comunidad.

2.3.5.3.2.3 Taller de identificación de impactos y medidas de manejo ambientales

El taller de identificación de impactos y medidas de manejo ambientales, para el medio biótico y abiótico, se realizó de manera interna (entre la comunidad y la empresa) entre el 7 y el 11 de marzo de 2017, este taller buscó bajo la metodología de la *representación temporal gráfica*, de los cambios que podrían afectar a la comunidad por el desarrollo del proyecto, en diferentes

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

aspectos de su vida: organización social, producción, recursos naturales, relación con el entorno.

Dentro de los objetivos del taller se contaron los siguientes:

- Identificar de manera participativa los impactos ambientales y sociales, que surjan de los encuentros con las comunidades par así establecer, de manera conjunta, incluyente y respetuosa con las dinámicas culturales de las comunidades étnicas involucradas, estrategias de manejo contextualizadas a sus prácticas sociales y formas de relacionamiento con el territorio.
- Establecer posibles medidas de manejo concertadas con las comunidades de las rancherías del área de influencia, basándose en los criterios de pertinencia, oportunidad e inclusión.
- Recoger las impresiones de la comunidad respecto a los impactos y las posibles medidas de manejo.

Para la identificación de impactos con la comunidad, se presentaran una serie de imágenes asociadas a cada una de las actividades del proyecto, las cuales serán distribuidas entre los participantes a la actividad, se les preguntara que ven en cada imagen y a continuación se les mencionará la actividad del proyecto a la cual está asociada, acto seguido se dispondrá dicha imagen en un cartel, en el cual se les asociará los impactos y sus respectivas medidas de manejo, las cuales surgirán de las percepciones entre la comunidad.

En la Tabla 2-65 se presenta la información descriptiva de cada una de las actividades de proyecto y su descripción gráfica, la cual fue socializada con las comunidades del área de influencia.

Tabla 2-65: Descripción gráfica de las actividades del proyecto

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	
Etapa Preliminar		
Actividades previas		Previo a la realización de estudios en el área del proyecto, se realizan reuniones de socialización con la comunidad del área de influencia.
Etapa de construcción		

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN		
Contratación de mano de obra y bienes y servicios	 Toda actividad realizada en pro del proyecto se contrata mano de obra, bienes y servicios en el área de influencia del proyecto		
Remoción de vegetación y descapote	 Corte y disposición de vegetación arbustiva. Remoción de capa superficial del suelo para adecuación de las obras e infraestructura del proyecto.		
Excavaciones y movimientos de tierra	 La construcción de las vías generará volúmenes de corte y lleno para la adecuación de estas; la construcción de las fundaciones o zapatas requiere el movimiento de tierras.		

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN		
Disposición de sobrantes de excavación		Los sobrantes de excavación serán acopiados de forma temporal o permanente en el depósito de materiales o también llamado ZODME - Zona de Depósito de Materiales de Excavación.	
Construcción y/o adecuación de vías existentes y vías internas		El Parque Eólico requerirá la construcción de nuevas vías con el fin de tener acceso a las diferentes plataformas de trabajo, campamentos y patios de maniobras. Con respecto a las vías existentes, estas serán adecuadas con el fin de que cumplan con las especificaciones técnicas necesarias para el proyecto.	
Importación y transporte de equipos		Para la construcción del Parque Eólico será necesaria la importación y transporte de las diversas partes de los aerogeneradores como palas, rotores, nacelle, etc. El proyecto dispondrá de un software específico de simulación de maniobras de grandes vehículos, en el que conocidas las características de los	

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN		
		vehículos de transporte y de los elementos a transportar se realizan las simulaciones necesarias para reproducir la envolvente y el área de barrido en función del vehículo y la trayectoria de la maniobra óptima a realizar en cada punto.	
Construcción y operación de campamento, patio de maniobras y talleres		Montaje y operación de instalaciones temporales como campamento, talleres y patio de maniobras.	
Construcción de la infraestructura del proyecto		Construcción de la infraestructura del proyecto como fundaciones, vías y accesos, plataformas y demás obras asociadas.	

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	
Montaje de torre e instalación de los aerogeneradores		Una vez importados y transportados todas las partes de los aerogeneradores se procederá con el montaje por medio de grúas.
Instalación de cables subterráneos		Se construirán zanjas con el fin de realizar la instalación de los cables subterráneos. Estas zanjas serán cubiertas nuevamente con el suelo removido.
Etapas de Operación		

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN		
Funcionamiento de los aerogeneradores	 En la etapa de operación los aerogeneradores estarán en funcionamiento para la producción de la energía eólica.		
Transporte interno	 Durante la etapa de operación será necesario el transporte de personal experto a la zona del proyecto, transporte de equipos y repuestos, entre otras.		
Mantenimiento de vías	 Actividades que se realizarán según los mantenimientos programados del parque.		
Mantenimiento del parque eólico			

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	

Una vez se distribuyen las imágenes, se vuelven a recuperar se pegan sobre el cartel y se socializa a la comunidad cual es la actividad del proyecto la cual representa y se les pide que den un concepto sobre los impactos que dicha actividad puede tener sobre el medio ambiente y la comunidad, bien sea positivo o negativo, se les pedirá expresar además cual sería una posible solución (mitigación, compensación o corrección) o la potenciación del impacto, en caso de ser positivo.

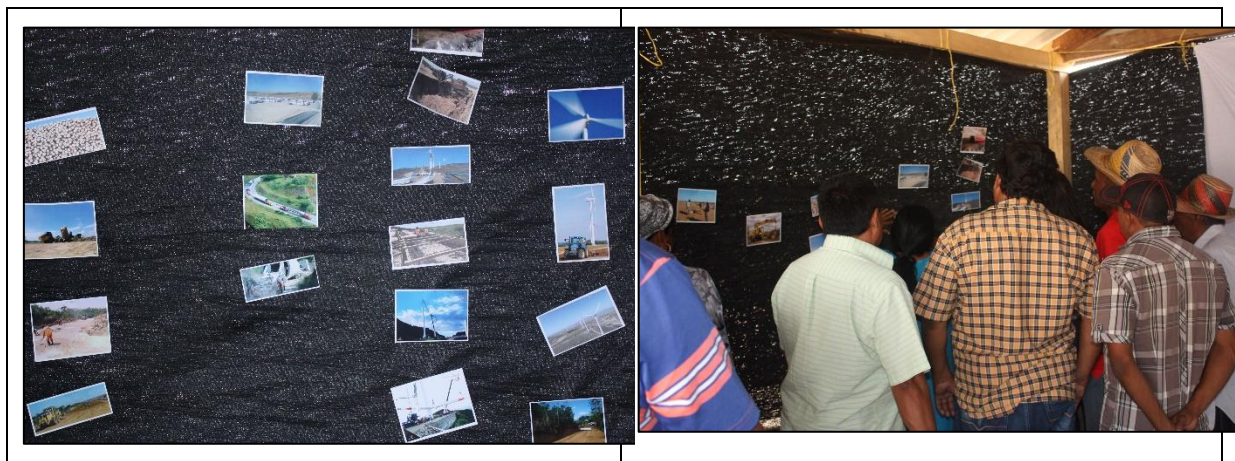


Imagen 2-37. Talleres de identificación de impactos ambientales con las comunidades del área de influencia del proyecto Eólico ALPHA.

Una vez se ambientó a la comunidad con las fotografías, se realizó una presentación en Power Point en la cual se les presentó el proceso de licenciamiento de un parque eólico, distribuido

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

en 8 pasos, tal y como se presenta en la imagen que se presenta a continuación. El principal objetivo de realizar esta presentación por etapas, fue acercar a la comunidad a la realidad de los trámites de licenciamiento y aprobación de los proyectos previos a la etapa de construcción.

En términos de los tiempos de licenciamiento se le dijo a la comunidad que antes de iniciar con la contratación de mano de obra local se debían surtir cada uno de estos pasos y que esta duración podría tardar aproximadamente entre 2 y 3 años, antes de que comenzarán a desarrollarse propiamente las actividades constructivas.

A continuación, se presentan los pasos que representan cada una de las acciones previas a la construcción del parque eólico.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			



Imagen 2-38: Línea del tiempo para el desarrollo de un parque eólico

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Una vez mencionadas estas etapas en las que se encuentra el proyecto, se aclara los siguientes temas que orientaran la identificación de impactos y medidas de manejo:

Así mismo, durante esta presentación, se hizo claridad sobre las actividades de caracterización que se han desarrollado en el territorio, y que incluyen una identificación de entre otros los siguientes componentes del ambiente:

- Geología, geomorfología, paisaje y suelos
- Hidrología, calidad del agua, usos del agua, hidrogeología
- Ecosistemas terrestres y acuáticos
- Componentes Demográfico, espacial, económico, cultural, Político

Se les solicita a los participantes volver a concentrarse en las imágenes expuestas y pensar un poco en los impactos que el proyecto puede ocasionar, y las posibles medidas de manejo a implementar, para esto se presenta como ejemplo, el impacto de remoción de la cobertura vegetal y se asocia con el ejemplo del programa de compensación por pérdida de la cobertura vegetal, tal y como se presenta en la siguiente imagen.



Figura 2-51. Ejemplo de impacto

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.5.3.2.4 Taller de identificación de impactos y medidas de manejo en el marco del desarrollo de la consulta previa.

Posterior a los talleres de identificación de impactos sociales y ambientales desarrollados previamente por las comunidades del área de influencia con el acompañamiento de la empresa, se desarrolló el taller de impactos y medidas de manejo en presencia del ministerio del interior y sus funcionarios delegados de la Dirección de Consulta Previa.

Para ello se surtieron las siguientes actividades síntesis de los talleres internos anteriores (identificación de impactos sociales y ambientales), con el fin de presentar ante el Ministerio del Interior el trabajo preparatorio realizado con las comunidades para lograr una comprensión clara y con enfoque intercultural de los impactos que va a generar el proyecto.

- ✓ Presentación del representante de la empresa Vientos del Norte S.A.S E.S.P
- ✓ Presentación de la autoridad tradicional y los asistentes de la reunión.
- ✓ Presentación de los asistentes por parte del Ministerio del Interior
- ✓ Qué es el proyecto Parque Eólico ALPHA

Laidriana Gonzalez, realiza la traducción sobre la metodología de los impactos sociales del proyecto Parque Eólico “ALPHA” en wayunaiki para mayor comprensión por parte de la comunidad.

2.3.5.3.2.4.1 Impactos Sociales del proyecto Eólico ALPHA

Con el fin de ilustrar la metodología síntesis empleada para la presentación de los impactos y medidas de manejo que fueron identificados por las comunidades para el medio social

Tabla 2-66: Impactos y medidas de manejo identificadas por las comunidades del área de influencia del proyecto Eólico ALPHA en el desarrollo de la metodología

Unidad de análisis	Impactos identificados por la comunidad	Medidas de manejo identificadas por la comunidad
TERRITORIO	No cercar el territorio (Privatización).	No se va a cercar los aerogeneradores, territorio de Araparen o el polígono del proyecto.
	Expectativas de retorno al territorio por el desarrollo de proyecto (Etapa de construcción y operación).	Abordar mediante los usos y costumbres de la cultura wayuu estos casos / Creación del Concejo Territorial de Mayores
	Algunos miembros de la comunidad, no dimensionan en su totalidad el proyecto.	Programa de Comunicación e Información. En las reuniones de Consulta Previa, se suministrará a todos los miembros de la comunidad la información sobre el proyecto, sus fases, sus impactos y demás temas relacionados.
	Temor por la pérdida del territorio por el desarrollo del proyecto.	Plan de Comunicación e Información. En las reuniones sostenidas Empresa - Comunidad. Se destacará que el

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Unidad de análisis	Impactos identificados por la comunidad	Medidas de manejo identificadas por la comunidad
		Decreto 2164 de 1995 en su Artículo 21. Los Resguardos Indígenas son propiedad colectiva de las comunidades indígenas en favor de las cuales se constituyen y conforme a los artículos 63 y 329 de la Constitución Política, tienen el carácter de inalienables, imprescriptibles e inembargables. Los resguardos son una institución legal y sociopolítica de carácter especial, conformada por una o más comunidades indígenas, que con un título de propiedad colectiva que goza de las garantías de la propiedad privada, poseen su territorio y se rigen para el manejo de éste y su vida interna por una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio. Parágrafo. Los integrantes de la comunidad indígena del resguardo no podrán enajenar a cualquier título, arrendar por cuenta propia o hipotecar los terrenos que constituyen el Resguardo.
	El proyecto va generar enfermedades incurables.	Programa de comunicación e Información sobre las fases de desarrollo del proyecto
	Presencia de Alijunas en el territorio.	Manual Intercultural. A las personas Alijunas se les brindará capacitación Intercultural sobre comportamiento y trato con la comunidad wayuu.
	Atropellamientos de personas (borrachos y animales).	Manual Intercultural/Compensación.
	Conflictos que pueden generarse (Internos) por el desarrollo del proyecto	Serán abordados a través de Mecanismos propios de resolución de conflictos - se propone la conformación de Consejo Territorial de Mayores.
	Cambio del contexto del territorio (Visión como un pueblo)	Definir criterios de distancia entre el proyecto (aerogeneradores, vías de acceso, campamentos etc.) y las infraestructuras sociales. (Viviendas, cementerios, fuentes de agua, iglesia,

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Unidad de análisis	Impactos identificados por la comunidad	Medidas de manejo identificadas por la comunidad
		corrales, huertas entre otras/ en el taller de Impactos ambientales.
	Que las carreteras se constituyan en vías públicas.	Vías alternas para el ingreso al proyecto en buen estado
	El ruido perturba el sueño.	Definir criterios de distancia entre el proyecto (aerogeneradores, vías de acceso, campamentos etc.) y las infraestructuras sociales. (viviendas, cementerios, fuentes de agua, iglesia, corrales, huertas entre otras) / En el taller de Impactos ambientales.
	Cambio de la dinámica local en la comunidad.	Desarrollo de programas de Fortalecimiento de la Identidad Cultural.
	Presencia de grupos delincuenciales en el área.	Contratación de servicios de vigilancia wayuu.
	Temor de la caída de aerogenerador en las viviendas.	Criterios de distancia/ Taller de Impacto Ambiental.
	Reducción de espacios para el pastoreo y cultivo.	Definir criterios de distancia entre el proyecto (aerogeneradores, vías de acceso, campamentos etc.) y las infraestructuras sociales. (viviendas, cementerios, fuentes de agua, iglesia, corrales, huertas entre otras)
	Deforestación del territorio.	Información sobres los impactos ambientales del proyecto en talleres programados
	No va haber conejos por la presencia de aerogeneradores.	Información sobres los impactos sociales y ambientales.
	Los animales (chivos, burros) se van espantar por la presencia de las maquinas.	Este tema se explicará en los talleres de Impactos Sociales y Ambientales
	Desplazamiento por el proyecto.	Programa de comunicación e Información sobre las fases de desarrollo del proyecto
IDENTIDAD	Alteración de la dinámica local (presencia de arigonas y maquinaria).	En el marco de las compensaciones se desarrollarán acciones u programas de Fortalecimiento de la Identidad Cultural.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Unidad de análisis	Impactos identificados por la comunidad	Medidas de manejo identificadas por la comunidad
	Expectativa de mejoramiento de calidad de vida (agua vivienda, energía, etc.).	Construcción del Plan de Vida, con la comunidad.
	Presencia de alijunas.	Manual Intercultural.
	Mestizaje de población. (lazos matrimoniales con alijunas)	Fortalecimiento de la Identidad Cultural.
	Cambios de uso y costumbre (Vestimenta, lengua).	Fortalecimiento y tecnificación de la economía tradicional (pastoreo y artesanías) / escuela artesanía, medicina tradicional, comida típica.
	Cambios en la dinámica económica (Pastoreo, artesanía, se dejan a un lado).	Fortalecimiento de la identidad cultural.
	Cambio de valores culturales (participación en velorio, yanamas en resolución de conflicto).	Fortalecimiento de la Identidad Cultural.
AUTONOMÍA	Irrespeto y vulneración a la estructura organizacional wayuu.	Respeto de usos y costumbre/ Manual Intercultural.
	Irrespeto a los usos y costumbres.	Fortalecimiento de la Identidad Cultural.
	Expropiación de territorio.	Los resguardos son una institución legal y sociopolítica de carácter especial, conformada por una o más comunidades indígenas, que con un título de propiedad colectiva que goza de las garantías de la propiedad privada, poseen su territorio y se rigen para el manejo de éste y su vida interna por una organización autónoma amparada por el fuero indígena y su sistema normativo propio. Parágrafo. Los integrantes de la comunidad indígena del resguardo no podrán enajenar a cualquier título, arrendar por cuenta propia o hipotecar los terrenos que constituyen el Resguardo.
	Los recursos de compensación deber administrarlo y ejecutarlos los miembros de la comunidad.	Seguimiento a los acuerdos protocolizados.
	Incumplimientos de acuerdos pactados.	Proceso de consulta interna de la comunidad/ Asamblea general.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Unidad de análisis	Impactos identificados por la comunidad	Medidas de manejo identificadas por la comunidad
	Irrespeto a los mecanismos de concertación y toma de decisiones.	Fortalecimiento de la Identidad Cultural.
	Perturbación en los momentos socioculturales (Velorios, yanamas, yonna).	Fortalecimiento de la Identidad Cultural.
	Los conflictos deben dirimir entre comunidades y empresa.	Creación del Concejo Territorial de Mayores / Manual Intercultural.
	Los conflictos internos deben ser resueltos a través de mecanismos propios de resolución de conflictos (Palabrereros, Autoridad Tradicional, y Laulayu.	Creación del Concejo Territorial de Mayores
PARTICIPACIÓN	Incluir a jóvenes y niños en el desarrollo	Construcción del Plan de vida de la comunidad
	Inequidad en la distribución de beneficios.	Criterios conformados en el Consejo Territorial de Mayores
	Problema por no involucrar a todos los miembros de la comunidad.	Construcción del Plan de vida de la comunidad
	Envidia recelos por no darle participación de los vecinos.	Incluir en la protocolización de la Consulta Previa un ítem de Participación a los Vecinos
	Generar malos entendidos entre los miembros de la comunidad por no tener claridad en la comunicación.	Realizar reuniones internas periódicamente
	Darles participación a los miembros de la comunidad para que puedan acceder a un medio de trabajo que le generen ingresos para su familia.	Definir criterios de participación entre la comunidad y la autoridad tradicional
DESARROLLO PROPIO	Que las compensaciones pactadas lleguen a la comunidad.	CONSTRUCCION DEL PLAN DE VIDA COMUNITARIO
	Mejorar las viviendas de las familias de acuerdo a sus usos y costumbres e infraestructuras.	
	Construir jagüeyes y crear redes de distribución de agua consumible.	
	Plan de vida organizada por la comunidad.	
	Centro de asistencia de Salud.	

Fuente: Renovatio, 2017

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.5.3.2.4.2 Impactos y medidas de manejo del medio Físico – biótico

Así mismo para la identificación de los impactos ambientales del proyecto, se explicó que la etapa de Construcción dura entre 2 y 3 años, etapa la cual donde habrá contratación de mano de obra, mayor movimiento de tierra y de maquinaria y donde se presentaran los principales impactos ambientales dado que habrá tala de vegetación para el despeje de las áreas de las vías internas y los aerogeneradores, y los efectos que ello puede derivar en la fauna y flora local.

Así mismo se habló que la etapa de operación tendría una duración de 25 años, y durante este periodo el impacto ambiental se aminoraría dado que termina la obra civil y las actividades que se siguen desarrollando son el funcionamiento del parque eólico, el mantenimiento de los aerogeneradores y el mantenimiento de las vías.

En esta etapa el impacto que prevalece es el de generación de ruido, en menor proporción al generado en la etapa de construcción, el cual se sentirá con mayor fuerza a medida que se dé mayor aproximación al lugar donde se emplaza al aerogenerador, en este sentido se recuerda que las viviendas quedarán a una distancia prudente de retiro al emplazamiento del aerogenerador, para mitigar el impacto.

Para la identificación de los impactos y medidas de manejo del medio biótico, se les presentó la siguiente matriz que presenta las definiciones que la empresa ha desarrollado para identificarlos, sin embargo y para efectos de la socialización de estos impactos y la identificación de nuevas medidas de manejo, se desarrolló una metodología en donde se indagó por las flora y fauna más representativa, y de uso por los habitantes del área de influencia.

Dentro de las medidas de manejo identificadas para compensar los efectos de la pérdida de flora y por ende de fauna, se encuentra la compensación de la cobertura vegetal talada por vegetación que pueda ser de aprovechamiento por la comunidad, además de la entrega de la madera aprovechada a los habitantes que les permita hacer uso de ella.

En lo que respecta a los impactos generados a la fauna, los asistentes identifican que los animales pueden migrar dadas las condiciones de ruido y de alto tráfico vehicular y de maquinaria pesada durante la etapa de construcción, además de sufrir atropellamiento, sobre todo las especies terrestres, sin embargo, la comunidad dice que los animales retornan luego de este periodo de perturbación porque ese es su lugar de vida y allí residen.

A continuación, se presenta la matriz elaborada para la identificación de impactos asociados a flora y fauna desde una perspectiva intercultural en el relacionamiento con las comunidades étnicas de las rancherías del área de influencia, tomando como ejemplo los resultados para la comunidad de Araparen.

Tabla 2-67: Metodología empleada para la identificación de flora y fauna susceptible de afectación por las actividades del proyecto

Flora/ Fauna	Uso	Importancia	Presencia	Impacto ambiental
Trupillo (Aipia)	Leña; Consumo animal;	Importante	Abundante	

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Flora/ Fauna	Uso	Importancia	Presencia	Impacto ambiental
	Medicina tradicional			Deforestación en las zonas donde hay Trupillo; reforestación con sistemas de riego cerca del arroyo; Reforestación; sistema de riego; aprovechamiento de la madera por parte de la comunidad
Dividivi (Ichii)	Consumo animal; construcción; medicina tradicional	Muy importante	Abundante	
Cactus (Kayusi)	Consumo animal; construcción de vivienda y corral	Muy importante	Abundante	
Cardón (Yossu)	Consumo animal; medicina tradicional; construcción	Importante	Abundante	
Pichiguel (Parruluwa)	Medicina tradicional; consumo animal y humano	Importante	Abundante	
Tua (Aíchua)				
Aromo (Murray)	Consumo animal; leña; para alejar malos espíritus	Importante	Poca	
Olivo (Kapuchirra)	Medicina tradicional; las hojas se emplean para la construcción	Muy importante	Poca	
(Kashushirra)	Papel higiénico; Para lavar los platos	Importante	Abundante, pero desaparece por completo en tiempo seco	
Totumo (Aliita)	Para hacer tasa de totumo; medicina tradicional	Importante	Poco	
Wamacho (Moco chirra)	Se emplea como jabón y para consumo humano (jugo)	Muy importante	Poco	
Parquinsonia (Mapua)	Consumo animal	Poco importante	Abundante en los arroyos	
Conejo (atpanaa)	Consumo humano	Muy importante	Poca	Emigran por el ruido

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Flora/ Fauna	Uso	Importancia	Presencia	Impacto ambiental
Zorro (Waliru)	Consumo humano; medicina tradicional	Muy importante	Abundante	Emigración atropellamiento y
Zorrillo (Mapurito)	Medicina tradicional	Muy importante	Poca	Emigración atropellamiento y
Iguana (Iwana)	Consumo humano	Importante	Poca	Emigración atropellamiento y
Alcaraván Venezolano (Karray)	anuncia la lluvia	Importante	Abundante	Emigración
Sinsonte (Wanpiray)	Consumo humano para niños pequeños que no han desarrollado el habla.	Muy importante	Abundante	Emigra por el proyecto
Búho (Monkulonseerü)	De apreciación, es para observar	Importante	Abundante	Emigran
Lechuza (Shokoin)	Consumo humano	Importante	Abundante	Emigran por afectación de aguas superficiales
Oso hormiguero (Walijeechi)	Consumo humano	Importante	Abundante en el arroyo	
Cardenal Guajiro (Isho), Paloma tierrera (wawashi), Perico carisucio (kalekale)	Consumo humano, medicina tradicional	Importante	Abundante	

Fuente: Renovatio, 2017

Tabla 2-68 Impactos y medidas de manejo del medio físico

Recurso	Impacto Identificado	Medida de Manejo
Suelo	Alteración geomorfológica	Para el manejo de estos impactos se habló de un adecuado manejo de los residuos de construcción con su correcta disposición en las zonas de depósito, además de la posible generación de mayores residuos por el incremento de personal en el área lo cual deberá atenderse con un adecuado manejo de los mismos.
	Desarrollo de procesos erosivos	
	Alteración física y química de las propiedades del suelo	
	Incremento en la generación de residuos	

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Recurso	Impacto Identificado	Medida de Manejo
Aire	Modificación de los niveles de ruido	Al respecto se habló de dos aspectos que modifican la calidad del aire, la emisión de material particulado (polvo), la cual se dará principalmente en la etapa de construcción por el tránsito continuo de maquinaria pesada y vehículos, impacto el cual se agudizará aún más en los tiempos secos por la falta de humectación de las vías. Al respecto se socializó que la medida de manejo consiste en una humectación de las vías que se realizará con el agua tratada resultante de la planta de tratamiento de aguas ubicada en el sitio de campamento la cual mitigará el efecto durante la etapa de construcción, así mismo la maquinaria tendrá los controles necesarios para evitar que el impacto se magnifique.
	Modificación de la calidad del aire	En lo que respecta a la generación de ruido se tiene que, la etapa de construcción será mayor debido precisamente a todas las actividades de construcción que pueden modificar las dinámicas de ruido propias de la comunidad, en esta etapa el efecto será mitigable realizando sólo actividades diurnas. Para la etapa de operación se abordó el ruido que generarán los aerogeneradores el cual se asemeja (se ejemplificó al respecto) a un ventilador en constante movimiento o a un ruido constante. En este sentido se les explicó que en primer lugar la fila de los aerogeneradores estará retirado de los centros poblados presentes en la rancharía, además la disposición, de los aerogeneradores estarán retirados a una distancia prudente mínima de cada unidad de vivienda, así se mitigará el efecto ruido el cual se percibe con mayor intensidad entre más cercanía se tenga con el aerogenerador. Se indica, además, que los niveles de ruido no superan los niveles de audición para el oído humano.
Agua	Alteración de los cuerpos de agua	Respecto a los manejos del agua, se advirtió en primer lugar que el desarrollo del proyecto no contempla el uso de las fuentes de agua identificadas en la caracterización por la comunidad y que al respecto el proyecto, no utilizará dichas fuentes porque la disponibilidad y la calidad de agua existente no dan abasto, para suplir la demanda del proyecto.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Recurso	Impacto Identificado	Medida de Manejo
		De este modo el proyecto adquirirá el agua necesaria tanto para el sitio de campamento como para la concretadora de fuentes externas, las aguas residuales serán manejadas por medio de una planta de tratamiento que servirán a su vez para realizar aspersiones de vía y así mitigar el impacto por generación de material particulado y otras labores de jardinería que requiera el funcionamiento de las instalaciones temporales del proyecto.
Paisaje	Intrusión visual en el paisaje	En lo que respecta a la alteración del paisaje, se introduce hablando que es un impacto que se generará y que es imposible evitar, que la apreciación de los aerogeneradores es subjetiva y que a algunas personas pueden parecerles positivos para el paisaje, porque puede traer turismo y otras personas piensen diferente. Es un impacto que no se puede mitigar ni corregir, pero si se puede compensar.

Fuente: Renovatio, 2017

2.3.5.3.2.4.3 Conformación de grupos focales para la construcción de planes de vida y formulación de preacuerdos

En esta etapa del proceso de Consulta Previa se consolidan, entre la empresa Vientos del Norte y las comunidades de Araparen, Jununtao, Sachikimana y Toloirá, los acuerdos y proyectos de compensación elaborados durante los talleres de análisis e identificación de impactos, y formulación de medidas de manejo, referidos anteriormente. A partir de lo previamente acordado en esos talleres se llevan a cabo las jornadas de socialización, retroalimentación, desarrollo del plan de vida entre los integrantes de las comunidades wayuu y los representantes de la empresa, con el objeto de establecer finalmente el modelo y valor total de la compensación por el desarrollo del Parque Eólico ALPHA.

Por medio del diálogo intercultural y de saberes que se logró en las jornadas de socialización y retroalimentación y conformación de grupos focales las personas de estas comunidades determinaron los sectores que requieren inversión para su desarrollo social, mediante un plan de vida dirigido a garantizar un mejor futuro para todos ellos; y los representantes de la empresa Vientos del Norte ratificaron la importancia de fortalecer esos sectores, con el propósito de mejorar las condiciones y calidad de vida, no solo actuales sino a futuro de los integrantes de ambas rancherías.

Aquellos sectores propuestos por las comunidades y ratificados por la empresa son: fortalecimiento de la identidad cultural, generación de empleo o de ingreso, educación, servicios públicos (energía, agua, saneamiento básico y aseo), salud, vivienda, bienestar social (niños, mujeres y adulto mayor), servicios de transporte, apoyo a comunidades vecinas por zonas de influencia indirecta y sostenimiento de la fundación.

Para el manejo y administración de los recursos de la compensación por el desarrollo del proyecto “Generación de energía eólica ALPHA” las comunidades wayuu de Araparen,

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Sachikimana y Toloira, escogieron la modalidad Fundación, cuyos representantes serán de la comunidad y de la empresa, y manejarán los recursos pactados entre las partes. Este comité tendrá como función evaluar los proyectos que se van a ejecutar y la Fundación tendrá la característica de gestionar programas y recursos que contribuyan a la calidad de vida de la comunidad.

2.3.5.3.3 Protocolización de acuerdos

La etapa de Protocolización de acuerdos es aquella en la que se firman los acuerdos logrados en las comunidades y la empresa. Para esta etapa del proceso de Consulta Previa, el Ministerio del Interior a través de la Dirección de Consulta Previa convocó nuevamente, a los lugares y en las fechas acordadas en el cronograma de actividades, a las respectivas autoridades tradicionales e integrantes de las comunidades wayuu de Araparen, Jununtao, Sachikimana y Toloira, a los representantes de la empresa desarrolladora del proyecto eólico Vientos del Norte y a de las entidades públicas competentes (Oficina Departamental de Asuntos Indígenas, Personería Municipal de Uribia, Alcaldía de Uribia, Gobernación de La Guajira, Corpoguajira, Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, Procuraduría General de la Nación y Defensoría del Pueblo), con el objeto de firmar los acuerdos producto de las reuniones de la Consulta Previa.

La reunión para la Protocolización de los acuerdos se llevó a cabo en diferentes momentos del año 2017, para Toloira y Sachikimana la protocolización se realizó el 23 y el 24 de junio de 2017, para Jununtao la protocolización se realizó el 4 de agosto del mismo año y para Araparen el día 26 de septiembre, estas protocolizaciones se dieron con la participación de todos los miembros de la comunidad, los representantes de la empresa y las entidades públicas que fueron convocadas.

En todas las reuniones, en las respectivas rancherías y en los acuerdos protocolizados, la empresa Vientos del Norte y las comunidades establecieron que los proyectos de compensación, producto de las actividades del proceso de Consulta Previa, serán ejecutados una vez empiece la fase de desarrollo (generación de energía) del Parque Eólico ALPHA; que la Fundación que será creada escogerá los proyectos prioritarios de los sectores identificados, con planes de inversión de cinco (5) años hasta cumplir los 25 años que es la duración del proyecto; y, que el valor de la compensación será de acuerdo a la cantidad de aerogeneradores que se instale en la comunidad.

2.3.5.4 Información sobre población a reasentar

El proyecto de generación de energía eólica ALPHA, diseñado por la empresa Vientos del Norte no reasentará población, puesto que el layout del parque se construyó teniendo en cuenta las restricciones socioeconómicas propias de la forma de ocupar el territorio de las comunidades wayuu, es decir, considerando los retiros necesarios a las zonas de emplazamiento de infraestructura social y cultural, con el fin de no alterar las dinámicas ancestrales de ocupación del territorio.

2.3.5.5 Componente arqueológico

Las actividades del presente estudio estuvieron encaminadas a la identificación de contextos arqueológicos que podrían ser afectados por la adecuación e intervenciones al subsuelo en el

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

área de influencia, establecida para estas actividades y así proponer para ellos, un Plan de Manejo coherente con los resultados que permita prevenir o mitigar los impactos generados sobre el patrimonio arqueológico. Con tal propósito, se aplicó la metodología en la que se consideró: el reconocimiento y muestreo de las diferentes obras, la evaluación visual de las características fisiográficas de los sitios, la revisión exhaustiva de la superficie y perfiles estratigráficos expuestos, así como la identificación de alteraciones en el paisaje que sirvieron de guía para la determinación de su potencial arqueológico, a través de una metodología mixta, correspondiente a una prospección sistemática conjugada con una metodología dirigida en algunos sectores que fue necesario, esto permitió el control y un mayor muestreo del área a ser intervenida.

La implementación de la estrategia metodológica mixta propuesta en el presente estudio, se estableció de acuerdo a los siguientes parámetros: área total impactada, grado de afectación de los yacimientos arqueológicos, medidas preventivas para la preservación de los bienes patrimoniales, intensidad de las intervenciones arqueológicas y alcances del estudio.

2.3.5.5.1 Trabajo De Campo

Consistió en el traslado de los equipos de trabajo a las áreas de influencia del proyecto. Se realizó un reconocimiento y evaluación del área mediante la identificación de entidades arqueológicas, intervención en el subsuelo para la recuperación del material arqueológico y comprensión estratigráfica, la cual permitió reconocer la formación de los yacimientos, efectuar el registro y acopio de la información, y, por último, en caso de ser necesario, delimitar dentro de las áreas impactadas, zonas para rescate, monitoreo o de reserva para futuras investigaciones, en el área de influencia única del proyecto eólico ALPHA. Las salidas de campo se realizaron en dos temporadas, la primera entre el 14 de junio al 9 de julio y la segunda entre el 22 de agosto y el 11 de septiembre de 2017.

2.3.5.5.1.1 Reconocimiento arqueológico

Inicialmente se realizó un reconocimiento general del área de influencia única del proyecto arqueológico, con los grupos de profesionales y auxiliares, con la intención de establecer estrategias de trabajo que permitieran un orden del muestreo con los puntos referentes. Así, se organizaron equipos, conformados por un arqueólogo y un apoyo en campo de la región. La inspección se efectuó a través de recorridos a pie buscando generar una caracterización de los paisajes presentes, con miras a establecer una zonificación de sectores de alto, medio y bajo potencial arqueológico según la fisiografía del lugar.

Este análisis del paisaje permitió identificar que la zona de estudio solo presenta un área geomorfológicamente diferencial; correspondiente al paisaje de zonas planas extensas o planicie.

2.3.5.5.1.2 Paisaje de Zonas Planas Extensa o Planicie

Caracterizado por presentar un plano extenso y una muy baja pendiente en su formación geomorfológica, presenta una vegetación xerofítica, correspondiente a zonas sin pasto y grandes concentraciones de rastros medio – bajo con zonas de escorrentía de baja pendiente. El área de influencia, correspondiente a las obras proyectadas del actual proyecto, se localiza sobre este paisaje. Así, está compuesta principalmente por una zona plana

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

correspondiente a una sábana extensa o planicie y en menor medida se identificaron algunas zonas de ladera suave progresivas, producto de pequeñas elevaciones correspondientes a niveles de sabanas extensas y lugares de escorrentía.

Como se mencionó anteriormente las obras asociadas del proyecto eólico, correspondiente al área de influencia, se les identificó que poseen un gran paisaje que está compuesto por una zona plana no inundable (sabana extensa o planicie) con algunas zonas anegadizas estacionales, zonas con afloramientos rocosos y zonas de construcciones o intervenciones actuales como los jagüeyes y vías construidas con maquinaria pesada y caminos para el tránsito de personas y el pastoreo de chivos y ganadería (ver Imagen 2-39 e Imagen 2-40).



Imagen 2-39. Paisaje Proyecto Eólico ALPHA.



Imagen 2-40. Paisaje Proyecto Eólico ALPHA.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

A partir de la zonificación geomorfológica establecida por el reconocimiento en el área de influencia del proyecto se identificó y fue desarrollada la prospección arqueológica con la metodología propuesta y aprobada por el Grupo de Arqueología del ICANH. De este modo, se realizaron pozos de sondeo tratando de abarcar la mayor cantidad de área de las obras proyectadas sin dejar espacios o zonas sin muestrear, todo con el fin de identificar y caracterizar las Unidades de Intervención Arqueológica. Sin embargo, las zonas poco aptas o sin ninguna potencialidad arqueológica fueron descartadas y no se tuvieron en cuenta para la realización de los muestreos y así el resultado aduce a la potencialidad arqueológica real de las Unidades de Intervención Arqueológica. De este modo la información secundaria con la que se proyectaron los puntos referentes, no permitía diferenciar las áreas poco aptas para la realización de los pozos de sondeo sin tener en cuenta las características individuales, como las zonas rocosas, zonas anegadizas o con intervenciones actuales. De igual manera como la planicie presentaba características mixtas de zonas anegadizas y zonas no inundables, pero con aportes de agua estacionales, se realizó un muestreo pensando en evidenciar y descartar con los muestreos y determinar a partir del análisis estratigráfico la potencialidad arqueológica del proyecto eólico.

Como resultado del reconocimiento, se logró determinar fisiográficamente que el área de influencia del proyecto eólico se ubica en zonas planas extensas no inundables principalmente, y en algunos casos sobre zonas intervenidas actualmente. Así, fue posible organizar metodológicamente el espacio a ser muestreado, definiendo Unidades de Intervención Arqueológica (UIA), la cual hace referencia a una delimitación arbitraria de la geomorfología, geografía u obra proyectada que puede estar compuesta por diferentes unidades espaciales mínimas.

Además de la comprensión del paisaje, se realizó una zonificación arqueológica inicial, la cual consistió en reconocer que la planicie presentaba probabilidades arqueológicas de acuerdo al análisis del paisaje arqueológico, por lo que se determinó como un área de alto potencial arqueológico en el reconocimiento inicial.

Esta organización del espacio, permitió finalmente decidir que los muestreos arqueológicos se realizarían en las zonas de potencial alto de cada una de las Unidades de Intervención arqueológica identificadas y en los casos en los que se consideró pertinente, se muestreó las zonas de potencial bajo, correspondiente a las zonas anegadizas o con erosión evidente en la superficie.

2.3.5.5.2 Prospección arqueológica

Como se mencionó anteriormente, para la totalidad del polígono del área de influencia se prospectó siguiendo una metodología consistente en efectuar pozos de sondeo sistemáticos complementado con algunos muestreos dirigidos en zonas que se requerían para contextualizar o caracterizar más profundamente el sector. Estos se realizaron principalmente en las zonas determinadas como potencial alto para la identificación de yacimientos arqueológicos. Cada unidad de intervención arqueológica se denominó como UIA y se enumeró de manera consecutiva, la cantidad de pozos de sondeo fue variable según el tamaño de cada UIA y según la presencia de evidencias arqueológicas.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

De manera general, el muestreo se realizó a través de pozos de sondeo de 50 X 50 cm excavados por niveles arbitrarios de 10 cm hasta agotar las capas de suelo fértil (cuando fue posible). A cada pozo de sondeo se le registró uno de los perfiles expuestos y se consignó toda la información en una ficha dispuesta para ello; de igual manera cada pozo de sondeo fue localizado geográficamente por medio del GPS. En todo el proceso de trabajo de campo, se llevó un registro fotográfico y escrito de las labores efectuadas, tanto las generalidades del paisaje como las intervenciones arqueológicas realizadas (ver Imagen 2-41).



Imagen 2-41. Actividades en campo

Para el registro de los datos obtenidos, se diseñaron fichas de sitio en las cuales se recuperó información como: identificación (nombre), ubicación (municipio, coordenadas), aspectos fisiográficos (unidad de paisaje y sub cuenca), descripción de sitio (uso actual del suelo, estado de conservación, vegetación, actividad antrópica), grado de afectación, actividad arqueológica realizada en el lugar y sus contenidos culturales.

Así mismo, para cada sondeo se diseñó una ficha de registro con la localización, número del sondeo, coordenadas y fecha en que se realizó; la descripción de las características físicas de cada nivel de excavación y del material cultural recuperado dentro de esta secuencia, y finalmente la descripción gráfica de uno de los perfiles más representativos de la estratigrafía del pozo.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

A modo de resumen, las actividades efectuadas en el trabajo de campo de la prospección arqueológica fueron las siguientes:

- Recorrido a pie por el área del proyecto, buscando efectuar una caracterización de los paisajes fisiográficos presentes.
- Revisiones superficiales y recolecciones de los materiales expuestos en perfiles o en superficie, con la intención de establecer relaciones entre eventos de ocupación y procesos de formación del sitio.
- Realización de muestreos en las UIA mediante pozos de sondeo (PS) de 50 x 50 cm, excavados por niveles arbitrarios de 10 cm hasta agotar las capas orgánicas o presencia de rasgos.
- Registro en planillas de la excavación de los sondeos y descripción estratigráfica.
- El material arqueológico recuperado en cada uno de los sondeos fue empacado en bolsas plásticas con su respectivo rótulo, donde se consignó información relativa al proyecto en cuestión, sitio de muestreo, número del pozo y tipo de material.
- Registro en planillas de los yacimientos arqueológicos identificados.
- Registro gráfico de perfiles para la reconstrucción de la secuencia estratigráfica de los posibles yacimientos.
- Registro de ubicación por geo-referencia satelital con GPS de los muestreos realizados.
- Registro fotográfico de todo el proceso investigativo en campo.
- Registro de tenencia de material cultural ante el Instituto Colombiano de Antropología e Historia.

El objetivo o intención de las estrategias de muestreo propuestas, es el de evaluar a través de pozos de sondeo, unidades fisiográficas que sean potenciales yacimientos arqueológicos. Con la información obtenida, se pretende reconocer las características de los posibles yacimientos y el tipo de sitio identificado (vivienda, cultivo, taller, cementerio, ritual, entre otros), de igual forma, se busca asociar los elementos culturales encontrados con las dinámicas socio-ambientales y problemáticas arqueológicas regionales.

2.3.5.5.3 Análisis De Las Evidencias

El laboratorio arqueológico inicia con la limpieza y tratamiento de los materiales recuperados (lavado, marcado, clasificación y análisis); seguidamente se transcriben y analizan las fichas y diarios de campo. Para facilitar la descripción y análisis del material, se diseñó una ficha en el programa Excel teniendo en cuenta las características formales y tecnológicas de las evidencias.

El material cultural se describió y clasificó según categorías tecnológicas, estilísticas, morfológicas y funcionales, establecidas de acuerdo al tipo de material, y con los resultados obtenidos, se crearon bases de datos definiendo campos compartidos que posibilitaron la interrelación entre las variables. De esta manera, se estableció una clasificación por grupos comparativos, cuya información se encuentra correlacionada con los estilos cerámicos o industrias líticas establecidos en investigaciones previas.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.5.5.3.1 La cerámica

La clasificación y análisis de los fragmentos cerámicos se realizó mediante un ejercicio de segmentación de la información en conjuntos de datos aglutinados bajo categorías operativas que refieren a significados con status inferencial. Teóricamente, por medio de la clasificación se crean categorías arbitrarias de acuerdo a las similitudes observadas en el estado de los atributos³⁰¹. Por otro lado, la clasificación consiste en agrupar los objetos de un conjunto de varios subconjuntos ya creados. Así pues, la clasificación no se constituye como un fin en sí mismo, se implementa para definir niveles de significación y permite manejar una base conceptual, siendo su objetivo poder reconocer y describir aquellas cosas sobre las cuales se hacen afirmaciones empíricas³⁰².

Para el análisis de la cerámica se estableció una clasificación por grupos comparativos, cuya información se encuentra correlacionada con los estilos cerámicos establecidos en investigaciones previas. Esta actividad se desarrolló con el ánimo de correlacionar la información y efectuar interpretaciones acerca de la distribución espacial de los grupos humanos que habitaron en el paisaje local y regional, y de esta manera, establecer algunas hipótesis de movilidad e intercambio asociadas a las problemáticas arqueológicas de la región.

La caracterización cerámica se realizó según cuatro grandes campos que contienen grupos de variables que permiten desglosar los fragmentos en: rasgos tecnológicos, rasgos funcionales, rasgos morfológicos y rasgos estilísticos. Con ello, fue posible trabajar bajo el criterio de conjuntos (grupos y tipos cerámicos), con la intención de correlacionar el material recuperado como una entidad, entendida esta como “un conjunto de atributos integrados que forman un bloque coherente y unitario”³⁰³. Así, la entidad cerámica está definida por “propiedades lógicamente irreductibles que poseen dos o más estados y que pueden actuar como variables independientes que el observador considera significativas con respecto al marco de estudio”³⁰⁴.

2.3.5.5.3.2 Los líticos

En el proceso de caracterización de los materiales culturales, los arqueólogos han clasificado tradicionalmente los utensilios líticos mediante la interrelación cuantitativa y cualitativa de atributos a través de variables morfológicas, tecnológicas y funcionales, con lo cual ha sido posible un acercamiento a las formas de los objetos, el tipo de técnica empleada en su concepción, y el posible uso (o uso más frecuente) que se le dio al elemento. Sin embargo, existen diversas formas de clasificación que apuntan a objetivos específicos, pues como lo menciona Tschauner³⁰⁵, las clasificaciones son exclusivamente instrumentos de medición de las asociaciones y variaciones de las diferentes variables elegibles en una investigación,

³⁰¹ CLARKE L. D. Arqueología Analítica. Revisión de Bob Chapman. Ediciones Bellaterra. S.A, Barcelona. 1984.

³⁰² DUNNELL R. C. “The notion site”. En: Space, time and archaeological landscapes. Rossignol J. y Wandsnider L. (Eds). Plenum Press. New York. 1992. p. 21-41.

³⁰³ CLARKE L. D. Op. cit. p. 2-254.

³⁰⁴ CLARKE L. D. Op. cit. p. 2-254.

³⁰⁵ TSCHAUNER, HARTMUT. “La tipología: ¿herramienta u obstáculo? La clasificación de artefactos en arqueología” Boletín de Antropología Americana. 1985. Volumen 12. p. 39-74.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

donde interesan aquellos aspectos del material que sean relevantes para el problema investigado.

En la presente investigación se realizó una clasificación tipológica (entendida como organización de tipos de objetos que se parecen en lo fundamental) a través de un *instructivo de clasificación lítica*, donde se tomaron en cuenta variables descriptivas del elemento como son: estado, materia prima, peso, largo, ancho y espesor; adicionalmente se analizaron las características del cuerpo del elemento lítico como la técnica de manufactura, presencia de bulbo, pulimento y posible uso; al borde del artefacto se le describió la tecnología de retoque, preparación del borde, cicatrices y tipo de desgaste.

Esta caracterización consistió en una tipología morfológica (descriptiva) que hace alusión a las combinaciones recurrentes de rasgos y cualidades del elemento lítico, sin hacer referencia a sus consecuencias funcionales ni histórico-culturales. La propuesta permite teorizar sobre una serie de etapas concatenadas, donde se articulan en una secuencia lógica y temporal, toda una serie de procesos de trabajo para la obtención, manufactura y mantenimiento de productos líticos. Lo que se busca, es un proceso de análisis de formas y dimensiones que procura establecer agrupaciones morfológicas a partir de la recurrencia de determinados rasgos o estados de atributos, para luego pasar a tipos, subgrupos o grupos tipológicos que resultan de una operación de síntesis analítica que contiene información sobre la repetición de ciertas combinaciones de rasgos entre conjuntos de artefactos, entre una o más muestras comparadas. Este procedimiento permite recuperar información sobre la trayectoria del elemento en su contexto sistémico y en sus alteraciones posdeposicionales, así como aislar, entre otros, elementos de relevancia técnica, diseños, modificaciones por mantenimiento, transformaciones por reciclado, modos de acción y uso³⁰⁶.

2.3.5.6 Información sobre población a reasentar

Teniendo en cuenta que la mejor opción siempre es prevenir o minimizar la necesidad de reasentamientos, el diseño del parque ALPHA se diseñó evitando localizar infraestructura del proyecto cerca de viviendas e infraestructura social, las cuales fueron identificadas y georreferenciadas previo a la elaboración de los diseños finales del proyecto. Por esta razón el Proyecto Parque Eólico ALPHA para esta fase de licenciamiento ambiental, no requiere realizar reasentamientos en el área de influencia directa.

2.3.6 Paisaje

A continuación, se presenta la metodología para el análisis del paisaje, teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia (TdR) para Proyectos de Uso de Energía Continental emitidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible³⁰⁷.

³⁰⁶ FLEGENHEIMER, NORA; PÉREZ de MICOU, CECÍLIA; y AGUERRE, ANA. El material lítico: qué observamos, qué registramos, cómo y para qué. En: Arqueológica. Revista de la Sección Prehistórica. Madrid. Instituto de Ciencias Antropológicas U.B.A. 1992.

³⁰⁷ MINISTRO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución 1312 de 2016. Por la cual se adoptan los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental - EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de proyectos de uso de fuentes de energía eólica continental y se toman otras determinaciones.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.3.6.1 Unidades de paisaje local

Las unidades de paisaje se pueden definir como una parte del territorio caracterizada por una combinación específica de componentes paisajísticos (de naturaleza ambiental, cultural y estética) y de las dinámicas claramente reconocibles, que le confieren una idiosincrasia diferenciada del resto del territorio. Se definen como el área geográfica con una configuración estructural, funcional o perceptivamente diferenciada, única y singular, que ha ido adquiriendo los caracteres que la definen tras un largo período de tiempo³⁰⁸.

Las unidades de paisaje, no se corresponden con zonas homogéneas desde el punto de vista de los usos que sustentan, sino que delimitan una porción de territorio con una coherencia visual y estructural definida. En cada unidad se prevé una respuesta visual similar a las posibles actuaciones que en ella se realicen, y con una interconexión visual del territorio que la forma, de manera que un cambio en las características visuales de una de las partes, modificará los valores paisajísticos del conjunto³⁰⁹.

Según Villota (1992)³¹⁰, el paisaje es una porción tridimensional de la superficie terrestre resultante de una geogénesis específica que puede describirse en términos de unas mismas características mesoclimáticas, morfológicas, de materiales litológicos y/o edad, dentro del cual se espera una alta homogeneidad pedológica y cobertura y uso de la tierra similar. Es por esto, que los componentes principales que caracterizan una unidad de paisaje pueden ser geología, geomorfología, clima, coberturas y suelos. No obstante, varios estudios^{311,312} definen las unidades de paisaje a partir de las capas de geología, geomorfología y coberturas.

Bajo esta concepción, la metodología usada para determinar las unidades de paisaje del proyecto ALPHA, consistió en la superposición de las capas de geología, geomorfología y coberturas, dando como resultado el mapa de unidades de paisaje. Adicional se generó su respectiva leyenda, describiendo en primer lugar la geología y la geomorfología; y finalmente las formaciones vegetales.

Para determinar el mapa de unidades de paisaje se contó con la siguiente información digital para el desarrollo del trabajo (Tabla 2-69).

Tabla 2-69. Información digital utilizada para determinar las unidades de paisaje.

Material digital	Escala-Resolución	Fuente	Año	Formato
Cartografía básica	1:10.000	Corpoguajira IGAC	2002	shp
Mapa de geología	1:2.000	Ingeominas Información de campo	2003 2017	shp

³⁰⁸ ZONNEVELD I.S. The land unit - A fundamental concept in landscape ecology, and its applications. 1989. Landscape Ecology 3 (2): 67-86.

³⁰⁹ VILLOTA, H. El Sistema CIAF de Clasificación Fisiográfica del Terreno. 1992. Revista CIAF 13 (1): 55 – 70.

³¹⁰ Ibíd. p. 2-256.

³¹¹ MAZZONI, E. Unidades de paisaje como base para la organización y gestión territorial. Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía. N° 16, vol. 2, jul-dic 2014, pág. 51-81.

³¹² SANZ J.M., BUSTAMANATE, I., GONZÁLEZ, F.M. Diseño metodológico para la elaboración de mapas de paisaje: Aplicación al espacio natural protegido de El Rebollar. 2003. Geogaceta 33: 39-42

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Material digital	Escala-Resolución	Fuente	Año	Formato
Mapa de geomorfología	1:2.000	Ingeominas Información de campo	2003 2017	shp
Mapa de coberturas	1:2.000	Elaboración propia	2017	shp
Fotografía aérea	0,15 m	Aeroestudios	2017	edw
Modelo digital de elevación (MDE)	12,5 m	ALOS PALSAR	2011	tiff

Luego de tener el producto de la supersposición de los mapas escala 1:2.000 (debido a que el mapa de coberturas tiene esta escala), se codificaron las áreas que presentaron características similares, es decir, se definió la leyenda con base en los atributos similares que definen la unidad de paisaje. La leyenda consistió en la suma de los diferentes atributos simplificados en un código máximo de tres caracteres por entidad atributiva, como se ve en el siguiente ejemplo (Tabla 2-70).

Tabla 2-70. Definición de códigos para la leyenda.

Clase	Nombre	Código
Geología	Depósitos aluviomarinos y eólicos	Qale
Geomorfología	Planicie fluvio marina	Fpfm
Coberturas	Arbustal denso	Ad
Unidad de paisaje		Qale, Fpfm, Ad

A cada unidad del paisaje se le realizó el análisis de la visibilidad y calidad paisajística, así como el análisis de los elementos discordantes dentro del paisaje. Como se muestra a continuación.

2.3.6.1.1 Análisis de la visibilidad y calidad paisajística

Los análisis del paisaje desde el enfoque visual se centran principalmente en cuatro componentes: la calidad visual, el potencial estético, la fragilidad visual o capacidad de absorción y la accesibilidad visual o intervisibilidad.

La calidad visual, define la presencia de valores estéticos en un medio, tales como, geoforma específica con la presencia de vegetación, cuerpos de agua, contraste de color, fondo escénico en la profundidad, rareza y actuación humana.

El potencial estético, hace referencia a las principales características que determina un paisaje especialmente de orden biofísico y arquitectónico, que puedan tener un valor al ser visualizados por un observador o grupo de observadores.

La fragilidad visual o capacidad de absorción, mide el grado de deterioro que un paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

La accesibilidad visual o intervisibilidad, se define como la facilidad con la que se puede observar un punto desde diferentes líneas o cuencas de visualización.

2.3.6.1.1.1 Calidad visual

El estudio del paisaje desde su calidad visual tiene como objetivo clasificar el territorio en función de sus valores estéticos para luego establecer cánones comparativos que conlleven a la valoración del territorio. La calidad visual del paisaje se puede establecer como un índice de la calidad ambiental, teniendo en cuenta al hombre como instrumento de medida y como usuario del medio.

Para determinar la calidad paisajística se tuvieron en cuenta los elementos visuales del paisaje, definiéndose como un conjunto de rasgos que caracterizan visualmente un paisaje o alguno de sus componentes, y que se emplean en el análisis y descripción del mismo, puesto que constituyen su percepción visual. Los componentes visuales del paisaje son: Morfología, Vegetación, Agua, Color, Fondo escénico, Rareza y Actividades humanas (Tabla 2-72).

Para el estudio de la calidad visual del paisaje se utiliza el método indirecto del Bureau of Land Management³¹³. Este método se basa en la evaluación de las características visuales básicas de los componentes del paisaje. Las clases propuestas para la calidad visual se presentan en la Tabla 2-71.

Tabla 2-71. Clases de calidad visual

Clase	Descripción
Clase A	Áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes (puntaje 19-33)
Clase B	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales (puntaje 12-18)
Clase C	Áreas de calidad baja, áreas con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura (puntaje 0-11)

Las clases anteriormente mencionadas se determinan a partir de la valoración de la calidad visual de las componentes del paisaje. A cada componente se le asigna un valor de acuerdo a sus características en el paisaje (Tabla 2-72), luego se suman todas las puntuaciones de cada componente, obteniendo así el valor para ser comparado con la tabla de referencia que define las clases de calidad visual (Tabla 2-71).

En la (Tabla 2-72) se muestran los criterios para la valoración de la calidad visual del paisaje.

Tabla 2-72. Parámetros de la evaluación de la calidad visual del paisaje con el método BLM, a partir de las componentes visuales del paisaje (1980)

³¹³ B.L.M. (U.S.D.I. Bureau of Land Management). Visual resource management program. Div. of recreation and cultural resource. Government Printing Office. Washington DC, EEUU. 1980.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Componente	Calidad visual		
	Alta	Media	Baja
Morfología	Relieve muy montañoso marcado y prominente (acantilados, agujas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominantes	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
Valor	5	3	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante	Alguna variedad en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
Valor	5	3	1
Agua	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o reposo, pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable
Valor	5	3	0
Color	Combinaciones de color intensas y variadas o contrastes agradables.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.
Valor	5	3	1
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
Valor	5	3	0
Rareza	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional	Característico o similar a otros en la región	Bastante común en la región
Valor	6	2	1

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Componente	Calidad visual		
	Alta	Media	Baja
Actividad humana	Libre de actividades estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica
Valor	3	1	0

Fuente: Manual de Ingeniería Medioambiental Aplicada a la Reconversión Industrial y a la Restauración de Paisajes Industriales Degradados³¹⁴.

2.3.6.1.1.2 Potencial estético

La determinación del potencial estético del paisaje se sustenta en la metodología de Seoáñez³¹⁵, esta metodología requiere la asignación de un factor de importancia a cada elemento constitutivo del paisaje (morfología, vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza, actividad humana), la cual se califica como se especifica en la Tabla 2-73, donde se asignan valores a cada uno de los elementos del paisaje dependiendo de la relevancia en la composición del mismo.

El valor de impacto final para cada componente es el producto entre el valor asignado en el análisis de la calidad visual y el factor de importancia asignado, a cada una de las componentes visuales del paisaje. El valor total obtenido a partir de la suma de los valores para cada componente, se compara con valores de referencia (ver Tabla 2-74), para así obtener el potencial estético del paisaje.

Tabla 2-73. Factor de importancia para las componentes visuales del paisaje.

Peso	Descripción
0	Sin importancia
1	Muy poco importante
2	Poco importante
3	De cierta importancia
4	Importante
5	Muy importante

³¹⁴ SEOÁÑEZ. Manual de Ingeniería Medioambiental Aplicada a la Reconversión Industrial y a la Restauración de Paisajes Industriales Degradados. 1998.

³¹⁵ Ibíd., p. 2-260.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Fuente: Manual de Ingeniería Medioambiental Aplicada a la Reconversión Industrial y a la Restauración de Paisajes Industriales Degradados³¹⁶.

Tabla 2-74. Valores de referencia para la calificación del potencial estético del paisaje.

Nominal	Numérico
Muy Bajo	<40
Bajo	41-70
Medio	71-100
Alto	101-150
Muy alto	>151

Fuente: Manual de Ingeniería Medioambiental Aplicada a la Reconversión Industrial y a la Restauración de Paisajes Industriales Degradados³¹⁷.

2.3.6.1.1.3 Fragilidad visual o capacidad de absorción del paisaje

La “fragilidad visual del paisaje” se define como la capacidad de un paisaje para absorber la alteración generada cuando se desarrolla un cierto uso sobre él. Con el fin de determinar la fragilidad o capacidad de absorción visual del paisaje (ambas variables pueden considerarse inversas), se emplea una técnica basada en la metodología de Yeomans³¹⁸. Esta técnica consiste en la asignación de puntajes a un conjunto de factores del paisaje (Tabla 2-75). Luego, se ingresan los puntajes a la siguiente fórmula, la cual determina la capacidad de absorción visual del paisaje (CAV).

$$CAV = Px(E + R + D + V + C)$$

Dónde:

P: Pendiente

E: Estabilidad del suelo y erosionabilidad

R: Potencial estético

D: Diversidad de la vegetación

V: Actividad humana

C: Contrastes de color

La Tabla 2-75 presenta los factores considerados en la evaluación de la fragilidad visual o capacidad de absorción del paisaje. El resultado obtenido se compara finalmente con una escala de referencia (Tabla 2-76).

³¹⁶ SEOÁNEZ. Manual de Ingeniería Medioambiental Aplicada a la Reconversión Industrial y a la Restauración de Paisajes Industriales Degradados. 1998.

³¹⁷ Ibíd., p. 2-261.

³¹⁸ YEOMANS. Physical interpretations the motions of comet Halley and Giacobini- Zinner in proc. 20 th ESLAB Symposium on the exploration of Halley is comet. ESA SP- 250. p. 419-425.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 2-75. Factores del paisaje determinantes de su capacidad de absorción visual CAV.
Fuente: BLM³¹⁹.

Factor	Condiciones	Puntajes	
		Nominal	Numérico
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55 %)	Bajo	1
	Inclinación suave (25-55 % pendiente)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25 % de pendiente)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta derivada del riesgo alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas, repoblaciones.	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Actividad humana (C)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
	Presencia moderada	Moderado	2
	Casi imperceptible	Bajo	1
Contrastes de color (V)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

Fuente: Manual de Ingeniería Medioambiental Aplicada a la Reconversión Industrial y a la Restauración de Paisajes Industriales Degradados³²⁰

Tabla 2-76. Escala de referencia para la estimación de la capacidad de absorción visual.

³¹⁹ Ibid., p. 2-261.

³²⁰ SEOÁNEZ. Op. cit. p. 2-261.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Nominal	Numérico
Bajo	<15
Moderado	15-30
Alto	>30

Fuente: Manual de Ingeniería Medioambiental Aplicada a la Reconversión Industrial y a la Restauración de Paisajes Industriales Degradados³²¹.

2.3.6.1.1.4 Accesibilidad visual-Intervisibilidad

El desarrollo del análisis de la accesibilidad visual o intervisibilidad se realizó por medio del método de Steinitz³²², el cual tiene en cuenta el análisis de un punto de interés desde diferentes distancias, denominadas cuencas visuales, las cuales varían de la siguiente manera: próximas de 0 a 200 m, medias de 200 a 800 m y lejanas de 800 a 2600 m.

El análisis de intervisibilidad se realizó para la línea base del proyecto, teniendo en cuenta los puntos de observación y las cuencas visuales definidas.

2.3.6.1.1.4.1 Puntos de observación

Los puntos de observación para el análisis de las cuencas visuales del área proyecto ALPHA, se determinaron a partir de los sitios que tuvieran mayor visibilidad hacia el AIU del proyecto y, mayor cantidad de observadores; para el caso de ALPHA, estos sitios corresponden a los asentamientos humanos de los territorios colectivos que hacen parte del proyecto y a las vías de acceso al área de influencia única.

Los puntos ubicados en los territorios colectivos se analizaron a una escala visual en primer plano (equivalente a una distancia próxima de 0-200 m); y los puntos ubicados sobre las vías de acceso al AIU del proyecto, se analizaron a una escala visual intermedia (equivalente a una distancia intermedia de 200-800 m) (Tabla 2-77).

Tabla 2-77. Puntos de observación definidos para el análisis de cuencas visuales del proyecto ALPHA

Ubicación	Puntos	Escala visual	Coordenadas	
			X	Y
Territorios colectivos	P1:Araparen (P1:Ar)	Primer plano (0–200 m)	880348	1763580
	P2:Jununtao (P2:Ju)		885825	1761771
	P3:Sachikimana (P3:Sa)		881711	1760995
	P4:Toloiira (P4:To)		884714	1763063

³²¹ SEOÁNEZ. Op. cit. p. 2-261.

³²² STEINITZ, C. Simulating alternative policies for implementing the Massachusetts scenic and recreational rivers act: The north river demonstration project. 1979. Landscape Plann., 6:51-89.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Ubicación	Puntos	Escala visual	Coordenadas	
			X	Y
Vías de acceso	P5: Vía de acceso principal (P5:V1)	Plano intermedio (200–800 m)	879360	1759310
	P6: Vía de acceso secundaria (P6:V2)		885839	1765056

2.3.6.1.1.4.2 Cuencas visuales

Según Escribano *et al*³²³ la cuenca visual es la determinación de la superficie desde la que un punto o conjunto de puntos es visible. Las obtenciones de las cuencas visuales resultan de gran importancia para la evaluación de impactos visuales, esta evaluación se realiza por medio de parámetros generalizadores como la visibilidad.

Para la presencia de un Parque Eólico es necesario conocer la cuenca visual del proyecto, porque de esta manera se sabrá desde qué puntos es visible y si se puede instaurar alguna medida a posteriori para minimizar este campo visual.

Partiendo de los puntos de observación previamente señalados y sobre un modelo digital del terreno, la utilidad del programa Arc-Info (comando *Visibility*) permite establecer la cuantificación del espacio visible desde los puntos de observación. A partir de esta cuantificación se delimitaron polígonos de cualidades homogéneas los cuales corresponden a las cuencas visuales, correspondientes, cabe anotar, al plano lejano o fondo escénico. La valoración se hace de una forma descriptiva y cualitativa, de acuerdo a la percepción que tiene el evaluador respecto a la zona y a la información recopilada.

Luego de obtener las cuencas visuales desde cada punto de observación, se realiza un mapa de intervisibilidad, a través de la superposición de todos los mapas de cuencas visuales.

2.3.6.1.2 Elementos discordantes

Los elementos discordantes del paisaje se refieren a aquellas intrusiones visuales no naturales que generan discordancias dentro del paisaje natural, pueden ser antenas, elementos publicitarios, líneas eléctricas, entre otras³²⁴. Se estima que entre mayor sea el número de elementos discordantes, mayor será el grado de afectación sobre la integridad escénica del paisaje, es por esto, que para su estimación dentro cada unidad del paisaje del proyecto ALPHA, se calcularon los elementos discordantes tomando como referencia la escala propuesta por la ANLA³²⁵ (Tabla 2-78).

³²³ *Ibíd.*, p. 2-263.

³²⁴ GÓMEZ D., GÓMEZ M.T. Evaluación de Impacto Ambiental. 3ra Edición. Ediciones Mundiprensa. ISBN 9788484766438. 747 pp.

³²⁵ Actualización del diseño estructural del modelo de datos de la geodatabase para la presentación de DAAs, EIAs, PMAs, ICAs y compensaciones e inversión 1%, Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA, 2016

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 2-78. Escala de referencia para la estimación de los elementos discordantes.

Nominal	Numérico
Alto	≥ 3 elementos
Medio	2 elementos
Bajo	1 elemento
Nulo	no hay elementos

2.3.6.1.2.1 Tamaño de la discordancia

El tamaño de la discordancia se refiere a la incidencia de la discordancia sobre de la unidad de paisaje, entre mayor sea el tamaño de la discordancia, mayor será el grado de afectación sobre la integridad escénica de la unidad de paisaje. La escala de referencia para categorizar el tamaño de la discordancia se muestra en la Tabla 2-79:

Tabla 2-79. Escala de referencia para la estimación del tamaño de los elementos discordantes.

Nominal	Numérico
Alto	Elemento discordante $\geq 30\%$ dentro la unidad de paisaje
Medio	$10\% \leq$ Elemento discordante $< 30\%$ dentro la unidad de paisaje
Bajo	Elemento discordante $\leq 10\%$ dentro la unidad de paisaje
Nulo	no hay elementos

2.3.6.1.2.2 Correspondencia cromática

Este criterio califica la incidencia de la discordancia sobre la unidad de paisaje con respecto a su color, entre mayor correspondencia cromática del elemento discordante con el carácter del paisaje, menor incidencia sobre el mismo y por consiguiente sobre su integridad escénica. En contraste, a menor correspondencia cromática del elemento discordante con el carácter del paisaje, mayor afectación de la integridad escénica (Tabla 2-80).

Tabla 2-80. Escala de referencia para la estimación de la correspondencia cromática de los elementos discordantes.

Nominal	Numérico
Alto	Correspondencia $\geq 80\%$
Medio	$30\% \leq$ Correspondencia $< 80\%$
Bajo	Correspondencia $< 30\%$

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Nominal	Numérico
Nulo	no hay elementos

2.3.6.1.2.3 Integridad escénica

Indica que tan intacto visualmente se encuentra un paisaje y, es un indicador de su condición escénica (calidad paisajística). Se mide a partir de criterios como número de elementos discordantes, tamaño de la discordancia y correspondencia cromática en cada unidad de paisaje. La descripción de la integridad escénica se presenta

Tabla 2-81. Escala de referencia para la estimación de la correspondencia cromática de los elementos discordantes.

Nominal
Muy baja (muy alterado)
Baja (moderadamente alterado)
Moderada (levemente alterado)
Alta (parece inalterado)

2.3.6.2 Descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona

Para describir el proyecto dentro del componente paisajístico de la zona, se tuvieron en cuenta los componentes intrínsecos del paisaje, tales como vegetación, pendientes, fauna, clima, actividades humanas, entre otras, dentro de la zona del proyecto y en interacción con el paisaje circundante.

2.3.6.3 Sitios de interés paisajístico

Los sitios de interés paisajístico son aquellas zonas que, por su valor visual, ecológico, patrimonial y/o social, presentan un interés sociocultural para los habitantes de la región.

Los recursos paisajísticos se obtuvieron a través de las siguientes vías:

- La información secundaria del área del proyecto ALPHA que aportara datos sobre los espacios y elementos que poseen algún grado de protección por su relevancia.
- Encuestas a la población que permitieran conocer aquellos aspectos del paisaje que son altamente valorados por los habitantes del lugar y que conforman recursos visuales (ver Anexo 36. Encuestas de valoración económica).
- El trabajo técnico de análisis territorial por medio del cual se establecieron las áreas o elementos que son singulares o merecedores de una atención especial.

Para la determinación de los sitios de interés paisajístico se tuvieron en cuenta los sitios funcionales, no funcionales, productivos y no productivos, que cumplieran con las definiciones

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

de sitios de interés paisajístico propuestas por Criado et al³²⁶ y que se describen a continuación:

Recursos paisajísticos de interés natural: Son las áreas o elementos del paisaje altamente valoradas por la población por su interés natural y/o que gozan de algún grado de protección. Pueden ser:

- Espacios valorados socialmente por su valor natural o que se encuentran protegidos, como parques naturales o espacios valorados por la población como bosques, árboles, manantiales, lagos u otros.
- Lugares frágiles o naturales relevantes como áreas que se encuentran sometidas a algún tipo de riesgo ambiental como el de inundación, contaminación de acuíferos u otros.
- Espacios que actúan como corredores en el territorio como pueden ser ríos, vías u otros, o lugares clave para la conectividad del paisaje.

Recursos pasajísticos de interés cultural: Son espacios apreciados por la sociedad local como hitos en la evolución histórica y cuya alteración, ocultación o modificación sustancial de sus condiciones, conlleva a una pérdida de los rasgos locales de identidad o patrimoniales. Pueden ser:

- Bienes y espacios protegidos por su valor patrimonial
- Construcciones singulares como murallas, iglesias, entre otras.
- Asentamientos tradicionales como aldeas, hábitat disperso.
- Restos arqueológicos
- Patrimonio religioso como cementerios.
- Patrimonio agrario como molinos y/o cuerpos de agua artificiales.

Recursos paisajísticos de interés visual: Son las áreas y elementos visualmente sensibles, cuya alteración o modificación puede hacer variar negativamente la calidad de la percepción visual del paisaje. Pueden ser:

- Elementos topográficos que definen la estructura espacial que hacen singular un lugar.
- Elementos y áreas significativas, de carácter natural o antrópico, tales como perfiles de asentamientos históricos, hitos urbanos, culturales, religiosos o agrícolas.

2.3.6.4 *Percepción y valoración del paisaje*

La percepción y valoración del paisaje parte de la necesidad de valorar los elementos y la calidad del paisaje, a partir de información primaria tomada de las comunidades asentadas en el AIU del proyecto, e información secundaria de las entidades, instituciones y actores encargados de planificar y ordenar el territorio, es decir es la valoración del paisaje a partir de la percepción de la sociedad.

La metodología aplicada siguió métodos participativos, en los cuales la comunidad estableció valores cualitativos al paisaje visual desde una perspectiva histórica, presente y futura. Se

³²⁶ CRIADO A.M., DÍEZ N., EQUIPO TÉCNICO DE LA SECRETARIA AUTONÓMICA DE MEDIO AMBIENTE. Guía Metodologica. Estudios de paisaje. Consellería de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente (Eds). Instituto Cartografico Valenciano. España. 2012. 172 pp.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

trabajó con encuestas y entrevistas semi-estructuradas (ver Anexo 36. Encuestas de valoración económica), que tuvieron lugar entre el 7 y el 11 de marzo de 2017, en el marco de los talleres de impacto con la comunidad. El proceso de recolección de información se realizó con los jefes de hogar. Se realizaron 53 encuestas, todas válidas para el ejercicio.

Las encuestas brindaron la posibilidad de intercambiar información con la comunidad para la obtención de la valoración del paisaje no solo a nivel cualitativo (ver Capítulo 5: Caracterización del área de influencia numeral 5.4. Paisaje) sino también cuantitativo (ver Capítulo 8: Evaluación Ambiental numeral 8.3 Evaluación Económica Ambiental).

Dado que, para el análisis de la percepción y valoración del paisaje, se tuvieron en cuenta los valores de uso histórico, presente y futuro, las preguntas de la encuesta, tuvieron en cuenta las siguientes definiciones:

Valor de uso histórico: El valor de uso histórico está relacionado con la historia de la ocupación del territorio, en donde sobresalen aquellos paisajes boscosos que han sido conservados con el tiempo, presentando un alto valor para la comunidad por su importancia ambiental en la conservación y protección de recursos biológicos.

Valores altos de uso histórico están representados por paisajes de referencia histórica, con una calidad visual alta y una fragilidad alta.

Valor de uso presente: El valor de uso presente está relacionado con uso actual del paisaje, el cual consideró la percepción actual que la comunidad tiene sobre estos, principalmente por las posibilidades de trabajo o de tránsito que ofrecen y por el alto valor de conservación que representan algunas coberturas.

Valores altos, son dados para paisajes conservados que brindan posibilidades de protección y mantenimiento de los recursos naturales y, valores medios a bajos para paisajes intervenidos que se deterioran continuamente.

Valor de uso futuro: El valor de uso futuro relaciona la percepción que tiene la comunidad, especialmente las generaciones futuras, sobre el uso que quieren dar en un largo plazo a su territorio. Esta se enfoca principalmente al aprovechamiento de la oferta ambiental de los paisajes para generar y potencializar actividades turísticas en la región.

Valores altos de uso futuro está dado por los sitios con coberturas de bosque o vegetación secundaria, con un alto grado de conservación, con una alta calidad visual y alta fragilidad, en los cuales la comunidad considera que pueden desarrollarse actividades ecoturísticas gracias a la amplia diversidad de flora y fauna.

2.3.6.5 Identificación de grupos con interés y uso sobre el paisaje.

Corresponde al público afectado o que puede verse afectado por procedimientos de toma de decisiones de las políticas en materia de paisaje o que tenga un interés en el lugar. Los grupos de interés sobre el paisaje, son los organismos y agencias públicas, autoridades locales, asociaciones no gubernamentales, grupos académicos y científicos, que tienen interés tanto local como regional y pueden contribuir en todas las escalas de trabajo³²⁷. Para identificar los

³²⁷ Ibíd., p. 2-267.

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

grupos de interés y uso sobre el paisaje en el área del proyecto ALPHA se tuvo en cuenta información secundaria e información recolectada en campo sobre el análisis del paisaje. La información fue organizada a través de una matriz de grupos con interés y uso sobre el paisaje.

2.3.6.6 *Programas, proyectos, planes y similares de ordenamiento territorial y/o política pública con proyección de uso, gestión, disfrute y/o protección del paisaje.*

La información de los programas y proyectos asociados al área del proyecto se construyó a partir de información secundaria como el POT de Maicao, información de Corpoguajira y del Ministerio del Medio Ambiente, entre otras.

2.3.7 Servicios ecosistémicos

Para determinar los servicios ecosistémicos que se prestan en el área de influencia del proyecto se contemplaron los siguientes objetivos metodológicos que permitieron el rastreo, análisis y presentación de la información:

- Identificar los servicios ecosistémicos dentro de las comunidades del área de influencia.
- Determinar la importancia o dependencia de los servicios ecosistémicos por parte de las comunidades locales.
- Determinar el nivel de impacto que el Proyecto Eólico ALPHA tendrá sobre los servicios ecosistémicos identificados.
- Determinar el nivel de dependencia que el Proyecto eólico ALPHA tiene sobre los servicios ecosistémicos identificados.

Para tal fin, se proponen tres (3) fases metodológicas como se observa en la Figura 2-52. La metodología detallada se incluyó en el capítulo 5, Caracterización del área de influencia numeral 5.5, Servicios ecosistémicos.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

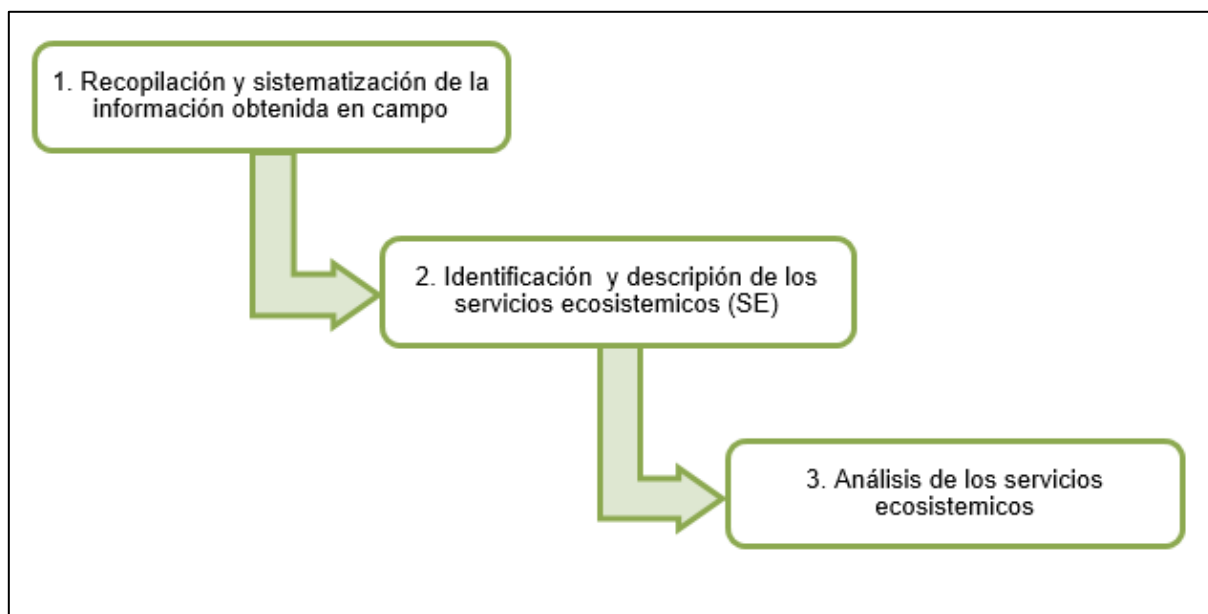


Figura 2-52. Fases metodológicas para el análisis de los servicios ecosistémicos

2.3.8 Zonificación ambiental

La zonificación ambiental es el producto de la descripción y caracterización ambiental de un área determinada, mediante la cual se obtiene una síntesis del diagnóstico realizado en la línea base del estudio y una visión global de las condiciones de los ecosistemas y recursos naturales que se encuentran allí. Corresponde a la evaluación de la sensibilidad del ambiente a ser afectado en su funcionamiento y/o condiciones intrínsecas por la localización y desarrollo de cualquier proyecto y sus áreas de influencia, sectorizando un área compleja en áreas relativamente homogéneas³²⁸.

En el proceso de zonificación ambiental se hace un análisis de la sensibilidad e importancia ambiental del área de estudio, cuyos resultados, materializados en mapas temáticos permiten diferenciar y sintetizar las condiciones intrínsecas de esta zona. Para ver en detalle la metodología que se siguió para el proceso de zonificación ambiental, ver Capítulo 6.

³²⁸ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL – CENTRO DE ESTUDIOS SOBRE DESARROLLO ECONÓMICO, UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. “Evaluación Económica de Impactos Ambientales en Proyectos. Manual Técnico”. 2010. 92 páginas.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.4 EQUIPO DE TRABAJO

2.4.1 Personal que participó en la elaboración del estudio de Impacto ambiental

En la siguiente figura se presenta el organigrama para los análisis ambientales y el desarrollo de los informes para el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto de Generación de energía eólica ALPHA, a cargo de los profesionales de la empresa Renovatio Group Limited (ver Figura 2-53 y Tabla 2-82).

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

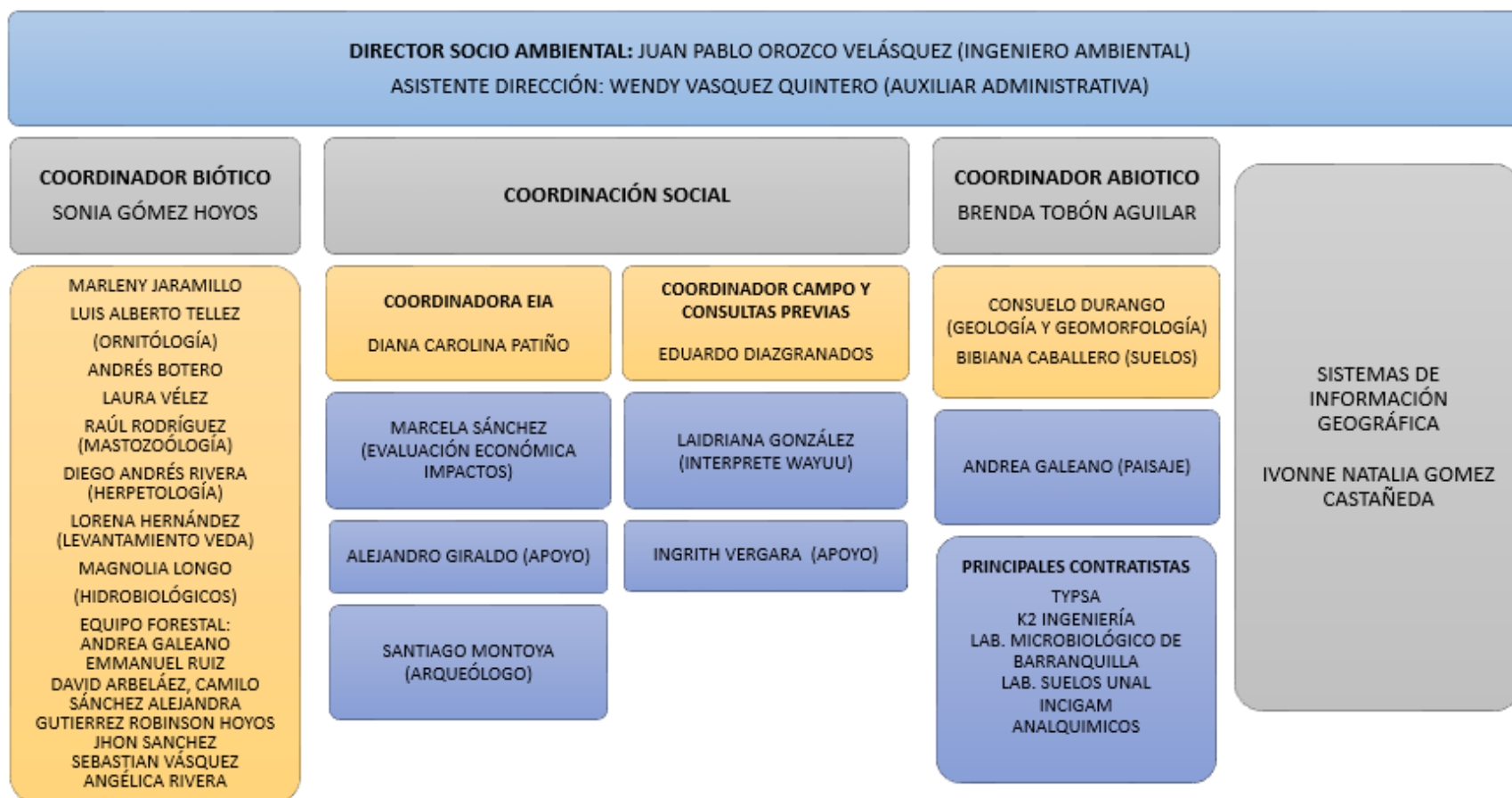


Figura 2-53. Organigrama estudio de impacto ambiental

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 2-82. Personal que participó en el Estudio de Impacto Ambiental.

NOMBRE	PROFESIÓN	RESPONSABILIDAD	EXPERIENCIA EN ESTUDIOS AMBIENTALES (AÑOS)
Juan Pablo Orozco Velasquez	Ingeniero ambiental	Director Socio-ambiental	7
Brenda Tobón Aguilar	Ingeniera ambiental, Especialista en Proyectos	Coordinadora medio físico, evaluación ambiental, planes de manejo, planes de monitoreo y seguimiento, demanda de recursos, apoyo en la zonificación ambiental y de manejo para el medio abiótico, plan de gestión del riesgo, plan de desmantelamiento y abandono.	5
Sonia Gómez Hoyos	Bióloga e Ingeniera ambiental, Especialista en Gestión Ambiental	Coordinadora medio biótico, zonificación ambiental con y sin proyecto, evaluación ambiental, planes de manejo, planes de monitoreo y seguimiento y análisis de servicios ecosistémicos.	8
Diana Carolina Patiño	Socióloga	Coordinadora medio social, evaluación Ambiental, planes de manejo, planes de monitoreo y seguimiento, apoyo en la zonificación ambiental y de manejo desde el componente socioeconómico, análisis de servicios ecosistémicos y seguimiento a consulta previa.	6,5
Andrea Galeano González	Ingeniera Forestal y MSc. en Bosques y Conservación Ambiental	Caracterización de flora terrestre, coordinación en campo de los muestreos de flora, análisis de paisaje visual y métricas del paisaje, evaluación ambiental, planes de manejo y seguimiento, planes de compensación por pérdida de biodiversidad u otros, apoyo en sistemas de información geográfica.	2,5
Andrés Libardo Botero	Biólogo (Mamíferos)	Caracterización y muestreo de mastozoofauna, monitoreo del uso del espacio aéreo, evaluación ambiental, elaboración de planes de manejo y seguimiento.	4

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

NOMBRE	PROFESIÓN	RESPONSABILIDAD	EXPERIENCIA EN ESTUDIOS AMBIENTALES (AÑOS)
Marleny Jaramillo Arango	Bióloga (Aves)	Caracterización y muestreo de avifauna, monitoreo del uso del espacio aéreo, evaluación ambiental, elaboración de planes de manejo y seguimiento.	4
Ivonne Natalia Gómez	Ingeniera Catastral y Geodesta	Implementación de la base de datos geográfica acorde al modelo de almacenamiento geográfico aprobado mediante resolución 2182 de 2016, elaboración de cartografía temática y metadatos.	5,5
Consuelo Durango López	Geóloga	Caracterización geológica y geomorfológica, apoyo en la zonificación ambiental desde el componente geológico y geomorfológico y elaboración del análisis de amenazas, vulnerabilidad y riesgo.	10
María Luisa Anaya	Ingeniera agrícola, Msc. Ciencias - Geomorfología y Suelos	Descripción morfológica y clasificación de suelos.	2
Bibiana Beatriz Caballero	Ingeniera agrónoma y MSc. Geomorfología y Suelos	Caracterización de suelos y uso del suelo	8
Laura Alejandra Vélez	Biólogo (Mamíferos)	Muestreo de mastozoofauna y monitoreo del uso del espacio aéreo	1
Raúl Rodríguez Moreno	Biólogo (Mamíferos) candidato a Magister	Análisis y clasificación de los llamados de los murciélagos	4
Luis Alberto Tellez	Biólogo (Aves)	Muestreo de avifauna y monitoreo del uso del espacio aéreo	2,5
Diego Andrés Rivera	Biólogo (Herpetos)	Muestreo en campo y caracterización de herpetofauna	6

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

NOMBRE	PROFESIÓN	RESPONSABILIDAD	EXPERIENCIA EN ESTUDIOS AMBIENTALES (AÑOS)
Emmanuel Andrés Ruíz Molina	Biólogo (Flora)	Muestreo de flora terrestre, identificación en herbario e informes de caracterización	2
David Alejandro Arbeláez Calvo	Biólogo (Flora)	Muestreo de flora y epífitas vasculares y no vasculares e identificación en herbario	3
Juan Camilo Sánchez Gómez	Biólogo (Flora)	Muestreo de flora terrestre	9
Alejandra Gutiérrez Ocampo	Bióloga (Flora)	Muestreo de flora y epífitas vasculares y no vasculares	1
Robinson Hoyos Álvarez	Biólogo (Flora)	Muestreo de flora terrestre	1
Jhon Alexander Sánchez	Biólogo (Flora)	Muestreo de flora y epífitas vasculares y no vasculares	1
Sebastián Vásquez Palacios	Biólogo (Flora)	Muestreo de flora terrestre	1
Angélica Rivera	Bióloga (Flora)	Apoyo a la caracterización de flora terrestre	6
Alba Lorena Hernández	Bióloga (Flora)	Solicitud de levantamiento de veda nacional	5
Magnolia Longo	Bióloga Ph.D Biología	Análisis hidrobiológico	1
Dario Alejandro Giraldo Castaño	Sociólogo	Apoyo a la caracterización del medio socioeconómico.	2
Eduardo Diazgranados Márquez	Profesional en artes plásticas- Especialista en Educación, Cultura y Política	Director de gestión social, coordinador de los procesos de consulta previa.	5

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

NOMBRE	PROFESIÓN	RESPONSABILIDAD	EXPERIENCIA EN ESTUDIOS AMBIENTALES (AÑOS)
Laidriana González Fernández	Trabajadora Social	Profesional social Wayuu, interprete bilingüe, caracterización del componente cultural y Profesional de apoyo en campo- gestión social	6
Ingrith Vergara Zabaleta	Trabajadora Social	Profesional de apoyo en campo- gestión social	2
Marcela Sánchez Alzate	Ingeniera administrativa, Economista	Evaluación económica de impactos	6

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Tabla 2-83. Empresas contratistas que participaron en el Estudio de Impacto Ambiental.

Nombre de la Empresa/Institución	Representante	Estudio Específico
Herbario de la Universidad de Antioquia (HUA)	Felipe Cardona	Colección de referencia para la determinación taxonómica de especies botánicas
Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional	Orlando Ruiz	Análisis fisicoquímicos de calidad del suelo
INCIGAM, ANALQUIMICOS	Laboratorio	Análisis de fisicoquímicos para suelo, geología y geotecnia
Museo Herpetológico de la Universidad de Antioquia (MHUA)	Juan Manuel Daza	Colección de referencia para la determinación taxonómica de herpetofauna colectada (depósito de especímenes)
Colección Teriológica Universidad de Antioquia	Sergio Solari	Colección de referencia para la determinación taxonómica de mamíferos colectados (depósito de especímenes)
K2 Ingeniería	Juan Salvador Amaya	Monitoreos y modelaciones de calidad del aire y ruido
Arqueológicas	Santiago Montoya	Prospección arqueológica
TYPSA	Jose María del Valle Mas	Diseños de obras civiles del parque eólico, análisis hidrológicos y de geotecnia.
Laboratorio Microbiológico de Barranquilla	Bibiana Burgos Saavedra	Toma y análisis fisicoquímicos y microbiológicos de muestras de agua para pozos y jagüeyes.

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

2.4.2 Fechas o periodos del levantamiento de información para cada componente y/o medio

Tabla 2-84. Fechas de ejecución de las campañas de muestreo de los medios abiótico y biótico

Medio	Componente	Elemento	Fecha de Salida de Campo
Abiótico	Geosférico	Geología Geomorfología Geotecnia Amenazas, Vulnerabilidad y Riesgo	Entre el 28 de febrero y el 4 de marzo de 2017.
		Suelos (muestra de suelos y análisis de perfiles de suelo)	
	Atmosférico	Calidad de Aire	Entre el 27 de enero de 2017 hasta el 13 de febrero de 2017.
		Ruido	Jornada diurna: 27 y 29 de enero de 2017. Jornada nocturna: del 12 al 15 de febrero de 2017
	Hidrología	Monitoreos de calidad de agua	25 de mayo de 2017
		Visitas a ocupaciones de cauce y cuerpos de agua	Salida época seca 1: del 18 al 21 de febrero de 2017 Salida época húmeda: del 23 al 27 de mayo de 2017 Salida época seca 2: del 27 al 30 de agosto de 2017
Biótico	Ecosistemas terrestres	Flora (Muestreo de flora, parcelas de regeneración)	Entre el 6 y el 26 de junio de 2017
		Fauna (aves mamíferos y herpetos)	Entre el 6 y el 26 de junio de 2017
Paisaje	Calidad paisajística	Puntos de referencia	Entre el 6 de agosto y el 12 de noviembre de 2016

Tabla 2-85. Fechas de ejecución de las salidas de campo para el medio socioeconómico

Medio	Componente	Etapas	Actividad	Fecha Salida de Campo
Socioeconómico	Demográfico, espacial, económico,	Levantamiento de información primaria en el	Censos y encuestas	Entre el 6 de agosto y el 12 de noviembre de 2016

	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Medio	Componente	Etapas	Actividad	Fecha Salida de Campo
	cultural, político-organizativo	área de influencia directa	socio-económicas	
		Socialización de los resultados del proyecto	Entrega de resultados a las comunidades	Entre el 30 de noviembre y el 10 de diciembre de 2017.
	Arqueológico		Diagnóstico de arqueología preventiva	Temporada 1: 14 de Junio al 9 de Julio de 2017. Temporada 2: 22 de Agosto al 11 de Septiembre de 2017.

Tabla 2-86. Cronograma de reuniones con las comunidades del área de influencia en el marco de la consulta previa

Actividad	Araparen	Jununtao	Sachikimana	Toloiira
Presentación y Medición del polígono	16 de agosto de 2016	9 de mayo de 2016	12 de mayo de 2016	04 de agosto de 2015
Acta Cartografía Social y Recolección de Información	6, 7 y 8 de agosto de 2016	26, 27 y 28 de julio de 2016	23, 24 y 25 de julio	10 11 y 12 de noviembre de 2016
Taller interno de Preconsulta y apertura	28 de agosto de 2016	14 de agosto de 2016	13 de Agosto de 2016	16 de diciembre de 2016
Visita de Socialización y ruta metodológica	10 de diciembre de 2016	10 de diciembre de 2016	7 de diciembre de 2016	7 de diciembre de 2016
Preconsulta y apertura	16 de diciembre de 2016	15 de diciembre de 2016	15 de diciembre de 2016	16 de diciembre de 2016
Taller de Impacto Social – Matriz Intercultural	27 de febrero de 2017	17 de febrero de 2017	18 de febrero de 2017	16 de febrero de 2017
Taller de Impacto Social Matriz DOFA	28 de febrero de 2017	25 de febrero de 2017	26 de febrero de 2017	24 de febrero de 2017
Consulta previa Identificación impactos ambientales -Medidas de Manejo	11 de marzo de 2017	9 de marzo de 2017	7 marzo de 2017	8 de marzo de 2017

VIENTOS DEL NORTE S.A.S E.S.P	PROYECTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA ALPHA - RANCHERÍAS DE ARAPARÉN, SACHIKIMANA, JUNUNTAO Y TOLOIRA, MUNICIPIO DE MAICAO - DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA	Capítulo 2. Generalidades	
		Rev. No 0	17-12-2017
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL			

Actividad	Araparen	Jununtao	Sachikimana	Toloiira
Identificación de Impactos - Grupos focales.	25 de marzo de 2017	24 de marzo de 2017	23 de marzo de 2017	22 de marzo de 2017
Análisis e identificación de impactos y medidas de manejo	6 de abril de 2017	5 de abril de 2017	4 de abril de 2017	7 de abril de 2017
Taller Interno de preacuerdos	19 de junio de 2017	21 de junio de 2017	22 de junio de 2017	22 de junio de 2017
Formulación de acuerdos	25 de junio de 2017	26 de junio de 2017	NA	NA
Protocolización de acuerdos	4 de agosto de 2017	26 de septiembre de 2017	24 de junio de 2017	23 de junio de 2017