

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL **PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA “PV LA MATA” 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN** A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)

## CAPÍTULO 5: CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

### SUBCAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO

ELABORADO POR



PRESENTADO POR



MONTERÍA - CÓRDOBA,

DICIEMBRE DE 2022

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

## TABLA DE CONTENIDO

5.	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	15
5.1.	MEDIO ABIÓTICO.....	15
5.1.1.	Geología.....	15
5.1.1.1.	Geología regional.....	19
5.1.1.2.	Geología local.....	20
5.1.1.3.	Perfil de suelo.....	21
5.1.1.4.	Geología Estructural.....	24
5.1.1.5.	Amenazas de orden geológico.....	26
5.1.2.	Geomorfología.....	35
5.1.2.1.	Región de Piedemonte Aluvial.....	42
5.1.2.2.	Región de Montaña Estructural Erosional.....	44
5.1.3.	Suelos y uso del suelo.....	48
5.1.3.1.	Unidades de uso de suelo.....	48
5.1.3.2.	Capacidad de uso de la Tierra.....	53
5.1.3.3.	Uso actual de la tierra.....	59
5.1.3.4.	Conflicto de uso del suelo.....	63
5.1.4.	Hidrología.....	66
5.1.4.1.	Identificación de los sistemas lénticos del área de influencia.....	70
5.1.4.2.	Identificación de los sistemas loticos del área de influencia.....	87
5.1.4.3.	Características morfométricas de la cuenca.....	89
5.1.4.4.	Caudal de drenaje.....	97
5.1.4.5.	Modelación Hidráulica de los Cauces.....	113
5.1.5.	Calidad del agua.....	120
5.1.5.1.	Metodología.....	121
5.1.5.2.	Análisis de los parámetros fisicoquímicos en fuentes hídricas superficiales localizadas en el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho.....	128

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

5.1.5.3.	Índice de Calidad del Agua determinados en las diferentes fuentes hídricas localizadas al interior del área del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho.	134
5.1.5.4.	Coliformes Fecales y Coliformes Totales.	135
5.1.5.5.	Índice hidrogeoquímico.	136
5.1.5.6.	Índices Hidrológicos.	138
5.1.6.	Usos y usuarios del agua	145
5.1.6.1.	Usos del agua en área de influencia del proyecto.	151
5.1.6.2.	Conflictos actuales de disponibilidad y usos del agua.	154
5.1.7.	Hidrogeología	155
5.1.7.1.	Inventario general de puntos de agua	156
5.1.7.2.	Unidades hidrogeológicas.	159
5.1.8.	Geotecnia	166
5.1.8.1.	METODOLOGÍA.	167
5.1.8.2.	RESULTADOS.	175
5.1.8.3.	Metodología.	188
	Descripción de las perforaciones	193
➤	Caracterización geomecánica de los materiales identificados.	215
➤	Chequeo de suelos especiales.	217
➤	Perfil de suelo.	220
	Geología local	227
	Suelo transportado arcillo-limoso muy profundo de depósitos aluviales (stalmpda)	228
	Suelo transportado arcilloso muy profundo de depósitos aluviales (stampda)	229
	Pendientes	229
	Cobertura de la tierra y uso actual del suelo.	231
	Análisis de susceptibilidad	239
	Análisis de amenaza	241
	Detonante lluvia	241
	Detonante sismo	250
	Amenaza síntesis	254
	Análisis de la capacidad de carga	256
	Cálculo de asentamientos	273
	Coeficiente de balasto	275
	Parámetros de las estructuras de contención	279
	Conclusiones y recomendaciones	279
5.1.9.	Atmósfera.	282

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

5.1.9.1.	Identificación de fuentes de emisiones atmosféricas.....	282
5.1.9.2.	Información meteorológica. ....	283
5.1.9.3.	<i>Monitoreo de calidad de aire</i> .....	295
5.1.9.4.	Ruido.....	344
BIBLIOGRAFÍA.....		359





	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Puntos de análisis de cimentación al interior del área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión. ....	21
Tabla 2. Escala de Intensidad sísmica. Versión abreviada de la escala EMS-98. ....	28
Tabla 3. Eventos sísmicos históricos para el municipio de la Gloria. ....	29
Tabla 4. Provincias Geomorfológicas (Adaptado de SGC, 2012) .....	38
Tabla 5. Subunidades geomorfológicas (Adaptado de SGC, 2012) .....	40
Tabla 6. Resumen características geomorfológicas del área de estudio.....	46
Tabla 7. Unidades Cartográficas de Suelo .....	51
Tabla 8. Capacidad de uso en el área de estudio.....	57
Tabla 9. Uso actual del suelo en área de influencia .....	60
Tabla 10. Matriz de Decisión para determinar el conflicto de uso del suelo .....	64
Tabla 11. Conflicto de uso del Suelo .....	65
Tabla 12. Código llave IDEAM.....	68
Tabla 13. Código de llave primaria. ....	69
Tabla 14. Código llave foránea. ....	69
Tabla 15. Codificación de la cuenca hidrográfica en el área de influencia.....	70
Tabla 16. Inventario de sistema lentos dentro del área de influencia del proyecto. ....	70
Tabla 17. Parámetros generales de la subcuenca. ....	90
Tabla 18. Clasificación del factor de forma. ....	91
Tabla 19. Forma de la cuenca de acuerdo al índice de compacidad. ....	91
Tabla 20. Parámetros de forma de subcuenca.....	92
Tabla 21. Clasificación pendiente de la cuenca. ....	93
Tabla 22. Características del relieve de la subcuenca. ....	93
Tabla 23. Clasificación densidad de drenaje. ....	94
Tabla 24. Clasificación sistema de drenaje.....	94
Tabla 25. Clasificación de índice de alargamiento. ....	95
Tabla 26. Alargamiento de la subcuenca de estudio. ....	95
Tabla 27. Precipitación acumulada para definición de AMC. ....	99
Tabla 28. Características de las imágenes satelitales LANDSAT 8 .....	100
Tabla 29. Cobertura de suelo en subcuencas evaluadas. ....	101
Tabla 30. Número de Curva (CN) para tierras agrícolas cultivadas. ....	102
Tabla 31. Número de Curva (CN) para otras tierras agrícolas .....	103
Tabla 32. Equivalencias de Número de Curva (CN) en las distintas condiciones de humedad antecedente (AMC) .....	104
Tabla 33. Valores de número de curva en las microcuencas estudiadas. ....	105
Tabla 34. Valores regionalizados de ecuación simplificada de intensidad de lluvia. ....	106
Tabla 35. Registro de precipitaciones promedio máxima anual de la estación pluviométrica La Mata en el periodo 2000-2020. ....	107
Tabla 36. Intensidad de precipitación determinada en cada periodo de retorno de la estación pluviométrica La Mata. ....	109

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 37. Lluvias de diseño a diferentes periodos de retorno.....	111
Tabla 38. Escurrimiento potencial en la microcuenca Caño Viejo Lara para lluvias máximas en 24 horas. ....	111
Tabla 39. Escurrimiento potencial en la microcuenca arroyo El Medio para lluvias máximas en 24 horas. ....	112
Tabla 40. Escurrimiento potencial en el área del proyecto para lluvias máximas en 24 hr. ....	112
Tabla 41. Coeficientes de escurrimiento para los distintas coberturas y tipos de suelo. ....	113
Tabla 42. Lluvias de diseño para diferentes periodos de retorno.....	114
Tabla 43. caudales pico de escorrentía para diferentes periodos de retorno. ....	114
Tabla 44. Láminas de inundación simuladas en el área del proyecto para diferentes periodos de retorno.....	116
Tabla 45. Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo.....	121
Tabla 46. Variables físicas, químicas y microbiológicas del agua, métodos y equipos de análisis empleados para el diagnóstico de la calidad del agua y sedimentos. ....	123
Tabla 47. Variables fisicoquímicas utilizadas en la determinación del ICA. ....	126
Tabla 48. Rangos de clasificación para la determinación del ICA. ....	126
Tabla 49. Variables y ponderaciones para el caso de 5 o 6 variables.....	127
Tabla 50. Rangos de concentración de oxígeno disuelto y consecuencias ecosistémicas frecuentes. ....	128
Tabla 51. Clasificación de las aguas según la conductividad para uso en riego de cultivos. ....	131
Tabla 52. Concentraciones de Nitrógeno Total y Fósforos Total registrados en las fuentes hídricas superficiales localizadas en el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho. ....	134
Tabla 53. Concentraciones de coliformes fecales y coliformes totales registrado en las fuentes hídricas superficiales localizadas en el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho. ....	135
Tabla 54. Interpretación de Índices hidro geoquímicos. ....	136
Tabla 55. Índices hidro geoquímico. ....	137
Tabla 56. Categorización del IACAL. ....	139
Tabla 57. Valores de iacal <sub>DBO</sub> .....	140
Tabla 58. Valores de iacal <sub>DQO-DBO</sub> .....	140
Tabla 59. Valores de iacal <sub>SST</sub> .....	140
Tabla 60. Valores de iacal <sub>NT</sub> .....	141
Tabla 61. Valores de iacal <sub>PT</sub> .....	141
Tabla 62. Valores y clasificación de IACAL. ....	142
Tabla 63. IACAL determinado en fuentes superficiales localizadas en el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho. ....	143
Tabla 64. Usuarios del recurso hídrico localizados en jurisdicción del municipio de La Gloria, departamento del Cesar formalizados por parte de CORPOCESAR. ....	146
Tabla 65. Estructuras de captación de aguas subterránea localizados al interior del área de influencia del proyecto.....	152

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



Tabla 66. Puntos de análisis de cimentación al interior del área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión. ....	167
Tabla 67. Clasificación de las partículas de suelo según su tamaño. ....	171
Tabla 68. Sistema unificado de clasificación de suelos. ....	172
Tabla 69. Parámetros geotécnicos. ....	177
Tabla 70. Parámetros geotécnicos. ....	177
Tabla 71. Parámetros geotécnicos. ....	178
Tabla 72. Parámetros geotécnicos. ....	178
Tabla 73. Registro de calicatas. ....	179
Tabla 74. Registros de resistividad térmica. ....	183
Tabla 75. Ensayos químicos C-2 y C-5. ....	185
Tabla 76. Grado de corrosividad C12 y C15. ....	185
Tabla 77. Agresividad al hormigón. ....	185
Tabla 78. Resistividad térmica C11. ....	186
Tabla 79. Resistividad térmica C12. ....	186
Tabla 80. Resistividad térmica C13. ....	186
Tabla 81. Resistividad térmica C15. ....	186
Tabla 82. Clasificación de las unidades de construcción por categorías. ....	188
Tabla 83. Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción según la categoría de la unidad de construcción. ....	189
Tabla 84. Resumen de la exploración realizada. ....	189
Tabla 85. Normatividad, equipos y registros de calibración. ....	192
Tabla 86. Resumen de los resultados de laboratorio. ....	216
Tabla 87. Resumen de los resultados de laboratorio por suelo. ....	216
Tabla 88. Potencial de expansión. ....	218
Tabla 89. Valores de Aa y Av para los municipios de Cesar NSR-10. ....	220
Tabla 90. Clasificación del perfil de suelo. ....	221
Tabla 91. Consideraciones para establecer si un estrato de suelo se clasifica como perfil tipo E según sus propiedades geomecánicas. ....	222
Tabla 92. Valores de Fa para la zona de períodos cortos en el espectro. ....	222
Tabla 93. Valores de Fv para la zona de períodos intermedios en el espectro. ....	223
Tabla 94. Geología de la zona. ....	227
Tabla 95. Pendientes. ....	230
Tabla 96. Cobertura de suelo según la Metodología Corine Land Cover Colombia.e. ....	231
Tabla 97. número de m2 en susceptibilidad Alta, Media y Baja. ....	241
Tabla 98. Grupos hidrológicos de suelo. ....	242
Tabla 99. Unidades de geología para ingeniería y grupo hidrológico. ....	243
Tabla 100. Valores del número de curva para diferentes grupos hidrológicos y usos del suelo. ....	243
Tabla 101. Valores del número de curva. ....	244
Tabla 102. Registro de precipitación total anual para la estación La Mata. ....	244
Tabla 103. Registro de precipitación anual que se infiltra para los últimos 30 años en la estación La Mata considerando la cobertura. ....	246

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 104: m2 en amenaza alta, media y baja para escenario lluvia .....	249
Tabla 105: Valores de Fa, I, Aa y Amax.....	252
Tabla 106: Valores de KST/amax mínimos para análisis pseudoestáticos de taludes.....	252
Tabla 107: m2 en amenaza alta, media y baja en escenario sismo .....	253
Tabla 108: m2 en amenaza alta, media y baja en síntesis.....	255
Tabla 109. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,0 m en la zona 1 .....	259
Tabla 110. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,1 m en la zona 1 .....	260
Tabla 111. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,2 m en la zona 1 .....	261
Tabla 112. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,3 m en la zona 1 .....	262
Tabla 113. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,4 m en la zona 1 .....	263
Tabla 114. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,5 en la zona 1.....	264
Tabla 115. Cuadro de cargas transmitida por columnas.....	265
Tabla 116. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,0 m en la zona 2 .....	266
Tabla 117. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,1 m en la zona 2 .....	267
Tabla 118. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,2 m en la zona 2 .....	268
Tabla 119. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,3 m en la zona 2 .....	269
Tabla 120. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,4 m en la zona 2 .....	270
Tabla 121. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,5 en la zona 2.....	271
Tabla 122. Cuadro de cargas transmitida por columnas.....	272
Tabla 123. Asentamientos totales esperados para las diferentes cargas (Qa) en la zona 1 .....	274
Tabla 124. Asentamientos totales esperados para las diferentes cargas (Qa) en la zona 2 .....	275
Tabla 125. Valores de K30 propuestos por Terzaghi .....	276
Tabla 126. Coeficientes de balasto para diferentes anchos de cimentación para la zona 1 .....	277
Tabla 127. Coeficientes de balasto para diferentes anchos de cimentación para la zona 2 .....	278
Tabla 128. Estaciones meteorológicas cercanas al área de influencia.....	284
Tabla 129. Distancia de las estaciones meteorológicas al área de influencia .....	285
Tabla 130. Escala de Beaufort del Viento.....	290
Tabla 131. Denominación termal para los rangos de temperatura establecidos en la metodología del IDEAM.....	294

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 132. Denominación de la precipitación para los rangos establecidos en la metodología del IDEAM .....	294
Tabla 133. Georreferenciación de puntos de muestreo .....	298
Tabla 134. Recopilación de datos meteorológicos diarios .....	301
Tabla 135. Cálculo de la concentración de material particulado para la estación 1. ....	304
Tabla 136. Cálculo de la concentración de material particulado para la estación 2. ....	306
Tabla 137. Cálculo de la concentración de material particulado para la estación 3. ....	308
Tabla 138. Cálculo de la concentración de NO <sub>2</sub> en el Punto 1. ....	311
Tabla 139. Cálculo de la concentración de NO <sub>2</sub> en el Punto 2. ....	312
Tabla 140. Cálculo de la concentración de NO <sub>2</sub> en el Punto 3. ....	314
Tabla 141. Cálculo de la concentración de SO <sub>2</sub> en el Punto 1. ....	316
Tabla 142. Cálculo de la concentración de SO <sub>2</sub> en el Punto 2. ....	318
Tabla 143. Cálculo de la concentración de SO <sub>2</sub> en el Punto 3. ....	320
Tabla 144. Cálculo de la concentración de CO en el Punto 1. ....	322
Tabla 145. Cálculo de la concentración de CO en el Punto 2. ....	323
Tabla 146. Cálculo de la concentración de CO en el Punto 3. ....	325
Tabla 147. Métodos acreditados. ....	330
Tabla 148. Ubicación puntos de monitoreo calidad de aire. ....	331
Tabla 149. Características técnicas. ....	334
Tabla 150. Fecha de calibración/ verificación de elementos y equipos. ....	335
Tabla 151. Condiciones meteorológicas registradas durante el periodo monitoreado. ....	335
Tabla 152. Escala de velocidad del viento-Beaufort. ....	338
Tabla 153. Niveles máximos permisibles de contaminantes criterios en el aire .....	341
Tabla 154. Concentraciones de material Particulado Menor a 10 Micras (PM10) en µg/m <sup>3</sup> a condiciones de referencia (25°C y 760 mmHg) vs Norma 24 Horas .....	341
Tabla 155. Fuente de generación de ruido 1. ....	345
Tabla 156. Fuente de generación de ruido 2. ....	345
Tabla 157. Descripción puntos de medición. ....	346
Tabla 158. Identificación y calibraciones. ....	347
Tabla 159. Condiciones de calibración. ....	348
Tabla 160. Características principales y especificaciones técnicas de sonómetro. ....	349
Tabla 161. Especificaciones del calibrador. ....	350
Tabla 162. Especificaciones técnicas GPS. ....	350
Tabla 163. Características técnicas estación meteorológica. ....	351
Tabla 164. Condiciones meteorológicas registradas durante el periodo monitoreado .....	352
Tabla 165. Datos de velocidades máximas de viento. ....	354
Tabla 166. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles dB(A).....	355
Tabla 167. Resultados de ruido ambiental en Periodo Diurno. ....	357

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de influencia en el mapa de cuencas sedimentarias de la ANH 2010.....	18
Figura 2. Evolución esquemática de la cuenca VMM .....	19
Figura 3. Mapa de formación geológica del área de influencia. ....	20
Figura 4. Puntos de análisis de cimentación al interior del área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión. ....	22
Figura 5. Fotografías del estudio de cimentación .....	23
Figura 6. Fallas estructurales presentes en el área de influencia. ....	25
Figura 7. Amenaza sísmica en el área de influencia. ....	27
Figura 8. Movimiento en Masa en el área de influencia. ....	35
Figura 9. Ortomosaico elaborado a partir de levantamiento con equipo no tripulado. ....	36
Figura 10. Esquema de jerarquización geomorfológica .....	37
Figura 11. Modelo digital del terreno del área de influencia del proyecto PV LA MATA .....	41
Figura 12. Perfil de elevación del área de influencia del proyecto PV LA MATA .....	42
Figura 13. Unidad geomorfológica del área de influencia.....	47
Figura 14. Ejemplo de Controles de campo realizado para el estudio de suelo .....	49
Figura 15. Ejemplo de informe analítico de suelos realizados para el área de influencia .....	50
Figura 16. Unidades de suelo en el área de influencia.....	53
Figura 17. Capacidad de uso de la tierra en el área de influencia .....	59
Figura 18. Uso actual del suelo en el área de influencia .....	61
FIGURA 19. Zonas de pastoreo extensivo en el área de influencia .....	62
Figura 20. Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación en el área de influencia .....	63
Figura 21. Conflicto de uso del suelo en el área de influencia .....	65
Figura 22. Subcuenca medio del Magdalena-Cauca. ....	68
Figura 23. Ubicación de cuerpos lénticos. ....	87
Figura 24. Ubicación de la subzona hidrográfica del área de influencia del proyecto. ....	89
Figura 25. Curva hipsométrica de la subcuenca Arroyo El Medio. ....	96
Figura 26. Curva hipsométrica de la subcuenca Caño Viejo Lara. ....	97
Figura 27. Coberturas del terreno en las microcuencas estudiadas. ....	102
Figura 28. Distribución espacial del número de curva.....	105
Figura 29. Regiones en Colombia para definición de parámetros a, b, c y d. ....	107
Figura 30. Registro de precipitaciones promedio máxima anual de la estación pluviométrica La Mata en el periodo 2000-2020. ....	108
Figura 31. Curvas IDF de la estación pluviométrica La Mata.....	110
Figura 32. Secciones transversales utilizadas para la definición de los cauces. ....	115
Figura 33. Área inundable para caudales picos con periodos de retorno de 2 años. ....	117
Figura 34. Área inundable para caudales picos con periodos de retorno de 5 años. ....	117
Figura 35. Área inundable para caudales picos con periodos de retorno de 20 años. ....	118
Figura 36. Área inundable para caudales picos con periodos de retorno de 25 años. ....	118



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 37. Área inundable para caudales picos con periodos de retorno de 50 años. ....	119
Figura 38. Área inundable para caudales picos con periodos de retorno de 100 años. ....	119
Figura 39. Puntos de monitoreo de agua superficial definidos al interior del área de influencia del proyecto. ....	122
Figura 40. Puntos de monitoreo de agua subterránea definidos al interior del área de influencia del proyecto. ....	123
Figura 41. Concentración de oxígeno Disuelto registrados en las fuentes hídricas superficiales localizadas en el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho. (Azul periodo de lluvias, rojo periodo seco). ....	129
Figura 42. Comportamiento de oxígeno de saturación registrados en las fuentes hídricas superficiales localizadas en el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho. (verde periodo de lluvias, gris periodo seco). ....	130
Figura 43. Comportamiento del pH registrado en las fuentes hídricas superficiales localizadas en el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho. (azul periodo de lluvias, café periodo seco). ....	131
Figura 44. Comportamiento de la conductividad eléctrica en las fuentes hídricas superficiales localizadas en el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho. (gris periodo de lluvias, rosado periodo seco). ....	132
Figura 45. Comportamiento de los sólidos suspendidos totales en las fuentes hídricas superficiales localizadas en el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho. (verde periodo de lluvias, café periodo seco). ....	133
Figura 46. Índice de Calidad de Agua determinado en las diferentes fuentes hídricas superficiales localizadas al interior del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho. ....	135
Figura 47. Índice de Calidad de Agua determinado en las diferentes fuentes hídricas superficiales localizadas al interior del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho. ....	144
Figura 48. Índice de Retención y Regulación Hídrica-IRH en las diferentes fuentes hídricas superficiales localizadas al interior del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho. ....	145
Figura 49. Distribución de concesiones de agua superficial reguladas por CORPOCESAR en jurisdicción del municipio de La Gloria. ....	150
Figura 50. Distribución de concesiones de agua subterráneas reguladas por CORPOCESAR en jurisdicción del municipio de La Gloria. ....	150
Figura 51. Localización de estructuras de captación tipo aljibes localizadas al interior del área de influencia del proyecto. ....	153
Figura 52. Localización de los puntos de aguas subterránea al interior del área de influencia....	158
Figura 53. Localización de área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho sobre acuífero Simití. ....	160
Figura 54. Mapa de isoconductividad del sistema acuífero depósito de cono aluvial (Qcal2) ...	162
Figura 55. Mapa de iso sólidos disueltos totales del sistema acuífero depósito de cono aluvial (Qcal2). ....	163

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 56. Mapa de iso pH del sistema acuífero depósito de cono aluvial (Qcal2).	164
Figura 57. Modelos de flujo del sistema acuífero depósito de cono aluvial (Qcal2).	165
Figura 58. Zona de recarga de acuíferos localizadas sobre el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho.	166
Figura 59. Puntos de estudio geotécnico.	168
Figura 60. Equipo PANDA	171
Figura 61. Horizonte marrón.	176
Figura 62. Horizonte amarillo.	176
Figura 63. Localización de sondeos en el área del proyecto PV La Mata	190
Figura 64. Ejemplo de exploración del subsuelo.	191
Figura 65. Fotografías de la perforación 1	193
Figura 66. Columna estratigráfica de la perforación 1	194
Figura 67. Fotografías de la perforación 2.	195
Figura 68. Columna estratigráfica de la perforación 2	196
Figura 69. Fotografías de la perforación 3.	197
Figura 70. Columna estratigráfica de la perforación 3	198
Figura 71. Fotografías de la perforación 4.	199
Figura 72. Columna estratigráfica de la perforación 4	200
Figura 73. Fotografías de la perforación 5.	201
Figura 74. Columna estratigráfica de la perforación 5	202
Figura 75. Fotografías de la perforación 6.	203
Figura 76. Columna estratigráfica de la perforación 6	204
Figura 77. Fotografías de la perforación 7.	205
Figura 78. Columna estratigráfica de la perforación 7	206
Figura 79. Fotografías de la perforación 8.	207
Figura 80. Columna estratigráfica de la perforación 8	208
Figura 81. Fotografías de la perforación 8.	209
Figura 82. Columna estratigráfica de la perforación 9	210
Figura 83. Columna estratigráfica de la perforación 10	211
Figura 84. Columna estratigráfica de la perforación 10	212
Figura 85. Columna estratigráfica de la perforación 11	213
Figura 86. Columna estratigráfica de la perforación 11	214
Figura 87: Metodología general para el análisis de amenaza por movimiento en masa por el método determinístico	224
Figura 88. Distribución en porcentaje de las unidades geológicas en el área de estudio.	227
Figura 89 Geología local	228
Figura 90 Muestras de suelos encontradas en el área de estudio	229
Figura 91 Pendientes para el área de influencia del proyecto PV El La Mata.	230
Figura 92. Distribución en porcentaje de las pendientes en el área de estudio.	231
Figura 93. Distribución en porcentaje de la cobertura y uso de la tierra en el área de estudio.	238
Figura 94 Cobertura de suelo para el área de influencia del proyeco PV La Mata	239
Figura 95 Mapa de susceptibilidad por movimiento en masa	240



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 96 Porcentaje de susceptibilidad baja .....	241
Figura 97: Representación de los términos utilizados para calcular la profundidad del nivel freático asociada a un periodo de retorno de 20 años.....	248
Figura 98 Mapa de zonificación de amenaza por movimiento en masa en escenario de lluvia .	249
Figura 99: Porcentajes de amenaza baja en escenario lluvia.....	250
Figura 100: Mapas de zonificación por amenaza sísmica: Categorización en alta, media y baja (izquierda) y categorización según el valor de Aa (derecha) .....	251
Figura 101 Mapa de zonificación de amenaza por movimiento en masa en escenario de sismo .....	253
Figura 102: Porcentajes de amenaza en escenario sismo .....	254
Figura 103 Mapa de zonificación de amenaza por movimiento en masa – síntesis .....	255
Figura 104: Porcentajes de amenaza en síntesis .....	256
Figura 105 zonas 1 y 2.....	257
Figura 106. Resumen de las capacidades portantes de zapatas superficiales para diferentes anchos (B) y diferentes niveles de desplante (Df) en la zona 1 .....	265
Figura 107. Resumen de las capacidades portantes de zapatas superficiales para diferentes anchos (B) y diferentes niveles de desplante (Df) en la zona 2blu .....	272
Figura 108. Ubicación de estaciones meteorológicas en el área de influencia.....	285
Figura 109. Distribución mensual de la precipitación en el área de influencia. ....	287
Figura 110. Mapa de precipitación para área de proyecto.....	287
Figura 111. Distribución mensual de la temperatura en el área de influencia.....	288
Figura 112. Distribución media mensual de la humedad relativa en el área de influencia. ....	290
Figura 113. Distribución media mensual de la velocidad del viento en el área de influencia. ....	292
Figura 114. Distribución media mensual del brillo solar en el área de influencia.....	293
Figura 115. Brillo solar media diaria multianual en área del proyecto.....	293
Figura 116. Zonificación climática .....	295
Figura 117. Ubicación del área de monitoreo .....	297
Figura 118. Rosa de vientos .....	303
Figura 119. Concentración de partículas suspendidas PM10 predio Jhal-lote 2-estación 1 .....	304
Figura 120. Concentración de partículas suspendidas PM10 predio Maracaibo- estación 2 .....	306
Figura 121. Concentración de partículas suspendidas PM10 predio Villa Lubdy-estación 3 .....	308
Figura 122. Concentración de óxidos de nitrógeno (NO2) predio Jhal-lote 2-estación 1 .....	310
Figura 123. Concentración de óxidos de nitrógeno (NO2) Predio Maracaibo-estación 2.....	312
Figura 124. Concentración de óxidos de nitrógeno (NO2) Predio Villa Lubdy-estación 3 .....	314
Figura 125. Concentración de dióxidos de azufre (SO2) Predio Jhal-Lote 2-estación 1 .....	316
Figura 126. Concentración de dióxidos de azufre (SO2) Predio Maracaibo-estación 2 .....	318
Figura 127. Concentración de dióxidos de azufre (SO2) Predio Villa Lubdy-estación 3 .....	320
Figura 128. Concentración de monóxido de carbono (CO) Predio Jhal-Lote 2-estación 3 .....	322
Figura 129. Concentración de monóxido de carbono (CO) Predio Maracaibo-estación 2 .....	323
Figura 130. Concentración de monóxido de carbono (CO) Predio Villa Lubdy-estación 3 .....	325
Figura 131. Comparación puntos muestreados-PM <sub>10</sub> .....	327
Figura 132. Comparación puntos muestreados-NOx.....	327

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 133. Comparación puntos muestreados-SOx.....	328
Figura 134. Comparación punto muestreados-CO.....	328
Figura 135. Puntos de monitoreo de calidad aire. 1 vientos arriba y 2 vientos abajo.....	332
Figura 136. Serie de tiempo temperatura.....	336
Figura 137. Serie de Tiempo Humedad.....	337
Figura 138. Serie de tiempo Presión Barométrica.....	337
Figura 139. Velocidad de los vientos.....	338
Figura 140. Rosa de vientos periodo histórico.....	339
Figura 141. Rosa de vientos.....	340
Figura 142. Concentraciones diarias de PM <sub>10</sub> .....	343
Figura 143. Concentraciones anuales de PM <sub>10</sub> .....	343
Figura 144. Puntos de monitoreo de ruido en el área de influencia del proyecto.....	347
Figura 145. Rosa de vientos y distribución de frecuencia jornada diurna.....	353
Figura 146. Rosa de vientos y distribución de frecuencia jornada nocturna.....	353
Figura 147. Resultado Vs Norma Periodo Diurno.....	358

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

## 5. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.

El presente capítulo desarrolla la caracterización del medio abiótico para la modificación de licencia ambiental otorgada por Resolución No 0633 del 28 de diciembre de 2021 del proyecto "PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO PV LA MATA 80 MW Y SU LÍNEA DE TRANSMISIÓN A LA SUBESTACIÓN DE AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR) DE 115Kv", en concordancia con lo establecido en la Resolución 1670 del 15 de agosto de 2017, mediante la cual adopta los TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA EN PROYECTOS DE USO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA TDR-015, y mediante Resolución 0075 del 18 de enero de 2018 los TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA PROYECTOS DE SISTEMAS DE TRASMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA TDR-17.

Para la descripción del capítulo se consideró la información primaria y secundaria que se presentó en el año 2020 en el proceso de licenciamiento ambiental y de acuerdo con las causales de modificación se presenta la información actualizada para este capítulo de la siguiente manera:

- Geología: Se actualiza la información con la nueva área de influencia.
- Geomorfología: Se actualiza la información con la nueva área de influencia.
- Suelos y uso del suelo: Se actualiza la información con la nueva área de influencia.
- Hidrología: La información del EIA que otorgó licencia ambiental por Resolución No 0633 del 28 de diciembre de 2021 no se modifica.
- Calidad del agua: La información del EIA que otorgó licencia ambiental por Resolución No 0633 del 28 de diciembre de 2021 no se modifica.
- Hidrogeología: Se actualiza la información con la nueva área de influencia.
- Geotecnia: Se actualiza la información con la nueva área de influencia y se levanta información primaria en relación con el nuevo diseño de la línea de conexión a la subestación de Ayacucho.
- Atmósfera: La información del EIA que otorgó licencia ambiental por Resolución No 0633 del 28 de diciembre de 2021 no se modifica.

### 5.1.MEDIO ABIÓTICO.

#### 5.1.1. Geología.

Para la descripción de la geología presente en el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho, se desarrolló a través de fotointerpretación, control en campo, al igual que la elaboración de apiques en profundidades entre 1,0 m a 2,8 m. Así mismo, complementando con información secundaria elaborada por las siguientes entidades:



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

- Plancha No. 65 Tamalameque elaborada por el Servicio Geológico Colombiano (SGC).
- Plan General de Ordenamiento Forestal del Departamento del Cesar, elaborado por la Corporación Autónoma Regional del César-CORPOCESAR.
- Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de La Gloria.

La información de este apartado se recopila en el Anexo C1. Geología.

En el área del departamento del César, afloran rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias, cuyas edades varían desde el precámbrico hasta el reciente; en la zona cuberita se presentan tres regiones con características geológicas diferentes: La Sierra Nevada de Santa Martha, La Serranía de Los Motilones o de Perijá y la Cuenta de Sedimentación de los ríos Magdalena y César (Corpocesar&Universidad Distrital FJC, 2013).

En el municipio de la Gloria, se encuentran los valles del Medio y Bajo Magdalena, que están conformados por una represión estructural entre las cordilleras Central y Oriental. Esta depresión se formó con el inicio de la orogenia andina y terminó en el terciario tardío. A partir de esto se originó una Megacuenca, caracterizada por el aporte de sedimentos marinos. Las condiciones generales de los valles Bajo y Medio Magdalena, se encuentran conformados por una sucesión sedimentaria alternante del periodo terciario, involucrando todos los depósitos clásicos (desde lodolitas hasta conglomerados) (Municipio de la Gloria, 2008).

La zona de estudio se ubica en la Plancha 65-Tamalameque, en ella afloran rocas metamórficas, volcanoclásticas, magmatitas y sedimentitas que varían en edad desde el Mesoproterozoico hasta probablemente el Cretácico, y se ubican en aproximadamente el 34% del área total de esta plancha. Depósitos consolidados y no consolidados recientes cubren el área restante (66%) y pertenecen a la cuenca del Valle Medio del Magdalena.

El área de influencia se encuentra entre las unidades morfoestructurales del Valle del Río Magdalena y la Serranía de los Motilones o Perijá, las cuales presentan las siguientes características:

- El Sistema Montañoso de la Serranía del Perijá:

Este sistema es considerado como un ecosistema estratégico, debido a que en ella nacen 20 ríos principales y un sin número de quebradas y arroyos que bañan los valles de los ríos César, Magdalena y Lebrija, además alimentan el Complejo Cenagoso de Zapatosa y el río Magdalena. Esta ecorregión se localiza en el costado oriental del departamento del Cesar y comprende una franja de 300 kilómetros de longitud con un área aproximada de 566000 ha (CORPOCESAR&IDEAM, 2009).

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Así mismo, está compuesta por rocas metamórficas del Paleozoico, como pizarras, filitas, esquistos verdes y negros, cuarcita y mármol. Localizadas riolítica, neises y migmatitas (Pzm). Presente del Devónico medio al pérmico, rocas tipos sedimentarias, en principio conglomerados, areniscas rojizas, shales rojo y verde, caliza fosilífera y arenisca cuarzosa (Pzs). En mayor extensión se encuentran las rocas tipo sedimentaria y volcánicas del triásico-jurásico, con predominancia de conglomerados, calizas, areniscas y limolitas de color rojizo y abigarrado (JRsv) y rocas sedimentarias de Albiano al Maestrichtiano, con predominancia shales negros, limoliota, lidita, calizas y areniscas, hacia el tope de la secundaria (Ks) hay evaporita, roca de origen de fosforo y carbón (Municipio de la Gloria, 2008). En esta área, en menos proporción, se encuentran rocas volcánicas y/o sedimentarias del Oligoceno al peioceno (terciario) formadas por conglomerados, areniscas y arcillolitas (Tsv), rocas intrusivas del triásico Jurásico, principalmente batolitos y plutones de cuarzodioritas (JRcd), o rocas metamórficas del Precámbrico como cuarcitas, migmatitas, charnoquitas, neises de origen sedimentario e ígneo y granitos (PEm) (Corpocesar&Universidad Distrital FJC, 2013).

- Valles del Río Magdalena:

Comprende la parte plana del municipio de La Gloria, con una extensión de 2900 km<sup>2</sup>, se encuentra a una altura promedio de 50 msnm. Los suelos de esta ecorregión son considerados de alta productividad, donde tradicionalmente han constituido uno de los pilares sobre los que se asienta el potencial económico del sur del departamento del César. Adicional, permite la conexión de la serranía de Perijá con el complejo cenagoso, lo que constituye una franja de terreno primordial para la sostenibilidad del complejo, ya que corren numerosos ríos y quebradas, que ubican esta morfoestructura en una de las más importantes dentro del desarrollo del departamento (CORPOCESAR&IDEAM, 2009).

Se comenzó a formar durante el cretáceo y se extendió hasta el cuaternario reciente. Se ha ido rellenando con depósito de aluviales dejados por los ríos Magdalena, Cesar, Lebrija y todas las corrientes que desciende de la Sierra nevada de Santa Marta y de la Serranía de Perijá. Están compuestos por Gravas, arenas, limos y arcillas e incluyen depósitos fluviales, glacial lacustres y deltaicos (Qs) (Corpocesar&Universidad Distrital FJC, 2013).

Dentro de la fosa al noreste y centro del departamento, en forma de lomerío se encuentran rocas sedimentarias terciarias del paleoceno, Oligoceno y Plioceno; sedimentos marinos, predominantemente arcillo-arenosos, conglomerados, areniscas, calizas, sedimentos de ambiente fluvial y deltaico y localmente mantos de carbón (Ts) (Corpocesar&Universidad Distrital FJC, 2013).

Generalmente, están compuesta por materiales detríticos (gravas, arenas) derivados de rocas volcanoclásticas, metasedimentarias y en menor proporción de tipo sedimentarias con cantos subredondeados a redondeados, con tamaños superiores en ocasiones al metro de diámetro en cercanías al piedemonte. Los depósitos de este tipo tienen espesor de 15 m y se ubican

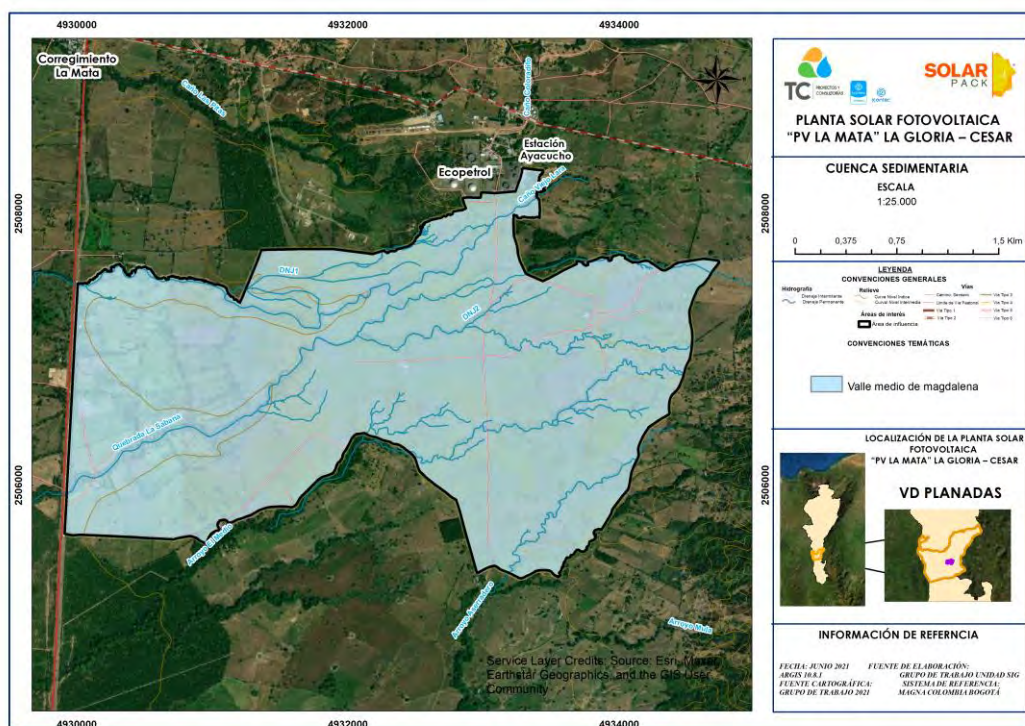


	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



ligeramente inclinados hacia el occidente. La ubicación es la parte baja de las estribaciones occidentales de la Cordillera Oriental, donde se acumula el material de arrastre de las quebradas Las Cascabel, Cuare, El Carmén, La Floresta, caños El Burro, El Cairo y otros drenajes (SGC & Universidad de Caldas, 2015).

El área de influencia se encuentra en la cuenca sedimentaria del Valle medio del Magdalena de acuerdo con el mapa de cuencas sedimentarias definido por la ANH (2010), como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Localización del área de influencia en el mapa de cuencas sedimentarias de la ANH 2010



Fuente: Equipo consultor, 2022

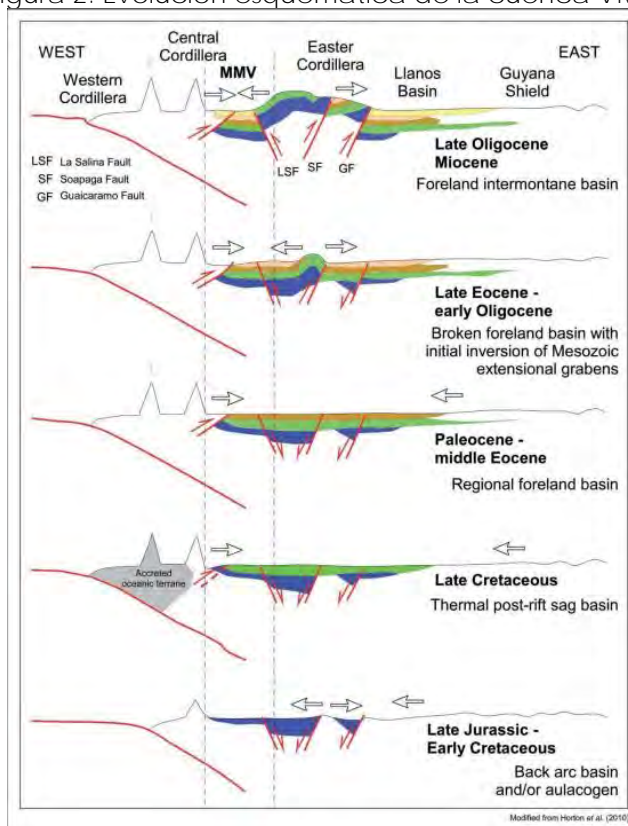
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.1.1. Geología regional


La cuenca VMM ha pasado por una evolución intra-arco con el levantamiento de la cordillera central, una cuenca ante-arco con la finalización del levantamiento de la misma cordillera y una cuenca intra-montana con el levantamiento de la cordillera Oriental (

Figura 2 ). Esta cuenca se ha visto afectada por diferentes procesos tectónicos que han dado origen a los sistemas de fallas de La Salina, Guacaramo y Soapaga (Sarmiento, 2011).

Figura 2. Evolución esquemática de la cuenca VMM



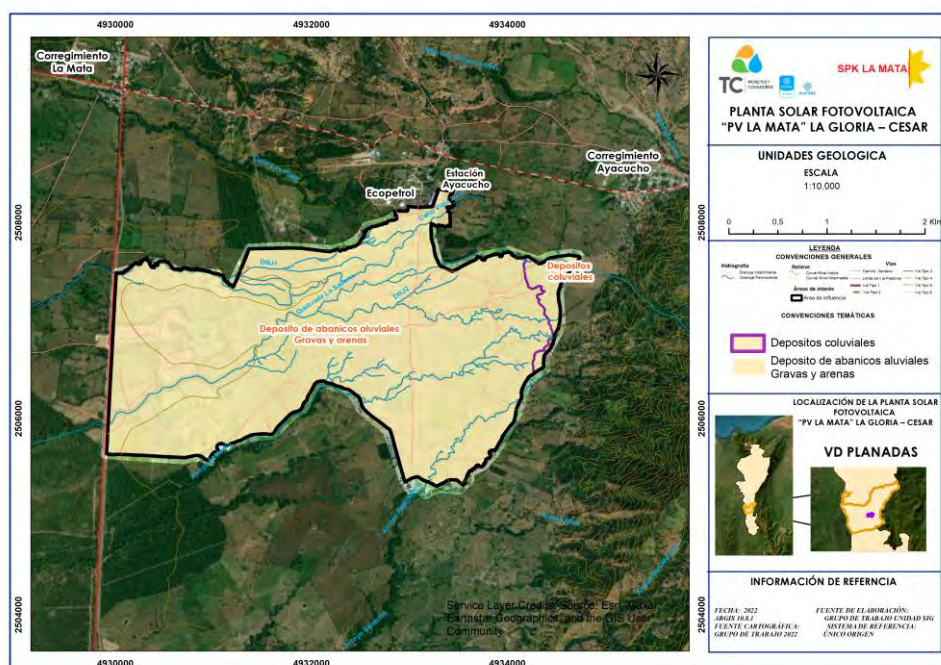
Fuente: Modificado de Horton et al.,(2010) (Citado por Sarmiento, 2011).

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.1.2. Geología local

A partir de la revisión y unificación de información de campo e información secundaria, se identifican dos formaciones geológicas al interior del área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión, correspondientes a 832,777 ha lo que representa el 97,44 % a formación Depósitos abanicos aluviales, gravas y arena, y Depósitos Coluviales con 21,872 lo que representa el 2,55 %. Conforme a la clasificación e identificación definida en la tabla cronoestratigráfica Internacional, la cual describe los tiempos geológicos en los que se inscribe la historia de la tierra, combinando una escala numérica que se utiliza como unidad de millón de año (escala cronométrica) y una escala que se expresa en unidades de tiempo relativas, establecida por la Comisión del Mapa Geológico del Mundo, por lo cual, en referencia a la actualización elaborada en el año 2020, las formaciones geológicas identificadas al interior del área de influencia se identifican a través de la Figura 3.

Figura 3. Mapa de formación geológica del área de influencia.



Fuente: Equipo consultor, 2022




 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

### 5.1.1.3. Perfil de suelo

Adicionalmente, en el marco de estudio de determinación de cimentación para la infraestructura de los diferentes componentes del sistema de generación de energía, se procedió a la elaboración de 15 apiques o calicatas (C) en profundidades comprendidas en el intervalo entre 1 m a 2,8 m, realizados por medio de retroexcavadora tipo pajarita; 4 ensayos de penetración tipo PANDA(P) (Penetrometre Autonome Numerique Dynamique Asiste), mediante el cual se define la litología y las presiones de cimentación; y 6 ensayos de resistividad, realizando 3 mediciones en profundidades entre 1 m, 2 m y 3 m (ver Tabla 1).

Tabla 1. Puntos de análisis de cimentación al interior del área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión.

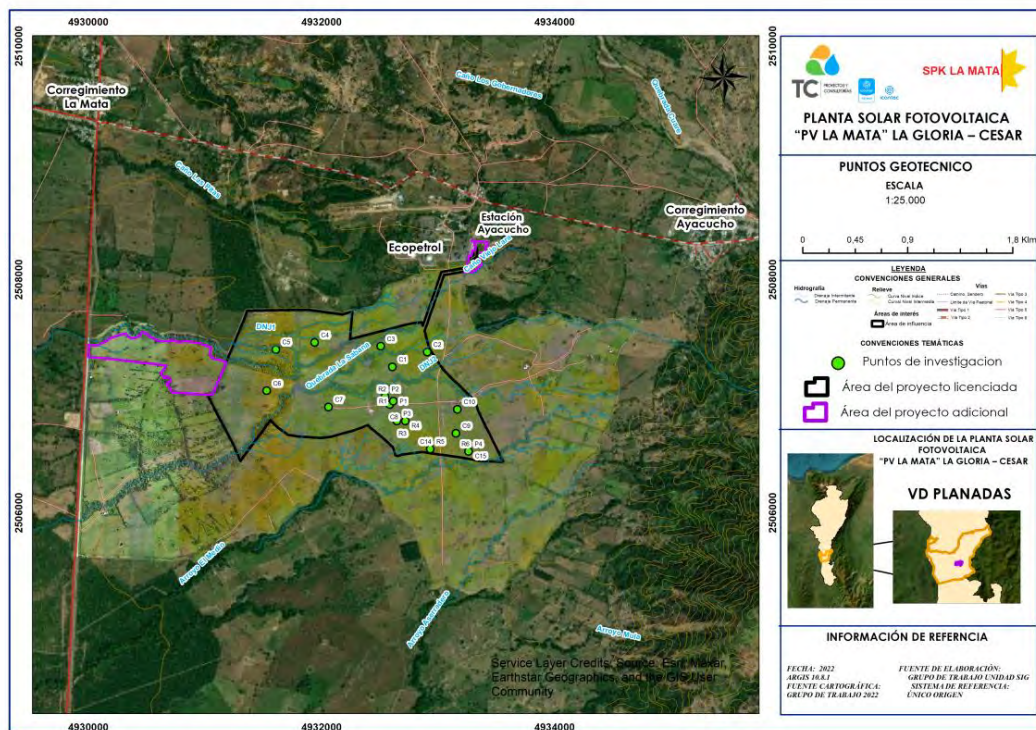
PUNTO DE INVESTIGACIÓN	COORDENADAS	
	W	N
C1	4932608,5	2507249,29
C2	4932906,98	2507376,65
C3	4932507,49	2507426,7
C4	4931941,01	2507458,64
C5	4931608,9	2507398,41
C6	4931530,1	2507045,04
C7	4932061,05	2506905,35
C8	4932585,83	2506925,6
C9	4933154,19	2506679,79
C10	4933165,26	2506885,61
C11	4932615,97	2506955,43
C12	4932545,22	2506995,77
C13	4932719,02	2506786
C14	4932931,63	2506545,04
C15	4933260,33	2506526,33
R1	4932615,97	2506955,43
R2	4932545,22	2506995,77
R3	4932719,02	2506786
R4	4932719,02	2506786
R5	4932931,63	2506545,04
R6	4933260,33	2506526,33
P1	4932615,97	2506955,43

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

PUNTO DE INVESTIGACIÓN	COORDENADAS	
	W	N
P2	4932545,22	2506995,77
P3	4932647,07	2506786,37
P4	4933260,33	2506526,33

Fuente: Equipo consultor, 2021

Figura 4. Puntos de análisis de cimentación al interior del área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión.



Fuente: Equipo consultor, 2022



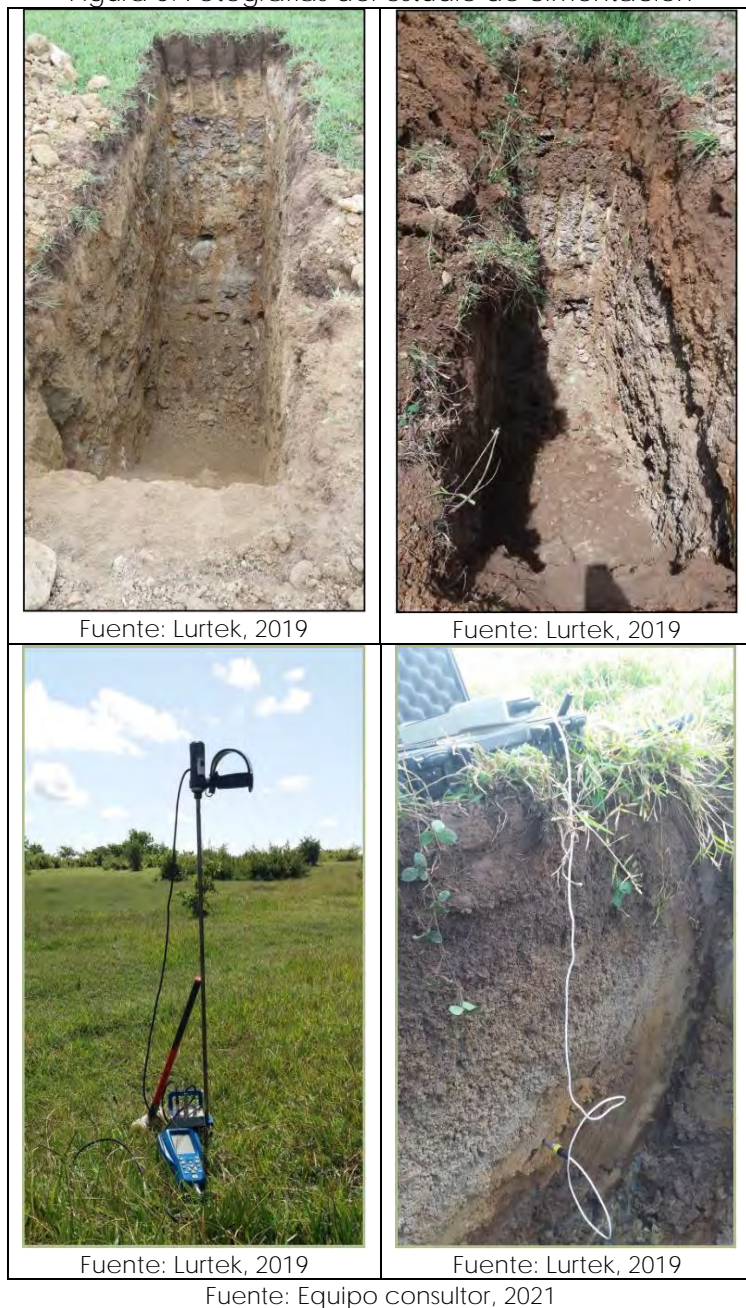
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 5. Fotografías del estudio de cimentación





	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

A partir de los resultados obtenidos en los diferentes ensayos realizados al interior del área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión, se identifican capas de suelo orgánico con espesores entre 0,10 m y 0,25 m. El 80 % del área de estudio corresponden a gravas y bolos de tamaños variables entre 7 cm y 12 cm mayormente, y en menor proporción en bloques de 30 cm a 50 cm, con cantidades variables de arcilla y arena.

Mientras que, en el 20 % restante del área de estudio, se encuentra constituido superficialmente y hasta una profundidad máxima de 1 metro por arcilla dura. Bajo de las arcillas se presentan gravas de igual características que en el resto del área.

#### 5.1.1.4. Geología Estructural.


De acuerdo con la localización geográfica de la zona, esta forma parte del dominio geológico y tectónico-estructural regional de la Cordillera Oriental, Valle Medio del Magdalena y Cordillera Central. Predomina una tectónica de bloques como respuestas a esfuerzos de comprensión-distensión que limita cuencas y subcuencas. La presencia de fallas normales, de rumbo, inversas y de cabalgamiento, afectan la cobertera de basamento (SGC & Universidad de Caldas, 2015).

Esta región se encuentra dividida en tres bloques estructurales: Oriental, central y occidental. El área de estudio específicamente se ubica en la región central, que ocupa mayor extensión de la zona y está representada morfológicamente por el Valle Medio del río Magdalena, donde predominan depósitos de origen sedimentarios del cuaternario, es una zona de distensión con formación de graben, asimétrico, basculado hacia el Oriente y afectado por grandes fallas de rumbo y normales, que como consecuencia han formado escalonamiento de bloques de convergencia hacia el centro de la cuenca. En esta región las estructuras de fallas más importantes son las fallas Morales, Brazo papayal, La Gloria, Tamalameque, Simaña y Aguachica, las cuales se encuentran cubiertas por los depósitos no consolidados del cuaternario pertenecientes a los depósitos asociados a la dinámica de divagación del Río Magdalena (SGC & Universidad de Caldas, 2015).

Las fallas que se presentan en el área de estudio son (Figura 6):

- Falla de Tamalameque:

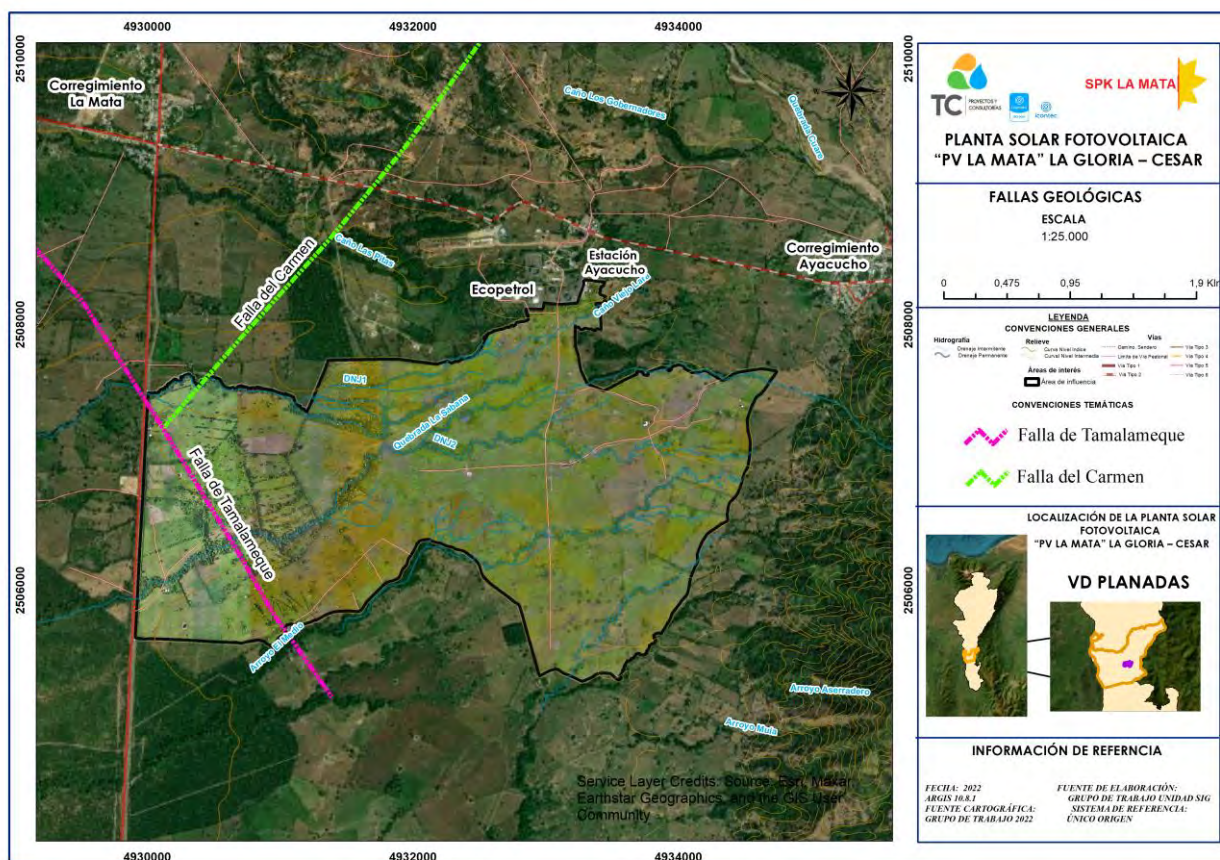
Esta falla posee una longitud de 15.950 km y se extiende en 1,99 km en el área de estudio, con dirección NW-SE, presenta un trazo rectilíneo, controlando en algunos sectores por el cauce principal del Río Magdalena. Se trata de una falla normal e inclinada al Oriente, hacia el Norte está truncada por la Falla Playitas de dirección NE y hacia los alrededores de la localidad de Pelaya parece estar desplazando a la Falla conocida como de Simaña.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019


- Falla Del Carmen o de La Gloria:

Esta falla posee 3.760 km y se extiende 0,415 km en el área de estudio, cruza al SE de la población La Gloria con una dirección NE. Hacia la parte centro-oriental se encuentra truncada por la Falla San Bernardo. Al SE del Municipio de La Gloria, está desplazada por la Falla de Aguachica. Esta se considera como una falla normal inclinada al NW y se caracteriza por presentar un trazo rectilíneo, con un intenso fracturamiento y presencia de espejos de falla.

Figura 6. Fallas estructurales presentes en el área de influencia.



Fuente: Equipo consultor, 2022

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.1.5. Amenazas de orden geológico

##### 5.1.1.5.1. Movimiento Sísmico.

Según el SGC, la amenaza sísmica se define como la probabilidad de que un parámetro como la aceleración, la velocidad o el desplazamiento del terreno producido por un sismo, supere o iguale un nivel de referencia. El INGEOMINAS (hoy Servicio Geológico Colombiano) en su Mapa de Amenaza Sísmica a escala 1:500.000 con un periodo de retorno de 475 años (INGEOMINAS & UNAL, 2010), presenta una zonificación de la amenaza sísmica en términos de aceleración horizontal máxima en roca ( $\text{cm/s}^2 = \text{PGA}$ ), que representa un modelo probabilístico para el movimiento del terreno que podría esperarse por la ocurrencia de sismos en Colombia (INGEOMINAS & UNAL, 2010).

El área de influencia presenta una sismicidad intermedia entendiéndose como un área de terreno donde los coeficientes de velocidad ( $A_v$ ) y aceleración horizontal ( $A_a$ ) pico efectivo para diseño están en un rango de valores mayor a 0,10 y que no excede de 0,15. Los valores correspondientes de ( $A_a$ ) y ( $A_v$ ) en el área son 0,10 y 0,15 (ver Figura 7) .





 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Del mismo modo, el SGC propone un mapa de Intensidad máxima observada, el cual permite conocer las intensidades máximas que se han observado en las poblaciones colombianas en los últimos 400 años. La definición y tipos de efectos se observan en la Tabla 2, la cual fue ajustada por Sarabia A. (2015) para el SGC, de la Escala Macrosísmica Europea – EMS.

Tabla 2. Escala de Intensidad sísmica. Versión abreviada de la escala EMS-98.

INTENSIDAD EMS-98	DEFINICIÓN	TIPO DE EFECTOS
1	No sentido	No se siente.
2	Sentido levemente	Sentido por muy pocas personas que se encuentran en reposo dentro de viviendas.
3	Débil	Sentido en el interior de viviendas por pocas personas. La gente en reposo siente una oscilación o temblor leve. Objetos colgantes se mecen levemente.
4	Observado ampliamente	Sentido por muchas personas en el interior de edificaciones y por pocos en el exterior. Pocas personas se despiertan. Las ventanas, puertas y platos vibran.
5	Fuerte	Sentido por casi todos en el interior de edificaciones y por pocos en el exterior. Muchas personas dormidas se despiertan. Algunos se asustan y salen a la calle. Los edificios tiemblan en su totalidad. Objetos pequeños se desplazan. Las puertas y ventanas se abren y cierran y los líquidos oscilan y se pueden derramar. Se pueden presentar leves grietas en muros de edificaciones altamente vulnerables.
6	Daños leves	Mucha gente se asusta y corre a la calle. Algunas personas pierden el equilibrio. Algunos objetos caen. Muchas viviendas sufren daños leves no estructurales, como grietas en muros y caída de partes del revestimiento.
7	Daños moderados	La mayoría de la gente se asusta y corre al exterior. Los muebles son desplazados y caen objetos de repisas. Muchos edificios ordinarios bien contruidos sufren daños moderados: grietas largas en muros, caída de revestimiento en gran proporción, caída de partes de chimeneas. Los edificios más vulnerables pueden mostrar grandes grietas en los muros y fallas en las paredes y muros divisorios.
8	Daños severos	A mucha gente le cuesta mantenerse de pie. Se pueden desplazar o volcar los muebles pesados. Unos pocos edificios ordinarios bien contruidos muestran daños serios en los muros, mientras que las estructuras antiguas y débiles pueden colapsar.
9	Destruyivo	Pánico general. Muchas construcciones débiles colapsan. Incluso los edificios ordinarios bien contruidos muestran daños serios: fallas graves en los muros y fallas estructurales parciales.
10	Muy destruyivo	Muchos edificios ordinarios bien contruidos colapsan.
11	Devastador	La mayoría de los edificios ordinarios bien contruidos colapsan, incluso algunos con buen diseño sismorresistente.
12	Totalmente devastador	Casi todos los edificios son destruidos.

Fuente: Sarabia A, 2015.



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

De acuerdo con los registros históricos en la Red Sismológica Nacional de Colombia y el catálogo de eventos sísmicos en el municipio de La Gloria se han presentado 122 eventos sísmicos entre los años de 1994 y 2021 como se detalla en la Tabla 3.

Tabla 3. Eventos sísmicos históricos para el municipio de la Gloria.

No	FECHA	H_M_S	LAT	LON	Z	MAG	N_F	RMS	GAP	UBICACIÓN
1	13/04/1994	16:33:08 p. m.	8,64	73,82	0	4,9	8	1,2		La Gloria, Cesar
2	16/05/2003	11:07:15 a.m.	8,61	73,99	108	3,7	8	0,8		La Gloria, Cesar
3	11/09/2004	4:02:48 p.m.	8,74	73,94	SUP	3,1		1		La Gloria, Cesar
4	16/02/2007	1:04:14 a.m.	8,64	73,87	78	2,7		0,3		La Gloria, Cesar
5	28/02/2007	10:44:53 p.m.	8,62	73,78	8,2	3,3		0,6		La Gloria, Cesar
6	8/07/2007	8:14:55 a.m.	8,69	73,93	142	2,9		0,4		La Gloria, Cesar
7	25/12/2009	2:00:58 a.m.	8,64	74,07	30	2,9	7	0,2	204	La Gloria, Cesar
8	10/01/2010	10:20:11 p.m.	8,6	74,02	76	1,1	7	0,2	201	La Gloria, Cesar
9	30/04/2010	7:17:41 a.m.	8,45	73,9	12	1,7	8	0,6	346	La Gloria, Cesar
10	13/06/2010	11:45:12 a.m.	8,71	73,78	78	1,9	13	0,5	324	La Gloria, Cesar
11	4/07/2010	12:54:56 p.m.	8,72	73,89	74	1,5	10	0,2	216	La Gloria, Cesar
12	13/08/2010	11:10:30 a.m.	8,74	73,81	66	1,6	8	0,3	219	La Gloria, Cesar
13	23/11/2010	13:51:45 p. m.	8,64	74,05	66	2,2	13	0,5	204	La Gloria, Cesar
14	5/01/2011	11:17:24 a.m.	8,71	74,01	20	1,6	8	0,4	212	La Gloria, Cesar
15	3/02/2011	8:39:11 a.m.	8,6	74,07	24	2,1	12	0,3	169	La Gloria, Cesar
16	4/06/2011	9:44:27 a.m.	8,62	74,06	24	1,3	8	0,2	158	La Gloria, Cesar
17	23/06/2011	8:39:39 a.m.	8,67	74,04	71	1,9	15	0,3	163	La Gloria, Cesar
18	25/06/2011	9:11:50 a.m.	8,68	74	77	1,6	10	0,3	166	La Gloria, Cesar
19	11/07/2011	5:29:27 p.m.	8,6	73,79	69	1,9	11	0,4	173	La Gloria, Cesar
20	19/09/2011	3:03:57 a.m.	8,61	74,13	32	1	7	0,2	153	La Gloria, Cesar

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS								Código: MI-AYC-F-INFT	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)								Versión: 01	
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA								Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019	

No	FECHA	H_M_S	LAT	LON	Z	MAG	N_F	RMS	GAP	UBICACIÓN
										Cesar
21	2/10/2011	7:42:30 a.m.	8,63	74,03	68	1,3	8	0,4	161	La Gloria, Cesar
22	16/10/2011	8:09:47 a.m.	8,63	73,72	32	7,7	8	0,4	190	La Gloria, Cesar
23	4/11/2011	5:05:59 a.m.	8,73	73,93	81	1,9	12	0,3	176	La Gloria, Cesar
24	12/11/2011	7:13:02 p.m.	8,69	73,78	71	2,2	16	0,4	119	La Gloria, Cesar
25	12/06/2012	11:21:54 p.m.	8,63	74,12	56	2	11	0,3	175	La Gloria, Cesar
26	14/06/2012	8:41:14 a.m.	8,57	74,17	22	2,6	22	0,4	83	La Gloria, Cesar
27	28/07/2012	5:26:00 a.m.	8,59	74,15	54	1,9	8	0,3	196	La Gloria, Cesar
28	3/10/2012	7:44:41 a.m.	8,59	74,04	26	2	9	0,3	234	La Gloria, Cesar
29	24/11/2012	1:17:17 a.m.	8,58	74,1	16	1,3	6	0,1	106	La Gloria, Cesar
30	23/01/2013	2:27:47 p.m.	8,74	73,79	65	1,6	8	0,1	187	La Gloria, Cesar
31	14/02/2013	12:56:21 p.m.	8,66	73,91	68	2,3	13	0,4	105	La Gloria, Cesar
32	11/03/2013	2:50:42 p.m.	8,71	73,98	66	2,6	17	0,4	102	La Gloria, Cesar
33	17/03/2013	1:05:43 p.m.	8,68	73,82	76	1,9	18	0,3	115	La Gloria, Cesar
34	1/08/2013	11:18:19 p.m.	8,57	74,11	41	2,1	8	0,4	158	La Gloria, Cesar
35	5/08/2013	6:24:11 p.m.	8,63	74,09	72	2,1	8	0,3	155	La Gloria, Cesar
36	22/08/2013	4:04:51 p.m.	8,73	73,92	73	2,4	16	0,5	97	La Gloria, Cesar
37	1/09/2013	3:58:57 p.m.	8,72	74	70	1,4	8	0,1	291	La Gloria, Cesar
38	4/11/2013	6:13:22 a.m.	8,68	73,98	70	1,3	8	0,3	192	La Gloria, Cesar
39	7/11/2013	5:51:22 a.m.	8,63	74,01	61	1,3	8	0,4	198	La Gloria, Cesar
40	10/12/2013	8:44:53 a.m.	8,61	74,02	68	1,4	9	0,4	199	La Gloria, Cesar
41	27/02/2014	6:54:16 a.m.	8,56	74,18	50	1,6	19	0,5	85	La Gloria, Cesar
42	11/05/2014	10:22:25 a.m.	8,7	74,01	99	2,5	16	0,4	147	La Gloria, Cesar



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS							Código: MI-AYC-F-INFT		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)							Versión: 01		
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA							Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019		

No	FECHA	H_M_S	LAT	LON	Z	MAG	N_F	RMS	GAP	UBICACIÓN
43	24/11/2014	1:18:43 a.m.	8,57	73,77	80	2,9	45	0,5	69	La Gloria, Cesar
44	24/05/2015	3:57:39 a.m.	8,55	73,71	32	1,4	13	0,3	113	La Gloria, Cesar
45	11/07/2015	5:06:29 p.m.	8,62	73,72	73	2,7	23	0,5	117	La Gloria, Cesar
46	1/10/2015	5:19:25 a.m.	8,56	73,72	34	1,9	8	0,1	113	La Gloria, Cesar
47	7/10/2015	4:31:23 a.m.	8,65	73,73	85	1,7	8	0,3	184	La Gloria, Cesar
48	16/11/2015	1:25:14 a.m.	8,48	73,71	86	2,3	33	0,6	103	La Gloria, Cesar
49	24/08/2016	9:56:01 a.m.	8,55	73,73	85	1,8	18	0,5	106	La Gloria, Cesar
50	20/01/2017	8:30:11 p.m.	8,53	73,74	90	2,3	28	0,4	117	La Gloria, Cesar
51	28/05/2017	8:53:53 p.m.	8,57	73,77	sup	1,6	7	0,5	185	La Gloria, Cesar
52	1/03/2018	6:16:22 p.m.	8,73	73,57	137	1,4				La Gloria, Cesar
53	2/03/2018	4:18:46 a.m.	8,5	73,64	98	0,9				La Gloria, Cesar
54	19/03/2018	6:23:08 p.m.	8,63	73,57	93	1				La Gloria, Cesar
55	25/03/2018	8:40:58 p.m.	8,54	73,65	80	1,9				La Gloria, Cesar
56	3/06/2018	11:38:39 a.m.	8,6	73,65	42	1,1				La Gloria, Cesar
57	4/06/2018	11:04:33 p.m.	8,63	73,63	96	1,2				La Gloria, Cesar
58	6/06/2018	5:11:03 a.m.	8,56	73,58	98	1				La Gloria, Cesar
59	15/06/2018	4:48:57 p.m.	8,78	73,49	15	1,4				La Gloria, Cesar
60	27/06/2018	2:21:11 p.m.	8,69	73,5	95	1,7				La Gloria, Cesar
61	3/07/2018	8:42:02 a.m.	8,5	73,63	56	1,5				La Gloria, Cesar
62	14/07/2018	1:21:31 a.m.	8,65	73,64	81	1,6				La Gloria, Cesar
63	25/07/2018	2:15:28 p.m.	8,6	73,64	82	1,4				La Gloria, Cesar
64	21/09/2018	12:17:43 a.m.	8,57	73,7	24	1,7				La Gloria, Cesar
65	4/12/2018	8:18:06 a.m.	8.664	73.572	93	1,7				La Gloria,



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS							Código: MI-AYC-F-INFT		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)							Versión: 01		
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA							Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019		



No	FECHA	H_M_S	LAT	LON	Z	MAG	N_F	RMS	GAP	UBICACIÓN
										Cesar
66	1/01/2019	7:15:41 p.m.	8,74	73.493	100	1,6				La Gloria, Cesar
67	6/01/2019	2:54:11 p.m.	8.622	73,54	99	1,9				La Gloria, Cesar
68	26/01/2019	4:45:07 p.m.	8.482	73.717	82	1,4				La Gloria, Cesar
69	28/01/2019	5:48:37 a.m.	8.636	73,56	97	2				La Gloria, Cesar
70	18/02/2019	8:53:44 a.m.	8.654	73.628	89	1,7				La Gloria, Cesar
71	19/02/2019	8:05:20 p.m.	8.633	73.558	98	2				La Gloria, Cesar
72	3/03/2019	10:57:37 a.m.	8.662	73.576	92	1,5				La Gloria, Cesar
73	3/03/2019	5:02:13 p.m.	8,63	73.548	85	1,3				La Gloria, Cesar
74	18/03/2019	7:22:16 a.m.	8.645	73.566	96	1,5				La Gloria, Cesar
75	19/03/2019	8:22:54 a.m.	8,67	73,57	89	1,2				La Gloria, Cesar
76	23/03/2019	2:27:40 p.m.	8.538	73.591	91	1,9				La Gloria, Cesar
77	2/04/2019	1:41:51 p.m.	8.514	73.547	102	1,1				La Gloria, Cesar
78	4/04/2019	4:32:30 a.m.	5.559	73.696	90	1,2				La Gloria, Cesar
79	5/04/2019	9:16:02 a.m.	8.532	73.685	91	0,7				La Gloria, Cesar
80	8/04/2019	12:07:04 a.m.	8.599	73,61	93	1				La Gloria, Cesar
81	1/04/2019	1:04:52 a.m.	8.519	73.563	100	1,6				La Gloria, Cesar
82	14/04/2019	10:11:47 a.m.	8.586	73,55	34	1,6				La Gloria, Cesar
83	21/04/2019	12:26:27 p.m.	8.548	73.548	95	1,3				La Gloria, Cesar
84	6/05/2019	5:48:31 a.m.	8.744	73.519	97	1,7				La Gloria, Cesar
85	9/05/2019	12:57:21 p.m.	8.661	73.578	103	2,6				La Gloria, Cesar
86	15/05/2019	9:32:23 a.m.	8.769	73.573	89	2				La Gloria, Cesar
87	19/05/2019	12:26:04 a.m.	8.764	73.544	5	2,1				La Gloria, Cesar



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS							Código: MI-AYC-F-INFT	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)							Versión: 01	
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA							Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019	

No	FECHA	H_M_S	LAT	LON	Z	MAG	N_F	RMS	GAP	UBICACIÓN
88	28/05/2019	3:35:21 a.m.	8.692	73.524	82	1,4				La Gloria, Cesar
89	4/07/2019	5:25:55 a.m.	8.762	73,47	94	1,9				La Gloria, Cesar
90	7/07/2019	12:18:45 p.m.	8.738	73.606	91	1,8				La Gloria, Cesar
91	19/07/2019	3:19:24 a.m.	8.553	73.616	95	1,7				La Gloria, Cesar
92	9/08/2019	5:42:18 p.m.	8.611	73.634	96	1,1				La Gloria, Cesar
93	24/11/2019	1:43:11 a.m.	8.773	73.476	109	1,9				La Gloria, Cesar
94	24/11/2019	4:45:51 p.m.	8.626	73,61	93	1,7				La Gloria, Cesar
95	9/12/2019	7:48:50 a.m.	8.628	73,64	86	1,7				La Gloria, Cesar
96	18/12/2019	11:36:37 p.m.	8.783	73,43	1	2,7				La Gloria, Cesar
97	18/12/2019	11:39:30 p.m.	8,78	73.503	16	1,5				La Gloria, Cesar
98	29/12/2019	5:04:47 a.m.	8.794	73.448	0	1,8				La Gloria, Cesar
99	30/12/2019	11:05:51 a.m.	8.521	73.579	97	1,4				La Gloria, Cesar
100	2/01/2020	4:40:29 a.m.	8.571	73,62	88	1,2				La Gloria, Cesar
101	4/02/2020	9:32:46 a.m.	8.694	73.555	99	1,7				La Gloria, Cesar
102	14/02/2020	10:10:11 p.m.	8.772	73.468	19	3,1				La Gloria, Cesar
103	15/02/2020	3:10:21 a.m.	8.766	73.544	102	1,9				La Gloria, Cesar
104	26/03/2020	8:07:22 a.m.	8.703	73,51	105	1,2				La Gloria, Cesar
105	18/04/2020	8:34:03 p.m.	8.695	73.556	113	1,8				La Gloria, Cesar
106	19/04/2020	3:06:18 a.m.	8.577	73.656	112	1,3				La Gloria, Cesar
107	2/06/2020	7:47:15 a.m.	8,72	73,52	91	1,8				La Gloria, Cesar
108	15/06/2020	5:32:24 a.m.	8.792	73.467	91	1,6				La Gloria, Cesar
109	18/06/2020	8:39:54 a.m.	8,62	73.729	93	1,9				La Gloria, Cesar
110	21/07/2020	12:55:25 a.m.	8.742	73.593	92	1,8				La Gloria,



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS							Código: MI-AYC-F-INFT		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)							Versión: 01		
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA							Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019		

No	FECHA	H_M_S	LAT	LON	Z	MAG	N_F	RMS	GAP	UBICACIÓN
										Cesar
111	1/09/2020	10:47:54 a.m.	8.558	73,56	57	2,1				La Gloria, Cesar
112	4/09/2020	5:32:53 a.m.	8.605	73.744	82	1,5				La Gloria, Cesar
113	4/09/2020	2:29:09 p.m.	8.766	73.495	47	1,7				La Gloria, Cesar
114	9/09/2020	3:12:21 p.m.	8.677	73.539	101	2,2				La Gloria, Cesar
115	14/10/2020	2:14:43 a.m.	8.783	73.491	100	1,7				La Gloria, Cesar
116	19/10/2020	3:20:06 a.m.	8,49	73.692	91	1,8				La Gloria, Cesar
117	7/11/2020	11:18:10 p.m.	8.557	73.642	91	1,8				La Gloria, Cesar
118	9/01/2021	1:35:47 a.m.	8.622	73.795	74	1,7				La Gloria, Cesar
119	3/03/2021	6:01:20 a.m.	8.607	73.632	41	2,1				La Gloria, Cesar
120	7/03/2021	5:04:29 a.m.	8.588	73.682	87	1,6				La Gloria, Cesar
121	13/03/2021	4:30:28 a.m.	8.688	73.513	98	1,8				La Gloria, Cesar
122	16/05/2021	10:31:08 p.m.	8.632	73.756	82	1,6				La Gloria, Cesar

Fuente: Equipo consultor, 2021

#### 5.1.1.5.2. Movimiento en Masa.

Un movimiento en masa es el proceso por medio del cual un volumen de material constituido por roca, suelo, escombros o una combinación de cualquiera de estos, se desplaza por una ladera o talud por acción de la gravedad. Los movimientos en masa son parte de los procesos denudativos que modelan el relieve, su origen obedece a una gran diversidad de procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que se dan en la corteza terrestre. Si por una parte el levantamiento tectónico forma montañas, la meteorización sumada a otros factores detonantes (sismo, lluvia, acción del hombre) actúa sobre las laderas para desestabilizarlas y cambiar el relieve a una condición de planicie (Portillo, 2012). La susceptibilidad a movimientos en masa está condicionada principalmente por la existencia de procesos activos, la morfología del relieve y el material superficial (suelo, roca o intermedios) sobre el que reposa la ladera.

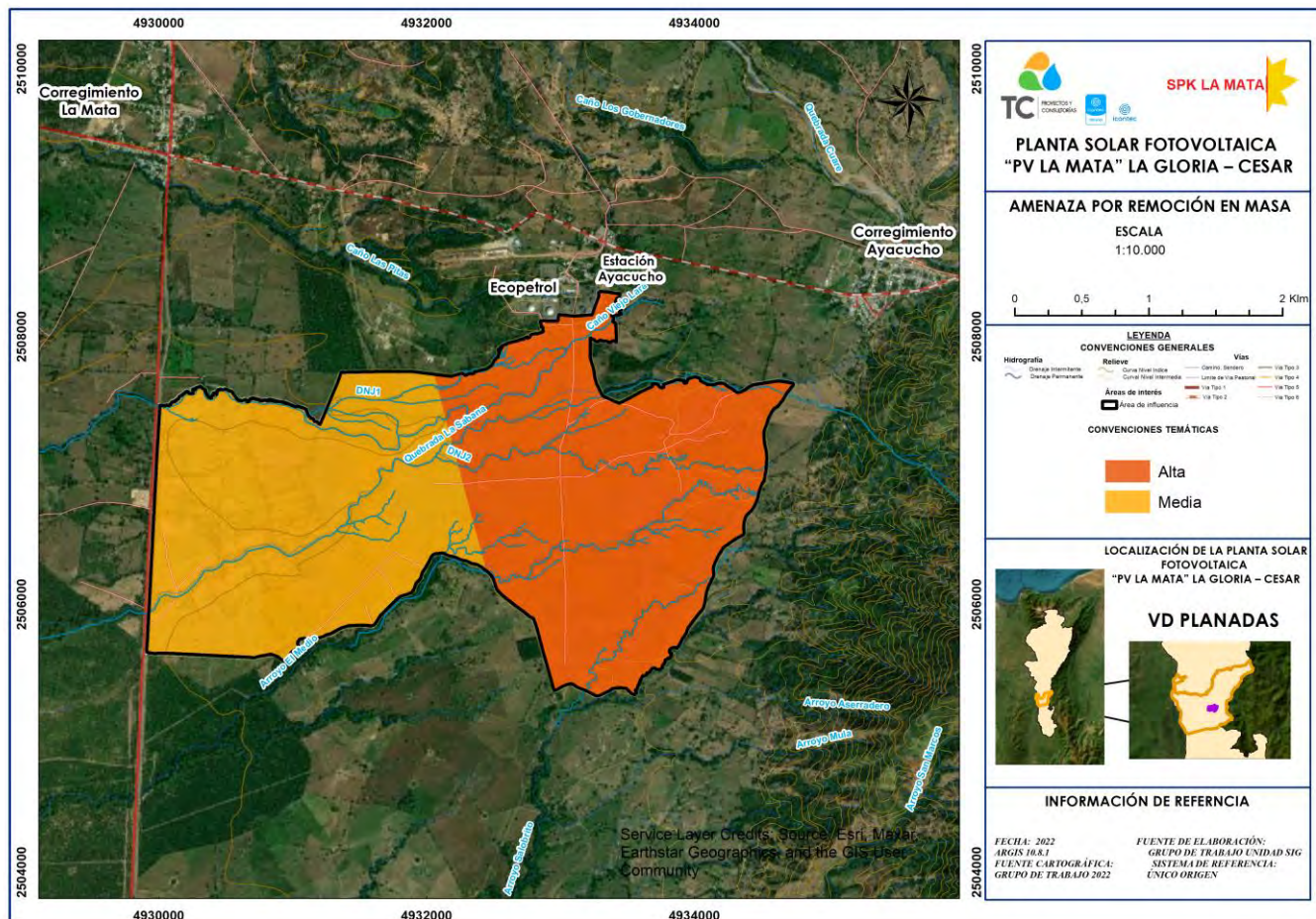
El área de influencia presenta dos categorías de amenaza por remoción en masa: el 52,21% del total del área de influencia corresponden a la categoría alta con 446,34 ha y el 47,79% del total del área de influencia corresponden a la categoría media con 408,50 ha.





	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019


Figura 8. Movimiento en Masa en el área de influencia.



Fuente: Equipo consultor, 2022

### 5.1.2. Geomorfología.

De acuerdo con la información secundaria disponible y ajustada al proyecto con la realización de Ortomosaicos (ver Figura 9) por medio de equipo no tripulado tipo Drone Phantom 4 Pro, con margen de error de 10 cm ajustado a nueve puntos de control y un mojón amarrado a IGAC, se definió las unidades geomorfológicas teniendo en cuenta la jerarquización desde la escala más general (geomorfoestructura) a escala 1:100.000 a la escala más específica a 1:10.000 (subunidad). Se tuvo en cuenta el análisis de los procesos morfogenéticos que dieron origen al relieve actual, los procesos morfodinámicos que continúan modelando la superficie del terreno,

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

las características morfométricas que ayudan a la limitación y descripción de cada unidad presente en el área de estudio, y las morfoestructuras presentes que dominan y rigen el estilo estructural de esta área.



Figura 9. Ortomosaico elaborado a partir de levantamiento con equipo no tripulado.



Fuente: Equipo consultor, 2022

La clasificación de las unidades geomorfológicas se desarrolla a partir de la jerarquización que presenta el Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2012), para la cual, las categorías definidas de escala menor a mayor son: geomorfoestructuras, provincias, regiones, unidades, subunidades y componente geomorfológico.



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



Fuente: Carvajal 2012; SGC, 2012.

Geomorfoestructura: Se refiere a grandes áreas geográficas o amplios espacios continentales o intracontinentales, caracterizados y definidos por estructuras geológicas y topográficas regionales que han tenido deformación o basculamiento y posiblemente, metamorfismo o intrusión ígnea (Carvajal, 2012).

Dentro de las Geomorfoestructuras se consideran las Cordilleras o Orogenos, grandes cuencas sedimentarias, Cratones o Escudos, Plataformas o Rifts Valleys.

Esta se define como extensas áreas geográficas continentales o intercontinentales caracterizado y definido por estructuras geológicas y topográficas regionales que han presentado procesos de sedimentación, metamorfismo y actividad ígnea importante. Específicamente el área de estudio hace los ambientes estructural y ambiente Depositional que es el producto de la acción de varios eventos geológicos, siendo los más relevantes la formación de terrenos por la acumulación de sedimentos en ambientes lacustres, transicionales y continentales; la acreción de estos terrenos al continente por choques de placas tectónicas y la posterior deformación y elevación de estos como consecuencia de eventos orogénicos.

Provincias geomorfológicas: Las provincias geomorfológicas corresponden a conjuntos de regiones con geoformas similares y definidas por un macro relieve y una génesis principal. Localmente se relacionan con las regiones naturales y los terrenos geológico de Colombia los cuales están limitados por el trazo de las megafracturas y suturas. (INGEOMINAS 1999). El área de influencia se localiza en las provincias cercanas provincias geomorfológicas denominadas como estribaciones orientales de la Cordillera Oriental (Serranía de los Motilones-Perijá), estribaciones orientales de la Cordillera Central (serranía de San Lucas) y hacia el norte del Valle Medio del río Magdalena.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

De igual forma son entendidas como conjunto de regiones con geoformas parecidas y definidas por un macrorrelieve y una génesis geológica similar. Se diferencian y delimitan las formas del relieve tomando como base sus características geológicas, morfológicas y geográficas (Carvajal, 2012). En el territorio colombiano se distinguen las siguientes provincias (Tabla 4).

Tabla 4. Provincias Geomorfológicas (Adaptado de SGC, 2012)

Provincias geomorfológicas en Colombia	
Baja Guajira	Plataforma continental del Pacífico
Catatumbo	Plataforma continental pacifica
Cerros Aislados del Guania	Serranía Araracuara
Cinturón Montañoso del Sinú	Serranía Caranacoa
Cordillera Central	Serranía de Chiribiquete
Cordillera Occidental	Serranía de la Macarena
Cordillera Oriental	Serranía de San Jacinto
Cuenca del Cesar Rancheria	Serranía de San Lucas
Cuencas bajas del Magdalena y Cauca	Serranía de Taraira
Fosa de plato	Serranía del Aguilla
Lomas de canalete	Serranía del Baudó
Mesas del Caruru	Serranía del Darién
Mesas del Vaupes	Serranía del perijá
Montes de María	Serranía Naquén
Peneplanicies de la Amazonía	Serranía Tunahí
Peneplanicies y llanuras de la Orinoquía	Serranías de cocinas y Simarua
Planicies cratonicas del Vaupes y Guainia	Serranías de la Alta y baja Guajira
Planicies de la Media y Baja Guajira	Serranías de Macuira y Jarara
Planicies del Pacífico	Sierra Nevada de Santa Marta
Planicies y fosas del Caribe	Valle interandino Cauca - Patia
Planicies y fosas del pacífico	Valle interandino Cesar
Plataforma Continental Caribe	Valle interandino Magdalena

Fuente: Equipo consultor a partir de Carvajal 2012; SGC, 2012.



Región geomorfológica: Las regiones hacen referencia a los ambientes morfogenéticos que predominan en la cuenca. Involucran a las Geoformas relacionadas a la génesis de los paisajes y definidas por un marco de ambiente morfogenético definido y afectado por procesos dinámicos similares. En esta división se pueden agrupar áreas equivalentes a vertientes que estén contenidas dentro de una provincia geomorfológica y que representen un ambiente morfogenético particular con condiciones climáticas homogéneas. El área de estudio se encuentra en la región correspondiente a los ambientes morfogenéticos de origen Estructural y Depositional.

Es la agrupación de geoformas relacionadas genética y geográficamente, definidas por los ambientes morfogenéticos y geológicos afectados por procesos geomórficos parecidos. El ambiente morfogenético alude a las condiciones físicas, químicas y bióticas y climáticas en las cuales se generaron las geoformas (Carvajal, 2012).

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Es importante tener muy claro el ambiente geológico en el que se desarrolla el proyecto donde se va a elaborar la cartografía geomorfológica. Tales factores como la geología regional, donde se relate la evolución geodinámica de la zona, los procesos externos dominantes, condiciones de humedad, vegetación, así como estudios geomorfológicos anteriores, se deben tener en cuenta antes de elaborar el mapeo de detalle:

- Denudacional-D: Este ambiente está definido por la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que remodelan y dejan remanentes de las unidades preexistentes y de igual manera, crean nuevas por la acumulación de sedimentos (Servicio Geológico Colombiano, 2012).
- Fluvial y Lagunar-F: Está influenciado por procesos de erosión de las corrientes de los ríos y por la acumulación o sedimentación de materiales en las áreas aledañas a dichas corrientes, de esta manera, es posible encontrar unidades aledañas a ríos, quebradas y en el fondo de los cauces, cuyos depósitos son transportados y acumulados cuando éstas pierden su capacidad de arrastre (Servicio Geológico Colombiano, 2012).
- Marino – Costero-M: Las geoformas construidas en este ambiente, resultan de la interacción de los procesos marinos de oleaje y la acción de las mareas sobre los elementos continentales tales como la estructura y la litología local, al igual que, los aportes fluviales deltaicos y las formaciones arrecifales (Servicio Geológico Colombiano, 2012).
- Eólico-E: Incluye las geoformas que se originan por la acción del viento e involucra procesos de transporte, fragmentación y depósito de partículas de diversos tamaños, actuando como un agente modelador del paisaje. Este ambiente es característico principalmente de zonas desérticas (Servicio Geológico Colombiano, 2012).
- Estructural-S: Este ambiente involucra procesos relacionados con la dinámica interna de la tierra, asociados principalmente al plegamiento y el fallamiento de las rocas, cuya expresión morfológica es definida por la tendencia y la variación en la resistencia de las unidades geológicas (Servicio Geológico Colombiano, 2012).
- Volcánico-V: Incluye las geoformas que se originan por procesos relacionados con la actividad volcánica producto de la dinámica interna de la tierra, asociados principalmente a erupciones explosivas y/o efusivas, acumulación de productos y remoción de estos, así como a la intrusión submagmática en los niveles superiores de la corteza (Servicio Geológico Colombiano, 2012).
- Glacial y Periglacial-G: Involucra procesos de intensa erosión ocasionados por el movimiento de las masas de hielo en zonas de alta montaña durante épocas glaciales o en la actualidad. Estos eventos modelaron el sustrato rocoso preexistente, generando grandes

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

cantidades de sedimento que fueron transportados o acumulados en las laderas adyacentes (Servicio Geológico Colombiano, 2012).

- Kárstico-K: Incluye las geoformas originadas por meteorización química de rocas compuestas por minerales solubles en agua (caliza, dolomía, yeso), que origina terrenos esculpidos de configuración compleja con relieves positivos o negativos (Consorcio Microzonificación, 2006).
- Antropogénico-A: Ambiente en el cual las geoformas son originadas como resultado de la intervención del hombre sobre el terreno, en la mayoría de los casos con el objetivo de realizar construcción de vivienda, obras de ingeniería, disposición de desechos o escombros y adecuación de nuevas vías, que modifica la morfología natural del terreno (Servicio Geológico Colombiano, 2012).


Subunidad Geomorfológica: Categoría que corresponde a una subdivisión de las unidades geomorfológicas. Está determinada fundamentalmente por los contrastes morfológicos y morfométricos, que relacionan el tipo de material o la disposición estructural de estos con la correspondiente topografía del terreno. Igualmente, está definida por el contraste dado por las formaciones superficiales asociados a procesos morfodinámicos actuales de meteorización erosión, transporte y acumulación (Carvajal, 2012). La escala de trabajo oscila entre 1:10.000 y 1:25.000 (Tabla 5).

Tabla 5. Subunidades geomorfológicas (Adaptado de SGC, 2012)

Subunidad Geomorfológica	
Arista Glaciada	Hoyos de deflación
Barras	Intermareales
Basines	Ladera denudada
Cañadas Karstificadas	Ladera estructurada glaciada
Conos	Ladera Interna de crater
Cornisas Estructurales	Ladera Volcánica
Cuello volcánico	Laderas de contrapendiente
Deltas desborde	Laderas estructurales
Deltas lagunares	Llanuras
Deslizamientos	P. Abrasion
Dunas de sombra	Planos de explanación
Flancos de Cantera	Playas
Fondo de Polje	Terrazas fluviales
Gasis Erosión	Yardangs

Fuente: Equipo consultor a partir de Carvajal 2012; SGC, 2012.

De lo anterior, resulto que el departamento del César se compone de tierras bajas, especialmente en la parte suroccidental por donde pasa el recorrido del río Magdalena; también se encuentra influenciado por la Sierra Nevada de Santa Marta en la parte

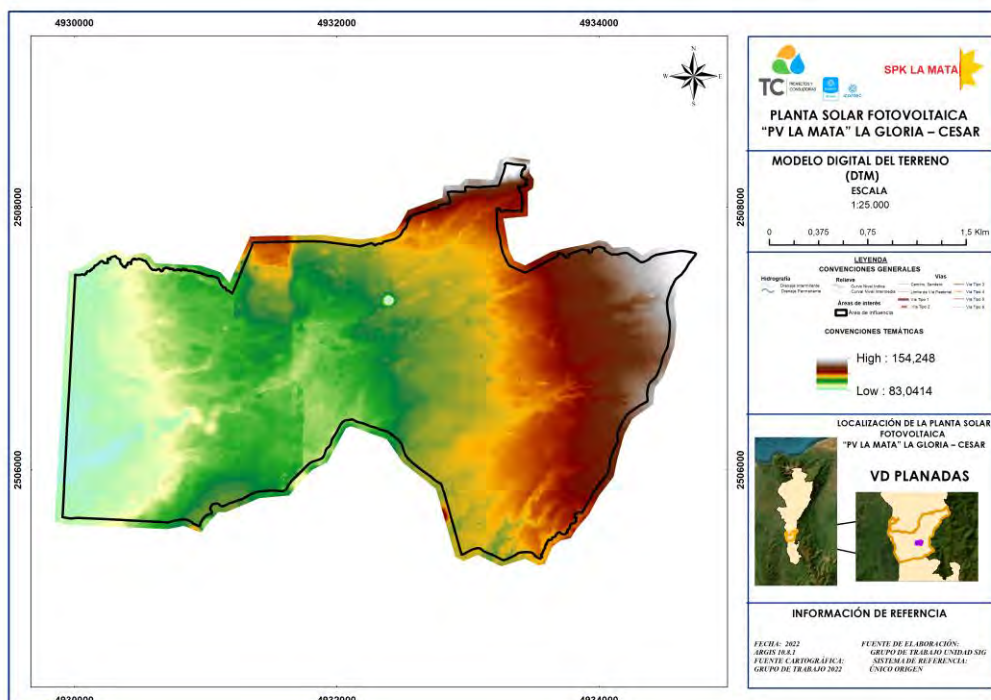
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

noroccidental, y la Serranía de Perijá en la parte oriental. Los paisajes que se encuentran son Piedemonte (42,4%), Montaña (35,4%), Planicie (9.7%), Lomeríos (8.8%) y Valle Aluvial (1.3%) (INCODER&MINAGRICULTURA, 2013).

De acuerdo al informe de Aprovechamiento y Protección Integral del Agua Subterránea en las Cuencas de los Valles de los Ríos Cesar y Magdalena, Departamento del Cesar, las zonas montañosas tienen alturas que sobrepasan los 5.700 msnm, con pendientes abruptas o inclinadas que superan el 50%; mientras tanto, las zonas planas, corresponden a las llanuras de inundación y ciénaga de los valles del Río César y Magdalena, está conforma los depósitos aluviales acumulados por este río y en afluentes principales como el Ariguani, presenta variaciones altimétricas entre los 50-200 msnm (INCODER&MINAGRICULTURA, 2013).

Para la construcción del ortomosaico se implementó el software informático Pix4D, desde el cual fue posible crear a partir del registro fotográfico obtenido en el vuelo, un mosaico georreferenciado y el modelo digital de terreno (Figura 11). De acuerdo con el DTM se establece que las alturas presentes en el área de influencia del proyecto oscilan entre 83 msnm hasta 154 msnm.

Figura 11. Modelo digital del terreno del área de influencia del proyecto PV LA MATA



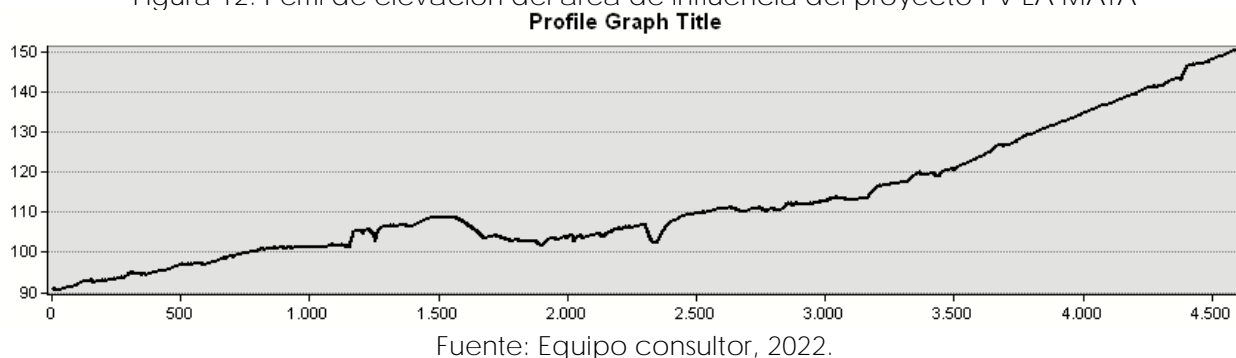
Fuente: Equipo consultor, 2022.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Adicionalmente de acuerdo con el perfil de elevación se evidencia que las menores alturas se encuentran hacia la parte Oeste del área de influencia del proyecto, sectores asociados a planicies y terrazas y las mayores alturas al Este del área de influencia donde se alcanzan aproximadamente 154 msnm.

Figura 12. Perfil de elevación del área de influencia del proyecto PV LA MATA



De acuerdo con la revisión bibliográfica y la información primaria del modelo digital del terreno se identificaron las siguientes unidades geomorfológicas:

La geomorfoestructura del área de influencia corresponde a la Orogénesis Greenvillana de la Cordillera Oriental y el Valle del río Magdalena, originado de las provincias geomorfológicas denominadas como estribaciones orientales de la Cordillera Oriental (Serranía de los Motilones-Perijá), estribaciones orientales de la Cordillera Central (serranía de San Lucas) y hacia el norte del Valle Medio del río Magdalena. En términos generales la representación del ambiente fluvial se encuentra influenciada por la dinámica del río Magdalena que divaga sobre una amplia planicie aluvial de inundación (SGC & Universidad de Caldas, 2015). Las características de las unidades geomorfológicas mayores se encuentran en función de la naturaleza del sustrato, clima, distribución espacial del suelo y la diferencia de los materiales en el conjunto morfo pedológico. Las unidades que se encuentran en el área de influencia son (Figura 13):

#### 5.1.2.1. Región de Piedemonte Aluvial.

Se entienden como se encuentra en el área de influencia con una representación de 832,65 ha, es decir, 97,44%; las características principales es que se encuentran en altitudes que van desde 150-400 metros, constituidos por secuencia de abanicos de polo-pleistoceno. Está unidad presenta secuencia de abanicos, glaciares y vallecitos, que determina varios tipos de relieve. Se observan procesos de sedimentación diferencial como resultado de la acción conjunta de cambios bruscos de pendiente y de clima, en el pasado. Las características de la sabana es la de conformación de tipo de vegetación formada por gramíneas y alguna vegetación arbustiva que se adapta a condiciones de fertilidad muy baja del suelo. Los vallecitos separados dentro de esta unidad son estrechos, de forma alargada y topografía plana; eje principal el curso de un río

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

y se encuentran delimitados a lado y lado por talud (Corpocesar & Universidad Distrital FJC, 2013).

De esta gran geoforma aumentamos la escala para área de influencia a 1:10.000 dando como resultado las siguientes subunidades:

#### 5.1.2.1.1. Planicie Depositional.

Es entendida como porción de terreno extensa, plana, no confinada, de posición baja y pendiente plana a suave, generalmente menor a 5°. Se destaca por presentar un sistema fluvial complejo, donde son frecuentes las difluencias de las corrientes. (SGC, 2012). Para el área de influencia esta subunidad geomorfológica tiene una extensión de 104,65 ha, lo cual equivale al 12,24% del área de influencia.

**Morfogénesis:** Se generan por la deposición y divagación de los principales drenajes del área de influencia. (SGC, 2015)

**Morfografía:** Esta unidad la representan zonas planas con pendientes menores al 3%, en las cuales se identifican elementos geomorfológicos de vallecitos de 1 a 3 metros de profundidad, de igual forma se entiende como franja de terreno plana, de morfología baja y ondulada eventualmente inundable que se distribuye a ambos lados de las principales corrientes, también se incluyen los planos fluviales menores en formas de "U" o "V" y conos coluviales menores, localizados en los flancos de los valles intramontanos. (SGC, 2015)

**Morfodinámica:** Esta geoforma no presenta ocurrencia de movimientos en masa, dada su baja pendiente.

#### 5.1.2.1.2. Terraza de acumulación subreciente.

Superficie elongada, plana a suavemente ondulada, modelada sobre sedimentos aluviales, que se presenta en forma pareada, limitada por escarpes de diferente altura a lo largo del cauce de un río. Su origen es relacionado a procesos de erosión y acumulación aluvial, dentro de antiguas llanuras de inundación. Su formación incluye fases de acumulación, incisión y erosión vertical. Estas terrazas pueden ser parte de cauces rectos a meándricos. Su depósito está constituido por gravas arenas, limos y arcillas, con disminución del tamaño a medida que se aleja del cauce del cuerpo de agua (SGC, 2015).

Para el área de influencia esta subunidad geomorfológica tiene una extensión de 162,86 ha, lo cual equivale al 19,05 % del área de influencia.

**Morfogénesis:** Su origen está relacionado con procesos de erosión y acumulación aluvial actuales dentro de antiguas llanuras de inundación. (SGC, 2015)





	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

*Morfografía:* Plano elongado de morfología plana a suavemente ondulada y modelada sobre sedimentos aluviales, que se presentan en forma pareada a lo largo de los cauces de las corrientes principales y que están limitadas por escarpes de diferente altura. (SGC, 2015)

*Morfodinámica:* Esta geoforma presenta en algunos lugares pequeños desprendimientos de material que afectan directamente la corriente asociada. (SGC, 2015)

#### 5.1.2.1.3. Abanico aluvial subreciente.

Superficie en forma de cono, de laderas cóncavas o convexas, de morfología plana, aterrazada. Su origen está asociado a la acumulación torrencial y fluvial en forma radial donde una corriente desemboca en una zona plana. Los canales fluyen radialmente, cortando el abanico, siendo más profundos en el ápice del abanico y más someros al alejarse de él. Su tamaño puede alcanzar kilómetros de largo y ancho. Este término se aplica para describir el abanico con una edad relativa intermedia, cuando se presentan dos o más abanicos juntos que se pueden separar como unidades geomorfológicas. Normalmente esta unidad tiene algo de incisión ya desarrollada, pero aún se puede reconocer con claridad la superficie superior. Puede o no haber generado las mesas del abanico (SGC, 2015).

Para el área de influencia esta subunidad geomorfológica tiene una extensión de 565,28 ha, lo cual equivale al 66,15 % del área de influencia.

*Morfogénesis:* Su origen está asociado a la acumulación torrencial y fluvial en forma radial donde una corriente desemboca en una zona plana. Los canales fluyen radialmente, cortando el abanico, siendo más profundos en el ápice del abanico y más someros al alejarse de él. (SGC, 2015)

*Morfografía:* Asociados a laderas cóncavas o convexas, de morfología plana con inclinaciones menores al 13%. (GC, 2015)

*Morfodinámica:* Esta geoforma presenta en algunos lugares pequeños desprendimientos de material que afectan directamente la corriente asociada, esto por causa de drenajes artificiales para drenar las aguas lluvias de los predios en el área (SGC, 2015)

#### 5.1.2.2. Región de Montaña Estructural Erosional.

Se encuentra en el área de estudio con una representación de 21,86 ha, es decir, 2,56%; corresponden principalmente a la provincia fisiográfica de la región Andina, presenta un relieve accidentado con altitudes de más de 250 m. En esta unidad hay suelos poco profundos, con pedogénesis relativamente incipiente. Se desarrolla proceso como reptación, que se observa en la inclinación de los árboles, se presenta movimientos en masa, que tiene relación con el espesor

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

de los materiales alterados y la cobertura vegetal. El paisaje montañoso se modela por escurrimiento difuso, específicamente donde se reemplaza la vegetación arbórea por actividades de pastos, originándose erosión (Corpocesar&Universidad Distrital FJC, 2013).

Dentro de la ecorregión de la Serranía del Perijá encontramos que la unidad geomorfológica con mayor representatividad es el modelado erosionar en complejo sedimentario y cenizas volcánicas, presentando una unidad genética de relieve de montañas estructurales denudativas, el tipo de clima que se presenta es húmedo y con Morfodinámica de remociones en masa y erosión de superficies.

De esta gran geoforma aumentamos la escala para área de influencia a 1: 10.000 dando como resultado las siguientes subunidades:

#### 5.1.2.2.1. Ladera de contrapendiente de cuesta.

Superficie vertical a subvertical muy corta a corta, de forma cóncava o convexa de pendiente escarpada, generada por estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno. Para el área de influencia esta subunidad geomorfológica tiene una extensión de 14,36 ha, lo cual equivale al 1,68 % del área de influencia.

*Morfogénesis:* Superficie vertical a subvertical muy corta a corta, de forma cóncava o convexa de pendiente escarpada, generada por estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno. (SGC, 2015)

*Morfografía:* Esta geoforma presenta procesos erosivos intensos y constituye el 0,17% de las unidades interpretadas. (GC, 2015)

*Morfodinámica* Se constituye de intercalaciones de rocas duras a intermedias, con desarrollo de drenaje dendrítico subparalelo localmente denso, asociado con procesos coluviales. (SGC, 2015).

#### 5.1.2.2.2. Tope plano y corto.

Superficie vertical a subvertical muy corta a corta, de forma cóncava o convexa de pendiente escarpada, generada por estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno. Para el área de influencia esta subunidad geomorfológica tiene una extensión de 0,44 ha, lo cual equivale al 0,05 % del área de influencia.

*Morfogénesis:* Superficie vertical a subvertical muy corta a corta, de forma cóncava o convexa de pendiente escarpada, generada por estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno. (SGC, 2015)

*Morfografía:* Esta geoforma presenta topes planos y cortos. (GC, 2015)

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Morfodinámica: Se constituye de intercalaciones de rocas duras a intermedias, con desarrollo de drenaje dendrítico subparalelo localmente denso, asociado con procesos coluviales. (SGC, 2015).

#### 5.1.2.2.3. Ladera cóncava corta y topes redondeados.

Superficie en declive, de morfología regular a irregular, definida por planos preferentes (estratos, foliación, diaclasamiento entre otros) paralelos al sentido de la inclinación del terreno. Puede presentarse con longitud larga a extremadamente larga y con pendientes suavemente inclinadas a escarpadas. En esta geoforma los datos estructurales no permiten establecer una asociación con alguna estructura de tipo regional (anticlinal, sinclinal, homoclinal, monoclinal, entre otros). Para el área de influencia esta subunidad geomorfológica tiene una extensión de 7,06 ha, lo cual equivale al 0,83 % del área de influencia.

Morfogénesis: Superficie vertical a subvertical muy corta a corta, de forma cóncava o convexa de pendiente escarpada, generada por estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno. (SGC, 2015)

Morfografía: Esta geoforma presenta laderas cóncavas cortas y de topes redondos. (GC, 2015)

Morfodinámica: Se constituye de intercalaciones de rocas duras a intermedias, con desarrollo de drenaje dendrítico subparalelo localmente denso, asociado con procesos coluviales. (SGC, 2015).

Tabla 6. Resumen características geomorfológicas del área de estudio.

GEOMORFO-ESTRUCTURA	PROVINCIA GEOMORFOLÓGICA	REGIÓN GEOMORFOLÓGICA	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	ÁREA	%
Orogénesis Greenvillana de la Cordillera Oriental y el Valle del río Magdalena	Estribaciones orientales de la Cordillera Oriental (Serranía de los Motilones-Perijá), estribaciones orientales de la Cordillera Central (serranía de San Lucas) y hacia el norte del Valle Medio del río Magdalena	Piedemonte Aluvial	Planicie Depositional	104,65	12,24
			Terraza de acumulación subreciente	162,86	19,05
			Abanico aluvial subreciente	565,28	66,15
		Montaña Estructural Erosional	ladera de contrapendiente de cuentas	14,36	1,68
			Tope Plano y Corto	0,44	0,05
			Ladera cóncava y corta de topes redondeados	7,06	0,83

Fuente: Equipo consultor a partir de Corpomojana et al., 2019


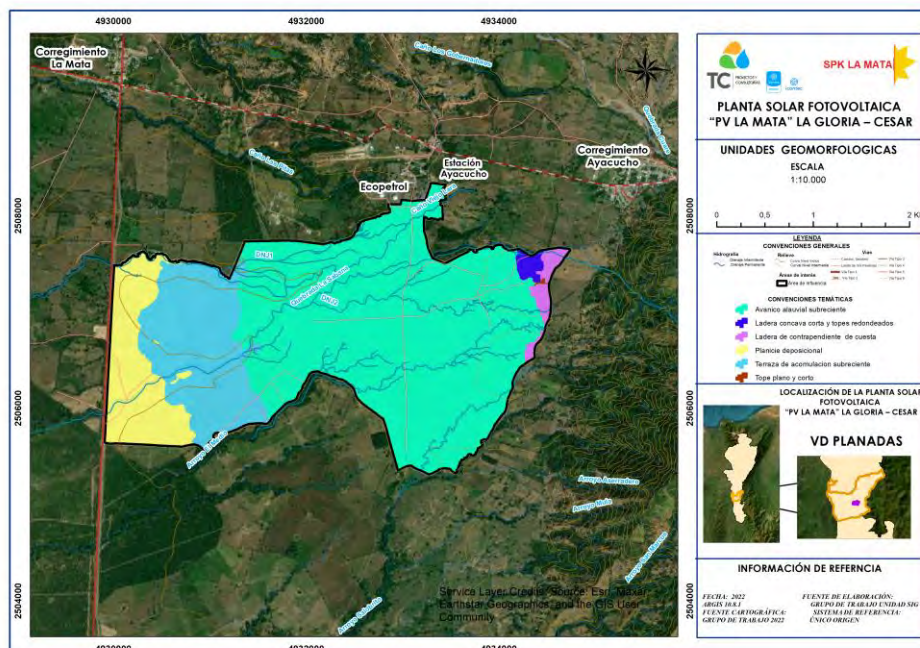
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 13. Unidad geomorfológica del área de influencia.



Fuente: Equipo consultor, 2022

La información de este apartado se recopila en el Anexo C2. Geomorfología.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

### 5.1.3. Suelos y uso del suelo.

El departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) en conjunto con el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS) definen el suelo como *un “cuerpo natural que comprende a sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que ocurren en la superficie de la tierra, que ocupa un espacio y que se caracteriza por uno o ambos de los siguientes: horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de las adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas enraizadas”*(United States Department of Agriculture-USDA & Natural Resources Services-NRCS, 2006).

En los estudios de suelos los conceptos de desarrollo genético, factores y procesos que intervienen en la evolución, son muy importantes para entender la relación que existe entre los suelos y el medio ambiente, a la vez, constituyen un criterio teórico fundamental para la conformación y delimitación de las unidades cartográficas del suelo, dichas unidades de suelo son áreas homogéneas con características edafológicas similares. Para la definición de las unidades cartográficas en el área de estudio se tomó como información de los estudios generales de suelos del departamento del Cesar realizados por el IGAC (2013) y controles de campo cumpliendo la norma establecida sobre la proporcionalidad de observaciones: 40% de detalladas (cajuelas) y 60% de comprobación (barrenos).

#### 5.1.3.1. Unidades de uso de suelo.

La representación a escala del patrón de distribución de los suelos de un área determinada constituye un mapa de suelos. Este mapa, a su vez, está formado por unidades cartográficas, conocidas más comúnmente como Unidades de Mapeo, las cuales delimitan un sector de la población de suelos (contenido pedológico) que forma parte de una o varias clases de la pirámide taxonómica (Malagón & Cortés, 1983).

Para identificar las unidades de suelo presentes en el área de influencia se toma el estudio de suelos realizados por el IGAC para el año 2013, se tomó como referencia la cartografía de la plancha 65 a escala 1:100.000 y planchas 65IVD3 a escala 1:25.000 del IGAC del año 2018 (se anexan en la GDB), Así mismo, se efectuaron control de campo cumpliendo la norma establecida sobre la proporcionalidad de observaciones, con el propósito de establecer las características necesarias para clasificar el suelo; así mismo, el límite de variación de las unidades taxonómicas al nivel considerado y las fases de las unidades cartográficas (Figura 14).





 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 14. Ejemplo de Controles de campo realizado para el estudio de suelo



Fuente: LURTEK & SOLARPACK, 2019

Las observaciones de comprobación se llevan a cabo con calicatas que permiten la identificación de las clases de suelos, definidas previamente mediante las observaciones detalladas; Una vez obtenido el inventario de los suelos, escogieron los sitios representativos para la descripción detallada de las características externas e internas de los perfiles en calicatas. Los perfiles se clasificaron tentativamente en el campo hasta nivel de subgrupo y clase por tamaño y se realizó un ejercicio de iterativo con los resultados obtenido en el informe analítico de laboratorio (Figura 15).

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 15. Ejemplo de informe analítico de suelos realizados para el área de influencia

**INFORME ANALÍTICO N° 000297681GEN-A01-001**

#CLIENTE:	LURTEK CONSULTORES GEOTECNICOS		
#DIRECCIÓN:	c/ Extremadura nº 11. Bajo 20015 San Sebastián España		
N° DE MUESTRA:	000297681	#MATERIAL:	Suelo agrícola
#REFERENCIA:	FV JERICO C_2 (0.80M)		
#INFORMACIÓN ADICIONAL:			
OBSERVACIONES:			
DESCRIPCIÓN:	Muestra en envase cerrado, no precintado.		
CANTIDAD APROX.:	>500gr	ENVASE:	Plástico
* TOMA MUESTRA:	Cliente	* FECHA/HORA TOMA MUESTRA:	21/10/2019 No aportada por el cliente
FECHA/HORA RECEPCIÓN:	22/10/2019 14:12	FECHA INICIO:	22/10/2019
		FECHA FIN:	25/10/2019

Listado de parámetros analizados

Parámetro	Resultado	U	Unidad	Recuperación (%)	LC	Procedim.	Técnica
<b>Ensayos varios</b>							
* Acidez hasta pH 4,3	10.9		mmol/Kg			Interno	Volumetría
* Alcalinidad hasta pH 7,0	4.07		mmol/Kg			Interno	Volumetría
* Humedad	11.1		%			PEE52	Gravimetría
* Potencial Redox en el extracto 1:5	257		mV			Interno	Potenciometría
* Sales neutras en extracto acuoso (Cloruros y Sulfatos)	< 3.00		mmol/Kg		3.00	Interno	.
* Sulfitos	174		mg/Kg		100	Interno	Destilación
* Sulfuros	< 5.0		mg/Kg		5.0	Interno	Potenciometría
<b>Macronutrientes</b>							
* Sulfatos en extracto HCl 0,1 N	< 2.00		mmol/Kg		2.00	PEE50/104	Cromatografía iónica
<b>Propiedades fisicoquímicas</b>							
* Acidez Baumann Gully	< 5.0		ml/Kg		5.0	Interno	Volumetría
<b>Propiedades sobre la fertilidad</b>							
* Carbonatos	0.18		% CaCO3		0.10	PEE46	Calcimetría
pH a 25°C 1:5	9.6				2.0	PEE50/01	Potenciometría

Fuente: LURTEK & SOLARPACK, 2019

A continuación, se presentan las principales características de cada una de las unidades cartográficas de suelos y sus respectivos componentes taxonómica identificadas en el área de estudio según la clasificación de suelos del IGAC 2013 (Tabla 7).



Cra 6 No. 62b – 32 Edificio Sexta Avenida. Montería. Córdoba 7890384  
[info@tcsas.co](mailto:info@tcsas.co) [www.tcsas.co](http://www.tcsas.co)

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 7. Unidades Cartográficas de Suelo

PAISAJE Y AMBIENTE MORFOGENÉTICO	CLIMA AMBIENTAL	MATERIAL PARENTAL	CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS	COMPONENTES TAXONÓMICOS	SÍMBOLO	ÁREA Ha	%
Piedemonte aluvial	Húmedo tropical	Cuerpos de agua	Cuerpos de agua artificiales, para la piscicultura y abrevadero de ganado	CA	CA	4,16	0,49
		Sedimentos coluvio aluviales, gruesos en matriz arcillosa	Moderadamente profundos, texturas gruesas en superficie y en profundidad moderadamente gruesas, bien drenados, fuertemente ácidos, fertilidad natural muy baja	Typic Undorthents	PVAbp	240,78	28,17
		Sedimentos aluviales, medios y finos	Profundos y moderadamente profundos, texturas finas, bien drenados, fuertemente ácidos y moderadamente alcalinos, fertilidad natural moderada y alta	Oxic Dystrudepts, Typic Udifluvents	PVEa1	587,84	68,78
Montaña estructural Erosional		Cuerpos de agua	Cuerpos de agua artificiales, para la piscicultura y abrevadero de ganado	CA	CA	0,007	0,0001
		Sedimentos coluvio aluviales, gruesos en matriz arcillosa	Moderadamente profundos, texturas gruesas en superficie y en profundidad moderadamente gruesas, bien	Typic Undorthents	PVAbp	18,96	2,22

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019


PAISAJE Y AMBIENTE MORFOGENÉTICO	CLIMA AMBIENTAL	MATERIAL PARENTAL	CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS	COMPONENTES TAXONÓMICOS	SÍMBOLO	ÁREA Ha	%
			drenados, fuertemente ácidos, fertilidad natural muy baja				
		Sedimentos aluviales, medios y finos	Profundos y moderadamente profundos, texturas finas, bien drenados, fuertemente ácidos y moderadamente alcalinos, fertilidad natural moderada y alta	Oxic Dystrudepts, Typic Udifluvents	PVEa1	2,90	0,34

Fuente: Elaboración consultor a partir del estudio de suelos del Cesar, elaborado por el IGAC en el 2013.

A continuación, se describen los suelos que predominan en el área de influencia los cuales son; el suelo PVAbp que tiene un área de 259,74 Ha correspondiente al 30,39% del área de influencia, seguido de suelo que mayor predomina el cual es PVEa1 con un porcentaje de 69,12 el cual tiene un área de 590, 75 Ha.

#### 5.1.3.1.1. Unidad de suelo PVAbp.

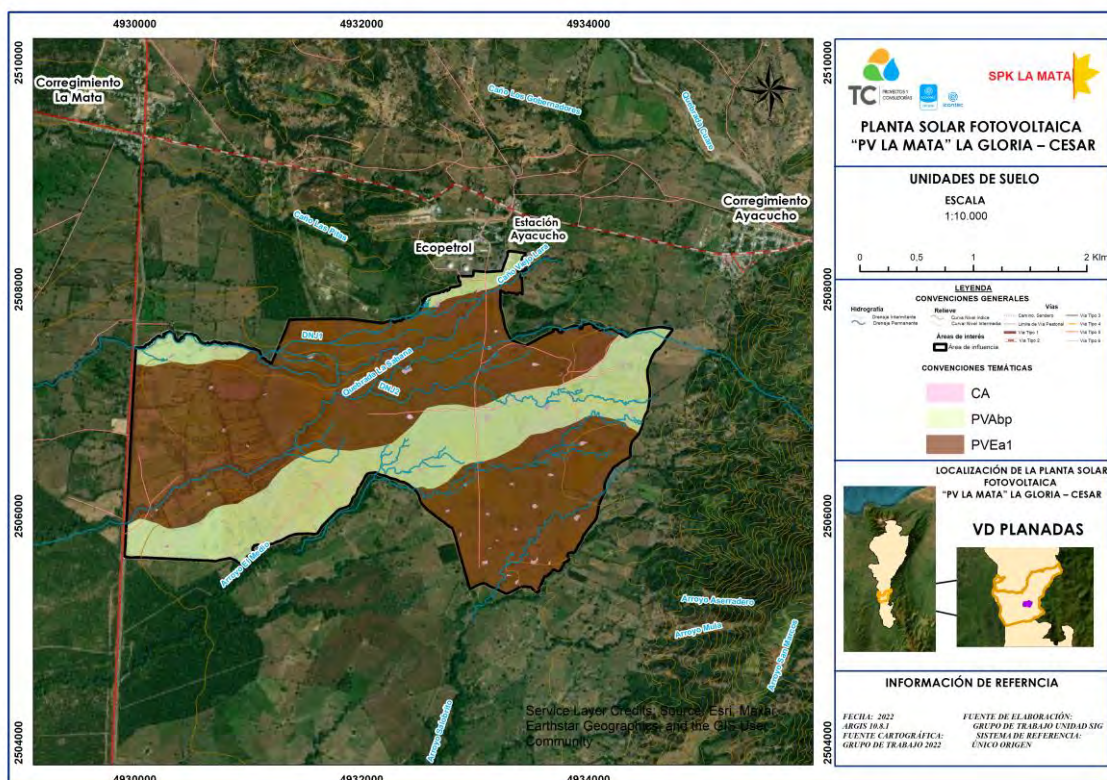
Esta unidad cartográfica de suelos se distribuye en un clima húmedo tropical, dentro del paisaje de pie de monte aluvial, conformado por un material parental de Sedimentos coluvio aluviales, gruesos en matriz arcillosa, tipo de relieve es de Terraza de acumulación subreciente, Planicie Depositional y Abanico aluvial sub-reciente con formas del terreno que corresponden a abanico aluvial. La componen los suelos: Typic Undorthents. Estos suelos son Moderadamente profundos, texturas gruesas en superficie y en profundidad moderadamente gruesas, bien drenados, fuertemente ácidos, fertilidad natural muy baja, entendido como abanico aluvial Subreciente, Imperfecto a excesivo son de relieve ligeramente ondulado, con pendientes menores del 13%, superficiales, limitados por consistencia firme, con procesos erosivos ligeros, bien drenados, texturas finas. Los suelos son de reacción neutra, la capacidad de intercambio catiónica es alta, las bases totales son altas y la saturación de esta alta; el contenido de carbono orgánico es alto, el potasio es moderado y el contenido de fósforo disponible es moderado. Fertilidad natural alta.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.3.1.2. Unidad de suelos PVEa1.

Esta unidad cartográfica de suelos se distribuye en un clima húmedo tropical, dentro del paisaje de montaña estructural Erosional, Sedimentos aluviales, medios y finos. La componen los suelos: Oxic Dystrudepts y Typic Udifluvents. Son de relieve ligeramente ondulado quebrado, con pendientes mayores del 5%, Profundos y moderadamente profundos, texturas finas, bien drenados, fuertemente ácidos y moderadamente alcalinos, fertilidad natural moderada y alta, la capacidad de intercambio catiónica es moderada, las bases totales son bajas y la saturación de esta baja; el contenido de carbono orgánico es bajo, el potasio es bajo y el contenido de fósforo disponible es bajo. Fertilidad natural baja – media (ver Figura 16).

Figura 16. Unidades de suelo en el área de influencia



Fuente: Equipo consultor, 2022

#### 5.1.3.2. Capacidad de uso de la Tierra.

La agrupación de las tierras se hizo siguiendo las normas del manual 210 de Clasificación por Capacidad de Uso de las Tierras del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

(1965) (USDA,1985,67), con las modificaciones hechas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Identificando los factores que actúan como limitantes para el uso pleno de las tierras y las recomendaciones adecuadas para el uso óptimo de la tierra, de tal forma que se garantice con ello una mejor y mayor producción manteniendo, a su vez, la calidad y la conservación del recurso suelo. Comprende la clasificación agrológica y la capacidad de uso (IGAC, 1998).

Para la identificación de la capacidad de uso de la tierra se tomó referencia cartográfica se tomó como referencia la cartografía de la plancha 65 a escala 1:100.000 y planchas 65IVD3 a escala 1:25.000 del IGAC del año 2018 (se anexan en la GDB) y estudios de suelos para el departamento del Cesar para 2013, el cual se realizó basado en la metodología propuesta por la USDA (1964) adoptada para Colombia por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, dicha metodología permite 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 o 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 permiten obtener el valor de la capacidad de uso en términos de clases y subclases agrológicas; los datos que alimentan la calificación son el producto de la caracterización de suelos, representada por medio de las unidades cartográficas.

Las clases por capacidad de uso agrupan suelos, con similar grado de limitaciones o riesgos que puedan afectar el desarrollo de actividades productivas. El uso potencial o vocación del suelo es la capacidad que posee el suelo para determinadas actividades, donde sus características permiten tener una alta productividad, sin embargo, este potencial se puede ver influenciado negativamente por el uso inadecuado del mismo, procesos erosivos y deficiencias en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

De acuerdo con el estudio de suelos para el departamento del Cesar para el año 2013, el área de estudio presenta tres clases agrológicas (3, 6 y 8) las cuales se encuentra subdivididas en subclases descritas continuación:

Las clases agrológicas van decreciendo en su capacidad de uso desde la clase I a la VIII (IGAC, 2014).

Clase I: No presenta o tiene muy pocas limitaciones para el uso agropecuario. Son aptas para diferentes cultivos adaptados a condiciones de manejo sostenibles y de igual forma a ganadería intensiva con pastos de corte.

Clase II: Presentan limitaciones ligeras que reducen la amplitud del rango de cultivos que se pueden plantar. Son tierras aptas para el uso agrícola con cultivos transitorios, semipermanentes, ganadería intensiva con pastos de alto rendimiento.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Clase II: Presenta grado de limitación moderada y restricción para el uso por erosión, pendiente, suelo, humedad en ocurrencia individual o combinada. Dichas limitantes disminuyen la posibilidad de selección de cultivos y la época de siembra y requiere de exigentes prácticas de labranza y cosecha.

Clase IV: Presenta limitaciones severas que la restringen a cultivos específicos y requieren de prácticas cuidadosas de manejo y conservación difíciles de aplicar y mantener. Las áreas con pendientes pronunciadas y con susceptibilidad al deterioro son aptas para la agroforestería.

Clase V: Presenta limitaciones severas para el uso que es factible modificar o manejar con dificultad y altos costos económicos. Tienen aptitud agrícola y ganadera sin tecnificación, agroforestal y conservación.

Clase VI: Presenta limitaciones muy severas que hacen aptas a estas tierras para algunos cultivos semi perennes o perennes, semi densos y densos y también sistemas agroforestales y forestales. La ganadería es una opción siempre y cuando se evite el sobrepastoreo y se realice un adecuado manejo a los potreros.

Clase VII: Presenta limitaciones fuertemente severas que la hacen no aptas para cultivos y por lo cual se deben destinar al uso forestal. Cuando las condiciones de relieve, topografía y profundidad efectiva permiten el adecuado anclaje y el desarrollo normal de las raíces de especies arbóreas se puede hacer de un uso sostenible del recurso forestal de tipo productor.



Clase VIII: Son tierras de vulnerabilidad extrema (áreas muy escarpadas) o por su importancia como ecosistemas estratégicos (páramos) para la regulación del recurso hídrico y por su interés científico, deben destinarse a la conservación de la naturaleza o a su recuperación en el caso que haya sido deteriorada.

#### 5.1.3.2.1. Clase Agrológica III.

Las tierras de la clase III tienen limitaciones severas que la restringen a cultivos específicos y exigen prácticas cuidadosas de manejo y conservación difíciles de aplicar y mantener. Se pueden utilizar en ganadería con pastos de buenos rendimientos y con un manejo técnico de los potreros.

La clase 3 agrupa tierras con moderadas limitaciones y restricciones para el uso por erosión, pendiente, suelo, humedad o daño, solos o combinados. Estas disminuyen las posibilidades de selección de cultivos y las épocas de siembra e implican prácticas adecuadas de labranza y cosecha.

Estas tierras se pueden utilizar en agricultura con prácticas moderadas a intensivas de conservación y ganadería intensiva con pastos de alto rendimiento, la agroforestería es una

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

buena opción en los sectores de pendientes más pronunciadas y susceptibles al deterioro, muchos suelos de la clase III de relieve plano y lentamente permeables, requieren un sistema de drenaje y un programa de manejo, orientados a mantener o mejorar la estructura y la capacidad del laboreo del suelo. Así mismo, en áreas de riego algunos suelos presentan uso restringido debido al nivel freático fluctuante, la permeabilidad lenta y los peligros de salinización o aumento de la concentración de sodio en la superficie.

- Subclase 3s-V.

Los suelos de esta subclase se encuentran limitados por déficit de precipitación, profundidad efectiva, fragmentos de roca, procesos erosivos, texturas finas y fertilidad natural. Alcanzan una extensión de 276,13 ha que corresponden al 32,31 % del total del área de estudio.

Las tierras de grupo presentan limitaciones moderadas para actividades agropecuarias por ser superficiales limitados por altos contenidos de gravas y arcillas, que dificultan e impiden el uso de implementos agrícolas para el laboreo del suelo.

Los usos adecuados de esta subclase están dirigidos a actividades silvo agrícolas con cultivos propios de la región, pero en lo posible en múltiples estratos. Los usos pecuarios están limitados a pastos de corte para ganadería estabulada, puesto que la fragilidad de los suelos no permite el pastoreo intensivo. Se debe implementar bancos proteínicos con leguminosas propias de este clima.

#### 5.1.3.2.2. Clase Agrologica VI.

Tierras que se encuentran limitadas a condiciones de profundidad efectiva, nivel freático, imperfectamente drenados, texturas finas y fertilidad natural baja. Alcanzan una extensión de 499,51 ha que corresponden al 58,49% del área total de estudio.

Esta subclase está integrada por diferentes suelos, presentes en diferentes tipos de relieve, que tienen una oferta edáfica similar al igual que sus limitaciones y corresponden a: VW03av. El principal potencial de estos suelos está dirigido a pastoreo extensivo, cultivos transitorios de tres o seis meses, se debe manejar el exceso de humedad mediante sistemas de drenaje.

Adicionalmente es conveniente agregar al suelo los residuos de cosecha y fertilizantes o abonos, al usar estas tierras en ganadería, esta debe ser semi-estabulada, sembrando para ello pastos de corte e implementando bancos de proteínas, que mejoren los contenidos proteínicos de las pasturas, en estas condiciones de estabulación se evita el pisoteo y la pérdida de suelo, en las áreas planas se puede tener ganadería extensiva, con un manejo adecuado de los potreros, rotación y sistemas silvopastoriles.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Dado que estas tierras son susceptibles a procesos erosivos, debe implementarse una agricultura de conservación implementando para ello prácticas de manejo, conservación y recuperación con miras a frenar los procesos actuales de degradación y prevenir los futuros por el mal manejo propio de las actividades agrícolas inadecuadas.

Los suelos de esta subclase se encuentran limitados por déficit de precipitación, profundidad efectiva, fragmentos de roca, procesos erosivos moderados o ligeros, texturas finas y fertilidad natural. Esta subclase está integrada por diferentes suelos, presentes en diferentes tipos de relieve, que tienen una oferta edáfica similar al igual que sus limitaciones y corresponden a: Ecc2.

#### 5.1.3.2.3. Clase Agrologica VIII.

Estas tierras tienen limitaciones tan severas que las hacen totalmente inapropiadas para actividades agropecuarias. Su uso debe estar orientado a la conservación y protección de la vegetación nativa y a la conservación de la vida silvestre. Alcanzan una extensión de 74,79 ha que corresponden al 8,75% del área total de estudio. Está conformado por los suelos:RV05ia y BTa

Los factores limitantes del uso de estas tierras son las áreas estrechas y las inundaciones y encharcamientos periódicos. Los usos propuestos son exclusivamente de conservación.

Según el Plan de ordenamiento de la cuenca río baja del San Jorge en el área de estudio se identificaron cuatro usos principales, divididos en cuatro unidades de suelos (Tabla 8).

Tabla 8. Capacidad de uso en el área de estudio

CLASES/ SUBCLASE	UNIDAD DE SUELO	FACTORES LIMITANTES	USO PRINCIPAL	VOCACIÓN DE USO	ÁREA (Ha)	%
3s	3s-V	Presentan drenajes de tipo Bien drenado; moderado; imperfecto, No se presentan encharcamientos, raras, ocasionales; extremadamente cortas, muy cortas o cortas, No se presentan; la textura es Francosa fina; limosa fina; francosa gruesa; limosa gruesa; fina; texturas contrastadas, con fertilidad Muy alta; alta; media; baja.	Pastoreo semi-intensivo (PSI)	Ganadería	276,13	32,31

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

CLASES/SUBCLASE	UNIDAD DE SUELO	FACTORES LIMITANTES	USO PRINCIPAL	VOCACIÓN DE USO	ÁREA (Ha)	%
6es	6es-V	Movimientos en masa No hay; muy poca; poca; frecuente (25- 50%), inundaciones No se presentan, raras, ocasionales, frecuentes; muy cortas, cortas, largas o muy largas.	Cultivos transitorios Semi-Intensivos (CTS)	Agricultura	499,51	58,45
8	RV05ia, Bta	Fuertes pendientes mayores del 50%, Áreas estrechas, correspondientes a los vallecitos estrechos, áreas susceptibles a inundaciones y encharcamientos periódicos y misceláneos erosionados.	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	Conservación	74,79	8,75
8	CA	Cuerpos de agua ajustados, sean continuos y/o intermitentes, cuerpos lénticos y lóticos.	Cuerpos de agua	Agua	4,21	0,49
			TOTAL		854,649	100

Fuente: Elaboración consultora a partir del estudio de suelos del Cesar, elaborado por el IGAC en el 2013.

Según Tabla 8 se puede concluir que el área de influencia consta de tres clases de vocación de uso que son: Agrícola, Ganadera y Conservación, ésta última a su vez se encuentra subdividida en un total de 2 subclases o usos principales (bosque de galería y cuerpos de agua lénticos y lóticos), las cuales se muestran en la Figura 17.





 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Para la definición del uso actual del suelo se tomó como insumo el mapa de clasificación de la cobertura de la tierra, a escala 1:10.000, utilizando como insumo ortomosaicos con resolución 3m x 3m del año 2021, cada cobertura se llevó a la categoría de uso del suelo, las unidades de cobertura se agruparon en los usos del suelo definidos por la metodología establecida por el (CORPOICA & IGAC, 2002), se armonizó con las actividades de campo y la cartografía se generó en atención a lo solicitado en la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016 (MADS, 2016), tal como se describe en la Tabla 9 y se espacializan en la Figura 18.

Tabla 9. Uso actual del suelo en área de influencia

COBERTURA ASOCIADA	GRUPO DE USO	USO PRINCIPAL	AREA Ha	%
Tejido urbano discontinuo	Asentamiento	Residencial	1,69	0,20
Zonas industriales	Infraestructura	Industrial	0,42	0,05
Yuca	Agricultura	Cultivos transitorios intensivos (CTI)	26,46	3,10
Pastos limpios	Ganadería	Pastoreo extensivo (PEX)	747,08	87,41
Pastos Enmalezados	Ganadería	Pastoreo extensivo (PEX)		
Bosque de galería y riparios	Conservación	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	74,79	8,75
Estanques para acuicultura continental	Cuerpos de Agua Naturales	Piscicultura	4,21	0,49
TOTAL			854,649	100

Fuente: Equipo consultor, 2022


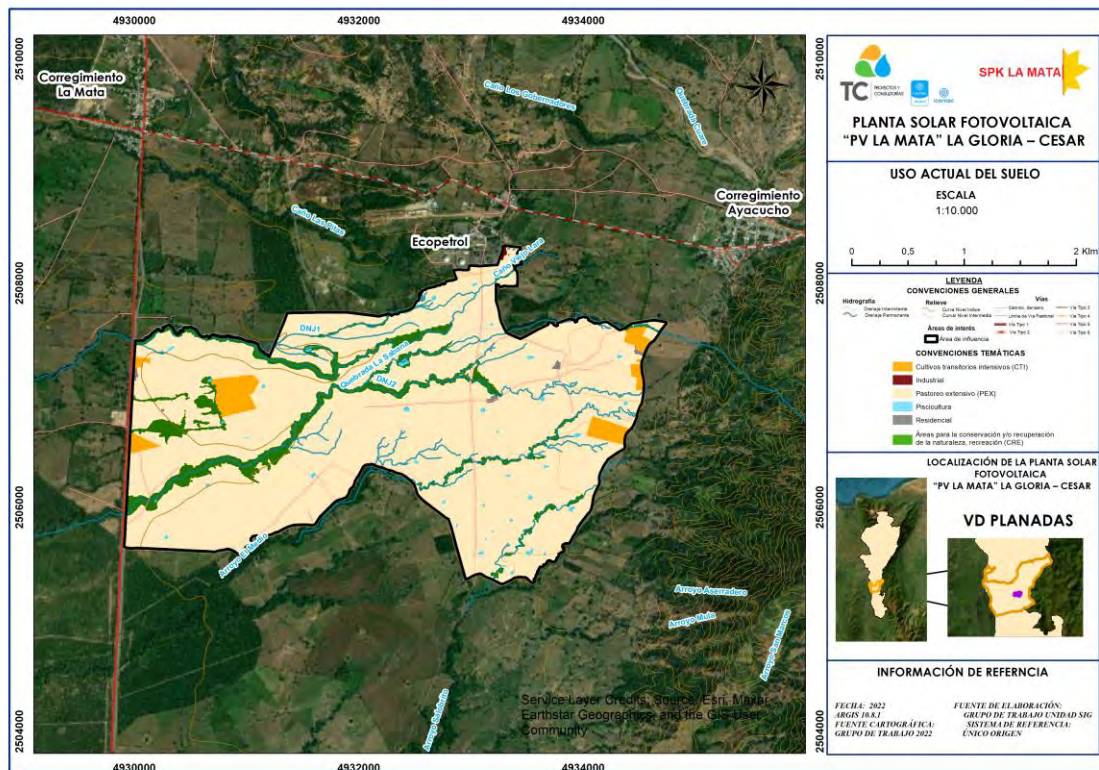
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 18. Uso actual del suelo en el área de influencia



Fuente: Equipo consultor, 2022

El área de influencia se caracteriza por presentar en un 87,41% uso de pastoreo extensivo (Figura 18), en la zona analizada las actividades económicas están encabezadas por sistemas ganaderos que manejan técnicas de producción que requieren de la utilización de los recursos naturales para la obtención de productos necesarios para el sostenimiento de los animales como es la producción de alimento y la utilización grandes extensiones de tierra para llevar a cabo el pastoreo, entre otros. Mantecón, A., Frutos, P., Lavín, P., & Giráldez, (1998) indican que bajo el concepto de sistema de explotación animal se entiende una manera de combinar medios, factores y técnicas de producción con el objetivo de obtener unos determinados productos, incluyendo el abastecimiento y gestión de los recursos en un proceso de transformación biológica. Una de las características que mejor definen los sistemas de pastoreo frente a las otras formas de explotación de los animales es su dependencia de los recursos vegetales y las variaciones en la disponibilidad de estos a lo largo del año.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

FIGURA 19. Zonas de pastoreo extensivo en el área de influencia



Fuente: Equipo consultor, 2021

De igual forma, con la información obtenida de las coberturas y la interpretación del Ortomosaicos, se aprecia que el 8,75% del área de influencia cuenta con áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación ver Figura 20, así mismo y en una menor proporción de 3,10% se evidencias actividades de cultivos transitorios intensivos, lo cual agrupan cultivos como yuca, también se encuentra coberturas asociadas a la piscicultura (Jagüey abrevadero de Ganado) con un 0,49%, como quinto se identifica con un 0,20% el uso residencial asociados a viviendas de encontradas en área de influencias y por último la industria Subestación Ayacucho con un 0,05% debido a que el área de influencia solo interviene una pequeña zona en la parte norte de dicha industria.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 20. Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación en el área de influencia



Fuente: Equipo consultor, 2021

#### 5.1.3.4. Conflicto de uso del suelo.

El objetivo de la delimitación de áreas conflictivas es identificar los usos inapropiados en algunos sectores, con el fin de alertar sobre los riesgos de degradación que tienen estas áreas, con el objeto de informar a los planificadores para que, a su vez, tomen decisiones y ejecuten los correctivos necesarios, a través de la formulación de políticas y desarrollo de programas, orientados hacia la sostenibilidad en el uso del suelo (IGAC & CORPOICA, 2002a). El proceso de análisis para la definición de áreas de conflictos de uso tiene como elementos básicos la zonificación de tierras en donde se define la vocación de uso de las tierras y la información de cobertura y uso actual que representa la demanda actual. De la confrontación crítica de estos dos elementos surgen las clases de conflictos y sus grados de intensidad, las necesidades de conservación y recuperación de tierras. Para evaluar la concordancia, compatibilidad o discrepancia en el uso, se elabora una matriz de decisión que permite confrontar las unidades de vocación actual de uso vs el uso actual, cada una de las unidades de cobertura y uso actual se valora en relación con la vocación actual de uso, para lo cual a cada clase de cobertura actual se le asigna el uso actual en términos de la vocación de uso principal, para comparar niveles similares dentro de la matriz (Tabla 10).



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 10. Matriz de Decisión para determinar el conflicto de uso del suelo

VOCACIÓN			USO ACTUAL									
			A G R I C O L A			AGROFORESTAL		GANADERA		FORESTAL		CONSERVACIÓN
			CTI, CTC	CCI	CCC	CAG		PCI	PEX	FPR	FPP	CFP, CRH
Tipo principal de uso			Cu	Cna, Ba, Fr, Ct, Pa	Ac	Cs-Cn	Af	Pa	Pm	Ap, Pn	Bp	Bl, Ma
A G R I C O L A	Cultivos transitorios	CTI	A	A	S2	S2	S2	S3	S1	S3	S3	S3
	intensivos											
	Cultivos transitorios	CTS	A	A	S1	S1	S2	S3	S1	S3	S3	S3
	semi-intensivos											
	Cultivos semipermanentes CSI y permanentes intensivos		A	A	S1	S1	S2	S3	S1	S3	S3	S3
	Cultivos semipermanentes CSS y permanentes		O1	O1	A	A	A	S2	O1	S2	S1	S3
	semi intensivos											
			O3	O1	O2	O1	A	S2	O2	S1	A	S2
AGROFORESTAL	Silvoagropecuaria	SAG	O3	O1	O2	O1	A	S2	O2	S1	A	S2
	Agrosilvopastoril	SAP	O3	O1	O2	O1	A	O2	A	A	A	S2
	Silvopastoril	SPA	O3	O2	O3	O2	O2	A	O2	A	A	S2
	Pastoreo intensivo	PSI	O1	O1	O1	O1	O1	S1	A	S2	A	S3
PECUARIA	y semiintensivo											
	Pastoreo extensivo PEX		O3	O3	O3	O2	O2	S1	O1	A	A	S2
FORESTAL	Producción	FPR	O3	O2	O3	O3	S1	O1	O3	S2	A	S2
	Protección - producción	FPP	O3	O3	O3	O3	O2	O2	O3	O1	A	A
	Protectora CFP		O3	O3	O3	O3	O2	O3	O3	O2	A	O1
			O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	A	O3
CONSERVA-CION	Recursos hídricos	CRH	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	A	O3
	Recuperación	CRE	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	A	O3

Fuente: Elaboración consultor a partir de IGAC & CORPOICA (2002b).

Los resultados que se desprenden de este análisis se pueden clasificar en diferentes niveles que van desde el uso apropiado, es decir tierra sin conflicto de uso, hasta el uso en actividades muy distantes de su potencialidad, es decir tierras con subutilización ligera un área de 488,06 ha lo que representa un 57,11% del área total de estudio, corresponde a una utilización de las áreas muy por debajo de la capacidad optima en cuanto a la producción agropecuaria y forestal.

Seguidamente se encuentra que un 42,89% del área, equivalente a 366,59 ha del área de estudio son tierras sin conflictos, las cuales estas presentan una utilización actual adecuada con la capacidad productiva anual. ver dichos porcentajes en la Tabla 11 y se espacializan en la Figura 21.



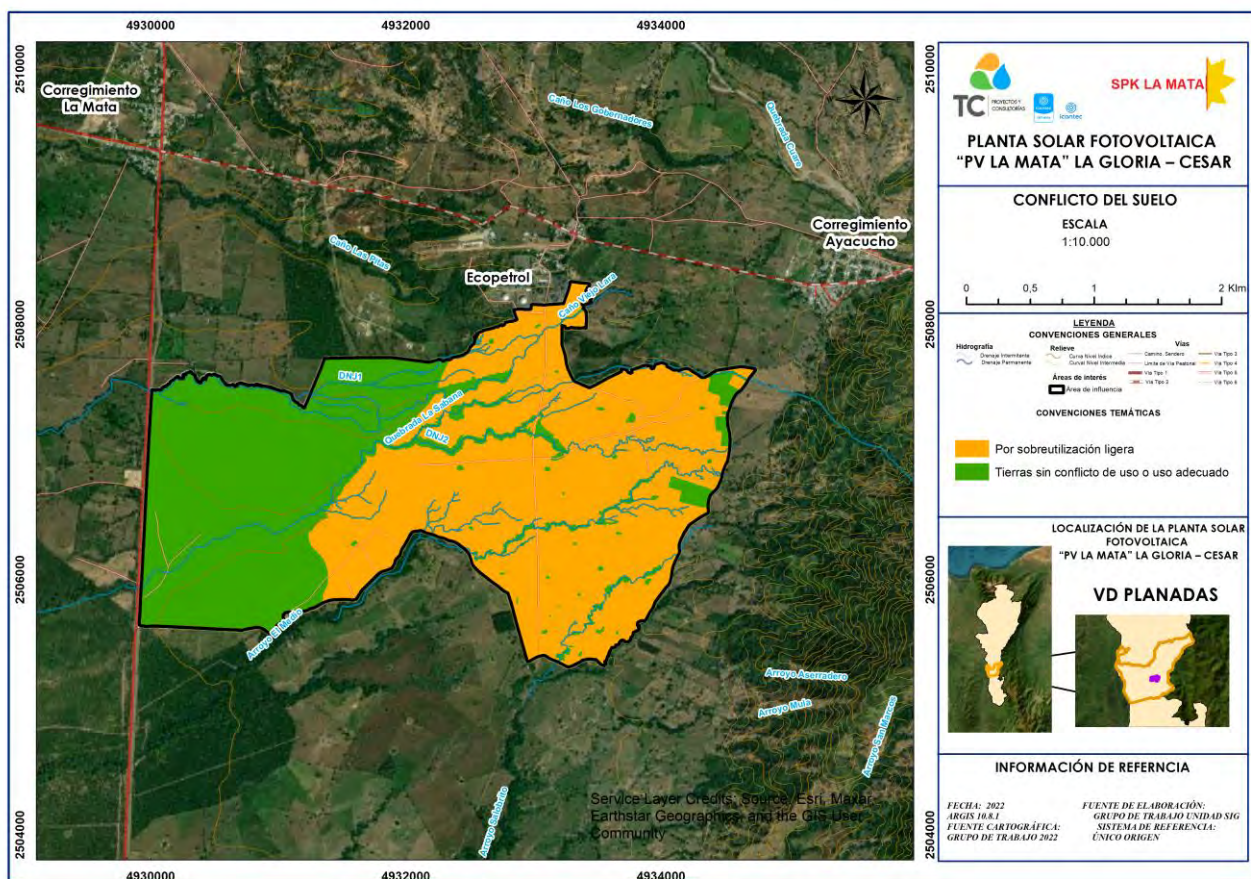
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 11. Conflicto de uso del Suelo

CONFLICTO DEL SUELO	AREA HA	%
Sobre utilización ligera	488,06	57,11
Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado	366,59	42,89
Total	854,65	100


Fuente: Equipo consultor, 2022

Figura 21. Conflicto de uso del suelo en el área de influencia



Fuente: Equipo consultor, 2022

La información de este apartado se recopila en el Anexo C3. Suelos y uso del suelo.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.4. Hidrología

Este componente no fue modificado por que el análisis del EIA de la licencia aprobada por Resolución No 0633 del 28 de diciembre de 2021, contempla el área adicional presentada en esta solicitud de modificación. Por lo que se mantiene la información aprobada bajo Resolución No 0633 del 28 de diciembre de 2021.

La información presentada y aprobada por Corpocesar mediante la Resolución No 0633 del 28 de diciembre de 2021, es la siguiente:

La hidrología se encarga de estudiar la dinámica del agua, su circulación y distribución en un área específica; así como su interacción con el medio ambiente. Dicha área está compuesta por cuencas, la cuales se definen como una superficie de tierra que drena hacia una corriente en un lugar dado, pueden ser de caudal continuo o intermitente. La divisoria de aguas es una línea que separa la superficie de tierra cuyo drenaje fluye hacia un río dado de las superficies de tierra cuyos desagües corren hacia otros ríos, depósitos de aguas, pantanos o al mar. La frontera del sistema se dibuja alrededor de la cuenca, proyectando la divisoria de aguas o altura máxima superficial, que divide dos cuencas contiguas (Chow, 1994) (Decreto 1640, 2012, art.3-art.4).

Ahora, las cuencas hidrográficas como unidades de planificación, tienen la finalidad de **"Mantener o restablecer un adecuado equilibrio entre el aprovechamiento económico de los recursos y la conservación de la estructura físico biótica de la cuenca y particularmente de sus recursos hídricos (Ministerio de Medio Ambiente, 2002)", de allí la importancia de definir las cuencas que se superponen con el área de estudio del proyecto, así como los procesos biofísicos y antrópicos que tienen lugar, de tal manera que el desarrollo de éste, se realice bajo los principios de sostenibilidad ambiental y de manera que no interfiera sobre los procesos de captación, regulación y descarga de agua y se garantice la cantidad, calidad y disponibilidad de agua, para los habitantes de las cuencas (Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, Instituto de Estudios Ambientales Idea - UN, s.f.).**

El Decreto 1640 de 2012 (por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones), coherente con la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico - PNGIRH, plantea la estructura para la planificación, ordenación y manejo de cuencas hidrográficas y acuíferos en cuatro niveles:

- Áreas hidrográficas o macrocuencas: Corresponden a las cinco macrocuencas o áreas hidrográficas del país (Magdalena-Cauca, Caribe, Orinoco, Amazonas y Pacífico) que son objeto de Planes Estratégicos, instrumentos de planificación ambiental de largo plazo con visión nacional y constituyen el marco de formulación, ajuste, y/o ejecución de los



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

diferentes instrumentos de política, planeación, gestión y seguimiento existentes en cada una de ellas, los Planes Estratégicos se formularán a escala 1: 500.000.

- Zonas hidrográficas: Corresponden a las definidas en el mapa de zonificación hidrográfica de Colombia (41), las cuales son el espacio para monitorear el estado del recurso hídrico y el impacto que sobre éste tienen las acciones desarrolladas en el marco de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. El instrumento de planificación de las zonas hidrográficas es el Programa Nacional de Monitoreo Recurso Hídrico.
- Subzonas hidrográficas o su nivel subsiguiente: Corresponde a las cuencas objeto de ordenación y manejo (311), definidas en el mapa de zonificación hidrográfica del IDEAM, en la cuales se formularán e implementarán los Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas (POMCA).
- Microcuencas y acuíferos: Corresponde a las cuencas de orden inferior a las subzonas hidrográficas o su nivel subsiguiente que no hagan parte de un POMCA, así como, los acuíferos prioritarios; estos serán objeto de Planes de Manejo Ambiental.

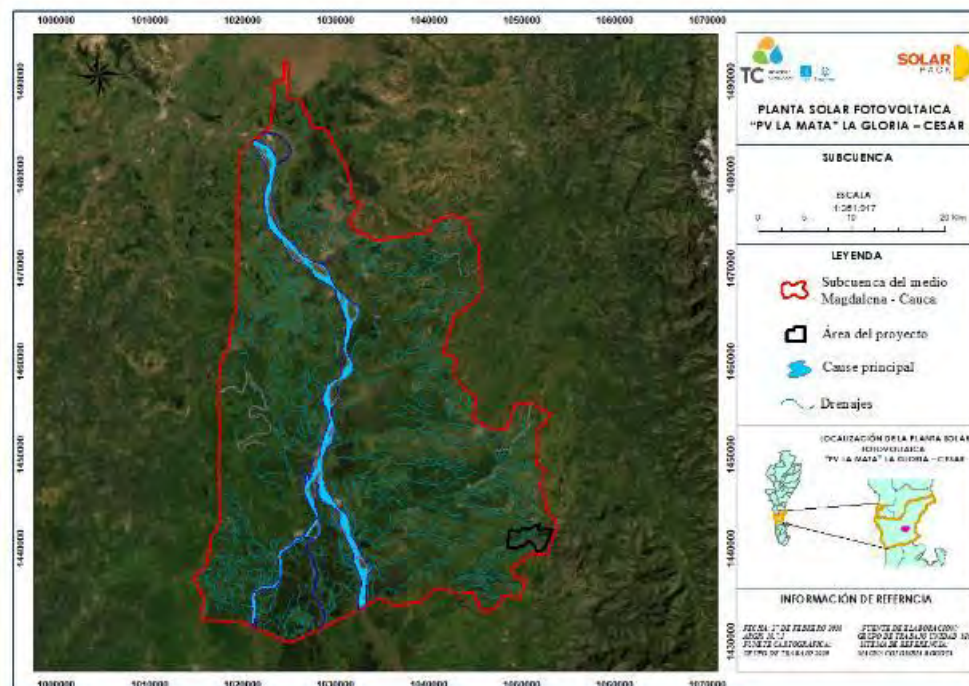
El área de influencia hace parte de la subcuenca del medio Magdalena-Cauca, que hace parte de la gran cuenca del Magdalena-Cauca, que presenta un régimen bimodal, donde los meses de mayo y junio son los de mayor escurrimiento en el primer semestre, mientras que octubre y noviembre en el segundo. Igualmente se caracteriza porque el periodo de estiaje con mayor rigor en los meses de febrero, marzo y agosto (CORMAGDALENA, n.d.) (Figura 22).

Para los periodos de estiaje, las cuencas más afectadas corresponden a las de los ríos Simití y Lebrija con menos de 50 mm de escurrimiento (19 l/s/km<sup>2</sup>), mientras que, en el sur occidente y sur oriente de esta área hidrográfica, el río San Bartolomé, para los meses de febrero y marzo y el río Negro en los meses de julio y agosto registran escurrimiento, igualmente, por debajo de los 50 mm (CORMAGDALENA, n.d.).



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 22. Subcuenca medio del Magdalena-Cauca.



Fuente: Equipo consultor, 2022

La caracterización de la red hídrica del área de estudio se realizó con base a la metodología del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM del sistema de codificación para las estaciones hidrometeorológicas estipuladas en el Resolución 337 de 1978, fundamentada en la ordenación de las corrientes a nivel nacional, la cual define la codificación de unidades hidrográficas por medio de una metodología de llave primaria y llave foránea, cuya denominación se ajustó de acuerdo a lo definido en el Decreto 1640 de 2012.

El código llave del IDEAM se compone de siete (7) dígitos, los cuales se forman a partir de una llave primaria (raíz) que contiene cuatro (4) dígitos (abcc) y otra llave foránea que tiene tres (3) dígitos (ddd), tal como se evidencia en la Tabla 12.

Tabla 12. Código llave IDEAM.

Código	
Llave	
Llave primaria	Llave foránea
abcc	Ddd

Fuente: Elaboración consultor a partir de Instituto Colombiano de Hidrología meteorología y adecuación de tierras HIMAT, 1978.



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Llave primaria: Se compone de cuatro (4) dígitos que permiten identificar aquellas cuencas de primer y segundo orden mediante un código raíz el cual es fijo e inmodificable. Esta llave primaria es suministrada por el IDEAM a las CAR's. Lo anterior, con la finalidad de coordinar, promover y orientar las acciones de codificación de las cuencas en donde exista dos o más Autoridades Ambientales (CAR) que compartan la misma cuenca, con lo cual permitirá mantener y actualizar una base de datos (Tabla 13).

Tabla 13. Código de llave primaria.

Llave primaria	Numero de dígitos	Campos
(a) Zona hidrográfica	1	0 - 9
(b) Cuenca	1	0 - 9
(cc) Subcuenca	2	0 - 99

Fuente: Elaboración consultor a partir de Instituto Colombiano de Hidrología meteorología y adecuación de tierras HIMAT, 1978.

Llave foránea: Se compone de tres (3) dígitos que permiten numerar en forma secuencial las cuencas que llegan a las subcuencas, esta labor será ejecutada por parte de las Corporaciones Autónomas Regionales – CAR, quienes una vez hayan obtenido la llave primaria (raíz) de la cuenca, procederán a numerar en orden ascendente las cuencas que alimentan a las Subcuencas, una vez cumplida esta labor queda conformado el código para cada cuenca. Las CAR reportaran al IDEAM el código completo con los atributos de la cuenca. Lo anterior con el objeto de definir y organizar una base de datos con la información suministrada por parte de las corporaciones y con la información obtenida por parte del IDEAM (Tabla 14).

Tabla 14. Código llave foránea.

Llave primaria	Numero de dígitos	Campos
ddd	3	0 - 999

Fuente: Elaboración consultor a partir de Instituto Colombiano de Hidrología meteorología y adecuación de tierras HIMAT, 1978.

La llave foránea es un número secuencial (consecutivo) que permite numerar cada cuenca en forma ascendente. Es decir, con este número se puede numerar cuencas de tercer orden en adelante.

De acuerdo con esta descripción, el área de influencia del proyecto se localiza sobre área hidrográfica Magdalena-Cauca, Zona Hidrográfica Medio Magdale, Subzona hidrográfica Quebrada El Carmen y otros directos al Magdalena Medio, y referenciando hasta la categoría de Nivel I de unidades hidrográficas Quebrada Simaña (NSS) y Quebrada Norean-Arroyo San Marcos y otros directos al Magdalena (md), información detallada en la Tabla 15.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 15. Codificación de la cuenca hidrográfica en el área de influencia.


Nombre océano	0		1		2		3	
	Área hidrográfica		Zona hidrográfica		Sub-zona hidrográfica		Nivel I unidades hidrográficas	
	Nombre	Código (IDEAM)	Nombre	Código (IDEAM)	Nombre	Código (IDEAM)	Nombre	Código (IDEAM)
Caribe	Magdalena Cauca	2	Medio magdalena	23	Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio	2321	Quebrada Simaña-NSS	2321-03
							Quebrada Norean-Arroyo San Marcos y otros directos Magdalena Medio(md)	2321-02



Fuente: Equipo consultor, 2021




#### 5.1.4.1. Identificación de los sistemas lénticos del área de influencia.

Por medio de los recorridos en campo al interior del área de influencia del proyecto, se identificaron cuerpos de agua tipo lénticos, correspondientes, en mayor proporción a jagüeyes implementados para el abastecimiento de actividades agropecuarias. En la Tabla 16 y Figura 23 se presenta el inventario de estos cuerpos lénticos.




Tabla 16. Inventario de sistema lenticos dentro del área de influencia del proyecto.

No. DE PUNTO	COORDENADAS		MUNICIPIO	TIPO DE FUENTE	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	E	N			
1	4934319,83	2507341,13	La Gloria	jagüey	



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019




No. DE PUNTO	COORDENADAS		MUNICIPIO	TIPO DE FUENTE	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	E	N			
2	4933522,15	2507337,22	La Gloria	Jagüey	
3	4934377,82	2506924,31	La Gloria	Jagüey	
4	4933939,73	2506635,29	La Gloria	Jagüey	

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



No. DE PUNTO	COORDENADAS		MUNICIPIO	TIPO DE FUENTE	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	E	N			
5	4933639,25	2506959,6	La Gloria	Jagüey	
6	4933125,99	2507480,86	La Gloria	Jagüey	
7	4933181,82	2507626,18	La Gloria	Jagüey	








 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019




No. DE PUNTO	COORDENADAS		MUNICIPIO	TIPO DE FUENTE	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	E	N			
8	4933054,08	2507282,53	La Gloria	Jagüey	
9	4933030,94	2507984,34	La Gloria	Jagüey	
10	4932667,02	2507863,75	La Gloria	Jagüey	






 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

No. DE PUNTO	COORDENADAS		MUNICIPIO	TIPO DE FUENTE	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	E	N			
11	4933106,62	2506863,96	La Gloria	Jagüey	
12	4933235,84	2506670,39	La Gloria	Jagüey	
13	4933666,97	2506362,83	La Gloria	Jagüey	



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019




No. DE PUNTO	COORDENADAS		MUNICIPIO	TIPO DE FUENTE	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	E	N			
14	4933890,88	2505981	La Gloria	Jagüey	
15	4933655,32	2505579,92	La Gloria	Jagüey	
16	4933517,51	2505588,87	La Gloria	Jagüey	

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019




No. DE PUNTO	COORDENADAS		MUNICIPIO	TIPO DE FUENTE	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	E	N			
17	4933367,38	2505412,16	La Gloria	Jagüey	
18	4933290,49	2505474,11	La Gloria	Jagüey	
19	4933087,14	2505585,86	La Gloria	Jagüey	





 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019




No. DE PUNTO	COORDENADAS		MUNICIPIO	TIPO DE FUENTE	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	E	N			
20	4933131,25	2505714,22	La Gloria	Jagüey	
21	4933196,22	2505781,45	La Gloria	Jagüey	
22	4933356,19	2505882,66	La Gloria	Jagüey	

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019




No. DE PUNTO	COORDENADAS		MUNICIPIO	TIPO DE FUENTE	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	E	N			
23	4933524,46	2506085,5	La Gloria	Jagüey	
24	4933322,62	2506278,18	La Gloria	Jagüey	
25	4933111,26	2506015,64	La Gloria	Jagüey	



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019




No. DE PUNTO	COORDENADAS		MUNICIPIO	TIPO DE FUENTE	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	E	N			
26	4932873,08	2505835,74	La Gloria	Jagüey	
27	4932758,39	2506042,28	La Gloria	Jagüey	
28	4932910,55	2506276,39	La Gloria	Jagüey	

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



No. DE PUNTO	COORDENADAS		MUNICIPIO	TIPO DE FUENTE	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	E	N			
29	4932455,72	2506267,27	La Gloria	Jagüey	
30	4932511,54	2506400,89	La Gloria	Jagüey	
31	4932425,3	2506874,16	La Gloria	Jagüey	








 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019




No. DE PUNTO	COORDENADAS		MUNICIPIO	TIPO DE FUENTE	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	E	N			
32	4932402,4	2507288,24	La Gloria	Jagüey	
33	4931553,2	2507407,93	La Gloria	Jagüey	
34	4931757,73	2506898,19	La Gloria	Jagüey	





 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019




No. DE PUNTO	COORDENADAS		MUNICIPIO	TIPO DE FUENTE	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	E	N			
35	4931596,53	2506279,84	La Gloria	Jagüey	
36	4930991,02	2506614,18	La Gloria	Jagüey	
37	4930784	2506753,95	La Gloria	Jagüey	

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019




No. DE PUNTO	COORDENADAS		MUNICIPIO	TIPO DE FUENTE	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	E	N			
38	4931154,51	2507073,74	La Gloria	Jagüey	
39	4930673,06	2507126,65	La Gloria	Jagüey	
40	4930323,71	2507409,21	La Gloria	Jagüey	





 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

No. DE PUNTO	COORDENADAS		MUNICIPIO	TIPO DE FUENTE	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	E	N			
41	4930302,61	2507164,35	La Gloria	Jagüey	
42	4929986,15	2506698,57	La Gloria	Jagüey	
43	4930190,94	2506053,5	La Gloria	Jagüey	

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

No. DE PUNTO	COORDENADAS		MUNICIPIO	TIPO DE FUENTE	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	E	N			
44	4930283,1	2505730,89	La Gloria	Jagüey	
45	4930654,85	2506194,41	La Gloria	Jagüey	
48	4933304,35	2508211,02	La Gloria	Jagüey	

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

No. DE PUNTO	COORDENADAS		MUNICIPIO	TIPO DE FUENTE	REGISTRO FOTOGRÁFICO
	E	N			
49	4933304,08	2508233,9	La Gloria	Jagüey	

Fuente: Equipo consultor, 2022




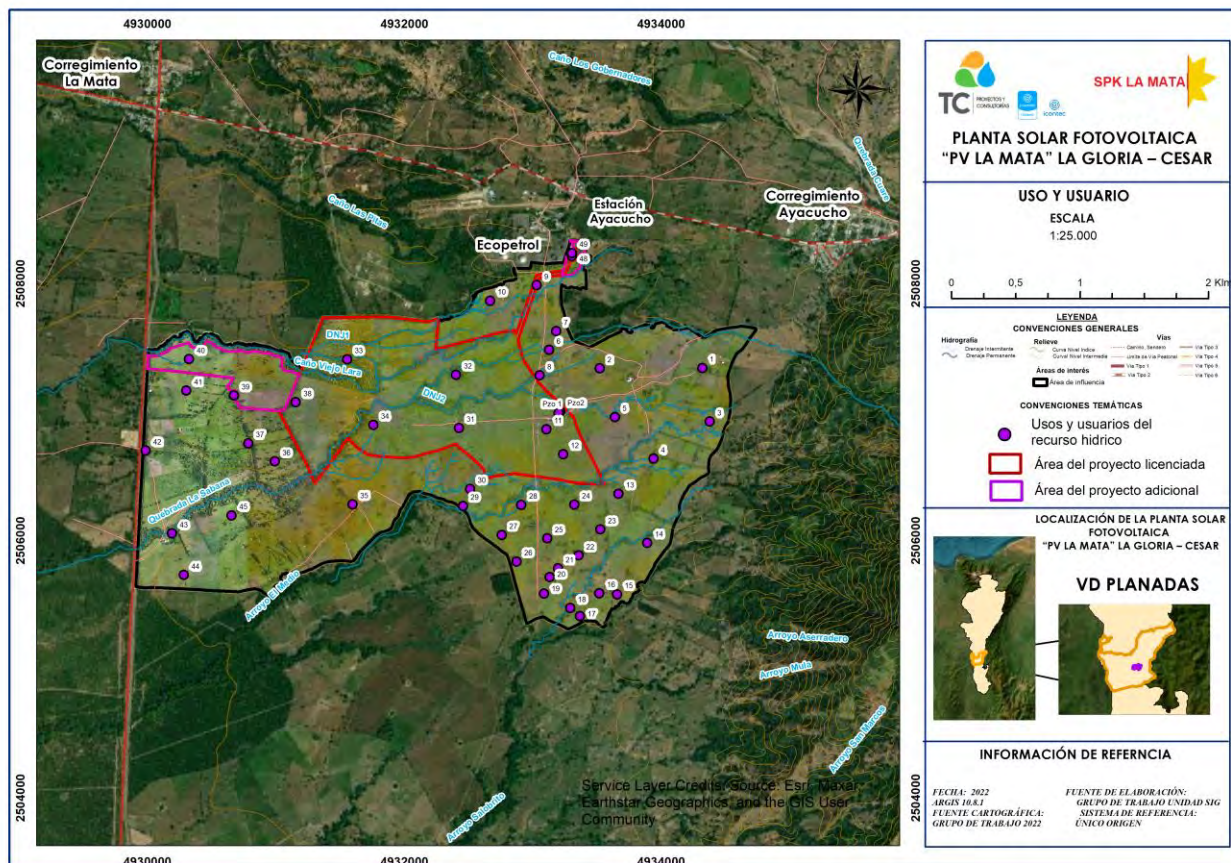
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 23. Ubicación de cuerpos lénticos.



Fuente: Equipo consultor, 2022

#### 5.1.4.2. Identificación de los sistemas lóticos del área de influencia.

Los sistemas lóticos corresponden a aquellos cuerpos hídricos que presentan un flujo de agua permanente o intermitente en una dirección definida, y adicionalmente un estado de cambio físico continuo, como los ríos, caños y quebradas. El área de estudio se encuentra en el área hidrográfica del Magdalena-Cauca (2), en la zona hidrográfica del Medio Magdalena (23) y la subzona hidrográfica de la Quebrada El Carmen, otros directos al Magdalena Medio (2321), y las unidades hidrográficas priorizadas por Corpocesar mediante la Resolución 1111 del 18 de julio de 2013, denominadas Quebrada Simaña (2321-03) y Quebrada Norean-Arroyo San Marcos y otros directos Magdalena Medio(md) (Figura 24).



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.4.2.1. Área hidrográfica Magdalena-Cauca:

La gran cuenca del Magdalena-Cauca tiene una superficie total de 273.459 km<sup>2</sup>, equivalente a 24% del territorio Colombiano, sobre la cual se estableció el 77% de la población colombiana; en esta área hidrográfica se encuentran 19 departamentos correspondientes al 54% de los departamentos del país, 728 municipios y tienen jurisdicción de 23 Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y 4 Autoridades Ambientales Urbanas (AAU) (OPTIM CONSULT et al., 2015).

Geofísicamente cubre la mayoría del complejo Sistema Andino Colombiano, incluidos los valles interandinos Magdalena y Cauca y sus afluentes; el complejo deltaico de la desembocadura del Río Magdalena en el Mar Caribe y parte de la montaña intertropical más alta del mundo, la Sierra Nevada de Santa Marta (OPTIM CONSULT et al., 2015).

Además se encuentra el 70% de la infraestructura carretable del País; el 95% de la infraestructura férrea del país; el 72 % de la infraestructura de transporte de petróleo del país, con las dos refinerías (Mamonal, Barrancabermeja.); se ubican nueve (9) centros de transferencia intermodal (Dorada, Puerto Salgar, Puerto Berrio, Barrancabermeja, Puerto Wilches, Gamarra, Capulco, Cartagena y Barranquilla.); el 70% de la infraestructura hidroeléctrica del país se ubica en la cuenca y el 95 % del Sistema interconectado energético nacional (OPTIM CONSULT et al., 2015).


Se genera el 75% de la producción agropecuaria nacional; se desarrolla más del 90% de la producción cafetera; se produce el 70% de la energía de origen hidráulico y el 95% de la termoelectricidad (OPTIM CONSULT et al., 2015).

#### 5.1.4.2.2. Zona hidrográfica del Medio Magdalena:

Inicia en Honda y se extiende hasta El Banco, en la desembocadura del río Cesar, municipio situado a una altura de 33 msnm. La distancia que recorre en este trayecto es de 542 km, con una pendiente media de 0,35 m/km, un área de drenaje de 105.850 km<sup>2</sup> y un caudal promedio de 4.224 m<sup>3</sup>/s a la altura de El Banco (OPTIM CONSULT et al., 2015).

En esta zona comienza a formarse un gran número de ciénagas y caños que tienen su origen en la dinámica fluvial y en las geoformas de la zona plana. Estas ciénagas ejercen un efecto regulador y se comportan como afluentes, dependiendo del nivel del agua del río. En este sector el río Magdalena recibe, entre otros, los aportes de los ríos Guarinó, La Miel, Nare, Cimitarra y Simití por la margen occidental, y de los ríos Negro, Carare, Opón, Sogamoso y Lejibra (OPTIM CONSULT et al., 2015).

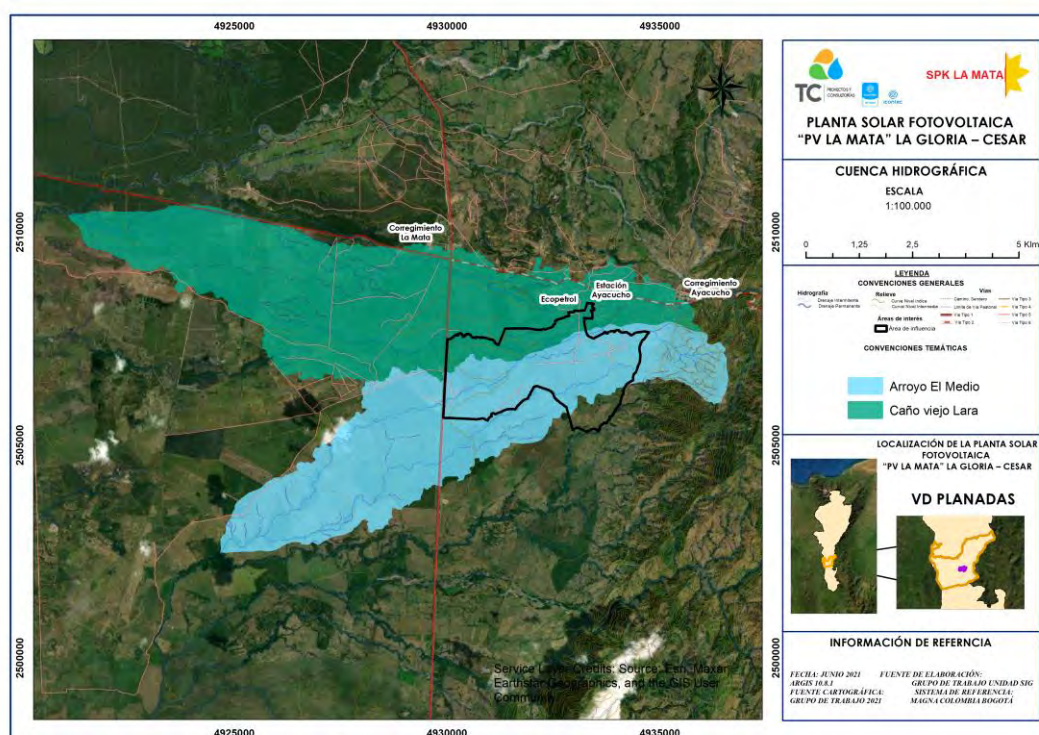


	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.4.2.3. Delimitación de la cuenca.

La delimitación de la microcuenca hidrográfica que tiene influencia en el área del proyecto se realizó con un modelo digital de elevación con tamaño de píxeles 12.5 m x 12.5 m propiedad de la Alaska Satellite Facility (2011), tomados con el satélite Alos Palsar y con cartografía base del IGAC a escala 1:25,000. El área del proyecto se encuentra localizada en las coordenadas planas Este 1159160 Norte 1503801 Magna-Sirgas Colombia Origen-Oeste.


Figura 24. Ubicación de la subzona hidrográfica del área de influencia del proyecto.



Fuente: Equipo consultor, 2022

#### 5.1.4.3. Características morfométricas de la cuenca.

Las características morfométricas de una cuenca son el conjunto de técnicas, procedimientos y métodos, utilizados para determinar atributos del relieve y en base a ellos conocer el sistema de relaciones espaciales que caracterizan a las formas del terreno (Flores et al., 2016). A medida que se aumenta el caudal, las corrientes incrementan su longitud de onda, de esta manera el caudal determina la magnitud de la morfología de los cauces. Por esto, la importancia de

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

relacionar los parámetros morfométricos, conceptos fundamentales para documentar la analogía y establecer las relaciones hidrológicas (Corporación Autónoma Regional del Quindío et al., 2008). El procedimiento implementado consistió en la caracterización de la unidad hidrográfica a partir del cálculo de sus variables básicas (superficie, perímetro y longitud de la corriente principal), a partir de un análisis geométrico basado en información cartográfica escala 1:25.000.

#### 5.1.4.3.1. Características generales:

Las características generales de una cuenca hacen referencia a sus características geométricas tales como área y perímetro, longitud total y axial del cauce principal, como se detallan a continuación:

- Área (A).

Está definida como la proyección horizontal de toda el área de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido, directa o indirectamente, a un mismo cauce natural. Corresponde a la superficie delimitada por la divisoria de aguas de la zona de estudio; éste parámetro se expresa normalmente en km<sup>2</sup> (Lux Cardona, 2014).

- Perímetro (P).

Es la longitud sobre un plano horizontal, que recorre la divisoria de aguas. Éste parámetro se mide en unidades de longitud y se expresa normalmente en metros o kilómetros (Lux Cardona, 2014).



- Longitud de la cuenca (L).

Se define como la distancia horizontal desde la desembocadura de la cuenca (punto de desfogue) hasta otro punto aguas arriba donde la tendencia general del río principal corte la línea de contorno de la cuenca. En la Tabla 17, se logra evidenciar los parámetros generales de las unidades hidrográficas identificadas.

Tabla 17. Parámetros generales de la subcuenca.

SUBCUENCA	Generales		
	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud del cauce (km)	Perímetro (km)
Arroyo El Medio	30,25	15,06	40,21
Caño Viejo Lara	23,79	12,54	34,63

Fuente: Equipo consultor, 2021

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

### Formas de la cuenca hidrográfica:

- Factor de forma ( $K_f$ )

Es la relación entre el área ( $\text{km}^2$ ) y el cuadrado de la longitud de la cuenca (km). Este parámetro mide la tendencia de la cuenca hacia las crecidas, rápidas y muy intensas o lentas y sostenidas, según que su factor de forma tienda hacia valores extremos grandes o pequeños. Principalmente, los factores geológicos son los encargados de moldear la fisiografía de una región y la forma que tienen las cuencas hidrográficas. Un valor de  $K_f$  superior a la unidad proporciona el grado de achatamiento de ella o de un río principal corto y por consecuencia con tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente grandes crecidas (Lux Cardona, 2014) (Tabla 18).

$$F = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

F= Factor de forma

A= área de la cuenca.

L= Longitud de máximo recorrido.

Tabla 18. Clasificación del factor de forma.

Factor de forma	Característica
<1	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas
1	Cuadrada
>1	Tiende a ser achatada, tendencia a ocurrencia de avenidas

Fuente: Elaboración consultor a partir de Lux Cardona, 2014.

- Índice de compacidad ( $K_c$ ):

Se obtiene de dividir el perímetro de la cuenca por el perímetro de un círculo de igual área al de la cuenca, utilizando la siguiente ecuación.

$$K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$$

Dónde:

$K_c$ = Coeficiente de compacidad.

P= perímetro de la cuenca

A = área de la cuenca.

Se han establecido tres categorías para la clasificación tal como se evidencia en la Tabla 19.

Tabla 19. Forma de la cuenca de acuerdo al índice de compacidad.

Clase de forma	Índice de compacidad	Forma de la cuenca
Clase $K_{c1}$	1.0 – 1.25	Casi redonda a oval-redonda
Clase $K_{c2}$	1.26 – 1.50	Oval redonda a oval-oblonga
Clase $K_{c3}$	1.51 – 1,75	Oval-oblonga a rectangular-oblonga

Fuente: Elaboración consultor a partir de Lux Cardona, 2014.





 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

En la Tabla 20 se identifican las características morfométricas relacionados con la unidad hidrográfica de interés.

Tabla 20. Parámetros de forma de subcuenca.

Subcuenca	Forma			
	Ancho máximo (km)	Factor de forma	Coefficiente de compacidad	Clasificación
Arroyo El Medio	2,96	0,15	2,0	Oval-oblonga rectangular-oblonga a
Caño Viejo Lara	3,29	0,13	2,06	Oval-oblonga rectangular-oblonga a

Fuente: Elaboración consultor Lux Cardona, 2014.

#### Relieve de la cuenca:

El relieve de una cuenca tiene mayor influencia sobre la respuesta hidrológica, es decir, que a mayor pendiente la generación de escorrentía se produce en lapsos de tiempo menores (Ibañez et al., 2011) es así, que el relieve influye de forma significativa en la velocidad de los procesos erosivos en una cuenca, ya que determina la dirección y la intensidad del movimiento de agua y sedimentos (Sánchez, 2000).

- Pendiente media:

La pendiente del cauce se define como la relación entre la altura total del cauce principal (cota máxima menos cota mínima) y la longitud del mismo (Monsalve, 1995). Su determinación es importante para definir el comportamiento de la cuenca respecto al desplazamiento de las capas de suelo (erosión o sedimentación), puesto que, en zonas de altas pendientes, se presentan con mayor frecuencia los problemas de erosión mientras que en regiones planas aparecen principalmente problemas de drenaje y sedimentación (Corporación Autónoma Regional del Quindío et al., 2008).

$$P_m = \frac{H_{max} - H_{min}}{L} * 100$$

Dónde:

Pm: Pendiente media

Hmax: Cota Máxima (msnm)

Hmin: Cota Mínima (msnm)

L: Longitud del Cauce (m)

La pendiente se relaciona directamente con el tipo de relieve y a su vez con la velocidad del agua (Tabla 21).

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 21. Clasificación pendiente de la cuenca.

Pendiente (%)	Tipo de relieve	Velocidad agua
0 – 3	Plano	Baja
3 – 7	Suave	
7 – 12	Mediano	Media
20 – 35	Accidentado	Alta
35 – 50	Fuerte	

Fuente: Elaboración consultor a partir de Monsalve, 1995.

Para la zona de estudio se tiene una pendiente de 8,80%, considerada como mediana o moderada, representativo de un relieve medianamente accidentado, de baja a moderada influencia sobre las crecidas instantáneas (Tabla 22).

Tabla 22. Características del relieve de la subcuenca.

Subcuenca	Relieve			
	Altura máxima (msnm)	Altura mínima (msnm)	Pendiente	Tipo de relieve
	Hmax	Hmin	%	
Arroyo El Medio	768	47	11,27	Mediano
Caño Viejo Lara	396	41	5,68	Suave

Fuente: Equipo consultor, 2021

#### Sistema de drenaje:

- Tiempos de concentración

El tiempo de concentración se define como el tiempo requerido para que la escorrentía superficial fluya desde la parte más remota de la hoya hasta el punto de interés. Para estimar el tiempo de concentración se utilizó la fórmula de Kirpich california descrita en la siguiente ecuación:



$$T_c = \left( \frac{0.87 * L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Dónde:

T<sub>c</sub> = tiempo de concentración (hora)

L = Longitud del cauce principal de la cuenca (km)

H = La diferencia entre las dos altitudes o elevaciones extremas del cauce principal de la cuenca (m)

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

- Densidad de drenaje (Dd).

La densidad de drenaje es un indicador del régimen y de la morfología de la cuenca porque relaciona la longitud de los cursos de agua con el área total. Además, refleja la influencia de la geología, topografía, suelo y vegetación, en la cuenca hidrográfica y está relacionado con el tiempo de salida del escurrimiento superficial de la cuenca. Una densidad de drenaje alta refleja una cuenca muy bien drenada que debería responder rápido a un influjo de la precipitación y una cuenca con baja densidad de drenaje refleja un área pobremente drenada con respuesta hidrológica muy lenta (Corporación Autónoma Regional del Quindío et al., 2008).

$$Dd = \frac{\sum Li}{A}$$

Dónde:

Dd: Densidad de drenaje

$\sum Li$ : Longitud total de todos los canales de agua (km)

A: Área (km<sup>2</sup>)

Li: Longitud de cada cauce (km)

De acuerdo con lo anterior, en la Tabla 23 se evidencia la clasificación de densidad de drenaje de una cuenca.

Tabla 23. Clasificación densidad de drenaje.

Rango de densidad Km/Km <sup>2</sup>	Clasificación
< 0.6	Pobremente drenada
0.7 – 2.9	Moderadamente drenada
> 3	Altamente drenada



Fuente: Elaboración consultor a partir de Monsalve, 1995.

En la Tabla 24 se indican los resultados obtenidos respecto a los parámetros del sistema de drenaje presente en la unidad hidrográfica de interés.

Tabla 24. Clasificación sistema de drenaje.

Subcuenca	Drenaje		
	Tiempo de concentración (hr)	Densidad de drenaje (Km/Km <sup>2</sup> )	Clasificación
Arroyo El Medio	1,54	1,49	Moderadamente drenado
Caño Viejo Lara	2,10	1,02	Moderadamente drenado

Fuente: Equipo consultor, 2021

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

A mayor densidad de drenaje, el tiempo de escorrentía es menor, por lo cual se considera como un indicador de peligrosidad, para el caso de estudio se presenta un valor de 0,89, es decir la eficiencia del drenaje es moderado.

- Índice de alargamiento.

El índice de alargamiento relaciona la longitud del cauce encontrada en la cuenca y el año máximo de ella. Este define de si la cuenca es alargada, cuando su valor es mucho mayor a la unidad o si es achatada cuando son valores menores a la unidad. Lo anterior, se determina por medio de la siguiente ecuación:

$$I_A = \frac{L}{A_n}$$

Dónde:

$I_A$ : Índice de alargamiento (km).

$L$ : Longitud de la cuenca (km).

$A_n$ : Ancho de la cuenca (km).

De acuerdo con lo anterior, en la Tabla 25 se estipulan las características de la clasificación índice de alargamiento de una cuenca.

Tabla 25. Clasificación de índice de alargamiento.

$K_F$	CARACTERÍSTICAS
$I_A > 1$	Cuenca alargada
$I_A < 1$	Cuenca achatada y por lo tanto el cauce principal es corto

Fuente: Elaboración consultor a partir de CVC, 2017.

El índice de alargamiento de la cuenca es de 3,77 (Tabla 26), relación que indica que la cuenca posee un sistema de drenaje que se asemeja a una espiga, denotando un alto grado de evolución del sistema en capacidad de adsorber mejor una alta precipitación sin generar una crecida de grandes proporciones (CVC, 2017).



Tabla 26. Alargamiento de la subcuenca de estudio.

Subcuenca	ALARGAMIENTO	CLASIFICACIÓN
Arroyo El Medio	4,24	Cuenca alargada
Caño Viejo Lara	4,58	Cuenca alargada

Fuente: Equipo consultor, 2021

En términos generales, toda vez determinadas las características morfométricas de las subcuencas evaluadas, se constata que, el valor de pendiente media obtenida muestra que la subcuenca Arroyo El Medio presenta un relieve medio, mientras que la subcuenca Caño Viejo



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

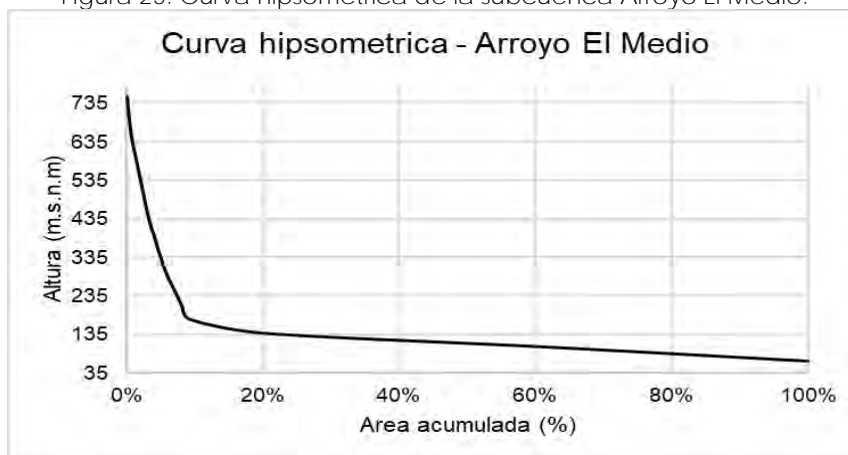
Lara presenta un relieve suave, al igual que una baja pendiente del cauce principal, lo que denota en bajas velocidades de flujo a lo largo de la red de drenaje.

El valor del factor de forma de 0.13 para la subcuenca Caño Viejo Lara y de 0.15 para Arroyo El Medio implica una fuerte tendencia al alargamiento, y bajas probabilidades de experimentar crecidas súbitas con altas velocidades de flujo, debido a que su forma no permite exponer toda su superficie al radio de acción de una determinada tormenta. Lo anterior se corrobora con índice de alargamiento de 4.57 y de 4.24, evidenciando condiciones de cauces principal alargados.

El valor obtenido de 2,06 para la subcuenca Caño Viejo Lara y de 2,0 para arroyo El Medio en el coeficiente de compacidad de Gravelius muestra que las subcuencas tienen una forma rectangular-oblonga a rectangular; las cuencas con estas características presentan tiempos de concentración mayores a los que se obtienen en cuencas con áreas similares y cuya forma tiende a ser redonda.

Los valores de densidad de drenaje de 1,02 y de 1,49 indican que las subcuencas presentan un drenaje medio; esto implica que las microcuencas tienen una buena capacidad para evacuar los volúmenes de escurrimiento generados de forma continuada. La curva hipsométrica (Figura 25y Figura 26) presenta una forma típica de las cuencas en etapa de madurez, donde predominan los procesos sedimentarios por encima de los erosivos.

Figura 25. Curva hipsométrica de la subcuenca Arroyo El Medio.



Fuente: Equipo consultor, 2021



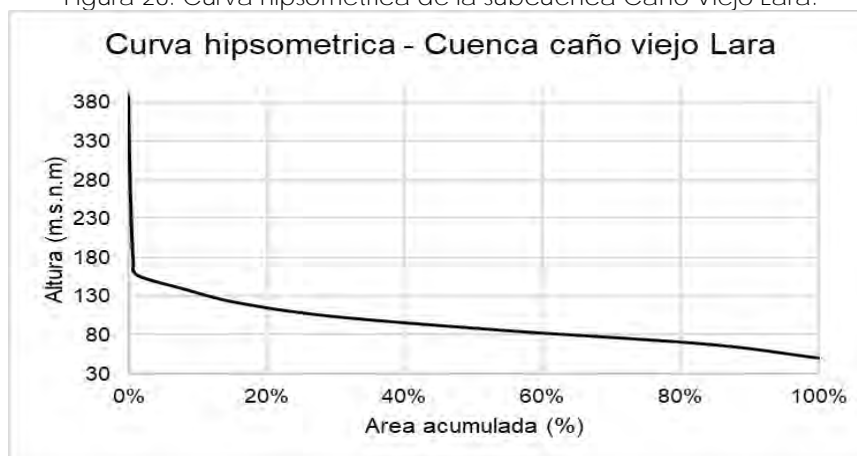
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 26. Curva hipsométrica de la subcuenca Caño Viejo Lara.




Fuente: Equipo consultor, 2021

En términos generales las características morfométricas demuestran que las subcuencas Arroyo El Medio y Caño Viejo Lara presentan poca susceptibilidad a crecientes súbitas por la ocurrencia de eventos de precipitación extremos al presentar un tiempo de concentración mayor en comparación a subcuencas con áreas similares y forma achatada.

Los volúmenes de escorrentía se evacuan de forma lenta al esperarse bajas velocidad de flujo en los drenajes por la baja pendiente presente en la subcuenca Caño Viejo Lara; en la subcuenca Arroyo El Medio se esperaría una mejor evacuación de los volúmenes de escorrentía generados al obtener una pendiente media mayor y mejor densidad de drenaje. La acumulación de sedimentos en la en la parte baja de las microcuencas puede provocar la colmatación paulatina de la red de drenaje, disminuyendo la capacidad de evacuación de escorrentía; lo anterior se evidencia en la forma de la curva hipsométrica de las microcuencas.

#### 5.1.4.4. Caudal de drenaje.

Para la determinación del caudal de drenaje en las subcuencas del Arroyo El Medio y Caño Viejo Lara, teniendo en cuenta la disponibilidad de información, se implementa el método de Número de Curva-CN, el cual es un indicador del grado de afectación, clasificado entre 0 a 100, generado por la infiltración potencial y se estima teniendo en cuenta las condiciones hidrológicas, el grupo hidrológico y las prácticas antrópicas realizadas en el territorio.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.4.4.1. Caudal de escurrimiento.

El método de cálculo de escurrimiento depende en gran medida de la disponibilidad de información, esta investigación usó el método de número de curva (CN, por sus siglas en inglés) por ser uno de los métodos más confiables y convencionales en la estimación de escurrimiento. Es un método convencional para estimar escurrimientos superficiales desarrollado por el grupo de conservación de suelos del Servicio de Conservación de Recursos Naturales de Estados Unidos (NCRS, por su sigla en inglés). Este método se basa la determinación de la afectación a la infiltración del suelo mediante el análisis del complejo precipitación – características físicas de la superficie (FAO, 2006) como limitante del escurrimiento potencial que pueda tener dicho suelo (véase ecuación 5).

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{P + 0.8S}$$

Donde:

Q= Es el escurrimiento (mm).

P= Es la precipitación de cálculo (mm)

S= Potencial máximo de retención (mm).

En la determinación de esta última variable, se tienen en cuenta tres parámetros: comprendiendo el grupo hidrológico de suelo (HGS), el tipo de cobertura y uso del suelo, y la condición hidrológica de la cobertura.

- Grupo Hidrológico de Suelo.

Corresponde a una categorización en el que se agrupan los suelos que presentan condiciones similares en la generación de escurrimiento clasificados en cuatro (4) grupos (A, B, C y D) definidos de acuerdo a la clasificación textural de dicho suelo y las características que interfieren en la infiltración, en el que contenido de arcillas y arenas son la principal condicionante (NRCS, 1986). De acuerdo con Mongil y Navarro (2012) se clasifican en:

- Grupo hidrológico A aquellos suelos cuya condición hidráulica a saturación es mayor de 144 mm.h<sup>-1</sup>, con contenido de arcilla de menos del 10 % y con más del 90 %, presentando un drenaje natural de bueno a excesivo y texturas de arenosa a gravillosa.
- Grupo hidrológico B presenta condición hidráulica a saturación entre 36.1 y 144 mm.h<sup>-1</sup> para una profundidad de hasta 50 cm, caracterizado por presentar contenidos entre el 10 y el 20 % de arcillas y entre el 50 y 90 % de arenas, estos suelos presentan texturas entre moderadamente finas y moderadamente gruesas.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

- c. Grupo hidrológico C, condición hidráulica a saturación, a una profundidad de 50 cm entre 13.6 a 36 mm.h<sup>-1</sup>, el contenido de arena es menor del 50 %, mientras que el contenido de arcilla fluctúa entre el 20 al 40 % con texturas de moderadamente finas a finas.
  - d. Grupo hidrológico D presenta condiciones limitadas de infiltración y alto potencial de escurrimiento con estado de saturación con una condición hidráulica a saturación menor a 3.6 mm.h<sup>-1</sup> con contenidos de arcilla mayores al 40 % y menores del 50 % de arena. Las consideraciones de condición hidráulica a saturación se establecen para las características del horizonte menos permeable del suelo.
- Condición de Humedad Antecedente-AMC.

La AMC expresa los cinco días de precipitación previos a la ocurrencia de una avenida determinando el potencial de escurrimiento que puede haber en una zona entre tormenta y tormenta (NRCS, 1986). Así, por ejemplo, se define una AMCI a la condición de aridez de una zona en cuestión, AMCII para condición intermedia y AMCIII para condición húmeda (Tabla 27).

Tabla 27. Precipitación acumulada para definición de AMC.

Condición antecedente de humedad (AMC)	Precipitación acumulada de los cinco días previos al evento en consideración (mm)
I	0 - 36
II	36 - 53
III	más de 53

Fuente: Modificada de Modificada de Monsalve, 1999

- Cobertura de terreno.

El tipo de cobertura de la tierra hace referencia a la condición física de la superficie en cuanto al tipo de vegetación presente y la forma en la que esta interviene en los procesos de abstracción facilitando los procesos de infiltración entre las que se destacan la vegetación en la que se discriminan distintas categorías, suelos desnudos y superficies impermeables. El uso del suelo está referido a la descripción del tipo de manejo, teniendo en cuenta las zonas agrícolas cultivadas en términos de prácticas mecánicas de contorneado, terraceo, entre otras. La influencia del tipo de cobertura y uso del suelo se refleja en las condiciones de este considerando la importancia de las plantas en el aumento del contenido de materia orgánica del suelo promoviendo el desarrollo de estructura, mejoramiento de la permeabilidad por la penetración radicular, intercepción de la precipitación y con ello la disminución de la energía de impacto reduciendo el proceso de desprendimiento de material y alteración de algunas propiedades físicas del suelo, el aumento de la rugosidad de la superficie y el establecimiento de capas de material foliar en descomposición como retenedor de humedad y favorecimiento de la infiltración superficial y el contenido de agua en el suelo (NRCS, 1986, 2009).



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

De acuerdo con la Resolución 0865 de 2004, se categoriza como una condición hidrológica buena aquella cobertura que cubre más del 75 % del terreno, se denomina una condición hidrológica media aquella cobertura que abarca entre el 50 % y el 70 % de la extensión total de un terreno en cuestión una condición pobre inferior al 50 % de cobertura (Resolución 865 DE 2004, 2004).

La captura de información mediante los sensores remotos es de gran importancia para la realización de estudios hidrológicos e hidráulicos en zonas de difícil acceso o de gran extensión al reducir los tiempos y costos de levantamiento de información, siendo favorable el entorno actual para la obtención de dicha información (Dessler et al., 2008; Gui et al., 2017; Lorenzo & García, 2011; Sitnov et al., 2017). En términos generales, la utilización de sensores remotos y los sistemas de información geográfica (SIG) es empleada en hidrología para el levantamiento de información primaria en la estimación de escurrimientos superficiales mediante la clasificación de cobertura vegetal a partir de imágenes satelitales.

Sus aplicaciones son más considerables en este sentido en la identificación de cobertura vegetal dada la escases o el estado desactualizado de esta información dirigidos a la implementación del método de curva para dichos cálculos (Espejo, 2006; Ferrér, Rodríguez, & Estrela, 1995; Melesse & Shih, 2002; Revueltas, Mercado, & Aguirre, 2020) por ello y teniendo en cuenta la facilidad de inclusión de grandes extensiones, abre las posibilidades al estudio de las variables ambientales y los parámetros relacionados con las mismas. Si bien se han tenido avances significativos en la recolección de información mediante sensores remotos, la disponibilidad de esta información a menudo es limitada. Uno de los programas más significativos en el estudio de la composición de la superficie y estudios relacionados al ambiente es el programa LANDSAT (Tabla 28).

La información recolectada por estos elementos, es de gran importancia en la determinación de cubiertas vegetales del terreno, siendo este uno de los parámetros fundamentales en la estimación hidrológica de escurrimientos superficiales teniendo como insumo de partida para la clasificación de las coberturas presentes en el área de estudio y con ello la respuesta hidrológica del terreno (Díaz, 2017).

Tabla 28. Características de las imágenes satelitales LANDSAT 8

Sensor	Banda	Longitud de onda ( $\lambda$ )	Resolución
Operational Land Imager (OLI) y Thermal Infrared	Banda 1 - Aerosol costero	0.43 - 0.45	30
	Banda 2 – Azul	0.45 - 0.51	30
	Banda 3 – Verde	0.53 - 0.59	30
	Banda 4 – Rojo	0.64 - 0.67	30
	Banda 5 – Infrarrojo cercano (NIR)	0.85 - 0.88	30
	Banda 6 - SWIR 1	1.57 - 1.65	30

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Sensor	Banda	Longitud de onda (λ)	Resolución
Sensor (TIRS)	Banda 7 - SWIR 2	2.11 - 2.29	30
	Banda 8 – Pancromático	0.50 - 0.68	15
	Banda 9 – Cirrus	1.36 - 1.38	30
	Banda 10 – Infrarrojo térmico (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100
	Banda 11 - Infrarrojo térmico (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100

Fuente: Modificada de Modificada de Monsalve, 1999

La clasificación digital consiste en la agrupación de las unidades con contenido de información espacial (pixel) con similares características en contenido de la información (datos estadísticos similares) para la segmentación de la información contenida en una imagen satelital, resultando en la categorización de los diferentes tipos de coberturas presentes en un área de interés (Chuvienco, 1996; Gil et al., 2003).

En las subcuencas evaluadas predomina la cobertura de pastos limpios, seguido de cultivos permanentes de palma africana; las plantaciones se encuentran concentradas en la parte baja de la subcuena Caño Viejo Lara y en la parte media de la subcuena Arroyo El Medio. En una menor medida se encuentran las coberturas de bosque de galería y ripario y de bosque denso, esta última se encuentra en la parte alta de las subcuencas. Mediante la Figura 27 se puede observar las diferentes coberturas del suelo en las subcuencas evaluadas, y por medio de la Tabla 29 se indica el área en hectáreas de los diferentes tipos de coberturas identificadas.

Tabla 29. Cobertura de suelo en subcuencas evaluadas.

Microcuenca	Cobertura	Área (ha)	Área (%)
Arroyo El Medio	Bosque de galería y ripario	322.64	13.56
	Bosque denso	232.05	9.75
	Cultivos permanentes	502.72	21.13
	Pastos limpios	1321.53	55.55
Total		2378.94	100
Caño viejo Lara	Bosque de galería y ripario	338.26	11.18
	Bosque denso	25.19	0.83
	Cultivos permanentes	618.68	20.45
	Pastos limpios	2043.05	67.53
Total		3025.18	100

Fuente: Equipo consultor, 2021



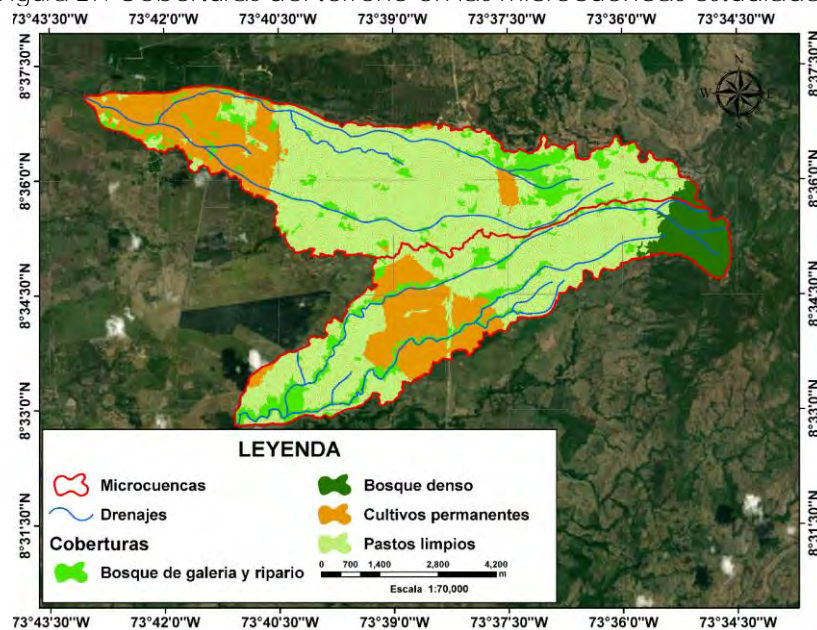
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 27. Coberturas del terreno en las microcuencas estudiadas.



Fuente: Equipo consultor, 2021

#### 5.1.4.4.2. Estimación del CN.

Se estimó el CN realizando el geoprocesamiento de intercepción entre la capa de los grupos hidrológicos del suelo HGS y la capa de coberturas para asignar el correspondiente CN de acuerdo con la condición de humedad antecedente de la zona. Según Palencia et al. (2006) el área de estudio presenta un AMC III por lo que el CN utilizado se ajustó a dicha condición de humedad antecedente. A las coberturas de tejido urbano discontinuo y zona pantanosa se les asigno un CN de 98. A continuación, por medio de las Tabla 30 y Tabla 31 se detalla el número de curvas-CN conforme a la cobertura del suelo.

Tabla 30. Número de Curva (CN) para tierras agrícolas cultivadas.

Cobertura		Condición Hidrológica	HGS			
Uso de la tierra	Tratamiento o práctica		A	B	C	D
			CN			
Rastrojo	Hileras rectas	----	77	86	91	94
Cultivos en hileras	Hileras rectas	Mala	71	81	88	91
		Buena	67	78	85	89
	Curvas de nivel	Mala	70	79	84	88
		Buena	65	75	82	86
	Curvas de nivel y	Mala	66	74	80	82

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Cobertura		Condición Hidrológica	HGS			
Uso de la tierra	Tratamiento o práctica		A	B	C	D
			CN			
	terrazas	Buena	62	71	78	81
Cultivos en hileras estrechas	Hileras rectas	Mala	65	76	84	88
		Buena	63	75	83	87
	Curvas de nivel	Mala	63	74	82	85
		Buena	61	73	81	84
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	61	72	79	82
		Buena	59	70	78	81
Leguminosas en hileras estrechas o forrajes en rotación	Hileras rectas	Mala	66	77	85	89
		Buena	58	72	81	85
	Curvas de nivel	Mala	64	75	83	85
		Buena	55	69	78	83
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	63	73	80	83
		Buena	51	67	76	80
Pastos de pastoreo	Curvas de nivel	Mala	68	79	86	89
		Buena	49	69	79	84
		Mala	39	61	74	80
		Buena	47	67	81	88
		Mala	25	59	75	83
		Buena	6	35	60	79
Pastos de corte		Buena	30	58	71	78
Bosque		Buena	45	66	77	83
		Regular	36	60	73	79
		Mala	25	55	70	77
Patios		----	59	74	82	86
Caminos de tierra		----	72	82	87	89
Pavimentos		----	74	84	90	92

Fuente: Equipo consultor, 2021

Tabla 31. Número de Curva (CN) para otras tierras agrícolas

Descripción de cobertura	Condición hidrológica	CN			
		A	B	C	D
Pastos, forraje para pastoreo	Mala	68	79	86	89
	Regular	49	69	79	84
	Buena	39	61	74	80
Prados continuos, protegidos de pastoreo, y generalmente segado para heno.		30	58	71	78
Maleza mezclada von pasto de semilla, con la maleza como principal elemento	Mala	48	67	77	83
	Regular	35	56	70	77
	Buena	30	48	65	73
Combinación de bosques y pasto (huertas o granjas con árboles)	Mala	57	73	82	86
	Regular	43	65	76	82
	Buena	32	58	72	79





 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Descripción de cobertura	Condición hidrológica	CN			
		A	B	C	D
Bosques	Mala	45	66	77	83
	Regular	36	60	73	79
	Buena	30	55	70	77
Predios de granjas, construcciones, veredas, caminos y lotes circundantes		59	74	82	86

Fuente: Equipo consultor, 2021

Tabla 32. Equivalencias de Número de Curva (CN) en las distintas condiciones de humedad antecedente (AMC)

AMC II	AMC I	AMC III	AMC II	AMC I	AMC III	AMC II	AMC I	AMC III
100	100	100	74	55	88	49	30	69
99	97	100	73	54	87	48	29	68
98	94	99	72	53	86	47	28	67
97	91	99	71	52	86	46	27	66
96	89	99	70	51	85	45	26	65
95	87	98	69	50	84	44	25	64
94	85	98	68	48	84	43	25	63
93	83	98	67	47	83	42	24	62
92	81	97	66	46	82	41	23	61
91	80	97	65	45	82	40	22	60
90	78	96	64	44	81	39	21	59
89	76	96	63	43	80	38	21	58
88	75	95	62	42	79	37	20	57
87	73	95	61	41	78	36	19	56
86	72	94	60	40	78	35	18	55
85	70	94	59	39	77	34	18	54
84	68	93	58	38	76	33	17	53
83	67	93	57	37	75	32	16	52
82	66	92	56	36	75	31	16	51
81	64	92	55	35	74	30	15	50
80	63	91	54	34	73	25	12	43
79	62	91	53	33	72	20	9	37
78	60	90	52	32	71	15	6	30
77	59	89	51	31	70	10	4	22
76	58	89	50	31	70	5	2	13
75	58	88				0	0	0

Fuente: Equipo consultor, 2021

Mediante la Figura 28 se presenta la distribución espacial del número de curva en las microcuencas estudiadas y en la Tabla 33 se presentan los valores de número de curva y su extensión en hectáreas.


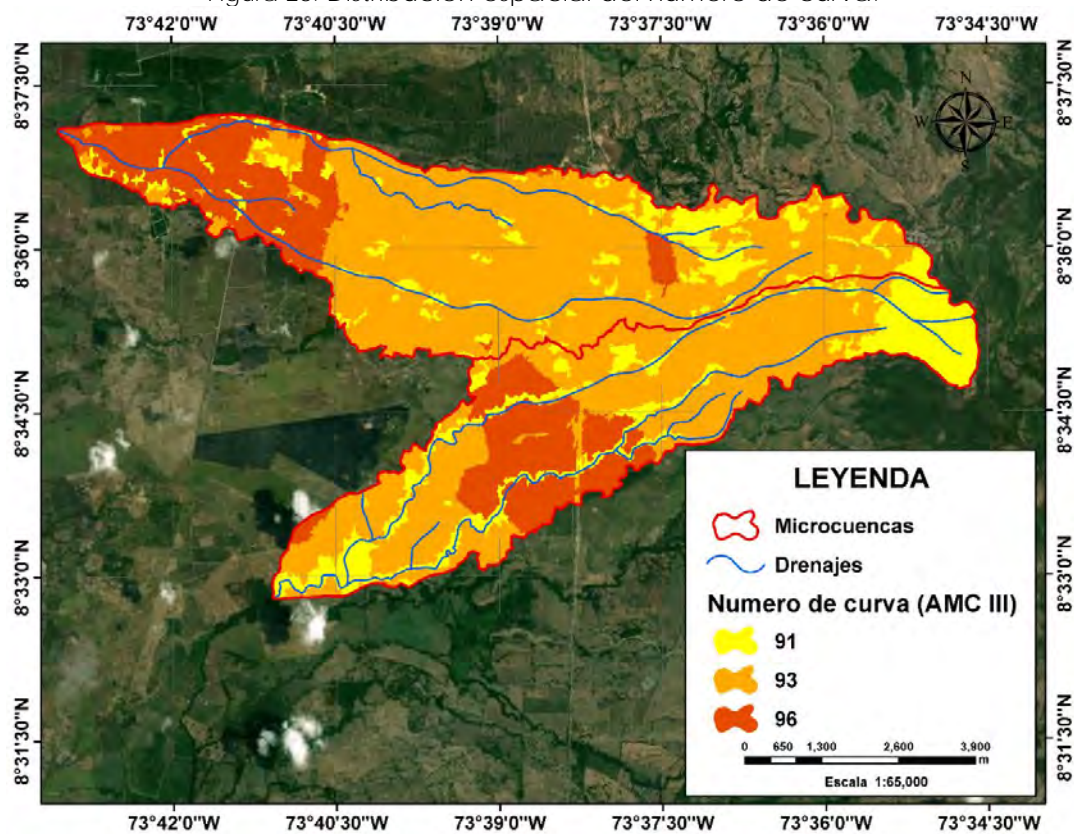
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 33. Valores de número de curva en las microcuencas estudiadas.

Microcuenca	CN	Área (ha)	Área (%)
Arroyo El Medio	91	554.69	23.32
	93	1321.53	55.55
	96	502.72	21.13
Total		2378.94	100
Caño viejo Lara	91	363.45	12.01
	93	2043.05	67.53
	96	618.68	20.45
Total		3025.18	100



Fuente: Equipo consultor, 2021

Figura 28. Distribución espacial del número de curva.



Fuente: Equipo consultor, 2021

En el 100% del territorio de las subcuencas Arroyo El Medio y Caño Viejo Lara se obtuvieron valores de CN mayores a 90. Los altos valores de CN obtenidos demuestran que las subcuencas presentan una pobre respuesta hidrológica ante los eventos de precipitación y tiende a

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

favorecer la generación de escurrimiento superficial. El proceso de infiltración se ve afectado en gran medida por la predominancia de la cobertura de pastos y cultivos de palma africana, las cuales no favorecen los procesos de abstracción inicial de la lluvia.

#### 5.1.4.4.3. Estimación de lluvias de diseño.

La metodología simplificada de cálculo de las curvas intensidad – duración – frecuencia para estimación de escurrimientos máximos, se aplica cuando no se dispone de datos históricos de intensidad de lluvia (datos pluviográficos). Para Colombia se propone un procedimiento mediante el cual se dedujeron las curvas intensidad-duración-frecuencia por correlación con la precipitación máxima promedio anual en 24 horas, el número promedio de días de lluvia al año, la precipitación total media anual y la elevación de la estación. La mejor correlación obtenida, sin embargo, fue la que se obtuvo con la precipitación máxima promedio anual en 24 horas en una estación, y es la que se propone para los estudios, además de que es la más sencilla de utilizar, mediante la siguiente ecuación (Invias, 2009).

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

Donde:

i= Intensidad de la lluvia (mm/hr).

T= Periodo de retorno (años).

M= Precipitación máxima promedio multianual en 24 horas (mm).

t= Duración de la lluvia (min).

a,b,c,d,= Parámetros conforme a la región (Tabla 34)

Tabla 34. Valores regionalizados de ecuación simplificada de intensidad de lluvia.

Región de Colombia	a	b	c	d
Andina	0.94	0.18	0.66	0.83
Caribe	24.85	0.22	0.50	0.10
Pacífico	13.92	0.19	0.58	0.20
Orinoquia	5.53	0.17	0.63	0.42

Fuente: INVIAS, 2009



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 29. Regiones en Colombia para definición de parámetros a, b, c y d.




Fuente: INVIAS, 2009

Conforme a la revisión de la información disponible de estaciones pluviométricas, localizadas aledañas al área de influencia del proyecto, operadas por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM, a continuación, se detallan los registros de precipitación promedio máxima anual en el periodo comprendido desde el año 2000-2020 de la estación pluviométrica La Mata de código 23215050.

Tabla 35. Registro de precipitaciones promedio máxima anual de la estación pluviométrica La Mata en el periodo 2000-2020.

AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA (mm)
2000	130
2001	165,4
2002	178
2003	180,2
2004	183
2005	184,2
2006	230,2
2007	186
2008	130

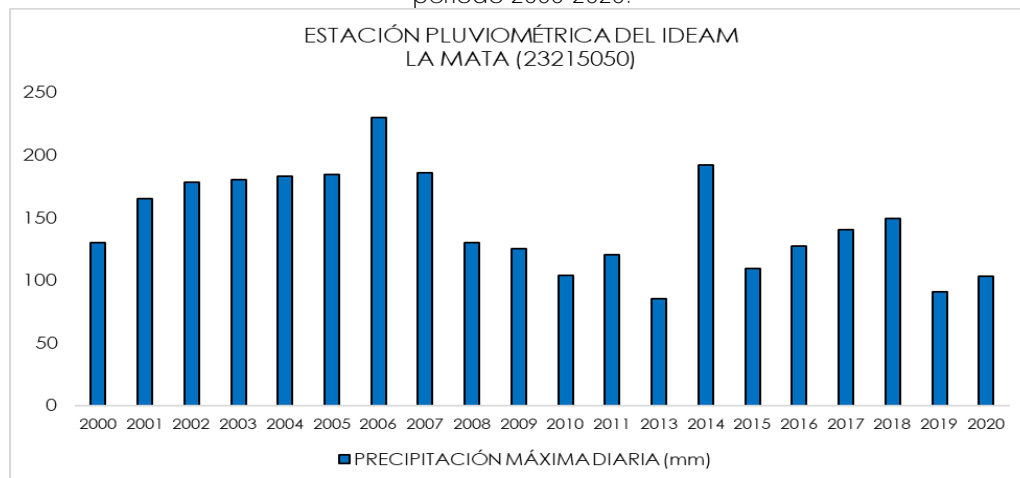


 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA (mm)
2009	125,3
2010	104
2011	120
2013	85,5
2014	192
2015	109,4
2016	127
2017	140
2018	149,2
2019	90,5
2020	103,4
MEDIA	145,665
DESVIACIÓN	39,6591965


Fuente: Equipo consultor, 2021

Figura 30. Registro de precipitaciones promedio máxima anual de la estación pluviométrica La Mata en el periodo 2000-2020.



Fuente: Equipo consultor, 2021

De acuerdo con el valor promedio de precipitación máxima promedio anual detallado en la Tabla 35, y conforme a la ubicación de la estación pluviométrica en la región hidrográfica Caribe, la fórmula de las curvas IDF reemplazando las variables se tiene:

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

$$i = \frac{0.94 \times T^{0.18} \times 107.5^{0.83}}{(t/60)^{0.66}}$$

Al reemplazar los valores del tiempo de retorno (T), y el tiempo de duración (t) se obtiene la siguiente información:

Tabla 36. Intensidad de precipitación determinada en cada periodo de retorno de la estación pluviométrica La Mata.

TIEMPO (min)	DURACIÓN (Años)					
	2	5	10	20	50	100
10	217,01	255,92	289,93	328,46	387,35	438,83
20	137,34	161,97	183,49	207,87	245,15	277,72
30	81,67	96,31	109,11	123,61	145,78	165,15
40	67,55	79,66	90,24	102,24	120,57	136,59
50	58,30	68,75	77,89	88,24	104,06	117,88
60	51,69	60,96	69,06	78,23	92,26	104,52
70	46,69	55,06	62,38	70,66	83,33	94,41
80	42,75	50,41	57,11	64,70	76,30	86,44
90	39,55	46,64	52,84	59,86	70,60	79,98
100	36,89	43,51	49,29	55,84	65,86	74,61
110	34,65	40,86	46,29	52,44	61,84	70,06
120	32,71	38,58	43,70	49,51	58,39	66,15
130	31,03	36,59	41,45	46,96	55,38	62,74
140	29,55	34,85	39,48	44,72	52,74	59,75
150	28,23	33,29	37,72	42,73	50,39	57,09
160	27,05	31,91	36,15	40,95	48,29	54,71
170	25,99	30,65	34,73	39,34	46,40	52,56
180	25,03	29,52	33,44	37,89	44,68	50,62

Fuente: Equipo consultor, 2021



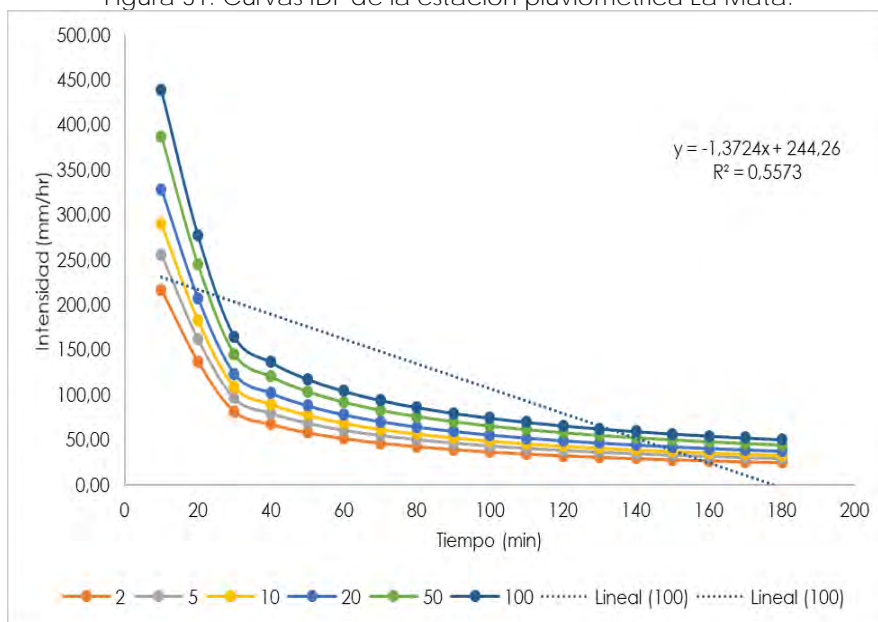
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 31. Curvas IDF de la estación pluviométrica La Mata.



Fuente: Equipo consultor, 2021

#### 5.1.4.4.4. Estimación de la escorrentía potencial.

La escorrentía potencial se estimó por el método de número de la curva (CN) con la siguiente ecuación (Palencia *et al.*, 2006):

$$E_{24} = \frac{E \times 24}{T_d}$$

Donde:

E<sub>24</sub>= Ecurrimiento en 24 horas (mm).

E= Ecurrimiento potencial (mm).

T<sub>d</sub>= Tiempo de escurrimiento (hr).

$$E = \frac{(P - 0.2 \times S)^2}{P + 0.8 \times S} (mm)$$

Donde:

P= lluvia de diseño(mm).

S= infiltración potencial (mm).

$$S = \frac{25.400}{CN} - 254$$

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Donde:

CN= Número de curva (0-100).

Se realizó el cálculo el escurrimiento potencial con lluvias de diseño con periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años. El registro histórico de las precipitaciones máximas anuales en 24 horas se obtuvo de la estación meteorológica del IDEAM La Mata (Código 23215050), la cual es la más cercana al área de estudio. En la Tabla 37 se detallan las lluvias máximas en 24 horas a diferentes periodos de retorno utilizadas en la predicción de los escurrimientos potenciales.

Tabla 37. Lluvias de diseño a diferentes periodos de retorno.

Valor anual - Gumbel		
T (años)	Datos	Probab. (%)
2	139.80	50
5	182.10	20
10	210.10	10
25	245.48	4
50	271.73	2
100	297.78	1

Fuente: Elaboración propia con información IDEAM, 2021.

En la Tabla 38 y Tabla 39 se presentan los valores de escorrentía y área de territorio para diferentes periodos de retorno. El registro histórico de precipitaciones de la estación La Mata deja en evidencia que en la zona son frecuentes las lluvias máximas en 24 horas mayores a 100 mm, lo cual puede generar grandes volúmenes escurrimiento superficial, debido a que 1 mm de escorrentía equivale a 10 m<sup>3</sup>/ha.

Así mismo, se encontró que cada dos años pueden ocurrir escurrimientos mayores de 100 mm en toda la microcuenca. A partir de lluvias con periodos de retorno de 5 años se esperan escurrimientos superficiales mayores a 125 mm de lluvia en toda la subcuenca. Los altos valores de número de curva generan una pobre respuesta hidrológica ante los eventos de precipitación de elevadas magnitudes, condición evidenciada en la generación de grandes volúmenes de escurrimiento superficial para eventos de precipitación con diferentes periodos de retorno.

Las condiciones actuales de los suelos en la subcuenca la hacen muy susceptible a los procesos erosivos y a favorecer la acumulación de sedimentos en las partes bajas, disminuyendo la capacidad hidráulica de los drenajes de una forma paulatina.

Tabla 38. Escurrimiento potencial en la microcuenca Caño Viejo Lara para lluvias máximas en 24 horas.

PR 2 años			PR 5 años			PR 10 años		
Rangos (mm)	Área (ha)	Área (%)	Rangos (mm)	Área (ha)	Área (%)	Rangos (mm)	Área (ha)	Área (%)
100 -	2406.50	79.55	125 <	3025.18	100.00	125 <	3025.18	100.00



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS			Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)			Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA			Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

PR 2 años			PR 5 años			PR 10 años		
125								
125 <	618.684	20.45	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	3025.18	100.00	Total	3025.18	100.00	Total	3025.18	100.00
PR 25 años			PR 50 años			PR 100 años		
Rangos (mm)	Área (ha)	Área (%)	Rangos (mm)	Área (ha)	Área (%)	Rangos (mm)	Área (ha)	Área (%)
125<	3025.18	100.00	125<	3025.18	100.00	125<	3025.18	100.00
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	3025.18	100.00	Total	3025.18	100.00	Total	3025.18	100.00

Fuente: Equipo consultor, 2021

Tabla 39. Esguerrimiento potencial en la microcuencia arroyo El Medio para lluvias máximas en 24 horas.

PR 2 años			PR 5 años			PR 10 años		
Rangos (mm)	Área (ha)	Área (%)	Rangos (mm)	Área (ha)	Área (%)	Rangos (mm)	Área (ha)	Área (%)
100 - 125	1876.22	78.87	125 <	2378.94	100.00	125 <	2378.94	100.00
125 <	502.717	21.13	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	2378.94	100.00	Total	2378.94	100.00	Total	2378.94	100.00
PR 25 años			PR 50 años			PR 100 años		
Rangos (mm)	Área (ha)	Área (%)	Rangos (mm)	Área (ha)	Área (%)	Rangos (mm)	Área (ha)	Área (%)
125<	2378.94	100.00	125<	2378.94	100.00	125<	2378.94	100.00
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	2378.94	100.00	Total	2378.94	100.00	Total	2378.94	100.00

Fuente: Equipo consultor, 2021

El área del proyecto presenta un comportamiento similar a las subcuencas en cuanto a la generación de esguerrimientos superficiales, esto se presenta como resultado de la homogeneidad de las coberturas vegetales en esa zona. Para lluvias con periodos de retorno de 5 años se esperan esguerrimientos superficiales de más de 125 mm en toda el área de estudio.

En la Tabla 40, se presentan los esguerrimientos potenciales esperados para el área del proyecto para lluvias máximas en 24 horas.

Tabla 40. Esguerrimiento potencial en el área del proyecto para lluvias máximas en 24 hr.

PR 2 años			PR 5 años			PR 10 años		
Rangos (mm)	Área (ha)	Área (%)	Rangos (mm)	Área (ha)	Área (%)	Rangos (mm)	Área (ha)	Área (%)
100-125	187.30	99.91	125<	187.46	100.00	125<	187.46	100.00

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

PR 2 años			PR 5 años			PR 10 años		
125<	0.16	0.09	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	187.46	100.00	Total	187.46	100.00	Total	187.46	100.00
PR 25 años			PR 50 años			PR 100 años		
Rangos (mm)	Área (ha)	Área (%)	Rangos (mm)	Área (ha)	Área (%)	Rangos (mm)	Área (ha)	Área (%)
125<	187.46	100.00	125<	187.46	100.00	125<	187.46	100.00
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	187.46	100.00	Total	187.46	100.00	Total	187.46	100.00

Fuente: Equipo consultor, 2021

#### 5.1.4.5. Modelación Hidráulica de los Cauces.

##### 5.1.4.5.1. Delimitación de subcuencas.

Con la ayuda de imágenes satelitales de alta resolución del portal Google Earth, el modelo digital de elevación y el levantamiento topográfico del área del proyecto se identificaron los cauces naturales que atraviesan el terreno para realizar la simulación hidráulica de caudales de diseño a diferentes periodos de retorno, con el fin de estimar las zonas potencialmente inundables a causa de lluvias intensas que provoquen el desbordamiento de los drenajes.

##### 5.1.4.5.2. Caudal de diseño.

El método racional utilizado para estimar los escurrimientos máximos en una cuenca pequeña se basa en la aplicación de la siguiente ecuación (COLPOS, 1974):

$$Q = 0,028 \times C \times I \times A$$

Donde:

Q= Escurrimiento máximo (m3/s).

C= Coeficiente de escurrimiento.

I= Intensidad de la lluvia en un periodo de retorno dado (cm/hr).

A= área de la cuenca(ha).

Mediante la Tabla 41 se presentan diferentes coeficientes de escurrimientos para distintas combinaciones de coberturas vegetales y tipos de suelos.

Tabla 41. Coeficientes de escurrimiento para los distintas coberturas y tipos de suelo.

Vegetación	Textura del suelo		
	Gruesa	Media	Fina
Topografía			
Bosque			
Plano (0 - 5 % pendiente)	0,10	0,30	0,40

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Vegetación	Textura del suelo		
Ondulado (5 - 10 % pendiente)	0,25	0,35	0,50
Escarpado (10 - 30 % pendiente)	0,30	0,50	0,60
Pastizales			
Plano (0 - 5 % pendiente)	0,10	0,30	0,40
Ondulado (5 - 10 % pendiente)	0,16	0,36	0,55
Escarpado (10 - 30 % pendiente)	0,22	0,42	0,60
Terrenos cultivados			
Plano (0 - 5 % pendiente)	0,30	0,50	0,60
Ondulado (5 - 10 % pendiente)	0,40	0,60	0,70
Escarpado (10 - 30 % pendiente)	0,52	0,72	0,82
Gruesa = Franco Arenoso Grueso; Media = Arcillas y Franco-Limoso; Fina = Arcillas compactas			

Fuente: Elaboración equipo técnico adaptado de COLPOS, 1974.

Conforme a las determinaciones de las intensidades de las precipitaciones en los diferentes periodos de retorno, a partir de la información pluviométrica registrada en la estación La Mata en el periodo 2000-2020; a través de la Tabla 42 y Tabla 43 se detallan las intensidades y caudales pico de drenaje respectivamente en cada subcuenca evaluada en los diferentes periodos de retorno.


Tabla 42. Lluvias de diseño para diferentes periodos de retorno.

Periodo de retorno (años)	Intensidad (mm/h)	
	Arroyo El Medio	Caño Viejo Lara
2	47.87	61.57
5	58.57	75.32
10	68.21	87.73
25	83.45	107.32
50	97.20	125.00
100	113.21	145.59

Fuente: Equipo consultor, 2021

Tabla 43. Caudales pico de escorrentía para diferentes periodos de retorno.

Periodo de retorno (años)	Caudal pico (m³/s)	
	Arroyo El Medio	Caño Viejo Lara
2	28.51	30.03

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

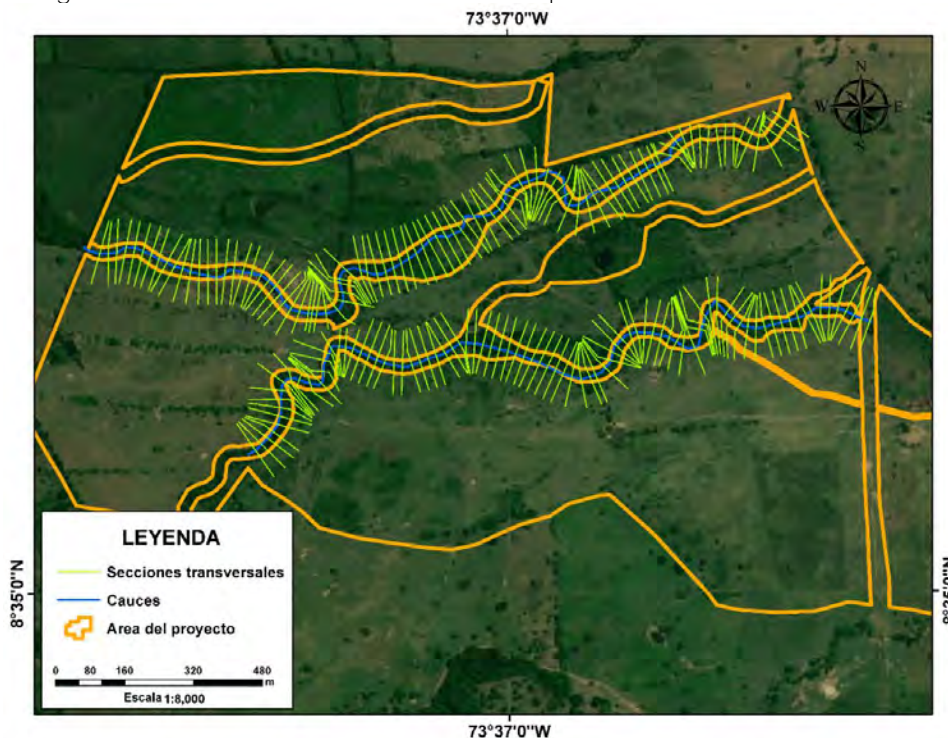
Periodo de retorno (años)	Caudal pico (m <sup>3</sup> /s)	
	Arroyo El Medio	Caño Viejo Lara
5	34.87	36.74
10	40.62	42.79
25	49.69	52.34
50	57.87	60.97
100	67.41	71.01

Fuente: Equipo consultor, 2021

#### 5.1.4.5.3. Simulación hidráulica.

Se utilizó el software HEC-RAS, el cual está diseñado para realizar cálculos hidráulicos unidimensionales y bidimensionales para una red completa de canales naturales y construidos, áreas de llanuras aluviales, áreas protegidas de diques; etc. Con la ayuda del levantamiento topográfico del área del proyecto se definió la geometría de los cauces naturales por donde se hizo transitar los caudales de diseño (ver Figura 32).

Figura 32. Secciones transversales utilizadas para la definición de los cauces.



Fuente: Equipo consultor, 2021



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Se simuló un caudal en régimen estacionario; para el flujo de entrada en las condiciones de frontera se definió que la altura de la lámina de agua fuera calculada a partir de la línea de energía, la cual es aproximadamente el valor de la pendiente del fondo del canal. Se estableció un número de Manning de 0.045 el cual es característico de cauces naturales sinuosos con irregularidades en el fondo y con algo de hierba y rocas.

Mediante la Tabla 44 se consigna las láminas de inundación por simulación en el área del proyecto para diferentes periodos de retorno; observando que, para periodos críticos de retorno de 2, 5 y 10 años pueden ocurrir inundaciones hasta de 1 m en un área mayor de 37 hectáreas; lo cual sugiere tomar las medidas de control de excesos para la realización de cualquier tipo de obra que implique utilización del suelo.

Tabla 44. Láminas de inundación simuladas en el área del proyecto para diferentes periodos de retorno.

Periodo de retorno (años)	Altura lámina de inundación (m)	Área (m²)
2	0 - 0.5	309605
	0.5 - 1	60048
	1 - 1.27	933
Total		370586
5	0 - 0.5	314472
	0.5 - 1	74782
	1 - 1.32	1897
Total		391151
10	0 - 0.5	313179
	0.5 - 1	88300
	1 - 1.37	3087
Total		404566
25	0 - 0.5	305945
	0.5 - 1	110492
	1 - 1.43	5610
Total		422047
50	0 - 0.5	294905
	0.5 - 1	129841
	1 - 1.47	8987
Total		433733
100	0 - 0.5	277810
	0.5 - 1	152722
	1 - 1.5	13801
	1.5 - 1.52	16
Total		444349

Fuente: Equipo consultor, 2021



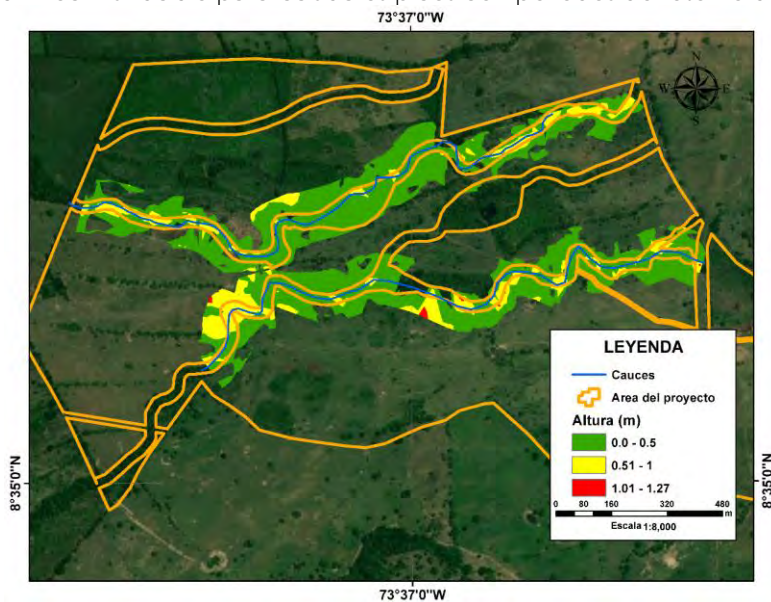
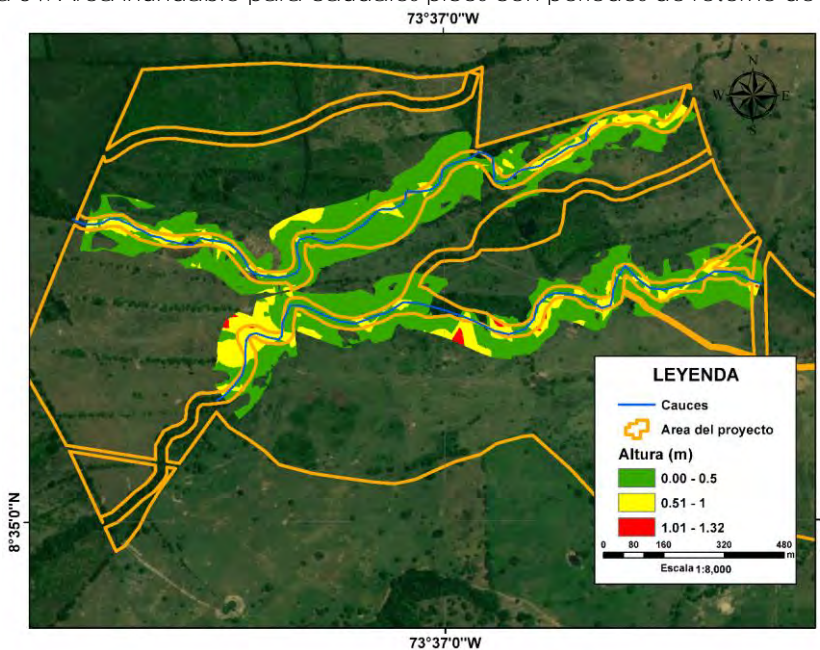
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 33. Área inundable para caudales picos con periodos de retorno de 2 años.



Fuente: Equipo consultor, 2021

Figura 34. Área inundable para caudales picos con periodos de retorno de 5 años.



Fuente: Equipo consultor, 2021



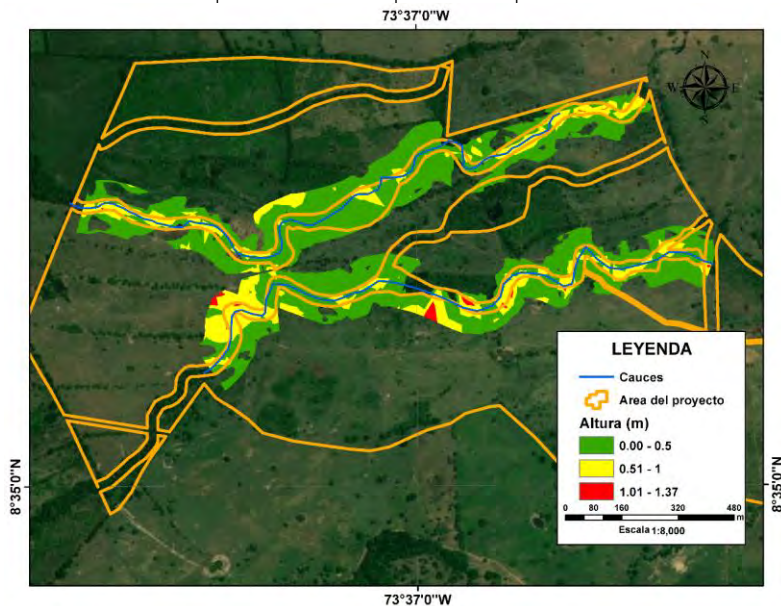
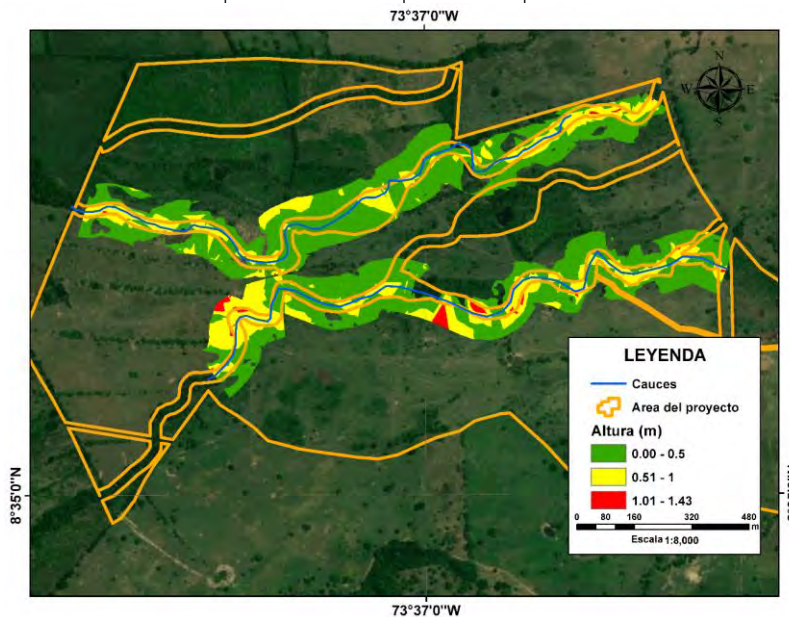
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 35. Área inundable para caudales picos con periodos de retorno de 20 años.



Fuente: Equipo consultor, 2021

Figura 36. Área inundable para caudales picos con periodos de retorno de 25 años.



Fuente: Equipo consultor, 2021




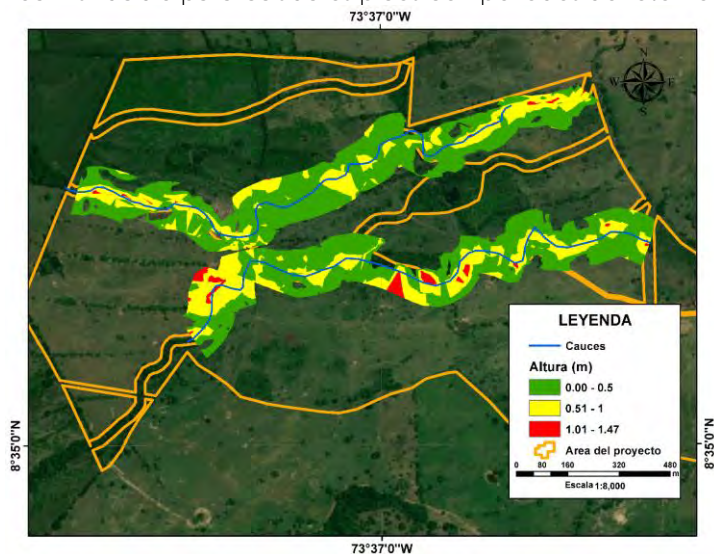
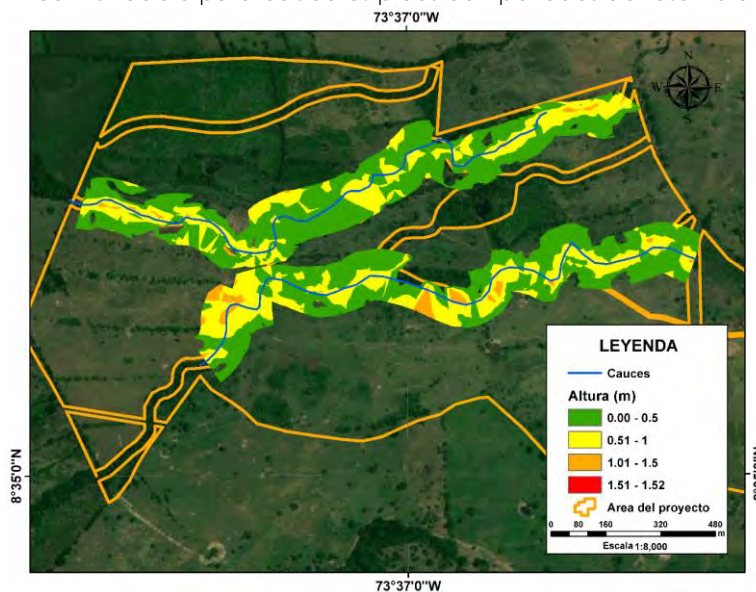
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 37. Área inundable para caudales picos con periodos de retorno de 50 años.



Fuente: Equipo consultor, 2021

Figura 38. Área inundable para caudales picos con periodos de retorno de 100 años.



Fuente: Equipo consultor, 2021

Con las intensidades de lluvia estimadas con los datos pluviométricos, esperando caudales picos que causan desbordamiento de los drenajes naturales. Las áreas que se encuentran entre los



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

drenajes son las más susceptibles a ser inundadas por las lluvias intensas en la zona, siendo el cauce de la subcuenca 2 el más propenso a desbordarse por los caudales picos esperados.

La información de este apartado se recopila en el Anexo C4. Hidrología.

#### 5.1.5. Calidad del agua

Este componente no fue modificado por que el análisis del EIA de la licencia aprobada por Resolución No 0633 del 28 de diciembre de 2021, contempla el área adicional presentada en esta solicitud de modificación. Por lo que se mantiene la información aprobada bajo Resolución No 0633 del 28 de diciembre de 2021.

La información presentada y aprobada por Corpocesar mediante la Resolución No 0633 del 28 de diciembre de 2021, es la siguiente:

Las fuentes de agua son eje de desarrollo de los seres humanos permitiendo el abastecimiento para las diferentes actividades socioeconómicas llevadas a cabo en los asentamientos poblacionales; no obstante, muchas de estas actividades causan alteración y deterioro de estas. En general, están sometidas a contaminación natural (arrastre de material particulado y disuelto y presencia de materia orgánica natural-MON-) y de origen antrópico (descargas de aguas residuales domésticas, escorrentía agrícola, efluentes de procesos industriales, entre otros).

El mayor impacto sobre la salud pública se da a través de los sistemas de abastecimiento de agua; la alteración de las características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas de la fuente de abastecimiento incide directamente sobre el nivel de riesgo sanitario presente en el agua, el cual se define como el riesgo de transportar agentes contaminantes que puedan causar enfermedades de origen hídrico al hombre y los animales o alterar el normal desempeño de las labores dentro del hogar o la industria.

El Proyecto Planta Solar Fotovoltaica "PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho", no contempla el aprovechamiento del recurso hídrico tanto superficial como subterránea ni por captaciones o vertimiento de aguas residuales, por lo que según los términos de referencia TDR-15 no es necesario realizar este componente.

No obstante, en consideración a los diferentes cuerpos de agua localizados al interior del área de influencia, y con el fin de conformar una línea base de calidad de agua, que sirva como soporte la toma de decisiones en la planeación del proyecto, se realiza monitoreos y análisis en las fuentes hídricas superficiales y subterráneas en puntos específicos a través de laboratorio de calidad de agua acreditados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM, durante las dos temporalidades climáticas (periodo seco y de lluvia).



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.5.1. Metodología

Los parámetros fisicoquímicos realizados a las muestras se encuentran acreditados por el LABORATORIO MICROBIOLÓGICO ORTIZ MARTÍNEZ S.A.S bajo la Resolución 1466 de 03 de diciembre de 2019 del Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM de acuerdo a los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 "Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y Calibración", según la Metodología establecida en el Standard Methods for Examination of water and wastewater 23 ND Edition 2017.

Se seleccionaron dos periodos para la toma de muestra, el primero en periodo seco y el segundo en lluvias; previo a la actividad de campo, se organizó el material requerido para el desarrollo de la actividad, incluida la documentación y los equipos a utilizar. Una vez revisada la documentación, materiales y equipos requeridos para la toma de muestra, se procede a realizar el trabajo de campo en los puntos establecidos; todo dentro de lo dispuesto por el laboratorio en su procedimiento de toma de muestras PTT-FQ-001, el cual fue elaborado con base a las recomendaciones estipuladas por la Guía IDEAM.


El muestreo fue realizado con base lo descrito por el laboratorio en su procedimiento PTT-FQ-001 realizado con base a la Guía de monitoreo emitida por IDEAM. Las muestras fueron preservadas de acuerdo con lo establecido por el Estándar Método en su edición 23.

El muestreo se realizó de manera que se garantizó la integridad física, química, microbiológica e hidrobiológica (sedimentos) de las muestras durante el período transcurrido entre la toma y los análisis de estas; aplicando métodos de preservación internacionalmente aceptados; entre otros, control de pH, adición de compuestos químicos y control de temperatura al refrigerar las muestras a una temperatura  $\leq 6^{\circ}\text{C}$ , utilizando hielo para tal fin. Los recipientes para las muestras generalmente están hechos de plástico o de vidrio, y se utilizan de acuerdo con la naturaleza de la muestra, sus componentes y tipos de análisis a realizar.

De acuerdo con los diferentes cuerpos de agua localizados al interior del área de influencia del proyecto, a partir de la localización de las zonas propuestas para la instalación de la infraestructura de paneles, en la Tabla 45 y Figura 39 se detallan las coordenadas de los puntos de monitoreo implementados para el monitoreo y análisis de la calidad del agua.

Tabla 45. Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo.

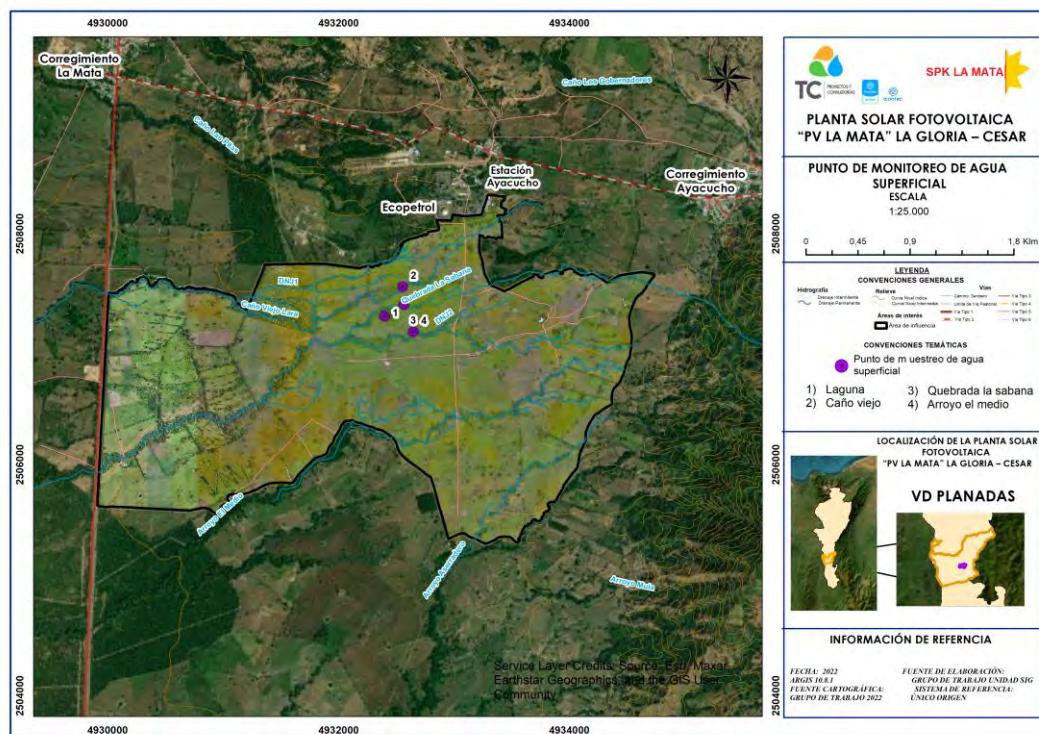
Punto de muestreo	Nombre	Fuente	Código	Norte (N)	Oeste (W)	Municipio/Dpto
1	Aljibe Finca Jericó	Agua subterránea	7097-1	4933213,76	2507001,97	La Gloria-César

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Punto de muestreo	Nombre	Fuente	Código	Norte (N)	Oeste (W)	Municipio/Dpto
2	Laguna 1	Agua superficial	7097-2	4932400,22	2507282,94	La Gloria-César
3	Caño viejo Lara	Agua superficial	448849	4932556,77	2507539,33	La Gloria-César
4	Quebrada La Sabana	Agua superficial	448850	4932566,12	2507383,16	La Gloria-César
5	Arroyo El Medio	Agua superficial	448851	4932647,5	2507149,31	La Gloria-César

Fuente: Equipo consultor, 2021

Figura 39. Puntos de monitoreo de agua superficial definidos al interior del área de influencia del proyecto.

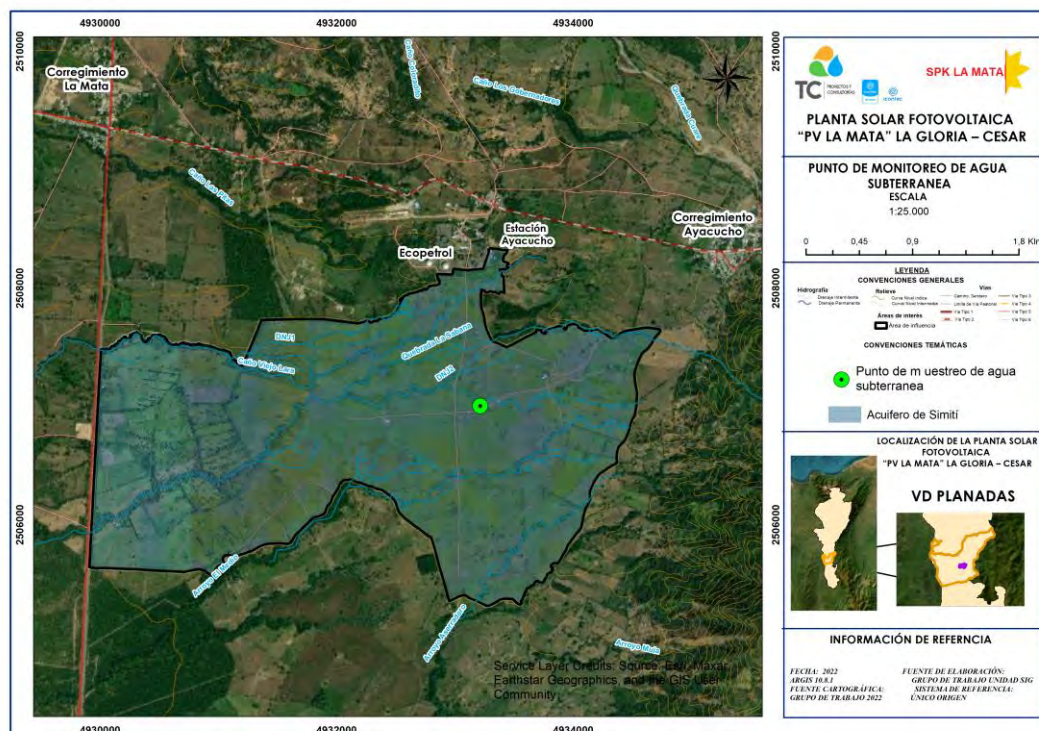


Fuente: Equipo consultor, 2021



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 40. Puntos de monitoreo de agua subterránea definidos al interior del área de influencia del proyecto.



Fuente: Equipo consultor, 2021

Se tomaron muestras in situ de las variables físicas y químicas del agua, realizando el registro en campo y en laboratorio de las variables registradas (Tabla 46), y además se muestran los métodos y equipos empleados para tal finalidad, de acuerdo con los protocolos de la APHA, AWWA & WFF (1995) para análisis en laboratorio (APHA, AWWA & WFF, 1995).

Tabla 46. Variables físicas, químicas y microbiológicas del agua, métodos y equipos de análisis empleados para el diagnóstico de la calidad del agua y sedimentos.

MONITOREO DE AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA			
AGUA SUPERFICIAL			
Variables	Unidades	LCM	Metodología utilizada documento normativo
FISICOQUÍMICOS			
pH	Unidades	0,01	Electrométrico-Standard methods for examination of water and wastewater 4500 H+B (ED 23, 2017)

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

MONITOREO DE AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA			
Conductividad	uS/cm	N.A.	Electrométrico-Standard methods for examination of water and wastewater, APHA-AWWA-WEF, 2510-B (ED 23, 2017)
Temperatura	°C	0,1	Termométrico-Standard methods for examination of water and wastewater-AWWA, APHA, WEF 2550 B (ED 23, 2017)
Oxígeno Disuelto	mg O <sub>2</sub> /L	0,01	Electrométrico-Standard methods for examination of water and wastewater, AWWA-APHA-WEF, 4500-O-G (ED 23, 2017)
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /L	4,0	Incubación por 5 días-Standard methods for the examination of water and wastewater, AWWA, AWWA, WEF 5210-B 4500-P-B, E (ED 23, 2017)
Fosforo total	mg P/L	0,15	Colormétrico ácido ascórbico-Standard methods for examination of water and wastewater, AWWA,APHA,WEF, 4500-P-B, E (ED 23, 2017)
Nitrógeno Total Kjeldahl (NKT)	mg N/L	4	KJELDAHL-Standard methods for examination of water and wastewater, AWWA,APHA,WEF-4500-NORG C, 4500 NH <sub>3</sub> B,C (ED 23, 2017)
Nitratos	mg NO <sub>3</sub> /L	1,00	S.M 4500-NO-3 B (ED 23, 2017)
Nitritos	mg NO <sub>2</sub> /L	0,05	S.M 4500-NO-2-B (ED 23, 2017)
Sólidos disueltos totales	mg/L	N.A.	Secado a 180° C-Gravimétrico-Standard methods for examination of water and wastewater-AWWA,APHA,WEF, 2540 C, (ED 23, 2017)
Sólidos totales	mg/L	-	Secado a 103-105 °C-Estándar methods for examination of water and wastewater, AWWA,APHA,WEF 2540B (ED 23, 2017)
DQO	mg O <sub>2</sub> /L	45	Reflujo abierto-titولométrico-standard methods for examination of water and wastewater-AWWA-APHA-WEF-5220 B (ED 23, 2017)
Turbiedad	NTU	1,0	SM 2130 B (ED 23, 2017)
Grasas y/o Aceites	mg/L	9,00	Extracción Soxhlet, SM 5520 D
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	4,5	S.M 2540 D
Sólidos Sedimentables	mL/L	0,1	S.M 2540 F
MICROBIOLÓGICOS			
Número más probable de coliformes	NMP/100 ml	-	Técnica de fermentación en tubos múltiples-Standard methods for the examination of water and wastewater-AWWA,APHA,WEF (9221 B), (ED 23, 2017)
Número más probable de coliformes fecales	NMP/100 ml	-	Técnica de fermentación en tubos múltiples-Standard methods for the examination of water and wastewater-AWWA,APHA,WEF (9221 B, E), (ED 23, 2017)





 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

MONITOREO DE AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA			
AGUA SUBTERRÁNEA			
FISICOQUÍMICOS			
Temperatura	°C	-	Termométrico-Standard methods for examination of water and wastewater-AWWA, APHA, WEF 2550 B (ED 23, 2017)
Bicarbonatos	mg CaCO <sub>3</sub> /L	-	Volumétrico-Standard methods for the examination of water and wastewater-AWWA, APHA, WEF-2320 B (ED 23, 2017)
Calcio	mg Ca/L	-	Absorción atómica-Standard methods for the examination of water and wastewater, AWWA, APHA, WEF 3030 E: 3111 D (ED 23, 2017)
Cloruros	mg Cl-/L	-	Argentométrico-Standard methods for examination of water and wastewater-AWWA, APHA, WEF-4500 Cl B (ED 23, 2017)
Magnesio	mg Mg/L	-	Absorción atómica-Standard methods for the examination of water and wastewater, AWWA, APHA, WEF 3030E: 3111B (ED 23, 2017)
Mercurio	mg Hg/L	0,001	Absorción atómica-vapor frío-Standard methods for examination of water and wastewater AWWA, APHA, WEF 3112B (ED 23, 2017)
Potasio	mg K/L	-	Absorción atómica-Standard methods for the examination of water and wastewater, AWWA, APHA, WEF 3030E-3500K-B (ED 23, 2017)
Sodio	mg Na/L	-	Absorción atómica-Standard methods for the examination of water and wastewater, AWWA, APHA, WEF 3030E-3500Na B (ED 23, 2017)
Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> /L	-	Turbidimétrico-Standard methods for the examination of water and wastewater-AWWA, APHA, WEF-4500-SO <sub>4</sub> (-2)E (ED 23, 2017)
MICROBIOLÓGICOS			
Número más probable de coliformes	NMP/100 ml	-	Técnica de fermentación en tubos múltiples-Standard methods for the examination of water and wastewater-AWWA, APHA, WEF (9221 B), (ED 23, 2017)
Número más probable de coliformes fecales	NMP/100 ml	-	Técnica de fermentación en tubos múltiples-Standard methods for the examination of water and wastewater-AWWA, APHA, WEF (9221 B, E), (ED 23, 2017)

Fuente: Elaboración consultor a partir de APHA, AWWA & WFF (1995).

Para la determinación de la calidad del agua en las fuentes hídricas localizadas en el área de influencia del proyecto. Conforme a los alcances y características de las metodologías elaboradas por el IDEAM, se procede a la evaluación a través de las metodologías correspondientes al índice de Calidad de Agua-ICA e índice de Alteración Potencial de la

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Calidad del Agua-IACAL para fuentes superficiales. En cuanto a la determinación de la calidad de agua para fuentes hídricas subterráneas, se implementa el análisis de los índices Hidrogeoquímicos.

#### 5.1.5.1.1. Índice de Calidad de Agua-ICA.

El ICA determina las condiciones fisicoquímicas de la calidad de un cuerpo de agua en un intervalo de tiempo específico. Así mismo, representa el estado general del agua y las posibilidades o limitaciones para determinados usos, en función de las variables seleccionadas, mediante ponderaciones y agregación de variables físicas, químicas y biológicas.

Puede calcularse con variables, cuya cantidad y tipo depende de la disponibilidad de datos, de las diferentes presiones contaminantes a las cuales están sometidos los diferentes cuerpos de agua y del tipo de fuente de agua a evaluar. Para la determinación, la metodología define los parámetros fisicoquímicos detallados en la Tabla 47.

Tabla 47. Variables fisicoquímicas utilizadas en la determinación del ICA.

VARIABLE	EXPRESADA COMO
Oxígeno disuelto (OD)	% Saturación
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L
Sólidos suspendidos totales (SDT)	mg/L
Conductividad eléctrica (C.E)	µS/cm
pH total	Unidades de PH

Fuente: Elaboración consultor a partir de (IDEAM., 2011)



A partir de la obtención de los parámetros fisicoquímicos considerados en la determinación del ICA, se establecen cinco rangos de clasificación, como se detalla en la Tabla 48.

Tabla 48. Rangos de clasificación para la determinación del ICA.

Categoría de valores que puede tomar el indicador	Clasificación de la calidad del agua	Señal de Alerta
0.00 - 0.25	Muy Mala	
0.26 - 0.50	Mala	
0.51 - 0.70	Regular	
0.71 - 0.90	Aceptable	
0.91 - 1.00	Buena	

Fuente: Elaboración consultor a partir de (IDEAM., 2011)

El indicador se calcula a partir de los datos de concentración de un conjunto de 5 o 6 variables. La fórmula de cálculo del índice es:

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

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

Dónde:

$ICA_{njt}$ = 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 o 6.

En las Tabla 49 se resumen las variables que están involucradas en el cálculo del indicador para los casos en los que se emplea 5 o 6 variables, la unidad de medida en la que registra cada uno de ellos y la ponderación que tienen dentro de la fórmula de cálculo.

Tabla 49. Variables y ponderaciones para el caso de 5 o 6 variables.

Variable	Unidad de medida	Ponderación para 5 variables	Ponderación para 6 variables
Oxígeno disuelto	(% de saturación)	0,2	0,17
Sólidos suspendidos totales	mg·L <sup>-1</sup>	0,2	0,17
Demanda química de oxígeno	mg·L <sup>-1</sup>	0,2	0,17
Conductividad eléctrica	μS/cm	0,2	0,17
NT/PT	-		0,17
pH	Unidades de pH	0,2	0,15

Fuente: Elaboración consultor a partir de (CVS & Fundación Bosques Humedales, 2016).

Además de la determinación de los parámetros contemplados en el cálculo del ICA se analizó el estado de calidad de la fuente según los criterios de calidad establecidos en la sección 9 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 y los valores Límites de Cuantificación del Método-LCM de detección del parámetro analizado.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.5.2. Análisis de los parámetros fisicoquímicos en fuentes hídricas superficiales localizadas en el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho.

A continuación, se describe el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos monitoreados en los puntos descritos con anterioridad, localizados al interior del área de influencia del proyecto, en las diferentes temporalidades climáticas. Referenciando las condiciones presentes en el cuerpo de agua, los usos factibles de destinación, conforme a los criterios de calidad admisibles definidos en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015.

Se destaca que, durante el monitoreo desarrollado en el transcurso del mes de marzo de 2020, periodo caracterizado por presentar disminución de precipitaciones, lo que induce a la reducción de las capacidades hidráulicas de las fuentes hídricas superficiales, se dificultó la toma de muestras sobre fuentes superficiales en ausencia de transporte de flujo, a excepción del cuerpo de agua superficial tipo léntico denominado Laguna.

##### 5.1.5.2.1. Oxígeno Disuelto.


En referencia a las diferentes condiciones presentadas en los ecosistemas acuáticos generadas a partir de ciertos intervalos de concentración de oxígeno disuelto, en la Tabla 50 se detalla cada uno de los impactos presentados en fuentes de agua.

Tabla 50. Rangos de concentración de oxígeno disuelto y consecuencias ecosistémicas frecuentes.

Concentración de Oxígeno Disuelto – OD (mg/L)	Condición	Consecuencias.
0	Anoxia	Muerte masiva de organismos aerobios
0 - 5	Hipoxia	Desaparición de organismos y especies sensibles
5 - 8	Aceptable	Concentraciones de OD adecuadas para la vida de la gran mayoría de especies de peces y otros organismos acuáticos.
8 -12	Buena	
> 12	Sobresaturada	Sistemas en plena producción fotosintética.

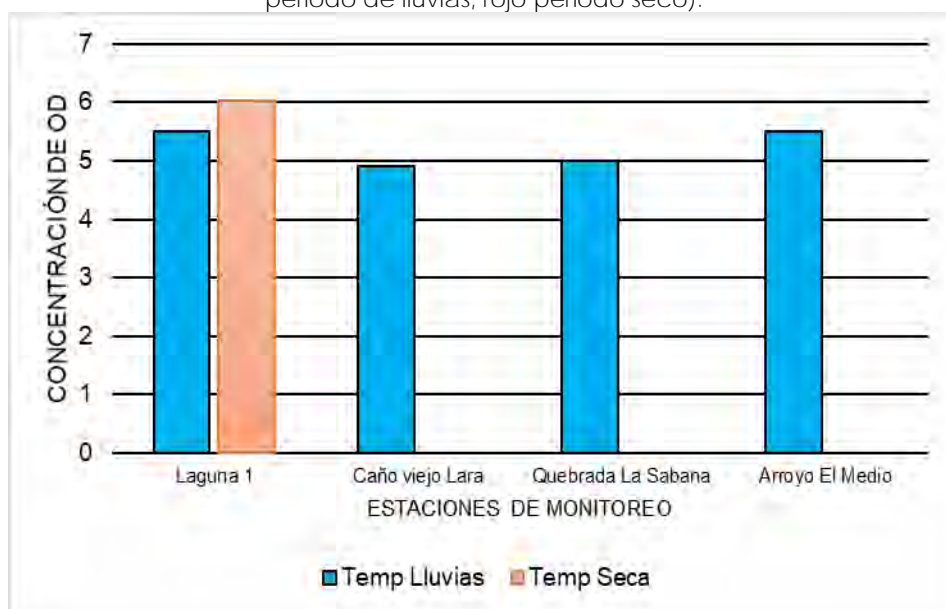
Fuente: (Guillermo Goyenola - RED MAPSA, 2007)

Con respecto a las concentraciones registradas en las fuentes hídricas superficiales localizadas al interior del área de influencia del proyecto, durante el monitoreo realizado en temporada de lluvia, se presentaron valores superiores al criterio admisible de destinación del recurso para los diferentes usos definidos en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Minambiente, 2015), de

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

igual forma, la concentración registrada en el punto de monitoreo denominado Laguna 1, se registran valores superiores a los 4 mg/l en las dos temporalidades climáticas (ver Figura 41).

Figura 41. Concentración de oxígeno Disuelto registrados en las fuentes hídricas superficiales localizadas en el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho. (Azul periodo de lluvias, rojo periodo seco).



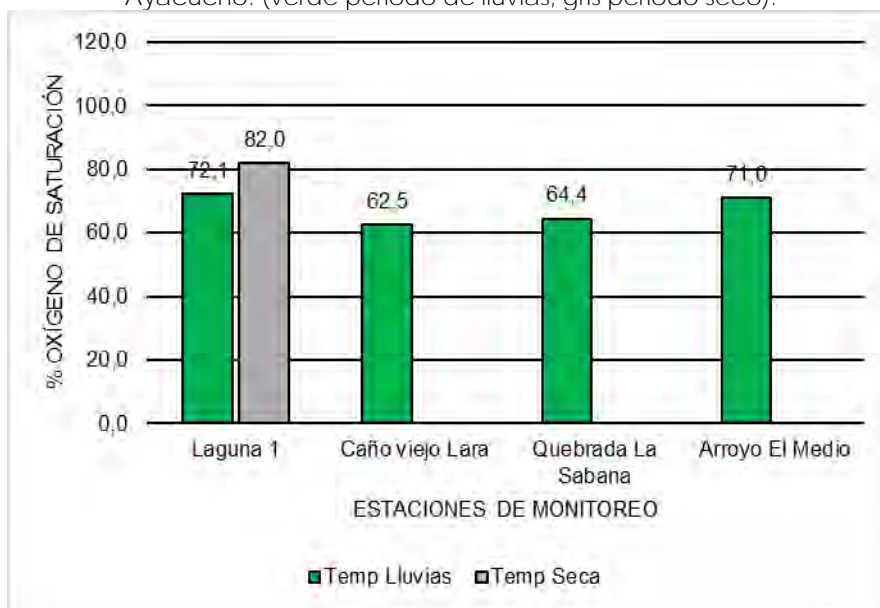
Fuente: Equipo consultor, 2021

A partir de los resultados de las concentraciones de oxígeno disuelto y de las temperaturas analizadas in situ, conforme al criterio de calidad para fines recreativos mediante el contacto secundario, definido en el artículo 2.2.3.3.9.8 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, el oxígeno de saturación determinado en el cauce de las fuentes hídricas localizadas en el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho, se determinó en valores mínimamente superiores a los 70 % durante el monitoreo realizado en temporada de lluvias en los puntos denominados Arroyo El Medio y Laguna 1, presentándose en ésta última 82 % en el transcurso del monitoreo en temporada seca; mientras que en los puntos Caño Viejo Lara y Quebrada Sabana se presentaron ínfimamente inferiores al criterio de calidad(ver Figura 42).



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 42. Comportamiento de oxígeno de saturación registrados en las fuentes hídricas superficiales localizadas en el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho. (verde periodo de lluvias, gris periodo seco).



Fuente: Equipo consultor, 2021

#### 5.1.5.2.2. pH.

En relación con los valores registrados in situ del potencial de hidrógeno-pH, se presentaron en características de reacción produciendo compuestos ligeramente alcalinos durante la temporada de lluvias. En relación con el valor de pH se presentó en características ligeramente acidas (ver Figura 43).



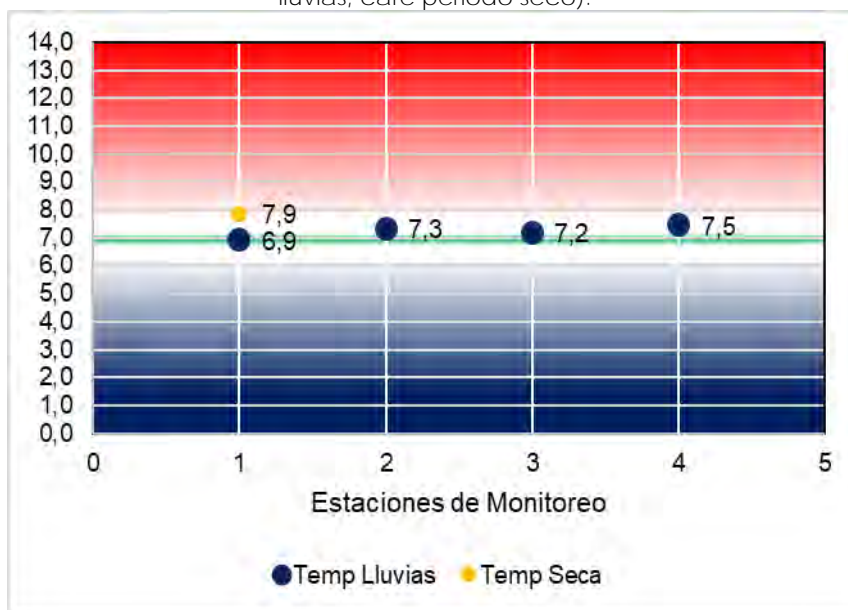
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 43. Comportamiento del pH registrado en las fuentes hídricas superficiales localizadas en el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho. (azul periodo de lluvias, café periodo seco).



Fuente: Equipo consultor, 2021

#### 5.1.5.2.3. Conductividad eléctrica.



La conductividad eléctrica en el agua es directamente proporcional a la concentración de Sólidos Suspendedos Totales-SST. Igualmente, está condicionada con la temperatura del agua, mientras más alta sea ésta última, mayor sería la conductividad del medio (Acevedo, Castillo, & Severiche, 2013).

Con relación a las condiciones admisibles de la conductividad del agua para uso agrícola, con base a los valores de la fuente, se clasifica según la Tabla 51.

Tabla 51. Clasificación de las aguas según la conductividad para uso en riego de cultivos.

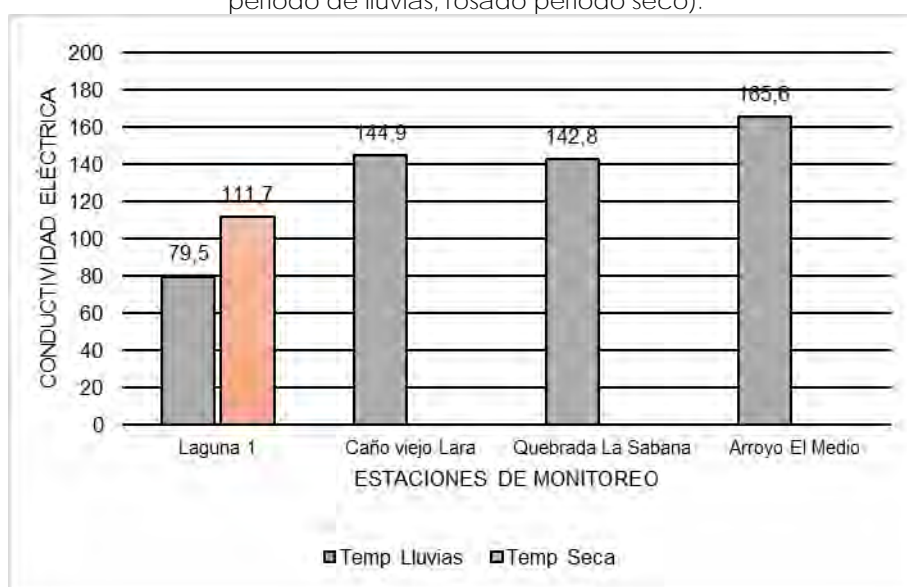
Clasificación	Conductividad (µS/cm)
Excelente	250
Buena	250-750
Permisible	750-2.000
Uso Dudoso	2.000-3.000
Inapropiada	3.000

Fuente: System, 1995.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

La conductividad eléctrica registrado en las diferentes fuentes hídricas superficiales localizadas al interior del área de influencia del proyecto, se monitorearon in situ en valores comprendidos en el intervalo entre 75  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 170  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , igual condición presentada en el punto Laguna 1 durante las dos temporalidades climáticas, característica de refleja la baja ausencia de compuesto orgánicos e inorgánicos presentes en el agua (ver Figura 44).

Figura 44. Comportamiento de la conductividad eléctrica en las fuentes hídricas superficiales localizadas en el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho. (gris periodo de lluvias, rosado periodo seco).



Fuente: Equipo consultor, 2021

#### 5.1.5.2.4. Sólidos Suspendidos Totales.

Los Sólidos Suspendidos Totales-SST, corresponden a la suma de los minerales, sales, metales, cationes y aniones suspendidos en el agua, sustancias que no se disuelven ni sedimentan en el agua. Las fuentes principales de generación corresponden a la escorrentía de áreas destinadas para uso agrícola y áreas urbanas, la lixiviación de la contaminación del suelo y los vertimientos de agua residual de los sistemas de alcantarillado sin tratamiento previo o con tratamiento deficiente (FUNSOSTENIBLE, 2018).

La concentración de los sólidos suspendidos totales monitoreados en los diferentes puntos localizados al interior del área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho, registraron valores inferiores a 20 mg/l, condición concordante con la característica registrada en los valores de conductividad eléctrica, al igual que los valores de turbiedad analizada en valores inferiores a 15 NTU-Unidades Nefelométricas de Turbidez.


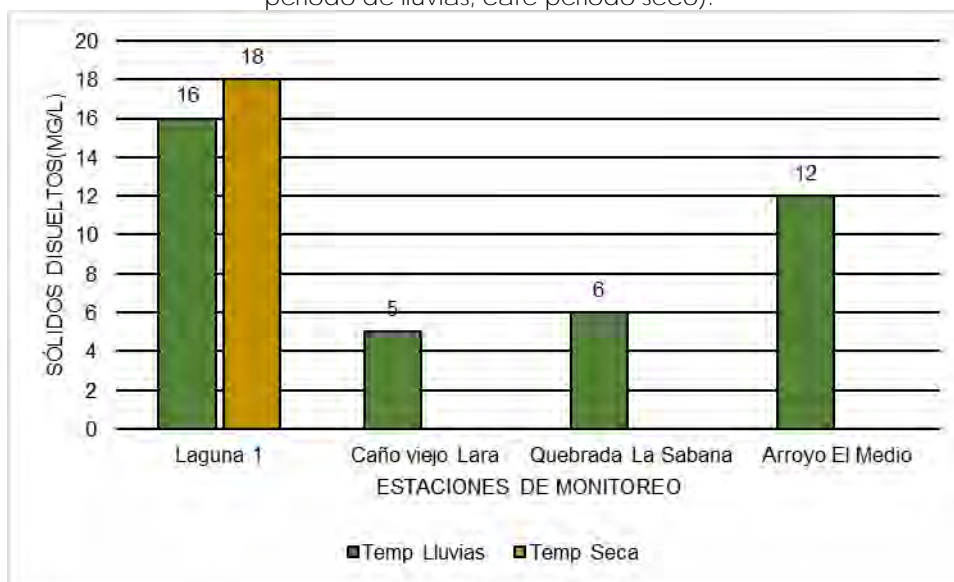
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 45. Comportamiento de los sólidos suspendidos totales en las fuentes hídricas superficiales localizadas en el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho. (verde periodo de lluvias, café periodo seco).



Fuente: Equipo consultor, 2021

#### 5.1.5.2.5. Nitrógeno Total y Fósforo Total.

El Nitrógeno Total comprende todas las formas inorgánicas y orgánicas de nitrógeno en el agua. Las formas inorgánicas incluyen el nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), el amoníaco ( $\text{NH}_4^+$ ) ionizado, no incluye el amoníaco no ionizado ( $\text{NH}_3$ ), y gas del nitrógeno ( $\text{N}_2$ ). Las formas de nitrógeno que afectan los organismos acuáticos corresponden a las inorgánicas especialmente el  $\text{NO}_2^-$  y el amoníaco no ionizado (IDEAM, 2007).

En tanto, cuando a un cuerpo receptor se vierte un efluente con elevadas concentraciones de nitrógeno, se produce un crecimiento exagerado de algas y plantas, denominado eutrofización, el cual genera un alto consumo de oxígeno disuelto, limitando el desarrollo de las especies acuáticas y otorgándole características organolépticas a través de olores ofensivos, condiciones que interfieren en el uso del recurso hídrico, especialmente cuando se emplea para el abastecimiento de agua, cultivo de peces y/o usos recreativos (Feria & Marrugo, 2006).

Las concentraciones determinadas en las diferentes fuentes hídricas superficiales localizadas en el área de influencia se registraron en valores inferiores a los criterios máximos admisibles para la destinación de los diferentes usos del agua definidos en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Mientras que las concentraciones del Fósforo se determinaron en valores establecidos en el intervalo 0.10 mg P/l a 0.19 mg P/l (ver Tabla 52).

Tabla 52. Concentraciones de Nitrógeno Total y Fósforos Total registrados en las fuentes hídricas superficiales localizadas en el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho.

PUNTO DE MONITOREO	Fosforo Total (mg P/l)		Nitrógeno Total (mg N/l)	
	1	2	1	2
Laguna 1	0,185	0,30	2,02	6,5
Caño viejo Lara	0,19		2,12	
Quebrada La Sabana	0,117		1,8	
Arroyo El Medio	0,124		2,04	

Fuente: Equipo consultor, 2021

- 5.1.5.3. Índice de Calidad del Agua determinados en las diferentes fuentes hídricas localizadas al interior del área del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho.

Conforme a la metodología elaborada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM, el índice de Calidad de Agua-ICA determinado en las diferentes fuentes hídricas superficiales localizada al interior del área de influencia del proyecto, registraron valores comprendidos en el intervalo 0.71 a 0.90, categorizado en Aceptable en términos de calidad de agua, mientras que en el punto denominado Quebrada La Sabana, durante el monitoreo de calidad realizado en la temporalidad climática de lluvias, registró ICA en categoría Buena (Ver Figura 46).





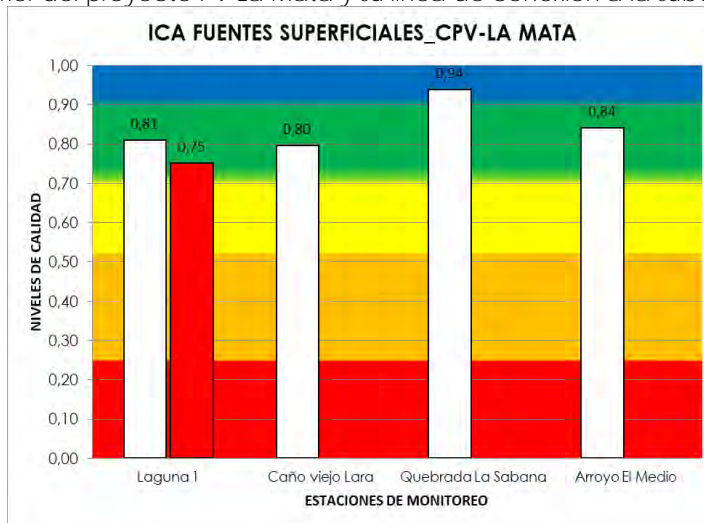
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 46. Índice de Calidad de Agua determinado en las diferentes fuentes hídricas superficiales localizadas al interior del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho.





Fuente: Equipo consultor, 2021

#### 5.1.5.4. Coliformes Fecales y Coliformes Totales.

Referente al comportamiento de calidad del agua de las fuentes hídricas superficiales localizadas al interior del área de influencia PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho, concerniente a los compuestos microbiológicos, se registraron en concentración inferior al criterio de destinación para consumo humano y doméstico con tratamiento previo, establecido en el artículo 2.2.3.3.9.3 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, constatándose el bajo impacto por descargas de aguas residuales o lavado de suelos destinados para la ganadería de semovientes (ver Tabla 52).

Tabla 53. Concentraciones de coliformes fecales y coliformes totales registrado en las fuentes hídricas superficiales localizadas en el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho.

PUNTO DE MONITOREO	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)		Límite establecido Art. 2.2.3.3.9.3 Decreto 1076 de 2015	Coliformes Totales (NMP/100 ml)		Límite establecido Art. 2.2.3.3.9.3 Decreto 1076 de 2015
	1	2		1	2	
Laguna 1	1	-	2.000 NMP/100 ml	6.370	1	20.000 NMP/100 ml
Caño viejo Lara	200			9.850		

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Quebrada La Sabana	195			15.610		
Arroyo El Medio	145			6.570		

Fuente: Equipo consultor, 2021



#### 5.1.5.5. Índice hidroggeoquímico.

La hidro geoquímica se limita al estudio de los aspectos geoquímicos del agua y sus relaciones con los materiales del medio donde circula, de tal manera que es posible entender su composición iónica, su distribución cuantitativa, sus combinaciones y sus migraciones (dispersiones y concentraciones). No es fácil establecer valores concretos de la composición iónica que aportan diferentes tipos de rocas, no solo porque existen diferencias de composición y alterabilidad de minerales en de cada uno de ellos, sino también porque las condiciones climáticas, composición del agua de recarga, tiempo de contacto, longitud de recorrido, grado de aireación y permeabilidad influyen de forma importante y a veces dominantes (Custodio & Llamas, 1983).

Con el análisis fisicoquímico de aguas subterráneas y de iones específicos, es posible entender los procesos hidro geoquímicos en una determinada zona de estudio. Las comparaciones de los iones disueltos en el agua pueden guardar cierta relación con el material parental o indicar una característica específica del agua considerada; estas relaciones reciben el nombre de índices hidro geoquímicos, de los cuales los más usados se presentan en la Tabla 54 (Custodio & Llamas, 1983).

Tabla 54. Interpretación de Índices hidro geoquímicos.

ÍNDICE HIDRO GEOQUÍMICO	INTERPRETACIÓN
$\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$	En aguas continentales presenta rangos entre 0,3 y 1,5; valores cercanos a 1,0 indican posible influencia de materiales parentales dolomíticos, superiores a 1,0 suelen estar relacionados con silicatos magnésicos, para relaciones cercanas a 5,0 están asociados con agua que circulan por terrenos de formación marina o existe intrusión marina.
$\frac{K^+}{Na^+}$	El rango en aguas dulces es de 0,004 a 0,3 y en aguas marinas es de 0,02 a 0,025, a medida que este índice disminuye aumenta la salinidad del agua; concentraciones de agua de 3 ppm presentan valores de este índice entre 0,5 a 1,0.
$\frac{Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+}}$	Tiene interés para comparar el agua con las rocas del acuífero, o para seguir los posibles procesos de cambio de bases.
$\frac{Cl^-}{HCO_3^-}$	Es útil en la caracterización de la intrusión marina, en aguas continentales presenta valores de 0,1 a 5,0 y en agua de mar de 20 a 50. Si el incremento de cloruros es debido a la concentración de sales en zonas de regadío, la relación aumenta mucho menos para igual incremento de cloruros que cuando se produce intrusión marina.
$\frac{SO_4^{2-}}{Cl^-}$	En aguas poco o moderadamente salinas esta relación es similar a la zona acuífera y su valor se mantiene aproximadamente constante al irse concentrando el agua, no tiene utilidad cuando se produce intrusión de sulfatos.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

ÍNDICE HIDRO GEOQUÍMICO	INTERPRETACIÓN
$\frac{Cl^{-} - (Na^{+} + Ca^{2+})}{Cl^{-}}$	Este valor casi siempre es negativo en aguas relacionadas con terrenos formados por rocas volcánicas, en aguas de mar este índice toma valores de +1,2 a +1,3 y en aguas con altos contenidos de cloruros es siempre positivo; un aumento en los valores de este índice indica un cambio de bases de endurecimiento del agua y una disminución en cambio de bases de ablandamiento. En términos generales al ir aumentando la salinidad del agua este valor tiende a crecer lentamente.

Fuente: Elaboración consultor a partir de CVS & Fundación Bosques y humedales (2016)

Para la determinación de las características de calidad del agua subterránea al interior del área de influencia del proyecto, se implementó estructura de captación existente tipo aljibe ubicado en predio rural denominado Finca Jericó, implementado para el abastecimiento del consumo humano y doméstico, abastecido a su vez por la formación denominada depósitos aluviales del Río Simití, el cual, conforme a la información elaborada en el 2002 por el Instituto de Investigación e Información Geocientífica Minero-Ambiental y Nuclear-INGEOMINAS, hoy denominado Servicio Geológico Colombiano-SGC, corresponde a acuífero de baja productividad, discontinuo de extensión local, conformados por sedimentos cuaternarios no consolidados de ambiente fluvial y litoral, generalmente de tipo libre, y por rocas sedimentarias terciarias poco consolidadas, de ambiente marino con acuíferos de tipo confinados (INGEOMINAS, 2002).


Conforme a las características de los índices Hidrogeoquímicas, a partir de las concentraciones de los diferentes compuestos analizados en laboratorio, las características de la formación litológica abastecedora de la estructura de captación subterránea, presenta condiciones de acuíferos de aguas continentales, relacionada con terrenos formados por rocas volcánicas (Tabla 55).

Tabla 55. Índices hidro geoquímico.

$\frac{M_g^{2+}}{C_a^{2+}}$	$\frac{K^{+}}{N_a^{+}}$	$\frac{N_a^{+}}{C_a^{2+} + M_g^{2+}}$	$\frac{Cl^{-}}{HCO_3^{-}}$	$\frac{SO_4^{2-}}{Cl^{-}}$	$\frac{Cl^{-} - (N_a^{+} + C_a^{2+})}{Cl^{-}}$
0,56	0,04	0,86	0,05	1,29	-4,52

Fuente: Elaboración consultor a partir de LABOMAR-2020.

En referencia a los coliformes totales y coliformes fecales, analizados en la estructura de captación de aguas subterráneas localizada al interior del área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho, se presentan en concentraciones inferiores a los límites máximos permisibles definidos en el artículo 2.2.3.3.9.3. del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, el cual establece los criterios admisibles para la destinación del recurso para consumo humano y doméstico con tratamiento previo.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.5.6. Índices Hidrológicos.

Para la determinación de los indicadores hidrológicos contemplados en los términos de referencia definidos por la Corporación Autónoma Regional del Cesar, en referencia a la codificación de la cuenca hidrográfica del área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho, de acuerdo a la información de oferta y calidad del agua consignado en el Estudio Nacional del Agua 2014 elaborado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM, se determina para la subzona hidrográfica Quebrada El Carmen y Otros Directos al Magdalena Medio la información determinada en los siguientes índices hidrológicos.

##### 5.1.5.6.1. Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua-IACAL.

Este indicador representa la alteración potencial de la calidad de los sistemas hídricos superficiales en una subzona hidrográfica dada. Permite conocer zonas susceptibles a los tipos de contaminación estimada, en la medida que la categoría de amenaza es calificada como alta y muy alta en un intervalo de tiempo específico.

Para la determinación del indicador, se implementan las siguientes fórmulas para año medio y para año seco.

Para año medio:

$$IACAL_{jt-añomed} = \frac{\sum_{i=1}^n catiacal_{ijt-añomed}}{n}$$

Donde:



$IACAL_{jt-añomed}$  = Es el Índice de alteración potencial de la calidad del agua de una subzona hidrográfica j durante el periodo de tiempo t, evaluado para una oferta hídrica propia de un año medio.

$Catiacal_{ijt-añomed}$  = Es la categoría de clasificación de la vulnerabilidad por la potencial alteración de la calidad del agua que representa el valor de la presión de la carga estimada de la variable de calidad i que se puede estar vertiendo a la subzona hidrográfica j durante el periodo de tiempo t dividido por la oferta hídrica propia de un año medio.

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

Para año seco:

$$IACAL_{jt-añosec} = \frac{\sum_{i=1}^n catiacal_{ijt-añosec}}{n}$$

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

$IACAL_{jt-añosec}$  = Es el Índice de alteración potencial de la calidad del agua de una subzona hidrográfica j durante el período de tiempo t, evaluado para una oferta hídrica propia de un año seco.

$Catiacal_{ijt-añosec}$  = Es la categoría de clasificación de la vulnerabilidad por la potencial alteración de la calidad del agua que representa el valor de la presión de la carga estimada de la variable de calidad i que se puede estar vertiendo a la subzona hidrográfica j durante el período de tiempo t dividido por la oferta hídrica propia de un año seco.

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

El indicador se calcula a partir de las estimaciones de las cargas que de cada una de 5 variables fisicoquímicas se pueden estar vertiendo a las corrientes superficiales de las 316 subzonas hidrográficas definidas como parte de la Red Hídrica Nacional, las cuales son ponderadas por la oferta hídrica de dichas subzonas hidrográficas, y que es estimada para un año medio y para un año seco, mediante análisis de una serie de tiempo de por lo menos 20 años (IDEAM, Indicadores Ambientales Nacionales del IDEAM, 2011).

Los valores obtenidos en cada una de las 5 estimaciones, tanto para año medio como para año seco, se comparan con los rangos establecidos en tablas de referencia construidas para cada una de las variables. Producto de la comparación, cada valor estimado queda clasificado en una categoría de 1 a 5, que representa un nivel de presión (de menor a mayor, respectivamente) (IDEAM, Indicadores Ambientales Nacionales del IDEAM, 2011).

El valor del indicador surge de promediar el valor de las categorías de clasificación obtenidas para cada una de las variables.



A continuación, por medio de la Tabla 56 se registran los rangos de los valores alternativos que puede tomar el IACAL, la categoría de clasificación que se le asigna a cada uno de ellos, la calificación del nivel de presión al que corresponde y el color que la representa.

Tabla 56. Categorización del IACAL.

Rangos $IACAL_{jt-añomed}$ $IACAL_{jt-añosec}$	Categoría de clasificación	Clasificación de la presión
$1,0 \leq IACAL \leq 1,5$	1	Baja
$1,5 < IACAL \leq 2,5$	2	Moderada
$2,5 < IACAL \leq 3,5$	3	Media-Alta
$3,5 < IACAL < 4,5$	4	Alta
$4,5 < IACAL \leq 4,5$	5	Muy Alta

Fuente: Elaboración a partir del (IDEAM, Indicadores Ambientales Nacionales del IDEAM, 2011)



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

En las siguientes tablas se presentan los rangos que han sido establecidos para comparar los valores de cada una de las variables de calidad seleccionadas para el cálculo del indicador, así como la categoría de clasificación que se le asigna a cada una de ellas, la calificación del nivel de amenaza al que corresponde y el color que la representa:

Para la Demanda Bioquímica de Oxígeno:

Tabla 57. Valores de  $i\text{acal}_{\text{DBO}}$

Rangos $IACAL_{\text{DBO}-\text{año med}}$ $IACAL_{\text{DBO}-\text{año sec}}$	Categoría de clasificación $\text{catiacal}_{\text{DBO}}$	Clasificación de la presión
$i\text{acal}_{\text{DBO}} < 0,14$	1	Baja
$0,14 \leq i\text{acal}_{\text{DBO}} \leq 0,4$	2	Moderada
$0,40 < i\text{acal}_{\text{DBO}} < 1,21$	3	Media-Alta
$1,21 < i\text{acal}_{\text{DBO}} < 4,86$	4	Alta
$i\text{acal}_{\text{DBO}} \geq 4,86$	5	Muy Alta

Fuente: Elaboración a partir del (IDEAM, Indicadores Ambientales Nacionales del IDEAM, 2011)

Para la diferencia entre la Demanda Química de Oxígeno-DQO y Demanda Bioquímica de Oxígeno-DBO:

Tabla 58. Valores de  $i\text{acal}_{\text{DQO-DBO}}$

Rangos $IACAL_{\text{DQO-DBO}-\text{año med}}$ $IACAL_{\text{DQO-DBO}-\text{año sec}}$	Categoría de clasificación $\text{catiacal}_{\text{DQO-DBO}}$	Clasificación de la presión
$i\text{acal}_{\text{DQO-DBO}} < 0,14$	1	Baja
$0,14 \leq i\text{acal}_{\text{DQO-DBO}} < 0,36$	2	Moderada
$0,36 < i\text{acal}_{\text{DQO-DBO}} < 1,17$	3	Media-Alta
$1,17 < i\text{acal}_{\text{DQO-DBO}} < 6,78$	4	Alta
$i\text{acal}_{\text{DQO-DBO}} \geq 6,78$	5	Muy Alta

Fuente: Elaboración a partir del (IDEAM, Indicadores Ambientales Nacionales del IDEAM, 2011)

Para Sólidos Suspendidos Totales:

Tabla 59. Valores de  $i\text{acal}_{\text{SST}}$

Rangos $IACAL_{\text{SST}-\text{jt}-\text{año med}}$ $IACAL_{\text{SST}-\text{jt}-\text{año sec}}$	Categoría de clasificación $\text{catiacal}_{\text{SST}}$	Clasificación de la presión
$i\text{acal}_{\text{SST}} < 0,4$	1	Baja
$0,4 \leq i\text{acal}_{\text{SST}} < 0,8$	2	Moderada

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Rangos $IACAL_{SST-jt-añomed}$ $IACAL_{SST-jt-añosec}$	Categoría de clasificación $catal_{SST}$	Clasificación de la presión
$0,8 < l_{acal_{SST}} < 1,9$	3	Media-Alta
$1,9 \leq l_{acal_{SST}} < 7,7$	4	Alta
$l_{acal_{SST}} \geq 7,7$	5	Muy Alta

Fuente: Elaboración a partir del (IDEAM, Indicadores Ambientales Nacionales del IDEAM, 2011)

Para Nitrógeno Total.

Tabla 60. Valores de  $l_{acal_{NT}}$

Rangos $IACAL_{NT-jt-añomed}$ $IACAL_{NT-jt-añosec}$	Categoría de clasificación $catal_{NT}$	Clasificación de la presión
$l_{acal_{NT}} < 0,03$	1	Baja
$0,03 \leq l_{acal_{NT}} < 0,06$	2	Moderada
$0,06 < l_{acal_{NT}} < 0,14$	3	Media-Alta
$0,14 \leq l_{acal_{NT}} < 0,56$	4	Alta
$l_{acal_{NT}} \geq 0,56$	5	Muy Alta

Fuente: Elaboración a partir del (IDEAM, Indicadores Ambientales Nacionales del IDEAM, 2011)



Para Fósforo Total.

Tabla 61. Valores de  $l_{acal_{PT}}$

Rangos $IACAL_{PT-jt-añomed}$ $IACAL_{PT-jt-añosec}$	Categoría de clasificación $catal_{PT}$	Clasificación de la presión
$l_{acal_{PT}} < 0,005$	1	Baja
$0,005 \leq l_{acal_{PT}} < 0,014$	2	Moderada
$0,014 < l_{acal_{PT}} < 0,036$	3	Media-Alta
$0,036 \leq l_{acal_{PT}} < 0,135$	4	Alta
$l_{acal_{PT}} \geq 0,135$	5	Muy Alta

Fuente: Elaboración a partir del (IDEAM, Indicadores Ambientales Nacionales del IDEAM, 2011)

El cálculo de cada uno de los  $l_{acal_{ijt-añomed}}$  o  $l_{acal_{ijt-añosec}}$ , se realiza mediante la siguiente formula general.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

$$iacal_{ijt-añomed} = \frac{C_{ijt}}{O_{añomed}}$$

$$iacal_{ijt-añosec} = \frac{C_{ijt}}{O_{añosec}}$$

Donde:

$iacal_{ijt-añomed}$  o  $iacal_{ijt-añosec}$  = Son las estimaciones de las cargas de la variable de calidad  $i$  que se puede estar vertiendo a la subzona hidrográfica  $j$  durante el período de tiempo  $t$  ponderado por la oferta hídrica estimada para un año medio o un año seco.

$C_{ijt}$  = Es la carga de la variable de calidad  $i$  que se puede estar vertiendo a la subzona hidrográfica  $j$  durante el período de tiempo  $t$ .

$O_{añomed}$  o  $O_{añosec}$  = Son respectivamente la oferta hídrica estimada para un año medio y para un año seco.

Los valores optativos que pueden llegar a tomar el índice han sido clasificados en categorías, de acuerdo con las cuales se califica la vulnerabilidad a que se altere la calidad del agua de los sistemas hídricos. Como señal de alerta, a cada nivel de amenaza se le ha asignado un color.

En Tabla 62 se registra la relación entre valores y calificación:

Tabla 62. Valores y clasificación de IACAL.

Rangos $IACAL_{jt-añomed}$ $IACAL_{jt-añosec}$	Categoría de clasificación	Clasificación de vulnerabilidad
$1,0 \leq IACAL \leq 1,5$	1	Baja
$1,5 < IACAL < 2,5$	2	Moderada
$2,5 < IACAL \leq 3,5$	3	Media-Alta
$3,5 \leq IACAL < 4,5$	4	Alta
$4,5 \leq IACAL \leq 5,0$	5	Muy Alta

Fuente: Elaboración a partir del (IDEAM, Indicadores Ambientales Nacionales del IDEAM, 2011)

Referente a las cuencas hidrográficas localizadas al interior del área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho, para la determinación del índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua para las fuentes hídricas, de acuerdo a los caudales de escorrentía de las fuentes hídricas de cada cuenca determinados a partir del modelo de elevación, curvas IDF de la estación La Mata, al igual que oferta hídrica para año medio y año seco definida en la Red Hídrica Nacional Superficial, se registró condiciones de clasificación Baja en la alteración de la calidad del agua (ver Tabla 63).


	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 63. IACAL determinado en fuentes superficiales localizadas en el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho.

TIPO	Caño Viejo Lara	Arroyo El Medio
iacalDBO	0,145	0,086
iacalDQO	0,479	0,375
iacalDQO-DBO	0,335	0,289
iacalss	0,046	0,115
iacalNT	0,020	0,020
iacalPT	0,002	0,001
IACAL	0,109	0,102

Fuente: Equipo consultor, 2021

#### 5.1.5.6.2. Índice de Aridez.

El Índice de Aridez (IA), es una característica cualitativa del clima, que permite medir el grado de suficiencia o insuficiencia de la precipitación para el sostenimiento de los ecosistemas de una región. Identifica áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial (IDEAM, 2010a).

Conforme a la implantación del área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho, sobre la información cartográfica elaborada en el Estudio Nacional del Agua 2018, se determina en 100 % el Índice de Aridez en intervalo entre 0.20-0.29 de clasificación moderado (ver Figura 47).


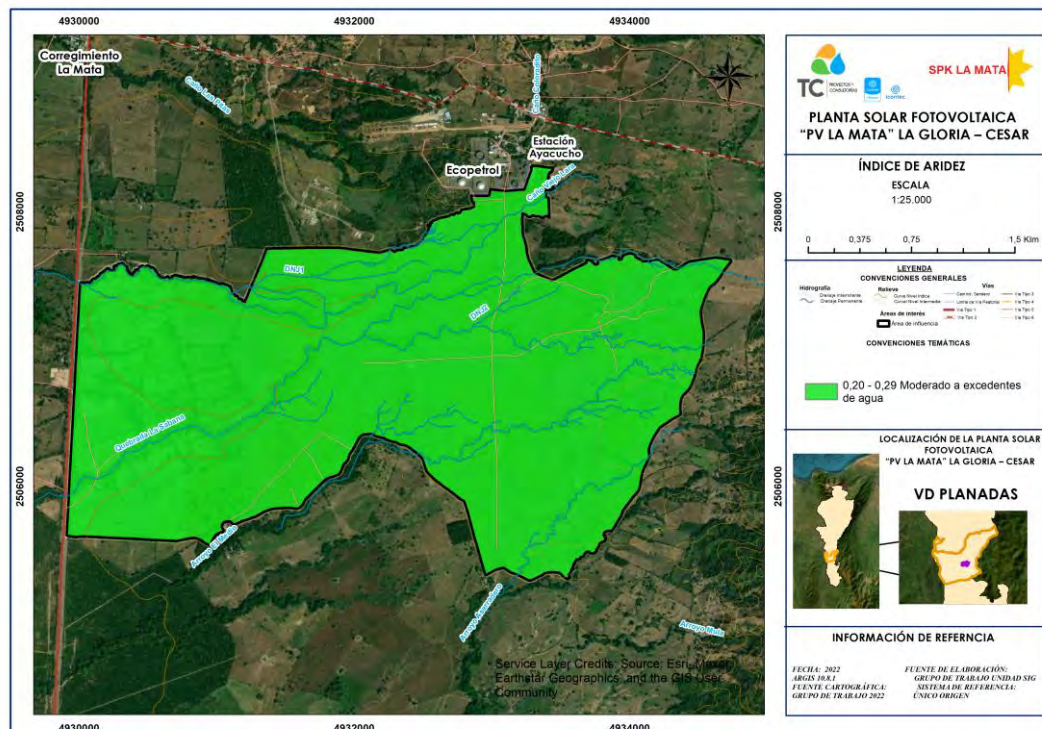
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 47. Índice de Calidad de Agua determinado en las diferentes fuentes hídricas superficiales localizadas al interior del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho.



Fuente: Equipo consultor, 2021

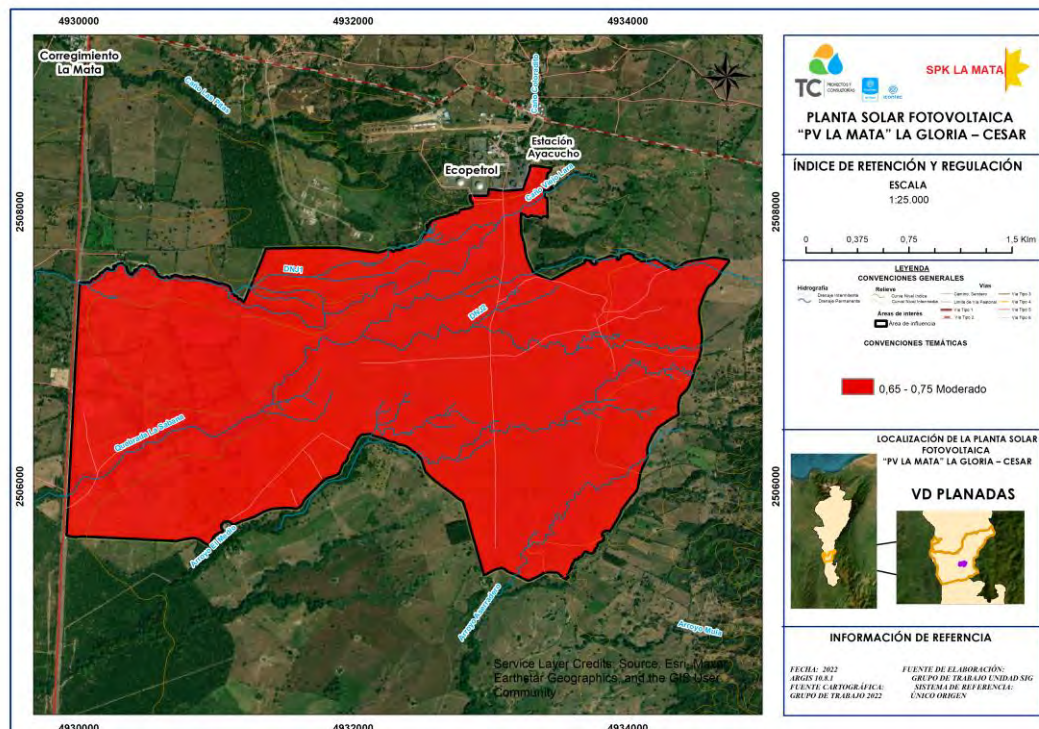
#### 5.1.5.6.3. Índice de Retención y Regulación Hídrica-IRH.

Representa la capacidad de retención y regulación hídrica de una unidad hidrográfica, representada en la forma de la curva de duración de caudales medios diarios. Corresponde a la relación entre el volumen parcial equivalente al área bajo la línea de caudal medio en la curva de duración de caudales medios diarios, y el volumen total equivalente el área bajo la curva de duración de caudales medios diarios. A partir de la zonificación del índice, consignado en el Estudio Nacional del Agua de 2018, el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho, se localiza sobre área con índice de Retención y Regulación Hídrica-IRH de 0.74, comprendido en el intervalo 0.65-0.75 clasificado en Moderado (ver Figura 48).



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 48. Índice de Retención y Regulación Hídrica-IRH en las diferentes fuentes hídricas superficiales localizadas al interior del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho.



Fuente: Equipo consultor, 2021

#### 5.1.6. Usos y usuarios del agua

Este componente no fue modificado por que el análisis del EIA de la licencia aprobada por Resolución No 0633 del 28 de diciembre de 2021, contempla el área adicional presentada en esta solicitud de modificación. Por lo que se mantiene la información aprobada bajo Resolución No 0633 del 28 de diciembre de 2021.

La información presentada y aprobada por Corpocesar mediante la Resolución No 0633 del 28 de diciembre de 2021, es la siguiente:

Para la determinación de los usuarios del recurso hídrico localizados al interior del área de influencia definida para el proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho, por medio del oficio de radicado GAF-AYC-026 RAD 03098 de julio 2 de 2020, se procedió a presentar la solicitud de información a la Corporación Autónoma Regional del Cesar,

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

concerniente a los usuarios del recurso debidamente formalizados, información consignada en la Tabla 64.

Tabla 64. Usuarios del recurso hídrico localizados en jurisdicción del municipio de La Gloria, departamento del Cesar formalizados por parte de CORPOCESAR.

Usuario	Tipo	Resolución	Predio/Proyecto /Establecimiento	Municipio	Q (l/s)	Uso	Fuente
INVERSIONES CONTRERAS CALDERON S.A.S.	Concesión de aguas Subterráneas	0226 del 16 de marzo de 2015, modificada por la No. 0994 del 10 de agosto de 2015	BELLA LUZ - ESTACION DE SERVICIO BESOTE	LA GLORIA	3,52	DOMESTICA E INDUSTRIAL	SUBTERRANEA
LEONCIO PICON ROSADO	Concesión de aguas Subterráneas	0836 del 8 de agosto de 2016	LAS DELICIAS	LA GLORIA	2,5	AGRICOLA-PECUARIO (ABREVADERO)-DOMESTICO	SUBTERRANEA
EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE LA GLORIA "EMPOGLORIA E.S.P."	Concesión de aguas superficiales	864 del 18 de Octubre de 2005, modificada parcialmente por la No. 048 del 27 de enero de 2006 y modificada por la No. 1314 del 12 de octubre de 2010.	ACUEDUCTO MUNICIPAL DE LA GLORIA	LA GLORIA	31,98	CONSUMO HUMANO- DOMESTICO	RIO MAGDALENA
ROBINSON JOSE CHICA VEGA	Concesión de aguas superficiales	1122 del 7 de septiembre de 2010	VILLA SOFFY	LA GLORIA	0,15	AGROPECUARIO	ARROYO SALOBRITO
EXTRACTORA LA GLORIA S.A.S	Concesión de aguas superficiales	974 del 30 de junio de 2011 y la 1258 del 19 de agosto de 2011	EXTRACTORA LA GLORIA	LA GLORIA	19	AGRICOLA	SIMAÑA
LUIS ALBERTO URREGO CONTRERAS	Concesión de aguas superficiales	365 del 15 de marzo de 2011	EL AMPARO	LA GLORIA	24,23	AGRICOLA	CAÑO ALONSO
LUIS ALBERTO URREGO CONTRERAS	Concesión de aguas superficiales	365 del 15 de marzo de 2011	EL AMPARO	LA GLORIA	17	AGRICOLA	CAÑO LA HONDA
DAL LIMITADA	Concesión de aguas superficiales	365 del 15 de marzo de 2011	SANTA INÉS	LA GLORIA	31,55	AGRICOLA	SIMAÑA
ORGANIZACION TERPEL S.A.	Concesión de aguas	1035 del 9 de julio de 2013	PLANTA DE ALMACENAMIENTO	LA GLORIA	1	INDUSTRIAL	QUARE



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Usuario	Tipo	Resolución	Predio/Proyecto /Establecimiento	Municipio	Q (l/s)	Uso	Fuente
	superficiales		DE COMBUSTIBLE AYACUCHO				
CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S.	Concesión de aguas superficiales	1589 del 19 de octubre de 2011, modificada parcialmente mediante resoluciones 0667 del 27 de mayo de 2013 y 0162 del 15 de marzo de 2015	ESTACION AYACUCHO	LA GLORIA	6	INDUSTRIAL-DOMESTICO- RIEGO DE JARDIN Y CONTRA INCENDIO	QUARE
ACCION FIDUCIARIA S.A., FIDUPETROL S.A. Y FIDUCIARIA CENTRAL S.A.	Concesión de aguas superficiales	1470 del 12 de diciembre de 2012, 0722 del 27 de Julio de 2016 y la 0360 del 17 de Mayo de 2017	CAMAWAL, EL CUYABRO, LA PARAISO, LA FUFURUFA, GALLINAZO, HATO VIEJO, LA CAMILA, LAS MERCEDES, EL PARAISO, RODEO, LA TUTELA, EL TRIUNFO, EL RECREO, LAS PALMAS Y SI ME DEJAN	LA GLORIA	38,57	AGRICOLA	QUEBRADA SIMAÑA
ACCION FIDUCIARIA S.A., FIDUPETROL S.A. Y FIDUCIARIA CENTRAL S.A.	Concesión de aguas superficiales	1470 del 12 de diciembre de 2012, 0722 del 27 de Julio de 2016 y la 0360 del 17 de Mayo de 2017	CAMAWAL, EL CUYABRO, LA PARAISO, LA FUFURUFA, GALLINAZO, HATO VIEJO, LA CAMILA, LAS MERCEDES, EL PARAISO, RODEO, LA TUTELA, EL TRIUNFO, EL RECREO, LAS PALMAS Y SI ME DEJAN	LA GLORIA	51,42	AGRICOLA	CAÑO ARILA O CIENAGA CIENAGUITA
ACCION FIDUCIARIA S.A., FIDUPETROL S.A. Y FIDUCIARIA CENTRAL S.A.	Concesión de aguas superficiales	1470 del 12 de diciembre de 2012, 0722 del 27 de Julio de 2016 y la 0360 del 17 de Mayo de 2017	CAMAWAL, EL CUYABRO, LA PARAISO, LA FUFURUFA, GALLINAZO, HATO VIEJO, LA CAMILA, LAS MERCEDES, EL PARAISO, RODEO, LA TUTELA, EL TRIUNFO, EL RECREO, LAS PALMAS Y SI ME DEJAN	LA GLORIA	38,57	AGRICOLA	CIENAGA DE MORALES



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Usuario	Tipo	Resolución	Predio/Proyecto /Establecimiento	Municipio	Q (l/s)	Uso	Fuente
			RECREO, LAS PALMAS Y SI ME DEJAN				
MARINA ANGARITA DE FRANCO	Concesión de aguas superficiales	2008 del 11 de diciembre de 2013	ROBLE CLARO 1	LA GLORIA	10,046	AGRICOLA Y PECUARIA	QUEBRADA PAYARES
MARINA ANGARITA DE FRANCO	Concesión de aguas superficiales	2008 del 11 de diciembre de 2013	LOTE COROZAL	LA GLORIA	37,54	AGRICOLA	CAÑO SAN FRANCISCO
GEOAMBIENTAL S.A.S	Concesión de aguas superficiales	0710 del 16 de junio de 2014, modificada parcialmente mediante resolución No. 0751 del 19 de julio de 2018	PROYECTO AGROINDUSTRIALES, INDUSTRIALES, AGRICOLAS Y DE HIDROCARBUROS	LA GLORIA	10	AGROINDUSTRIAL, INDUSTRIAL, AGRICOLA Y HIDROCARBUROS	QUEBRADA SIMAÑA
INVERSIONES CONTRERAS CALDERON S.A.S.	Concesión de aguas superficiales	1507 del 12 de Diciembre de 2016	ACTIVIDADES DE RIEGO DE VIAS	LA GLORIA	16,66	RIEGO DE VIA	RIO MAGDALENA
INVERSIONES CONTRERAS CALDERON S.A.S.	Concesión de aguas Subterráneas	1098 del 18 de octubre de 2017, aclarada mediante resolución No. 1565 del 26 de diciembre de 2017, modificada por 1183 del 1 de noviembre de 2019	SERVITECA BESOTE	LA GLORIA	3,5	DOMESTICO Y NO DOMESTICO	SUBTERRANEA
ASOCIACION DE USUARIOS DEL DISTRITO DE ADECUACION DE TIERRAS DE PEQUEÑA ESCALA DE TORCOROMA "ASOTORCOROMA"	Concesión de aguas superficiales	0735 del 16 de julio de 2018	VARIOS PREDIOS	LA GLORIA	80	AGRICOLA - RIEGO DE ARROZ	ARROYO SAN MARCOS
TUCURINCA SUCURSAL COLOMBIA	Concesión de aguas Subterráneas	1621 del 4 de diciembre de 2018	CAMAWAL	LA GLORIA	3,4	INDUSTRIAL (LAVADO DE PIÑAS, PREPARACION DE AGROQUIMICOS) Y ATENCION DE	SUBTERRANEA

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Usuario	Tipo	Resolución	Predio/Proyecto /Establecimiento	Municipio	Q (l/s)	Uso	Fuente
						CONTINGENCIAS-DOMESTICO	
TUCURINCA SUCURSAL COLOMBIA	Concesión de aguas Subterráneas	1621 del 4 de diciembre de 2018	CAMAWAL	LA GLORIA	1,3	INDUSTRIAL (LAVADO DE PIÑAS, PREPARACION DE AGROQUIMICOS) Y ATENCION DE CONTINGENCIAS-DOMESTICO	SUBTERRANEA
TUCURINCA SUCURSAL COLOMBIA	Concesión de aguas Subterráneas	1621 del 4 de diciembre de 2018	EL RODEO	LA GLORIA	2,5	INDUSTRIAL (LAVADO DE PIÑAS, PREPARACION DE AGROQUIMICOS) Y ATENCION DE CONTINGENCIAS-DOMESTICO	SUBTERRANEA
CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S	Autorización de ocupación de cauces	430 del 4 de junio de 2019	Emergencia PK 005 + 064 del Sistema de Transporte de Hidrocarburos Oleducto Ayacucho-Glán 8	LA GLORIA	NO APLICA	NO APLICA	QUEBRADA SAN MARCOS
CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S	Autorización de ocupación de cauces	1166 del 1 de noviembre de 2019	Emergencia Vereda Pasacaballos	LA GLORIA	NO APLICA	NO APLICA	QUEBRADA EL CARMEN
CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S	Autorización de ocupación de cauces	1167 del 01 de noviembre de 2019	Emergencia Vereda Trinchera	LA GLORIA	NO APLICA	NO APLICA	QUEBRADA EL CARMEN

Fuente: Equipo consultor, 2021



Conforme a la información detallada en la anterior tabla, los usuarios del recurso hídrico formalizados por la Autoridad Ambiental corresponden a concesiones de agua superficial, concesión de aguas subterráneas y ocupaciones de cauce, destinados para el desarrollo de actividades domésticas, industriales y en mayor parte a actividades agrícolas en el riego de cultivos.

Los usuarios del recurso hídrico localizados en el municipio de La Gloria, departamento del Cesar, se registra un total de 430.436 l/s regulado por la Corporación Autónoma Regional del Cesar, de los cuales 96.12 % corresponden a concesiones de agua superficial, y 3,88 % a concesiones de agua subterráneas.

Entre las concesiones de agua superficial formalizadas por la autoridad ambiental, 358,076 l/s correspondientes al 86.55% del total del recurso hídrico regulado, son destinadas para el abastecimiento de actividades agrícolas, agropecuario y agro industrial, éste último implementado en mayor proporción para el riego de cultivo; 7,73% destinadas al abastecimiento de actividades domésticas, y 23,66 l/s divididos en tres actos administrativos representados en el

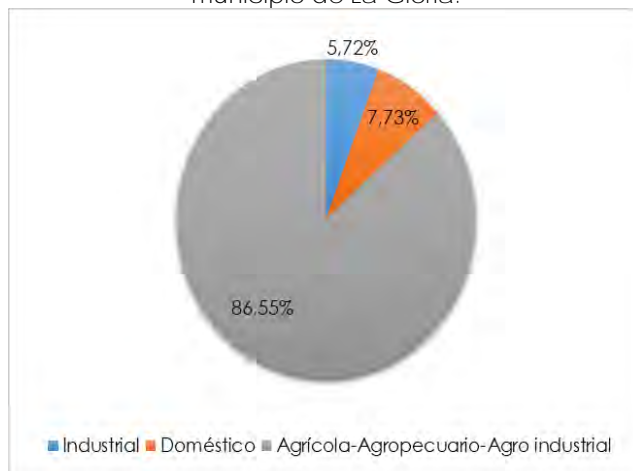




 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

5,72 % asignados para el desarrollo de actividades industriales para el riego de vías y abastecimiento de estaciones de servicio.

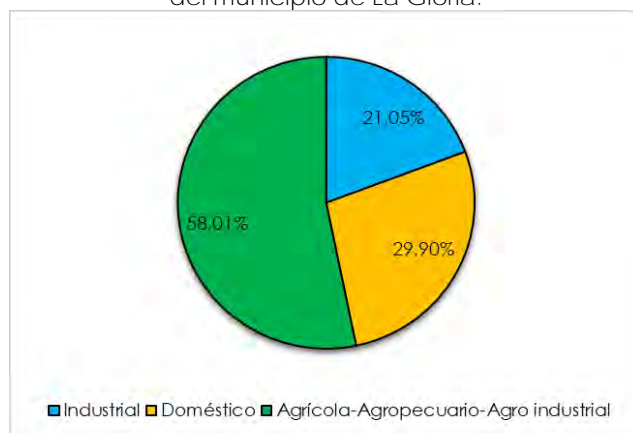
Figura 49. Distribución de concesiones de agua superficial reguladas por CORPOCESAR en jurisdicción del municipio de La Gloria.



Fuente: Equipo consultor, 2021

Referente a las concesiones de agua subterránea reguladas por CORPOCESAR en jurisdicción del municipio de La Gloria, del total de los 16.72 l/s, 29,9 % están destinados para el desarrollo de las actividades domésticas, 21,05 % a uso industrial y 58,01 % representados en 9,7 l/s divididos en 4 actos administrativos definidos para el abastecimiento de actividades agrícolas (ver Figura 50).

Figura 50. Distribución de concesiones de agua subterráneas reguladas por CORPOCESAR en jurisdicción del municipio de La Gloria.



Fuente: Equipo consultor, 2021

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Por lo tanto, en el marco de la delimitación del área de influencia del proyecto, elaborado en referencia, entre tantos, en la localización de fuentes hídricas tanto superficiales como subterráneas; toda vez definidos los diferentes usos desarrollados al interior del área, identificados a partir de diagnóstico de campo, los aprovechamientos del recurso hídrico formalizados por la Autoridad Ambiental por medio de actos administrativos detallados en la Tabla 64, no se localizan al interior del área del proyecto en mención. Así mismo, el aprovechamiento por medio de captación y vertimiento de las actividades domésticas, industriales y comerciales no se realizan en las fuentes hídricas superficiales, al igual que el aprovechamiento de las estructuras de captación de agua subterránea localizadas al interior de esta.

Concerniente al abastecimiento de los sistemas de acueducto en los centros poblados del corregimiento Ayacucho y La Mata, a partir del diagnóstico realizado en campo, se identifica como fuente de abastecimiento La Quebrada El Besote, localizada, por fuera, al Sureste del área de influencia de proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho, suministrado en frecuencia diaria.

#### 5.1.6.1. Usos del agua en área de influencia del proyecto.

A partir de los recorridos de diagnóstico desarrollados al interior del área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho, se identifican los diferentes tipos de actividades económicas y domésticas, al igual que las fuentes de abastecimiento, entre las cuales se identifican 45 cuerpos de agua lenticas tipo jagüeyes, identificados en el numeral 5.1.4.1 del presente documento.

Referente al recurso de agua subterráneo, al interior del área de influencia del proyecto se identifican estructuras de captación de acuíferos subsuperficiales localizados en predio rural denominado Finca Jericó, sobre las coordenadas X: 4933213,48 Y: 2507000,49 y X: 4933200,87 Y: 2506992,32 (ver Tabla 65 y Figura 51) implementados para el abastecimiento de actividades domésticas.



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 65. Estructuras de captación de aguas subterránea localizados al interior del área de influencia del proyecto.

NOMBRE	W	N	MUNICIPIO	USOS	DESCRIPCIÓN Y FOTOGRAFIA
Aljibe No.1	4933213,48	2507000,49	La Gloria	Doméstico	
Zanja de captación	4933200,87	2506992,32	La Gloria	Doméstico	

Fuente: Equipo consultor, 2021



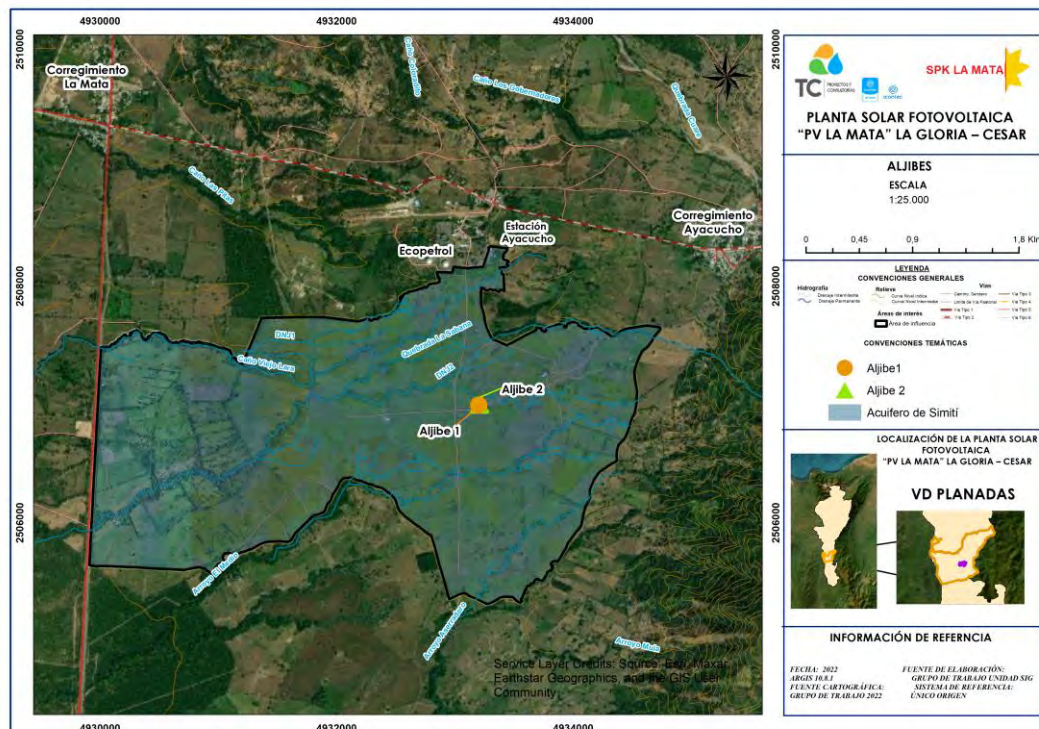
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 51. Localización de estructuras de captación tipo aljibes localizadas al interior del área de influencia del proyecto.



Fuente: Equipo consultor, 2021

La estructura de captación tipo aljibe No.1 presenta profundidad de 3.5 metros y diámetro de 1 m anillado en tubería de concreto. A la fecha de la visita de inspección no cuenta con instalación de equipo de bombeo, por lo tanto, se denota la no implementación para el abastecimiento de las actividades domésticas, conforme a lo manifestado a señor Ulises Carbajalino, quien funge como administrador de la finca Jericó.

Concerniente a la estructura de captación No. 2, corresponde a excavación de sección rectangular revestida en ladrillos, de 3 metros de profundidad, la cual cuenta con instalación de equipo tipo bomba centrífuga de eje horizontal de succión negativa, de 0.5 HP y succión e impulsión en tubería de PVC de diámetro de 1/2 pulgada. El agua captada es impulsada hacia unidad de almacenamiento tipo tanque de polietileno de 1 m<sup>3</sup> desde el cual se abastece las unidades sanitarias en flujo por gravedad.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

El aprovechamiento de aguas subterráneas al interior del área de influencia, conforme a los actos administrativos otorgados por la CORPOCESAR no se encuentran formalizados; no obstante, el uso y aprovechamiento, teniendo en cuenta la destinación del recurso, se fundamenta en el uso de ministerio de ley acorde al artículo 2.2.3.2.6.1. del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015. Por otra parte, en relación con la regulación del control del aprovechamiento de las estructuras de captación localizadas al interior del proyecto, no se cuenta con instalación de equipos ni estructuras hidráulicas calibradas de medición de flujo.

#### 5.1.6.2. Conflictos actuales de disponibilidad y usos del agua.

Las fuentes hídricas superficiales tipo lólicas localizadas al interior del área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho, denominadas Arroyo Medio, Caño Viejo Lara, y quebrada La Sabana, presentan características de fuentes estacionales, evidenciadas en el bajo caudal o ausencia de flujo en el transcurso de la temporada seca, condición registrada durante el monitoreo de calidad de agua realizado en el mes de marzo de 2020.

Conforme a las fuentes hídricas superficiales tipo lénticas, representados en los 47 jagüeyes destinados mayormente para la actividad agropecuaria en el abrevadero de ganado semoviente. De igual forma, referente a la fuente de abastecimiento del servicio de acueducto de los centros poblados de los corregimientos Ayacucho y La Mata del municipio de La Gloria, al igual que los aprovechamientos del recurso hídrico formalizados por CORPOCESAR en jurisdicción del municipio de La Gloria, información consignada en respuesta al oficio GAF-AYC-026 RAD 03098 de julio 2 de 2020; en el marco del desarrollo de las actividades contempladas en las etapas de construcción, operación, y cierre y abandono del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho, no se desarrollará aprovechamiento del recurso hídrico a través de captaciones de fuentes hídricas superficiales ni fuentes hídricas subterráneas, al igual que la descarga de aguas residuales, procesos definidos y descritos en la Ficha PMA-1.7 Subprograma de manejo de residuos líquidos.

De igual forma, entre los criterios de definición de las zonas de localización o implantación de la infraestructura de paneles, y la infraestructura transversal del sistema de generación y transmisión de energía, se consideró la ronda hídrica correspondiente a la faja paralela a la línea máxima de mareas de las fuentes hídricas superficiales lénticas y lólicas localizadas al interior del área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho, establecido en hasta 30 metros en el artículo 2.2.3.2.3A.2 del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015.

En términos de conflicto por uso y disponibilidad del agua, la dirección de Gestión Integral de Recurso Hídrico del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, define como conflicto por el agua el resultado de la interacción entre los actores del territorio, donde surge una dinámica de visiones opuestas y grupos de interés que crea polémica, a causa de las diferencias reales o



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

percibidas por el uso y aprovechamiento del recurso hídrico y de los ecosistemas de los que depende su disponibilidad (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2017a). Por lo tanto, teniendo en cuenta las características hidráulicas de las fuentes hídricas superficiales tipo lóaticas, localizadas al interior del área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho, al igual que los actos administrativos de regulación de aprovechamientos del recurso hídrico, y la localización de los mismos, y de igual forma en el tipo y ubicación de las fuentes de abastecimiento de los sistemas de acueducto de los corregimientos La Mata y Ayacucho del municipio de la Gloria, en el marco de la construcción y operación del proyecto no se generan conflicto por disponibilidad y uso del agua.

La información de este apartado se recopila en el Anexo C5. Calidad del agua.

#### 5.1.7. Hidrogeología

El municipio de La Gloria se ubica en una zona cuya evolución geológica ha sido moderada por los depósitos de Cono Aluvial (Qcal1 y Qcal2) y los Depósitos Fluvioacustre (Qfl). Esta región corresponde a la parte plana a semiplana del departamento del Cesar rellena por sedimentos de edad Cuaternaria. Incluye los siguientes Depósitos Cuaternarios; Llanuras Aluviales (Qlla), Abanicos Aluviales (Qcal), Aluviones (Qal), Fluvioacustres (Qfl), de Pendientes (Qp) (CORPOCESAR&IDEAM, 2009).

En la región, se extienden rocas sedimentarias no consolidadas correspondientes a las unidades conocidas de los Depósitos de Llanura Aluvial (Qlla), Depósitos de Abanicos Aluviales (Qcal), Depósitos de Aluviones Recientes (Qal), Depósitos de Terrazas (Qt), Depósitos Fluvioacustres (Qfl) y Depósitos de Pendiente (Qp) (CORPOCESAR&IDEAM, 2009).

Estos Depósitos Cuaternarios Abanicos Aluviales (Qcal) representan una disminución repentina en el poder de transporte de una corriente de agua, sobresaturada de sedimentos y escombros de muy diversos tamaños, a medida que pasa de un gradiente abrupto a uno suave; al reducir la velocidad, la corriente comienza rápidamente a vaciar su carga (CORPOCESAR&IDEAM, 2009).

El Abanico Aluvial de Valledupar (Qcal) se originó por la meteorización física y química de rocas preexistentes en la Sierra Nevada de Santa Marta, las cuales fueron transportadas y depositadas gradiente abajo por las corrientes de agua que disminuyeron su energía repentinamente debido al cambio de las pendientes de abruptas a suaves del terreno (CORPOCESAR&IDEAM, 2009).

Ingeominas (1994) diferencia por los cambios de pendientes tres niveles que se han denominado del más bajo al más alto como Qcal1, Qcal2 y Qcal3. El nivel Qcal3 ubicados hacia el piedemonte es el más grueso desde el punto de vista textural y de menor extensión. Su espesor es de 100 m, pero en general varía de 30 a 60 m. El nivel Qcal2 corresponde al nivel intermedio o de transición entre el nivel más alto y la zona más baja. El nivel Qcal1 semiplana corresponde a

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

la zona distal del abanico, de textura más fina, redondeada y bien seleccionada (CORPOCESAR&IDEAM, 2009).

Por su parte, los Depósitos Cuaternarios Fluvioacústres (Qfl) Se encuentran en una zona baja desde el noroccidente de Chiriguana donde comienzan las ciénagas y se extienden hacia el sur del departamento, asociados a las ciénagas y donde tiene influencia la llanura de inundación del río Magdalena y la parte final del río Lebrija al occidente del municipio de San Alberto. Están sujetos a inundaciones periódicas y su composición dominante es de material limo-arcilloso y en ocasiones arenoso con intercalaciones de arcilla poco compactas (CORPOCESAR&IDEAM, 2009).

#### 5.1.7.1. Inventario general de puntos de agua

Este componente no fue modificado por que el análisis del EIA de la licencia aprobada por Resolución No 0633 del 28 de diciembre de 2021, contempla el área adicional presentada en esta solicitud de modificación. Por lo que se mantiene la información aprobada bajo Resolución No 0633 del 28 de diciembre de 2021.

La información presentada y aprobada por Corpocesar mediante la Resolución No 0633 del 28 de diciembre de 2021, es la siguiente:

Un punto de agua subterránea es un lugar u obra civil que permite el acceso al agua subterránea, incluyendo pozos, aljibes, manantiales que corresponden a descargas del acuífero; y lagos o lagunas cuando son salidas o afloramientos de acuíferos someros.

Los acuíferos son explotados a través de varios tipos de captaciones, entre las cuales las más comunes son (Hirata & Rebuscas, 1999):

Manantiales: Son exposiciones naturales de las aguas subterráneas en superficie y que son aprovechados directamente, sin necesidad de grandes obras.

Aljibes: Son obras excavadas a mano, a veces revestidas en piedra, ladrillo o anillos de concreto. Los aljibes son superficiales (20-50 m de profundidad) y poseen diámetros aproximados de 1,50 m, este tipo de obra es empleada en acuíferos libres con niveles piezométricos poco profundos.

Pozos profundos: Es una estructura hidráulica que permite extraer aguas de los acuíferos ubicados a una mayor profundidad que en el caso de los aljibes. El agua se extrae de los pozos mediante bombeo u otro sistema de elevación.

Piezómetros: Son instrumentos empleados en el monitoreo de aguas subterráneas para la medición de los niveles piezométricos y la toma de muestras de agua para análisis fisicoquímicos

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

e isotópicos. Por lo general es una tubería de diámetro pequeño (2-3 pulgadas) instalada mediante barreno o percusión en el suelo.


Para el municipio de La Gloria se localizan 36 pozos en condición normal o en reserva, los cuales se explotan principalmente para regadío de cultivos en épocas de sequía y para la industria ganadera. Los pozos tienen profundidades que varían de 8 a 170 metros, pero predominan los que tienen profundidades entre 10 m y 50 m. Los pozos están revestidos con tubería ciega y filtros PVC, y en acero inoxidable de 1,5 a 8 pulgadas de diámetro. Se caracterizan por presentar niveles estáticos entre 1 y 10 metros; diámetros entre 0.5 a 3 metros y profundidades que varían entre 3 hasta 13 m, produciendo caudales que oscilan entre 0.1 y 5 lps.

Adicionalmente, según respuesta de CORPOCESAR al oficio GAF-AYC-026 RAD 03098 de julio 2 de 2020, se identifican alrededor de 16,72 l/s concesionados por la autoridad ambiental, comprendidos en 6 actos administrativos, destinados en 29,9% para el abastecimiento de actividades domésticas, 21,05% a uso industrial y 58,01% asignados a actividades agrícolas entre las cuales se encuentran lavado de piñas y atención a contingencias. Es de resaltar que, conforme a la inspección al interior del área de influencia del proyecto, los actos administrativos concernientes a concesiones de agua subterráneas no cuentan con estructuras de captación al interior de esta, lo cual no representa un riesgo para el desarrollo de las actividades.

En el estudio geotécnico realizado al interior del área de influencia del proyecto, elaborado por la empresa LURTEK Consultores Geotécnicos a SOLARPACK, por medio de la ejecución de 15 apiques con profundidades variables entre 1,5 m a 2,8 m para la determinación la capacidad de cimentación de la infraestructura de los componentes operativos del sistema de generación de energía, se identifica la altura del nivel freático superior a los 2,78 m, característica que representa condición de aislamiento del acuífero localizado al interior del área de influencia del proyecto durante la etapa de construcción en los procesos de cimentación e instalación de pilotes.

Asimismo, Al interior del área de influencia del proyecto, se localizan dos estructuras de captación de agua subterránea ubicadas sobre las coordenadas X: 4933213,48 Y: 2507000,49 y X: 4933200,87 Y: 2506992,32 implementados principalmente para el abastecimiento de las actividades domésticas, la cual fue monitoreado y su resultado se describe en el numeral 5.1.5.5.

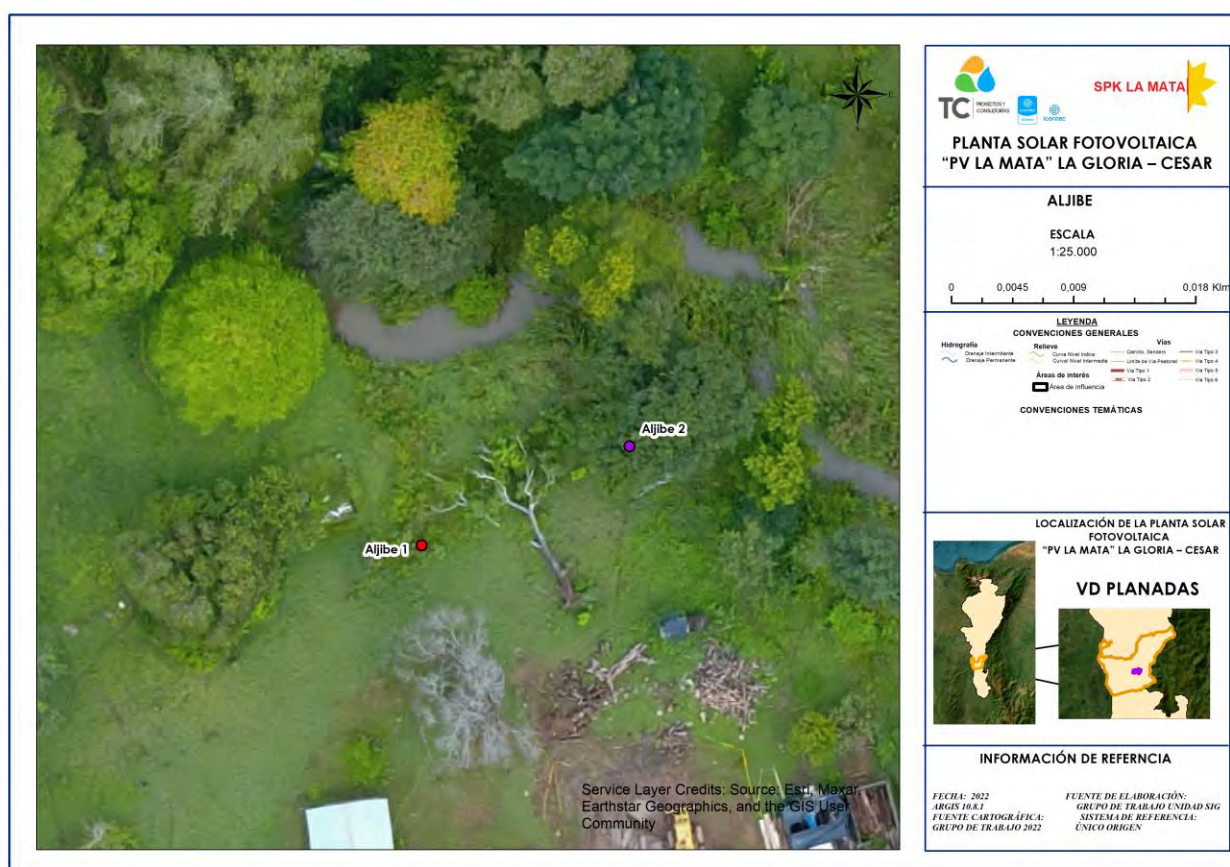
Estos puntos presentan profundidades entre 3,5 m a 4 m; no obstante, a la fecha de la visita de diagnóstico, solo se implementa la estructura de captación tipo excavación rectangular revestida en ladrillos, de 3 metros de profundidad, la cual cuenta con instalación de equipo de bombeo tipo bomba centrífuga de eje horizontal de succión negativa, de succión e impulsión en tubería de ½" de PVC, la cual conduce el agua hacia unidad de almacenamiento elevado, y posteriormente en flujo por gravedad es suministrado a los diferentes puntos hidráulicos de la red instalada en la vivienda ubicada en predio denominado Finca Jericó. La estructura de

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019


captación no cuenta con equipo de medición tanto mecánico como estructura hidráulica calibrada.

En el área de influencia, no se cuenta con piezómetros para la medición y monitoreo de niveles. No obstante, conforme a lo consultado en su momento con administrador del predio Finca Jericó, durante los 12 meses del año no se presenta condiciones de disminución de niveles de agua al interior de la estructura que dificulte el desarrollo de captación.

Figura 52. Localización de los puntos de aguas subterránea al interior del área de influencia



Fuente: Equipo consultor, 2022

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.7.2. Unidades hidrogeológicas

Las formaciones geológicas desde el punto de vista hidrogeológico, pueden ser definidas teniendo en cuenta los siguientes conceptos (Hirata & Rebuscas, 1999):

**Acuíferos:** Son formaciones geológicas que almacenan el agua y que a su vez permiten el movimiento de esta, bajo la acción de las fuerzas de la gravedad, de tal forma que puede ser explotada en cantidades relativamente apreciables.

**Acuitardos:** Son formaciones que almacenan el agua pero que sólo permiten el flujo de esta en forma muy lenta, en comparación con los acuíferos. Estas formaciones pueden tener gran importancia cuando se estudia el movimiento del agua a nivel regional, ya que sobre áreas relativamente grandes pueden transmitir grandes cantidades de agua a pesar de la baja velocidad de flujo. Así, pueden permitir el paso de agua de un acuífero a otro cuando éstos se encuentran separados por un acuitardo. Este fenómeno reviste particular importancia cuando se estudian casos de contaminación de las aguas subterráneas.

**Acuícludo (Acuicierre):** Son formaciones que almacenan el agua, a veces en proporciones altas, pero que no la transmiten en cantidades apreciables.

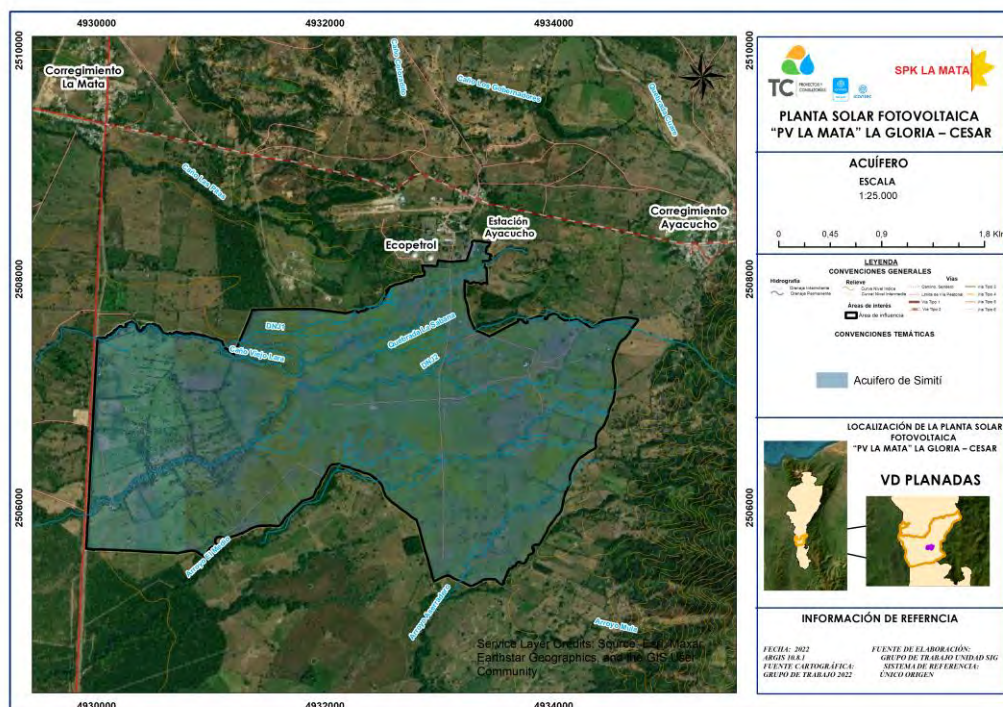
**Acuifugos:** Son formaciones impermeables que no almacenan ni transmiten el agua.

A escala general, el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho, se localiza sobre sistema de acuífero depósitos de cono aluvial (Qcal2), específicamente sobre acuífero de Simití, perteneciente a la provincia hidrogeológica del valle del Magdalena medio, constituido por sedimentos aluviales, terrazas y secuencias de areniscas y conglomerados del Paleógeno-Neógeno. Este sistema de acuífero se utiliza principalmente para actividades agropecuarias, uso doméstico y para el sector hidrocarburos (Figura 53) (CORPOCESAR&UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA, 2017).



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 53. Localización de área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho sobre acuífero Simití.





Fuente: Equipo consultor, 2022

#### 5.1.7.2.1. Propiedades fisicoquímicas del sistema de Acuífero Depósitos de Cono Aluvial (Qcal2).

Para la determinación de las características fisicoquímicas del sistema de acuífero depósito de cono aluvial (Qcal2), a través de los análisis de los resultados de los parámetros de conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y Ph, se determina las características y condiciones de destinación de las aguas factibles de aprovechamiento (CORPOCESAR&IDEAM, 2009).

La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad de una solución acuosa para conducir una corriente eléctrica. Depende de la presencia de iones, su concentración total, movilidad, valencia, concentración relativa y temperatura de medición y se expresa en misrosiemens por centímetro ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Es un indicador del contenido de sales disueltas en el agua, cuya medición en campo es de gran importancia para la interpretación ambiental del recurso.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

En general las soluciones ácidas, bases y sales son buenas conductoras, pero las de los compuestos orgánicos son escasas o nulas.

Los sólidos disueltos totales-SDT en el agua, comprenden sustancias inorgánicas (clacio, magnesio, cloruros, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica. es un parámetro físico de gran importancia en la medición de la calidad del agua subterránea, ya que al igual que la conductividad eléctrica determina el grado de salinidad presente en la misma. La concentración de sólidos disueltos totales en el agua subterránea es proporcional a la concentración de la conductividad eléctrica, esta va aumentando a medida que se incrementa el contenido de sales disueltas en el agua. Adicionalmente la medición de SDT en la calidad del agua, es de gran importancia para clasificar el óptimo uso del recurso en una población. De esta manera se establece que las aguas potables aptas para consumo humano deben tener concentraciones bajas de SDT teniendo en cuenta que a rangos menores de 500 mg/l el agua es de carácter dulce. No existen evidencias de que se produzcan reacciones fisiológicas nocivas en personas que consumen agua potable, proveniente de abastecimientos que tienen niveles de SD por encima de 1000 mg/L.

El potencial de hidrogeno pH es el cologaritmo de la concentración de iones hidronio ( $H^+$ ) en solución. Define si una solución es ácida o alcalina la cual está definida por valores entre 1 a 14. Un Ph entre 1 y 7 es ácido y entre 7 a 14 es alcalinas o básico. El agua es neutra cuando tiene un pH de 7 a 24° C. Valores superiores a 11 tienen relación con la irritación ocular y agravación de trastornos cutáneos. En general el pH es un parámetro de operación para procesos biológicos y físico químicos de agua potable y residual. El control del PH del agua es importante en los procesos de tratamiento e influye en fenómenos como la corrosión.

Conforme a los resultados obtenidos, el mapa de isolíneas de conductividad indica que las aguas son dulces, con conductividades que se ubican en el rango entre 300 a 500 ohm-m. Las aguas de la primera capa se consideran de salinidad media, características que las condiciona para la implementación en los sistemas de irrigación (ver Figura 54).


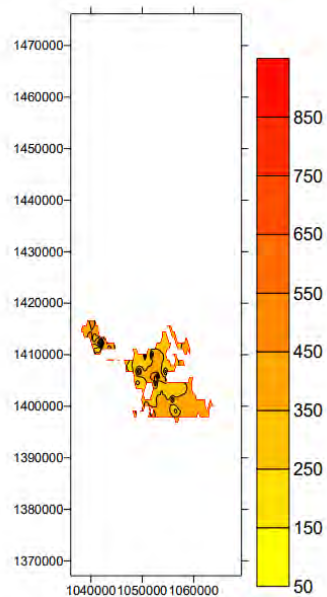
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 54. Mapa de isoconductividad del sistema acuífero depósito de cono aluvial (Qcal2)



Fuente: (CORPOCESAR&IDEAM, 2009)

En cuanto a las concentraciones de SDT indican características de aguas dulces aptas para consumo humano, registrando concentraciones en el rango entre 150 mg/l y 250 mg/l (ver Figura 55).


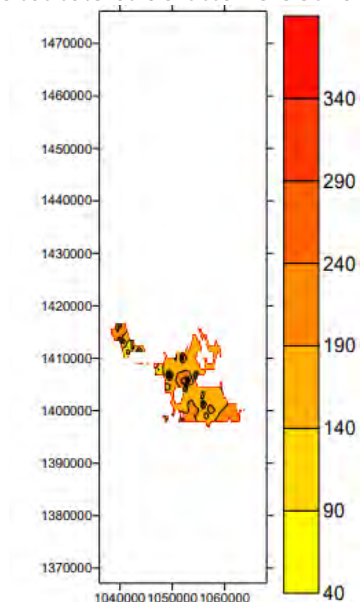
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 55. Mapa de iso sólidos disueltos totales del sistema acuifero depósito de cono aluvial (Qcal2).



Fuente: (CORPOCESAR&IDEAM, 2009)

Con respecto al mapa de siolíneas de pH, para el Sistema Acuifero Depósito de Cono Aluvial (Qcal2), se registran valores comprendidas en los intervalos entre 6,5 a 7,0, registrando características admisibles para la destinación del recurso para consumo humano.


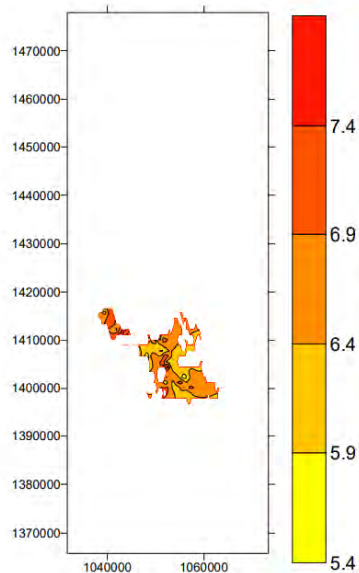
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 56. Mapa de iso pH del sistema acuífero depósito de cono aluvial (Qcal2).



Fuente: (CORPOCESAR&IDEAM, 2009)

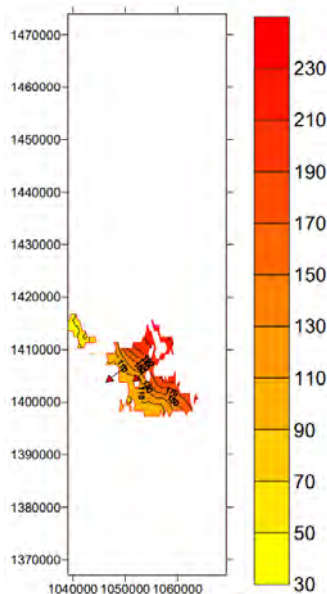
#### 5.1.7.2.2. Modelo de flujo del sistema de Acuífero Depósitos de Cono Aluvial (Qcal2).

El flujo del agua en el sistema de Acuífero Depósito de Cono Aluvial (Qcal2), sobre el cual se localiza el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho, se mueve con dirección noreste-suroeste a partir del contacto de éste con el sistema acuífero (Qcal3), y el sistema acuífero volcanoclástico (Jqv) en el pie de monte de las estribaciones de la Serranía del Perijá (ver Figura 57).



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 57. Modelos de flujo del sistema acuífero depósito de cono aluvial (Qcal2).



Fuente: (CORPOCESAR&IDEAM, 2009)

La zona de recarga de acuíferos del sistema acuífero depósito de cono aluvial (Qcal2), se definen en equipotenciales de 210 m a 240 m sobre las estribaciones mencionadas anteriormente. El flujo subterráneo transcurre en el subsuelo en equipotenciales de 90 m a 130 m hacia equipotenciales de menor magnitud, para finalmente conformar la zona de descarga en las equipotenciales de menores de 90 m en sectores locales cuando se pone en contacto con los depósitos de cono aluvial (Qcal1).

En referencia a la información remitida por CORPOCESAR en respuesta a oficio radicado GAF-AYC-026 RAD 03098 de julio 2 de 2020, a través de la cual se detalla la información de las zonas de recarga de acuíferos disponible en el municipio de La Gloria, departamento del Cesar; por medio de la implantación del área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho se identifica un área de recarga constituida por depósitos no consolidados de baja capacidad de infiltración, como se detalla por medio de la Figura 58.


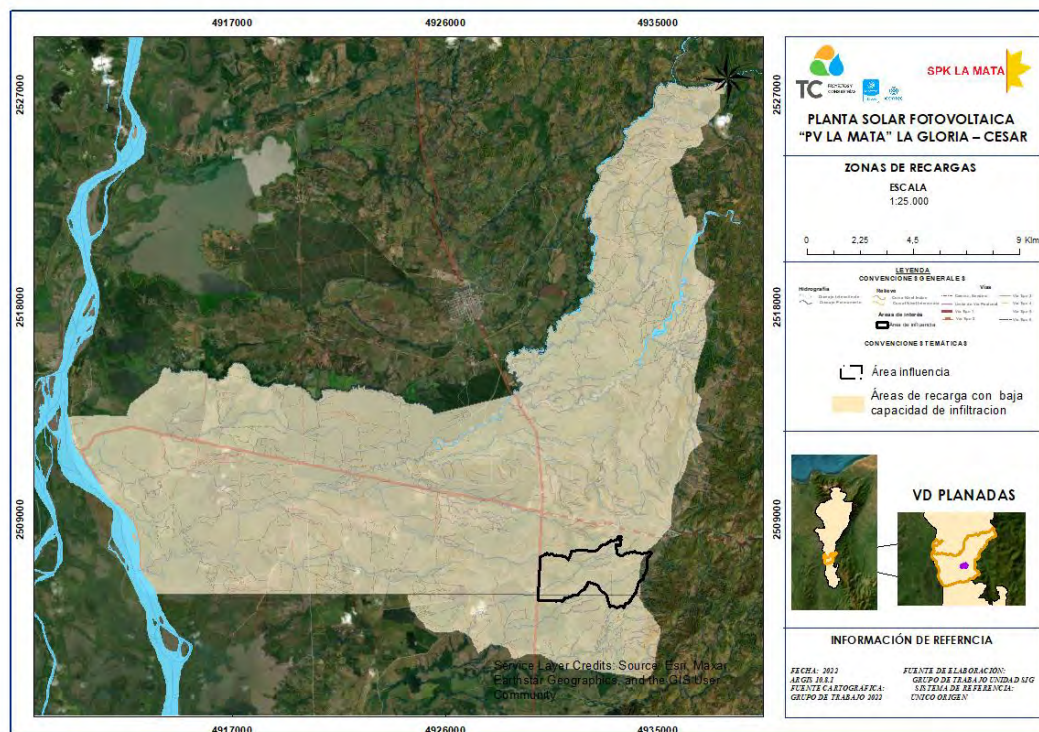
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 58. Zona de recarga de acuíferos localizadas sobre el área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión a la subestación Ayacucho.



Fuente: Equipo consultor, 2022



La información de este apartado se recopila en el Anexo C7. Hidrogeología.

#### 5.1.8. Geotecnia.

En este apartado se actualiza información sobre estabilidad y zonificación geotécnicas para la nueva área de influencia presentada.

La información presentada y aprobada por Corporcesar mediante la Resolución No 0633 del 28 de diciembre de 2021, es la siguiente:

En el año 2019 se realizó un estudio geotécnico para el área de influencia del proyecto PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO PV LA MATA 80MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO., el propósito fue determinar preliminarmente el tipo de cimentación más adecuado para las estructuras proyectadas. Se caracteriza el terreno, el tipo de cimentación más

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

adecuada y recomendaciones preliminares para el cálculo de la misma (Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019).

#### 5.1.8.1. METODOLOGÍA.

##### 5.1.8.1.1. Puntos de monitoreo.

El estudio geotécnico para la determinación de la capacidad de cimentación del terreno comprendió la elaboración de 15 apiques o calicatas (C) por medio de retroexcavadora tipo pajarita; 4 ensayos de penetración tipo PANDA (P), y 6 ensayos de resistividad térmica (Tabla 66) (Figura 59).

Tabla 66. Puntos de análisis de cimentación al interior del área de influencia del proyecto PV La Mata y su línea de conexión.

PUNTO DE INVESTIGACIÓN	COORDENADAS	
	E	N
C1	4932608,5	2507249,29
C2	4932906,98	2507376,65
C3	4932507,49	2507426,7
C4	4931941,01	2507458,64
C5	4931608,9	2507398,41
C6	4931530,1	2507045,04
C7	4932061,05	2506905,35
C8	4932585,83	2506925,6
C9	4933154,19	2506679,79
C10	4933165,26	2506885,61
C11	4932615,97	2506955,43
C12	4932545,22	2506995,77
C13	4932719,02	2506786
C14	4932931,63	2506545,04
C15	4933260,33	2506526,33
R1	4932615,97	2506955,43
R2	4932545,22	2506995,77
R3	4932719,02	2506786
R4	4932719,02	2506786





	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.8.1.2. Descripción del terreno

Se trata en general de un terreno relativamente plano con una pendiente general hacia el oeste. Además, presenta algunos puntos bajos y varios pequeños estanques o pequeñas represas para abastecer de agua al ganado.

El área se encuentra limitada por los cercados de las parcelas situadas en las posiciones limnítrofes. Las parcelas que componen la planta, también se encuentran cercadas con vallado para controlar el ganado, por lo que actualmente para pasar de una parcela a otra es necesario abrir y cerrar estos cercos.

Se ha observado una línea de baja tensión que atraviesa la planta. Además, en el extremo este de la zona investigada existe una línea de alta tensión que abastece la refinera de petróleo existente al norte de la parcela.


El terreno se encuentra sin urbanizar en prácticamente toda su superficie. Unicamente, existe una vivienda donde residía el administrador de la finca. Además existe oleoducto perteneciente a la refinera que tiene la empresa Cenit (empresa filial del Grupo Ecopetrol) al norte del área. Este oleoducto atraviesa la planta dirección norte-sur por su zona este.

Fotografía 1. Área de influencia



Fuente: Elaboración consultor a partir de Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Fotografía 2. Área de influencia



Fuente: Elaboración consultor a partir de Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019.

#### 5.1.8.1.3. Ensayos de estudio.

- Penetración.

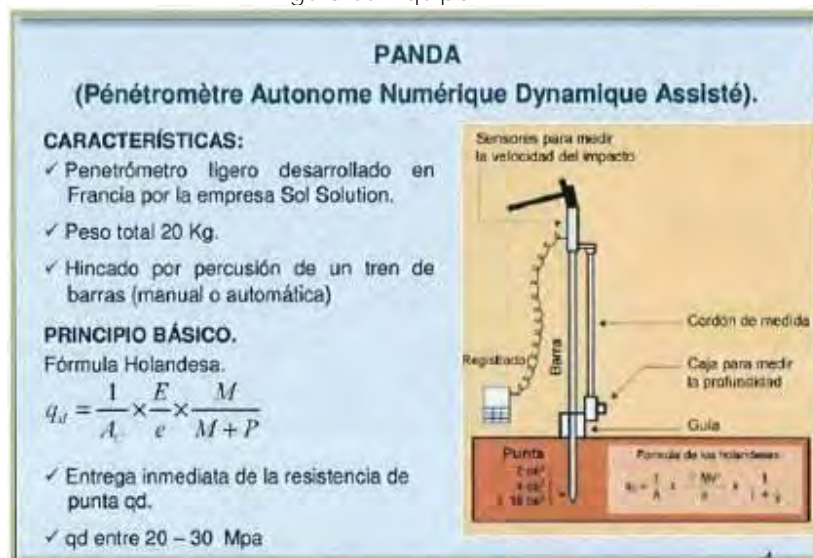
El ensayo tipo PANDA consiste en una penetración dinámica. El equipo PANDA hace una perforación en el suelo con un tren de barras de 14 mm de diámetro, el cual tiene una punta cónica metálica de 2 cm<sup>2</sup>. Este proceso de hincamiento se realiza mediante golpes de un martillo estándar en una plataforma de golpeo que se encuentra conectada al extremo superior del tren de barras (Sanhueza & Villavicencio, 2010).

Para cada golpe de martillo se registra de manera continua la penetración (e) y resistencia dinámica de punta (qd) del suelo. Un microprocesador recibe la señal generada, la cual registra la resistencia qd (Mpa) y la penetración (mm) del tren de barras. Una vez que el ensayo finaliza, los datos son transferidos a un computador y, posteriormente, analizados por medio del software PANDA Win (Figura 60) (Sanhueza & Villavicencio, 2010).

Con los resultados obtenidos se pueden identificar claramente los estratos constituyentes del terreno. Por otra parte, es posible correlacionar la resistencia dinámica de punta (qd) con el estado de compacidad (DR%) y con el ángulo de fricción efectivo ( $f'$ ) en los suelos granulares. En relación a las limitaciones de este penetrómetro, se pueden mencionar la profundidad máxima que se puede alcanzar (7.0 m) y el tamaño máximo de las partículas del suelo ( $\leq 2''$ ) (Sanhueza & Villavicencio, 2010).

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 60. Equipo PANDA





Fuente: Elaboración consultor a partir de Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019.

La descripción de suelos se realizó de acuerdo a lo consignado en la Tabla 67 y Tabla 68 (Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019).

Tabla 67. Clasificación de las partículas de suelo según su tamaño.

TIPO DE SUELO	DENOMINACIÓN	DIÁMETRO EN PARTÍCULAS EN MM
Grano Fino	Arcilla Limo	< 0.002 0.002 a 0.074
Grano grueso	Arena fina	0.074 a 0.420
	Arena media	0.420 a 2.000
	Arena gruesa	2.000 a 4.750
	Grava fina	4.750 a 19.100
	Grava gruesa	19.100 a 100.000
	Bolos Bloques	100.000 a 300.000 > 300.000
SUELOS DE GRANO GRUESO DENSIDAD RELATIVA SEGÚN ENSAYO S.P.T.		
Densidad	Golpeo S.T./ 30 cm	
Muy floja	< 5	
Floja	5 a 10	
Medianamente denso	11 a 30	
Denso	31 a 50	
Muy denso	> 50	

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019


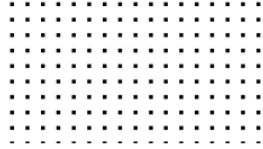
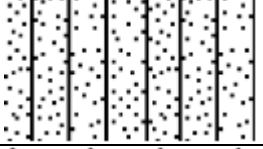

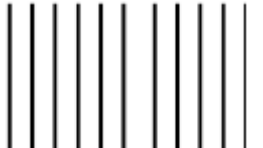


SUELOS DE GRANO FINO RESISTENCIA SEGÚN COHESIÓN	
Resistencia	Cohesión (Kg/cm <sup>2</sup> )
Muy blando	< 0.125
Blando	0.125 a 0.250
Moderadamente firme	0.250 a 0.500
Firme	0.500 a 1.000
Muy firme	1.000 a 2.000
Duro	> 2.000
FRACCIONES SECUNDARIAS	
Descripción	Proporción (% en peso)
Indicios	5 a 10
Algo	10 a 20
Bastante	20 a 35
Sufijo oso/asa	35 a 50

Fuente: Elaboración consultor a partir de Lurtek Consultores Geotecnicos, 2019.

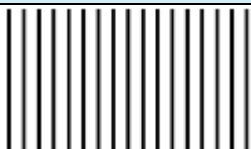

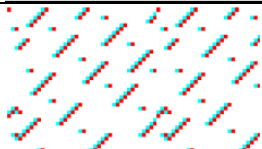

Tabla 68. Sistema unificado de clasificación de suelos.

GRUPO PRINCIPALES			SÍMBOLO O GRAFICO	SÍMBOLO DE LETRAS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
Suelos de grano grueso	Grava y con suelos de grava	Grava limpia		GW	Gravas bien gradadas, mezclas de grava y arena, con pocos finos o sin finos
				GP	Gravas mal gradadas, mezclas de grava y arena, con pocos finos o sin finos
	Más del 50% de la fracción gruesa queda retenida por el tamiz No. 4	Grava con finos		GM	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo
		(Finos en cantidad apreciable)		GC	Gravas arcillosas, mezcla de grava, arena y arcilla
				SW	Arenas bien gradadas, arenas con grava, con

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

GRUPO PRINCIPALES			SÍMBOLO O GRAFICO	SÍMBOLO DE LETRAS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
Más del 50% del material queda retenido por el tamiz No. 200	Arena y suelos arenosos	Arena limpia			pocos finos o sin finos
				SP	Arenas limosas, mezclas de arena y limo
	Más del 50% de la fracción gruesa pasa por el tamiz No. 4	Arena con finos		SM	Arenas limosas, mezclas de arena y arcilla
		(Finos en cantidad apreciable)		SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla
Suelos De grano fino	Limo y arcilla Limite liquido menos de 50			ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas
				CL	Arcillas inorgánicas poco plásticas o de plasticidad mediana, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras.
				OL	Limos orgánicos y arcillas limosas organizadas poco plásticas

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

GRUPO PRINCIPALES		SÍMBOLO O GRAFICO	SÍMBOLO DE LETRAS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
Más del 50% del material pasa por el tamiz No. 200	Limo y arcilla Limite liquido y mayor de 50		MH	Limos inorgánicos con mica o arena fina de diatomeas, o suelos limosos.
			CH	Arcillas inorgánicas muy plásticas, arcillas grasas.
			OH	Arcillas orgánicas de plasticidad mediana o muy plásticas, limos inorgánicos
Suelos muy orgánicos			PT	Turba. Humus, suelos de pantano con mucha materia orgánica.


Fuente: Elaboración consultor a partir de Lurtek Consultores Geotecnicos, 2019.

- Resistividad eléctrica.

Este ensayo se realizó bajo el método de WENNER. El método de los cuatro puntos de Wenner es el método más preciso y popular. Son razones para esto que: el método obtiene la resistividad del suelo para capas profundas sin enterrar los electrodos a dichas profundidades; no es necesario un equipo pesado para realizar las medidas; los resultados no son afectados por la resistencia de los electrodos auxiliares o los huecos creados para hincarlos en el terreno (ASTM, n.d.).

El método consiste en enterrar pequeños electrodos tipo varilla, en cuatro huecos en el suelo, a una profundidad "b" y espaciados (en línea recta) una distancia "a". Una corriente "I" se inyecta entre los dos electrodos externos y el potencial "V" entre los dos electrodos internos es medido por el instrumento. El instrumento mide la resistencia  $R (=V/I)$  del volumen de suelo cilíndrico de radio "a" encerrado entre los electrodos internos. La resistividad aparente del suelo a la profundidad "a" es aproximada de forma numérica (ASTM, n.d.) STA.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

En cada uno de los 6 ensayos, se han realizado 3 mediciones, midiendo así la resistividad del terreno a 1.00, 2.00 y 3.00 metros de profundidad respectivamente (Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019).

- Resistividad térmica.

Este ensayo se realizó bajo el método de la Aguja Térmica (MAT), para determinar la resistividad térmica de los suelos; o bien su inversa, la conductividad térmica. Este método se basa en el principio de la evolución en el tiempo del calor emitido por una fuente lineal al insertarse en el seno de un material. La medida de resistividad térmica de terreno se realiza de acuerdo a los estándares especificados por la guía ASTM D-5334 "Standard Test Method for Determination of Thermal Conductivity of Soil and Soft rock by Thermal Needle Probe Procedure" (Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019).

- Corrosión y agresividad del terreno

Sobre dos muestras obtenidas de las calicatas C12 y C15, se realizaron en el laboratorio los siguientes ensayos químicos (Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019):

- Corrosividad: Humedas, acidez hasta pH 4,3, alcalinidad hasta pH 7, potencial Redox en el extracto 1:5, carbonatos, pH, sales neutras en extracto acuoso (cloruros y sulfatos), sulfitos, sulfuros.
- Agresividad: Baumman-Gully.

#### 5.1.8.2. RESULTADOS.

- Penetración.

El terreno en toda la parcela es muy homogéneo. No obstante, se ha zonificado en dos áreas. El 80% del área de influencia, aproximadamente, se caracteriza por presentarse dos estratos de gravas aluviales (marrón) bajo la tierra vegetal; mientras que el 20% situado al surestes, se caracteriza por presentarse entre tierra vegetal y gravas, unas arcillas duras de espesor en torno a 0,30-1,00 metro (amarillo) (Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019) (Figura 61 y Figura 62).


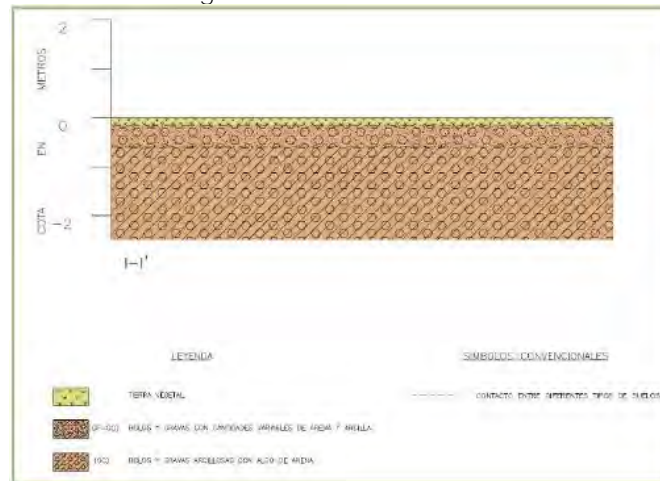
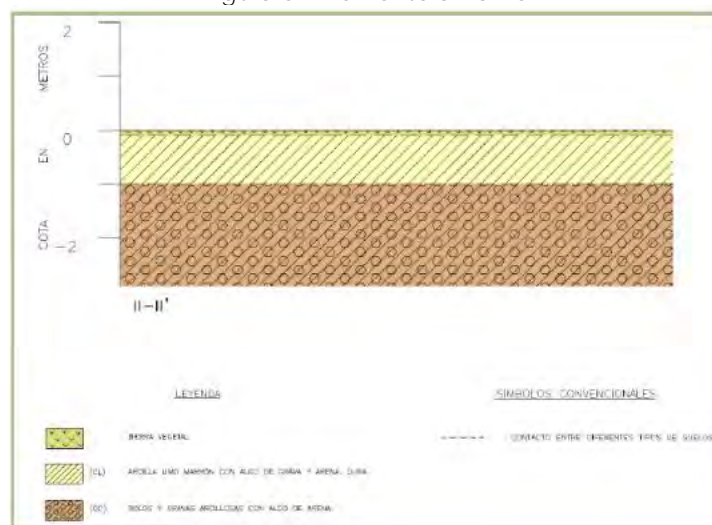
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 61. Horizonte marrón.



Fuente: Elaboración consultor a partir de Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019.

Figura 62. Horizonte amarillo.



Fuente: Elaboración consultor a partir de Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019.

Los materiales encontrados en la parcela, fueron (Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019):

Nivel 1. Tierra Vegetal: Corresponde normalmente a una arcilla marrón oscura con cantidades variables de grava y algo de arena, muy firme. El espesor de la capa es bastante constante de

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

entre 0,10 y 0,25 metros. Con el penetrómetro PANDA, se obtuvieron valores  $Q_d=1-2$  Mpa, la cual equivaldría a un valor  $N_{SPT}=2-4$  y un  $C_u=0,13-0,28$  Kg/cm<sup>2</sup>.

Los siguientes parámetros geotécnicos fueron estimados (Tabla 69):

Tabla 69. Parámetros geotécnicos.

Densidad (T/m <sup>3</sup> )	Cohesión (T/m <sup>2</sup> )	Angulo de fricción (°)	Adherencia acero-terreno (Kg/cm <sup>2</sup> )
1,60-1,80	0,25-0,75	18°-20°	0,05-0,010

Fuente: Elaboración consultor a partir de Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019.

Nivel 2. Arcillas aluviales: Estos materiales se han encontrado únicamente en la zona sureste de la planta, en las calicatas C9, C10, C13, y C14, con espesores variables entre 0,35 y >0,90 metros. Se han descrito como arcillas/limos marrón claros negruzcos con algo de arena. Su consistencia es dura. No obstante, es posible que en épocas de lluvias estas arcillas se encuentren menos duras.

Los valores obtenidos con el penetrómetro de bolsillo son variables entre 6,30->13 Kg/cm<sup>2</sup>, y los valores obtenidos en los ensayos de adherencia acero-terreno oscilan entre 0,31 y 2,00 Kg/cm<sup>2</sup>.

Con el penetrómetro PANDA, se obtuvieron valores  $Q_d=10-20$  Mpa, la cual equivaldría a un valor  $N_{SPT}=22-44$  y un  $C_u=1,50-3,00$  Kg/cm<sup>2</sup>.

Los siguientes parámetros geotécnicos fueron estimados (Tabla 70):



Tabla 70. Parámetros geotécnicos.

Densidad (T/m <sup>3</sup> )	Cohesión (T/m <sup>2</sup> )	Angulo de fricción (°)	Adherencia acero-terreno (Kg/cm <sup>2</sup> )
1,90-2,00	1,00-3,00*	24°-30°	0,30-0,60*

Fuente: Elaboración consultor a partir de Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019. \*Dependiendo de la época del año.

Nivel 3. Gravas aluviales: Se presentan en toda el área de estudio, y en su mayor parte, directamente bajo la tierra vegetal. Se observan dos capas de gravas aluviales. La primera capa compuesta por bolos y gravas con pequeñas cantidades de arena y arcilla, mientras que la segunda está compuesta por bolos y gravas embebidos en una matriz arcillosa con cantidades variables de arena.

Gravas superficiales: El material se describe como bolos y gravas marrones con algo de arcilla y algo de arena, así como gravas y bolos arcillosos con algo de arena, densos. El espesor de la capa es de 0,4 y 0,8 metros, exceptuando la calicata C1 donde se ha encontrado este material hasta profundidades de 1,50 metros.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Los valores obtenidos con el penetrómetro de bolsillo en las zonas arcillosas varían entre 1,80 y 3,40 Kg/cm<sup>2</sup>. Los valores para los ensayos de adherencia acero-terreno oscilan entre 0,136 y 1.532 Kg/cm<sup>2</sup>.

Con el penetrómetro PANDA, se han obtenido valores muy variables Qd=4 Mpa a rechazo, lo cual equivaldría a un valor mínimo de N<sub>SPT</sub>=9 hasta rechazo.

Los siguientes parámetros geotécnicos fueron estimados (Tabla 71):

Tabla 71. Parámetros geotécnicos.

Densidad (T/m3)	Cohesión (T/m2)	Angulo de fricción (°)	Adherencia acero-terreno (Kg/cm2)
2,00-2,10	0,00-0,25	28°-35°	0,15-0,35

Fuente: Elaboración consultor a partir de Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019.

Gravas arcillosas: Se encuentran entre bolos y gravas marrones con bastante arcilla y algo de arena, densos; hasta una arcilla marrón gravosa con algo de arena, de consistencia muy firme a dura.

Los valores obtenidos con el penetrómetro de bolsillo en las zonas arcillosas varían entre 2,00 y 13 Kg/cm<sup>2</sup>. Los valores obtenidos en los ensayos de adherencia acero-terreno oscilan entre 0,30-2,00 Kg/cm<sup>2</sup>.

Con el penetrómetro PANDA, se han obtenido valores muy variables Qd=10 Mpa a rechazo, lo cual equivaldría a un valor mínimo de N<sub>SPT</sub>=20 hasta rechazo.

Los siguientes parámetros geotécnicos fueron estimados (Tabla 72):

Tabla 72. Parámetros geotécnicos.









Densidad (T/m3)	Cohesión (T/m2)	Angulo de fricción (°)	Adherencia acero-terreno (Kg/cm2)
2,00-2,20	0,50-1,00	30°-35°	0,30-0,30

Fuente: Elaboración consultor a partir de Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019.

En la Tabla 73 se evidencia el registro de adherencia, penetrómetro, clasificación y litologías del suelo del área de estudio.









 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 73. Registro de calicatas.









PUNTO	SÍMBOLO	ADHERENCIA (KG/CM2)	R.C.S. PENETRÓMETRO (KG/CM2)	CLASIFICACIÓN S.U.C.S	LITOLOGÍA	FOTOGRAFÍA
C-1		0,748 0,452	1,8 2,2	GP GC GC	0,0 m <u>Tierra vegetal</u> : Arcilla marrón oscura gravosa con algo de arena. Muy firme. 0,20 m <u>Aluvial</u> : Bolos y gravas con bastante arcilla a arcilla/limosa con algo a bastante arena fina. Densa. 1,50 m <u>Aluvial</u> : Arcilla gravosa a grava arcillosa. Muy firme, densa.	
C-2		0,252 0,312 0,264	3,80 3,20 4,20	GP GC	0,0 m <u>Tierra vegetal</u> : Arcilla marrón oscura gravosa con algo de arena. Muy firme. 0,20 m <u>Aluvial</u> : Bolos y gravas con bastante arcilla a arcilla. Densa. Seca. 0,60 m <u>Aluvial</u> : Bolos y gravas con bastante arcilla a arcilloso marrón con algo de arena densa.	
C-3		0,668 0,344	6,50 7,30	GP GC GC	0,0 m <u>Tierra vegetal</u> : Arcilla marrón oscura gravosa con algo de arena. Muy firme. 0,15 m <u>Aluvial</u> : Bolos y gravas marrones con bastante arcilla y arena. Densa. 0,70 m <u>Aluvial</u> : Grava arcillosa marrón con algo de arena. Densa.	
C-4		1,53 0,772	5,3	GP GC	0,0 m <u>Tierra vegetal</u> : Arcilla marrón oscura gravosa con algo de arena. Muy firme. 0,25 m <u>Aluvial</u> : Bolos y gravas marrones con bastante arcilla y arena. Densa. Seca. 0,65 m <u>Aluvial</u> : Bolos y gravas marrones con bastante arcilla y algo de arena. Densa.	









 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

PUNTO	SÍMBOLO	ADHERENCIA (KG/CM2)	R.C.S. PENETRÓMETRO (KG/CM2)	CLASIFICACIÓN S.U.C.S	LITOLOGÍA	FOTOGRAFÍA
C-5		0,268 0,496	3,80 3,50 3,60	GO GC GC	<u>0,0 m Tierra vegetal:</u> Arcilla marrón oscura gravosa con algo de arena. Muy firme. <u>0,10 m Aluvial:</u> Bolos y gravas marrones con bastante arcilla y arena. Densa. Seca. <u>0,70 m Aluvial:</u> Grava arcillosa/arcilla gravosa marrón con algo de arena. Densa. Muy firme.	
C-6		2,00	12,0	GP GC	<u>0,0 m Tierra vegetal:</u> Arcilla marrón oscura gravosa con algo de arena. Muy firme. <u>0,10 m Aluvial:</u> Bolos y gravas marrones con bastante arcilla y arena. Densa. Seca. <u>0,70 m Aluvial:</u> Gravas con bastante arcilla y algo de arena. Muy denso.	
C-7		0,428 0,304	5,80 5,20	GP GC	<u>0,0 m Tierra vegetal:</u> Arcilla marrón oscura gravosa con algo de arena. Muy firme. <u>0,30 m Aluvial:</u> Bolos y gravas marrones con bastante arcilla y arena. Densa. <u>0,80 m Aluvial:</u> Grava arcillosa/arcilla gravosa marrón con algo de arena. Densa. Dura.	
C-8		0,452 0,712	5,70	GP GC GC	<u>0,0 m Tierra vegetal:</u> Arcilla marrón oscura gravosa con algo de arena. Muy firme. <u>0,10 m Aluvial:</u> Bolos y gravas marrones con bastante arcilla y arena. Densa. <u>0,60 m Aluvial:</u> Arcilla gravosa marrón con algo de arena.	

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

PUNTO	SÍMBOLO	ADHERENCIA (KG/CM2)	R.C.S. PENETRÓMETRO (KG/CM2)	CLASIFICACIÓN S.U.C.S	LITOLOGÍA	FOTOGRAFÍA
C-9		1,10	>13	CL	<u>0,0 m Tierra vegetal:</u> Arcilla marrón clara con algo de arena. Dura. <u>0,10 m Aluvial:</u> Arcilla/limo marrón con algo de arena. Duro grava marrón con bastante arcilla y arena. Densa. Seco.	
C-10		>2,0	13		<u>0,0 m Tierra vegetal:</u> Arcilla marrón clara con algo de arena. Dura. <u>0,10 m Aluvial:</u> Arcilla/limo marrón negruzca con algo de arena. Dura.	
C-11		0,164 0,312	1,80 3,20 2,00 2,80	GC GC	<u>0,0 m Tierra vegetal:</u> Arcilla marrón oscura con algo de arena. Muy firme. <u>0,15 m Aluvial:</u> Grava con bastante arcilla y algo de arena. Densa. <u>0,90 m Aluvial:</u> Grava arcillosa/arcilla gravosa con algo de arena. Densa.	
C-12		0,136 0,428	3,40 5,30	GC GC	<u>0,0 m Tierra vegetal:</u> Arcilla marrón oscura con algo de arena. Muy firme. <u>0,15 m Aluvial:</u> Grava con bastante arcilla y algo de arena. Densa. <u>0,60 m Aluvial:</u> Grava marrón grisácea con bastante arcilla y arena. Densa.	

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

PUNTO	SÍMBOLO	ADHERENCIA (KG/CM2)	R.C.S. PENETRÓMETRO (KG/CM2)	CLASIFICACIÓN S.U.C.S	LITOLOGÍA	FOTOGRAFÍA
C-13		0,324  0,50  0,404	10   3,80 4,20	CL  GC  GC	0,0 m <u>Tierra vegetal</u> : Arcilla marrón oscura con algo de arena. Muy firme. 0,15 m <u>Aluvial</u> : Arcilla marrón con algo de arena. Dura. 0,50 m <u>Aluvial</u> : Grava con bastante arcilla y algo de arena. Densa. 1,30 m <u>Aluvial</u> : Grava marrón grisácea con bastante arcilla y arena. Densa.	
C-14		0,312  0,412  0,348	6,30   3,80 4,50	CL  GC  GC	0,0 m <u>Tierra vegetal</u> : Arcilla marrón oscura con algo de arena. Muy firme. 0,15 m <u>Aluvial</u> : Arcilla marrón con algo de arena. Dura. 0,70 m <u>Aluvial</u> : Grava con bastante arcilla y algo de arena. Densa. 1,10 m <u>Aluvial</u> : Grava marrón grisácea con bastante arcilla y arena. Densa.	
C-15		0,328  0,292	  3,80 4,30	GC  GC	0,0 m <u>Tierra vegetal</u> : Arcilla marrón oscura con algo de arena. Muy firme. 0,25 m <u>Aluvial</u> : Grava marrón grisácea con bastante arcilla y arena. Densa. 0,90 m <u>Aluvial</u> : Grava gruesa con bastante arcilla a arcilloso algo a bastante arena. Densa.	

Fuente: Elaboración consultor a partir de Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019.

- Resistividad térmica.

Para analizar la corrosividad del terreno al acero es necesario conocer una serie de características del terreno, fundamentalmente la resistividad eléctrica y una serie de parámetros químicos. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 74:







 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 74. Registros de resistividad térmica.

Puntos	Información general		Profundidad (Metros)	Valor de resistividad $\Omega m$	Fotografía
	Estado del terreno	Método de ensayo			
R1	Húmedo	Wenner	1	165,6	
			2	43,2	
			3	34,6	
R2	Húmedo	Wenner	1	26,4	
			2	33	
			3	31,6	
R3	Húmedo	Wenner	1	31,7	
			2	22,7	
			3	26,6	
R4	Húmedo	Wenner	1	24,6	
			2	17,3	



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Puntos	Información general		Profundidad (Metros)	Valor de resistividad $\Omega m$	Fotografía
	Estado del terreno	Método de ensayo			
			3	18,37	
R5	Húmedo	Wenner	1	243	
			2	118,1	
			3	78,6	
R6	Húmedo	Wenner	1	208	
			2	50,1	
			3	42,1	

Fuente: Elaboración consultor a partir de Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019.

Los resultados obtenidos han sido bastante dispares, probablemente fruto de la diferencia de humedad y la cantidad de arena en la arcilla, a efectos de estimación se considera una resistividad pésima para el nivel de cimentación de unos 20 ohmios por metro (Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019)l.

Además, sobre dos muestras de gravas arcillosas se efectuaron ensayos químicos consistentes a la determinación de humedad, Baumman Gully, Sulfatos, Acidez hasta pH 4.3. Alcalinidad hasta pH 7.0, Potencial Redox en el extracto 1:5, Sales neutras en extracto acuoso (Cloruros y Sulfatos), Sulfitos, Sulfuros Carbonatos y pH, tal como se evidencia en la Tabla 75 (Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019).



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 75. Ensayos químicos C-2 y C-5.

Puntos	Humedad (%)	Acidez hasta pH 4.3	Alcalinidad hasta pH 7.0	Potencial Redox en extracto 1:5 (mV)	Sulfitos (mg/Kg)	Sulfuros (mg/Kg)	Sales neutras en extracto acuoso (Cloruros y sulfatos mmol/Kg)	pH	Carbonatos (%CaCO3)	Acidez Baumman-gully (ml/Kg)
C-12	11,1	10,9	4,07	257	174	<5	<3	9,6	0,18	<5
C-15	11,9	0,077	0	269	<100	<5	<3	NA	NA	NA

Fuente: Elaboración consultor a partir de Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019.

Los resultados anteriormente descritos fueron comparados con las normas ANSI/AWWA C 105 y DIN 50 929 con la finalidad de determinar el grado de corrosividad al acero, tal como se evidencia en la Tabla 76 (Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019)

Tabla 76. Grado de corrosividad C12 y C15.

TERRENO	CRITERIO	PUNTUACIÓN	CORROSIVIDAD
ALUVIAL C12	ANSI/AWWA C-105	7,5	Moderadamente corrosivo
	DIN 50 929	+2	Corrosión muy baja
ALUVIAL C15	ANSI/AWWA C-105	3	Poco corrosivo
	DIN 50 929	0 A +2	Corrosión muy baja

Fuente: Elaboración consultor a partir de Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019.

De acuerdo con los resultados anteriores se puede establecer que el terreno es corrosivo al acero. Además, se procedió a calcular la velocidad de corrosión la cual corresponde a velocidad general de 5 micras/año y velocidad puntual de 30 micras/año de acuerdo a la norma DIN 50 929, en ese sentido, se aconseja fabricar los perfiles con el recubrimiento necesario para soportar el grado de corrosividad durante la vida útil del proyecto (Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019).

- Agresividad al hormigón

De los análisis de contenido en sulfatos y grado de acidez Baumman – Gully realizado se deduce que el terreno no es agresivo al hormigón según la EHE (Tabla 77).

Tabla 77. Agresividad al hormigón.

Sulfatos (mgSO <sub>4</sub> /Kg) C12/C15	Acidez Baumman – Gully (ml/Kg) C12/C15
<2.000/<2.000	38,5/<5

Fuente: Elaboración consultor a partir de Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019.

- Resistividad térmica del terreno

En la Tabla 78 se evidencian los resultados obtenidos en la calicata No. 11, corresponde a una zona de suelos aluviales gravo-arcilloso.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 78. Resistividad térmica C11.

Sample ID	Sensor	Temperatura (°C)	Time (S)	Power (mW)	TC (W/mK)	R (mK/W)	Correlación	Drift	Time Stamp
JERICO21	617.COF	285.369	90	3.921	1.615	619	99.030	817	15/03/00 17:08:28
JERICO22	617.COF	285.681	90	3.919	1.604	623	99.023	493	15/03/00 17:13.17
JERICO23	617.COF	285.982	90	3.920	1.633	612	99.251	649	15/03/00 17:16.47

Fuente: Elaboración consultor a partir de Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019.

En la Tabla 79 se evidencian los resultados obtenidos en la calicata No. 12, corresponde a una zona de suelos aluviales gravosos.

Tabla 79. Resistividad térmica C12.

Sample ID	Sensor	Temperatura (°C)	Time (S)	Power (mW)	TC (W/mK)	R (mK/W)	Correlación	Drift	Time Stamp
JERICO21	617.COF	308,40	90	3,920	1,598	625	98,95	2,726	15/03/00 18:08:28
JERICO22	617.COF	306,68	90	3,921	1,546	646	96,54	467	15/03/00 18:13.17
JERICO23	617.COF	306,88	90	3,923	1,551	644	98,52	811	15/03/00 18:16.47

Fuente: Elaboración consultor a partir de Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019.

En la Tabla 80 se evidencian los resultados obtenidos en la calicata No. 13 corresponde a una zona de suelos aluviales gravo-arcilloso.

Tabla 80. Resistividad térmica C13.

Sample ID	Sensor	Temperatura (°C)	Time (S)	Power (mW)	TC (W/mK)	R (mK/W)	Correlación	Drift	Time Stamp
JERICO21	617.COF	310,52	90	3,921	1,890	528	85,72	8,846	15/03/00 19:01:42
JERICO22	617.COF	305,75	90	3,923	1,673	597	98,14	1,487	15/03/00 19:05:26
JERICO23	617.COF	304,91	90	3,924	1,677	596	98,28	1,139	15/03/00 19:08.54

Fuente: Elaboración consultor a partir de Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019.

En la Tabla 81 se evidencian los resultados obtenidos en la calicata No. 15 corresponde a una zona de suelos aluviales gravo-arcilloso.

Tabla 81. Resistividad térmica C15.

Sample ID	Sensor	Temperatura (°C)	Time (S)	Power (mW)	TC (W/mK)	R (mK/W)	Correlación	Drift	Time Stamp
JERICO21	617.COF	294,18	90	3,923	1,307	764	96,37	3,316	15/03/00 20:25:03



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Sample ID	Sensor	Temperatura (°C)	Time (S)	Power (mW)	TC (W/mK)	R (mK/W)	Correlación	Drift	Time Stamp
JERICO22	617.COF	293,79	90	3,923	1,211	825	99,17	660	15/03/00 20:28:40
JERICO23	617.COF	293,69	90	3,923	1,203	831	99,38	551	15/03/00 20:32:58

Fuente: Elaboración consultor a partir de Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019.

Finalmente, no se observó presencia del nivel freático hasta la profundidad investigada, aunque en épocas de lluvias puede existir a profundidades someras (1,50 metros). La permeabilidad del material es muy alta en la mayoría de la parcela debido a su gruesa granulometría (Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019). La superficie de la parcela presenta una pendiente muy baja. La estabilidad frente a posibles deslizamientos en la parcela o terrenos colindantes está asegurada (Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019).



La actividad sísmica de la zona no implicará problemas de estabilidad frente a deslizamientos, así como de licuefacciones del terreno u otros problemas geotécnicos asociados a este riesgo (Lurtek Consultores Geotécnicos, 2019).

- Zonificación resultante.

El terreno corresponde, bajo un pequeño espesor de tierra vegetal (0,10-0,25 metros), en el 82% del área de influencia, a gravas y bolos con cantidades variables de arcilla y arena. Los bolos y gravas son de tamaños muy variables, pero en muchos casos comprendidos entre 7 y 12 cm; observándose incluso algunos bloques de 30 a 50 cm. Este material, en general, no se considera hincable directamente. Aunque existen zonas algo más arcillosas dentro de las gravas, donde quizás la hincabilidad pudiera resultar factible, la capa superficial siempre presenta bolos. Por lo tanto, el sector de gravas, de color marrón en la planta geotécnica, no se considera apto para la hincabilidad directa de perfiles metálicos.

El 17% restante de la parcela (sector amarillo en la planta geotécnica) está constituido superficialmente y hasta una profundidad máxima de entorno a un metro por una arcilla dura, la cual era difícil de excavar. Bajo las arcillas, se presentan las mismas gravas que en el resto de la parcela. En época de lluvias se encontrará algo más blando y quizás la hincabilidad sea factible hasta una profundidad de 1,00 metro o poco más. Por lo tanto, esta zona se considera de hincabilidad muy difícil. Para ello, para la hincabilidad de perfiles, a priori se estima que será necesario realizar previamente perforaciones de diámetro algo inferior al diámetro del poste y longitud igual o mayor a la requerida, y volver a realizar la hincabilidad en toda la parcela. En la excavación de las calicatas, las paredes de estas se han presentado estables sin caídas o desconches.

Para esta solicitud de modificación de licencia ambiental se realizaron unos sondeos exploratorios en los sitios de torres y específicamente en el trazado subterráneo de la línea de conexión a la subestación Ayacucho. Se hizo una homogenización de polígonos de acuerdo

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

con su grado de estabilidad ante los fenómenos de remoción en masa y se presenta un análisis de perfil de suelo, capacidad portante, asentamientos y potencial de suelos especiales, entre otros. Esta información se tomó en el mes de octubre de 2022.

Se toma como referente normativo a las especificaciones expuestas en el título H del Código de Construcción Sismorresistente del año 2010 (NSR-10) emitido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, por ser el que indica los requisitos técnicos mínimos de cualquier estudio geotécnico; del mismo modo se consideran los términos de referencia TdR-17, propuestos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales y que son específicos para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental – EIA de proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica: en este caso se toma en cuenta el alcance del apartado de geotecnia expuesto en el ítem 5.1.10 de los términos de referencia mencionados.

Los estudios de suelos varían según:

Tabla 82. Clasificación de las unidades de construcción por categorías

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (KN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 KN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4000 KN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4001 y 8000 KN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8000 KN

Fuente: NSR-10



Para este caso, y por tratarse de estructuras diferentes a edificaciones, se consideran las cargas máximas de servicio, que por no superar los 800 KN, hacen que la categoría del estudio sea de tipo baja. Esto es importante porque de ello depende la profundidad de exploración, entre otros aspectos.

En este capítulo se presentan las actividades de prospección geotécnica y trabajo de campo, caracterización geomecánica de los materiales identificados y los análisis de estabilidad y de capacidad portante del suelo. El estudio se realizó en la zona de interés y que se reconoce como área de influencia.

#### 5.1.8.3. Metodología.

##### 5.1.8.3.1. Exploración de campo

La prospección geotécnica consiste en la ejecución de apiques, trincheras, perforaciones o sondeos con muestreo (H.3.2.2. NSR-10). El número mínimo de sondeos de exploración que

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

deben efectuarse se desarrolla de acuerdo con la categoría de la unidad de construcción tal y como lo presenta la tabla H.3.2-1 de la NSR-10:

Tabla 83. Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción según la categoría de la unidad de construcción

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Fuente: NSR-10

Tal y como se explicó en el numeral 5.1.5, este estudio corresponde a unidades de construcción de categoría baja por lo que se deben hacer mínimo 3 sondeos de 6 metros.

Se destaca que, en este caso aplica el "Efecto por repetición" enunciado en el numeral H.3.2.6 de la NSR-10 y que reza que "Para proyectos con varias unidades similares, el número total de sondeos se calculará a partir de la segunda unidad de construcción y siguientes como la mitad (50%) del encontrado para la primera unidad, aumentando al número entero siguiente al aplicar la reducción".

Por tratarse de unidades de construcción asimilables a cargas puntuales, no es posible hacer dos sondeos dentro de su área, no obstante, sí se explora dicha área de interés, además, considerando el efecto por repetición, un sondeo realizado para una unidad de construcción también aplica para otra unidad cercana y así se da cumplimiento a la norma.


Dicho lo anterior, para evaluar el subsuelo del proyecto se realizaron once (11) sondeos de 6.00 m de profundidad. A continuación, se resume el programa exploratorio:

Tabla 84 Resumen de la exploración realizada

N sondeo	Profundidad (m)	Nivel freático (m)	Coordenada X	Coordenada Y
1	6.00	1	4932725,40	2507490,00
2	6.00	1,1	4933318,37	2508230,42
3	6.00	0,8	4933320,36	2508257,30
4	6.00	0,9	4932866,40	2507552,99
5	6.00	0,8	4932911,41	2507681,93
6	6.00	1,0	4932953,45	2507791,46
7	6.00	0,9	4932992,60	2507914,30
8	6.00	No presenta	4933038,40	2508050,50
9	6.00	No presenta	4933239,73	2508083,72
10	6.00	No presenta	4933284,04	2508179,10
11	6.00	No presenta	4933316,38	2508198,95

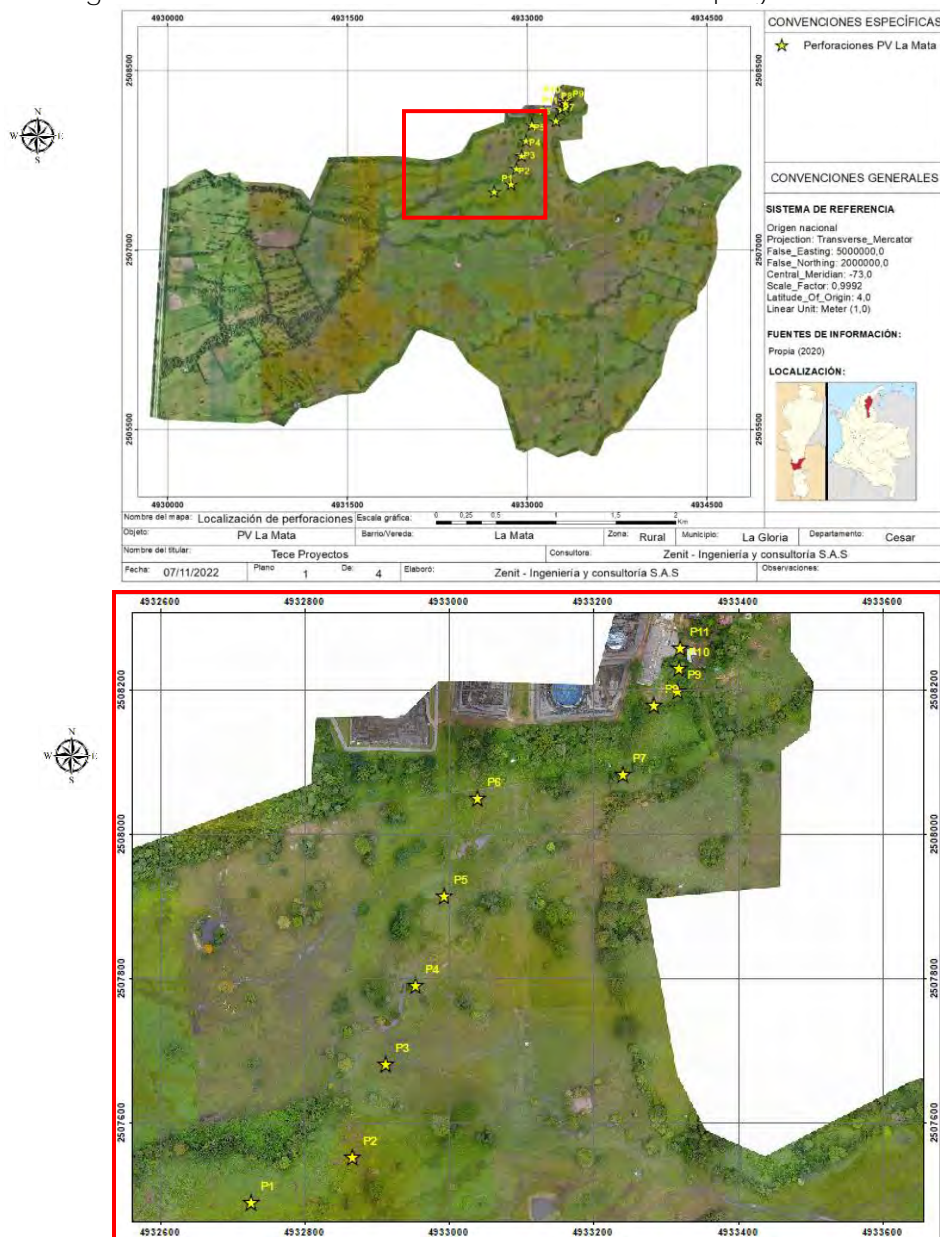
Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)




 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

En la siguiente figura se muestra la ubicación de los sondeos en el área del proyecto.

Figura 63. Localización de sondeos en el área del proyecto PV La Mata



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.8.3.2. Metodología de exploración

Para la campaña de exploración y prospección geológico-geotécnica se llevó a cabo una visita de campo donde se obtuvo información a partir de las 11 perforaciones enunciadas anteriormente. Las perforaciones se realizaron de forma mecánica usando una maquinaria por lo común conocida como "mariposa". La totalidad de los sondeos alcanzaron los de 6 m de profundidad

Todas las perforaciones se realizaron en material tipo suelo y contaron con recuperación de muestra en tubo de pared delgada, para un total de 11 muestras.

Figura 64. Ejemplo de exploración del subsuelo.



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

#### 5.1.8.3.3. Ensayos de laboratorio.

A las 11 muestras recuperadas con los sondeos se les realizaron pruebas de laboratorio que permitieran conocer su clasificación granulométrica de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y sus propiedades geomecánicas más relevantes.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Los ensayos realizados fueron los siguientes:

- Clasificación:
  - Granulometría por lavado (pasante Tamiz # 200).
  - Límites de Atterberg:
- Propiedades físicas:
  - Humedad Natural.
- Peso Unitario:
  - Húmedo.
  - Seco.
- Propiedades Mecánicas:
  - Resistencia a la Compresión Inconfinada.
  - Corte directo.

#### 5.1.8.3.4. Normatividad de ensayos, equipos y registros de calibración.


Los ensayos realizados a las muestras obtenidas en campo se hicieron bajo el procedimiento de las siguientes normas:

Tabla 85 Normatividad, equipos y registros de calibración.

Ensayo	Norma	Equipos	Registros de calibración
Determinación de los tamaños de las partículas	INV. E-123-13	Tamices de malla cuadrada, horno, recipientes, balanzas con sensibilidad de 0.01gr y 0.10%.	Ver anexo G8
Límite líquido	INV. E-125-13	Cazuela de Casagrande, vidrio, espátula, ranurador, recipientes, balanza y horno.	Ver anexo G8
Límite plástico	INV. E-126-13	Balanza, recipientes, horno, agua destilada, vidrio o superficie plana para enrollamiento.	Ver anexo G8
Determinación de humedad	INV. E-122-13	Horno, balanza, recipientes.	Ver anexo G8
Resistencia a la compresión confinada	INV. E-152-13	Aparato de compresión, balanza, horno	Ver anexo G8
Corte directo	INV. E-154-13	Aparato de corte directo	Ver anexo G8

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Caracterización del subsuelo.

Descripción de las perforaciones

A continuación, se realiza la descripción de los sondeos realizados


Perforación N° 1:

La perforación se realiza en las coordenadas X: 4932725,40, Y: 2507490,00 , se inicia la perforación encontrando una capa de 0,10m de materia orgánica, posteriormente se presenta un estrato de color pardo con textura areno arcillosa el cual presenta plasticidad media y humedad media – alta, asociado a los depósitos de abanicos aluviales presentes en la zona, este estrato muestra un espesor de 2,8m, se toma muestra inalterada (Shelby) a la profundidad de 2,5m, MAT-P1-M1-2,5m, seguido de este se presenta un estrato de suelo color pardo anaranjado con textura limosa el cual presenta plasticidad media y humedad baja, este suelo presenta un espesor de 3,1m y permanece continuo hasta la profundidad de 6m donde finaliza el sondeo, el nivel de aguas freáticas se encuentra a una profundidad de 1m.

Figura 65. Fotografías de la perforación 1

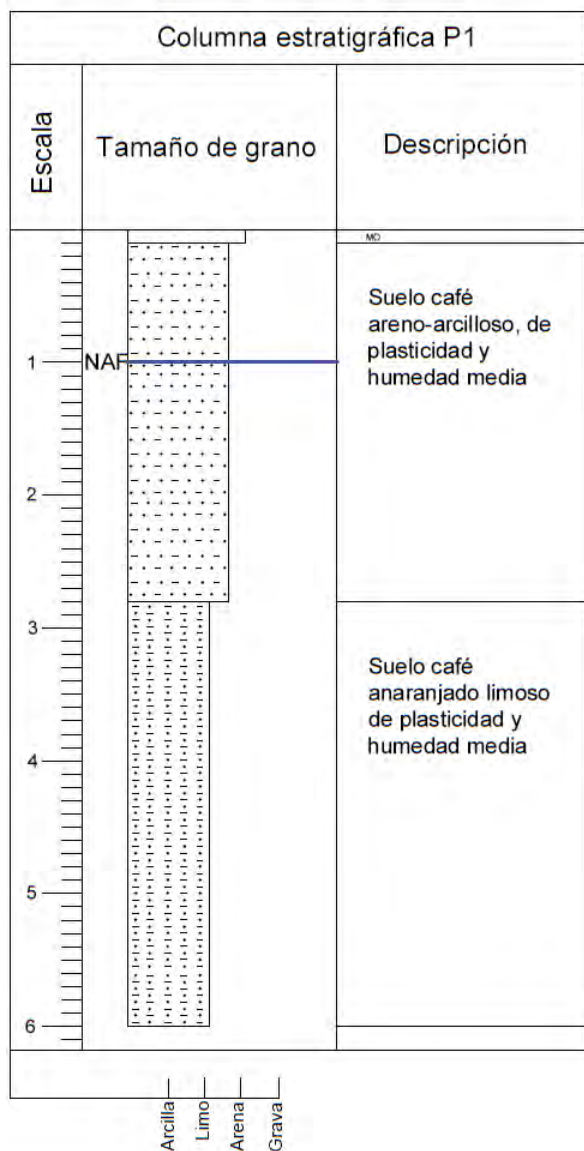


Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019


Columna estratigráfica perforación 1

Figura 66. Columna estratigráfica de la perforación 1



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022).



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



## Perforación N° 2

La perforación se realiza en las coordenadas X: 4933318,37, Y: 2508230,42 se inicia la perforación encontrando una capa de 0,20m de materia orgánica, posteriormente se presenta un estrato de color pardo con textura areno arcillosa el cual presenta plasticidad media y humedad media – alta, asociado a los depósitos de abanicos aluviales presentes en la zona, este estrato muestra un espesor de 2,5m, se toma muestra inalterada (Shelby) a la profundidad de 1,3m, MAT-P2-M1-1,3m, seguido de este se presenta un estrato de suelo color pardo anaranjado con textura limosa el cual presenta plasticidad media y humedad baja, este suelo presenta un espesor de 3,3m y permanece continuo hasta la profundidad de 6m donde finaliza el sondeo, el nivel de aguas freáticas se encuentra a una profundidad de 1,1m.

Figura 67. Fotografías de la perforación 2.

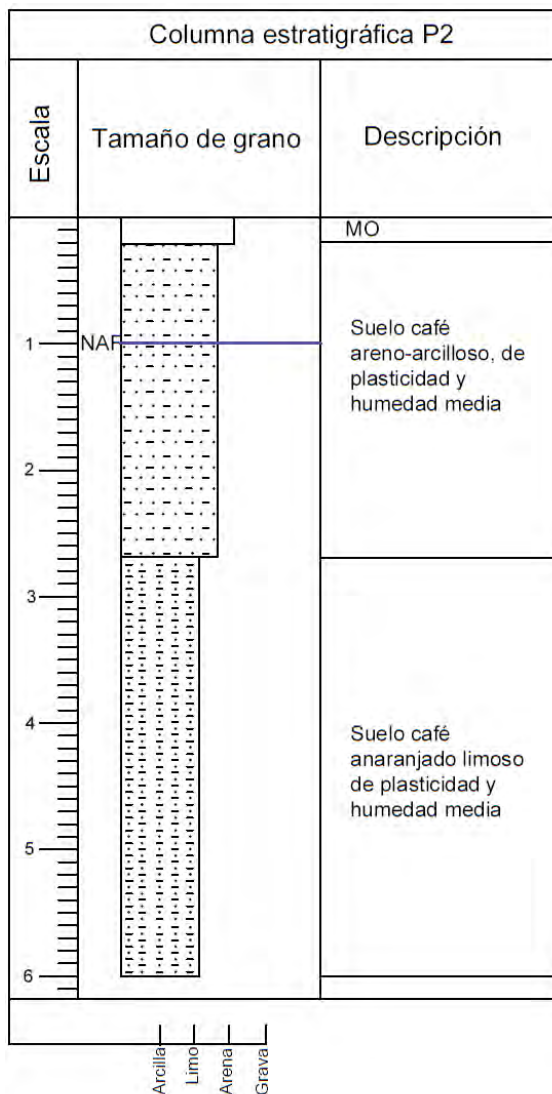


Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Columna estratigráfica perforación 2

Figura 68. Columna estratigráfica de la perforación 2



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

### Perforación N° 3


La perforación se realiza en las coordenadas X: 4933320,36, Y: 2508257,30 se inicia la perforación encontrando una capa de 0,15m de materia orgánica, posteriormente se presenta un estrato de color pardo con textura areno arcillosa el cual presenta plasticidad media y humedad media – alta, asociado a los depósitos de abanicos aluviales presentes en la zona, este estrato muestra un espesor de 2,3m, seguido de este se presenta un estrato de suelo color pardo anaranjado con textura limosa el cual presenta plasticidad media y humedad baja, se toma muestra inalterada (Shelby) a la profundidad de 4,0m, MAT-P3-M1-4,0m, este suelo presenta un espesor de 3,55m y permanece continuo hasta la profundidad de 6m donde finaliza el sondeo, el nivel de aguas freáticas se encuentra a una profundidad de 0,8m.

Figura 69. Fotografías de la perforación 3.



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)




 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Columna estratigráfica perforación 3

Figura 70. Columna estratigráfica de la perforación 3



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### Perforación N° 4

La perforación se realiza en las coordenadas X: 4932866,40, Y: 2507552,99, se inicia la perforación encontrando una capa de 0,20m de materia orgánica, posteriormente se presenta un estrato de color pardo con textura areno arcillosa el cual presenta plasticidad media y humedad media – alta, asociado a los depósitos de abanicos aluviales presentes en la zona, este estrato muestra un espesor de 2,4m, se toma muestra inalterada (Shelby) a la profundidad de 1,0m, MAT-P4-M1-1,0m, seguido de este se presenta un estrato de suelo color pardo anaranjado con textura limosa el cual presenta plasticidad media y humedad baja, este suelo presenta un espesor de 3,4m y permanece continuo hasta la profundidad de 6m donde finaliza el sondeo, el nivel de aguas freáticas se encuentra a una profundidad de 0,9m.

Figura 71. Fotografías de la perforación 4.



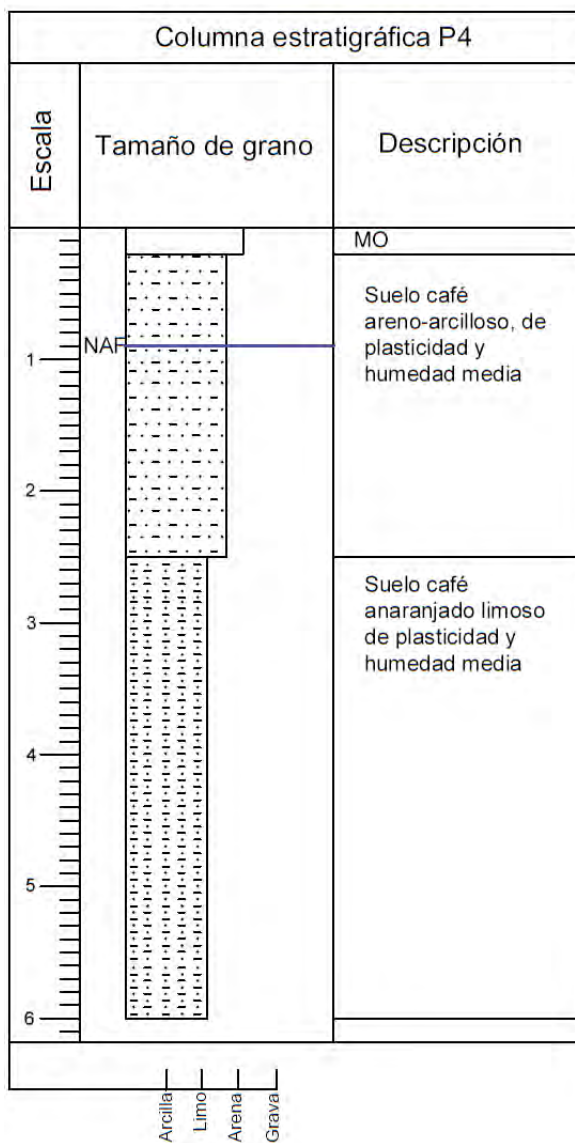
Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)




	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Columna estratigráfica perforación 4

Figura 72. Columna estratigráfica de la perforación 4



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



#### Perforación N° 5

La perforación se realiza en las coordenadas X: 4932911,41, Y: 2507681,93, se inicia la perforación encontrando una capa de 0,10m de materia orgánica, posteriormente se presenta un estrato de color pardo con textura arcillosa el cual presenta plasticidad media y humedad media – alta, asociado a los depósitos de abanicos aluviales presentes en la zona, este estrato muestra un espesor de 1,8m, se toma muestra inalterada (Shelby) a la profundidad de 1,0m, MAT-54-M1-1,0m, seguido de este se presenta un estrato de suelo color pardo anaranjado con textura limosa el cual presenta plasticidad media y humedad baja, este suelo presenta un espesor de 4,1m y permanece continuo hasta la profundidad de 6m donde finaliza el sondeo, el nivel de aguas freáticas se encuentra a una profundidad de 0,8m.

Figura 73. Fotografías de la perforación 5.

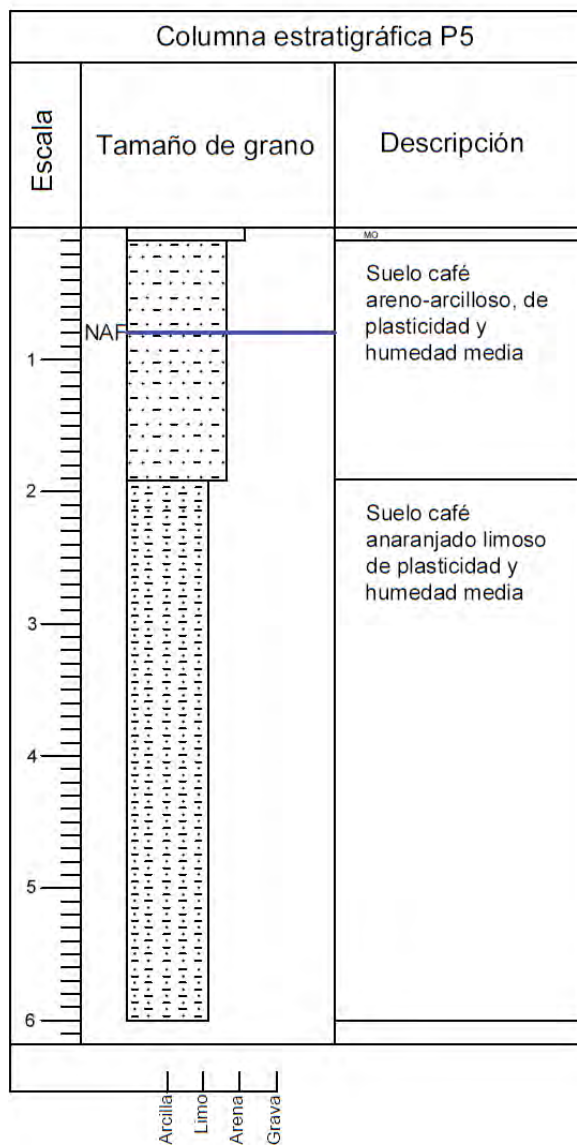


Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)


 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Columna estratigráfica perforación 5

Figura 74. Columna estratigráfica de la perforación 5



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

## Perforación N° 6


La perforación se realiza en las coordenadas X: 4932953,45, Y: 2507791,46 se inicia la perforación encontrando una capa de 0,10m de materia orgánica, posteriormente se presenta un estrato de color pardo con textura areno arcillosa el cual presenta plasticidad media y humedad media – alta, asociado a los depósitos de abanicos aluviales presentes en la zona, este estrato muestra un espesor de 1,9m, se toma muestra inalterada (Shelby) a la profundidad de 1,5m, MAT-P6-M1-1,5 seguido de este se presenta un estrato de suelo color pardo anaranjado con textura limosa el cual presenta plasticidad media y humedad baja, este suelo presenta un espesor de 4m y permanece continuo hasta la profundidad de 6m donde finaliza el sondeo, el nivel de aguas freáticas se encuentra a una profundidad de 1,0 m.

Figura 75. Fotografías de la perforación 6.



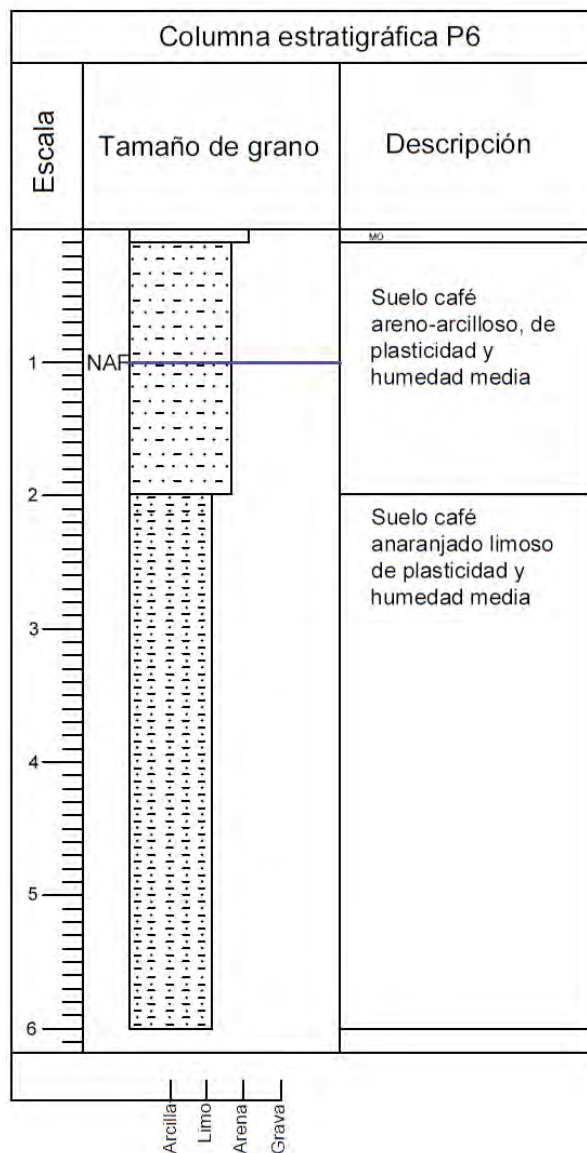
Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019


Columna estratigráfica perforación 6

Figura 76. Columna estratigráfica de la perforación 6



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019


## Perforación N° 7

La perforación se realiza en las coordenadas X: 4932992,60, Y: 2507914,30, se inicia la perforación encontrando una capa de 0,20m de materia orgánica, posteriormente se presenta un estrato de color pardo con textura areno arcillosa el cual presenta plasticidad media y humedad media – alta, asociado a los depósitos de abanicos aluviales presentes en la zona, este estrato muestra un espesor de 2,0m, Se toma muestra inalterada (Shelby) a la profundidad de 1,2m, MAT-P7-M1-1,2 seguido de este se presenta un estrato de suelo color pardo anaranjado con textura limosa el cual presenta plasticidad media y humedad baja, este suelo presenta un espesor de 3,9m y permanece continuo hasta la profundidad de 6m donde finaliza el sondeo, el nivel de aguas freáticas se encuentra a una profundidad de 0,9 m.

Figura 77. Fotografías de la perforación 7.

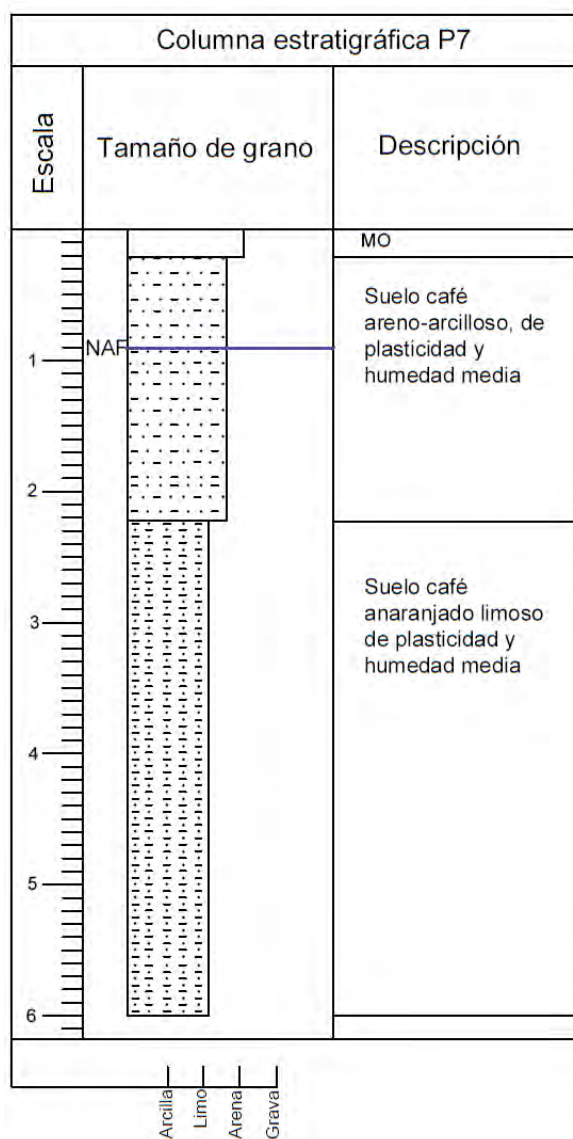


Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)


	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Columna estratigráfica perforación 7

Figura 78. Columna estratigráfica de la perforación 7



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



## Perforación N° 8

La perforación se realiza en las coordenadas X: 4933038,40, Y: 2508050,50, se inicia la perforación encontrando un estrato de suelo color pardo anaranjado con textura limosa el cual presenta plasticidad media y humedad baja, se toma muestra inalterada (Shelby) a la profundidad de 1,1m, MAT-P8-M1-1,1m, este suelo permanece continuo hasta la profundidad de 6m donde finaliza el sondeo, en lo corrido de la perforación no se encuentra el NAF.

Figura 79. Fotografías de la perforación 8.

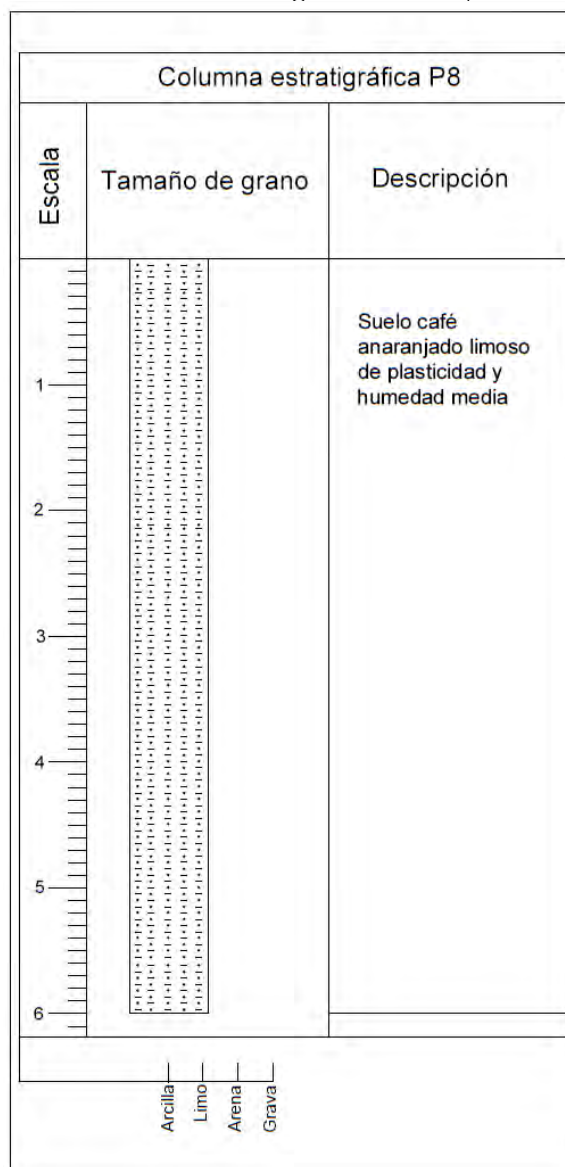


Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Columna estratigráfica perforación 8

Figura 80. Columna estratigráfica de la perforación 8



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### Perforación N° 9


La perforación se realiza en las coordenadas X: 4933239,73, Y: 2508083,72, se inicia la perforación encontrando un estrato de suelo color pardo anaranjado con textura limosa el cual presenta plasticidad media y humedad baja, se toma muestra inalterada (Shelby) a la profundidad de 1,3m, MAT-P9-M1-1,3m, este suelo permanece continuo hasta la profundidad de 6m donde finaliza el sondeo, en lo corrido de la perforación no se encuentra el NAF.

Figura 81. Fotografías de la perforación 8.



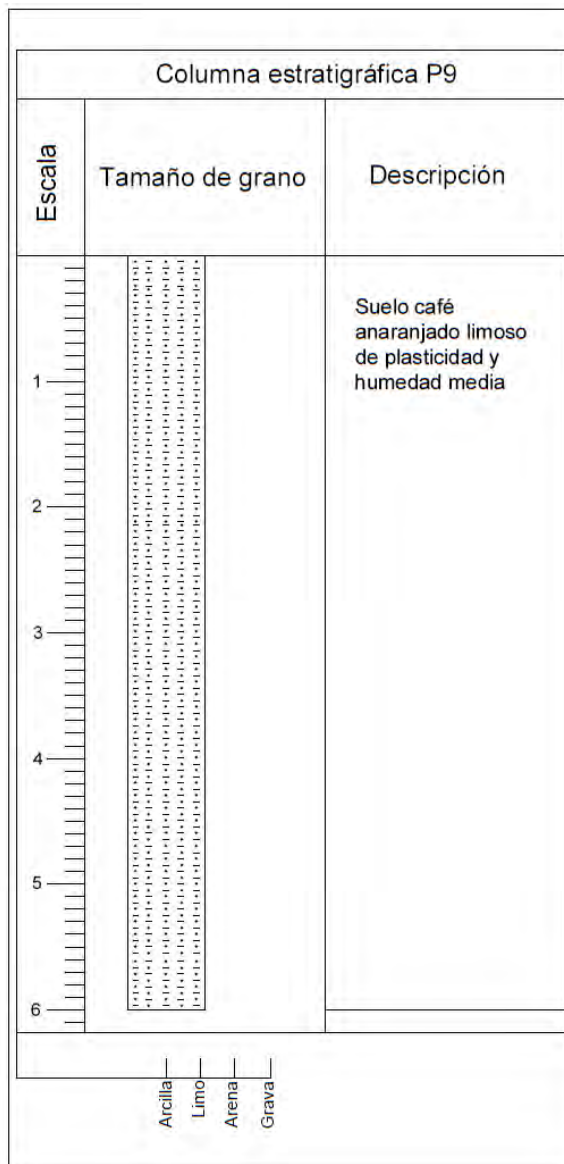
Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)




 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Columna estratigráfica perforación 9

Figura 82. Columna estratigráfica de la perforación 9



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



#### Perforación N° 10

La perforación se realiza en las coordenadas X: 4933284,04, Y: 2508179,10, se inicia la perforación encontrando un estrato de suelo color pardo anaranjado con textura limosa el cual presenta plasticidad media y humedad baja, se toma muestra inalterada (Shelby) a la profundidad de 1,6m, MAT-P10-M1-1,6m, este suelo permanece continuo hasta la profundidad de 6m donde finaliza el sondeo, en lo corrido de la perforación no se encuentra el NAF.

Figura 83. Columna estratigráfica de la perforación 10

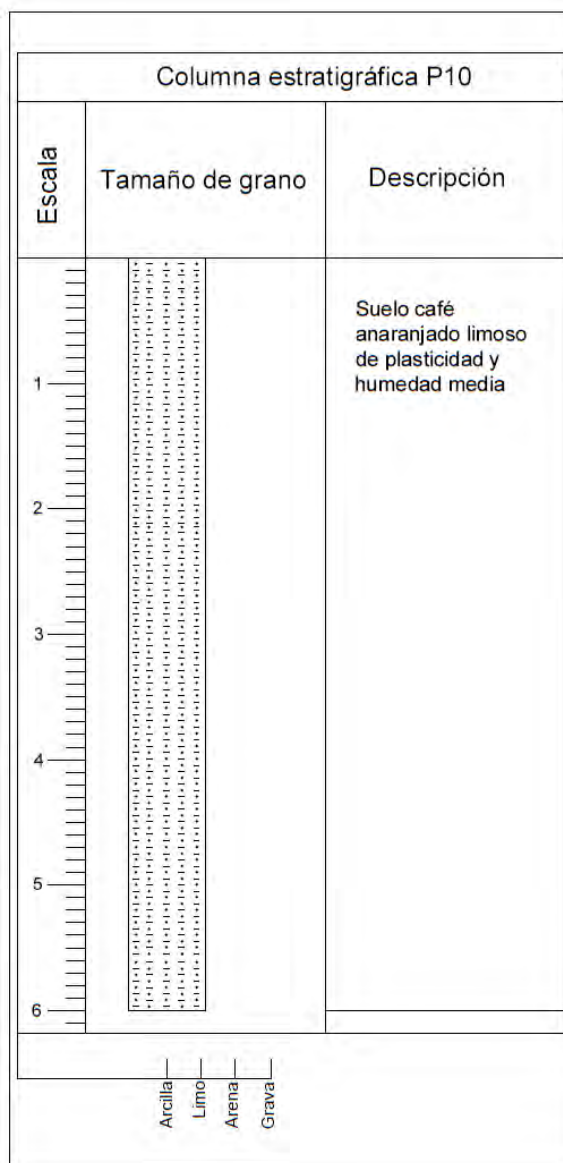


Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019


Columna estratigráfica perforación 10

Figura 84. Columna estratigráfica de la perforación 10



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



#### Perforación N° 11

La perforación se realiza en las coordenadas X: 4933316,38, Y: 2508198,95, se inicia la perforación encontrando un estrato de suelo color pardo anaranjado con textura limosa el cual presenta plasticidad media y humedad baja, este suelo permanece continuo hasta la profundidad de 6m donde finaliza el sondeo, en lo corrido de la perforación no se encuentra el NAF.

Figura 85. Columna estratigráfica de la perforación 11.

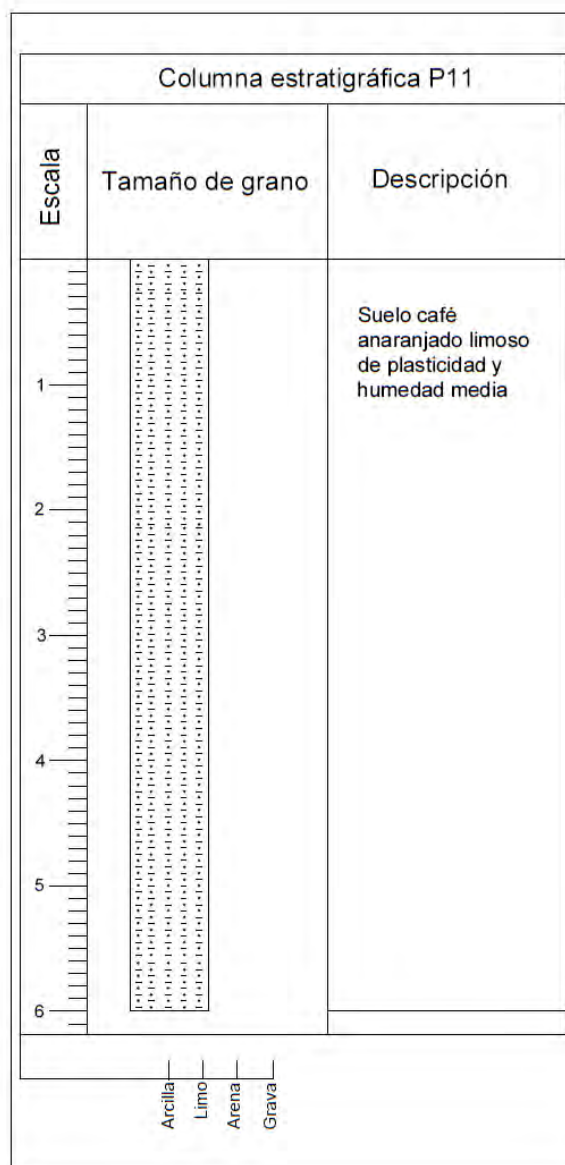


Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019


Columna estratigráfica perforación 11

Figura 86. Columna estratigráfica de la perforación 11



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

➤ Caracterización geomecánica de los materiales identificados

Después de realizadas las perforaciones, se pudo evidenciar la existencia de dos estratos de suelo: para facilitar su comprensión, el primero es el suelo de color pardo y el segundo es el que, aun siendo pardo, presenta tonalidades anaranjadas.

#### Clasificación de los suelos

Para la clasificación de los diferentes estratos, se utilizará el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS), el cual tiene como principal parámetro la carta de plasticidad y la distribución granulométrica de los suelos. De acuerdo con esto es necesaria la determinación de los límites de Atterberg y de granulometría por tamizado.

Según el ensayo de lavado Tamiz No 200, para el estrato de color pardo pasa en promedio el 51% de la muestra, lo que es característico de un suelo fino por superar el 50%. Su clasificación SUCS es CL (Arcilla de baja plasticidad) como se verá más adelante en sus propiedades. Para el estrato de color pardo anaranjado pasa en promedio el 71% de la muestra, lo que es característico de un suelo fino, dado que supera el 50%. Su clasificación SUCS es CL (Arcilla de baja plasticidad) como se verá más adelante en sus propiedades.

#### Humedad natural

La humedad natural para el estrato de color pardo corresponde en promedio a 16%, lo que corresponde a un suelo seco y la humedad natural para el estrato de color pardo anaranjado corresponde en promedio a 16%, lo que también corresponde a un suelo seco.

#### Límite líquido

Para el estrato de color pardo se ha obtenido un valor promedio de 26%, indicando una baja plasticidad del material, y para el estrato pardo anaranjado se ha obtenido un valor promedio de 30%, indicando una baja plasticidad del material.

#### Límite plástico e índice de plasticidad

Para el estrato de color pardo se ha obtenido un valor promedio de 15% para el límite plástico, y un valor promedio de 9% para el índice de plasticidad y para el estrato de color pardo anaranjado se ha obtenido un valor promedio de 19% para el límite plástico, y un valor promedio de 10% para el índice de plasticidad.

#### Resistencia a la compresión inconfiada

Para el estrato de color pardo se tiene un valor promedio de 3,75 ton/m<sup>2</sup> y para el estrato color pardo anaranjado se tiene un valor promedio de 20, 69 ton/m<sup>2</sup>



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS								Código: MI-AYC-F-INFT		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)								Versión: 01		
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA								Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019		

#### Peso unitario del suelo

Para el estrato de color pardo se tiene un peso unitario seco promedio de 1,63 ton/m<sup>3</sup> y un peso unitario húmedo promedio de 1,89 ton/m<sup>3</sup>, y para el estrato de color pardo anaranjado se tiene un peso unitario seco promedio de 1,70 ton/m<sup>3</sup> y un peso unitario húmedo promedio de 1,98 ton/m<sup>3</sup>.

#### Cohesión

La cohesión promedio del estrato de color pardo es de 4,67 ton/m<sup>2</sup> y la cohesión promedio del estrato de color pardo anaranjado es de 16,16 ton/m<sup>2</sup>.

#### Ángulo de fricción

Se tiene un ángulo de fricción promedio para el estrato de color pardo de 31° y ángulo de fricción promedio para el estrato pardo anaranjado de 43°

Tabla 86. Resumen de los resultados de laboratorio

MUESTRA	PUH	PUS	Qu	W	LL	LP	IP	200	C	Phi	USCS
	ton/m <sup>3</sup>	ton/m <sup>3</sup>	Ton/m <sup>2</sup>	%	%	%	%	%	Ton/m <sup>2</sup>	Grados	%
MAT-P1-M1-2,5m	1,917	1,631	6,48	17	30	18	12	62	5,21	30	CL
MAT-P2-M1-1,5m	1,816	1,561	2,91	16	23	14	9	35	3,34	37	SC
MAT-P2-M2-3,5m	2,025	1,733	30,20	17	33	21	12	87	23,03	38	CL
MAT-P3-M1-4,0m	1,874	1,741	2,40	8	21	13	8	35	7,18	36	SC
MAT-P4-M1-1,0m	1,903	1,530	2,54	24	25	15	10	63	3,73	30	CL
MAT-P5-M1-1,0m	1,968	1,642	1,32	19	NL	NP	0	49	2,24	29	SM
MAT-P5-M2-3,5m	1,863	1,643	8,31	13	35	16	19	63	7,77	29	CL
MAT-P6-M1-1,5m	1,929	1,629	2,33	18	23	14	9	53	3,24	30	CL
MAT-P7-M1-1,2m	1,926	1,695	2,86	14	22	16	6	36	5,51	48	SM-SC
MAT-P8-M1-1,1m	1,985	1,706	7,54	17	30	20	10	59	13,08	46	CL
MAT-P9-M1-1,3m	1,978	1,683	32,68	18	32	20	12	87	17,02	46	CL
MAT-P10-M1-1,6m	2,025	1,733	30,20	17	33	21	12	87	23,03	38	CL



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

Tabla 87. Resumen de los resultados de laboratorio por suelo

ESTRATO	PUH	PUS	W	LL	LP	IP	200	C	Phi	SUCS
	ton/m <sup>3</sup>	ton/m <sup>3</sup>	%	%	%	%	%	Ton/m <sup>2</sup>	Grados	
1-Pardo	1,89	1,63	16	26	15	9	51	4,67	31	CL
2-Pardo anaranjado	1,98	1,70	16	30	19	10	71	16,16	43	CL

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Estos valores son el resultado de elegir los valores característicos de cada suelo a partir de un procesamiento estadístico, lo anterior porque se tienen varios datos y se necesita traducir to la información a una única caracterización geomecánica para cada estrato.

#### ➤ Chequeo de suelos especiales

Algunos tipos de suelo presentan características o propiedades particulares que los convierten en materiales de difícil tratamiento en lo que tiene que ver con obras geotécnicas tales como de cimentaciones o de estabilidad de taludes

#### Suelos expansivos

Los daños provocados por este tipo de suelos se manifiestan en las estructuras como fisuramientos, agrietamientos y giros de conjunto de los muros y elementos estructurales, a causa de movimientos desiguales en los cimientos. Esto se detona en períodos prolongados de verano o invierno como los causados por los fenómenos de El Niño y La Niña.

Las arcillas tienden en mayor o menor proporción a contraerse o expandirse cuando sufren cambios de humedad. Se considera que aquellos materiales con mayor facilidad de expansión son los minerales activos.

$$ACTIVIDAD (A) = \frac{\text{índice de plasticidad (IP)}}{\text{Contenido de arcillas}}$$

< 0,75: Inactiva

0,75 – 1,25: Normal

1,25 – 6,00: Activa

> 6,00: Muy activa

Entre los minerales más activos se reconocen la montmorillonita, la vermiculita y algunas variedades de haloisita. Para este caso:

$$A_{\text{suelo1}} = \frac{9}{51} = 0,18$$

$$A_{\text{suelo2}} = \frac{10}{71} = 0,14$$

Los suelos se consideran inactivos

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

La actividad de los suelos ha demostrado que no son materiales muy propensos a ser expansivos y será el suelo amarillo el que se usará para la cimentación. Adicionalmente se evalúa el potencial de expansión que se recomienda en la NSR-10 en la tabla H.9.1-1.

Tabla 88. Potencial de expansión

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm <sup>2</sup>	Límite líquido L.L., en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 – 20	39 – 50	8 – 18	12 – 34	12 – 27	50 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Fuente: NSR-10

En este caso se tienen datos de límite líquido e índice de plasticidad. El límite líquido del suelo 1 es de 26 y el índice de plasticidad es de 9. El límite líquido del suelo 2 es de 30 y el índice de plasticidad es de 10.

Según lo anterior, los suelos tienen un potencial de expansión bajo, lo cual ha sido corroborado por la actividad dado que se tiene un comportamiento inactivo, por lo tanto, se descarta que estos suelos sean expansivos.

Suelos dispersivos o erodables



Son aquellos suelos que exhiben una manifiesta vulnerabilidad ante la presencia de agua.

- Dispersivos: Arcillas con concentración de sales de sodio mayor al 40% del total de sales disueltas.
- Erodables: Arenas finas, polvo de roca, limos no cohesivos y depósitos eólicos.

En cuanto a comportamiento, los suelos dispersivos se caracterizan porque entran de manera espontánea en solución cuando hay presencia de agua, primero como una nube de materia en suspensión, y luego como una extensión generalizada del fenómeno. Por su parte, los erodables no se disuelven, pero sí son afectados por agua, aunque sean flujos de poco caudal formando fácilmente carcavamiento, tubificación y erosión retrogresiva o remontante.

Por las visitas de campo se pudo corroborar que estos suelos no son susceptibles a la presencia de agua pues no ocurre ni que se formen nubes de materia en suspensión por agua ni tampoco ocurre que se forme erosión de manera inmediata por efecto del agua.



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

### Suelos colapsables

Este tipo de suelos suceden cuando el volumen de vacíos iguala la cantidad de agua en el punto del límite líquido. Para mayor cantidad de agua o menor volumen de vacíos el depósito es inestable.

El potencial de colapsabilidad se identifica a partir de:

$$\gamma_d \text{ crít} = \frac{\gamma_w}{\frac{1}{G_s} + LL}$$

Donde  $\gamma_d \text{ crít}$  es el peso unitario seco crítico,  $\gamma_w$  es el peso unitario del agua,  $G_s$  es la gravedad específica y  $LL$  es el límite líquido.

Si  $\gamma_d / \gamma_d \text{ crít}$  es mayor a 1 el suelo es estable o expansivo (condición ya descartada), si  $\gamma_d / \gamma_d \text{ crít}$  es menor a 1 el suelo es colapsable.

$$\gamma_d \text{ crít1} = \frac{1}{\frac{1}{2,7} + 0,26} = 1,58$$

$$\frac{\gamma_d 1}{\gamma_d \text{ crít 1}} = \frac{1,63}{1,58} = 1,03$$

$$\gamma_d \text{ crít2} = \frac{1}{\frac{1}{2,7} + 0,30} = 1,49$$

$$\frac{\gamma_d 2}{\gamma_d \text{ crít 2}} = \frac{1,70}{1,49} = 1,14$$

Los suelos son estables ante la colapsabilidad.

### Suelos licuables

Estos suelos se dan en granulometrías arenosas y donde el nivel freático sea muy somero además de en zonas de amenaza sísmica alta. Si bien el nivel de aguas freáticas es somero, los suelos no son arenosos y no hay amenaza sísmica alta, por lo tanto, no hay suelos licuables.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

## Efecto de agua o vegetación

Por las visitas de campo se pudo observar que sobre el área de interés hay cuerpos de agua tanto tipo drenaje como tipo encharcamiento y que podrían influir en la capacidad portante de los suelos. Del mismo modo hay vegetación que corresponde principalmente a pastos limpios o arbustos bajos los cuales no representan riesgo para las cimentaciones de la edificación dada su baja profundidad radicular, no se desprecian los bosques de galería, pero estos están en la faja forestal de las quebradas las cuales no serán intervenidas.

### ➤ Perfil de suelo

El perfil de suelo varía según la actividad sísmica de la zona y las características del material. De acuerdo con la NSR-10, se debe conocer el coeficiente de aceleración pico horizontal o el coeficiente de velocidad pico horizontal, cualquiera sea el mayor será el elegido. Para conocer estos valores se usan las tablas A.2.4.1 y A.2.3.2 de la NSR-10.



## Definición de la zona de amenaza

Tabla 89. Valores de  $A_a$  y  $A_v$  para los municipios de Cesar NSR-10.

Departamento del Cesar						
Municipio	Código Municipio	$A_a$	$A_v$	Zona de Amenaza Sísmica	$A_e$	$A_d$
Valledupar	20001	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Aguachica	20011	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Agustín Codazzi	20013	0.10	0.10	Baja	0.07	0.04
Astrá	20032	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Becerril	20045	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Bosconia	20060	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Chimichagua	20175	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Chiriguana	20178	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Curumani	20228	0.15	0.10	Intermedia	0.08	0.04
El Copey	20238	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
El Paso	20250	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Gamarra	20295	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
González	20310	0.20	0.15	Intermedia	0.08	0.04
La Gloria	20383	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
La Jagua de Ibíncio	20400	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
La Paz	20621	0.10	0.10	Baja	0.06	0.03
Manaure	20443	0.10	0.10	Baja	0.08	0.04
Palitas	20517	0.15	0.10	Intermedia	0.08	0.04
Pelaya	20550	0.15	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Pueblo Bello	20570	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
Rio de Oro	20614	0.20	0.15	Intermedia	0.08	0.04
San Alberto	20710	0.20	0.15	Intermedia	0.08	0.04
San Diego	20750	0.10	0.10	Baja	0.05	0.03
San Martín	20770	0.20	0.15	Intermedia	0.08	0.04
Tamalameque	20787	0.15	0.10	Intermedia	0.08	0.04

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Para La Gloria y sus sectores aledaños (incluido La Mata), se tiene una zona de amenaza sísmica intermedia.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Aa=0.15. Av=0.15.

Definición del perfil del suelo

Tabla 90. Clasificación del perfil de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
<b>A</b>	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500 \text{ m/s}$
<b>B</b>	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760 \text{ m/s}$
<b>C</b>	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$ , o $\bar{S}_u \geq 100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2)$
<b>D</b>	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$ , o $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{S}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
<b>E</b>	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180 \text{ m/s} > \bar{V}_s$
	perfil que contiene un espesor total <b>H</b> mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $50 \text{ kPa} (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{S}_u$
<b>F</b>	Los perfiles de suelo tipo <b>F</b> requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: <b>F<sub>1</sub></b> — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. <b>F<sub>2</sub></b> — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ( <b>H</b> > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). <b>F<sub>3</sub></b> — Arcillas de muy alta plasticidad ( <b>H</b> > 7.5 m con Índice de Plasticidad <b>IP</b> > 75) <b>F<sub>4</sub></b> — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ( <b>H</b> > 36 m)	

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

No se tiene un dato específico ni de velocidad de la onda S ni de número de golpes de SPT, pero sí se cuenta con información geomecánica suficiente. Los suelos deben estar agrupados en tipos C, D o E pues A y B corresponde a rocas; los suelos tipo C no suelen aparecer en regiones de actividad sísmica alta y suelen tener resistencia a la compresión alta pero no se descarta la posibilidad de encontrarlos.

Para saber en qué perfil de suelo se clasifican los estratos identificados, la NSR-10 presenta anterior. Destacan tres propiedades: índice de plasticidad (IP), humedad (w) y resistencia a la compresión última (Su). Un suelo tipo E será aquel que, simultáneamente, tenga un IP mayor a 20, un porcentaje de humedad mayor o igual a 40 y una resistencia a la compresión última menor a 50 kPa, en caso contrario será tipo D o C lo cual se determina por la resistencia a la compresión confinada. En los estratos encontrados se tiene que:



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 91. Consideraciones para establecer si un estrato de suelo se clasifica como perfil tipo E según sus propiedades geomecánicas

Estrato	Índice de Plasticidad (IP) (%)	Contenido de humedad (w) (%)	Resistencia no drenada (Su) (Kpa)	Es tipo E?
1-pardo	9	16	37	SI*
2-pardo anaranjado	10	16	206	NO

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

\* El estrato 1 no es estrictamente tipo E pues no se cumple simultáneamente que IP sea mayor a 20%, w sea mayor a 40% y Su sea menor a 50 KPa. Si bien la humedad y plasticidad están por debajo de los límites permisibles, Su es menor a 50 KPa, lo cual lo configura como tipo E. El estrato 2 es tipo C por tener Su mayor a 100 KPa.

Una vez conocidos el tipo de perfil de suelo y el coeficiente de aceleración pico horizontal y el de velocidad pico horizontal, se pueden determinar los coeficientes Fa y Fv correspondientes a los valores de los períodos cortos e intermedios del espectro sísmico, respectivamente.

Fa y Fv son coeficientes de amplificación que se usan para elaborar el espectro sísmico de diseño que dependen tanto de la actividad sísmica de la zona como del perfil de suelo.

Fa es utilizado para la zona de períodos cortos del espectro y Fv es utilizado para la zona de períodos intermedios del espectro.

Tabla 92. Valores de Fa para la zona de períodos cortos en el espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
<b>A</b>	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
<b>B</b>	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
<b>C</b>	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
<b>D</b>	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
<b>E</b>	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
<b>F</b>	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 93. Valores de Fv para la zona de períodos intermedios en el espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
<b>A</b>	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
<b>B</b>	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
<b>C</b>	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
<b>D</b>	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
<b>E</b>	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
<b>F</b>	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Los coeficientes Fa y Fv serán 2,1 y 3,35, respectivamente para el primer estrato y serán 1,2 y 1,65, respectivamente para el segundo estrato.

Estos son los coeficientes Fa y Fv específicos de la zona que se identifican a partir del coeficiente Aa (aceleración pico horizontal) del municipio de La Gloria y de los perfiles de suelo identificados que son E y C. Estos coeficientes son indispensables para que, junto a la capacidad portante y demás parámetros del suelo, un ingeniero estructural pueda hacer sus diseños.

#### 5.1.8.3.5. Modelo De Zonificación Geotécnica

La zonificación geotécnica tiene como objetivo identificar aquellas zonas que por sus condiciones geológicas, geomorfológicas y geotécnicas son más propensas a ser inestables.

Los análisis se hacen para la zona llamada área de influencia. El objetivo es presentar la zonificación geotécnica en términos de amenaza por movimientos en masa. Se trabajó a escala 1:2000 y bajo la metodología determinística.



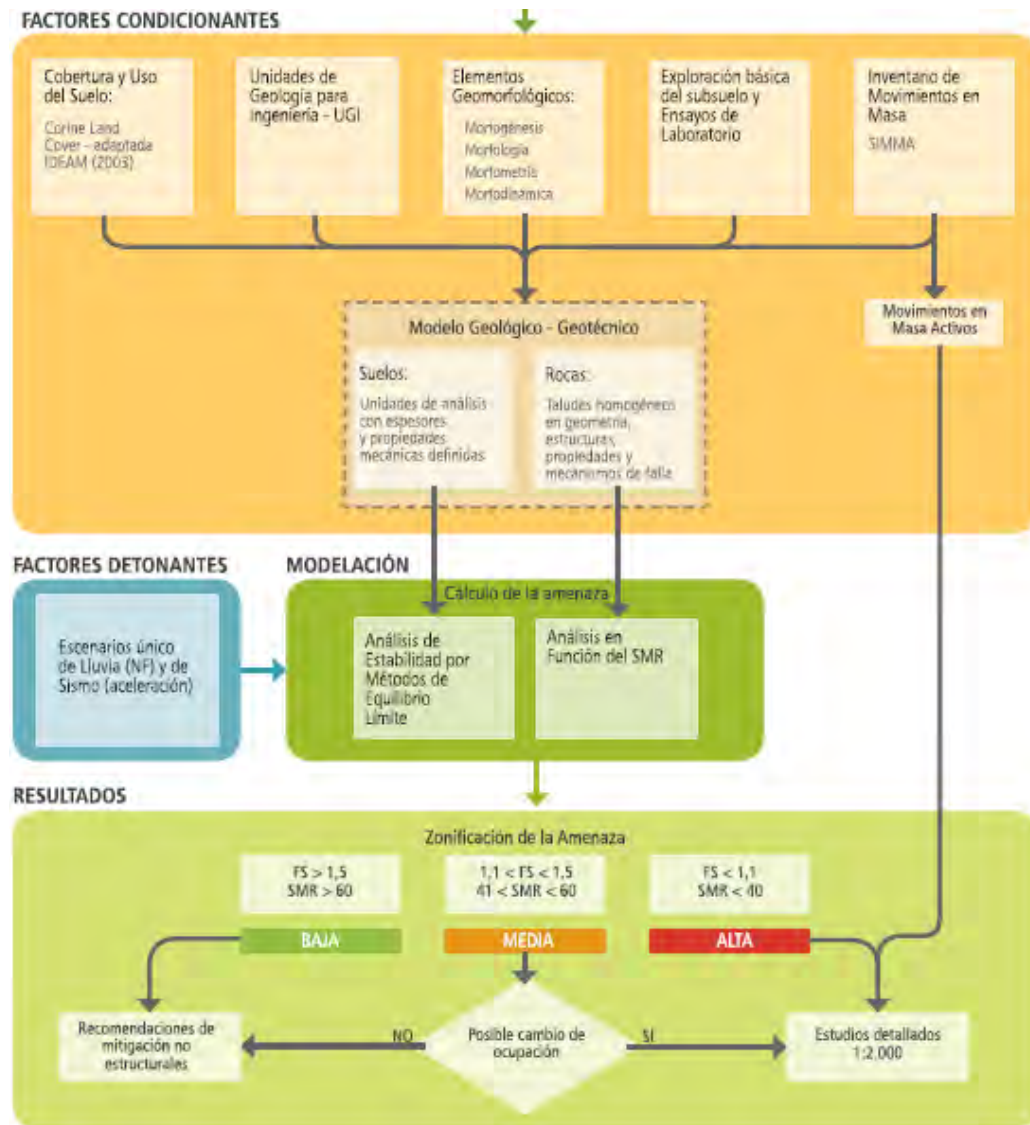


 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 87: Metodología general para el análisis de amenaza por movimiento en masa por el método determinístico



Fuente: Servicio Geológico Colombiano (2017)

Como puede observarse la metodología requiere de cartografía básica a escala 1:2000, un modelo de elevación digital 1:2000, los movimientos en masa cartografiados, registros de lluvia y sismos, entre otra información complementaria, que permita construir mapas de los insumos

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

geología para ingeniería, geomorfología, y coberturas y usos del suelo. Además, debe llevarse a cabo una campaña exploratoria con sondeos y ensayos de laboratorio.

La susceptibilidad a los movimientos en masa toma en cuenta los factores contribuyentes, pero NO toma en cuenta a los factores detonantes; para este caso, la susceptibilidad indica si una zona es propensa o no a ser inestable a razón de sus condiciones inherentes como su competencia geomecánica, su pendiente, la cobertura de que se presenta, etc.

Posteriormente, estos factores contribuyentes se ven sometidos a un agente externo que tiende a inestabilizarlo más. Para este caso se considera la lluvia y el sismo y, por lo tanto, se crean dos mapas de amenaza por movimiento en masa, uno para cada escenario. Al final, el mapa síntesis será el resultado de conjugar los tres escenarios.

El cálculo de la amenaza para suelos toma en cuenta el parámetro del factor de seguridad, así:

$$FS = \frac{(c' b \sec \alpha + (ybh \cos \alpha - kybh \sin \alpha - \gamma_w h_w \cos^2 \alpha) \tan \Phi')}{ybh \sin \alpha + kybh \cos \alpha}$$

Donde:

C' es la cohesión en términos de esfuerzos efectivos.

Ø' es el ángulo de fricción en términos de esfuerzos efectivos.

γ es el peso unitario del suelo

γ<sub>w</sub> es el peso unitario del agua

h es la altura del suelo por encima de la potencial superficie de falla

h<sub>w</sub> es la altura de la lámina de agua

α es el ángulo de inclinación de la superficie de falla



k es el coeficiente de aceleración horizontal

b es el ancho de la celda de análisis

En lo que respecta a la cohesión, el ángulo de fricción y el peso unitario del suelo, se toman con base en los resultados de los ensayos de laboratorio realizados en el sector. Estas propiedades están referidas a la cohesión efectiva y el ángulo de fricción efectiva.

Se tiene que la resistencia al corte está dada por:

$$\tau = C + \sigma \tan \Phi$$

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Con  $C$  como cohesión,  $\phi$  como ángulo de fricción y  $\sigma$  como esfuerzo total.

El esfuerzo efectivo se entiende como la diferencia entre el esfuerzo total y la presión de poros, así:

$$\sigma' = \sigma - U$$

Con  $U$  como la presión de poros, entendida como el esfuerzo ocasionado por el agua dentro de la masa de suelo.

Al trabajar con esfuerzo efectivo, la resistencia al corte varía así:

$$\tau = C' + \sigma' \tan \phi'$$

Es decir, con esfuerzos efectivos, la cohesión y el ángulo de fricción pasan a ser efectivos.

Para el caso de la altura del suelo por encima de la potencial superficie de falla ( $h$ ), la misma guía del SGC (2017) menciona que se puede asumir como el espesor del suelo más superficial, lo cual tiene sentido, pues en últimas los suelos tienden a fallar por las superficies de contacto. En este orden de ideas,  $h$  es el espesor del suelo más superficial.

El nivel de aguas freáticas es el que se haya detectado en las perforaciones.

El ángulo de inclinación de la superficie de falla, según el SGC (2017), coincide con la pendiente del terreno, de ahí que el parámetro  $\alpha$  se obtiene del mapa de pendientes que se crea con el modelo de elevación digital.

Para todos los casos  $b$ , el ancho de la celda de análisis, es de 1m.

En lo que respecta a escenario de lluvia y sismo,  $h_w$  para un periodo de retorno de 20 años y el coeficiente de aceleración horizontal ( $k$ ), respectivamente, se presentan más adelante en el análisis de estos escenarios.

La clasificación de la amenaza se basa en el factor de seguridad, así:

NIVEL DE AMENAZA	FACTOR DE SEGURIDAD	VALOR DE SMR	COLOR EN EL MAPA
Alta	<1,1	<40	Rojo
Media	1,1-1,5	41-60	Amarillo
Baja	>1,5	>60	Verde

Con lo anterior quedan involucradas las variables del entorno pues a nivel geológico se están considerando los estratos identificados, así como su competencia geomecánica, a nivel geomorfológico se considera principalmente la pendiente y las coberturas y uso de la tierra son determinantes para conocer la capacidad de interceptación de agua y es clave para el ascenso del nivel freático cuando se consideren las lluvias.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Los insumos base utilizados para la zonificación se presentan a continuación:

#### Geología local

A nivel regional, la zona de estudio se encuentra conformada por la unidad del cuaternario denominada por el Servicio Geológico Colombiano como "Depósitos de abanicos aluviales Gravas y Arenas edad Pleistoceno medio", y están compuestos por materiales detríticos (gravas y arenas) de rocas volcanoclásticas, metasedimentarias y en menor proporción sedimentarias: estos depósitos se encuentran ligeramente inclinados al occidente y presentan un espesor variado que se estima en promedio de 15m. (Royero, 1996). En el área de estudio, esta unidad se compone principalmente de arcillas de baja plasticidad; adicionalmente para la zona nororiental se evidencia la presencia de una unidad cartografiada como "Depósitos coluviales".

Tabla 94 Geología de la zona

CLASIFICACIÓN	ÁREA TOTAL (m2)	PORCENTAJE (%)
Depósitos de abanico aluviales	664271,15	95,27%
Deposito coluviales	32984,25	4,73%

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

Figura 88. Distribución en porcentaje de las unidades geológicas en el área de estudio.



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)




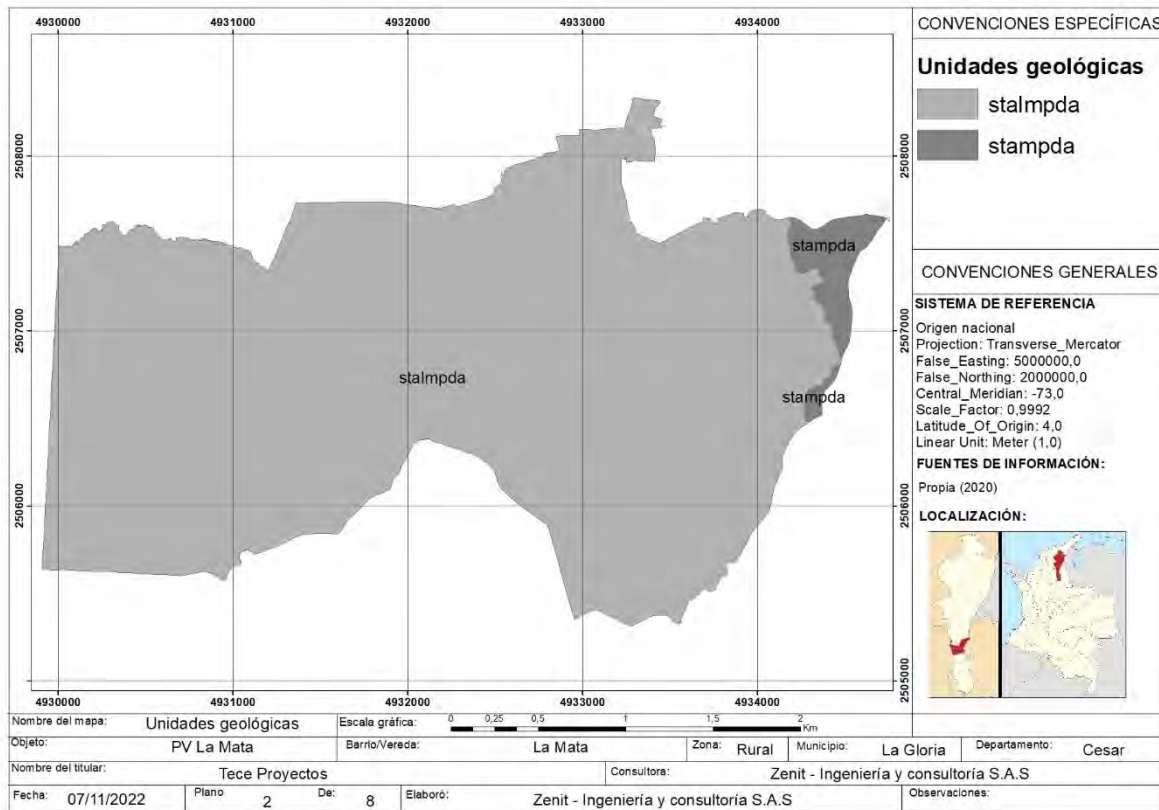
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 89 Geología local




Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

Teniendo en cuenta lo anterior, la estratigrafía asociada a esta unidad se describe a partir de los sondeos exploratorios ejecutados, donde se identifica principalmente una división de los suelos en dos tipos:

Suelo transportado arcillo-limoso muy profundo de depósitos aluviales (stalmpda)

Suelos principalmente arcillo arenosos que presentan color predominantemente pardo, este suelo adicionalmente presenta plasticidad media con humedad de baja a media, presenta pequeños clastos o fragmentos rocosos de van desde algunos pocos milímetros hasta algunos centímetros, se asocia a suelos transportados de la unidad conocida como "Depósitos de abanicos aluviales" este suelo en el área de estudio nunca presentó un espesor mayor a 2,8 m e inferior a 1,8m.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Suelo transportado arcilloso muy profundo de depósitos aluviales (stampda)

Suelos principalmente arcillosos con color predominantemente pardo anaranjado, este suelo presenta plasticidades medias y humedades bajas, en el área de estudio nunca fue mayor a 6,0m e inferior a 3,1m.

Figura 90 Muestras de suelos encontradas en el área de estudio



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

#### Pendientes

Mediante el uso del modelo de elevación digital obtenido a partir de la topografía, se obtuvo el mapa de pendientes mediante herramientas SIG.

El área de estudio presenta 6 tipos de pendientes, las cuales son: Plano a casi plano con el 12.25%, Suavemente inclinado con 54.27%, Inclinado con 27.22%, Moderadamente abrupto con 5.02%, Abrupto con 0.92%, Muy abrupto con 0.31%, y Extremadamente abrupto con 55%. Esto nos muestra que la zona no tiene grandes inclinaciones, predominando pendientes suavemente inclinadas.



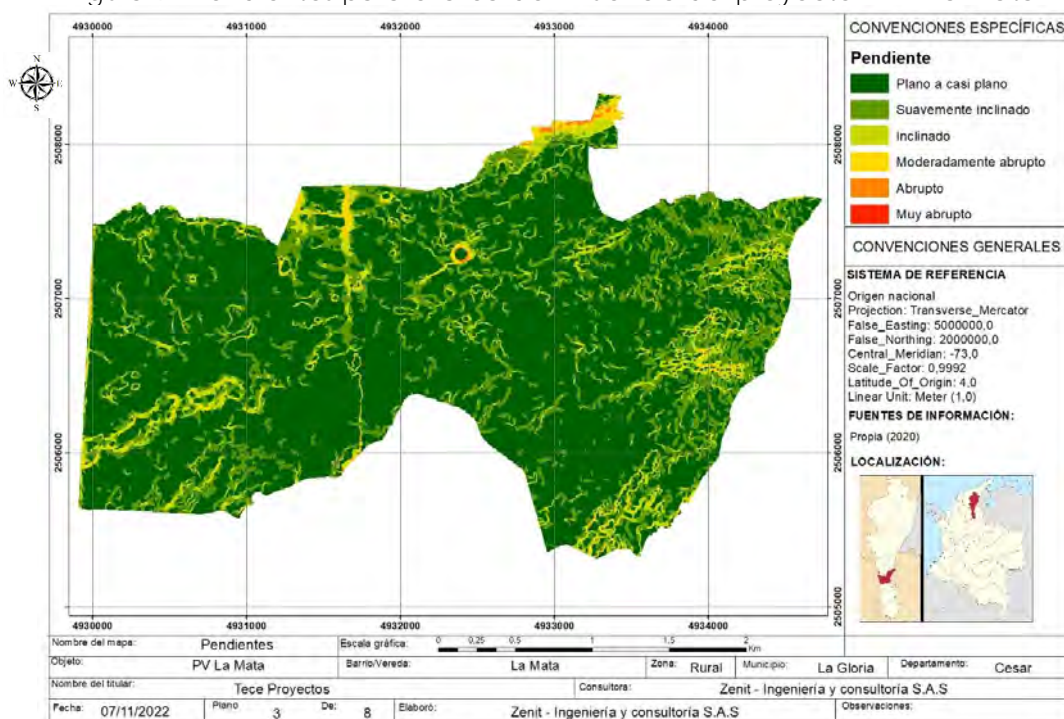
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 95 Pendientes

RANGOS	CLASIFICACIÓN IGAC	ÁREA TOTAL (m2)	PORCENTAJE (%)
0-2	Plano a casi plano	6053133,94	70,83
2-4	Suavemente Inclinado	1723100,18	20,16
4-8	Inclinado	575565,318	6,73
8-16	Moderadamente abrupto	152681,313	1,79
16-35	Abrupto	18503,6467	0,22
35-55	Muy abrupto	15,5271	0,00018
Mayor a 55	Extremadamente abrupto	0	0,00

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

Figura 91 Pendientes para el área de influencia del proyecto PV El La Mata.



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 92. Distribución en porcentaje de las pendientes en el área de estudio.



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

Cobertura de la tierra y uso actual del suelo.

El parámetro de coberturas es la evaluación realizada de forma análoga según el criterio del evaluador asociando cualidades basadas en la presencia o no de una cobertura vegetal sobre las unidades de suelo según sea el caso en función de condicionar la ocurrencia presencia o delimitación de áreas homogéneas. Las diferentes coberturas en el área de estudio son:

Tabla 96 Cobertura de suelo según la Metodología Corine Land Cover Colombia.e

Unidad de cobertura (nivel 1)	Características	Unidad de cobertura (nivel 2)	Características	Unidad de cobertura (nivel 3)	Características	% de área	Área total (m2)
1. Territorios Artificializados	Comprende las áreas de las ciudades y las poblaciones y, aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas	1.1. Zonas urbanizadas	Las zonas urbanizadas incluyen los territorios cubiertos por infraestructura urbana y todos aquellos espacios verdes y redes de comunicación asociados con	1.1.2. Tejido urbano discontinuo	Son espacios conformados por edificaciones y zonas verdes. Las edificaciones, vías e infraestructura construida cubren la superficie del	0,20%	16895,41





 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Unidad de cobertura (nivel 1)	Características	Unidad de cobertura (nivel 2)	Características	Unidad de cobertura (nivel 3)	Características	% de área	Área total (m2)
	urbanas mediante un proceso gradual de urbanización o de cambio del uso del suelo hacia fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos.		ellas, que configuran un tejido urbano.		terreno de manera dispersa y discontinua, ya que el resto del área está cubierta por vegetación. Esta unidad puede presentar dificultad para su delimitación cuando otras coberturas de tipo natural y seminatural se mezclan con áreas clasificadas como zonas urbanas.		
1. Territorios Artificializados	Comprende las áreas de las ciudades y las poblaciones y, aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas mediante un proceso gradual de urbanización o de cambio del uso del suelo hacia fines comerciales, industriales,	1.2 Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	Comprende los territorios cubiertos por infraestructura de uso exclusivamente comercial, industrial, de servicios y comunicaciones. Se incluyen tanto las instalaciones como las redes de comunicaciones que permiten el desarrollo de los procesos específicos de cada actividad.	1.2.1 Zonas industriales o comerciales	Son las áreas cubiertas por infraestructura artificial (terrenos cimentados, alquitranados, asfaltados o estabilizados), sin presencia de áreas verdes dominantes, las cuales se utilizan también para actividades comerciales o industriales.	0,05%	4150,34



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



Unidad de cobertura (nivel 1)	Características	Unidad de cobertura (nivel 2)	Características	Unidad de cobertura (nivel 3)	Características	% de área	Área total (m2)
	de servicios y recreativos.						
2. Territorios agrícolas	Son los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho. Comprende las áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas, en las cuales también se pueden dar usos pecuarios además de los agrícolas.	2.1. Cultivos transitorios	Comprende las áreas ocupadas con cultivos cuyo ciclo vegetativo es menor a un año, llegando incluso a ser de sólo unos pocos meses, como por ejemplo los cereales (maíz, trigo, cebada y arroz), los tubérculos (papa y yuca), las oleaginosas (el ajonjolí y el algodón), la mayor parte de las hortalizas y algunas especies de flores a cielo abierto. Tienen como característica fundamental, que después de la cosecha es necesario volver a sembrar o plantar para seguir produciendo.	2.1.2. Cereales 2.1.4 hortalizas	Cobertura compuesta principalmente por cultivos transitorios de gramíneas como arroz, maíz, sorgo, cebada y trigo.  Además de hortalizas como la yuca, zanahora, cebolla, ajo.	3,10%	264587,99
2. Territorios agrícolas	Son los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras	2.3. Pastos	Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente	2.3.1. Pastos limpios	Esta cobertura comprende las tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje de cubrimiento	75,27 %	6433066,19

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



Unidad de cobertura (nivel 1)	Características	Unidad de cobertura (nivel 2)	Características	Unidad de cobertura (nivel 3)	Características	% de área	Área total (m2)
	materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho. Comprende las áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas, en las cuales también se pueden dar usos pecuarios además de los agrícolas.		por la familia Poaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años. Algunas de las categorías definidas pueden presentar anegamientos temporales o permanentes cuando están ubicadas en zonas bajas o en depresiones del terreno. Una característica de esta cobertura es que en un alto porcentaje su presencia se debe a la acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente, y en el manejo posterior que se le hace.		mayor a 70%; la realización de prácticas de manejo (limpieza, encalamiento y/o fertilización, etc.) y el nivel tecnológico utilizados impiden la presencia o el desarrollo de otras coberturas. En Colombia, se encuentran coberturas de pastos limpios asociadas con una amplia variedad de relieves y climas, con un desarrollo condicionado principalmente a las prácticas de manejo utilizadas según el nivel tecnológico disponible o las costumbres de cada región.		
2. Territorios agrícolas	Son los terrenos dedicados principalmente a la	2.3. Pastos	Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición	2.3.2. Pastos arbolados	Cobertura que incluye las tierras cubiertas con pastos, en las	2,42%	207026,11

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Unidad de cobertura (nivel 1)	Características	Unidad de cobertura (nivel 2)	Características	Unidad de cobertura (nivel 3)	Características	% de área	Área total (m2)
	producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho. Comprende las áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas, en las cuales también se pueden dar usos pecuarios además de los agrícolas.		florística dominada principalmente por la familia Poaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años. Algunas de las categorías definidas pueden presentar anegamientos temporales o permanentes cuando están ubicadas en zonas bajas o en depresiones del terreno.		cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a cinco metros, distribuidos en forma dispersa. La cobertura de árboles debe ser mayor a 30% y menor a 50% del área total de la unidad de pastos. En Colombia, se ubican en general sobre áreas planas ganaderas de climas cálidos, principalmente en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Córdoba, Cesar, Magdalena, Santander, Sucre, Valle del Cauca y Caldas.		
2. Territorios agrícolas	Son los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias	2.3. Pastos	Comprende las tierras cubiertas con hierba densa de composición florística dominada principalmente por la familia	2.3.3. Pastos enmalezados	Son las coberturas representadas por tierras con pastos y malezas conformando asociaciones de vegetación	9,72%	830672,94



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Unidad de cobertura (nivel 1)	Características	Unidad de cobertura (nivel 2)	Características	Unidad de cobertura (nivel 3)	Características	% de área	Área total (m2)
	primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho. Comprende las áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas, en las cuales también se pueden dar usos pecuarios además de los agrícolas.		Poaceae, dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años. Algunas de las categorías definidas pueden presentar anegamientos temporales o permanentes cuando están ubicadas en zonas bajas o en depresiones del terreno. Una característica de esta cobertura es que en un alto porcentaje su presencia se debe a la acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente, y en el manejo posterior que se le hace.		secundaria, debido principalmente a la realización de escasas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono. En general, la altura de la vegetación secundaria es menor a 1,5 m.		
3. Bosques y áreas seminaturales	Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y	3.1 Bosques	Comprende las áreas naturales o seminaturales, constituidas principalmente por	3.1.4 Bosques de galería o ripario	Se refiere a las coberturas constituidas por vegetación arbórea	8,75%	747946,57

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Unidad de cobertura (nivel 1)	Características	Unidad de cobertura (nivel 2)	Características	Unidad de cobertura (nivel 3)	Características	% de área	Área total (m2)
	herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos climáticos; también por aquellos territorios constituidos por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos, resultantes de la ocurrencia de procesos naturales o inducidos de degradación		elementos arbóreos de especies nativas o exóticas. Los árboles son plantas leñosas perennes con un solo tronco principal, que tiene una copa más o menos definida. De acuerdo con FAO (2001), esta cobertura comprende los bosques naturales y las plantaciones.		ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Este tipo de cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales. Cuando la presencia de estas franjas de bosques ocurre en regiones de sabanas se conoce como bosque de galería o cañadas, las otras franjas de bosque en cursos de agua de zonas andinas son conocidas como bosque ripario.		
5. Superficies de agua	Son los cuerpos y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales, localizados en el interior del continente y los que	5.1. Aguas continentales	Son cuerpos de aguas permanentes, intermitentes y estacionales que comprenden lagos, lagunas, ciénagas, depósitos y estanques naturales o	5.1.4. Cuerpos de agua artificiales	Esta cobertura comprende los cuerpos de agua de carácter artificial, que fueron creados por el hombre para almacenar agua usualmente	0,49%	42147,10

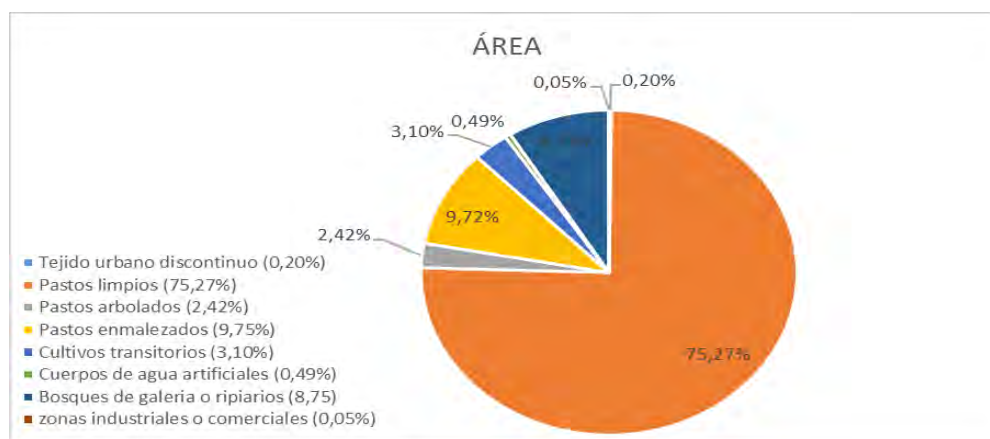


 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Unidad de cobertura (nivel 1)	Características	Unidad de cobertura (nivel 2)	Características	Unidad de cobertura (nivel 3)	Características	% de área	Área total (m2)
	bordean o se encuentran adyacentes a la línea de costa continental, como los mares. Se incluyen en esta clasificación los fondos asociados con los mares, cuya profundidad no supere los 12 metros.		artificiales de agua dulce (no salina), embalses y cuerpos de agua en movimiento, como los ríos y canales.		con el propósito de generación de electricidad y el abastecimiento de acueductos, aunque también para prestar otros servicios tales como control de caudales, inundaciones, abastecimiento de agua, riego y con fines turísticos y recreativos.		

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

Figura 93. Distribución en porcentaje de la cobertura y uso de la tierra en el área de estudio.



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)


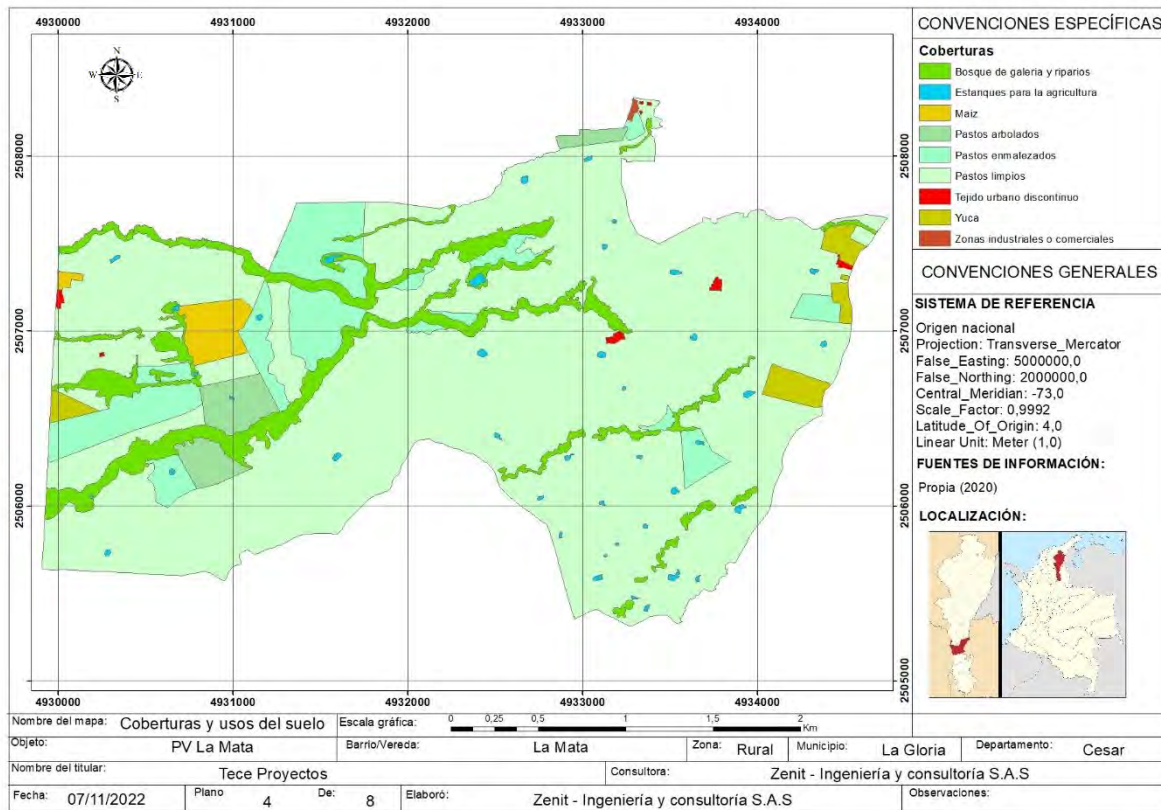
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 94 Cobertura de suelo para el área de influencia del proyeco PV La Mata




Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

## Análisis de susceptibilidad

El cálculo del factor de seguridad en este caso se adapta de la ecuación general presentada, pues si bien los parámetros geomecánicos de los suelos, los espesores de estos y la pendiente son invariables para cualquier escenario, hay dos términos que varían según el escenario de amenaza, o para este caso, la susceptibilidad.

La fórmula inicial, y que ya se presentaron sus especificaciones, reza:

$$FS = \frac{(c' b \sec \alpha + (\gamma b h \cos \alpha - k \gamma b h \sin \alpha - \gamma_w h_w \cos^2 \alpha) \tan \Phi')}{\gamma b h \sin \alpha + k \gamma b h \cos \alpha}$$

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Sin embargo, los términos que dependen de  $k$  (aceleración horizontal) desaparecen, pues eso sólo aplica para sismos. En el caso de  $h_w$ , si se mantiene, y se trabaja como el nivel de aguas freáticas normal sin analizarlo para un período de retorno de 20 años. Así, la fórmula queda de la siguiente manera

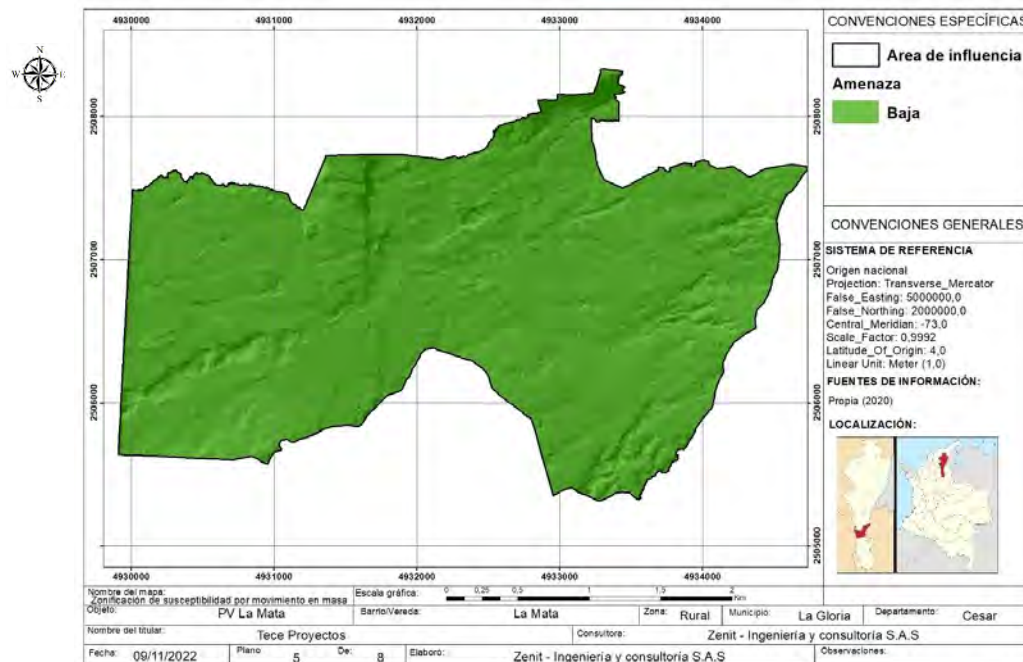
$$FS = \frac{(C' b \sec \alpha + (\gamma b h \cos \alpha - \gamma_w h_w \cos^2 \alpha) \tan \phi')}{\gamma b h \sin \alpha}$$

Los procedimientos de análisis fueron llevados a cabo con un software SIG, cada uno de los parámetros fue interpolado a partir de la información de las perforaciones y de los resultados de laboratorio, de tal modo que para cada celda de análisis se tuviese un dato de cohesión, de fricción, de peso unitario, de espesor, de profundidad del NAF. A partir del DEM, se calculó la pendiente.

Luego de tener rasterizados todos los parámetros, la ecuación del factor de seguridad para susceptibilidad fue insertada en la herramienta Raster Calculator (Calculadora de Ráster), para obtener los resultados finales.

En general, la zona de estudio es poco susceptible a los movimientos en masa, categorizándose en su totalidad como de susceptibilidad baja.

Figura 95 Mapa de susceptibilidad por movimiento en masa



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)


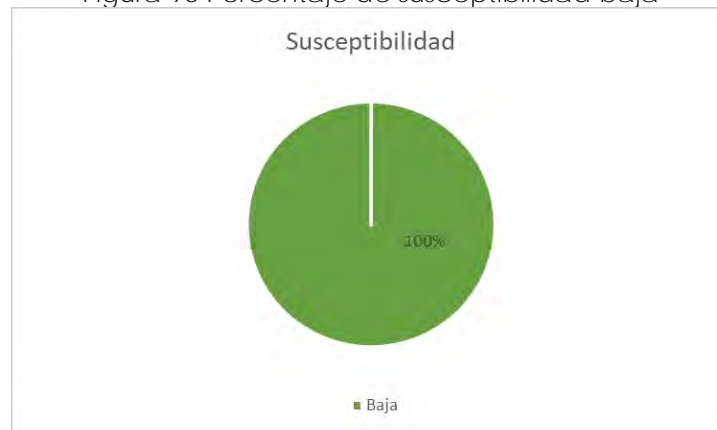
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 97 numero de m2 en susceptibilidad Alta, Media y Baja

URBANO	
Grado	Área (m2)
Alta	0
Media	0
Baja	8546492

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

Figura 96 Porcentaje de susceptibilidad baja



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



## Análisis de amenaza

El cálculo del factor de seguridad varía según el factor detonante, y con cada uno de los detonantes debe tenerse en cuenta una serie de procedimientos que permitan incorporarlos en la ecuación.

### Detonante lluvia

Como se explicó previamente, la ecuación presentada en el apartado 5.1.5.3 se adapta según las necesidades, para el caso específico de las lluvias se tiene que:

$$FS = \frac{(C' b \sec \alpha + (\gamma b h \cos \alpha - \gamma_w h_w \cos^2 \alpha) \tan \phi')}{\gamma b h \sin \alpha}$$

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Es de destacar que la fórmula queda igual que en el caso de la susceptibilidad, sin embargo, el término hw va a cambiar, pues en el caso de la susceptibilidad el hw representa la profundidad del nivel de aguas freáticas para un caso sin influencia de períodos de retorno.

#### Caracterización de la lluvia

Las perforaciones evidenciaron que en el territorio hay ciertos sitios con presencia de niveles de agua freática y otros donde no se encontró; sin embargo, por las observaciones de campo donde se evidenciaron drenajes y encharcamientos, no se desprecia la tabla de agua para ningún sector pues este no debe ser despreciado por el hecho de no haberse encontrado.

Debido a que, como se mencionó anteriormente, la posición del nivel freático es un condicionante de inestabilidad, es clave resaltar su profundidad asociada a un cierto período de retorno, que "la experiencia sugiere utilizar un período de retorno de 20 años" (Servicio Geológico Colombiano, 2017)

Para estimar la proporción de agua infiltrada, se usará el método lluvia-escurrentía propuesto por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, el cual convierte el agua que proviene de una tormenta (P) y se convierte en escurrentía directa (Pe), pero se hace énfasis en aquello que no se convierte en escurrentía, o sea,  $P_i = P - P_e$ , que de acuerdo a SCS corresponde a la suma de las interceptaciones iniciales (Ia) antes del encharcamiento y a la profundidad de agua retenida en el suelo  $I_a + F_a = I_o$  que se trabajará como lluvia infiltrada.

Para poder aplicar el método se requiere de una clasificación inicial del suelo según la clasificación propuesta por el SCS: A, B, C o D según sea el caso. Estas clasificaciones atienden principalmente a la textura de suelo que se encuentre en el sitio de interés y se pueden discriminar según la propuesta de Bradbury et al. (1964) que se encuentra contenida en la siguiente tabla:


Tabla 98: Grupos hidrológicos de suelo.

Grupo hidrológico del suelo	Infiltración cuando están muy húmedos	Características	Textura
A	Rápida	Alta capacidad de Infiltración > 76 mm/h	Arenosa
B	Moderada	Capacidad de infiltración 76-38 mm/h	Arenosa-limosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa
C	Lenta	Capacidad de infiltración 36-13 mm/h	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa
D	Muy Lenta	Capacidad de infiltración < 13 mm/h	Arcillosa

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

Previamente se han identificado las unidades de geología local, dichas unidades presentan características texturales y propiedades físicas específicas que permiten categorizarlas dentro de



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

un grupo hidrológico del suelo, en este orden de ideas, se presentan los suelos identificados y su respectivo grupo hidrológico acorde a sus características.

Tabla 99: Unidades de geología para ingeniería y grupo hidrológico

Geología	Grupo hidrológico
Cabecera urbana	
Suelo transportado arcillo-limoso de depósitos aluviales	C
Suelo transportado arcilloso de depósitos aluviales	C

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

Los suelos son tipo C.

Una vez conocido el tipo de suelo se puede determinar el número de curva, el cual se convierte en un parámetro fundamental para el cálculo de la infiltración. El número de curva depende entonces de dos parámetros: el primero es el tipo de suelo hidrológico que se ha determinado previamente y el segundo corresponde a la cobertura que se tenga en el área de interés; las coberturas ya fueron presentadas en el apartado de caracterización geoambiental. El fin último es utilizar la clasificación propuesta por Chow et al. (1994) y que se sintetiza en la siguiente tabla:

Tabla 100: Valores del número de curva para diferentes grupos hidrológicos y usos del suelo

USO DE SUELO	GRUPO HIDROLÓGICO DE SUELO			
	A	B	C	D
Tierra cultivada				
Sin tratamiento de conservación	72	81	88	91
Con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales				
Condiciones pobres	68	79	86	89
Condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos	30	58	71	78
Bosques				
Troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas	45	66	77	83
Cubierta buena	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.				
Óptimas condiciones: cubierta en pasto (75 % o más)	39	61	74	80
Condiciones aceptables: cubierta en pasto (50 al 75 %)	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85 % impermeables)	89	92	94	95
Distritos industriales (72 % impermeables)	81	88	91	93
Residencial				
Tamaño promedio lote porcentaje promedio impermeable				
1/8 de acre 65	77	85	90	92
1/4 de acre 38	61	75	83	87
1/3 de acre 30	57	72	81	86
1/2 de acre 25	54	70	80	85
1 de acre 20	51	68	79	84
Parqueadero pavimentado, techos, accesos, etc.	98	98	98	98
Calles y carreteras				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados	98	98	98	98
Grava	76	85	89	91
Tierra	72	82	87	89

Fuente: Chow et al. (1994)

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

A continuación, se presentan las posibles combinaciones de cobertura y grupo hidrológico, de tal manera que se asigne un número de curva de acuerdo con la clasificación anteriormente presentada.

Tabla 101: Valores del número de curva

Coberturas	Grupo Hidrológico	Número de curva
Estanques para la agricultura	C	71
Tejido urbano discontinuo	C	90
Pastos enmalezados	C	86
Bosque de galería y riparios	C	85
Zonas industriales o comerciales	C	90
Pastos limpios	C	74
Pastos arbolados	C	74
Maíz	C	78
Yuca	C	78

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

De lo anterior se pueden identificar los números de curva (CN) para suelos tipo C con coberturas variables entre bosques, pastos, cultivos, artificiales, etc. Ahora que se conoce el número de curva (CN) se debe evaluar el régimen de lluvias y la precipitación diaria del área de interés con el fin de poder estimar la profundidad del nivel freático para un periodo de retorno de 20 años.

Dentro del geoportal del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), se puede observar la localización de las estaciones hidrometeorológicas que pertenecen al Catálogo Nacional de Estaciones, Luego de llevarse a cabo la revisión de cuales estaciones se encontraban más cercanas a la zona de estudio, se pudo encontrar a la estación La Mata.

De la página web oficial de IDEAM se ha podido extraer información de precipitación total anual y máxima diaria desde 1992 hasta 2021 (30 años) de la estación La Mata, esto puede observarse en la próxima tabla.

Tabla 102: Registro de precipitación total anual para la estación La Mata

Año	Ppt anual (mm)
1992	2305,2
1993	2824,7
1994	2464,0
1995	3584,9
1996	3889,6
1997	2282,0


 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Año	Ppt anual (mm)
1998	4180,4
1999	5581,5
2000	4810,3
2001	3500,7
2002	2958,0
2003	4997,4
2004	3879,1
2005	4123,6
2006	4358,2
2007	4685,5
2008	2141,7
2009	1715,5
2010	2800,4
2011	2675,5
2012	2550,7
2013	2425,8
2014	2300,9
2015	2079,7
2016	1858,4
2017	2329,9
2018	1872,9
2019	1694,8
2020	1881,6
2021	1905,1

Fuente: IDEAM (2022)

De la información anterior relacionada con precipitación total anual se tiene que el promedio de precipitación total anual registrada en la estación La Mata es de 3021,9 mm. Se podría decir además que la lluvia promedio diaria es el resultado de dividir la lluvia anual entre 365 días, es decir, 8,27 mm.

Con la información de lluvia, tipo de suelo y número de curva recopilada se procederá a calcular la retención máxima S, así:

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Donde S está en milímetros y CN corresponde al número de curva previamente seleccionado como representativo de la zona.

Posteriormente, se procederá a calcular la precipitación infiltrada en 24 horas. Para ello se partirá de la ecuación planteada por el método lluvia – escorrentía del SCS y que se presenta en seguida:

$$Q = \frac{(P - 0,25)^2}{P + 0,8S}$$

Q es el valor de escorrentía neta o precipitación efectiva, pero dado que interesa el dato de infiltración, se procederá a determinarla así:

$$Pi = P - Pe$$

Donde Pi es la lluvia que se infiltra, P es la lluvia total media diaria y Pe es la lluvia que escurre como precipitación efectiva que sería equivalente a Q.

Aplicando este procedimiento para cada combinatoria de cobertura y grupo hidrológico del suelo, se ha identificado la lluvia infiltrada anual para cada caso, con el ánimo de conocer la desviación estándar y su coeficiente de variación. Se tiene que:

Tabla 103: Registro de precipitación anual que se infiltra para los últimos 30 años en la estación La Mata considerando la cobertura

Coberturas	Retención (S) (mm)	Q	Pi	Rln inf/esc	inf anual	desv	cv
Estanques para la agricultura	103,7465	1,7063	6,5637	0,7937	2398,4186	888,06101	0,3703
Tejido urbano discontinuo	28,2222	0,2235	8,0465	0,9730	2940,2722	1088,6928	0,3703
Pastos enmalezados	41,3488	0,0000	8,2700	1,0000	3021,93	1118,9282	0,3703

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Coberturas	Retención (S) (mm)	Q	Pi	Rln inf/esc	inf anual	desv	cv
Bosque de galería y riparios	44,8235	0,0109	8,2591	0,9987	3017,9337	1117,4485	0,3703
Zonas industriales o comerciales	28,2222	0,2235	8,0465	0,9730	2940,2722	1088,6928	0,3703
Pastos limpios	89,2432	1,1517	7,1183	0,8607	2601,0851	963,10223	0,3703
Pastos arbolados	89,2432	1,1517	7,1183	0,8607	2601,0851	963,10223	0,3703
Maíz	71,6410	0,5596	7,7104	0,9323	2817,4378	1043,211	0,3703
Yuca	71,6410	0,5596	7,7104	0,9323	2817,4378	1043,211	0,3703

Fuente: Modificado y adaptado a partir de información suministrada por IDEAM (2022)

Con los datos necesarios se procede a calcular la profundidad del nivel freático para un periodo de retorno de 20 años, así:

$$P_{f20} = (\bar{P}_f - 1,65CVP_f) - (I_{t20} * 24)$$

Donde Pf20 corresponde a la profundidad del nivel freático asociado a una lluvia con periodo de retorno de 20 años, en mm.

Pf corresponde a la profundidad media del nivel freático, en este caso para cada uno de los puntos.

CVPf corresponde a la desviación estándar asignada a la variación del nivel freático, expresada en términos del coeficiente de variación de los acumulados anuales de precipitación infiltrada, en milímetros. Para este caso se utiliza un valor de 0.37, de acuerdo con el análisis de los datos anuales. De precipitación total infiltrada.

Las profundidades varían según el perfil de análisis, tomando en cuenta el sitio donde se prospecta realizar la construcción de las edificaciones, es decir, donde la pendiente pasa de ser alta a un poco más moderada.

li20: corresponde a la intensidad de la lluvia infiltrada diaria para un periodo de retorno de 20 años, de acuerdo con las curvas IDF también en milímetros por hora, siendo 24 el número de horas al día para calcular la precipitación correspondiente acumulada a diario.

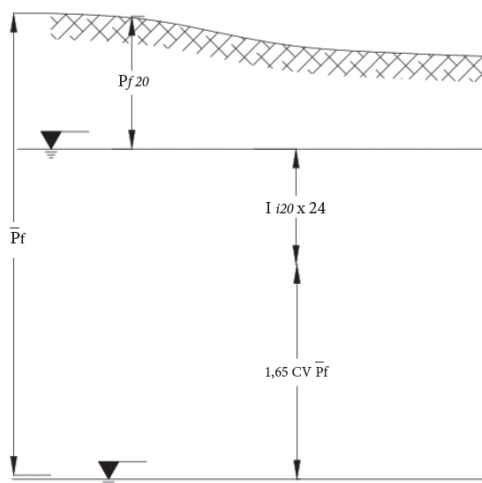
La siguiente figura representa el significado real de cada una de las anteriores variables.





	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 97: Representación de los términos utilizados para calcular la profundidad del nivel freático asociada a un periodo de retorno de 20 años.



Fuente: SGC (2017)

Para un periodo de retorno dado, en este caso 20 años, el nivel freático tenderá a subir cuando se presente eventos lluviosos máximos extremos.

Se supone que la serie de acumulados anuales de lluvia infiltrable sigue una distribución normal por ser suma de eventos de precipitación individuales. El valor de 1,65 corresponde, entonces, al valor Z de la distribución normal estándar asociado a una probabilidad de excedencia anual de 0,05, correspondiente a un periodo de retorno de 20 años.

La variación de las profundidades se ha calculado con base en las desviaciones estándar de las lluvias infiltradas presentadas en la tabla 103, los procedimientos se han realizado a través del software SIG, tomando en cuenta, además, la intensidad de lluvia para un periodo de retorno de 20 años y una duración de 60 minutos. La guía recomienda determinar la intensidad de la lluvia para un periodo de retorno de 20 años y una duración de 24 horas, pero el término 24 horas se está discriminando en la ecuación de  $Pf_{20}$  por lo cual se debe evaluar para una duración de 1 hora o 60 min.

En este caso, el ascenso del nivel de aguas freáticas supera el espesor del suelo, es decir, habría total saturación de los suelos.


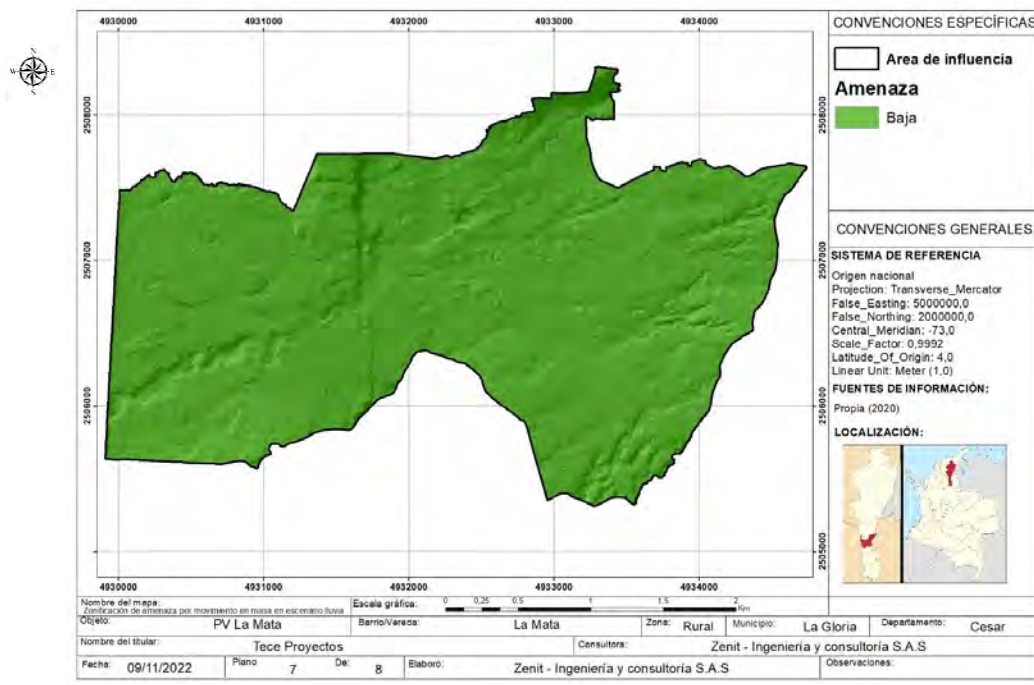
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 98 Mapa de zonificación de amenaza por movimiento en masa en escenario de lluvia



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

Tabla 104: m2 en amenaza alta, media y baja para escenario lluvia

URBANO	
Grado	Área (m2)
Alta	0
Media	0
Baja	8546492

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)


	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 99: Porcentajes de amenaza baja en escenario lluvia



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)


Detonante sismo

De manera similar a lo ocurrido con el escenario de lluvia, la ecuación presentada en el apartado 5.1.5.3 se adapta según las necesidades, para el caso específico de los sismos modifica según:

$$FS = \frac{(C'b \sec \alpha + (ybh \cos \alpha - kyb \sin \alpha - \gamma_w h_w \cos^2 \alpha) \tan \phi')}{ybh \sin \alpha + kyb \cos \alpha}$$

Es de destacar que la fórmula queda igual a la presentada en el apartado 5.1.5.3 dado que ya aparece el coeficiente de aceleración horizontal. En el caso de escenario de sismo, las alturas del nivel freático serán las mismas que en el escenario de susceptibilidad, toda vez que en este caso no se toma en cuenta la influencia de las lluvias.

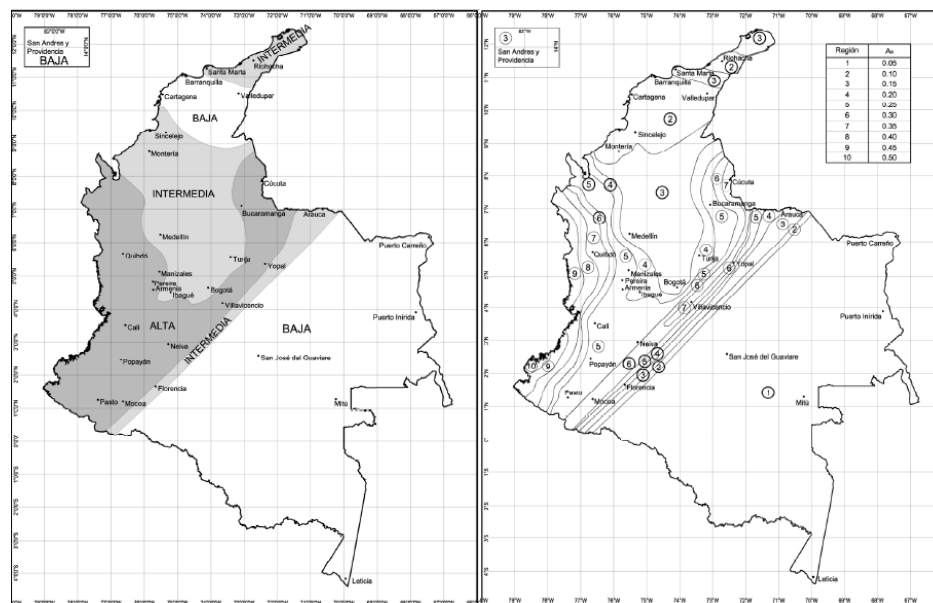
Para aplicar el escenario sísmico, se debe conocer el coeficiente de aceleración horizontal para poder analizar el equilibrio límite en condición pseudoestática para que, a partir del mismo, se determinen los componentes verticales y horizontales de la carga sísmica de la zona.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

La información sísmica será recopilada del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010) en especial lo contemplado en su título A: Requisitos generales de diseño y construcción sismo resistente.

El primer paso para definir los parámetros sísmicos es determinar los movimientos sísmicos de diseño, para ello se requiere conocer el coeficiente de aceleración pico horizontal del municipio en el cual se está ejecutando el proyecto. Este coeficiente es conocido como  $A_a$  y varía según si el municipio se localiza en una zona de amenaza sísmica alta, media o baja:

Figura 100: Mapas de zonificación por amenaza sísmica: Categorización en alta, media y baja (izquierda) y categorización según el valor de  $A_a$  (derecha)





Fuente: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Previamente cuando se explicó el perfil del suelo se presentó que el coeficiente  $A_a$  para el área de interés es de 0,15; por su parte,  $F_a$  varía entre 2,1 para perfiles E y 1,2, para perfiles C. Se tomará en cuenta el caso más crítico.

Paso para seguir es la determinación del coeficiente de importancia, este técnicamente responde a qué tipo de edificación se construirá y que para este caso es de importancia 1,0.

Para conocer la aceleración máxima horizontal se plantea que:

$$a_{max} = F_a * I * A_a$$

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Donde  $a_{max}$  es la aceleración máxima,  $F_a$  es el coeficiente para zona de periodos cortos en el espectro,  $I$  es el coeficiente de importancia y  $A_a$  es el coeficiente de aceleración pico horizontal.

Tabla 105: Valores de  $F_a$ ,  $I$ ,  $A_a$  y  $A_{max}$

Perfil	$F_a$	$I$	$A_a$	$A_{max}$
E	2,10	1,00	0,15	0,315

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

Ahora bien, el título H de la NSR-10 explica que “el coeficiente sísmico de diseño para análisis pseudoestáticos de taludes KST tiene valor inferior o igual al de  $a_{max}$  y se admiten los siguientes valores mínimos de KST/ $a_{max}$  dependiendo del tipo de material térreo (reforzado o no) y del tipo de análisis”:

Tabla 106: Valores de KST/ $a_{max}$  mínimos para análisis pseudoestáticos de taludes

Material	$K_{ST}/a_{max}$ Mínimo	Análisis de Amplificación Mínimo
Suelos, enrocados y macizos rocosos muy fracturados (RQD < 50%)	0.80	Ninguno
Macizos rocosos (RQD > 50%)	1.00	Ninguno
Todos los materiales térreos	0.67	Amplificación de onda unidimensional en dos columnas y promediar
Todos los materiales térreos	0.50	Amplificación de onda bidimensional

Fuente

: (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010)

Según lo anterior:

$$\frac{K_{ST}}{a_{max}} = 0,8$$

Perfil	$A_{max}$
E	0,25

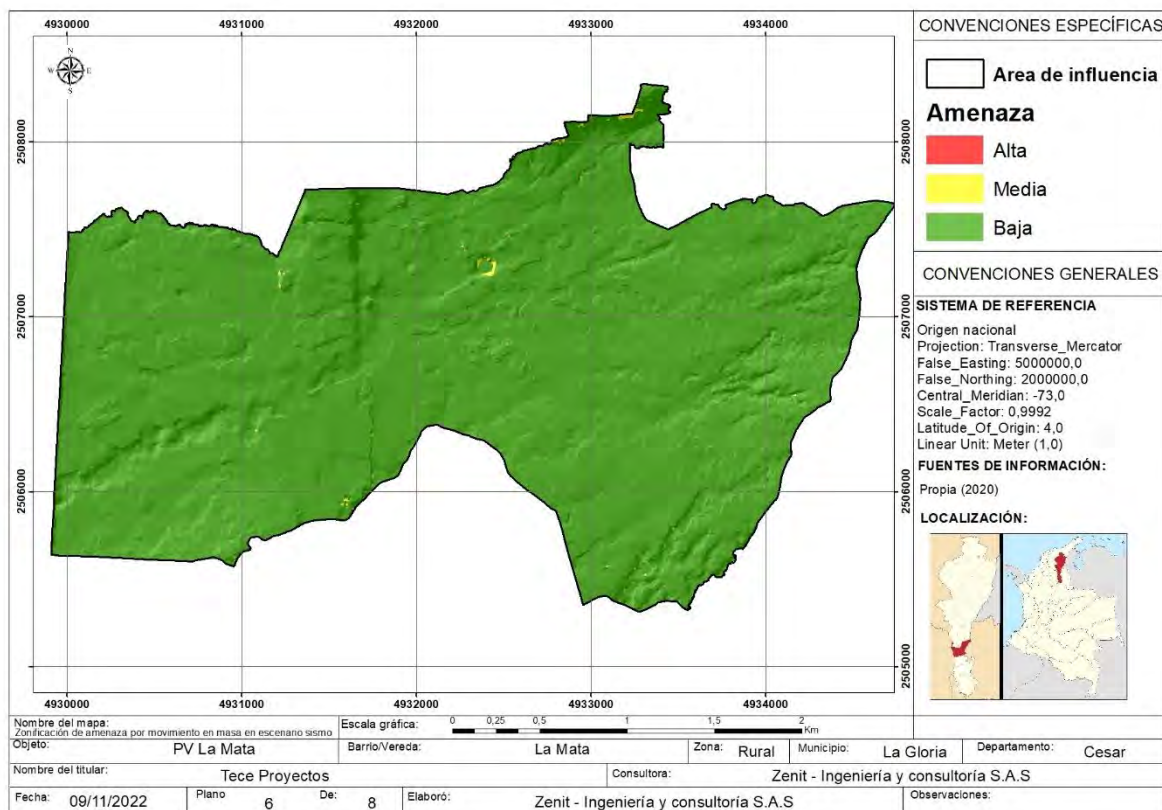
Los coeficientes de aceleración horizontal se asignan a cada UGI y se rasterizan con el ánimo de hacer los procedimientos de álgebra de mapas con la calculadora de ráster.

Los sismos ocasionan áreas de amenaza alta pero muy localizadas lo que significa que los suelos tienden a tener una mala respuesta a las ondulaciones sísmicas, por lo tanto, era de esperarse que en este escenario aparezcan más zonas críticas.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 101 Mapa de zonificación de amenaza por movimiento en masa en escenario de sismo



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

Tabla 107: m2 en amenaza alta, media y baja en escenario sismo

URBANO	
Grado	Área (m2)
Alta	245
Media	11343
Baja	8512491

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)


	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 102: Porcentajes de amenaza en escenario sismo



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

#### Amenaza síntesis

La amenaza síntesis corresponde a la combinación de los escenarios de lluvia y de sismo y representan el escenario más crítico posible.

Para este caso se dan zonas de amenaza alta, muy sectorizadas, y principalmente hacia las zonas más cercanas a los encharcamientos o cuerpos artificiales de agua. La amenaza alta se da únicamente en el supuesto de que ocurra un aguacero con intensidad de período de retorno de 20 años y sí al mismo tiempo ocurre un sismo. A pesar de lo anterior, la zona en general es estable y no presenta mayores inconvenientes por inestabilidad de laderas.


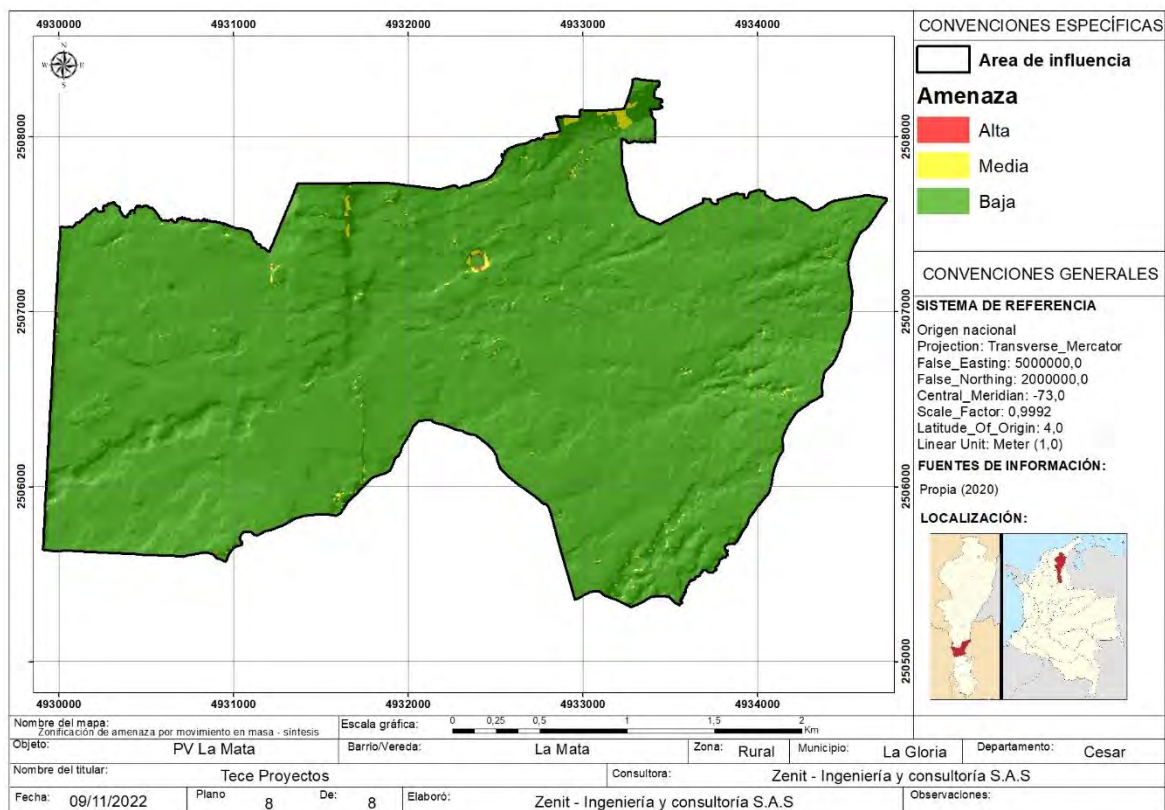
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 103 Mapa de zonificación de amenaza por movimiento en masa – síntesis



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

Tabla 108: m2 en amenaza alta, media y baja en síntesis

URBANO	
Grado	Área (m2)
Alta	1788
Media	43501
Baja	8478295

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)


	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 104: Porcentajes de amenaza en síntesis



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

#### Análisis de la capacidad de carga

Basándose en las características de la zona de estudio y por el tipo de construcción que se prospecta, se recomienda que la cimentación sea de tipo superficial: zapatas apoyadas sobre el estrato que corresponda según su localización. Se proponen varias alternativas de cimentación tomando en cuenta diferentes anchos de base y diferentes niveles de desplante.

El estrato sobre el cual se localizará la cimentación varía dependiendo de si se encuentra el pardo o el pardo anaranjado. Para efectos de este estudio se le llamará zona 1 a aquellas donde el suelo que aflora es el pardo y zona 2 a aquellas donde el suelo que aflora es el pardo anaranjado.


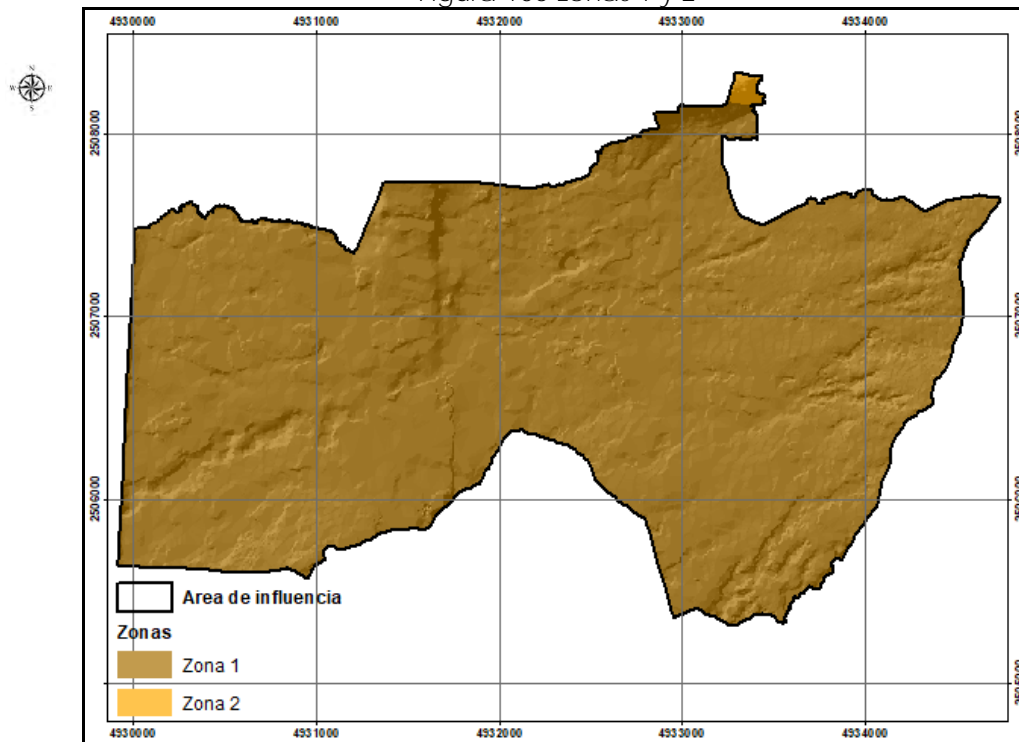
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 105 zonas 1 y 2



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



Para obtener las propiedades geomecánicas de los estratos se tomaron muestras a diferentes profundidades y se realizaron ensayos de resistencia como el corte directo y la compresión confinada tal y como se explicó anteriormente en los apartados de prospección geotécnica y de caracterización geotécnica. Particularmente, la resistencia a la compresión del estrato en la zona 1 es de 3,75 ton/m<sup>2</sup> para el que se tomará un valor de referencia de 3,0 ton/m<sup>2</sup>, para ser conservadores; por su parte, la resistencia a la compresión del estrato en la zona 2 es de 20,69 ton/m<sup>2</sup> para el que se tomará un valor de referencia de 20,0 ton/m<sup>2</sup>, para ser conservadores.

Así pues, los datos usados para el cálculo de la capacidad de carga del suelo son:

- Zona 1: Peso unitario de 1,89 ton/m<sup>3</sup>, cohesión de 4,67 ton/m<sup>2</sup> y el ángulo de fricción de 31°.
- Zona 2: Peso unitario de 1,98 ton/m<sup>3</sup>, cohesión de 16,16 ton/m<sup>2</sup> y el ángulo de fricción de 43°.

La capacidad de carga se calcula con base en la fórmula de Terzaghi y modificada por Meyerhof quien incluyó factores de corrección y de carga, la ecuación se presenta a



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

continuación. Esta capacidad de carga debe ser castigada por un factor de seguridad de 3 para determinar una capacidad de carga admisible tal y como lo indica la NSR-10.

$$Q_f = c * N_c * S_c + q * N_q * c_{wq} * S_q + 0.5 * P_{UT} * B * N_g * c_{wg} * S_g$$

$$Q_a = Q_f / 3$$

Dónde:

$Q_f$  = Capacidad de carga en el momento de la falla

$Q_a$  = Capacidad de carga admisible del suelo para un factor de seguridad de 3

$c$  = Cohesión del suelo

$q$  = Sobrecarga (Nivel de desplante \* Peso unitario)

$P_{UT}$  = Peso unitario del material

$N_c$ ,  $N_q$  y  $N_g$  = Factores de carga de Meyerhof función del ángulo de fricción.

Para efectos de un cálculo conservativo, los factores de carga serán analizados para falla local. Se da claridad en que la falla local aplica para cimentaciones que se apoyan en estratos de suelo arcilloso o arenoso de compactación media que, al aumentar la carga, hace que se incremente el asentamiento con la particularidad de que la superficie de falla se extiende de forma gradual hasta la superficie y termina dentro de la misma masa de suelo y no del terreno. Se puede tratar como una falla intermedia entre falla general y falla por punzonamiento donde se presenta hinchamiento del suelo al lado de la cimentación y compresión vertical por debajo de la misma.

La fórmula de capacidad de carga general presentada en este capítulo no varía, lo que si debe ajustarse son los factores de carga y los factores de forma, lo anterior porque estos dependen en gran parte del ángulo de fricción, el cual se debe ajustar como  $\tan^{-1} (2/3 (\tan(\text{fricción})))$ . La cohesión también debe corregirse a  $2/3$  de su valor.

Sí bien los ángulos de fricción son de 31 y 43 grados, este debe trabajarse como 21 y 31, respectivamente, por lo tanto, los factores de carga  $N_c$ ,  $N_q$  y  $N_g$  son 15,8, 7,1 y 6,2 para la zona 1 y son 32,7, 20,6 y 20,0 para la zona 2.

Los valores de capacidad de carga en el momento de la falla y la capacidad de carga admisible serán:

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 109. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,0 m en la zona 1

1	B	q ultima (Kn/m2)	q admisible (Kn/m2)	q admisible (ton/m2)
P A R A  D f  =  1 , 0 m	1	572,96	190,99	19,1
	1,1	574,8	191,6	19,16
	1,2	576,64	192,21	19,22
	1,3	578,48	192,83	19,28
	1,4	580,32	193,44	19,34
	1,5	582,16	194,05	19,41
	1,6	584	194,67	19,47
	1,7	585,84	195,28	19,53
	1,8	587,68	195,89	19,59
	1,9	589,52	196,51	19,65
	2	591,36	197,12	19,71
	2,1	593,2	197,73	19,77
	2,2	595,04	198,35	19,84
	2,3	596,87	198,96	19,9
	2,4	598,71	199,57	19,96
	2,5	600,55	200,18	20,02
	2,6	602,39	200,8	20,08
	2,7	604,23	201,41	20,14
	2,8	606,07	202,02	20,2
	2,9	607,91	202,64	20,26
	3	609,75	203,25	20,33
	3,1	611,59	203,86	20,39
	3,2	613,43	204,48	20,45
	3,3	615,27	205,09	20,51
	3,4	617,11	205,7	20,57
	3,5	618,95	206,32	20,63
	3,6	620,79	206,93	20,69
	3,7	622,63	207,54	20,75
	3,8	624,46	208,15	20,82
	3,9	626,3	208,77	20,88
	4	628,14	209,38	20,94
	4,1	629,98	209,99	21
	4,2	631,82	210,61	21,06
	4,3	633,66	211,22	21,12
	4,4	635,5	211,83	21,18
	4,5	637,34	212,45	21,25
	4,6	639,18	213,06	21,31
	4,7	641,02	213,67	21,37
	4,8	642,86	214,29	21,43
	4,9	644,7	214,9	21,49
	5	646,54	215,51	21,55

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



Cra 6 No. 62b – 32 Edificio Sexta Avenida. Montería. Córdoba 7890384  
[info@tcsas.co](mailto:info@tcsas.co) [www.tcsas.co](http://www.tcsas.co)



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 110. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,1 m en la zona 1

1	B	q última (Kn/m2)	q admisible (Kn/m2)	q admisible (ton/m2)
P A R A  D f  =  1 , 1  m	1	579,28	193,09	19,31
	1,1	581,12	193,71	19,37
	1,2	582,96	194,32	19,43
	1,3	584,8	194,93	19,49
	1,4	586,64	195,55	19,56
	1,5	588,48	196,16	19,62
	1,6	590,32	196,77	19,68
	1,7	592,16	197,39	19,74
	1,8	594	198	19,8
	1,9	595,84	198,61	19,86
	2	597,68	199,23	19,92
	2,1	599,52	199,84	19,98
	2,2	601,35	200,45	20,05
	2,3	603,19	201,06	20,11
	2,4	605,03	201,68	20,17
	2,5	606,87	202,29	20,23
	2,6	608,71	202,9	20,29
	2,7	610,55	203,52	20,35
	2,8	612,39	204,13	20,41
	2,9	614,23	204,74	20,47
	3	616,07	205,36	20,54
	3,1	617,91	205,97	20,6
	3,2	619,75	206,58	20,66
	3,3	621,59	207,2	20,72
	3,4	623,43	207,81	20,78
	3,5	625,27	208,42	20,84
	3,6	627,11	209,04	20,9
	3,7	628,94	209,65	20,97
	3,8	630,78	210,26	21,03
	3,9	632,62	210,87	21,09
	4	634,46	211,49	21,15
	4,1	636,3	212,1	21,21
	4,2	638,14	212,71	21,27
	4,3	639,98	213,33	21,33
	4,4	641,82	213,94	21,39
	4,5	643,66	214,55	21,46
	4,6	645,5	215,17	21,52
	4,7	647,34	215,78	21,58
	4,8	649,18	216,39	21,64
	4,9	651,02	217,01	21,7
	5	652,86	217,62	21,76

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 111. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,2 m en la zona 1

1	B	q ultima (Kn/m2)	q admisible (Kn/m2)	q admisible (ton/m2)
P A R A  D f  =  1 , 2  m	1	585,6	195,2	19,52
	1,1	587,44	195,81	19,58
	1,2	589,28	196,43	19,64
	1,3	591,12	197,04	19,7
	1,4	592,96	197,65	19,77
	1,5	594,8	198,27	19,83
	1,6	596,64	198,88	19,89
	1,7	598,48	199,49	19,95
	1,8	600,32	200,11	20,01
	1,9	602,16	200,72	20,07
	2	603,99	201,33	20,13
	2,1	605,83	201,94	20,19
	2,2	607,67	202,56	20,26
	2,3	609,51	203,17	20,32
	2,4	611,35	203,78	20,38
	2,5	613,19	204,4	20,44
	2,6	615,03	205,01	20,5
	2,7	616,87	205,62	20,56
	2,8	618,71	206,24	20,62
	2,9	620,55	206,85	20,69
	3	622,39	207,46	20,75
	3,1	624,23	208,08	20,81
	3,2	626,07	208,69	20,87
	3,3	627,91	209,3	20,93
	3,4	629,75	209,92	20,99
	3,5	631,58	210,53	21,05
	3,6	633,42	211,14	21,11
	3,7	635,26	211,75	21,18
	3,8	637,1	212,37	21,24
	3,9	638,94	212,98	21,3
	4	640,78	213,59	21,36
	4,1	642,62	214,21	21,42
	4,2	644,46	214,82	21,48
	4,3	646,3	215,43	21,54
	4,4	648,14	216,05	21,61
	4,5	649,98	216,66	21,67
	4,6	651,82	217,27	21,73
	4,7	653,66	217,89	21,79
	4,8	655,5	218,5	21,85
	4,9	657,34	219,11	21,91
	5	659,17	219,72	21,97

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



Cra 6 No. 62b – 32 Edificio Sexta Avenida. Montería. Córdoba 7890384  
[info@tcsas.co](mailto:info@tcsas.co) [www.tcsas.co](http://www.tcsas.co)

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 112. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,3 m en la zona 1

1	B	q ultima (Kn/m2)	q admisible (Kn/m2)	q admisible (ton/m2)
P A R A  D f  =  1 , 3  m	1	591,92	197,31	19,73
	1,1	593,76	197,92	19,79
	1,2	595,6	198,53	19,85
	1,3	597,44	199,15	19,92
	1,4	599,28	199,76	19,98
	1,5	601,12	200,37	20,04
	1,6	602,96	200,99	20,1
	1,7	604,8	201,6	20,16
	1,8	606,64	202,21	20,22
	1,9	608,47	202,82	20,28
	2	610,31	203,44	20,34
	2,1	612,15	204,05	20,41
	2,2	613,99	204,66	20,47
	2,3	615,83	205,28	20,53
	2,4	617,67	205,89	20,59
	2,5	619,51	206,5	20,65
	2,6	621,35	207,12	20,71
	2,7	623,19	207,73	20,77
	2,8	625,03	208,34	20,83
	2,9	626,87	208,96	20,9
	3	628,71	209,57	20,96
	3,1	630,55	210,18	21,02
	3,2	632,39	210,8	21,08
	3,3	634,23	211,41	21,14
	3,4	636,06	212,02	21,2
	3,5	637,9	212,63	21,26
	3,6	639,74	213,25	21,33
	3,7	641,58	213,86	21,39
	3,8	643,42	214,47	21,45
	3,9	645,26	215,09	21,51
	4	647,1	215,7	21,57
	4,1	648,94	216,31	21,63
	4,2	650,78	216,93	21,69
	4,3	652,62	217,54	21,75
	4,4	654,46	218,15	21,82
	4,5	656,3	218,77	21,88
	4,6	658,14	219,38	21,94
	4,7	659,98	219,99	22
	4,8	661,82	220,61	22,06
	4,9	663,65	221,22	22,12
	5	665,49	221,83	22,18

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)





 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 113. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,4 m en la zona 1

1	B	q ultima (Kn/m2)	q admisible (Kn/m2)	q admisible (ton/m2)
P A R A  D f  =  1 , 4  m	1	598,24	199,41	19,94
	1,1	600,08	200,03	20
	1,2	601,92	200,64	20,06
	1,3	603,76	201,25	20,13
	1,4	605,6	201,87	20,19
	1,5	607,44	202,48	20,25
	1,6	609,28	203,09	20,31
	1,7	611,11	203,7	20,37
	1,8	612,95	204,32	20,43
	1,9	614,79	204,93	20,49
	2	616,63	205,54	20,55
	2,1	618,47	206,16	20,62
	2,2	620,31	206,77	20,68
	2,3	622,15	207,38	20,74
	2,4	623,99	208	20,8
	2,5	625,83	208,61	20,86
	2,6	627,67	209,22	20,92
	2,7	629,51	209,84	20,98
	2,8	631,35	210,45	21,05
	2,9	633,19	211,06	21,11
	3	635,03	211,68	21,17
	3,1	636,87	212,29	21,23
	3,2	638,7	212,9	21,29
	3,3	640,54	213,51	21,35
	3,4	642,38	214,13	21,41
	3,5	644,22	214,74	21,47
	3,6	646,06	215,35	21,54
	3,7	647,9	215,97	21,6
	3,8	649,74	216,58	21,66
	3,9	651,58	217,19	21,72
	4	653,42	217,81	21,78
	4,1	655,26	218,42	21,84
	4,2	657,1	219,03	21,9
	4,3	658,94	219,65	21,97
	4,4	660,78	220,26	22,03
	4,5	662,62	220,87	22,09
	4,6	664,46	221,49	22,15
	4,7	666,29	222,1	22,21
	4,8	668,13	222,71	22,27
	4,9	669,97	223,32	22,33
	5	671,81	223,94	22,39

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 114. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,5 en la zona 1

1,5	B	q ultima (Kn/m2)	q admisible (Kn/m2)	q admisible (ton/m2)
P A R A  D f  =  1 , 5  m	1	604,56	201,52	20,15
	1,1	606,4	202,13	20,21
	1,2	608,24	202,75	20,28
	1,3	610,08	203,36	20,34
	1,4	611,92	203,97	20,4
	1,5	613,76	204,59	20,46
	1,6	615,59	205,2	20,52
	1,7	617,43	205,81	20,58
	1,8	619,27	206,42	20,64
	1,9	621,11	207,04	20,7
	2	622,95	207,65	20,77
	2,1	624,79	208,26	20,83
	2,2	626,63	208,88	20,89
	2,3	628,47	209,49	20,95
	2,4	630,31	210,1	21,01
	2,5	632,15	210,72	21,07
	2,6	633,99	211,33	21,13
	2,7	635,83	211,94	21,19
	2,8	637,67	212,56	21,26
	2,9	639,51	213,17	21,32
	3	641,35	213,78	21,38
	3,1	643,18	214,39	21,44
	3,2	645,02	215,01	21,5
	3,3	646,86	215,62	21,56
	3,4	648,7	216,23	21,62
	3,5	650,54	216,85	21,69
	3,6	652,38	217,46	21,75
	3,7	654,22	218,07	21,81
	3,8	656,06	218,69	21,87
	3,9	657,9	219,3	21,93
	4	659,74	219,91	21,99
	4,1	661,58	220,53	22,05
	4,2	663,42	221,14	22,11
	4,3	665,26	221,75	22,18
	4,4	667,1	222,37	22,24
	4,5	668,94	222,98	22,3
	4,6	670,77	223,59	22,36
	4,7	672,61	224,2	22,42
	4,8	674,45	224,82	22,48
	4,9	676,29	225,43	22,54
	5	678,13	226,04	22,6

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



Cra 6 No. 62b – 32 Edificio Sexta Avenida. Montería. Córdoba 7890384  
[info@tcsas.co](mailto:info@tcsas.co) [www.tcsas.co](http://www.tcsas.co)


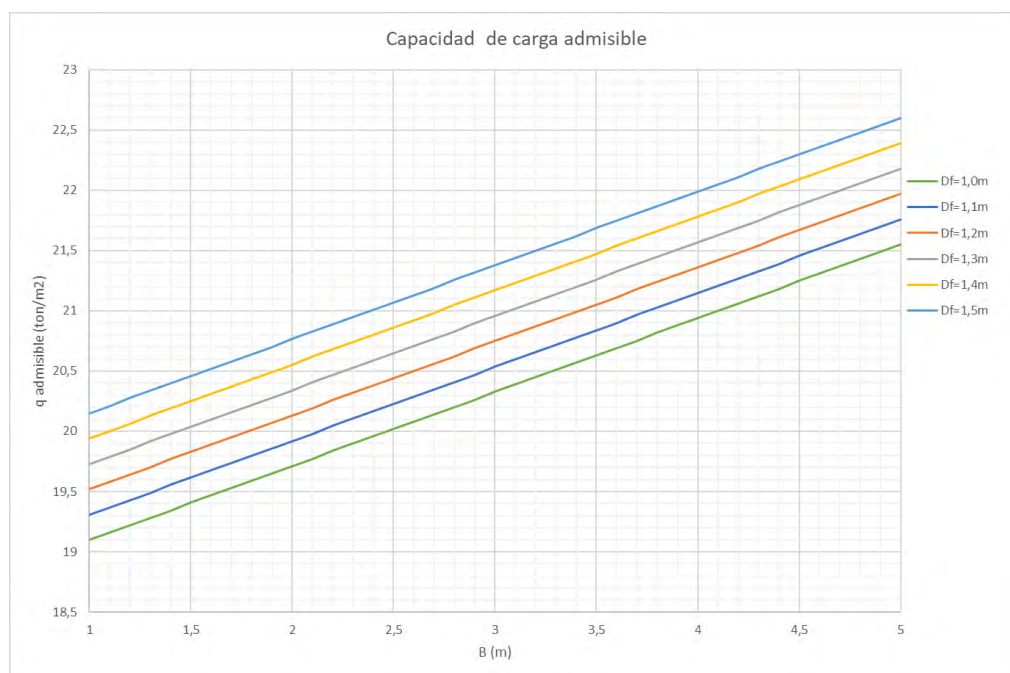
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 106. Resumen de las capacidades portantes de zapatas superficiales para diferentes anchos (B) y diferentes niveles de desplante (Df) en la zona 1



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

Debido a que el nivel de aguas está a una profundidad menor a potenciales anchos del cimiento, se hizo necesaria la corrección de la capacidad admisible por efecto de la tabla de agua corrigiendo el peso unitario saturado por el sumergido.

La carga ejercida por la estructura deberá ser calculada por el ingeniero estructural para elegir la cimentación más conveniente. Para diferentes tipos de carga transmitidas por las columnas a los cimientos se tiene que no debe superar la capacidad portante calculada en este apartado, así si por ejemplo la carga es de 3 ton/m².

Tabla 115. Cuadro de cargas transmitida por columnas

Carga puntual por área unitaria	Área unitaria del cimiento	Presión de contacto
Ton	m²	Ton/m²
3.0	1.0	3.0
6.0	2.0	3.0
12.0	4.0	3.0

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 116. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,0 m en la zona 2

1	B	q ultima (Kn/m2)	q admisible (Kn/m2)	q admisible (ton/m2)
P A R A  D f  =  1 / 0 m	1	1849,87	616,62	61,66
	1,1	1858,37	619,46	61,95
	1,2	1866,86	622,29	62,23
	1,3	1875,35	625,12	62,51
	1,4	1883,85	627,95	62,8
	1,5	1892,34	630,78	63,08
	1,6	1900,83	633,61	63,36
	1,7	1909,33	636,44	63,64
	1,8	1917,82	639,27	63,93
	1,9	1926,31	642,1	64,21
	2	1934,81	644,94	64,49
	2,1	1943,3	647,77	64,78
	2,2	1951,79	650,6	65,06
	2,3	1960,29	653,43	65,34
	2,4	1968,78	656,26	65,63
	2,5	1977,27	659,09	65,91
	2,6	1985,77	661,92	66,19
	2,7	1994,26	664,75	66,48
	2,8	2002,75	667,58	66,76
	2,9	2011,25	670,42	67,04
	3	2019,74	673,25	67,33
	3,1	2028,23	676,08	67,61
	3,2	2036,73	678,91	67,89
	3,3	2045,22	681,74	68,17
	3,4	2053,71	684,57	68,46
	3,5	2062,21	687,4	68,74
	3,6	2070,7	690,23	69,02
	3,7	2079,19	693,06	69,31
	3,8	2087,69	695,9	69,59
	3,9	2096,18	698,73	69,87
	4	2104,67	701,56	70,16
	4,1	2113,17	704,39	70,44
	4,2	2121,66	707,22	70,72
	4,3	2130,15	710,05	71,01
	4,4	2138,65	712,88	71,29
	4,5	2147,14	715,71	71,57
	4,6	2155,63	718,54	71,85
	4,7	2164,13	721,38	72,14
	4,8	2172,62	724,21	72,42
	4,9	2181,11	727,04	72,7
	5	2189,61	729,87	72,99

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 117. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,1 m en la zona 2

1	B	q ultima (Kn/m2)	q admisible (Kn/m2)	q admisible (ton/m2)
P A R A  D f  =  1 , 1  m	1	1870,06	623,35	62,34
	1,1	1878,55	626,18	62,62
	1,2	1887,05	629,02	62,9
	1,3	1895,54	631,85	63,19
	1,4	1904,03	634,68	63,47
	1,5	1912,53	637,51	63,75
	1,6	1921,02	640,34	64,03
	1,7	1929,51	643,17	64,32
	1,8	1938,01	646	64,6
	1,9	1946,5	648,83	64,88
	2	1954,99	651,66	65,17
	2,1	1963,49	654,5	65,45
	2,2	1971,98	657,33	65,73
	2,3	1980,47	660,16	66,02
	2,4	1988,97	662,99	66,3
	2,5	1997,46	665,82	66,58
	2,6	2005,95	668,65	66,87
	2,7	2014,45	671,48	67,15
	2,8	2022,94	674,31	67,43
	2,9	2031,43	677,14	67,71
	3	2039,93	679,98	68
	3,1	2048,42	682,81	68,28
	3,2	2056,91	685,64	68,56
	3,3	2065,41	688,47	68,85
	3,4	2073,9	691,3	69,13
	3,5	2082,39	694,13	69,41
	3,6	2090,89	696,96	69,7
	3,7	2099,38	699,79	69,98
	3,8	2107,87	702,62	70,26
	3,9	2116,37	705,46	70,55
	4	2124,86	708,29	70,83
	4,1	2133,35	711,12	71,11
	4,2	2141,85	713,95	71,4
	4,3	2150,34	716,78	71,68
	4,4	2158,83	719,61	71,96
	4,5	2167,33	722,44	72,24
	4,6	2175,82	725,27	72,53
	4,7	2184,31	728,1	72,81
	4,8	2192,81	730,94	73,09
	4,9	2201,3	733,77	73,38
	5	2209,79	736,6	73,66

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)





 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 118. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,2 m en la zona 2

1	B	q ultima (Kn/m2)	q admisible (Kn/m2)	q admisible (ton/m2)
P A R A  D f  =  1 , 2  m	1	1890,25	630,08	63,01
	1,1	1898,74	632,91	63,29
	1,2	1907,24	635,75	63,58
	1,3	1915,73	638,58	63,86
	1,4	1924,22	641,41	64,14
	1,5	1932,72	644,24	64,42
	1,6	1941,21	647,07	64,71
	1,7	1949,7	649,9	64,99
	1,8	1958,2	652,73	65,27
	1,9	1966,69	655,56	65,56
	2	1975,18	658,39	65,84
	2,1	1983,68	661,23	66,12
	2,2	1992,17	664,06	66,41
	2,3	2000,66	666,89	66,69
	2,4	2009,16	669,72	66,97
	2,5	2017,65	672,55	67,26
	2,6	2026,14	675,38	67,54
	2,7	2034,64	678,21	67,82
	2,8	2043,13	681,04	68,1
	2,9	2051,62	683,87	68,39
	3	2060,12	686,71	68,67
	3,1	2068,61	689,54	68,95
	3,2	2077,1	692,37	69,24
	3,3	2085,6	695,2	69,52
	3,4	2094,09	698,03	69,8
	3,5	2102,58	700,86	70,09
	3,6	2111,08	703,69	70,37
	3,7	2119,57	706,52	70,65
	3,8	2128,06	709,35	70,94
	3,9	2136,56	712,19	71,22
	4	2145,05	715,02	71,5
	4,1	2153,54	717,85	71,79
	4,2	2162,04	720,68	72,07
	4,3	2170,53	723,51	72,35
	4,4	2179,02	726,34	72,63
	4,5	2187,52	729,17	72,92
	4,6	2196,01	732	73,2
	4,7	2204,5	734,83	73,48
	4,8	2213	737,67	73,77
	4,9	2221,49	740,5	74,05
	5	2229,98	743,33	74,33

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



Cra 6 No. 62b – 32 Edificio Sexta Avenida. Montería. Córdoba 7890384  
[info@tcsas.co](mailto:info@tcsas.co) [www.tcsas.co](http://www.tcsas.co)

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 119. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,3 m en la zona 2

1	B	q ultima (Kn/m2)	q admisible (Kn/m2)	q admisible (ton/m2)
P A R A  D f  =  1 , 3  m	1	1910,44	636,81	63,68
	1,1	1918,93	639,64	63,96
	1,2	1927,42	642,47	64,25
	1,3	1935,92	645,31	64,53
	1,4	1944,41	648,14	64,81
	1,5	1952,9	650,97	65,1
	1,6	1961,4	653,8	65,38
	1,7	1969,89	656,63	65,66
	1,8	1978,38	659,46	65,95
	1,9	1986,88	662,29	66,23
	2	1995,37	665,12	66,51
	2,1	2003,86	667,95	66,8
	2,2	2012,36	670,79	67,08
	2,3	2020,85	673,62	67,36
	2,4	2029,34	676,45	67,65
	2,5	2037,84	679,28	67,93
	2,6	2046,33	682,11	68,21
	2,7	2054,82	684,94	68,49
	2,8	2063,32	687,77	68,78
	2,9	2071,81	690,6	69,06
	3	2080,3	693,43	69,34
	3,1	2088,8	696,27	69,63
	3,2	2097,29	699,1	69,91
	3,3	2105,78	701,93	70,19
	3,4	2114,28	704,76	70,48
	3,5	2122,77	707,59	70,76
	3,6	2131,26	710,42	71,04
	3,7	2139,76	713,25	71,33
	3,8	2148,25	716,08	71,61
	3,9	2156,74	718,91	71,89
	4	2165,24	721,75	72,18
	4,1	2173,73	724,58	72,46
	4,2	2182,22	727,41	72,74
	4,3	2190,72	730,24	73,02
	4,4	2199,21	733,07	73,31
	4,5	2207,7	735,9	73,59
	4,6	2216,2	738,73	73,87
	4,7	2224,69	741,56	74,16
	4,8	2233,18	744,39	74,44
	4,9	2241,68	747,23	74,72
	5	2250,17	750,06	75,01

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 120. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,4 m en la zona 2

1	B	q ultima (Kn/m2)	q admisible (Kn/m2)	q admisible (ton/m2)
P A R A  D f  =  1 , 4  m	1	1930,63	643,54	64,35
	1,1	1939,12	646,37	64,64
	1,2	1947,61	649,2	64,92
	1,3	1956,11	652,04	65,2
	1,4	1964,6	654,87	65,49
	1,5	1973,09	657,7	65,77
	1,6	1981,59	660,53	66,05
	1,7	1990,08	663,36	66,34
	1,8	1998,57	666,19	66,62
	1,9	2007,07	669,02	66,9
	2	2015,56	671,85	67,19
	2,1	2024,05	674,68	67,47
	2,2	2032,55	677,52	67,75
	2,3	2041,04	680,35	68,04
	2,4	2049,53	683,18	68,32
	2,5	2058,03	686,01	68,6
	2,6	2066,52	688,84	68,88
	2,7	2075,01	691,67	69,17
	2,8	2083,51	694,5	69,45
	2,9	2092	697,33	69,73
	3	2100,49	700,16	70,02
	3,1	2108,99	703	70,3
	3,2	2117,48	705,83	70,58
	3,3	2125,97	708,66	70,87
	3,4	2134,47	711,49	71,15
	3,5	2142,96	714,32	71,43
	3,6	2151,45	717,15	71,72
	3,7	2159,95	719,98	72
	3,8	2168,44	722,81	72,28
	3,9	2176,93	725,64	72,56
	4	2185,43	728,48	72,85
	4,1	2193,92	731,31	73,13
	4,2	2202,41	734,14	73,41
	4,3	2210,91	736,97	73,7
	4,4	2219,4	739,8	73,98
	4,5	2227,89	742,63	74,26
	4,6	2236,39	745,46	74,55
	4,7	2244,88	748,29	74,83
	4,8	2253,37	751,12	75,11
	4,9	2261,87	753,96	75,4
	5	2270,36	756,79	75,68

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



Cra 6 No. 62b – 32 Edificio Sexta Avenida. Montería. Córdoba 7890384  
[info@tcsas.co](mailto:info@tcsas.co) [www.tcsas.co](http://www.tcsas.co)

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 121. Capacidad de carga para zapatas cuadradas de varios anchos (B) y nivel de desplante de 1,5 en la zona 2

1,5	B	q ultima (Kn/m2)	q admisible (Kn/m2)	q admisible (ton/m2)
P A R A  D f  =  1 , 5  m	1	1950,81	650,27	65,03
	1,1	1959,31	653,1	65,31
	1,2	1967,8	655,93	65,59
	1,3	1976,29	658,76	65,88
	1,4	1984,79	661,6	66,16
	1,5	1993,28	664,43	66,44
	1,6	2001,77	667,26	66,73
	1,7	2010,27	670,09	67,01
	1,8	2018,76	672,92	67,29
	1,9	2027,25	675,75	67,58
	2	2035,75	678,58	67,86
	2,1	2044,24	681,41	68,14
	2,2	2052,73	684,24	68,42
	2,3	2061,23	687,08	68,71
	2,4	2069,72	689,91	68,99
	2,5	2078,21	692,74	69,27
	2,6	2086,71	695,57	69,56
	2,7	2095,2	698,4	69,84
	2,8	2103,69	701,23	70,12
	2,9	2112,19	704,06	70,41
	3	2120,68	706,89	70,69
	3,1	2129,17	709,72	70,97
	3,2	2137,67	712,56	71,26
	3,3	2146,16	715,39	71,54
	3,4	2154,65	718,22	71,82
	3,5	2163,15	721,05	72,11
	3,6	2171,64	723,88	72,39
	3,7	2180,13	726,71	72,67
	3,8	2188,63	729,54	72,95
	3,9	2197,12	732,37	73,24
	4	2205,61	735,2	73,52
	4,1	2214,11	738,04	73,8
	4,2	2222,6	740,87	74,09
	4,3	2231,09	743,7	74,37
	4,4	2239,59	746,53	74,65
	4,5	2248,08	749,36	74,94
	4,6	2256,57	752,19	75,22
	4,7	2265,07	755,02	75,5
	4,8	2273,56	757,85	75,79
	4,9	2282,05	760,68	76,07
	5	2290,55	763,52	76,35

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)


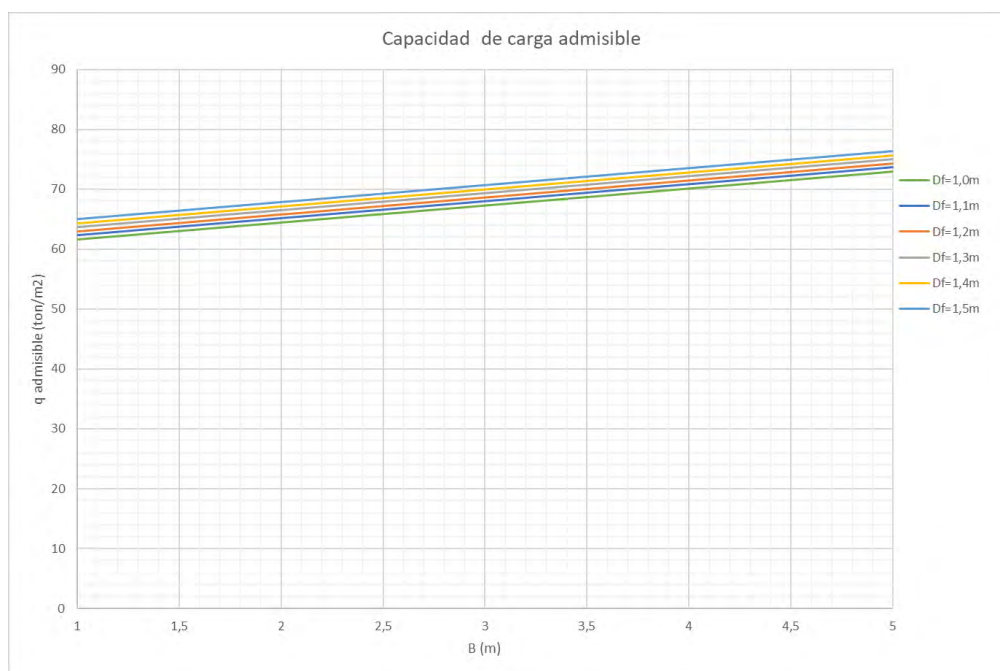
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 107. Resumen de las capacidades portantes de zapatas superficiales para diferentes anchos (B) y diferentes niveles de desplante (Df) en la zona 2blu



Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

Debido a que el nivel de aguas está a una profundidad menor a potenciales anchos del cimiento, se hizo necesaria la corrección de la capacidad admisible por efecto de la tabla de agua corrigiendo el peso unitario saturado por el sumergido.


La carga ejercida por la estructura deberá ser calculada por el ingeniero estructural para elegir la cimentación más conveniente. Para diferentes tipos de carga transmitidas por las columnas a los cimientos se tiene que no debe superar la capacidad portante calculada en este apartado, así sí por ejemplo la carga es de 20 ton/m².

Tabla 122. Cuadro de cargas transmitida por columnas

Carga puntual por área unitaria	Área unitaria del cimiento	Presión de contacto
Ton	m²	Ton/m²
20.0	1.0	20.0
40.0	2.0	20.0
80.0	4.0	20.0

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

## Cálculo de asentamientos

El cálculo de los asentamientos depende de la distribución de los esfuerzos en la masa del suelo la cual fue analizada por Boussinesq, se usarán los ábacos para cargas rectangulares uniformemente distribuidas que analizan los esfuerzos a diferentes profundidades. El incremento de los esfuerzos por la sobrecarga aplica la regla - trapezoidal también de Boussinesq los incrementos de carga son representativos hasta una profundidad de 3B para cimientos superficiales rectangulares o cuadrados.

El cálculo del asentamiento está dado por:

$$S = S_{elástico} + S_{consolidación\ primaria} + S_{consolidación\ secundaria}$$

En las siguientes tablas se presentan los datos requeridos para calcular asentamientos. La carga definitiva es tomada en cuenta y se presenta en las siguientes tablas como Qa. Para asentamientos elásticos se toma en cuenta la base del cimiento (B) y para el asentamiento por consolidación primaria se toman en cuenta ambas dimensiones de la zapata (largo y base) lo cual es indispensable para calcular lo que en las tablas se presenta como Sigma Superior, Sigma Medio y Sigma Inferior que dan lugar al cálculo de  $\Delta P$  a partir de las metodologías de Boussinesq y los ábacos de Fadum.

Los asentamientos que se presentan a continuación son estimados dado que se desconocen las cargas definitivas de las estructuras que se construirán.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS				Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)				Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA				Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 123. Asentamientos totales esperados para las diferentes cargas (Qa) en la zona 1

Qa	B	Asent (m)	Asent (mm)	Df	PO	Sigma Sup	Sigma Med	Sigma Inf	Delta P	Asent (m)	Asent (mm)	Total (mm)
1	1	5,56E-06	5,56E-03	1	0,98	0,175	0,118	0,085	0,122	0,01	10,54	10,54
1	2	1,11E-05	1,11E-02			0,232	0,203	0,175	0,203	0,02	16,92	16,93
1	3	1,67E-05	1,67E-02			0,245	0,232	0,215	0,231	0,02	19,03	19,05
1	4	2,22E-05	2,22E-02			0,250	0,242	0,232	0,242	0,02	19,80	19,82
1	5	2,78E-05	2,78E-02			0,250	0,250	0,242	0,249	0,02	20,31	20,34
2	1	1,11E-05	1,11E-02	1,1	1,078	0,326	0,232	0,170	0,237	0,02	17,87	17,88
2	2	2,22E-05	2,22E-02			0,452	0,402	0,350	0,402	0,03	28,45	28,47
2	3	3,34E-05	3,34E-02			0,486	0,462	0,430	0,461	0,03	31,96	31,99
2	4	4,45E-05	4,45E-02			0,492	0,482	0,464	0,481	0,03	33,12	33,16
2	5	5,56E-05	5,56E-02			0,500	0,500	0,484	0,497	0,03	34,07	34,13
3	1	1,67E-05	1,67E-02	1,2	1,176	0,453	0,342	0,255	0,346	0,02	23,16	23,18
3	2	3,34E-05	3,34E-02			0,666	0,597	0,525	0,597	0,04	36,85	36,88
3	3	5,00E-05	5,00E-02			0,720	0,690	0,645	0,688	0,04	41,35	41,40
3	4	6,67E-05	6,67E-02			0,741	0,720	0,696	0,720	0,04	42,88	42,94
3	5	8,34E-05	8,34E-02			0,750	0,750	0,726	0,746	0,04	44,12	44,21
4	1	2,22E-05	2,22E-02	1,3	1,274	0,564	0,448	0,340	0,449	0,03	27,13	27,16
4	2	4,45E-05	4,45E-02			0,860	0,788	0,700	0,785	0,04	43,13	43,18
4	3	6,67E-05	6,67E-02			0,952	0,916	0,860	0,913	0,05	48,52	48,59
4	4	8,89E-05	8,89E-02			0,980	0,956	0,928	0,955	0,05	50,26	50,35
4	5	1,11E-04	1,11E-01			0,992	1,000	0,968	0,993	0,05	51,77	51,89
5	1	2,78E-05	2,78E-02	1,4	1,372	0,650	0,550	0,425	0,546	0,03	30,08	30,11
5	2	5,56E-05	5,56E-02			1,045	0,975	0,875	0,970	0,05	48,03	48,08
5	3	8,34E-05	8,34E-02			1,175	1,140	1,075	1,135	0,05	54,14	54,23
5	4	1,11E-04	1,11E-01			1,210	1,190	1,160	1,188	0,06	56,03	56,15
5	5	1,39E-04	1,39E-01			1,235	1,245	1,210	1,238	0,06	57,74	57,88
6	1	3,34E-05	3,34E-02	1,5	1,47	0,732	0,648	0,510	0,639	0,03	32,42	32,45
6	2	6,67E-05	6,67E-02			1,218	1,158	1,050	1,150	0,05	51,91	51,97
6	3	1,00E-04	1,00E-01			1,392	1,362	1,290	1,355	0,06	58,67	58,77
6	4	1,33E-04	1,33E-01			1,434	1,422	1,392	1,419	0,06	60,68	60,82
6	5	1,67E-04	1,67E-01			1,476	1,488	1,452	1,480	0,06	62,56	62,73

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS				Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)				Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA				Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 124. Asentamientos totales esperados para las diferentes cargas (Qa) en la zona 2

Qa	B	Asent (m)	Asent (mm)	Df	PO	Sigma Sup	Sigma Med	Sigma Inf	Delta P	Asent (m)	Asent (mm)	Total (mm)
1	1	5,56E-06	5,56E-03	1	0,98	0,175	0,118	0,085	0,122	0,01	14,06	14,07
1	2	1,11E-05	1,11E-02			0,232	0,203	0,175	0,203	0,02	22,58	22,59
1	3	1,67E-05	1,67E-02			0,245	0,232	0,215	0,231	0,03	25,40	25,42
1	4	2,22E-05	2,22E-02			0,250	0,242	0,232	0,242	0,03	26,42	26,44
1	5	2,78E-05	2,78E-02			0,250	0,250	0,242	0,249	0,03	27,11	27,13
2	1	1,11E-05	1,11E-02	1,1	1,078	0,326	0,232	0,170	0,237	0,02	23,85	23,86
2	2	2,22E-05	2,22E-02			0,452	0,402	0,350	0,402	0,04	37,96	37,98
2	3	3,34E-05	3,34E-02			0,486	0,462	0,430	0,461	0,04	42,65	42,68
2	4	4,45E-05	4,45E-02			0,492	0,482	0,464	0,481	0,04	44,20	44,24
2	5	5,56E-05	5,56E-02			0,500	0,500	0,484	0,497	0,05	45,47	45,53
3	1	1,67E-05	1,67E-02	1,2	1,176	0,453	0,342	0,255	0,346	0,03	30,91	30,93
3	2	3,34E-05	3,34E-02			0,666	0,597	0,525	0,597	0,05	49,18	49,21
3	3	5,00E-05	5,00E-02			0,720	0,690	0,645	0,688	0,06	55,18	55,23
3	4	6,67E-05	6,67E-02			0,741	0,720	0,696	0,720	0,06	57,22	57,29
3	5	8,34E-05	8,34E-02			0,750	0,750	0,726	0,746	0,06	58,88	58,97
4	1	2,22E-05	2,22E-02	1,3	1,274	0,564	0,448	0,340	0,449	0,04	36,21	36,23
4	2	4,45E-05	4,45E-02			0,860	0,788	0,700	0,785	0,06	57,56	57,61
4	3	6,67E-05	6,67E-02			0,952	0,916	0,860	0,913	0,06	64,75	64,82
4	4	8,89E-05	8,89E-02			0,980	0,956	0,928	0,955	0,07	67,07	67,16
4	5	1,11E-04	1,11E-01			0,992	1,000	0,968	0,993	0,07	69,10	69,21
5	1	2,78E-05	2,78E-02	1,4	1,372	0,650	0,550	0,425	0,546	0,04	40,15	40,17
5	2	5,56E-05	5,56E-02			1,045	0,975	0,875	0,970	0,06	64,10	64,15
5	3	8,34E-05	8,34E-02			1,175	1,140	1,075	1,135	0,07	72,26	72,34
5	4	1,11E-04	1,11E-01			1,210	1,190	1,160	1,188	0,07	74,78	74,89
5	5	1,39E-04	1,39E-01			1,235	1,245	1,210	1,238	0,08	77,06	77,20
6	1	3,34E-05	3,34E-02	1,5	1,47	0,732	0,648	0,510	0,639	0,04	43,27	43,30
6	2	6,67E-05	6,67E-02			1,218	1,158	1,050	1,150	0,07	69,27	69,34
6	3	1,00E-04	1,00E-01			1,392	1,362	1,290	1,355	0,08	78,30	78,40
6	4	1,33E-04	1,33E-01			1,434	1,422	1,392	1,419	0,08	80,99	81,12
6	5	1,67E-04	1,67E-01			1,476	1,488	1,452	1,480	0,08	83,49	83,66

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



En ningún caso se da que los asentamientos totales sean superiores a 15 cms (150 mms) (Numeral H.4.9.2 NSR-10), lo cual es admisible para estructuras aisladas.

Coefficiente de balasto

El coeficiente de balasto  $K_s$  es un parámetro que se define como la relación entre la presión que actúa en un punto,  $p$ , y el asiento que se produce,  $y$ , es decir  $K_s = p/y$ . Este parámetro tiene dimensión de peso específico y, aunque depende de las propiedades del terreno no es una constante de este ya que también depende de las dimensiones del área que carga contra el terreno.

El coeficiente de balasto se puede obtener mediante el ensayo de placa de carga o a partir de múltiples correlaciones que se basan en múltiples propiedades del terreno.



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Para suelos cohesivos:

$$k = \frac{k_{30} \cdot 0.3}{B}$$

Para suelos arenosos

$$k = k_{30} \left( \frac{B + 0.3}{2B} \right)^2$$

Para suelos de transición (entre arenas y arcillas)

$$k = \frac{\%_{cohesivo}}{100} \cdot k_{cohesivo} + \frac{\%_{arenoso}}{100} \cdot k_{arenoso}$$

En este caso el 51% del material es cohesivo y el 49% es arenoso en la zona 1, y el 71% del material es cohesivo y el 29% es arenoso en la zona 2.

Para K30 se tiene:

Tabla 125. Valores de K30 propuestos por Terzaghi

Valores de k30 propuestos por Terzaghi			
Tipos de suelo			K30 max
Arena seca o húmeda	Suelta	0,64	1,92
	Media	1,92	9,6
	Compacta	9,6	32
Arena sumergida	Suelta	0,8	
	Media	2,5	
	Compacta	10	
Arcilla	qu=1-2 kg/cm²	1,6	3,2
	qu=2-4 kg/cm²	3,2	6,4
	qu>4 kg/cm²	>6,4	

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Dado que el Qu es de 0,3 kg/cm<sup>2</sup> para la zona 1, se usará un K30 de 1,6 kg/cm<sup>3</sup> para las arcillas y de 1,92 kg/cm<sup>2</sup> para las arenas. En el caso de la zona 2, por tener Qu de 2,0 kg/cm<sup>2</sup>, se considera un K30 de 3,2 kg/cm<sup>3</sup> para las arcillas.

Tabla 126. Coeficientes de balasto para diferentes anchos de cimentación para la zona 1

B (m)	K cohesivo	K arenoso	K final
1,00	0,48	0,81	0,64
1,10	0,44	0,78	0,60
1,20	0,40	0,75	0,57
1,30	0,37	0,73	0,54
1,40	0,34	0,71	0,52
1,50	0,32	0,69	0,50
1,60	0,30	0,68	0,48
1,70	0,28	0,66	0,47
1,80	0,27	0,65	0,46
1,90	0,25	0,64	0,44
2,00	0,24	0,63	0,43
2,10	0,23	0,63	0,42
2,20	0,22	0,62	0,41
2,30	0,21	0,61	0,41
2,40	0,20	0,61	0,40
2,50	0,19	0,60	0,39
2,60	0,18	0,60	0,39
2,70	0,18	0,59	0,38
2,80	0,17	0,59	0,38
2,90	0,17	0,58	0,37
3,00	0,16	0,58	0,37
3,10	0,15	0,58	0,36
3,20	0,15	0,57	0,36
3,30	0,15	0,57	0,35
3,40	0,14	0,57	0,35
3,50	0,14	0,57	0,35
3,60	0,13	0,56	0,34
3,70	0,13	0,56	0,34
3,80	0,13	0,56	0,34
3,90	0,12	0,56	0,34
4,00	0,12	0,55	0,33
4,10	0,12	0,55	0,33
4,20	0,11	0,55	0,33
4,30	0,11	0,55	0,33
4,40	0,11	0,55	0,32
4,50	0,11	0,55	0,32
4,60	0,10	0,54	0,32
4,70	0,10	0,54	0,32
4,80	0,10	0,54	0,32
4,90	0,10	0,54	0,31
5,00	0,10	0,54	0,31

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)



Cra 6 No. 62b – 32 Edificio Sexta Avenida. Montería. Córdoba 7890384  
[info@tcsas.co](mailto:info@tcsas.co) [www.tcsas.co](http://www.tcsas.co)





 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 127. Coeficientes de balasto para diferentes anchos de cimentación para la zona 2

B (m)	K cohesivo	K arenoso	K final
1,00	0,96	0,81	0,92
1,10	0,87	0,78	0,85
1,20	0,80	0,75	0,79
1,30	0,74	0,73	0,74
1,40	0,69	0,71	0,69
1,50	0,64	0,69	0,65
1,60	0,60	0,68	0,62
1,70	0,56	0,66	0,59
1,80	0,53	0,65	0,57
1,90	0,51	0,64	0,55
2,00	0,48	0,63	0,52
2,10	0,46	0,63	0,51
2,20	0,44	0,62	0,49
2,30	0,42	0,61	0,47
2,40	0,40	0,61	0,46
2,50	0,38	0,60	0,45
2,60	0,37	0,60	0,44
2,70	0,36	0,59	0,42
2,80	0,34	0,59	0,41
2,90	0,33	0,58	0,40
3,00	0,32	0,58	0,40
3,10	0,31	0,58	0,39
3,20	0,30	0,57	0,38
3,30	0,29	0,57	0,37
3,40	0,28	0,57	0,37
3,50	0,27	0,57	0,36
3,60	0,27	0,56	0,35
3,70	0,26	0,56	0,35
3,80	0,25	0,56	0,34
3,90	0,25	0,56	0,34
4,00	0,24	0,55	0,33
4,10	0,23	0,55	0,33
4,20	0,23	0,55	0,32
4,30	0,22	0,55	0,32
4,40	0,22	0,55	0,31
4,50	0,21	0,55	0,31
4,60	0,21	0,54	0,31
4,70	0,20	0,54	0,30
4,80	0,20	0,54	0,30
4,90	0,20	0,54	0,30
5,00	0,19	0,54	0,29

Fuente: ZENIT Ingeniería y Consultoría S.A.S. (2022)

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

## Parámetros de las estructuras de contención

El valor del ángulo de fricción utilizado para el cálculo de los parámetros será de 21 por ser el más crítico identificado.

- El coeficiente activo de tierras será  $K_a = 0,47$
- El coeficiente pasivo de tierras será  $K_p = 2,12$
- El coeficiente en reposo de tierras será  $K_0 = 0,64$

Todas las estructuras de contención deben estar cimentadas sobre los suelos naturales sin excepción, ya sea apoyadas en zapatas continuas una combinación de zapatas con pilotes. El lleno debe ser de material preferiblemente granular con el fin de garantizar una alta densidad y evitar presiones adicionales y las estructuras deben tener un espaldar filtrante para que no haya ingreso de agua a la misma.

## Conclusiones y recomendaciones



Basándose en las características de la zona de estudio y por el tipo de construcción que se prospecta para la nueva estructura se recomienda que la cimentación sea de tipo superficial: zapatas.

Inicialmente se deja claro que, la geometría definitiva de la cimentación depende de la carga definitiva que esta deba soportar y lo cual debe calcularse a partir del análisis estructural de los diferentes elementos que componen la estructura. Una vez definida la carga que debe ser soportada, se debe remitir al capítulo "Análisis de la capacidad de carga" donde existe variedad de alternativas y donde se podrá seleccionar la cimentación adecuada. Las recomendaciones expresas en este capítulo son de carácter general en el sentido de que no se emitirá una capacidad admisible específica ni única.

A pesar de lo anterior, si se evidencia que en la denominada Zona 1 la capacidad portante admisible varía entre 19,10 ton/m<sup>2</sup> para una zapata con ancho de 1 metro y nivel de desplante de 1 metro hasta 22,60 ton/m<sup>2</sup> para una zapata con ancho de 5 metros y nivel de desplante de 1,5 metros; por su parte en la denominada Zona 2 la capacidad portante admisible varía entre 61,66 ton/m<sup>2</sup> para una zapata con ancho de 1 metro y nivel de desplante de 1 metro hasta 76,35 ton/m<sup>2</sup> para una zapata con ancho de 5 metros y nivel de desplante de 1,5 metros

Para las condiciones mencionadas en las cimentaciones analizadas y diferentes cargas se corroboró que en ningún caso el asentamiento total es superior a 30 cms, lo cual es admisible por la NSR-10 para estructuras aisladas.

El perfil de suelo corresponde varía entre tipo E y C, Los coeficientes  $F_a$  y  $F_v$  serán 2,1 y 3,35, respectivamente para el primer estrato y serán 1,2 y 1,65, respectivamente para el segundo estrato.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

El suelo en que se cimentará no es expansivo, dispersivo, erodable, colapsable ni licuable. Tampoco se ve afectado por vegetación, pero sí tienen influencia de los cuerpos de agua y ellos afectan la capacidad portante.

La amenaza síntesis por movimientos en masa es en general baja existiendo algunas zonas de amenaza alta, muy sectorizadas, y principalmente hacia las zonas más cercanas a los encharcamientos o cuerpos artificiales de agua. La amenaza alta se da únicamente en el supuesto de que ocurra un aguacero con intensidad de período de retorno de 20 años y si al mismo tiempo ocurre un sismo. A pesar de lo anterior, la zona en general estable y no presenta mayores inconvenientes por inestabilidad de laderas.

Se considera importante que para evitar problemas de inestabilidad en los terrenos y de inestabilidad en las estructuras, se construyan filtros en espina de pescado, los cuales deberán disponer las aguas al sistema de alcantarillado del sector o a las quebradas aledañas, dichos filtros tendrán la siguiente sección:

- Una espina principal de 0.5 x 0.5 m más un tubo de 4 pulgadas.
- Espinas secundarias 0.3 x 0.3 m más un tubo de 4 pulgadas.
- Las espinas deben tener geotextil no tejido 2400 o similar.
- Material filtrante libre de talcos o sustancias solubles con el agua con diámetro entre 1 y 4 pulgadas.

Si en el momento de tener lista las excavaciones para la construcción de los cimientos se presentan un depósito blando tipo relleno o paleosuelo, este debe ser superado en su totalidad antes de fundir el cimiento. El acero de las cimentaciones debe quedar recubierto como mínimo 7.0 cm. de la base de la cimentación. Tanto el concreto y el acero de la fundación deben cumplir la Norma Sismo Resistente.

Debe inspeccionarse muy bien los lotes vecinos para impedir que las excavaciones, afecten elementos de otras estructuras. En caso de ser considerado necesario, todas las construcciones aledañas deben ser debidamente submuradas con el fin de evitar problemas geotécnicos, estas submuraciones dependerán de la altura de los cortes y deberán ser debidamente diseñadas por la parte estructural del proyecto. Para las submuraciones de las construcciones aledañas se recomiendan pantallas en concreto ciclópeo de mínimo 0,3 m de espesor y alturas de submuración menor a 2,0 m, esta actividad se debe realizar en frentes de máximo 3,0 m, para alturas mayores a 2,0 m se deberá pensar en un sistema de contención que haga parte de la nueva estructura o que sea independiente a la misma, debidamente diseñada por la parte estructural del proyecto, para lo cual se presentaron los parámetros de estructuras de contención.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



Para la construcción se debe verificar que los planos estén firmados por el equipo diseñador, además de las aprobaciones de interventoría y la entidad contratante. Para la ejecución de las obras se recomienda tener supervisión técnica continua cumpliendo los requisitos de calidad y experiencia exigidos por el NSR-10, e igualmente se deben tener en cuenta estrictamente los siguientes capítulos del NSR-10: C.3-materiales, C.4-requisitos de durabilidad, C.5-calidad del concreto, mezclado y colocación, C.6-cimbras y encofrados embebidos y juntas de construcción, C.7-detalles del refuerzo, C.23-tanques y estructuras de ingeniería ambiental de concreto.

Se recomienda que una vez se inicien los trabajos de construcción de las obras propuestas, un ingeniero civil especializado revise y verifique que las hipótesis que permitieron realizar este estudio se mantienen o sí, por el contrario, es necesario hacer alguna recomendación adicional.

Todas las obras deberán contemplar todos los requisitos de seguridad y salud en el trabajo, además de cumplir a cabalidad la normativa ambiental.

Las investigaciones y conclusiones consignadas en este informe se ciñen estrictamente a las características morfológicas del sitio en el momento del estudio, cualquier variación de estas o procesos denudativos nuevos o reactivados se deberán informar, para así poder dar las recomendaciones necesarias.

La información de este apartado se recopila en el Anexo C8. Geotecnia.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.9. Atmósfera.

Este componente no fue modificado por que el análisis del EIA de la licencia aprobada por Resolución No 0633 del 28 de diciembre de 2021, contempla el área adicional presentada en esta solicitud de modificación. Por lo que se mantiene la información aprobada bajo Resolución No 0633 del 28 de diciembre de 2021.

La información presentada y aprobada por Corpocesar mediante la Resolución No 0633 del 28 de diciembre de 2021, es la siguiente:

##### 5.1.9.1. Identificación de fuentes de emisiones atmosféricas.

A continuación, se presenta una breve descripción de los principales tipos de emisión atmosférica, la cual se define como la presencia de fluidos gaseosos, puros o con sustancias en suspensión en una masa de aire, dichas emisiones pueden ser tanto de origen natural como de origen antrópico. Las fuentes de emisión se clasifican principalmente en fuentes fijas y móviles, y estas a su vez se subclasifican para poder determinar con mayor exactitud la fuente de emisión y el nivel de afectación.

##### 5.1.9.1.1. Fuentes de emisiones fijas puntuales y diversas.

En el área de influencia del proyecto se evidencia presencia de fuentes de emisiones asociadas principalmente a la cocción de alimentos en estufas de leña, presentes en las viviendas de los predios dentro del área de influencia del proyecto. La práctica de cocción de alimentos mediante el uso de leña aporta a la degradación ambiental, por una parte, por la generación de emisiones y por el uso y aprovechamiento discriminado de la madera.

Adicionalmente, dado que no existe un sistema de recolección de residuos establecido, existe una práctica generalizada en la zona, consistente en la quema y entierro de residuos sólidos. En la zona de estudio se evidencia actividad ganadera. El manejo del ganado y de los terrenos para el pastoreo, implican actividades que pueden producir impactos a la calidad del aire por consumo o explotación excesiva de la cobertura vegetal, generación de gas metano producto de los procesos digestivos del ganado.

Con respecto a la agricultura, en algunos predios del área de influencia del proyecto se evidencian cultivos de yuca, maíz, plátano y arroz para pan coger. El establecimiento de cultivos se considera como fuentes de emisión debido al elevado volumen de residuos fitosanitarios, fertilizantes, biomasa residual y residuos inertes, que afectan la calidad del aire.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.9.1.2. Fuentes de emisiones fijas puntuales y dispersas.

Las emisiones generadas por el tráfico en las vías se constituyen como el tipo de emisión más común presente en el área de influencia del proyecto. De acuerdo con el trabajo de campo, se pudo evidenciar el tránsito de vehículos, principalmente motocicletas y vehículos particulares.

#### 5.1.9.2. Información meteorológica.

La atmósfera es la capa gaseosa que envuelve la Tierra, y que se adhiere a ella por la acción de la gravedad. Los gases que la componen se van haciendo menos densos con la altura, hasta prácticamente desaparecer a unos pocos cientos de kilómetros de la superficie. Está formada por una mezcla de gases, la mayor parte de los cuales se concentra en la denominada homósfera, que se extiende desde el suelo hasta los 80-100 kilómetros de altura. De hecho esta capa contiene el 99,9% de la masa total de la atmósfera (R. M. R. Jiménez et al., 2004).

En este sentido, el estudio de la atmósfera es la meteorología, donde se evalúan las propiedades y fenómenos que en ella tiene lugar. Este estudio se basa en el conocimiento de una serie de magnitudes, o variables meteorológicas, como la temperatura, la presión atmosférica o la humedad, las cuales presentan variación en el espacio y en el tiempo (R. M. R. Jiménez et al., 2004).

El clima es importante por la relación directa que tiene en la evolución de los suelos, el paisaje, las amenazas naturales y socioeconómicas y la influencia en la decisión de uso de las tierras.

Los fenómenos que influyen en el clima en Colombia son:

*Vientos Alisios:* Sistemas de vientos relativamente constantes en dirección y velocidad que soplan en los dos hemisferios, desde los 30° de latitud hacia el Ecuador con dirección noreste en el hemisferio norte y sureste en el hemisferio sur. Estos vientos circulan en dirección predominante Nor-Este, por consecuencia del Anticiclón Atlántico, cargados de humedad. Cuando el aire se acerca al Ecuador, los vientos Alisios del noreste y sureste convergen sobre una estrecha zona a lo largo de él, denominada Zona de Convergencia Intertropical; en ella la inversión se debilita y el aire se eleva, el desarrollo vertical de las nubes aumenta y la inestabilidad se extiende a mayores altitudes. Las precipitaciones se hacen más fuertes y más frecuentes (Pabón et al., 2004).

*Zona de Confluencia Intertropical:* Esta definida como una estrecha banda zonal de vigorosa convección, que se manifiesta por el desarrollo de cúmulos, ampliamente confirmado mediante el uso de las imágenes de satélites, y señala la convergencia entre el aire de los hemisferios norte y sur. En la ZCIT los Vientos Alisios del noreste, originados como un flujo alrededor del alta del Atlántico Norte, se encuentran con los vientos alisios del sureste, formados como un flujo alrededor de las altas del Pacífico Sur y Atlántico Sur. El flujo proveniente del alta del Pacífico Sur

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

rutinariamente cruza el ecuador y se curva hacia el Oriente, en tales casos se conocen como los suroestes u oestees ecuatoriales, tal como se aprecia frecuentemente sobre la costa Pacífica colombiana. Debido al flujo convergente, la ZCIT es la zona de máxima nubosidad y lluvia (Pabón et al., 2004).

*Ciclos del Niño y la Niña:* Este ciclo conocido como “El Niño” y su fase opuesta “La Niña” son la causa de la mayor señal de variabilidad climática en la franja tropical del océano Pacífico, en la escala interanual. Se definen como los componentes oceánicos del ENOS (Oscilación del Sur) que corresponde a la aparición, de tiempo en tiempo, de aguas superficiales relativamente más cálidas (El Niño) o más frías (La Niña) que lo normal en el Pacífico tropical central y oriental, frente a las costas del norte de Perú, Ecuador y sur de Colombia (SIAC & IDEAM, n.d.).

Para el desarrollo del análisis climatológico, se tomó información del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM registrada con las estaciones más representativas ubicadas en zonas próximas al área de influencia, dando prioridad a las estaciones actualmente activas (la Tabla 128 y Figura 108) e información oficial registrada en el EOT del municipio de La Gloria. Las series de datos se encuentran entre el año 1973 hasta 2021.

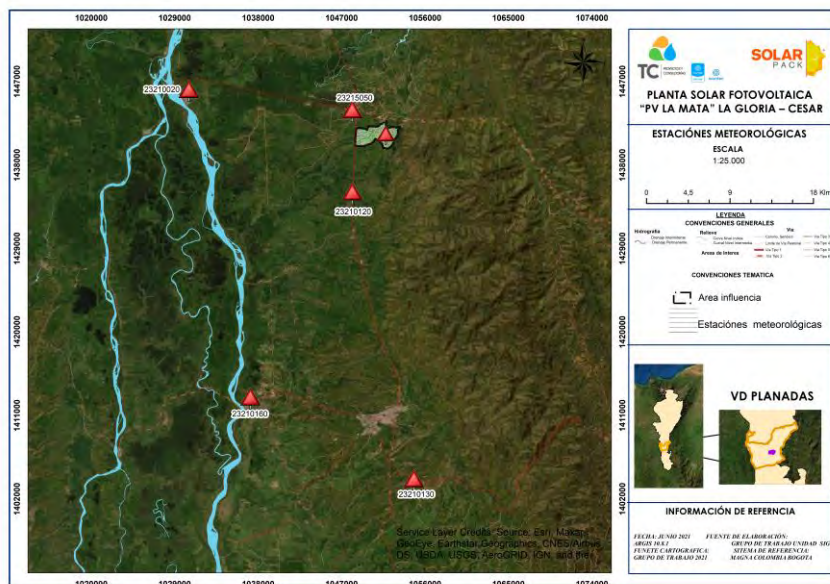
Tabla 128. Estaciones meteorológicas cercanas al área de influencia

NOMBRE	CÓDIGO	ALTITUD	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS ORIGEN NACIONAL	
			NORTE	ESTE	X	Y
La Gloria	23210020	40	-73,80°	8,63°	4912013,76	2511706,39
La Mata	23215050	163	-73,64°	8,61°	4929608,10	2509462,86
Vegala	23210120	166	-73,64°	8,53°	4929593,38	2500621,49
Gamarra	23210160	150	-73,74°	8,33°	4918549,94	2478537,43
Totumal	23210130	250	-73,58°	8,25°	4936148,52	2469666,89
Control de contaminación	NA	NA	8°35'16.72"	73°36'22.77"	4933209,75	2506887,77

Fuente: Equipo consultor, 2021

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 108. Ubicación de estaciones meteorológicas en el área de influencia



Fuente: Equipo consultor, 2021

Si bien, las estaciones seleccionadas se encuentran cercanas al área de influencia como se muestra en la Tabla 129, solo se trabajó con la estación de la Mata por presentar serie de datos pluviométricos que permite analizar información como mínimo de 5 años (esta estación de tiene información desde 1974), frente a las demás variables se utilizó la estación propia que se instaló durante la realización del estudio de calidad de aire y se complementó con información del EOT de la Gloria.


Tabla 129. Distancia de las estaciones meteorológicas al área de influencia

NOMBRE	CÓDIGO	DISTANCIA DE ÁREA INFLUENCIA A ESTACIONES KM
Estación La Gloria	23210020	18,68
La Mata	23215050	2,30
Estación Vegala	23210120	5,23
Estación Gamarra	23210160	29,37
Estación Totumal	23210130	36,38

Fuente: Equipo consultor, 2021

#### 5.1.9.2.1. Precipitación.

La precipitación es producto de la condensación del vapor de agua atmosférico que se deposita en la superficie de la Tierra, la atmósfera se satura con el vapor de agua, el agua se

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

condensa y cae, ya sea de forma sólida o líquida. La precipitación es un componente principal del ciclo hidrológico, y es responsable de depositar la mayor parte del agua dulce en el planeta.

A partir de datos de precipitación registrados en 40 años en las estaciones operadas por el IDEAM, se realizó el análisis temporal de precipitación para el área de influencia, y se presenta su distribución temporal a partir de histograma enseñado en la Figura 109. Como resultado se identifica régimen pluviométrico bimodal; en el que se presentan dos temporadas de lluvias separadas hacia mediados del año por una temporada de sequía y por un corto descenso de los niveles de precipitación en el mes de julio.

El comportamiento de la precipitación describe una zona transicional de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), del régimen monomodal de la Zona Cariba Norte, a un régimen bimodal de la Zona Andina. Se observa que el valor mínimo y máximo de la serie en general para el área de estudio corresponde a 0 mm en el mes de enero y 15,22 mm en el mes de septiembre. Los registros reportan que el valor medio de los periodos más secos de la zona es de 8,69 mm, mientras que el promedio de precipitaciones en los periodos invernales corresponde a un valor de 10,82 mm (Figura 109).

Se observa que en los meses de enero a mayo existe un incremento en los valores de las precipitaciones medias mensuales multianuales. Posterior a esto se observa un descenso en los niveles de precipitación registrada hasta el mes de julio, constituyendo de esta manera un tiempo de bajas precipitaciones en la región. El comportamiento de la serie general vuelve a describir aumentos en los niveles mensuales multianuales de las estaciones en el mes de septiembre, describiendo de esta manera un periodo de lluvias importante para la región.

La primera temporada de lluvia, con menor intensidad, se presenta en los meses de abril y mayo, siendo mayor en abril con un valor promedio de 96.6mm; y la segunda temporada de mayor intensidad y duración, entre los meses de septiembre y octubre, siendo los meses de octubre el más lluviosos del año con valores promedio de precipitación de 203mm. La temporada de estiaje se presenta en los meses de junio, julio y agosto, y una segunda temporada entre los meses de diciembre a marzo con valores promedio entre 34.9mm y 6.1mm en el mes de enero.



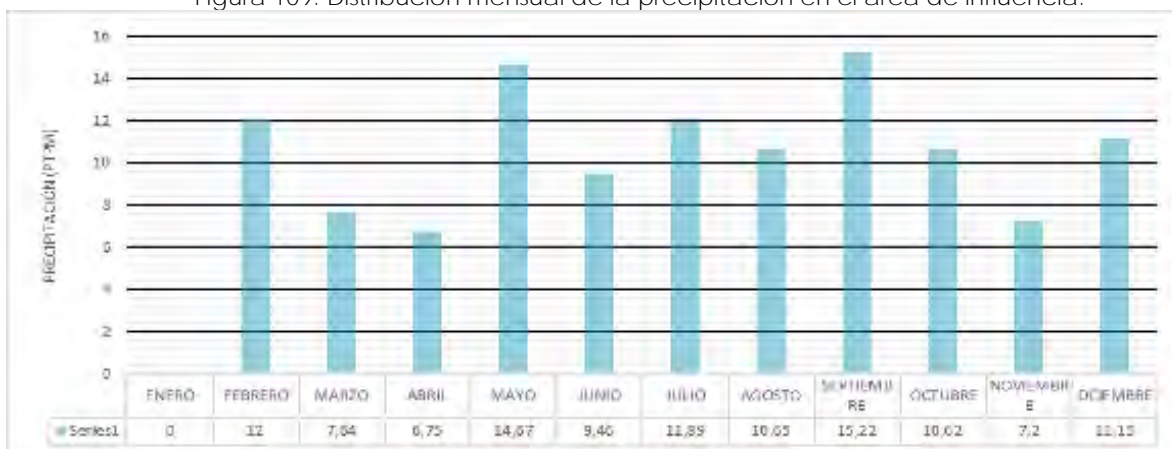
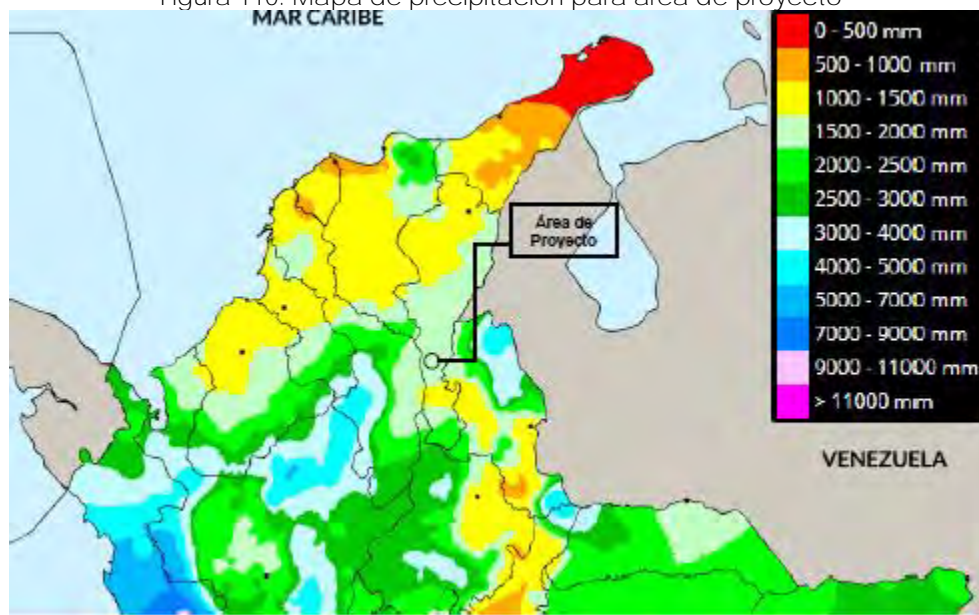
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 109. Distribución mensual de la precipitación en el área de influencia.



Fuente: Elaboración consultor a partir del IDEAM, 2021.

Figura 110. Mapa de precipitación para área de proyecto



Fuente: (WSP, 2018) adaptado de (IDEAM, 2018)



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.9.2.2. Temperatura.

La temperatura está ligada principalmente a los niveles de radiación solar que inciden sobre la superficie terrestre, las diferencias sobre las superficies continental y oceánica, así como los niveles de presión atmosférica asociados a la altura. Este parámetro condiciona procesos como la dinámica de los vientos, asociados a gradientes de presión, procesos como la evapotranspiración y la distribución de ecosistemas específicos ligados a la vegetación que se puedan desarrollar bajo ciertos niveles de temperatura (Montealegre Bocanegra, 2009).

De acuerdo con la información registrada se puede evidenciar que no existe una diferencia significativa en los valores de temperatura en el municipio de la Gloria. El valor medio de la serie histórica de datos de 10 años es de 28°C, de acuerdo con el EOT del municipio de la Gloria, los valores máximos se registran en el mes de marzo, y los mínimos en los meses de mayo y octubre. La temperatura presenta un valor uniforme para las variables máximas, medias y mínimas presentadas (Figura 111).

Además de lo anterior, de acuerdo con la estación La Mata se observa que las mayores temperaturas registradas en el área de estudio corresponden al mes de febrero con un valor de 37,59°C y la mínima se registra en el mes de junio con un valor de 23,1 °C. De esta manera se puede inferir que el comportamiento de la temperatura presenta sus niveles más altos en los primeros trimestres del año y por el contrario los niveles más bajos en el último trimestre.

Figura 111. Distribución mensual de la temperatura en el área de influencia.



Fuente: Elaboración consultor a partir del IDEAM, 2021.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.9.2.3. Humedad Relativa.

La humedad hace referencia a la cantidad de vapor de agua que se encuentra en la atmósfera. Ocupa un volumen mínimo de ésta (menos del 2% del total), pero es un componente muy importante desde el punto de vista climático (Andrades & Muñoz, 2012).

Por humedad relativa se entiende el cociente entre la cantidad de vapor de agua contenido en la atmósfera y la máxima que podría contener (%). Esta medida se refiere con la temperatura, debido a que al descenso de esta se traducirá en un aumento de la temperatura relativa, al disminuir la capacidad de la atmósfera para contener vapor de agua. De igual forma, el aumento de la temperatura se traduce en una disminución de humedad relativa por aumentar la capacidad de la atmósfera para contenerla (Andrades & Muñoz, 2012).

Se puede apreciar un decaimiento gradual en el primer semestre del año, posteriormente alcanza los niveles medios más regulares desde el mes de julio hasta diciembre. Esta humedad al interceptarse con los vientos alisios del norte logra un aumento en la medida en que asciende por la Cordillera Oriental.

Teniendo en cuenta lo anterior en la Figura 112 se observa que el mayor porcentaje de humedad relativa se reportó en el mes de noviembre con un valor correspondiente del 82%. Por el contrario, el menor nivel de humedad relativa obtenido en la serie de datos es en el mes de marzo con valor de 53%. El promedio mensual multianual de humedad relativa para el municipio es de 78.7%. Las tablas muestran que la humedad está directamente relacionada con los periodos lluviosos, presentándose la humedad más baja en los meses más secos. En general la humedad relativa del municipio es muy homogénea especialmente condicionada por la homogeneidad regional del relieve, configurando una zona típica de Bosque húmedo tropical (Municipio de la Gloria, 2008).



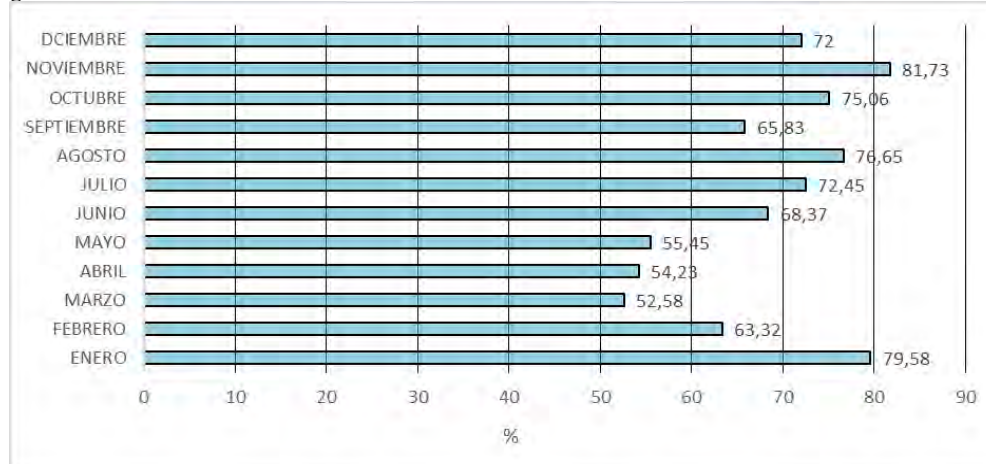
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 112. Distribución media mensual de la humedad relativa en el área de influencia.



Fuente: Elaboración consultor a partir del IDEAM, 2021.

#### 5.1.9.2.4. Velocidad del viento.

La superficie de la tierra se calienta por la radiación solar, esta intensidad no se recibe con la misma intensidad en todas las partes del planeta tierra, originando una desigualdad en el calentamiento de estas. El aire de las capas atmosféricas más bajas se calienta bajo la influencia de la superficie terrestre, siendo su calentamiento más o menos intenso según la temperatura que alcancen las zonas de contacto. El viento es, por tanto, un desplazamiento de aire provocado por la diferencia de presión de un lugar a otro. Definido por su dirección y velocidad (Andrades & Muñoz, 2012).

La velocidad del viento se mide usando una escala de Beaufort de 0-12 con base en claves visuales. A continuación, en la Tabla 130 se presenta la escala Beaufort y las diferentes categorías del viento según su velocidad media.

Tabla 130. Escala de Beaufort del Viento.

Fuerza Beaufort	Velocidad del viento (m/s)	Indicador	Términos usados en las predicciones del NWS
0	0-0,2	Calma; el humo sube verticalmente.	Calma
1	0,3-1,5	La dirección se puede apreciar por la dirección del humo, pero no por medio de veletas.	Ventolina
2	1,6-3,3	El viento se siente en el rostro, las hojas se mueven ligeramente; las veletas ordinarias se mueven con el viento.	Ligero

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Fuerza Beaufort	Velocidad del viento (m/s)	Indicador	Términos usados en las predicciones del NWS
3	3,4-5,4	Las hojas y las ramas delgadas se mueven constantemente; el viento extiende las banderas ligeras.	Suave
4	5,5-7,9	Levanta polvo y papeles sueltos; las ramas pequeñas se mueven.	Moderado
5	8,0-10,7	Los árboles pequeños empiezan a balancearse; en los lagos pequeños se observan olas con crestas.	Fresco
6	10,8-13,8	Se mueven las ramas grandes; los cables telefónicos silban; es difícil usar sombrillas.	Fuerte
7	13,9-17,1	Los árboles enteros se mueven; es incómodo caminar contra el viento.	Muy fuerte
8	17,2-20,7	Se rompen las ramas de los árboles; generalmente no se puede avanzar.	Ventarrón
9	20,8-24,4	Daños estructurales ligeros.	Ventarrón fuerte
10	24,5-28,4	Pocas veces se siente en tierra firme; los árboles son arrancados de raíz; ocurren daños estructurales considerables.	Temporal
11	28,5-32,6	Casi nunca sucede en tierra firme; acompañado de daños graves generalizados.	Borrasca
12	más de 32,7	Casi nunca sucede; acompañado de devastación.	Huracán

Fuente: Equipo consultor, 2021

La información de velocidad registrada por la estación La Loma a nivel mensual multianual presenta un valor promedio de 1,67 m/s, con valores máximos y mínimos en las mediciones correspondientes a 5,8 m/s y 1 m/s respectivamente. De acuerdo con la escala Beaufort los vientos del área de estudio se clasifican en las categorías 1 y 2, siendo estos vientos de ventolinas y ligeros.

Los primeros meses del año presentan valores mayores de velocidad del viento (enero y febrero), con el transcurso de este se presenta un descenso en las velocidades, hasta alcanzar valores de 1 m/s (Figura 113).


	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 113. Distribución media mensual de la velocidad del viento en el área de influencia.



Fuente: Elaboración consultor a partir del IDEAM, 2021.



#### 5.1.9.2.5. Brillo Solar.

Todo cuerpo en función de su temperatura irradia energía en forma de radiación electromagnética. Esta energía se transporta en forma de ondas de una amplia gama a longitudes de onda, las cuales se desplazan en el vacío a una velocidad de 300.000 km/s. Al conjunto ordenado de todas las longitudes de onda que componen una radiación electromagnética se le llama espectro de radiación (Andrades & Muñoz, 2012).

Para la medición del brillo solar frecuentemente en Colombia se utiliza un instrumento llamado heliógrafo. Opera focalizando la radiación solar mediante una esfera de vidrio a manera de lente convergente concentrando los rayos solares los cuales queman una cartulina envuelta concéntricamente debajo de la esfera de vidrio. El recuento de intervalos quemados proporciona las horas de sol efectivo del día. El brillo solar mensual está dado por la sumatoria de horas de Brillo Solar diario, sumando todos los días del mes, se expresa en Horas por mes (h/mes) (Pabón et al., 2004).

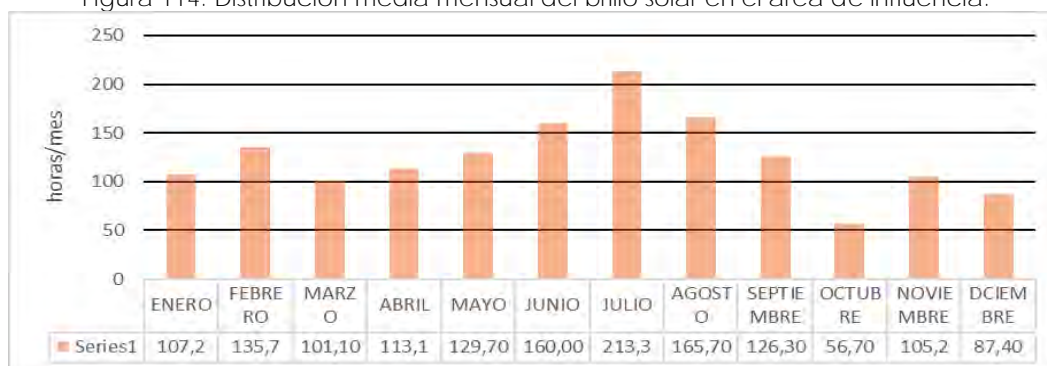
De acuerdo con la Figura 114 el primer aspecto que se aprecia en la distribución temporal del brillo solar en el área de influencia es que corresponde a un régimen de carácter bimodal. Los mayores valores de brillo solar se presentan en los meses de junio, julio, agosto, y septiembre. Se establece que el valor más alto medio multianual registrado de brillo solar se encuentra es de 213,3 horas. Por otro lado, el mínimo valor medio registrado es de 56,70 horas de radiación en el mes de octubre.



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

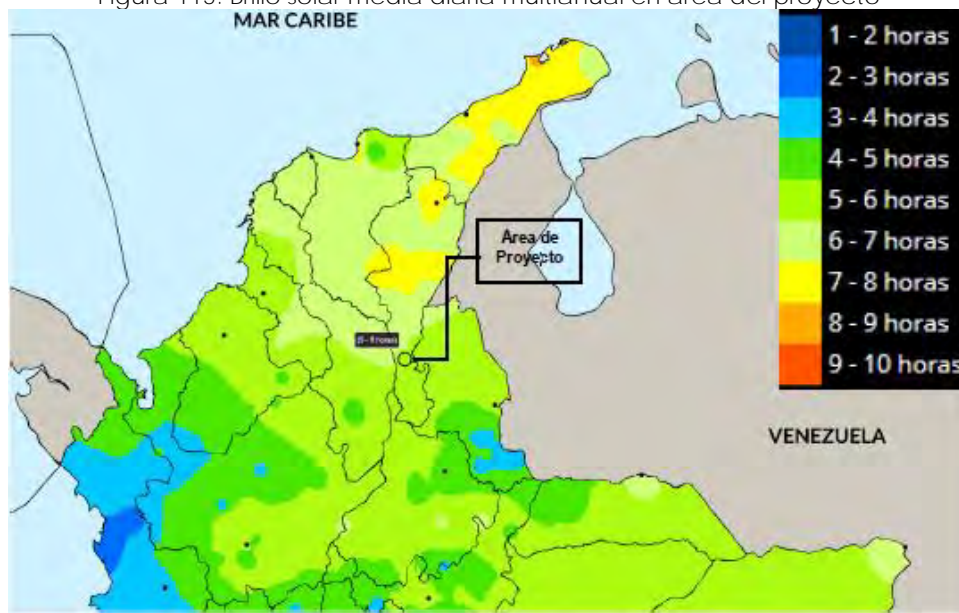
Finalmente, se calcula un promedio de 1501,4 horas de brillo solar anual lo que equivale a 4,11 horas diarias de insolación. Entre los meses de diciembre - marzo y junio - agosto que representan los meses de mayor insolación y los meses de menor intensidad solar como abril y octubre.

Figura 114. Distribución media mensual del brillo solar en el área de influencia.



Fuente: Elaboración consultor a partir del IDEAM, 2021.

Figura 115. Brillo solar media diaria multianual en área del proyecto



Fuente: (WSP, 2018) adaptado de (IDEAM, 2018).

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.9.2.6. Zonificación climática.

Utilizando los resultados obtenidos del análisis de las variables atmosféricas de temperatura y precipitación medias multianual, en el área de influencia del proyecto, se estimó la zonificación climática de la zona utilizando la metodología expuesta en el documento Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (IDEAM et al, 2007). Para empezar, se asignó una clasificación a los mapas de temperatura y precipitación medias multianual de acuerdo con lo establecido en el documento de referencia como se presenta en las siguientes tablas:

Tabla 131. Denominación termal para los rangos de temperatura establecidos en la metodología del IDEAM

Denominación termal	Rangos altitudinales (msnm)	Rangos de temperatura
Cálido	De 0 a 800	$T > 24^{\circ}\text{C}$
Templado	De 801 a 1800	$18^{\circ}\text{C} < T < 24^{\circ}\text{C}$
Frío	De 1801 a 2800	$12^{\circ}\text{C} < T < 18^{\circ}\text{C}$
Muy frío	De 2801 a 3700	$6^{\circ}\text{C} < T < 12^{\circ}\text{C}$
Extremadamente frío y/o nival	De 2701 a 4500 y de 4500 en adelante para nival	$1,5^{\circ}\text{C} < T < 6^{\circ}\text{C}$ y menores a 1,5 para nival

Fuente: Equipo consultor, 2021

Tabla 132. Denominación de la precipitación para los rangos establecidos en la metodología del IDEAM

Denominación precipitación	Rangos de precipitación anual
Árido	0-500 mm/año
Muy seco	501-1.000 mm/año
Seco	1.001-2.000 mm/año
Húmedo	2.001-3.000 mm/año
Muy húmedo	3.001-7.000 mm/año
Pluvial	>7.000 mm/año

Fuente: Equipo consultor, 2021

Una vez clasificados los mapas base, se procedió a superponer la información cartográfica con el fin de comparar espacialmente los valores de temperatura y precipitación, determinando las categorías de zonificación climática según la leyenda. La clasificación climática para el área del proyecto es Cálido Semihúmedo (Sh). Cálido debido a que se encuentra en un rango altitudinal menor a los 1000 metros con una temperatura media mayor a los  $28.3^{\circ}\text{C}$ . Mientras que Semihúmedo (Sa) porque la relación entre la precipitación y la temperatura (P/T) se encuentra en el rango 60 a 100. Lo anteriormente descrito confirma la zonificación climática expuesta en el Atlas Climatológico IDEAM (1981-2010). La salida cartográfica de este proceso se presenta en la Figura 116.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Para cumplir con el objetivo propuesto se realiza una revisión bibliográfica sobre información de estudios de calidad de aire en la zona de influencia y a partir del análisis de esta información, se plantea un monitoreo específico para el área de influencia, con el fin de describir la situación actual de las concentraciones de contaminantes criterios y así mismo determinar la influencia del proyecto sobre este componente con un análisis multitemporal.

Como información secundaria se tiene el estudio de WSP COLOMBIA S.A.S. y CENS en el marco del proyecto de construcción de la subestación Aguachica y la línea de transmisión de energía de 115kv entre Aguachica y el corregimiento de Ayacucho y el monitoreo primario de SolarPack S.A.S. realizado por el laboratorio Control de Contaminación Ltda. Estos puntos en su conjunto conforman la red de monitoreo para el área de influencia, se cuenta en total con 5 puntos de monitoreos los cuales se distribuyen bajo la siguiente clasificación:

Estaciones vientos arriba: Las estaciones del predio Villa Lubdy y de la Finca Jericó (monitoreo primario e información secundaria).

Estación vientos abajo: Las estaciones predio Jhal y predio Maracaibo (información secundaria).

Estación de fondo: Monitoreo primario punto 2. Finca Sr. Auden, está se ubicó en una zona alejada de cualquier foco directo de contaminación antropogénica con el fin de obtener medidas de fondo a nivel regional y rural.

#### 5.1.9.3.1. Informe técnico monitoreo de calidad de aire proyecto-AGUACHICA-AYACUCHO.

Una medición de calidad del aire permite determinar cuantitativamente las condiciones de las emisiones atmosféricas que puedan presentar un grupo poblacional, una industria o cualquier tipo de actividad antrópica que realice el ser humano en determinada área haciendo aprovechamiento de los recursos naturales disponibles.

El informe es de propiedad de WSP COLOMBIA S.A.S. y CENS en el marco del proyecto de construcción de la subestación Aguachica y la línea de transmisión de energía de 115kv entre Aguachica y el corregimiento de Ayacucho. El laboratorio que realizó los monitoreos fue TECNOAMBIENTAL S.A.S. el cual se encuentra acreditado por el IDEAM bajo resolución N°1011 del 17 de junio de 2013. Este informe permite analizar información sobre el comportamiento de los contaminantes de la calidad del aire por las fuentes antropogénicas que existen en el área de influencia y consolidar la línea base para el estudio con estaciones que se ubican vientos arriba y vientos abajo.

##### 5.1.9.3.1.1. Ubicación de los sitios de muestreo.

El proyecto de construcción de LA SUBESTACIÓN AGUACHICA Y LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA DE 115 KV ENTRE AGUACHICA Y EL CORREGIMIENTO AYACUCHO se encuentra ubicado entre el municipio de Aguachica, Cesar y el Corregimiento de Ayacucho del municipio de La



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Gloria, Cesar. El proyecto contempla la construcción de una subestación eléctrica al finalizar el trazado de una línea de transmisión eléctrica a 115 kv en el municipio de Ayacucho.

Figura 117. Ubicación del área de monitoreo



Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015, pág. 11

Para la ubicación de los puntos de muestreo se deben tener en cuenta las condiciones técnicas emitidas por la legislación vigente, dentro de las que se incluye además del fácil acceso para las visitas diarias de inspección, seguridad de los equipos y el acceso a energía eléctrica constante para el funcionamiento de estos.

La ubicación de las estaciones de medición está representada en la *Figura 117*, cuyas coordenadas geográficas relacionadas en la Tabla 133 corresponden al DATUM MAGNA-SIRGAS asociado al elipsoide WGS84.



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 133. Georreferenciación de puntos de muestreo

PUNTO	SITIO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		COORDENADAS ORIGEN NACIONAL	
		N	W	X	Y
1	Predio Jhal Lote 2, futura subestación Aguachica	08°17'14.9"	73°36'34.2"	4932907,12	2473812,97
2	Predio Maracaibo, Vereda Los Caliches	08°27'23.7"	73°37'14.4"	4931707,35	2492504,28
3	Predio Villa Ludy, Vereda Planadas	08°35'58.2"	73°36'23.0"	4933303,19	2508296,41

Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015, pág. 13

#### 5.1.9.3.1.2. Equipos necesarios para el muestreo.

Para desarrollar la medición de Partículas menores a 10µm (PM10), Dióxidos de Azufre, Dióxidos de Nitrógeno y Monóxido de Carbono (CO) se debe tener en cuenta como mínimo los siguientes elementos que garantizan la correcta toma y análisis de las muestras recolectadas.

##### 5.1.9.3.1.2.1. Muestreador de alto volumen-PM<sub>10</sub>.

El método PM<sub>10</sub> provee una medida de concentración máscica de material particulado con un diámetro aerodinámico menor o igual a 10 µm nominales (PM<sub>10</sub>) en el aire ambiente durante un periodo de 24 horas, con el fin de determinar el cumplimiento de la norma de calidad de aire o nivel de inmisión y el protocolo de monitoreo y vigilancia de calidad de aire.

El muestreador deberá disponer de medios para:

- Fijar y sellar el filtro dentro de la coraza del muestreador.
- Permitir el adecuado cambio del filtro.
- Evitar fugas que puedan producir errores en la medición del aire filtrado.
- Permitir el ajuste manual del flujo para compensar las variaciones en la caída de presión del filtro por fallas en la línea de voltaje y la altitud del sitio. Dicho ajuste se puede lograr mediante la utilización de un controlador de flujo manual o automático. Cualquier dispositivo de ajuste manual deberá estar diseñado de tal manera que evite cambios accidentales de las características de operación.
- El mínimo de la velocidad de flujo en el filtro colmatado es de 1.0 m3/min.
- El máximo de la velocidad de flujo en el filtro limpio es de 1.8 m3/min.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

- El motor de succión debe ser capaz de funcionar por 24 horas continuas y durante el periodo de medición establecido por la autoridad ambiental.

#### 5.1.9.3.1.2.2. Coraza del muestreador de Alto Volumen-P10.

- La coraza debe estar diseñada para soportar condiciones tales como temperatura y humedad externas y todo tipo de contaminantes del aire.
- Mantener el filtro en una posición horizontal por lo menos a un metro de la superficie de apoyo del muestreador, de modo que el aire muestreado sea conducido a través del filtro y hacia abajo.
- Cubrir y proteger adecuadamente el filtro y el motor, de la lluvia y otros elementos del clima.
- Minimizar las fugas de aire que puedan causar error en la medición del volumen de aire que pasa a través del filtro.
- Minimizar la recolección de polvo de la superficie de soporte.
- La cubierta del muestreador debe estar montada, de tal manera que forme un conducto para la entrada de aire entre la coraza y el marco de soporte. Este ducto de entrada debe ser uniforme en todos los lados y con suficiente área para permitir la captura efectiva de partículas.

#### 5.1.9.3.1.2.3. Dispositivo para la medición de flujo.

El muestreador debe disponer de un medidor de flujo capaz de indicar su velocidad de flujo total. Dos tipos comunes de indicadores de flujo utilizados en el procedimiento de calibración son:

- El flujómetro másico electrónico (patrón de transferencia de flujo tipo sin orificio).
- Un orificio u orificios, colocados en el trayecto de la corriente de aire, junto con un medidor de presión (unidad de calibración de orificio o patrón de transferencia de flujo tipo orificio).

El medidor de flujo puede ser calibrado y leído en unidades de flujo con una aproximación de 0.02 m3ptn/min, dentro de un rango de 1.0 a 1.8 m3ptn/min.

#### 5.1.9.3.1.2.4. Patrón de transferencia de flujo o calibrador.

El patrón de transferencia de flujo tipo convencional consiste en lo siguiente:

- Una unidad de orificio con adaptador que se acople a la entrada del muestreador.
- Un manómetro u otro mecanismo que mida la caída de presión en el orificio.
- Un dispositivo que permita variar los flujos a través de la unidad de muestreo.



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

- Un termómetro para medir la temperatura ambiente.
- Un barómetro para medir la presión ambiente.

Es un dispositivo que debe tener un rango de flujo aproximado de 1.0 a 1.8 m<sup>3</sup>/min y que se calibre por medio de un patrón primario, una resolución 0.02 m<sup>3</sup>/min y una reproducibilidad de +/-2% sobre los rangos normales de temperatura y presión ambiental, para el rango de flujo establecido.

La máxima caída de presión a 1.8 m<sup>3</sup>/min será de 5 Kpa (50 mm de agua). El patrón de transferencia de flujo debe incluir los mecanismos para variar el flujo el muestreador dentro de los rangos de 1.0 a 1.8 m<sup>3</sup>/min, mediante la introducción de diferentes grados de resistencia del flujo, entre el muestreador y el ducto del patrón de transferencia.

- 5.1.9.3.1.2.5. Filtro para la medición de partículas suspendidas totales inferiores a 10 micras.

El tamaño del filtro es de 20,3 +/- 0,2 x 25,4 +/- 0,2 cm (8" x 11"). Área nominal expuesta 400,5 cm<sup>2</sup>. El material de fabricación es de Microquarzo. La eficiencia de colección debe ser del 99% para partículas cuyo diámetro sea superior a 0,3 micras.

La caída de presión es de 5,6 a 7,2 Kpa (41 a 54 mm de Hg) a una tasa de flujo de 1,5 m<sup>3</sup>/min a través de área de exposición. El pH debe estar entre 6 y 10.

- 5.1.9.3.1.2.6. Muestreado de dióxido de nitrógeno.

Equipo de adsorción (muestreador de gases). Para la toma de muestras de 24 horas se utilizó el sistema de burbujeadores, que contiene los siguientes elementos:

Tubos de Absorción. Tubos de vidrio ámbar, de 162 de longitud por 32 mm de diámetro, equipados con tapones del mismo material.

Dispensadores. Un tubo de vidrio de aproximadamente 8 mm. de diámetro exterior, 6 mm. de diámetro interior y 152 mm. de longitud con una contracción en el extremo de 0.3 a 0.8 mm. de diámetro externo. El tubo se coloca de tal manera que quede un espacio libre entre 3 y 5 mm. desde el fondo del tubo de absorción.

Bomba de Aire. Una bomba capaz de mantener una diferencia de presión de al menos 0.7 atm. a través del dispositivo de control de flujo.

Dispositivo de Control de Flujo. Cualquier dispositivo capaz de mantener el flujo corriente a través de la solución de muestreo, es aceptable. En este caso se usaron reguladores con capacidad de sostener flujos entre 0.18 a 0.22 litros/minuto.

Filtros. Estos filtros se usan como retenedores apropiados para remover partículas de la corriente de aire y proteger el dispositivo de control de flujo. En este caso se utilizó un filtro de membrana porosa.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Termómetro. Para determinar la temperatura de la muestra, se utilizó un termómetro capaz de medir entre 0 y 100 grados Centígrados.

#### 5.1.9.3.1.2.7. Muestreador de Dióxido de Azufre.

Se utiliza el mismo equipo y principio de funcionamiento para el muestreo de óxidos de nitrógeno, no obstante, la solución absorbente es en este caso de tetracloromercurato de potasio (TCM) y los métodos de análisis varían.

#### 5.1.9.3.1.2.8. Muestreador de Monóxido de Carbono.

Para la medición del monóxido de Carbono (CO) se emplean equipos de celdas electroquímicas con lectura directa, que consiste en un electrodo sensor (cátodo) y un contra electrodo (ánodo) separados por una delgada capa de electrolito. El gas que entra en contacto con el sensor reacciona sobre la superficie del electrodo sensor generando una reacción de oxidación o reducción. Los materiales del electrodo, específicamente desarrollados para el gas de interés, catalizan estas reacciones. Una corriente proporcional a la concentración de gas es generada, la que puede ser medida para determinar la concentración de gas.

#### 5.1.9.3.1.3. Análisis de datos meteorológicos.

La recopilación de los datos meteorológicos sirve como herramienta para el análisis de los resultados de las mediciones en cuanto a la identificación de transporte, dispersión y su posible impacto en áreas cercanas, la identificación de periodos de riesgo por alta concentración de contaminantes.

Tabla 134. Recopilación de datos meteorológicos diarios

FECHA	TEMPERATURA AL AIRE LIBRE (°C)	HUMEDAD AL AIRE LIBRE	VELOCIDAD DEL VIENTO (M/S)	PRECIPITACIONES DIARIAS (MM)
20/06/2015	28,0	54,4	3,1	0,0
21/06/2015	28,7	51,6	3,0	0,0
22/06/2015	28,6	56,6	2,4	0,0
23/06/2015	28,8	52,0	2,1	0,0
24/06/2015	27,7	53,8	2,4	0,0
25/06/2015	27,1	56,8	2,7	0,0
26/06/2015	28,2	60,6	2,6	0,0
27/06/2015	27,7	57,2	2,6	0,0
28/06/2015	27,9	63,4	2,4	0,0
29/06/2015	27,5	63,6	2,6	0,0
30/06/2015	27,7	63,0	2,3	0,0
1/07/2015	27,9	64,2	2,0	0,0
2/07/2015	27,0	56,6	2,3	0,0
3/07/2015	28,8	57,6	2,5	0,0

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

FECHA	TEMPERATURA AL AIRE LIBRE (°C)	HUMEDAD AL AIRE LIBRE	VELOCIDAD DEL VIENTO (M/S)	PRECIPITACIONES DIARIAS (MM)
4/07/2015	27,4	59,0	2,9	0,0
5/07/2015	28,3	64,2	3,6	0,0
6/07/2015	28,5	48,4	3,6	0,0
7/07/2015	26,3	48,6	3,5	0,0

Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

✓ Precipitación.

Durante el periodo de muestreo predominó el tiempo seco en la región y no se presentaron precipitaciones durante el desarrollo de las actividades realizadas. El siguiente gráfico relaciona todos los datos mencionados y refleja el acumulado total de lluvia durante las 24 horas de medición.

✓ Humedad relativa

El valor máximo de humedad registrado es del 64,2 %, presentado los días 1 y 5 de julio de 2015, el valor mínimo que se registra es de 48,4% correspondiente al 6 de Julio de 2015.

✓ Temperatura del aire

Las temperaturas registradas hacen referencia a los promedios diarios de temperatura, teniendo en cuenta que pudo haber picos altos o bajos y que no se perciben en la gráfica por ser esta solo de promedios diarios. De entre estos se destaca que la gran parte del tiempo se mantuvo una tendencia a altas temperaturas, el promedio máximo de temperatura registrado es de 28,8 °C, la mínima temperatura registrada es de 26,3 °C.

✓ Velocidad del viento


Los valores presentados corresponden a promedios geométricos de todas las velocidades registradas durante el día de medición, la velocidad máxima promedio fue de 3,6 m/s los días 4 y 5 Julio correspondiente a Débiles, la menor velocidad es de 2,0 m/s correspondiente al promedio del día 30 de junio de 2015 que representa Brisas muy débiles, pudo haber vientos de mayor velocidad, pero estos son categorizados como ráfagas que se incluyen dentro de los promedios geométricos.

✓ Dirección del viento

El viento es el movimiento en masa del aire en la atmósfera en tendencia horizontal, mediante la cual los contaminantes emitidos al aire se dispersan en diferentes direcciones geográficas de acuerdo con las condiciones del sector. Estos datos son presentados en un gráfico denominado



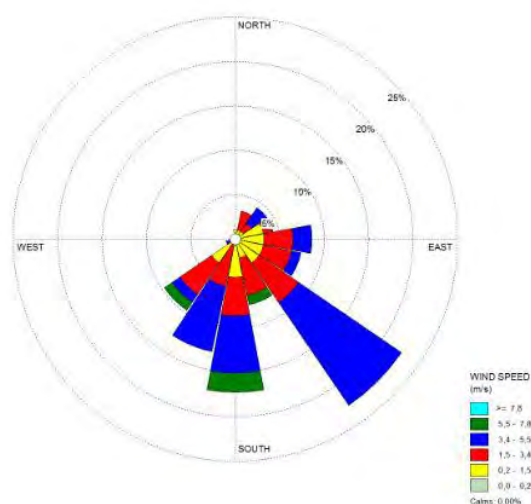


	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

rosa de vientos, que relaciona direcciones cardinales, frecuencia o prevalencia de las direcciones cardinales y velocidades en cada dirección.

La interpretación de la rosa de vientos debe hacerse analizando la escala de velocidad de este, representada en colores que demarcan las diferentes intensidades, así mismo dentro del gráfico, entre más predominancia del color significa que hay más prevalencia de ese rango de velocidad en la dirección en la que esta es dibujada.

Figura 118. Rosa de vientos





Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

La dirección del viento predominante es hacia el Sur-Este, así mismo la mayor prevalencia de velocidad se manifiesta como Brisas débiles que se deben principalmente a la morfología de la zona.

#### 5.1.9.3.1.4. Resultados del monitoreo y comparación con la legislación vigente.

##### 5.1.9.3.1.4.1. Partículas Suspendidas inferiores a 10 Micras (PM<sub>10</sub>).

Los resultados de la estación 1-predio Jahl-Lote 2, vereda aguas Claras La concentración más alta ocurrió el día 06 de julio de 2015 con un valor de 28,97  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el segundo valor más alto es de 26,18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  presentado el día 1 de julio de 2015. Los dos valores descritos como los niveles más altos medidos equivalen al 28,97% y al 26,18% respectivamente del límite máximo permisible por la legislación para el tiempo de exposición diaria (100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). El valor más bajo fue de 8,18  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  que equivale al 8,18% de la norma presentado el día 07 de julio. El promedio aritmético es

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

de 16,29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  que corresponde al 32,6 % de la norma anual (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Como se observa en la Figura 119.

Figura 119. Concentración de partículas suspendidas PM10 predio Jhal-lote 2-estación 1





Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Tabla 135. Cálculo de la concentración de material particulado para la estación 1.

Muestra No.	No. De Filtro	Fecha		Hora		Tiempo Muestreado Minutos	Lectura del Registrador de Flujo			Caudal std (m³/min)	Volumen Muestreado (m³)	Pesos del Filtro			Concentración ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
		Inicial	Final	Inicial	Final		Inicial	Final	Promedio			Inicial	Final	Neto	
		(dd/mm/aaaa)	(dd/mm/aaaa)	(hh:mm)	(hh:mm)		(Pie³/min)	(Pie³/min)	(Pie³/min)			g	g	g	
1	1369	19/06/2015	20/06/2015	10:30	10:00	1410	58	58	58	1,85	2604,77	4,434	4,4759	0,0419	16,09
2	1372	20/06/2015	21/06/2015	10:30	10:00	1410	58	58	58	1,85	2604,77	4,5064	4,556	0,0496	19,04
3	1375	21/06/2015	22/06/2015	10:30	10:00	1410	58	56	57	1,82	2561,36	4,498	4,5313	0,0333	13
4	1378	22/06/2015	23/06/2015	10:30	10:00	1410	58	60	59	1,88	2648,18	4,4789	4,5143	0,0354	13,37
5	1381	23/06/2015	24/06/2015	10:30	10:00	1410	58	60	59	1,88	2648,18	4,4519	4,4901	0,0382	14,42
6	1384	24/06/2015	25/06/2015	10:30	10:00	1410	58	54	56	1,79	2517,95	4,4704	4,4929	0,0225	8,94
7	1387	25/06/2015	26/06/2015	10:30	10:00	1410	58	56	57	1,82	2561,36	4,48	4,5085	0,0285	11,13
8	1390	26/06/2015	27/06/2015	10:30	10:00	1410	58	56	57	1,82	2561,36	4,4912	4,5228	0,0316	12,34
9	1393	27/06/2015	28/06/2015	10:30	10:00	1410	58	54	56	1,79	2517,95	4,4858	4,5186	0,0328	13,03



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS			Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)			Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA			Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Muestra No.	No. De Filtro	Fecha		Hora		Tiempo Muestreado Minutos	Lectura del Registrador de Flujo			Caudal std (m³/min)	Volumen Muestreado (m³)	Pesos del Filtro			Concentración (µg/m³)
		Inicial	Final	Inicial	Final		Inicial	Final	Promedio			Inicial	Final	Neto	
		(dd/mm/aaaa)	(dd/mm/aaaa)	(hh:mm)	(hh:mm)		(Pie³/min)	(Pie³/min)	(Pie³/min)			g	g	g	
10	1396	28/06/2015	29/06/2015	10:30	10:00	1410	58	60	59	1,88	2648,18	4,4622	4,4918	0,0296	11,18
11	1399	29/06/2015	30/06/2015	10:30	10:00	1410	58	60	59	1,88	2648,18	4,4379	4,4917	0,0538	20,32
12	1402	30/06/2015	1/07/2015	10:30	10:00	1410	58	58	58	1,85	2604,77	4,4677	4,5359	0,0682	26,18
13	1405	1/07/2015	2/07/2015	10:30	10:00	1410	58	58	58	1,85	2604,77	4,4792	4,5161	0,0369	14,17
14	1408	2/07/2015	3/07/2015	10:30	10:00	1410	58	60	59	1,88	2648,18	4,4719	4,5254	0,0535	20,2
15	1411	3/07/2015	4/07/2015	10:30	10:00	1410	58	60	59	1,88	2648,18	4,4845	4,5429	0,0584	22,05
16	1414	4/07/2015	5/07/2015	10:30	10:00	1410	58	56	57	1,82	2561,36	4,4581	4,5111	0,053	20,69
17	1417	5/07/2015	6/07/2015	10:30	10:00	1410	58	56	57	1,82	2561,36	4,4363	4,5105	0,0742	28,97
18	1420	6/07/2015	7/07/2015	10:30	10:00	1410	58	58	58	1,85	2604,77	4,5845	4,6058	0,0213	8,18

Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Frente a la estación 2 – Predio Maracaibo, Vereda Los Caliches, la concentración más alta ocurrió el día 01 de Julio de 2015 con un valor de 21,72 µg/m³, el segundo valor más alto es de 20,71 µg/m³ presentado el 20 de junio de 2015. Los dos valores descritos como los niveles más altos medidos equivalen al 21,72% y al 20,71% respectivamente del límite máximo permisible por la legislación para el tiempo de exposición diaria (100 µg/m). El valor más bajo fue de 10,55 µg/m³ que equivale al 10,55% de la norma presentado el día 28 de junio del 2015. El promedio aritmético es de 15,51 µg/m³ que corresponde al 31,0% de la norma anual (50 µg/m³). Como se observa en la Figura 120.



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 120. Concentración de partículas suspendidas PM10 predio Maracaibo- estación 2



Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Tabla 136. Cálculo de la concentración de material particulado para la estación 2.

Muestra No.	No. De Filtro	Fecha		Hora		Tiempo Muestreado Minutos	Lectura del Registrador de Flujo			Caudal std (m³/min)	Volumen Muestreado (m³)	Pesos del Filtro			Concentración (µg/m³)
		Inicial	Final	Inicial	Final		Inicial	Final	Promedio			Inicial	Final	Neto	
		(dd/mm/aaaa)	(dd/mm/aaaa)	(hh:mm)	(hh:mm)		(Pie³/min)	(Pie³/min)	(Pie³/min)			g	g	g	
1	1370	19/06/2015	20/06/2015	11:30	11:00	1410	58	60	59	1,85	2612,41	4,4304	4,4845	0,0541	20,71
2	1373	20/06/2015	21/06/2015	11:30	11:00	1410	58	60	59	1,85	2612,41	4,512	4,5626	0,0506	19,37
3	1376	21/06/2015	22/06/2015	11:30	11:00	1410	58	58	58	1,82	2569,88	4,494	4,5426	0,0486	18,91
4	1379	22/06/2015	23/06/2015	11:30	11:00	1410	58	60	59	1,85	2612,41	4,5003	4,5332	0,0329	12,59
5	1382	23/06/2015	24/06/2015	11:30	11:00	1410	58	56	57	1,79	2527,36	4,4902	4,5197	0,0295	11,67
6	1385	24/06/2015	25/06/2015	11:30	11:00	1410	58	56	57	1,79	2527,36	4,4883	4,5151	0,0268	10,6
7	1388	25/06/2015	26/06/2015	11:30	11:00	1410	58	56	57	1,79	2527,36	4,478	4,5068	0,0288	11,4
8	1391	26/06/2015	27/06/2015	11:30	11:00	1410	58	58	58	1,82	2569,88	4,4714	4,5045	0,0331	12,88
9	1394	27/06/2015	28/06/2015	11:30	11:00	1410	58	58	58	1,82	2569,88	4,4774	4,5045	0,0271	10,55
10	13	28/06/2015	29/06/2015	11:30	11:00	1410	58	60	59	1,85	2612,41	4,45	4,48	0,03	11,87

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS			Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)			Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA			Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Muestra No.	No. De Filtro	Fecha		Hora		Tiempo Muestreado Minutos	Lectura del Registrador de Flujo			Caudal std (m³/min)	Volumen Muestreado (m³)	Pesos del Filtro			Concentración (µg/m³)
		Inicial	Final	Inicial	Final		Inicial	Final	Promedio			Inicial	Final	Neto	
		(dd/mm/aaaa)	(dd/mm/aaaa)	(hh:mm)	(hh:mm)		(Pie³/min)	(Pie³/min)	(Pie³/min)			g	g	g	
	97	5	5									41	51	1	
11	1400	29/06/2015	30/06/2015	11:30	11:00	1410	58	58	58	1,82	2569,88	4,4235	4,4742	0,0507	19,73
12	1403	30/06/2015	1/07/2015	11:30	11:00	1410	58	56	57	1,79	2527,36	4,4484	4,5033	0,0549	21,72
13	1406	1/07/2015	2/07/2015	11:30	11:00	1410	58	58	58	1,82	2569,88	4,4519	4,502	0,0501	19,5
14	1409	2/07/2015	3/07/2015	11:30	11:00	1410	58	58	58	1,82	2569,88	4,477	4,5217	0,0447	17,39
15	1412	3/07/2015	4/07/2015	11:30	11:00	1410	58	60	59	1,85	2612,41	4,4802	4,5209	0,0407	15,58
16	1415	4/07/2015	5/07/2015	11:30	11:00	1410	58	60	59	1,85	2612,41	4,4621	4,5067	0,0446	17,07
17	1418	5/07/2015	6/07/2015	11:30	11:00	1410	58	58	58	1,82	2569,88	4,538	4,5852	0,0472	18,37
18	1421	6/07/2015	7/07/2015	11:30	11:00	1410	58	56	57	1,79	2527,36	4,5828	4,6269	0,0441	17,45

Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Y con respecto a la estación 3 Predio Villa Lubdy, Vereda Planadas, la concentración más alta ocurrió el día 04 de julio del 2015 con un valor de 38,95 µg/m³, el segundo valor más alto es de 32,66 µg/m³ presentado el día 03 de julio del 2015. Los dos valores descritos como los niveles más altos medidos equivalen al 38,95% y al 32,66% respectivamente del límite máximo permisible por la legislación para el tiempo de exposición diaria (100 µg/m). El valor más bajo fue de 14,32 µg/m³ que equivale al 14,32% de la norma presentada el día 27 de junio del 2015. El promedio aritmético es de 22,03 µg/m³ que corresponde al 44,06% de la norma anual (50 µg/m³). Como se observa en la Figura 121.



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 121. Concentración de partículas suspendidas PM10 predio Villa Lubby-estación 3



Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Tabla 137. Cálculo de la concentración de material particulado para la estación 3.


Muestra No.	No. De Filtro	Fecha		Hora		Tiempo Muestreado Minutos	Lectura del Registrador de Flujo			Caudal std (Pie³/min)	Volumen Muestreado (m³)	Pesos del Filtro			Concentración (µg/m³)
		Inicial	Final	Inicial	Final		Inicial	Final	Promedio			Inicial	Final	Neto	
		(dd/mm/aaaa)	(dd/mm/aaaa)	(hh:mm)	(hh:mm)		(Pie³/min)	(Pie³/min)	(Pie³/min)			g	g	g	
1	1371	19/06/2015	20/06/2015	12:30	12:00	1410	58	56	57	1,53	2150,65	4,4884	4,5332	0,0448	20,83
2	1374	20/06/2015	21/06/2015	12:30	12:00	1410	58	56	57	1,53	2150,65	4,483	4,549	0,066	30,69
3	1377	21/06/2015	22/06/2015	12:30	12:00	1410	58	60	59	1,58	2226,12	4,4693	4,5286	0,0593	26,64
4	1380	22/06/2015	23/06/2015	12:30	12:00	1410	58	56	57	1,53	2150,65	4,4798	4,5141	0,0343	15,95
5	1383	23/06/2015	24/06/2015	12:30	12:00	1410	58	60	59	1,58	2226,12	4,5061	4,5394	0,0333	14,96
6	1386	24/06/2015	25/06/2015	12:30	12:00	1410	58	60	59	1,58	2226,12	4,4817	4,5175	0,0358	16,08
7	1389	25/06/2015	26/06/2015	12:30	12:00	1410	58	60	59	1,58	2226,12	4,4831	4,5208	0,0377	16,94

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS			Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)			Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA			Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Muestra No.	No. De Filtro	Fecha		Hora		Tiempo Muestreado	Lectura del Registrador de Flujo			Caudal std	Volumen Muestreado	Pesos del Filtro			Concentración
		Inicial	Final	Inicial	Final		Inicial	Final	Promedio			Inicial	Final	Neto	
		(dd/mm/aaaa)	(dd/mm/aaaa)	(hh:mm)	(hh:mm)		(Pie³/min)	(Pie³/min)	(Pie³/min)		(m³)	g	g	g	(µg/m³)
8	1392	26/06/2015	27/06/2015	12:30	12:00	1410	58	56	57	1,53	2150,65	4,5037	4,5345	0,0308	14,32
9	1395	27/06/2015	28/06/2015	12:30	12:00	1410	58	56	57	1,53	2150,65	4,4662	4,5028	0,0366	17,02
10	1398	28/06/2015	29/06/2015	12:30	12:00	1410	58	60	59	1,58	2226,12	4,4554	4,4965	0,0411	18,46
11	1401	29/06/2015	30/06/2015	12:30	12:00	1410	58	60	59	1,58	2226,12	4,4435	4,5099	0,0664	29,83
12	1404	30/06/2015	1/07/2015	12:30	12:00	1410	58	56	57	1,53	2150,65	4,4797	4,5418	0,0621	28,87
13	1407	1/07/2015	2/07/2015	12:30	12:00	1410	58	56	57	1,53	2150,65	4,4639	4,5289	0,065	30,22
14	1410	2/07/2015	3/07/2015	12:30	12:00	1410	58	60	59	1,58	2226,12	4,4404	4,5131	0,0727	32,66
15	1413	3/07/2015	4/07/2015	12:30	12:00	1410	58	60	59	1,58	2226,12	4,4236	4,5103	0,0867	38,95
16	1416	4/07/2015	5/07/2015	12:30	12:00	1410	58	60	59	1,58	2226,12	4,4488	4,515	0,0662	29,74
17	1419	5/07/2015	6/07/2015	12:30	12:00	1410	58	56	57	1,53	2150,65	4,5788	4,623	0,0442	20,55
18	1422	6/07/2015	7/07/2015	12:30	12:00	1410	58	56	57	1,53	2150,65	4,5883	4,6203	0,032	14,88

Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Es importante resaltar que en el periodo del monitoreo estaba vigente la resolución 610 de 2010 y en el año 2017 se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones mediante la resolución No 2254 del 01 de noviembre de 2017. En este sentido haciendo la comparación con la normatividad ambiental vigente se concluye que las concentraciones no superan los niveles máximos permisibles en tiempos de exposición anual y 24 horas en ninguna de las estaciones monitoreadas.

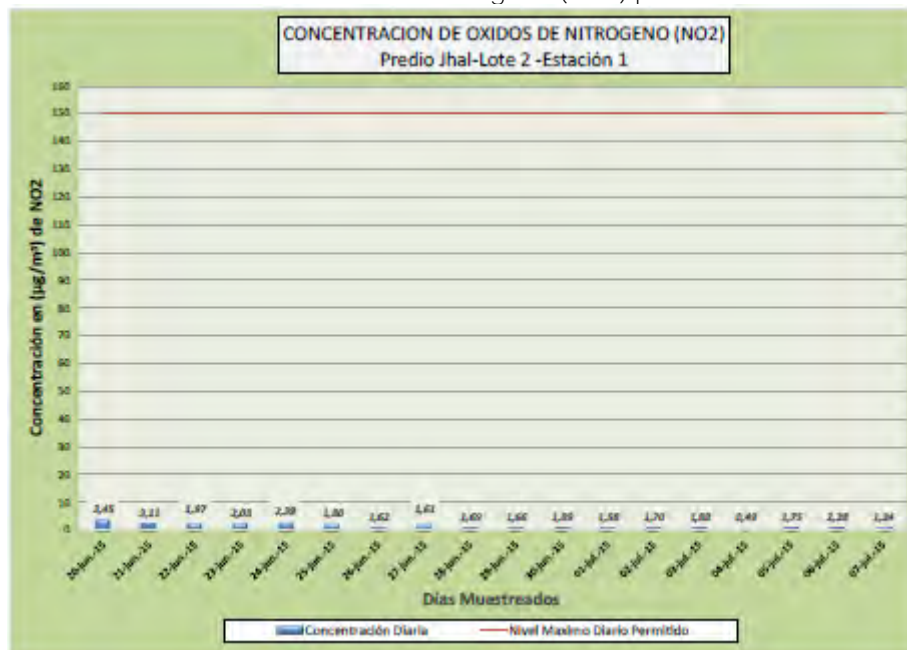
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.9.3.1.4.2. Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>).

Resultados Estación 1 – Predio Jhal-Lote 2, Vereda Aguas Claras (NO<sub>2</sub>). TA 24357.

Los resultados de la estación 1-predio Jahl-Lote 2, vereda aguas Claras la concentración más alta ocurrió el día 20 de junio de 2015 con un valor de 3,45 µg/m³, el segundo valor más alto es de 3,11 µg/m³ presentado el día 21 de junio de 2015. Los dos valores descritos como los niveles más altos medidos equivalen al 2,30 % y al 2,07% respectivamente, del limite máximo permisible por la legislación para el tiempo de exposición diaria (150 µg/m3). El promedio aritmético es de 1,90 µg/m³ que corresponde al 1,9% de la norma anual (100 µg/m³). Como se observa en la Figura 122 y Tabla 138.

Figura 122. Concentración de óxidos de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) predio Jhal-lote 2-estación 1



Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 138. Cálculo de la concentración de NO<sub>2</sub> en el Punto 1.

Muestra No.	Fecha		Hora		Tiempo de Muestreo	FLUJO (l/min)		Volum en Medido Cond. Ref	Volum en de Muestra	Reporte Concentración del Laboratorio	Concentración Nox
	Inicial	Final	Inicial	Final							
	(dd/mm/aa)	(dd/mm/aa)	(hh:mm)	(hh:mm)		(min)	Inicial				
1	19/06/2015	20/06/2015	10:30	10:00	1.410	0,2	0,206	0,268	50	0,151	3,45
2	20/06/2015	21/06/2015	10:30	10:00	1.410	0,198	0,204	0,265	50	0,135	3,11
3	21/06/2015	22/06/2015	10:30	10:00	1.410	0,21	0,208	0,281	50	0,091	1,97
4	22/06/2015	23/06/2015	10:30	10:00	1.410	0,204	0,2	0,273	50	0,091	2,03
5	23/06/2015	24/06/2015	10:30	10:00	1.410	0,212	0,206	0,284	50	0,111	2,39
6	24/06/2015	25/06/2015	10:30	10:00	1.410	0,204	0,2	0,273	50	0,081	1,8
7	25/06/2015	26/06/2015	10:30	10:00	1.410	0,21	0,204	0,281	50	0,075	1,62
8	26/06/2015	27/06/2015	10:30	10:00	1.410	0,2	0,194	0,268	50	0,071	1,61
9	27/06/2015	28/06/2015	10:30	10:00	1.410	0,196	0,19	0,262	50	0,073	1,69
10	28/06/2015	29/06/2015	10:30	10:00	1.410	0,2	0,208	0,268	50	0,073	1,66
11	29/06/2015	30/06/2015	10:30	10:00	1.410	0,204	0,2	0,273	50	0,085	1,89
12	30/06/2015	1/07/2015	10:30	10:00	1.410	0,192	0,19	0,257	50	0,067	1,58
13	1/07/2015	2/07/2015	10:30	10:00	1.410	0,2	0,202	0,268	50	0,075	1,7
14	2/07/2015	3/07/2015	10:30	10:00	1.410	0,21	0,202	0,281	50	0,087	1,88
15	3/07/2015	4/07/2015	10:30	10:00	1.410	0,21	0,206	0,281	50	0,022	0,49
16	4/07/2015	5/07/2015	10:30	10:00	1.410	0,2	0,198	0,268	50	0,077	1,75
17	5/07/2015	6/07/2015	10:30	10:00	1.410	0,21	0,204	0,281	50	0,105	2,28
18	6/07/2015	7/07/2015	10:30	10:00	1.410	0,2	0,192	0,268	50	0,055	1,24

Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

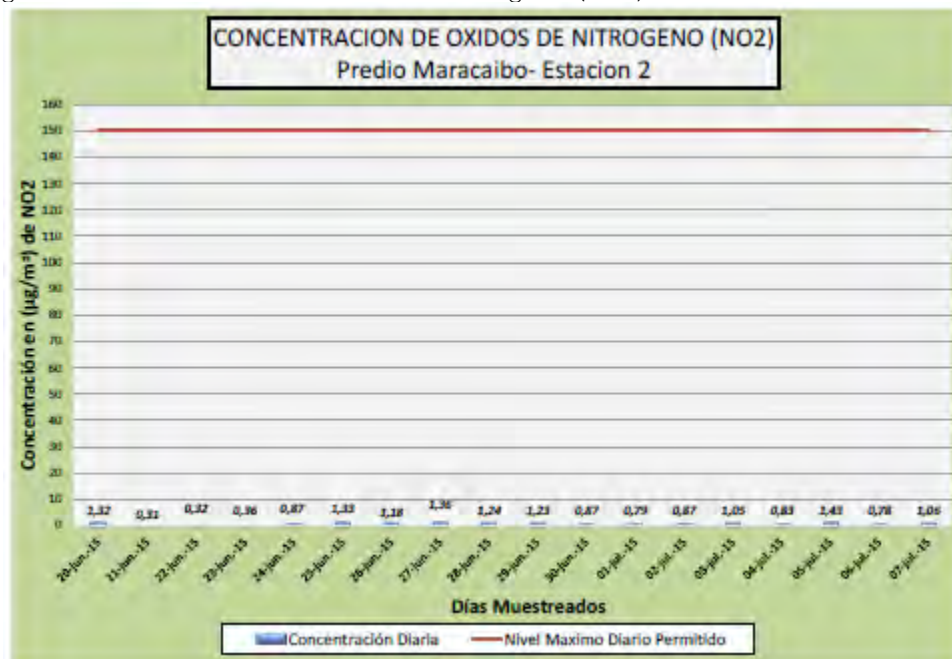


 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Resultados Estación 2 – Predio Maracaibo, Vereda Los Caliches (NO<sub>2</sub>). TA 24361.

La concentración más alta ocurrió el día 05 de julio de 2015 con un valor de 1,43 µg/m<sup>3</sup>, el segundo valor más alto es de 1,36 µg/m<sup>3</sup> presentado el día 27 de junio de 2015. Los dos valores descritos como los niveles más altos medidos equivalen al 0,95 % y al 0,91% respectivamente, del límite máximo permisible por la legislación para el tiempo de exposición diaria (150 µg/m). El promedio aritmético es de 0,95 µg/m<sup>3</sup> que corresponde al 0,95% de la norma anual (100 µg/m<sup>3</sup>). Como se observa en la Figura 123 y Tabla 139.

Figura 123. Concentración de óxidos de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) Predio Maracaibo-estación 2





Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Tabla 139. Calculo de la concentración de NO<sub>2</sub> en el Punto 2.

Muestra No.	Fecha		Hora		Tiempo de Muestreo	FLUJO (l/min)		Volumen Medido Cond. Ref	Volumen de Muestra	Reporte Concentración del Laboratorio	Concentración Nox
	Inicial	Final	Inicial	Final		Inicial	Final				
	(dd/mm/aa)	(dd/mm/aa)	(hh:mm)	(hh:mm)		(min)	(min)				
1	19/06/2015	20/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,2	0,194	0,271	50	0,059	1,32
2	20/06/2015	21/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,206	0,206	0,279	50	0,014	0,31
3	21/06/2015	22/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,2	0,194	0,271	50	0,014	0,32
4	22/06/2015	23/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,206	0,2	0,279	50	0,016	0,36



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Muestra No.	Fecha		Hora		Tiempo de Muestreo	FLUJO (l/min)		Volumen Medido Cond. Ref	Volumen de Muestra	Reporte Concentración del Laboratorio	Concentración Nox
	Inicial	Final	Inicial	Final		Inicial	Final				
	(dd/mm/aa)	(dd/mm/aa)	(hh:mm)	(hh:mm)		(min)	(min)				
5	23/06/2015	24/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,2	0,194	0,271	50	0,038	0,87
6	24/06/2015	25/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,198	0,194	0,268	50	0,059	1,33
7	25/06/2015	26/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,208	0,202	0,282	50	0,055	1,18
8	26/06/2015	27/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,2	0,192	0,271	50	0,061	1,36
9	27/06/2015	28/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,198	0,194	0,268	50	0,055	1,24
10	28/06/2015	29/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,2	0,196	0,271	50	0,055	1,23
11	29/06/2015	30/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,21	0,204	0,284	50	0,04	0,87
12	30/06/2015	1/07/2015	11:30	11:00	1.410	0,208	0,2	0,282	50	0,036	0,79
13	1/07/2015	2/07/2015	11:30	11:00	1.410	0,21	0,204	0,284	50	0,04	0,87
14	2/07/2015	3/07/2015	11:30	11:00	1.410	0,2	0,198	0,271	50	0,047	1,05
15	3/07/2015	4/07/2015	11:30	11:00	1.410	0,198	0,19	0,268	50	0,036	0,83
16	4/07/2015	5/07/2015	11:30	11:00	1.410	0,21	0,204	0,284	50	0,067	1,43
17	5/07/2015	6/07/2015	11:30	11:00	1.410	0,2	0,198	0,271	50	0,034	0,78
18	6/07/2015	7/07/2015	11:30	11:00	1.410	0,206	0,2	0,279	50	0,049	1,06

Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

### Resultados Estación 3 – Predio Villa Lubdy, Vereda Planadas (NO2). TA 24365.

La concentración más alta ocurrió los días 02 de Julio de 2015 con un valor de 1,03  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , el segundo valor más alto es de 1,00  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  presentado los días 28 y 29 de junio de 2015. Los dos valores descritos como los niveles más altos medidos equivalen al 0,69 % y al 0,67% respectivamente del límite máximo permisible por la legislación para el tiempo de exposición diaria (150  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). El promedio aritmético es de 0,62  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  que corresponde al 0,62% de la norma anual (100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Como se observa en la Figura 124 y Tabla 140.



Cra 6 No. 62b – 32 Edificio Sexta Avenida. Montería. Córdoba 7890384  
[info@tcsas.co](mailto:info@tcsas.co) [www.tcsas.co](http://www.tcsas.co)



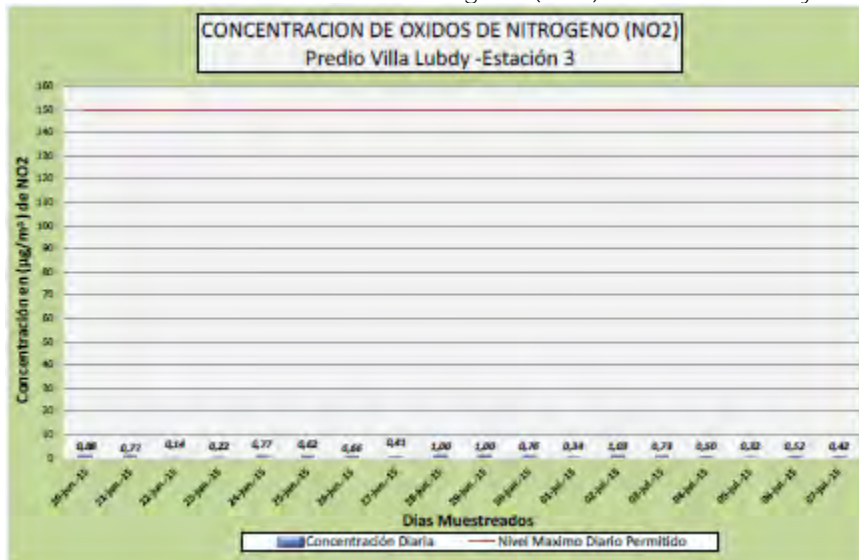
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 124. Concentración de óxidos de nitrógeno (NO<sub>2</sub>) Predio Villa Lubdy-estación 3



Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Tabla 140. Calculo de la concentración de NO<sub>2</sub> en el Punto 3.

Muestra No.	Fecha		Hora		Tiempo de Muestreo (min)	FLUJO (l/min)		Volumen Medido Cond. Ref (m³)	Volumen de Muestra (ml)	Reporte Concentración del Laboratorio (µg/ml)	Concentración Nox (µg/m³)
	Inicial	Final	Inicial	Final		Inicial	Final				
	(dd/mm/aa)	(dd/mm/aa)	(hh:mm)	(hh:mm)							
1	19/06/2015	20/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,2	0,198	0,266	50	0,038	0,88
2	20/06/2015	21/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,204	0,198	0,272	50	0,034	0,77
3	21/06/2015	22/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,206	0,202	0,274	50	0,006	0,14
4	22/06/2015	23/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,212	0,206	0,282	50	0,01	0,22
5	23/06/2015	24/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,216	0,212	0,288	50	0,036	0,77
6	24/06/2015	25/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,208	0,204	0,277	50	0,028	0,62
7	25/06/2015	26/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,21	0,202	0,28	50	0,03	0,66
8	26/06/2015	27/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,206	0,2	0,274	50	0,018	0,41
9	27/06/2015	28/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,204	0,202	0,272	50	0,045	1
10	28/06/2015	29/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,212	0,204	0,282	50	0,047	1

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Muestra No.	Fecha		Hora		Tiempo de Muestreo	FLUJO (l/min)		Volumen Medido Cond. Ref	Volumen de Muestra	Reporte Concentración del Laboratorio	Concentración Nox
	Inicial	Final	Inicial	Final							
	(dd/mm/aa)	(dd/mm/aa)	(hh:mm)	(hh:mm)		(min)	Inicial				
11	29/06/2015	30/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,208	0,2	0,277	50	0,034	0,76
12	30/06/2015	1/07/2015	12:30	12:00	1.410	0,218	0,212	0,29	50	0,016	0,34
13	1/07/2015	2/07/2015	12:30	12:00	1.410	0,206	0,202	0,274	50	0,047	1,03
14	2/07/2015	3/07/2015	12:30	12:00	1.410	0,204	0,2	0,272	50	0,032	0,73
15	3/07/2015	4/07/2015	12:30	12:00	1.410	0,204	0,2	0,272	50	0,022	0,5
16	4/07/2015	5/07/2015	12:30	12:00	1.410	0,202	0,2	0,269	50	0,014	0,32
17	5/07/2015	6/07/2015	12:30	12:00	1.410	0,214	0,206	0,285	50	0,024	0,52
18	6/07/2015	7/07/2015	12:30	12:00	1.410	0,2	0,196	0,266	50	0,018	0,42

Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Es importante resaltar que en el periodo del monitoreo estaba vigente la resolución 610 de 2010 y en el año 2017 se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones mediante la resolución No 2254 del 01 de noviembre de 2017. En este sentido haciendo la comparación con la normatividad ambiental vigente se concluye que las concentraciones no superan los niveles máximos permisibles en tiempos de exposición anual y 24 horas en ninguna de las estaciones monitoreadas.

#### 5.1.9.3.1.4.3. Óxidos de Azufre (SO<sub>2</sub>).

Resultados Estación 1 – Predio Jhal-Lote 2, Vereda Aguas Claras (SO<sub>2</sub>). TA 24356.

La concentración más alta ocurrió el día 27 de junio de 2015 con un valor de 4,43 µg/m³, el segundo valor más alto es de 4,19 µg/m³ presentado el día 04 de julio de 2015. Los dos valores descritos como los niveles más altos medidos equivalen al 1,77% y al 1,68% respectivamente, del límite máximo permisible por la legislación para el tiempo de exposición diaria (250 µg/m). El promedio aritmético es de 2,43 µg/m³ que corresponde al 3,04% de la norma anual (80 µg/m³). Como se observa en la Figura 125 y Tabla 141.



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 125. Concentración de dióxidos de azufre (SO<sub>2</sub>) Predio Jhal-Lote 2-estación 1



Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Tabla 141. Calculo de la concentración de SO<sub>2</sub> en el Punto 1.

MUESTRA No.	FECHA		HORA		TIEMPO DE MUESTREO (min)	FLUJO (l/min)		VOLUMEN COLECTADO C. Ref. (m3)	ABSORVANCIA CORREGIDA	FACTOR DE CALIBRACION Bx	CONCENTRACION Sox
	INICIAL (dd/mm/aa)	FINAL (dd/mm/aa)	INICIAL (hh:mm)	FINAL (hh:mm)		Inicial	Final		A – Ao		(µg/m³)
1	19/06/2015	20/06/2015	10:30	10:00	1410	0,204	0,202	271,59	0,005	33,345	3,07
2	20/06/2015	21/06/2015	10:30	10:00	1410	0,2	0,202	268,92	0,004	33,345	2,48
3	21/06/2015	22/06/2015	10:30	10:00	1410	0,204	0,212	278,28	0,003	33,345	1,8
4	22/06/2015	23/06/2015	10:30	10:00	1410	0,21	0,196	271,59	0,001	33,345	0,61
5	23/06/2015	24/06/2015	10:30	10:00	1410	0,208	0,206	276,94	0,001	33,345	0,6
6	24/06/2015	25/06/2015	10:30	10:00	1410	0,204	0,2	270,25	0,006	33,345	3,7
7	25/06/2015	26/06/2015	10:30	10:00	1410	0,208	0,206	276,94	0,005	33,345	3,01
8	26/06/2015	27/06/2015	10:30	10:00	1410	0,198	0,196	263,56	0,007	33,345	4,43
9	27/06/2015	28/06/2015	10:30	10:00	1410	0,19	0,19	258,21	0,002	33,345	1,29



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

MUESTRA No.	FECHA		HORA		TIEMPO DE MUESTREO (min)	FLUJO (l/min)		VOLUMEN COLECTADO C. Ref. (m3)	ABSORVANCIA CORREGIDA	FACTOR DE CALIBRACIÓN Bx	CONCENTRACIÓN Sox (µg/m³)
	INICIAL (dd/mm/aa)	FINAL (dd/mm/aa)	INICIAL (hh:mm)	FINAL (hh:mm)		Inicial	Final		A – Ao		
						4	2				
10	28/06/2015	29/06/2015	10:30	10:00	1410	0,208	0,204	275,6	0,001	33,345	0,6
11	29/06/2015	30/06/2015	10:30	10:00	1410	0,204	0,2	270,25	0,004	33,345	2,47
12	30/06/2015	1/07/2015	10:30	10:00	1410	0,194	0,188	255,54	0,003	33,345	1,96
13	1/07/2015	2/07/2015	10:30	10:00	1410	0,204	0,198	268,92	0,004	33,345	2,48
14	2/07/2015	3/07/2015	10:30	10:00	1410	0,206	0,206	275,6	0,004	33,345	2,42
15	3/07/2015	4/07/2015	10:30	10:00	1410	0,208	0,208	278,28	0,007	33,345	4,19
16	4/07/2015	5/07/2015	10:30	10:00	1410	0,202	0,196	266,24	0,004	33,345	2,5
17	5/07/2015	6/07/2015	10:30	10:00	1410	0,208	0,206	276,94	0,006	33,345	3,61
18	6/07/2015	7/07/2015	10:30	10:00	1410	0,202	0,19	262,23	0,004	33,345	2,54

Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Resultados Estación 2 – Predio Maracaibo, Vereda Los Caliches (SO<sub>2</sub>). TA 24360.

La concentración más alta ocurrió el día 22 de junio de 2015 con un valor de 6,87 µg/m³, el segundo valor más alto es de 6,06 µg/m³ presentado el día 07 de julio de 2015. Los dos valores descritos como los niveles más altos medidos equivalen al 2,75% y al 2,42% respectivamente, del límite máximo permisible por la legislación para el tiempo de exposición diaria (250 µg/m³). El promedio aritmético es de 4,04 µg/m³ que corresponde al 5,05% de la norma anual (80 µg/m³). Como se observa en la Figura 126 y Tabla 142.




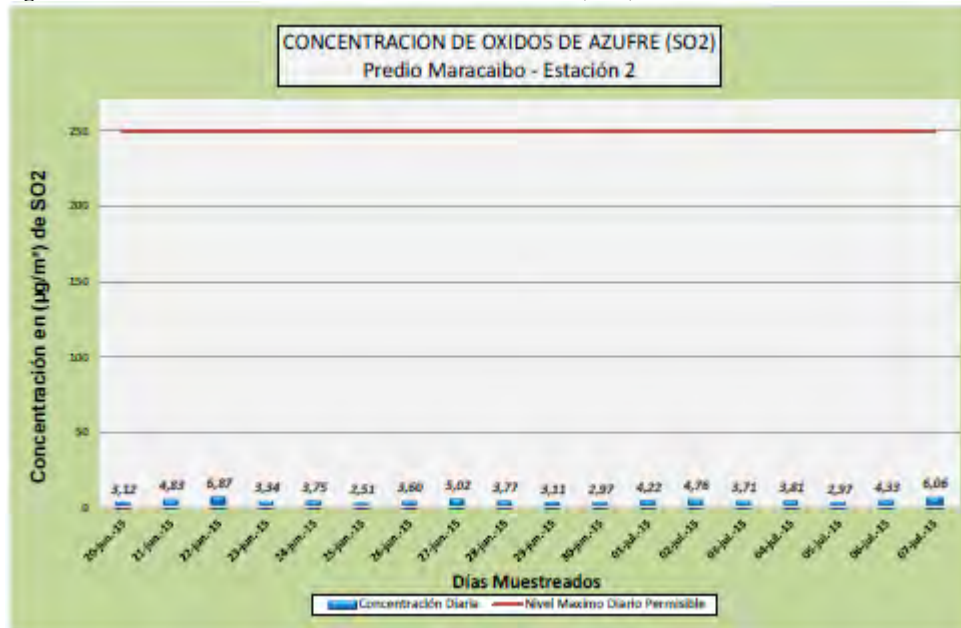
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 126. Concentración de dióxidos de azufre (SO<sub>2</sub>) Predio Maracaibo-estación 2



Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Tabla 142. Calculo de la concentración de SO<sub>2</sub> en el Punto 2.

MUESTRA No.	FECHA		HORA		TIEMPO DE MUESTREO	FLUJO (l/min)		VOLUMEN COLECTADO OC. Ref. (m3)	ABSORVANCIA CORREGIDA	FACTOR DE CALIBRACION Bx	CONCENTRACIÓN Sox
	INICIAL (dd/mm/aa)	FINAL (dd/mm/aa)	INICIAL (hh:mm)	FINAL (hh:mm)		(min)	Inicial				
					A - Ao				(µg/m³)		
1	19/06/2015	20/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,202	0,192	266,83	0,005	33,345	3,12
2	20/06/2015	21/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,204	0,204	276,31	0,008	33,345	4,83
3	21/06/2015	22/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,202	0,192	266,83	0,011	33,345	6,87
4	22/06/2015	23/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,204	0,202	274,95	0,005	33,345	3,34
5	23/06/2015	24/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,198	0,196	266,83	0,006	33,345	3,75
6	24/06/2015	25/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,196	0,196	265,47	0,004	33,345	2,51
7	25/06/2015	26/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,206	0,204	277,66	0,006	33,345	3,6
8	26/06/2015	27/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,198	0,194	265,47	0,008	33,345	5,02
9	27/06/2015	28/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,2	0,1	265,47	0,006	33,345	3,77

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

MUESTRA No.	FECHA		HORA		TIEMPO DE MUESTREO (min)	FLUJO (l/min)		VOLUMEN COLECTADO OC. Ref. (m3)	ABSORVANCIA CORREGIDA A - Ao	FACTOR DE CALIBRACIÓN Bx	CONCENTRACIÓN Sox (µg/m³)
	INICIAL (dd/mm/aa)	FINAL (dd/mm/aa)	INICIAL (hh:mm)	FINAL (hh:mm)		Inicial	Final				
	15	15					92				
10	28/06/2015	29/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,198	0,198	268,18	0,005	33,345	3,11
11	29/06/2015	30/06/2015	11:30	11:00	1.410	0,208	0,206	280,37	0,005	33,345	2,97
12	30/06/2015	1/07/2015	11:30	11:00	1.410	0,206	0,202	276,31	0,007	33,345	4,22
13	1/07/2015	2/07/2015	11:30	11:00	1.410	0,208	0,206	280,37	0,008	33,345	4,76
14	2/07/2015	3/07/2015	11:30	11:00	1.410	0,202	0,196	269,54	0,006	33,345	3,71
15	3/07/2015	4/07/2015	11:30	11:00	1.410	0,196	0,192	262,76	0,006	33,345	3,81
16	4/07/2015	5/07/2015	11:30	11:00	1.410	0,208	0,206	280,37	0,005	33,345	2,97
17	5/07/2015	6/07/2015	11:30	11:00	1.410	0,202	0,196	269,54	0,007	33,345	4,33
18	6/07/2015	7/07/2015	11:30	11:00	1.410	0,204	0,202	274,95	0,01	33,345	6,06

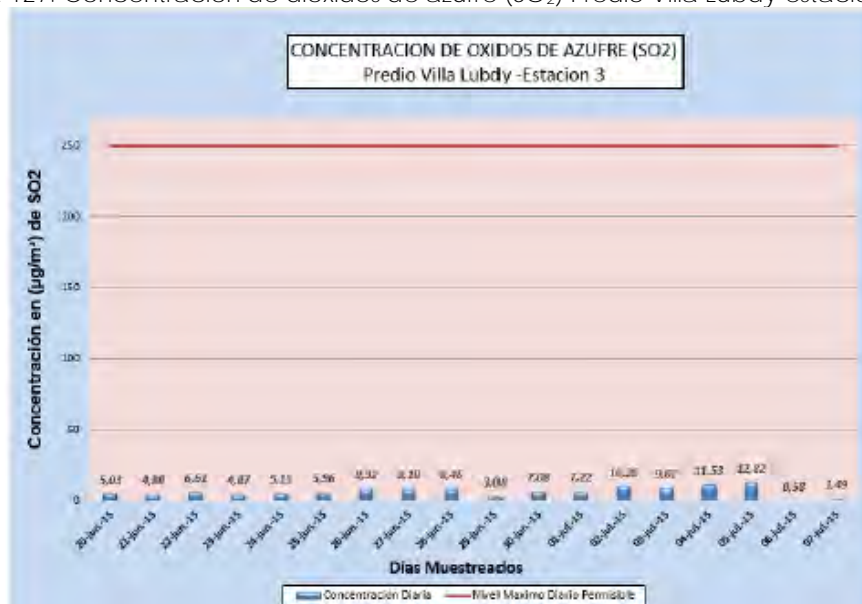
Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Resultados Estación 3 – Predio Villa Lubdy, Vereda Planadas (SO<sub>2</sub>). TA 24364.

La concentración más alta ocurrió el día 05 de julio de 2015 con un valor de 12,82 µg/m³, el segundo valor más alto es de 11,53 µg/m³ presentado el día 04 de julio de 2015. Los dos valores descritos como los niveles más altos medidos equivalen al 5,13% y al 4,61% respectivamente, del límite máximo permisible por la legislación para el tiempo de exposición diaria (250 µg/m). El promedio aritmético es de 6,70 µg/m³ que corresponde al 8,37% de la norma anual (80 µg/m³). Como se observa en la Figura 127 y Tabla 143.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



Figura 127. Concentración de dióxidos de azufre (SO<sub>2</sub>) Predio Villa Lubdy-estación 3



Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Tabla 143. Calculo de la concentración de SO<sub>2</sub> en el Punto 3.

MUESTRA No.	FECHA		HORA		TIEMPO DE MUESTREO (min)	FLUJO (l/min)		VOLUMEN COLECTADO OC. Ref. (m3)	ABSORVANCIA CORREGIDA	FACTOR DE CALIBRACION Bx	CONCENTRACIÓN Sox (µg/m³)
	INICIAL (dd/mm/aa)	FINAL (dd/mm/aa)	INICIAL (hh:mm)	FINAL (hh:mm)		Inicial	Final		A - Ao		
1	19/06/2015	20/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,202	0,196	265,16	0,008	33,345	5,03
2	20/06/2015	21/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,202	0,2	267,83	0,008	33,345	4,98
3	21/06/2015	22/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,204	0,204	271,82	0,011	33,345	6,75
4	22/06/2015	23/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,21	0,208	278,48	0,008	33,345	4,98
5	23/06/2015	24/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,218	0,21	285,15	0,009	33,345	5,26
6	24/06/2015	25/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,21	0,202	274,49	0,01	33,345	6,07
7	25/06/2015	26/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,208	0,204	274,49	0,014	33,345	8,5
8	26/06/2015	27/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,21	0,21	279,82	0,014	33,345	8,34

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

MUESTRA No.	FECHA		HORA		TIEMPO DE MUESTREO	FLUJO (l/min)		VOLUMEN COLECTADO OC. Ref. (m3)	ABSORVANCIA CORREGIDA	FACTOR DE CALIBRACION Bx	CONCENTRACION Sox
	INICIAL (dd/mm/aa)	FINAL (dd/mm/aa)	INICIAL (hh:mm)	FINAL (hh:mm)		(min)	Inicial		Final	A - Ao	
9	27/06/2015	28/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,204	0,202	270,49	0,014	33,345	8,63
10	28/06/2015	29/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,206	0,2	270,49	0,005	33,345	3,14
11	29/06/2015	30/06/2015	12:30	12:00	1.410	0,21	0,206	277,15	0,012	33,345	7,22
12	30/06/2015	1/07/2015	12:30	12:00	1.410	0,206	0,202	271,82	0,012	33,345	7,36
13	1/07/2015	2/07/2015	12:30	12:00	1.410	0,216	0,214	286,48	0,018	33,345	10,48
14	2/07/2015	3/07/2015	12:30	12:00	1.410	0,208	0,2	271,82	0,015	33,345	9,2
15	3/07/2015	4/07/2015	12:30	12:00	1.410	0,202	0,202	269,16	0,019	33,345	11,77
16	4/07/2015	5/07/2015	12:30	12:00	1.410	0,202	0,2	267,83	0,021	33,345	13,07
17	5/07/2015	6/07/2015	12:30	12:00	1.410	0,212	0,208	279,82	0,001	33,345	0,6
18	6/07/2015	7/07/2015	12:30	12:00	1.410	0,202	0,194	263,83	0,002	33,345	1,52

Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

#### 5.1.9.3.1.4.4. Monóxido de Carbono (CO).

Resultados Estación 1 – Predio Jhal-Lote 2, Vereda Aguas Claras (CO) – T.A. 24358.

Las concentraciones medidas de CO arrojaron un valor de 1.00 µg/m<sup>3</sup> (ver Figura 128).



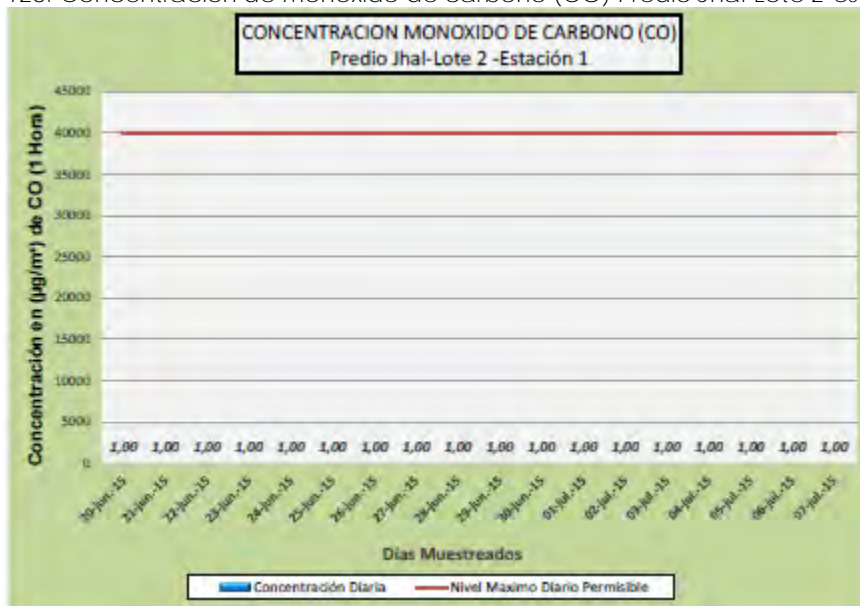
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 128. Concentración de monóxido de carbono (CO) Predio Jhal-Lote 2-estación 3




Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Tabla 144. Calculo de la concentración de CO en el Punto 1.

MUESTRA No	FECHA	HORA	CONCENTRACIÓN Cox
	(dd/mm/aa)	HH:MM	(µg/m³)
1	20/06/2015	10:30	1
2	21/06/2015	10:30	1
3	22/06/2015	10:30	1
4	23/06/2015	10:30	1
5	24/06/2015	10:30	1
6	25/06/2015	10:30	1
7	26/06/2015	10:30	1
8	27/06/2015	10:30	1
9	28/06/2015	10:30	1
10	29/06/2015	10:30	1
11	30/06/2015	10:30	1
12	1/07/2015	10:30	1
13	2/07/2015	10:30	1



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

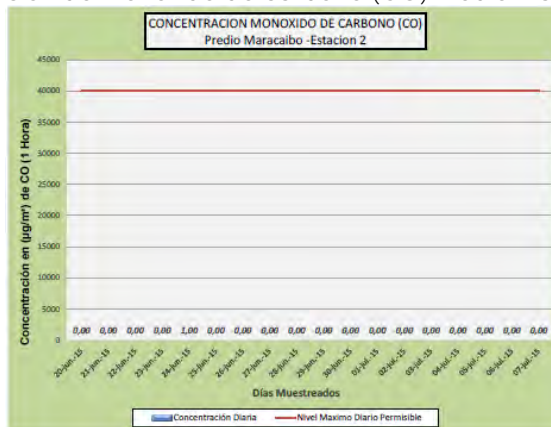
MUESTRA No	FECHA	HORA	CONCENTRACIÓN Cox
	(dd/mm/aa)	HH:MM	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
14	3/07/2015	10:30	1
15	4/07/2015	10:30	1
16	5/07/2015	10:30	1
17	6/07/2015	10:30	1
18	7/07/2015	10:30	1

Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Resultados Estación 2 – Predio Maracaibo, Vereda Los Caliches (CO). TA 24362

Las concentraciones medidas de CO arrojaron un valor promedio de  $0.06 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figura 129).

Figura 129. Concentración de monóxido de carbono (CO) Predio Maracaibo-estación 2



Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Tabla 145. Cálculo de la concentración de CO en el Punto 2.

MUESTRA No	FECHA	HORA	CONCENTRACIÓN Cox
	(dd/mm/aa)	HH:MM	( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
1	20/06/2015	11:30	0
2	21/06/2015	11:30	0
3	22/06/2015	11:30	0
4	23/06/2015	11:30	0
5	24/06/2015	11:30	1

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

MUESTRA No	FECHA	HORA	CONCENTRACIÓN COx
	(dd/mm/aa)	HH:MM	(µg/m³)
6	25/06/2015	11:30	0
7	26/06/2015	11:30	0
8	27/06/2015	11:30	0
9	28/06/2015	11:30	0
10	29/06/2015	11:30	0
11	30/06/2015	11:30	0
12	1/07/2015	11:30	0
13	2/07/2015	11:30	0
14	3/07/2015	11:30	0
15	4/07/2015	11:30	0
16	5/07/2015	11:30	0
17	6/07/2015	11:30	0
18	7/07/2015	11:30	0

Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Resultados Estación 3 – Predio Villa Lubdy, Vereda Planadas (CO). TA 24366.

Las concentraciones medidas de CO arrojaron un valor promedio de 0.28 µg/m3 (Figura 130).



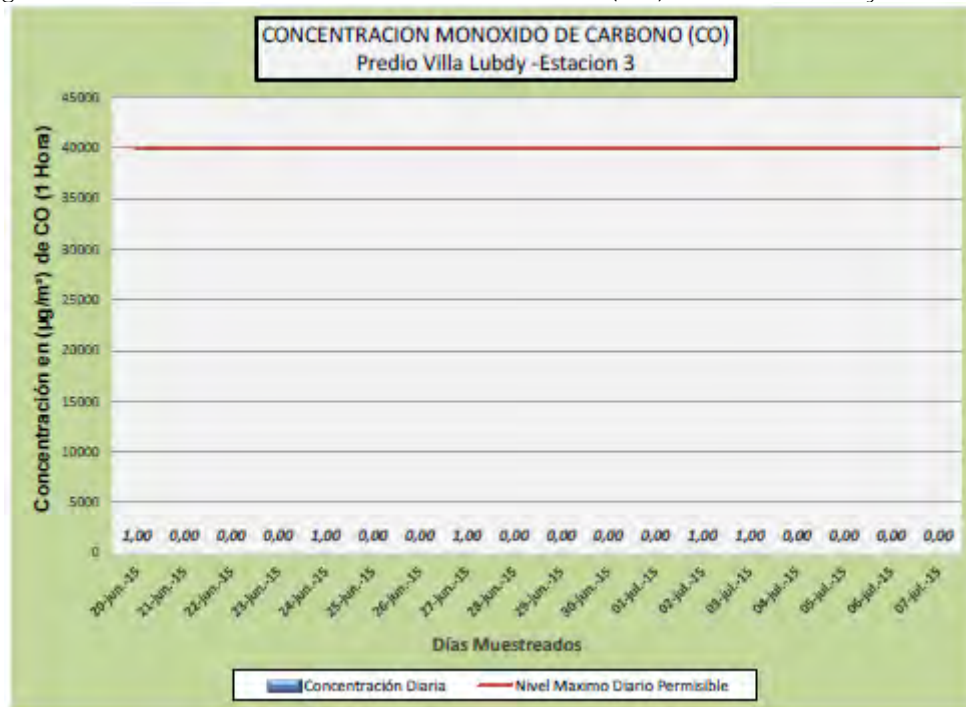
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 130. Concentración de monóxido de carbono (CO) Predio Villa Lubdy-estación 3




Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Tabla 146. Cálculo de la concentración de CO en el Punto 3

MUESTRA No	FECHA	HORA	CONCENTRACIÓN Cox
	(dd/mm/aa)	HH:MM	(µg/m³)
1	20/06/2015	12:30	1
2	21/06/2015	12:30	0
3	22/06/2015	12:30	0
4	23/06/2015	12:30	0
5	24/06/2015	12:30	1
6	25/06/2015	12:30	0
7	26/06/2015	12:30	0
8	27/06/2015	12:30	1
9	28/06/2015	12:30	0
10	29/06/2015	12:30	0



Cra 6 No. 62b – 32 Edificio Sexta Avenida. Montería. Córdoba 7890384  
[info@tcsas.co](mailto:info@tcsas.co) [www.tcsas.co](http://www.tcsas.co)

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

MUESTRA No	FECHA	HORA	CONCENTRACIÓN Cox
	(dd/mm/aa)	HH:MM	(µg/m³)
11	30/06/2015	12:30	0
12	1/07/2015	12:30	0
13	2/07/2015	12:30	1
14	3/07/2015	12:30	1
15	4/07/2015	12:30	0
16	5/07/2015	12:30	0
17	6/07/2015	12:30	0
18	7/07/2015	12:30	0

Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

#### 5.1.9.3.1.4.5. Comparativo entre los puntos muestreados.

Partículas suspendidas inferiores a 10 micras-PM<sub>10</sub>.

Los niveles de PM<sub>10</sub> representan la actual condición del sector, el periodo de muestreo se presentó sin precipitaciones. Los mayores niveles de concentración de PM<sub>10</sub> se ven reflejados en el punto 3 ubicado en el municipio de La Gloria, Cesar – Predio Villa Lubdy, Vereda Planadas, el cual presenta un periodo de altas concentraciones posiblemente por la cercanía a vías secundaria o terciarias, en general los aportes son generados por las actividades propias del lugar teniendo en cuenta la cercanía del lugar a la estación de Ecopetrol “Estación Ayacucho”, en la cual se presenta circulación interna de vehículos y entrando y saliendo de la estación, especialmente de carga pesada.

Los niveles de concentración presentadas en las estaciones uno y dos, reflejan condiciones típicas de sitios que presentan baja contaminación o tienen pocas actividades antrópicas cerca.

Los niveles medidos no sobrepasan el límite establecido por la legislación Vigente y están relacionados directamente con los periodos secos, cabe destacar que la gráfica Azul que representa la cantidad de precipitación medida y lo cual no presento ningún valor durante el monitoreo (Figura 131).





 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 131. Comparación puntos muestreados-PM<sub>10</sub>

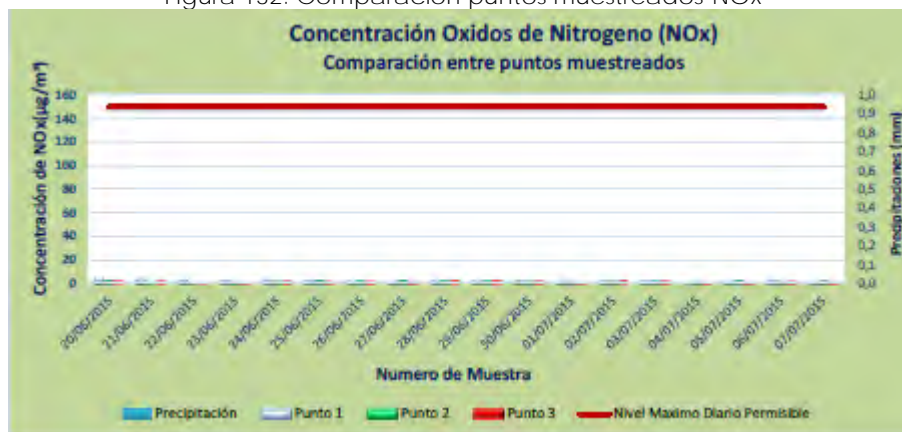


Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>2</sub>).

Las concentraciones de Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>) son básicamente imperceptibles, pues la presencia de Óxido de Nitrógeno depende fundamentalmente de altas temperaturas en los procesos de combustión y por producción natural a causa de actividades agrícolas y fuentes naturales (Figura 132).

Figura 132. Comparación puntos muestreados-NO<sub>x</sub>




Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Óxidos de Azufre (SO<sub>2</sub>).

Las concentraciones de Óxidos de azufre presentadas para este caso son muy bajas, pues proceden prácticamente a partes iguales de fuentes naturales en el metabolismo anaerobio de



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

la materia orgánica y de fuentes antropogénicas fundamentalmente procesos de combustión estacionaria en especial plantas termoeléctricas y plantas de combustión industrial (Figura 133).

Figura 133. Comparación puntos muestreados-SOx



Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

Monóxido de Carbono (CO).  
CO se produce por la combustión incompleta de combustibles orgánicos. La concentración de monóxido de Carbono es nula en los sitios de medición (Figura 134).

Figura 134. Comparación punto muestreados-CO



Fuente: CENS & WSP COLOMBIA S.A.S., 2015

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



De acuerdo con el monitoreo realizado en la zona de influencia donde se desarrollará el Proyecto de CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN AGUACHICA Y LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA DE 115 KV ENTRE AGUACHICA Y EL CORREGIMIENTO AYACUCHO, antes de iniciar la etapa constructiva en el municipio de Aguachica–Cesar, en el periodo comprendido entre el 19 de junio y el 07 de julio de 2015, comparándolas con la legislación vigente podemos concluir que:

- ✓ Las concentraciones de PM10, NO2, SO2 y CO evaluadas se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos para contaminantes criterio en condiciones de referencia por la Resolución 610 de 2012, Resolución 2154 de 2010 y Resolución 2254 de 2017 con respecto al tiempo de exposición diario y anual.
- ✓ En la zona solo presentan altos niveles de Material Particulado Respirable (PM10), a causa de actividades propias de la zona, sin embargo, estos presentan características típicas de zonas de sabana o potreros.
- ✓ Los trabajos en la zona de influencia del proyecto que impliquen remoción de coberturas vegetales y/o suelo, pueden ser fuente de emisión de Material Particulado.
- ✓ La presencia de maquinaria, vehículos y/o equipos de combustión interna usando combustibles fósiles en alta proporción podrían ser fuente de Óxidos de Azufre y Monóxido de Carbono.

#### 5.1.9.3.2. Monitoreo de calidad de aire desarrollado en la elaboración del EIA PV La Mata.

Con la información analizada anteriormente se tiene una línea base para los contaminantes criterios, que permite describir que las actividades en la zona del proyecto actualmente no generan contaminación en el componente atmosférico; no obstante, para corroborar esta información y tener una línea base más consolidada para este estudio de impacto ambiental, se realizó un monitoreo puntual en el área de influencia del proyecto fotovoltaico y su línea de conexión asociada. Los puntos que se monitorearon representan vientos arriba y un punto de fondo que permiten tener una base de información robusta respecto al componente en cuestión. Adicionalmente, estos análisis hacen parte de la evaluación multitemporal que realizará el dueño del proyecto, con el fin de conocer posibles modificaciones en la calidad del aire en el área.

La contaminación atmosférica es la presencia en el aire de materia o formas de energía que impliquen riesgo, daño o molestias graves para las personas, plantas y animales que se encuentran expuestas al ambiente. En ese sentido, los contaminantes atmosféricos medidos en la atmosfera urbana provienen de fuentes móviles y fijas y se distinguen en primarios y secundarios. Los contaminantes primarios proceden directamente de la fuente de emisión y los secundarios se producen como consecuencia de las transformaciones y reacciones químicas y físicas que sufren los contaminantes primarios en el seno de la atmósfera (Ballester, 2005).

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

De acuerdo con lo anterior, la gestión de la calidad del aire se centra en el cumplimiento de las normas primarias de calidad del aire, para los denominados contaminantes criterio. Estos son aquellos que se encuentran presentes en las grandes ciudades, tales como el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno y de azufre, el material particulado y el ozono (Matus, 2017).

#### 5.1.9.3.2.1. Metodología.

La metodología utilizada para desarrollar los puntos de monitoreos adicionales al sistema de vigilancia de calidad de aire está basada en los lineamientos establecidos en el Decreto 948 de 1995 el cual se encuentra incluido en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible (Decreto 1076 de 2015) y las resoluciones No. 2254 del 1 de noviembre de 2017 y 650 del 29 de marzo de 2010 del MAVDT actual MADS. El procedimiento técnico fue llevado a cabo por Control de Contaminación Ltda, la cual se encuentra acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM mediante Resoluciones 0880 del 16 de agosto de 2019 y 1397 del 22 de noviembre de 2019.

En este sentido, el procedimiento de toma de muestra para los parámetros monitoreados y los métodos de referencia empleados para cada contaminante se evidencian en la Tabla 147:

Tabla 147. Métodos acreditados.

PARÁMETRO	MÉTODO	ALCANCE
PM <sub>10</sub>	US CFR 40, Parte 50, Apéndice J	Toma y análisis de muestra

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Los filtros son previamente inspeccionados, numerados, desecados durante 24 horas en el desecador con sílica gel, pesados y almacenados en el laboratorio antes del trabajo en campo y son llevados a campo en una bolsa plástica de cierre rápido hermético.

Prevía calibración, los equipos son ubicados en el sitio de monitoreo, teniendo en cuenta la rosa de los vientos de la zona, la dirección de los vientos y seguridad de estos; todos los muestreadores se ubicaron en el punto acordado durante diecinueve (19) días continuos, tomando dieciocho (18) muestras por punto. Cada 24 horas +/- 1 hora, se retiró el filtro usado y se colocó uno nuevo, protegiéndolo de la corriente de aire; además de la respectiva revisión, ajuste de cada aparato e instalación de la carta registradora de flujo. Se toma la lectura del horómetro y se registra en la hoja de campo.


Una vez terminado el monitoreo, los filtros pasan al análisis en el laboratorio donde son pesados, previo equilibrio de la humedad durante 24 horas en el desecador con sílica gel, utilizando una balanza analítica y por diferencia se determina la cantidad de material particulado depositado sobre el filtro.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Los muestreos determinan la concentración de partículas por método gravimétrico; mediante la captación del aire ambiente utilizando para ello equipos muestreadores de alto volumen, con filtros apropiados. Finalmente, se determinó la calidad del aire en microgramos por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), teniendo en cuenta el volumen de aire muestreado durante el periodo de tiempo durante la toma de muestra.

Para el estudio se seleccionaron 2 puntos el área de influencia del proyecto, de acuerdo con la rosa de los vientos (de fondo y vientos abajo) y posibles fuentes de emisión de contaminantes, las coordenadas de estos puntos se muestran en la Tabla 148:

Tabla 148. Ubicación puntos de monitoreo calidad de aire.

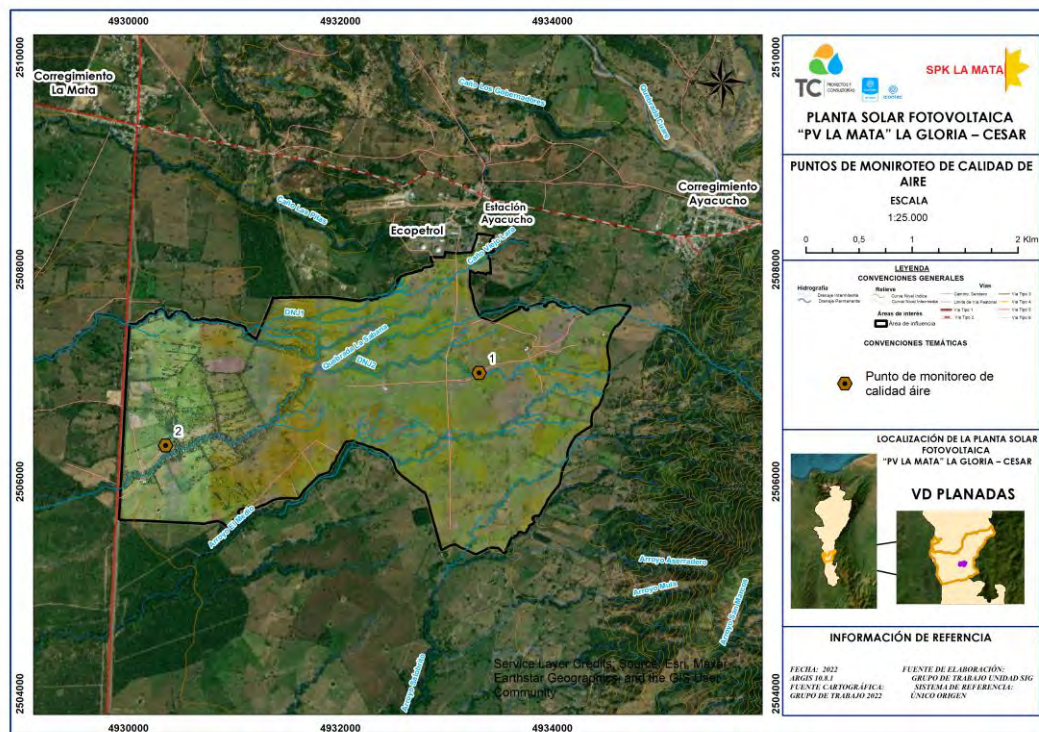
Identificación	Lugar	Registro fotográfico	Coordenada origen único		Parámetros evaluados
			N	O	
Punto 1	Finca Jericó		4933308,20	2507023,00	PM <sub>10</sub> Temperatura Humedad Precipitación Presión Dirección y velocidad del viento
Punto 2	Finca Sr Auden		4930350,88	2506339,19	PM <sub>10</sub>

Fuente: Equipo consultor, 2021.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 135. Puntos de monitoreo de calidad aire. 1 vientos arriba y 2 vientos abajo.



Fuente: Equipo consultor, 2021.



#### 5.1.9.3.2.2. Información equipos de medición.

Un muestreador de alto volumen con cabezal PM10 está formado por dos componentes básicos: una entrada diseñada para permitir el ingreso de partículas de diámetro  $<10 \mu\text{m}$  y un sistema de control de flujo capaz de mantener una proporción de flujo constante dentro de las especificaciones planteadas en la norma.

El equipo muestreador PM10 obtiene un volumen conocido de aire a una proporción de flujo constante a través de una entrada tamaño-selectiva y un filtro en exposición. Las partículas son recolectadas en el filtro durante el periodo especificado por el programa de monitoreo, generalmente de 24 horas  $\pm$  1 hora. Cada filtro es pesado antes y después del muestreo para determinar el peso neto obtenido de la muestra de PM10 recolectada.

El método de referencia para el monitoreo de PM10 está establecido por EPA e-CFR Título 40, Parte 50, Apéndice J: PM10.



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

El volumen total de aire muestreado es determinado de la proporción de flujo conocido y el tiempo expuesto. La concentración de PM<sub>10</sub> en el aire se mide como la masa total de las partículas acumuladas en el filtro, clasificado según el rango de tamaño, dividido por el volumen de aire de muestra. Esta concentración se expresa como microgramos por metro cúbico (µg/m<sup>3</sup>).

#### 5.1.9.3.2.2.1. Procedimiento de calibración para PM<sub>10</sub>.

Calibrador de orificio que sea ajustable o variable: Cualquier tipo de orificio es aceptable para la calibración de muestreadores de alto volumen, el proceso de calibración sigue siendo el mismo. Para la calibración de los muestreadores de alto volumen para PM<sub>10</sub>, se utilizó la unidad Shawnee Instruments, modelo TE-5028A y serie W98.

Siga los siguientes pasos para iniciar la calibración:

- ✓ Se desconecta el motor desde el controlador de flujo de masa y se conecta el motor a una fuente de alimentación de corriente alterna estable.
- ✓ Se instala el orificio calibrador y la placa superior del adaptador de carga para la toma de muestras. Apriete el adaptador de carga superior, manteniéndolo pulsado firmemente durante este procedimiento para asegurar que no haya fugas de aire.
- ✓ Se deja que el motor se caliente hasta su temperatura de funcionamiento normal.
- ✓ Se realiza una prueba de fugas, cubriendo el agujero en la parte superior del orificio.
- ✓ Se conecta un lado del manómetro de agua a la toma de presión en el lado del orificio con un tubo de vacío de caucho. Se deja el lado opuesto del manómetro abierto a la atmósfera. Las dos válvulas en el manómetro tienen que estar abiertas para que el líquido fluya libremente.
- ✓ Se gira el botón negro en la parte superior del calibrador (TE- 5028A), en sentido contrario a las manecillas del reloj. Registre la lectura del manómetro del orificio y la lectura del registrador de flujo continuo desde la toma de muestras. Repita este procedimiento mediante el ajuste de la perilla en el orificio a cinco lecturas diferentes.
- ✓ Se registra la temperatura del aire ambiente, la presión barométrica ambiental, el número de serie de muestras, la pendiente y la intersección del certificado de calibración vigente, fecha, la ubicación del sitio.
- ✓ Se desconecta el motor de su fuente de alimentación y retire el orificio y la placa superior del adaptador de carga. Vuelva a conectar el motor al controlador de flujo másico electrónico.

#### 5.1.9.3.2.2.2. Equipo utilizado para medir condiciones meteorológicas.

Estación meteorológica MARCA Davis Vantage PRO 2 ofrece una funcionalidad robusta y una extensa gama de opciones y sensores. A través de ella, se podrá obtener un pronóstico local,

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

máximos y mínimos, totales o promedios y gráficos para casi todas las variables meteorológicas, durante los últimos 24 días, meses o años, sin necesidad de una computadora. Vantage Pro 2 utiliza una radio Spread Spectrum con salto de frecuencia para transmitir y recibir datos a distancias de hasta 1000 pies (300 m) de línea visual directa. Puede personalizarse con una extensa gama de opciones adicionales, como sensores de radiación solar y ultravioleta, estaciones de humedad del suelo y repetidores de corto y largo alcance. La batería interna y el panel solar aseguran muchos meses de uso sin recambio de la pila de 3 voltios. Esta estación es "escalable" es decir se le pueden incorporar otros sensores hasta llegar a la configuración requerida (Tabla 149).

Tabla 149. Características técnicas.

Características técnicas	Imagen
Pantalla LCD retroiluminada de gran tamaño, de 3½" x 6" (9 x 15 cm).	
Opciones disponibles para humedad del suelo, repetidores de corto y largo alcance.	
Actualizaciones rápidas, cada 2.5 segundos.	
La opción de software y registrador de datos WeatherLink permite realizar gran variedad de análisis adicionales.	
Transmisión inalámbrica entre la estación y la consola, a distancias de hasta 1000 pies (300 m).	
Medición de temperatura interior y exterior.	
Medición de humedad relativa interior y exterior.	
Medición de la presión atmosférica.	
Medición de la velocidad y dirección del viento.	
Medición de lluvia, cantidad instantánea e intensidad en mm/h.	
Alimentación eléctrica por panel solar que alimenta a los sensores de exterior.	
Transmisión de datos inalámbrica (wireless) o cableada (wired)	
Selección de alarmas, valores promedio, máximos y mínimos, dependiendo de las variables.	
Datalogger y Software WeatherLink que permite el registro de los datos a través del tiempo conectando un PC.	

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Por su parte, en la Tabla 150 se listan los equipos y elementos que son susceptibles de ser calibrados y que hacen parte del conjunto de equipos de medición y toma de muestras en estudios de calidad del aire:

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 150. Fecha de calibración/ verificación de elementos y equipos.

Elementos y equipos	Fecha de ultima calibración	Frecuencia o vigencia
Calibrador Ambiental Tisch Modelo TE5028A Serie 2764	2019-05-24	Anual
Balanza Analítica Digital KD-TN BA003	2018-10-03	Bienal
Termohigrómetro Digital Data Logger TH008	2019-12-07	Bienal



Fuente: Elaboración consultor a partir de Control de contaminación Ltda, 2020.

Las condiciones meteorológicas reportados por la estación meteorológica Marca Davis Vantage Vue propiedad de la empresa Control de Contaminación Ltda., la cual fue ubicada en el área de influencia del proyecto que se llevará a cabo en la zona rural del municipio de La Gloria, corregimiento de La Mata, en el departamento del Cesar durante el periodo de monitoreo. En la Tabla 151 se evidencian los datos reportados por la estación meteorológica en el área de influencia del proyecto:

Tabla 151. Condiciones meteorológicas registradas durante el periodo monitoreado.

Fecha	Temperatura Media °C	Temperatura Máxima °C	Temperatura Mínima °C	Humedad %	Presión Atmosférica mmHg	Precipitación mm	Velocidad del viento m/s	Dirección del Viento
2020-05-20	30,8	31,3	30,1	78,2	749,9	0,0	1,7	N
2020-05-21	30,3	31	29,6	80,7	748,6	0,1	2,6	N
2020-05-22	28,9	29,5	28,3	86,2	749,8	0,1	2,1	NNW
2020-05-23	29,7	30,2	29,2	84,6	749,4	0,0	1,5	NNE
2020-05-24	30,8	31,3	30,3	82	748,8	0,0	1,3	N
2020-05-25	30,4	31	29,9	82,5	748,7	0,0	1,6	N
2020-05-26	29,9	30,6	29,2	89,2	748,5	0,0	2	N
2020-05-27	29,2	29,8	28,7	82,6	749,9	0,0	2,1	NW
2020-05-28	27	27,4	26,6	93	751,2	0,1	2	N
2020-05-29	28,7	29,3	28,1	84,9	750,9	0,0	1,7	NNW
2020-05-30	27,1	27,4	26,7	93	751,8	0,0	1,7	N
2020-05-31	27,6	28	27,2	87,6	752,2	0,0	2,7	NNW
2020-06-01	29,2	29,7	28,7	86,1	751,3	0,0	1,5	N
2020-06-02	28,1	28,7	27,7	91,2	750,4	0,0	2,2	N
2020-06-03	27,2	27,7	26,9	93,8	750,9	0,0	2,5	N
2020-06-04	29,3	29,8	28,8	84,5	749,8	0,0	1,4	N
2020-06-05	28,9	29,5	28,2	89,5	750,1	0,0	1,7	ENE
2020-06-06	27,5	28,1	27	92,3	751,4	0,0	2,3	NNE
2020-06-07	29	29,5	28,6	86,3	751,1	0,0	1,5	N

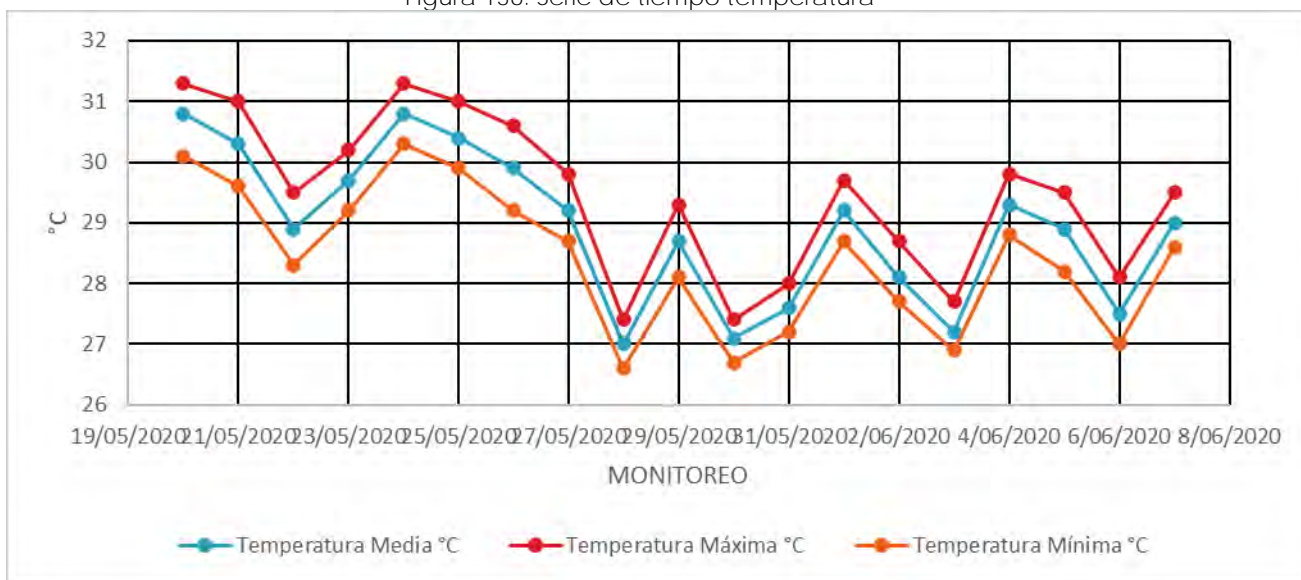
Fuente: Elaboración consultor a partir de Control de contaminación Ltda, 2020.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

✓ Temperatura.

Como se puede observar en la Figura 136, la serie de tiempo del parámetro temperatura evidencia un comportamiento regular sin variaciones significativas durante el periodo de muestreo, presentando registro de temperatura mínima de 27°C y máxima de 31°C. Es importante tener en cuenta que a medida que aumenta la temperatura también aumenta la concentración de material particulado (Chaloulakou et al., 2003).

Figura 136. Serie de tiempo temperatura



Fuente: Elaboración consultor a partir de Control de contaminación Ltda, 2020.

✓ Humedad.

El área de estudio presenta una humedad relativa con valores que oscilan en promedio de 87%, para todo el periodo observado. El valor máximo presentado fue de 93% (Figura 137).



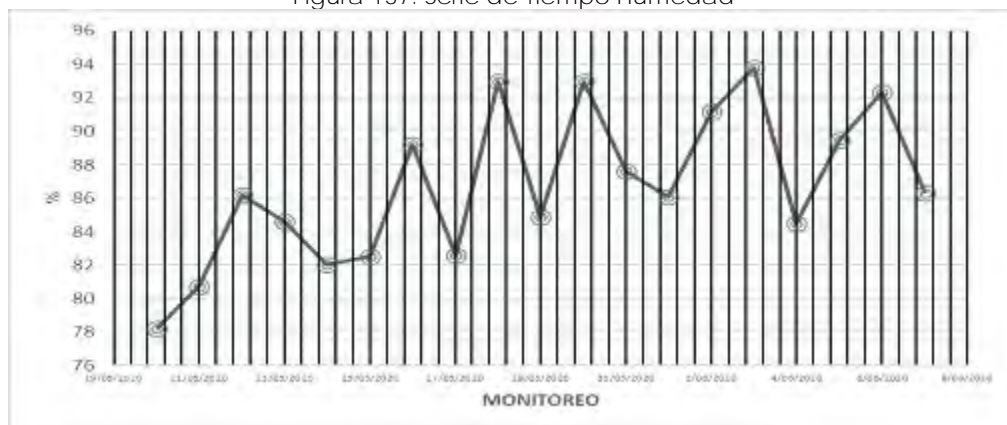
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 137. Serie de Tiempo Humedad

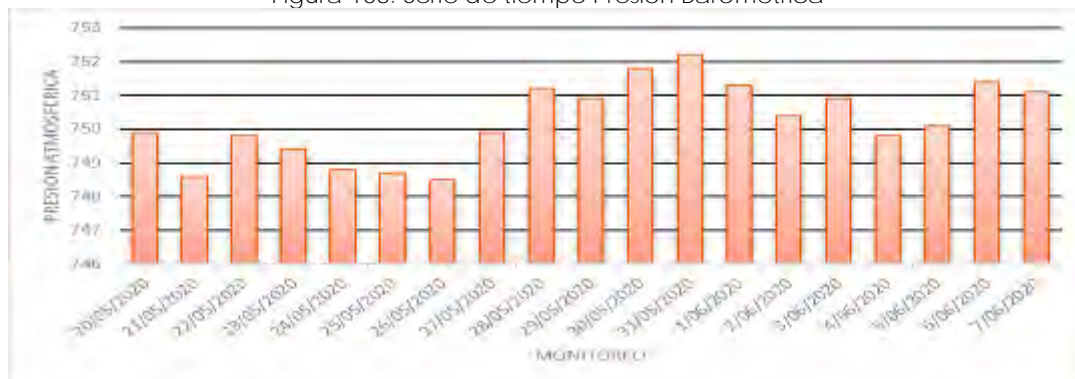


Fuente: Elaboración consultor a partir de Control de contaminación Ltda, 2020.

✓ Presión atmosférica.



Como se puede observar en la Figura 138 el comportamiento de la presión barométrica oscila entre 748 y 752 mm Hg, que corresponde al valor de presión estándar del nivel de mar. En una atmosfera inestable predominan velocidades de viento relativamente alta y se presente movimiento vertical de masa de vientos, por lo que se incrementa la dispersión de los contaminantes, debido a lo anterior, la estabilidad atmosférica es muy importante para la dispersión de los contaminantes del aire.

Figura 138. Serie de tiempo Presión Barométrica



Fuente: Elaboración consultor a partir de Control de contaminación Ltda, 2020.



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

✓ Velocidad del viento.

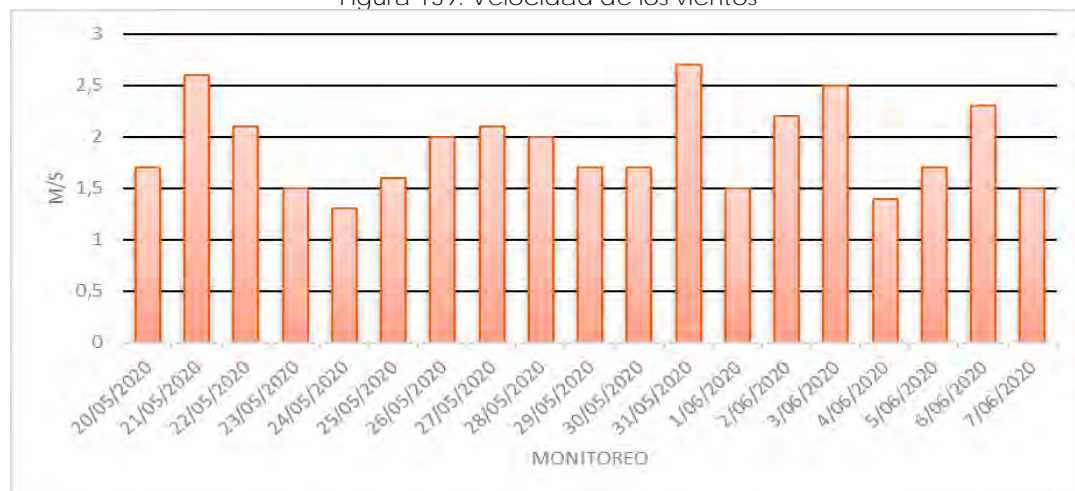
La velocidad del viento registrada por la estación meteorológica durante el periodo de muestreo registro un valor promedio de 1,9 m/s y máximo de 2,7 m/s (Figura 139), el cual de acuerdo con la escala de velocidad de viento de Begufort se encuentra catalogado como brisa suave y brisa ligera (Tabla 152).

Tabla 152. Escala de velocidad del viento-Beaufort.


DENOMINACIÓN	VELOCIDAD DEL VIENTO (KM/H)
Calma	Menor a 0,5
Aire ligero	0,5-1,4
Brisa ligera	1,5-2
Brisa suave	3-4
Brisa moderada	5-7
Brisa fresca	8-10
Brisa fuerte	11-13
Viento moderado	14-16
Viento fresco	17-20
Viento fuerte	21-23
Gran viento	24-27
Tempestad	28-33
Huracán	33-más

Fuente: Universidad de Buenos Aires, Departamento de Geografía.

Figura 139. Velocidad de los vientos



Fuente: Elaboración consultor a partir de Control de contaminación Ltda, 2020.

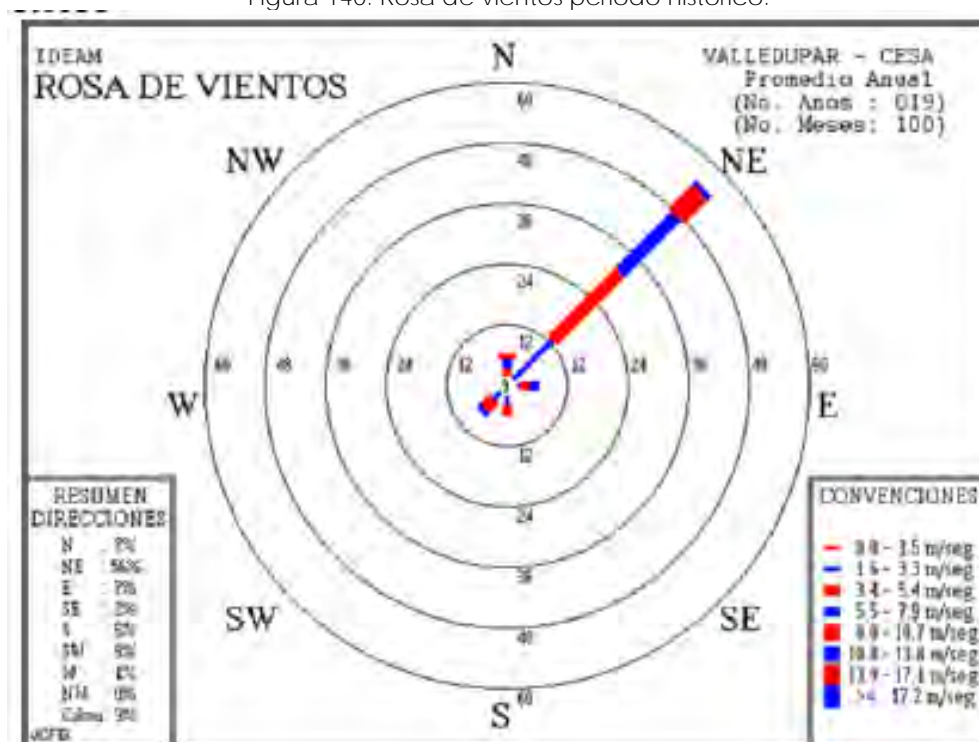
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

✓ Rosa de vientos.

Según la rosa de los vientos elaborada a partir de los datos reportados por la estación meteorológica del Aeropuerto Nacional Alfonso López ubicada en la ciudad de Valledupar, departamento de Cesar, la mayor parte del año se presentan flujos predominantes en dirección noreste (56%) con velocidades que oscilan entre 1.5 m/s y 17,1 m/s. Así mismo se observan la presencia de viento en las otras direcciones del viento (<7%) con velocidades menores a 5,4 m/s.

Conforme a la rosa de vientos elaborada con la información recolectada por la estación meteorológica ubicada en el área de influencia del proyecto que se llevará a cabo en la zona rural del municipio de La Gloria, corregimiento de La Mata, en el departamento del Cesar durante ambos periodos (diurno y nocturno) de monitoreo la predominancia de los vientos provino de la dirección norte (N) con una frecuencia de 40,8% en el periodo diurno y 17% en el periodo nocturno, no obstante, en proporciones menores se percibieron vientos provenientes de direcciones variables con frecuencias inferiores al 15%. El periodo de calma reportado para el periodo diurno fue de 0,57% y para el periodo nocturno de 0,33% (Figura 140 y Figura 141).

Figura 140. Rosa de vientos periodo histórico.



Fuente: Elaboración consultor a partir de Control de contaminación Ltda, 2020.



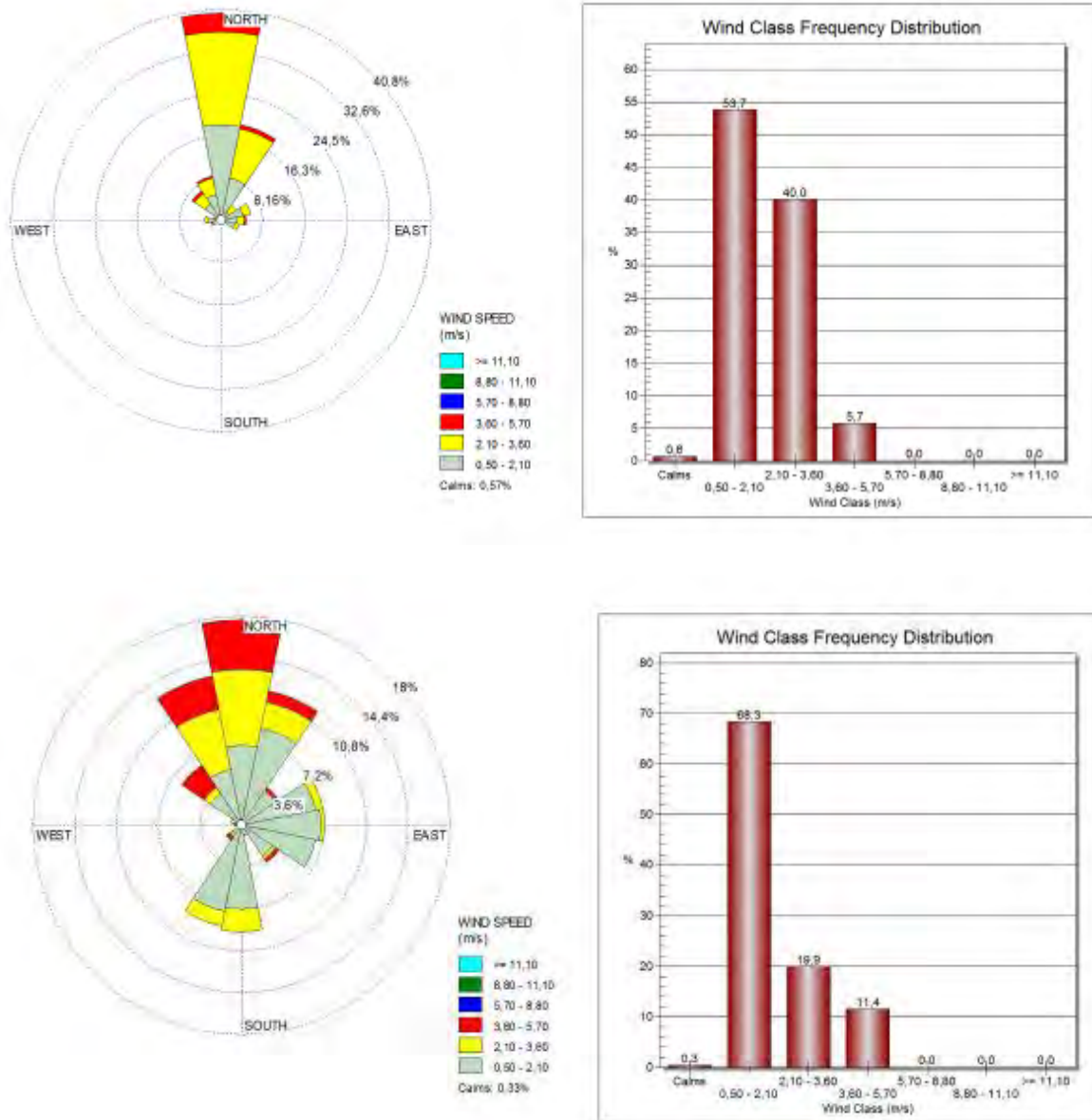
 <b>SPK LA MATA</b> 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 141. Rosa de vientos.



Fuente: Elaboración consultor a partir de Control de contaminación Ltda, 2020.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)		Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

La emisión de contaminantes genera consigo la dispersión de estos, la cual está condicionada por múltiples factores, controlados y no controlados. La dispersión de estos en la atmósfera es afectada por las condiciones locales del área y las características de la superficie. Especialmente la velocidad y dirección del viento se consideran como las variables meteorológicas que tienen un efecto directo en la dispersión de los contaminantes en el aire. La dispersión de los contaminantes en la atmósfera depende del viento, de la dirección de este y de la turbulencia del aire.

#### 5.1.9.3.2.2.3. Referencias normativas.

La resolución No. 2254 del 1 de noviembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, en el capítulo I artículo 2 establece los niveles máximos permisibles a condiciones de referencia para contaminantes criterios (Tabla 153), además, establece los procedimientos, metodologías y frecuencias para las mediciones de calidad de aire establecidas en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, adoptado a través de la Resolución 650 de 2010 y ajustado por la Resolución 2154 de noviembre de 2010.

Tabla 153. Niveles máximos permisibles de contaminantes criterios en el aire

Contaminante	Nivel máximo permisible ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo de exposición
PM <sub>10</sub>	50	Anual
	75	24 horas

Fuente: Elaboración consultor a partir de MADS, 2017.

#### 5.1.9.3.2.3. Resultados del monitoreo.

Las tablas de resultados de cada muestreador contienen los datos obtenidos durante el trabajo de campo y los cálculos correspondientes a la calidad del aire para cada uno de los días del muestreo. Cada tabla indica el valor máximo y mínimo obtenido y el promedio aritmético de todos los resultados para su posterior interpretación con respecto a la norma de calidad del aire. En la Tabla 154 se presentan los resultados por puntos, y se compara con el límite máximo permitido de acuerdo con la resolución 2254 de 2017.

Tabla 154. Concentraciones de material Particulado Menor a 10 Micras (PM10) en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a condiciones de referencia (25°C y 760 mmHg) vs Norma 24 Horas

MUESTRAS	PUNTO 1. Finca Jericó			PUNTO 2. Finca Sr Auden		
	PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Norma 24 horas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Cumple	PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Norma 24 horas ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Cumple
2020-05-21	32,16	75	Si	39,70	75	Si
2020-05-22	35,11	75	Si	43,81	75	Si
2020-05-23	37,49	75	Si	39,13	75	Si

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

MUESTRAS	PUNTO 1. Finca Jericó			PUNTO 2. Finca Sr Auden		
	PM10 (µg/m3)	Norma 24 horas (µg/m3)	Cumple	PM10 (µg/m3)	Norma 24 horas (µg/m3)	Cumple
2020-05-24	35,88	75	Si	33,13	75	Si
2020-05-25	32,55	75	Si	31,89	75	Si
2020-05-26	35,96	75	Si	37,34	75	Si
2020-05-27	39,77	75	Si	38,81	75	Si
2020-05-28	41,64	75	Si	37,98	75	Si
2020-05-29	39,78	75	Si	37,60	75	Si
2020-05-30	35,30	75	Si	40,55	75	Si
2020-05-31	36,88	75	Si	38,87	75	Si
2020-06-01	41,42	75	Si	41,10	75	Si
2020-06-02	34,35	75	Si	36,44	75	Si
2020-06-03	39,52	75	Si	31,54	75	Si
2020-06-04	39,54	75	Si	38,14	75	Si
2020-06-05	37,30	75	Si	34,16	75	Si
2020-06-06	38,14	75	Si	38,08	75	Si
2020-06-07	38	75	Si	34,18	75	Si
Valor Mínimo	32,16	-	-	31,54	-	-
Valor Máximo	41,64	-	-	43,81	-	-

Fuente: Elaboración consultor a partir de Control de contaminación Ltda, 2020.



Los resultados obtenidos del monitoreo de calidad del aire realizado en la zona de influencia del proyecto que se llevará a cabo en la zona rural del municipio de La Gloria, corregimiento de La Mata, en el departamento del Cesar, permitieron determinar que las concentraciones del parámetro monitoreado, Material Particulado menor a 10 micras (PM10) se encuentran por debajo de los niveles máximos permisibles establecidos en el artículo 2 de la Resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017 del Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (MADS).

Los resultados del monitoreo para ambos puntos (punto 1. "Finca Jericó", punto 2. "Finca Sr. Auden") muestran fluctuaciones en las concentraciones de cada uno de estos; para el punto 1. "Finca Jericó" se observa que el valor mínimo se obtuvo el día 1 (2020-05-21) con 32,16 µg/m3 y el valor máximo el día 8 (2020-05-28) con 41,64 µg/m3, por su parte en el punto 2. "Finca Sr. Auden" el valor mínimo se obtuvo el día 14 (2020-06-03) con 31,54 µg/m3 y el valor máximo el día 2 (2020-05-22) con 43,81 µg/m3.

La Figura 142 denota el comportamiento del contaminante durante la campaña de monitoreo, evidenciándose cumplimiento de todas las muestras recolectadas, al no superarse los 75 µg/m3 permitidos por la normatividad para tiempos de exposición de 24 horas, asimismo, esta gráfica nos muestra que en el punto 2. "Finca Sr. Auden" se reportaron el valor más alto y bajo de las mediciones, siendo estas, las muestras tomadas el día 2 (2020-05-22) y el día 14 (2020-06-03) respectivamente, las observaciones en campo nos indican que este punto recibió el aporte

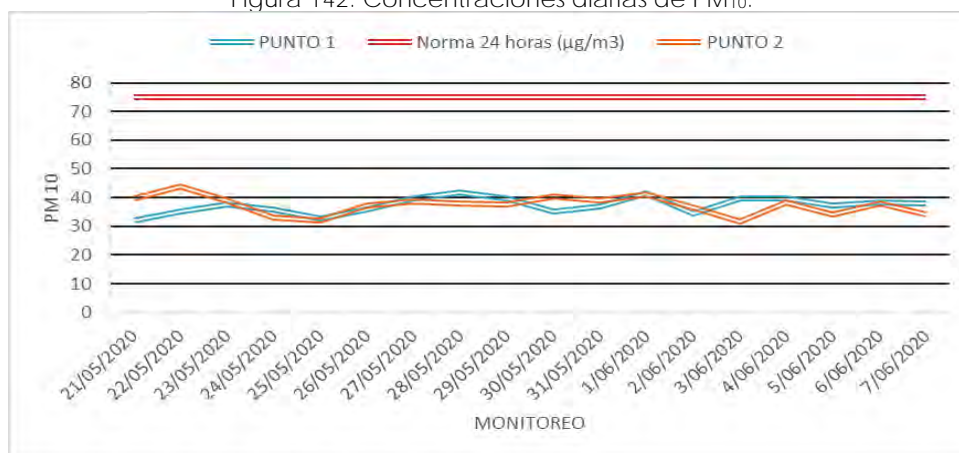




 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

constante de los automotores que transitan en la vía La Mata – Besote ubicada a 150 metros del punto y por el paso de semovientes presentes en la finca.

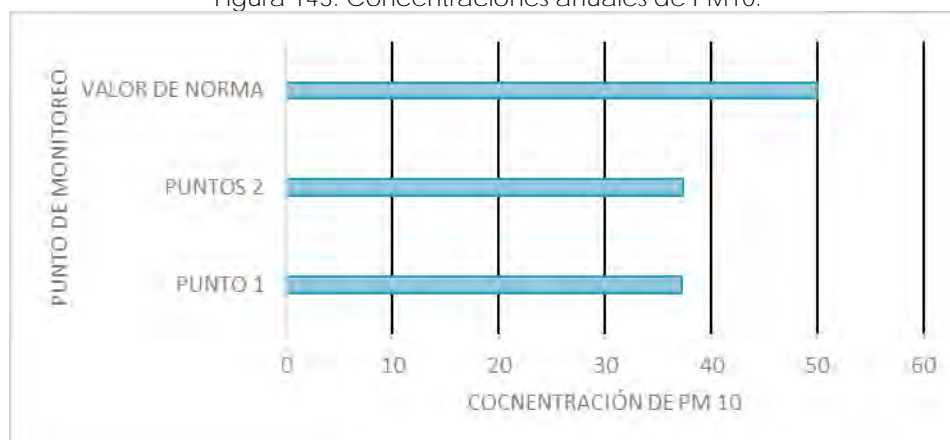
Figura 142. Concentraciones diarias de PM<sub>10</sub>.



Fuente: Elaboración consultor a partir de Control de contaminación Ltda, 2020.

En cuanto a la comparación con la norma anual, se precisan los resultados (promedio aritmético) y el cumplimiento indicativo de los dos puntos, los cuales no exceden la normatividad, presentando concentraciones inferiores a 50 µg/m<sup>3</sup>; la Figura 143 representa las concentraciones determinadas, mostrándonos valores con una diferencia inferior a un (1) µg/m<sup>3</sup> entre las dos estaciones monitoreadas, identificándose a su vez, para el punto 1. "Finca Jericó" un promedio de 37,27 µg/m<sup>3</sup> y para el punto 2. "Finca Sr. Auden" de 37,36 µg/m<sup>3</sup>.

Figura 143. Concentraciones anuales de PM<sub>10</sub>.



Fuente: Elaboración consultor a partir de Control de contaminación Ltda, 2020.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Finalmente, se resalta que las estaciones y/o puntos de monitoreos evaluados en el área de influencia del proyecto que se llevará a cabo en la zona rural del municipio de La Gloria, en el departamento del Cesar se encuentran en cumplimiento de la normatividad, al no superar el nivel máximo permisible establecido para la exposición del contaminante Material Particulado menor a 10 micras (PM10) en la atmósfera.

#### SINTESIS.



De acuerdo con la información analizada para el componente de calidad de aire se puede concluir que las actividades que se realizan en la zona no representan un riesgo para el ambiente, incluyendo las personas. El estudio de monitoreo de calidad del aire para la CONSTRUCCIÓN DE LA FUTURA SUBESTACIÓN AGUACHICA Y LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA DE 115 KV ENTRE AGUACHICA Y EL CORREGIMIENTO AYACUCHO muestra concentraciones de los contaminantes criterios (PM10, NO2, SO2 Y CO) por debajo de los límites permisibles establecidos en las resoluciones 610 de 2012 y la resolución 2254 de 2017; específicamente para el material particulado las concentraciones en las estaciones uno y dos reflejan condiciones típicas de sitios que presentan baja contaminación o poca actividad antrópica, por otro lado, la estación tres presenta concentraciones más elevadas que las anteriores pero sin sobrepasar los límites máximos permitidos en la legislación ambiental. Para los óxidos de nitrógeno (NOx) se encontraron concentraciones imperceptibles en las tres estaciones monitoreadas. En cuanto a los óxidos de azufre las concentraciones son muy bajas para todas las estaciones. El monóxido de carbono no tiene una concentración representativa en ninguna de las estaciones monitoreadas.

En relación con los monitoreos que se realizaron en el área de influencia muestran comportamientos similares para el contaminante criterio PM10, debido a que las concentraciones no superan los límites establecidos en la resolución 2254 de 2017 en ninguna de las dos estaciones, ni para ninguno de los dos tiempos de exposición, lo que comprueba que en la zona no hay actividades que generen contaminación en términos de calidad de aire.

#### 5.1.9.4. Ruido.

El ruido se define como cualquier sonido no deseado, desagradable o molesto por quien lo recibe (Ministerio de Medio Ambiente, 2010). En ese sentido, la contaminación acústica es el exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona, a diferencia de otros contaminantes ambientales es complejo de medir y cuantificar, además no genera residuos y no tiene un efecto acumulativo en el ambiente, sin embargo, si lo tiene en los seres humanos (Amable et al., 2017).

A continuación, se presenta el estudio de ruido ambiental que se realizó en el área de influencia, sin embargo, se especifica que por motivos de seguridad del personal técnico del laboratorio no

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

se pudo realizar el monitoreo en la jornada nocturna, tal como se describió en el numeral 2.2.1 del capítulo 2.

#### 5.1.9.4.1. Fuentes de ruido.

La determinación de los niveles de presión sonora o niveles de ruido debe comenzar identificando cuales son las fuentes que pueden generar una variación de esos niveles, por esta razón se realizó una caracterización de las fuentes generadoras de ruido en el área de influencia, que actualmente están generando un cambio en los niveles de presión sonora.

A continuación, se describen las fuentes caracterizadas en el área de influencia:

Tabla 155. Fuente de generación de ruido 1.

TIPO DE FUENTE	AUTOMOTORES					
ACTIVIDAD EMISORA	TRANSPORTE					
OBSERVACIONES	Son fuentes de ruido móviles que se desplazan a través de las vías, caminos o senderos y que ayudan a transportar personas, materiales o animales. El ruido emitido por estas fuentes es momentáneo. Las motos a su paso generan una gran alteración de los niveles de presión sonora y algunas motos poseen resonadores que aumentan el ruido del motor; aunque el sonido es temporal a medida que aumenta el número de motos la frecuencia del ruido se hace mayor. Por su versatilidad para acceder a varios puntos a donde algunos automotores no pueden ingresar, las motos pueden aumentar el alcance del ruido más allá de los centros poblados. Los automotores de gran capacidad de carga suelen utilizar un pito con mayor potencia para captar mayor atención, por consiguiente, el ruido tiene mayor magnitud. Estas fuentes apenas llegan a sitios de desarrollo industrial, dentro del área de influencia.					
CONTAMINANTES ASOCIADOS	MP		GASES		RUIDO	X
						OLORES

Fuente: Equipo consultor, 2021.

Tabla 156. Fuente de generación de ruido 2.

TIPO DE FUENTE	FAUNA SILVESTRE					
ACTIVIDAD EMISORA	NA					
OBSERVACIONES	La fauna de la región, en especial las aves, pueden generar alteración en los niveles de presión sonora y en consecuencia sobrepasar los límites permisibles establecidos en la Resolución 2254 de 2017. La actividad de los animales aumenta en las primeras horas de la mañana y en las últimas horas de la tarde, es muy frecuente que los monitoreos de ruido ambiental realizados en la noche se vean afectados por los ruidos de la fauna, sobrepasando los niveles permisibles de ruido.					
CONTAMINANTES ASOCIADOS	MP		GASES		RUIDO	X
						OLORES

Fuente: Equipo consultor, 2021.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.9.4.2. METODOLOGÍA.

La metodología utilizada está basada en los lineamientos establecidos en la Resolución 0627 de 2006. El procedimiento técnico fue llevado a cabo por Control de Contaminación Ltda la cual se encuentra acreditada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM mediante Resolución 0880 de 2019 y 1397 de 2019.

Las actividades se realizaron el 21 de mayo de 2020 en la zona rural del municipio de la Gloria, mediante recorridos diurnos, por motivos de seguridad no se realizaron tomas de medición en jornadas nocturnas, por las razones expuestas en el numeral 2.2.1 del capítulo 2 Generalidades.

Este informe contiene el estudio técnico para evaluar los niveles de presión sonora relacionados a las condiciones iniciales, (línea base), del proyecto y compararlos con los estándares máximos permisibles establecidos en el artículo 17, Tabla 2 de la Resolución 0627 del 2006 del MAVDT, actual MADS.

Las mediciones realizadas por Control de Contaminación Ltda., durante el 21 de mayo de 2020, se desarrollaron con base en los criterios de la autoridad ambiental competente y en particular al Decreto 948 de 1995 el cual se encuentra incluido en el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible (Decreto 1076 del 2015) y la Resolución 0627 del 07 de abril de 2006 del MAVDT, actual MADS.

#### 5.1.9.4.3. Ubicación puntos de monitoreo.

En el área de influencia del proyecto se establecieron cuatro (4) puntos de monitoreo de ruido ambiental (Tabla 157) de acuerdo con el procedimiento descrito en el anexo 3 capítulo II de la Resolución 0627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS

Tabla 157. Descripción puntos de medición.

IDENTIFICACIÓN	LUGAR	COORDENADAS ORIGEN UNICO	
		N	O
Punto 1	Finca Jericó	4933294,44	2507015,04
Punto 2	Costado norte cerca de Ecopetrol	4933182,62	2507984,39
Punto 3	Costado norte base Militar	4932420,56	2507580,07
Punto 4	Costado Sur Finca	4932918,61	2505661,2
Punto 5	Costado Oeste Finca	4930333,41	2507233,19

Fuente: Equipo consultor, 2021.




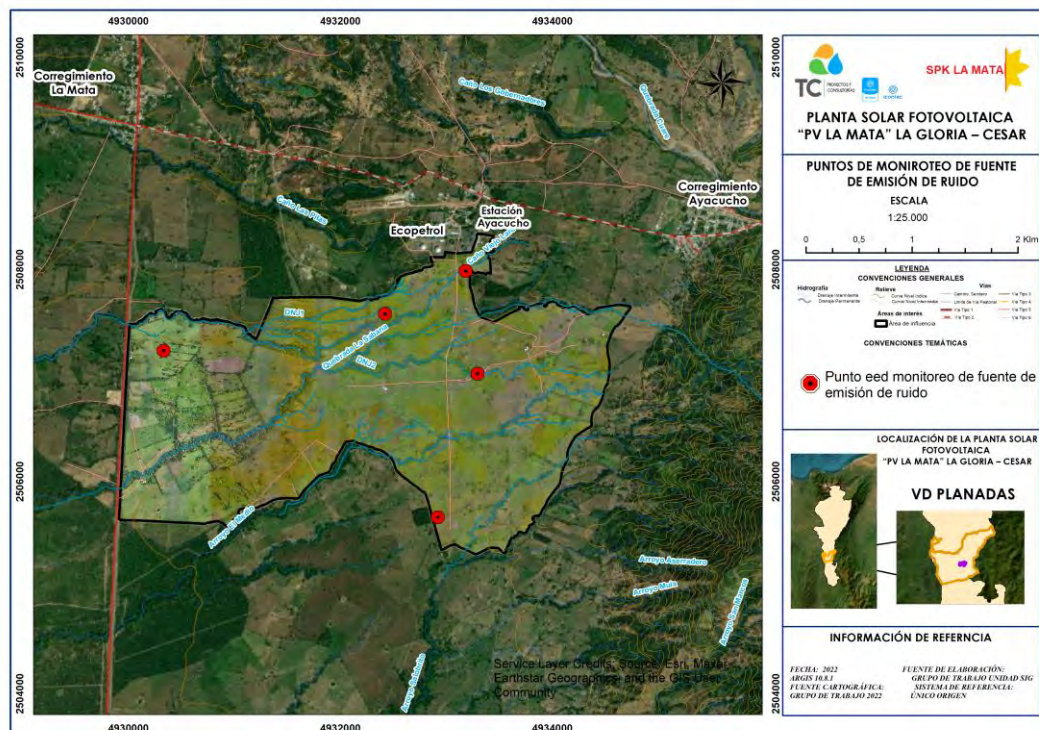
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 144. Puntos de monitoreo de ruido en el área de influencia del proyecto.



Fuente: Equipo consultor, 2021.

#### 5.1.9.4.4. información equipos de medición.

Fecha de vencimiento del certificado de calibración del sonómetro y pistófono



Para las mediciones de ruido se utilizó un sonómetro marca Svantek Modelo 977 y un pistófono electrónico marca Svantek, en la Tabla 158 se lista la identificación, seriales y fechas de calibración.

Tabla 158. Identificación y calibraciones.

Identificación Interna	Serial Sonómetro	Fecha de calibración	Serial Pistófono	Fecha de Calibración
ER012	45472	2019-11-08	38167	2020-01-20
La frecuencia de calibración de los sonómetros y pistófonos es de 1 año				

Fuente: Elaboración consultor a partir de Control de contaminación Ltda, 2020.



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### Datos de calibración del equipo y ajuste del instrumento de medida

Al equipo le fue verificada la calibración antes de la toma de mediciones en cada periodo de monitoreo bajo las siguientes condiciones (Tabla 159):

Tabla 159. Condiciones de calibración.

CONDICIONES	DÍA HÁBIL
Fecha de verificación	2020-05-21
Temperatura °C	30,3
Humedad relativa %	79,4
Velocidad del viento m/s	2,4

Fuente: Elaboración consultor a partir de Control de contaminación Ltda, 2020.

Nota: Las condiciones descritas anteriormente son tomadas de la estación meteorológica utilizada en el desarrollo del monitoreo.

#### Incertidumbre de la medición

La incertidumbre es un parámetro, asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que pudieran ser razonablemente atribuidos a la magnitud a medir. El parámetro puede ser, por ejemplo, la desviación típica (o un múltiplo de esta), o la amplitud del intervalo de confianza.

Para esta medición se utilizan dos (2) de los parámetros mencionados, los cuales corresponden a la desviación y/o incertidumbre total del equipo y el intervalo de confianza de este, y se omite la dispersión de valores dado que sólo se evalúa una hora de medición por punto. De acuerdo con lo anterior, se reporta el valor de incertidumbre total del equipo identificado con serial No. 69261 de 0,1+/-0,2 dB(A), un intervalo de confianza del 95% y un factor de cobertura  $k=2$ .

#### Sonómetro profesional SVANTEK977 – Analizador de espectro

La configuración y medición es muy sencilla gracias a la nueva interfaz de usuario, disponiendo también de un modo rápido de funcionamiento para aquellos que no tienen tiempo de configurarlo. Las características del SVAN977 lo convierten en una opción ideal para muchas aplicaciones como ruido en el ámbito laboral, ruido ambiental, ruido industrial, formación y ruido de propósito general. El equipo dispone de un sistema de control de auto-vibración avisando de la posible influencia que ésta pueda causar en los resultados.

El SVAN977 presenta resultados en banda ancha con todas las ponderaciones y análisis frecuencial 1/1 octava y 1/3 octava.

Permite registrar la evolución temporal de los niveles de ruido y de la frecuencia con dos intervalos distintos de toma de datos. Simultáneamente puede grabar eventos de audio por encima de un umbral de ruido para reconocimiento de fuentes. Los datos se almacenan en una tarjeta micro SD y se transfieren al PC a través de USB o RS232 con el software SvanPC++. La




	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



calibración en campo es muy sencilla, presentando sistema automático de detección de calibrador. El nuevo software Supervisor+ permite organizar las diferentes mediciones y generar informes de medida fácilmente.

En la Tabla 160 se describen las Características principales y especificaciones técnicas de sonómetro.

Tabla 160. Características principales y especificaciones técnicas de sonómetro.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SONÓMETRO	FOTOGRAFÍA
Sonómetro de bajo coste Clase 1 conforme con UNE-EN61672.	Estándares: Clase 1: IEC 61672-1:2002.	
Ruido en el ámbito laboral, emisión de ruido y formación.	Filtros de ponderación: A, C, Z.	
Fácil manejo con configuraciones de usuario.	Constantes tiempo: Slow, Fast, Impulso.	
LAeq, LCE, LAeq y LC pico simultáneo.	Detector RMS: Detector digital RMS con detección de Pico, resolución 0.1 dB.	
Registro de historia temporal.	Micrófono: ACO 7052E, 35 mV/Pa, micrófono de condensador prepolarizado 1/2".	
Análisis frecuencial 1/1 y 1/3 octava.	Calibración automática a 114dB/1kHz.	
Grabación de eventos de audio.	Preamplificador: Integrado.	
Tarjeta de memoria micro SD (almacenamiento ilimitado).	Rango de medida: 15 dBA RMS ÷ 140 dBA Pico.	
Medida dosis de ruido.	Nivel de ruido intrínseco: inferior a 15 dBA RMS.	
Grabación de comentarios de voz.	Rango dinámico: >120 dB.	
Control de auto-vibración	Rango de frecuencia: 10 Hz ÷ 20 kHz.	
Tamaño de bolsillo y peso 225 gramos.	Resultados banda ancha: SPL, Leq, SEL, Lden, Ltm3, Ltm5, LMax, LMin, LPico y "running Leq" de hasta 60 minutos.	
Tamaño de bolsillo y peso 225 gramos.	Medición simultánea con 3 perfiles de medida con diferentes ponderaciones frecuenciales y temporales.	
Pantalla en color OLED de gran contraste.	Percentiles: Ln (L1-L99), histograma completo en modo medición.	
Muy robusto y protección IP65.	Registro de historia temporal y espectral con doble intervalo de toma de datos desde 1 segundo.	
Software Supervisor+.	Grabación de audio: Grabación de comentarios de voz.	

Fuente: Elaboración consultor a partir de Control de contaminación Ltda, 2020.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

El calibrador es autónomo y operado por baterías, en la Tabla 161. Especificaciones del calibrador. se describen sus especificaciones:

Tabla 161. Especificaciones del calibrador.


Estándares frecuencia de salida	ANSI S1.40-1984 e IEC942-1982 TIPO 1
Frecuencia de salida	1000 Hz $\pm$ 2%
Amplitud de salida	114 decibeles.
Exactitud	$\pm$ 0.3 dB @ 20 °C, 760 mmHg
Distorsión	< 1% en los rangos de temperatura y humedad.
Salida eléctrica	Onda sinoidal de 1VRMS $\pm$ 5% (0.4dB). Impedancia de salida 1Kohm
Temperatura de operación	-10 °C a 50 °C
Humedad relativa	Del 5% al 95% con menos de 0.1 dB de cambio en la salida sin condensación
Efecto debido a campos externos	60 Hz: Sin efecto hasta 50 ersted 400Hz: sin efecto hasta 20 ersted Probado para susceptibilidad por radio frecuencia sin efecto a fuerzas de campo de 20V/m sobre el intervalo de frecuencia de 10 MHz a 500MHz
Energía	Dos Baterías de 9 voltios

Fuente: Elaboración consultor a partir de Control de contaminación Ltda, 2020.


GPS – Garmin Etrex Venture Hc.

Para la geoposición de los puntos se utilizó un GPS marca Garmin referencia ETrex Venture HC con las siguientes características (Tabla 162):

Tabla 162. Especificaciones técnicas GPS.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y RENDIMIENTO		IMAGEN
Dimensiones de la unidad (Ancho/Alto/Profundidad)	10.7x5.6x3.0 cm	
Tamaño de la pantalla (Ancho/Alto)	3.3x4.3 cm	
Resolución de pantalla (Ancho/Alto)	176x220 pixeles	
Tipo de pantalla	TFT de 256 colores	
Peso	156 g con baterías	
Batería	2 baterías AA	
Duración de la batería	14 horas	
Resistente al agua	Si (IPX7)	
Receptor de alta sensibilidad	Si	
Interfaz del equipo	USB	
Cartografía y memoria		
Mapa base	Si	
Posibilidad de agregar mapas	Si	
Memoria interna	24 MB	
Waypoints	500	

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y RENDIMIENTO		IMAGEN
Rutas	50	
Track log	10.000 puntos, 10 track guardados	
Presentaciones		
Modo geocaching	Si	
Juegos GPS para exteriores	Si	
Calendario de caza y pesca	Si	
Información astronómica	Si	
Cálculos de áreas	Si	

Fuente: Elaboración consultor a partir de Control de contaminación Ltda, 2020.

Estación meteorológica marca Davis Vantage Vue.

La estación meteorológica Vantage Vue ofrece observación meteorológica exacta y confiable en un sistema integral fácil de instalar. Ésta contiene un compacto conjunto de sensores para lecturas al aire libre que se configura en minutos y comienza a enviar datos en forma inalámbrica a la consola situada en cualquier lugar. El módulo de sensores está totalmente integrado, es resistente a la corrosión y está fabricado para resistir toda la inclemencia del clima. A través de esta estación, se podrán obtener datos actuales como la temperatura y humedad al aire libre y bajo techo, la presión barométrica, la velocidad y dirección del viento, el punto de rocío y la precipitación. También se presentan íconos de pronóstico meteorológico, fase lunar, hora de salida y puesta del sol, gráficos de tendencias del clima, alarmas y mucho más. En la Tabla 163. Características técnicas estación meteorológica. se describen las principales características técnicas de la estación meteorológica.

Tabla 163. Características técnicas estación meteorológica.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	IMAGEN
Pantalla LCD retroiluminada, fácil de leer, de 3" x 43/8" (8 x 11 cm).	
Teclado que brilla en la oscuridad.	
Actualizaciones rápidas, cada 2.5 segundos.	
La opción de software y registrador de datos WeatherLink permite realizar gran variedad de análisis adicionales.	
Transmisión inalámbrica entre la estación y la consola, a distancias de hasta 1000 pies (300 m).	
Alimentación eléctrica por panel solar que alimenta a los sensores de exterior.	
Selección de alarmas, valores promedio, máximos y mínimos, dependiendo de las variables.	
Datalogger y Software WeatherLink que permite el registro de los datos a través del tiempo por conexión a ordenador.	

Fuente: Elaboración consultor a partir de Control de contaminación Ltda, 2020.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.9.4.5. Características de medición.

El clima se relaciona con las condiciones predominantes en la atmósfera, que se describe a partir de variables atmosféricas como temperatura y precipitación; para el tiempo de monitoreo se evidencia pequeñas variaciones en los parámetros, la temperatura máxima en promedio fue de 31,01°C, la media de 30,32°C y la mínima de 29,70°C. La humedad relativa se mantuvo la mayoría del tiempo den 90% y la precipitación en 748,85 mm, la velocidad promedio del viento fue de 2,41 m/s.

Tabla 164. Condiciones meteorológicas registradas durante el periodo monitoreado

Fecha	Hora	Temperatura Media °C	Temperatura Máxima °C	Temperatura Mínima °C	Humedad %	Presión Atmosférica mmHg	Precipitación mm	Velocidad del viento m/s	Dirección del Viento
21/05/2020	12:00	27,1	27,6	27,1	96	0	749,3	0,7	ESE
21/05/2020	1:00	26,7	27,1	26,7	96	0	749,2	1	ENE
21/05/2020	2:00	26,7	26,7	26,5	95	0	748,7	1,3	ENE
21/05/2020	3:00	26,3	26,7	26,3	98	0	748,8	1,5	NW
21/05/2020	4:00	27,3	27,3	26,3	92	0	748,8	3,1	NNW
21/05/2020	5:00	27,3	27,4	27,3	94	0	749,3	2,7	NW
21/05/2020	6:00	27,5	27,5	27,2	95	0	749,6	2	NW
21/05/2020	7:00	29	29,1	27,5	89	0	750,2	1,9	SSW
21/05/2020	8:00	31,8	31,8	29	78	0	747,3	1,4	S
21/05/2020	9:00	33,6	33,6	31,4	68	0	747,8	2,3	NNE
21/05/2020	10:00	35,4	35,4	33,6	61	0	748,4	2	ENE
21/05/2020	11:00	35,3	35,7	34,1	59	0	749	2,6	SSW
21/05/2020	12:00	36,6	36,6	35,4	60	0	750,7	3	S
21/05/2020	13:00	37,1	37,3	36,3	55	0	750,3	3,3	SSE
21/05/2020	14:00	37,6	38	37	52	0	746,7	2,6	SSE
21/05/2020	15:00	37,5	38,1	37,4	53	0	746,3	3,7	SSW
21/05/2020	16:00	36,8	37,7	36,8	55	0	-	3,3	SSE
21/05/2020	17:00	29,1	37	29,1	73	0	747,2	3,1	N
21/05/2020	18:00	27,4	29	26,9	86	0	747,4	3,9	E
21/05/2020	19:00	27,9	27,9	27,3	85	0	747,7	2,6	N
21/05/2020	20:00	26,1	28,6	26,1	90	0	749,1	3,8	N
21/05/2020	21:00	25,9	26,2	25,9	97	0	749,8	2,2	N
21/05/2020	22:00	25,9	26	25,7	90	0	751,8	2,4	E
21/05/2020	23:00	25,8	25,9	25,7	90	0	750,1	1,5	NNW

Fuente: Elaboración consultor a partir de Control de contaminación Ltda, 2020.

Según la rosa de los vientos elaborada a partir de los datos reportados por la estación meteorológica del Aeropuerto Nacional Alfonso López ubicada en la ciudad de Valledupar, departamento de Cesar, la mayor parte del año se presentan flujos predominantes en dirección noreste (56%) con velocidades que oscilan entre 1.5 m/s y 17,1 m/s. Así mismo se observan la presencia de viento en las otras direcciones del viento (<7%) con velocidades menores a 5,4 m/s (Figura 46).




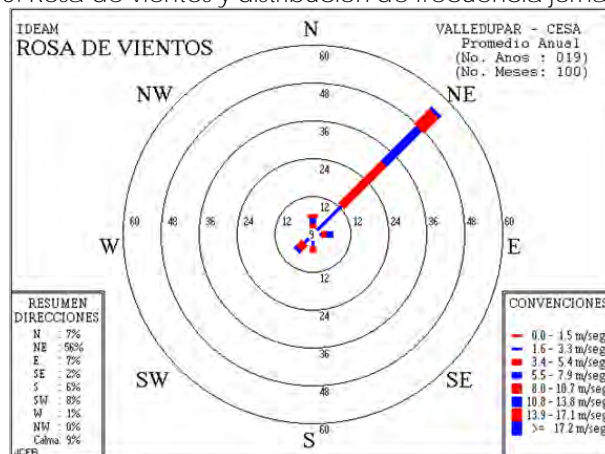
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

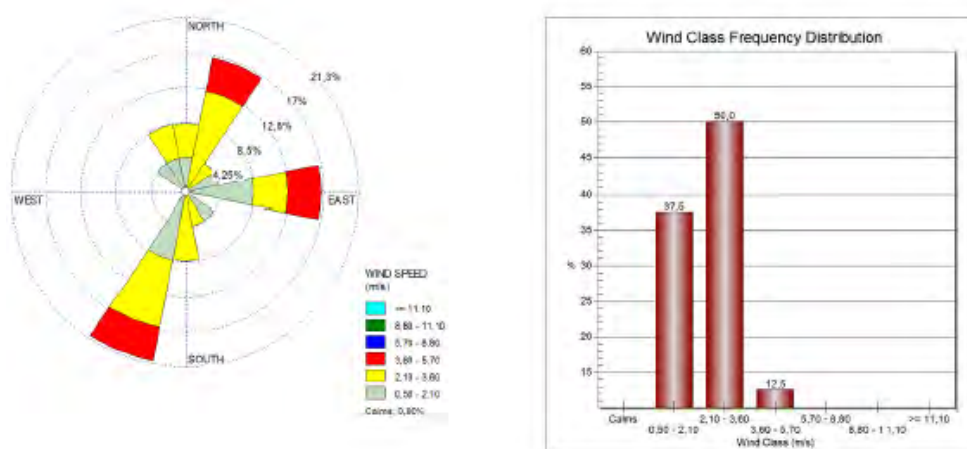
Figura 145. Rosa de vientos y distribución de frecuencia jornada diurna.





Fuente: Equipo consultor, 2021.

Según la rosa de vientos elaborada con la información recolectada por la estación meteorológica ubicada en el área de influencia del proyecto que se llevará a cabo en la zona rural del municipio La Gloria, durante el periodo de monitoreo diurno los vientos fueron predominantes del sursuroeste (SSW), del nornoreste (NNE) y del este (E) con frecuencias del 21,2% y del 16,9% y velocidades entre 0,50 m/s y 5,70 m/s; en menor predominancia, se observan vientos variables con frecuencias menores al 9% y velocidades entre 0,50 m/s y 3,60 m/s. El periodo de calma fue del 0,00% (Figura 146).

Figura 146. Rosa de vientos y distribución de frecuencia jornada nocturna.



Fuente: Equipo consultor, 2021.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Datos velocidad del viento.

En la Tabla 165 se reportan los datos de velocidad del viento durante el periodo de monitoreo tomados con la estación meteorológica.

Tabla 165. Datos de velocidades máximas de viento.

DÍA HÁBIL						
Horario	No	Identificación del punto	Fecha	Hora inicial	Hora final	Velocidad del viento m/s
Diurno	1	Finca Jericó	2020-05-21	08:43	09:43	0,3
	2	Costado Norte Cerca de Ecopetrol	2020-05-21	10:12	11:12	0,3
	3	Costado Norte Base Militar	2020-05-21	11:30	12:30	0,3
	4	Costado Sur Finca Sr. Francisco	2020-05-21	13:38	14:38	0,4
	5	Costado Oeste Finca Sr. Auden	2020-05-21	16:33	17:33	0,9

Fuente: Elaboración consultor a partir de Control de contaminación Ltda, 2020.

Descripción de los tiempos de medición.

Para desarrollar el muestreo se empleó una unidad de tiempo de medida, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5 de la Resolución 0627 de 2006, realizando mediciones en el periodo diurno y nocturno cinco mediciones distribuidas uniformemente a lo largo de una hora, en cada punto de monitoreo.

Con el fin de prevenir posibles errores de medición se adoptaron las siguientes medidas:

- El equipo se colocó sobre un trípode a 4 metros de altura, protegido con un protector o pantalla contra el viento y los rayos del sol.
- Los sonómetros se ajustaron de acuerdo con las instrucciones del fabricante utilizando el calibrador o Pistófono.
- Las mediciones se realizaron en tiempo seco, en ausencia de lluvias, lloviznas, truenos, los pavimentos estuvieron secos y la velocidad del viento no superó los tres metros por segundo.
- De acuerdo con las especificaciones del fabricante, la pantalla anti-viento empleada en las mediciones es adecuada para realizar mediciones con velocidades del viento hasta 5 m/s.
- En cada punto se tomaron 5 mediciones parciales distribuidas en tiempos iguales, cada una de ellas orientada a una posición específica: norte, sur, este, oeste y vertical hacia arriba.

Detalles del muestreo.

Las principales fuentes de ruido en el área de influencia del proyecto que se llevara a cabo en la zona rural del municipio La Gloria, corregimiento La Mata, están asociadas con actividades

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

propias del entorno como por ejemplo la salida de motocicletas de los predios ubicados en el área, el paso de militares, el paso de todo tipo de vehículos por la vía Besote – La Mata y el uso de una pulidora. Adicionalmente se resalta el sonido emitido por la fauna presente en la zona de estudio (loros, perros, vacas y aves) y el funcionamiento de un transformador eléctrico de una empresa cercana.

Variabilidad de la fuente.

Las fuentes presentes durante el estudio fueron de tipo fijas y variables, las primeras hacen referencia a aquellas fuentes que se encuentran constantes en el área de influencia estudiada como el ruido generado por un transformador de una empresa cercana mientras que, las segundas obedecen a aquellas fuentes intermitentes o no constantes en el tiempo como los sonidos emitidos por la fauna presente en el área de estudio y/o las actividades propias de la zona mencionadas en el párrafo anterior.

Estado del terreno entre la fuente y el receptor.

El proyecto se encuentra ubicado en el municipio de La Gloria, situado en el noreste del país, en el departamento de Cesar. El mismo se sitúa a orillas del río Magdalena, a 268 km de Valledupar, la capital departamental. El mismo colinda hacia el oeste (W) con la vía Besote – La Mata, hacia el este (E) se observa un terreno montañoso, al norte (N) la empresa Ecopetrol y la vía La Mata – Ayacucho y finalmente al sur (S) terrenos con vegetación media. Cabe mencionar que en el área de influencia se identifican fincas dispersas.

#### 5.1.9.4.6. Resultados.

La Resolución No. 0627 de 2006 de 7 de abril de 2006 establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental, en el capítulo III artículo 17 se establecen los estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental expresados en decibeles ponderados A (dB(A)) (Tabla 166).

Tabla 166. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles dB(A).

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche
Sector A. Tranquilidad y silencio	Hospitales, bibliotecas, guarderías, sanatorios, hogares geriátricos.	55	45
Sector B. Tranquilidad y Ruido Moderado	Zonas residenciales o exclusivamente destinadas para desarrollo habitacional, hotelería y hospedajes.	65	50
	Universidades, colegios, escuelas, centros de estudio e investigación		
	Parques en zonas urbanas diferentes a los parques mecánicos al aire libre		

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Sector	Subsector	Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental en dB(A)	
		Día	Noche
Sector C. Ruido Intermedio Restringido	Zonas con usos permitidos industriales, como industrias en general, zonas portuarias, parques industriales, zonas francas.	75	70
	Zonas con usos permitidos comerciales, como centros comerciales, almacenes, locales o instalaciones de tipo comercial, talleres de mecánica automotriz e industrial, centros deportivos y recreativos, gimnasios, restaurantes, bar	70	55
	Zonas con usos permitidos de oficinas.	65	50
	Zonas con usos institucionales.		
	Zonas con otros usos relacionados, como parques mecánicos al aire libre, áreas destinadas a espectáculos públicos al aire libre, vías troncales, autopistas, vías arterias, vías principales.	80	70
Sector D. Zona Suburbana o Rural de Tranquilidad y Ruido Moderado	Residencial suburbana.	55	45
	Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.		
	Zonas de Recreación y descanso, como parques y reservas naturales.		

Fuente: Elaboración consultor a partir de MAVDT, 2006.

#### Cálculo de ruido ambiental

El cálculo de ruido ambiental se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$L_{Aeq} = 10 * \log \left( \left( \frac{1}{5} \right) * (10^{L_N/10} + 10^{L_S/10} + 10^{L_O/10} + 10^{L_E/10} + 10^{L_V/10}) \right)$$

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.

Las mediciones de ruido ambiental y el análisis de datos se realizaron en cumplimiento a la normativa colombiana vigente, Resolución 0627 del 7 de abril del 2006 del MAVDT, actual MADS, los resultados arrojados por el monitoreo se compararon con el Sector D. Zona suburbana o rural de tranquilidad y ruido moderado.

Los resultados relacionados a los puntos de ruido ambiental en horario diurno se presentan en la Tabla 167, en éstas se indica la fecha de medición, horario de estas, los valores obtenidos y la

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS										Código: MI-AYC-F-INFT		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)										Versión: 01		
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA										Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019		

comparación con el nivel máximo permisible aplicable a cada medición. Es importante indicar que la medición en horario nocturno no se pudo desarrollar por problemas de orden público de acuerdo con lo establecido por el ejército que se encuentra en el área y por las limitantes derivadas a la emergencia sanitaria por causa del coronavirus COVID-19, de acuerdo con lo indicado en el numeral 2.2.1 Limitaciones y restricciones del capítulo 2 generalidades.

Tabla 167. Resultados de ruido ambiental en Periodo Diurno.

Punto No	IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO	MEDICIÓN No	DIRECCIÓN DE MEDICIÓN	FECHA DE MEDICIÓN	HORA INICIO	HORA FINAL	L <sub>Aeq</sub> , ddB (A)	KS	KT	KI	L <sub>90</sub> dB(A)	L <sub>RAeq</sub> , TdB(A)	L <sub>Aeq</sub> dB(A)	Norma dB(A)	CUMPLIMIENTO
1	Finca Jericó	L12176	LN dB (A)	21/05/2020	8:43:00	8:51:00	49,9	0	3	0	45,6	52,9	53,6	55	CUMPLE
		L12177	LS dB(A)	21/05/2020	8:56:00	9:04:00	49,7	0	3	3	45,9	52,7			
		L12178	LE dB(A)	21/05/2020	9:09:00	9:17:00	50,5	0	0	3	44,3	53,5			
		L12179	LO dB(A)	21/05/2020	9:22:00	9:30:00	48,8	0	0	3	45,4	51,8			
		L12180	LV dB(A)	21/05/2020	9:35:00	9:43:00	52,9	0	3	3	47,8	55,9			
2	Costa norte cerca de Ecopetrol	L12181	LN dB (A)	21/05/2020	10:12:00	10:20:00	52,9	0	3	3	45,5	55,9	58,2	55	NO CUMPLE
		L12182	LS dB(A)	21/05/2020	10:25:00	10:33:00	55,4	0	0	6	49,7	61,4			
		L12183	LE dB(A)	21/05/2020	10:38:00	10:46:00	53,5	0	3	3	48,6	56,5			
		L12184	LO dB(A)	21/05/2020	10:51:00	10:59:00	53,2	0	3	3	49,6	56,2			
		L12187	LV dB(A)	21/05/2020	11:04:00	11:12:00	52,3	0	0	6	47,7	58,3			
3	Costado norte base militar	L12188	LN dB (A)	21/05/2020	11:30:00	11:38:00	49,6	0	0	0	47,0	49,6	53,4	55	CUMPLE
		L12189	LS dB(A)	21/05/2020	11:43:00	11:51:00	48,8	0	0	0	45,6	48,8			
		L12190	LE dB(A)	21/05/2020	11:56:00	12:04:00	49,9	0	0	3	46,0	52,9			
		L12191	LO dB(A)	21/05/2020	12:09:00	12:17:00	51,7	0	0	6	44,9	57,7			
		L12192	LV dB(A)	21/05/2020	12:22:00	12:30:00	48,5	0	0	3	45,5	51,5			
4	Costado sur finca Sr. Francisco	L12193	LN dB (A)	21/05/2020	13:38:00	13:46:00	54,2	0	0	3	47,3	57,2	60,9	55	NO CUMPLE
		L12194	LS dB(A)	21/05/2020	13:51:00	13:59:00	59,0	0	0	6	51,1	65,0			
		L12195	LE dB(A)	21/05/2020	14:04:00	14:12:00	53,6	0	0	3	47,7	56,6			
		L12196	LO dB(A)	21/05/2020	14:17:00	14:25:00	55,9	0	0	6	52,0	61,9			
		L12197	LV dB(A)	21/05/2020	14:30:00	14:38:00	57,1	0	0	0	49,7	57,1			
5	Costado oeste finca Sr. Auden	L12198	LN dB (A)	21/05/2020	16:33:00	16:41:00	49,3	0	0	3	45,2	52,3	56,3	55	NO CUMPLE
		L12199	LS dB(A)	21/05/2020	16:46:00	16:54:00	50,8	0	0	3	45,8	53,8			
		L12200	LE dB(A)	21/05/2020	16:59:00	17:07:00	52,6	0	0	6	48,8	58,6			
		L12201	LO dB(A)	21/05/2020	17:12:00	17:20:00	51,4	0	0	3	48,6	54,4			
		L12202	LV dB(A)	21/05/2020	17:25:00	17:33:00	52,6	0	0	6	46,9	58,6			

Fuente: Elaboración consultor a partir de Control de contaminación Ltda, 2020

En la Figura 147 se puede evidenciar los niveles de ruido obtenidos en los puntos de monitoreo en el horario diurno y su cumplimiento normativo. En este sentido, el punto de mayor presión sonora fue el punto 4 con 60,9 dB(A) y el menor el punto 1 con 53,6 dB(A).




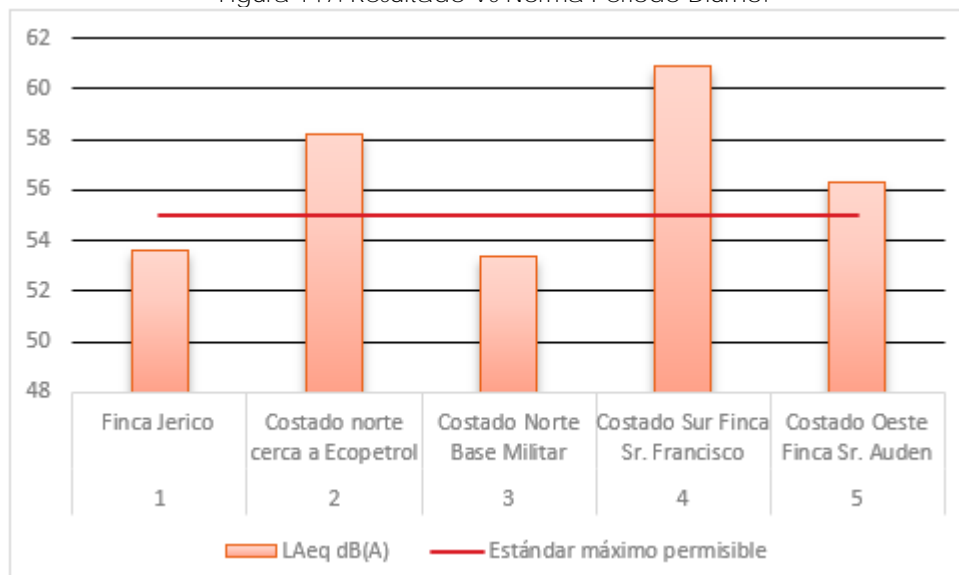
 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA - CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 147. Resultado Vs Norma Periodo Diurno.



Fuente: Elaboración consultor a partir de Control de contaminación Ltda, 2020.

De acuerdo a la gráfica anterior es posible identificar que los niveles de ruido determinados en el periodo diurno estuvieron en cumplimiento parcial con el estándar máximo permitido 55 dB(A), presentando cumplimiento en los puntos 1 "Finca Jericó" y 3 "Costado Norte Base Militar" con valores de 53,6 dB(A) y 53,4 dB(A), mientras que los puntos 2 "Costado Norte cerca de Ecopetrol", 4 "Costado Sur Finca Sr. Francisco" y 5 "Costado Oeste Finca Sr. Auden" presentaron excedencia con respecto al estándar establecido con valores de 58,2 dB(A), 60,9 dB(A) y 56,3 dB(A).

Por otra parte, es posible identificar que el mayor nivel de ruido durante la jornada evaluada se reporta en el punto 4 "Costado Sur Finca Sr. Francisco" con 60,9 dB(A) y el menor aporte se reflejó en el punto 3 "Costado Norte Base Militar" con 53,4 dB(A). De acuerdo con las anotaciones de campo el punto 4 estuvo influenciado por el sonido emitido por loros y el punto 3 por el sonido de aves y vacas y por el paso de militares.

En términos generales se puede identificar que a pesar de que el proyecto no está aún en operación se determina un nivel de ruido que excede el estándar permitido en algunas de las áreas estudiadas para este tipo de zona (rural), lo anterior se asocia principalmente a fuentes propias del entorno de medición.

La información de este apartado se recopila en el Anexo C9. Atmósfera

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, M. del C. F., Rodríguez, H. V., Menéndez, F. T., & Blen, L. H. (2014). EVALUACIÓN DEL CONFLICTO DE USO AGRÍCOLA DE LAS TIERRAS DE SU APTITUD FÍSICA COMO CONTRIBUCIÓN A LA EXPLOTACIÓN SOSTENIBLE. *CULTIVOS TROPICALES*, 34 no.4(0258–5936).
- Acosta, V. H., Araujo, P. A., & Iturre, M. C. (2006). Caracteres Estructurales de las Masas. *Universidad Nacional de Santiago Del Estero*, 22, 35.
- Alberico, M., Cadena, A., Hernández-Camacho, J., & Muñoz-Saba, Y. (2000). Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana*, 36. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Amable, I., Méndez, J., Delgado, L., Acebo, F., De Armas, J., & Rivero, M. (2017). Contaminación ambiental por ruido Environmental contamination caused by noise. *Revista Médica Electronica*, 640–649.
- Andrades, M., & Muñoz, C. (2012). *Fundamentos de climatología*. Universidad de la Rioja.
- APHA. (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.
- Araujo, P., Iturre, M. C., Acosta, V. H., & Renolfi, R. F. (2008). Estructura del bosque de La María EEA INTA Santiago del Estero. *Quebracho Revista de Ciencias Forestales*, 16(0), 5–19.
- ASTM. (n.d.). *Standard Test Method For Electrical Resistivity Of Membrane- Pavement Systems*.
- Ballester, F. (2005). Contaminación atmosférica, cambio climático y salud. *Revista Española de Salud Pública*.
- Brooks, D. M., & Fuller, R. A. (2006). *Biology and Conservation of Cracids*.
- Cardenas López, D., & Salinas, N. R. (2007). Libro rojo de plantas de Colombia. In *Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI – Herbario Amazónico Colombiano COAH*.
- Castaño, J. H. & Corrales, J. D. (2010). *Mamíferos de la cuenca del río la miel (Caldas): diversidad y uso cultural*.
- Chacón, P. J., Humanez-López, E. & J. M. M. (2015). *Murciélagos asociados con un área de restauración ecológica en el Alto Sinú, departamento de Córdoba, Colombia*.
- Chaloulakou, A., Kassomenos, P., Spyrellis, N., Demokritou, P., & Koutrakis, P. (2003). *Measurements of PM10 and PM2.5 particle concentrations in Athens, Greece*.
- Chuvieco, E. (1996). *Fundamentos de Teledetección espacial* (Ediciones RIALP S.A. (Ed.); 3rd ed.).
- CIOH. (2010). Circulación general de la atmósfera en Colombia. *Bicentenario de La Independencia de Colombia*, 10.
- CLARENCE, M. F. (1996). *Manual Merck de Veterinaria*.
- Conservación internacional. (2015). *Áreas de distribución de especies sensibles*.
- Conservación Internacional Colombia. (2006). *Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales*.
- Conservación internacional, Upme, & MADS. (2020). *Reporte tremarctos 13 de abril de 2020*.
- Control de contaminación Ltda. (2020). *Informe Técnico de Ruido Ambiental*.
- CORANTIOQUIA. (2007). *INVENTARIO DE LA DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LA BABILLA (Caiman crocodilus fuscus) EN EL COMPLEJO HUMEDAL DE BARBACOAS DEL MUNICIPIO DE YONDÓ*.
- CORMAGDALENA. (n.d.). *MACROZONIFICACION DE LA CUENCA MAGDALENA-CAUCA*.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

- CORPOCESAR&IDEAM. (2009). *CONVENIO 097-2003-06-2007- Evaluacion Del Potencial Del Agua Subterranea En Los Municipios De Curumani, Pailitas, Tamalameque, Pelaya, La Gloria, Gamarra, Aguachica, Rio De Oro, San Martin Y San Alberto , Departamento Del Cesar*. 1–173.
- Corpocesar&Universidad Distrital FJC. (2013). *CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No 16-6-0092-0-2012 ENTRE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CESAR-CORPOCESAR Y LA UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS*.
- CORPOCESAR&UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA. (2017). *FORMULACIÓN DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE LOS ACUÍFEROS PRIORIZADOS EN JURISDICCIÓN DE CORPOCESAR*. 19, 1–2.
- CORPOICA, & IGAC. (2002). Uso adecuado y conflictos de uso de las tierras en Colombia. In *Zonificación de los conflictos de uso de las tierras del país* (p. 106).
- CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CESAR-CORPOCESAR. (2019). *Plan de Gestión Ambiental Regional-PGAR*. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Corporación Autónoma Regional del Quindío, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CARDER, & Consorcio POMCA Quindío. (2008). *PLAN DE ORDENACION Y MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA*.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (2016). CVC.
- corporacion del Cesar, AVIA EXPORT, organizacion A. (2010). *Departamento Del Cesar “ Cesar : Naturaleza , Música Y Leyenda ” Informe Final*.
- CVC, C. A. R. del V. del C.-. (2017). *Red de drenaje de la cuenca*.
- CVS & FONADE. (2004). Diagnóstico ambiental de la cuenca hidrografica del río Sinú. In *Corporación Autonoma Regional de los valles del Sinú y del San Jorge & Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo*.
- CVS & UNICOR. (2005). *Evaluación de la vulnerabilidad de acuíferos a la contaminación en los municipios de Sahagún y Chinú*.
- CVS, & Fundación Bosques Humedales. (2016). *CONVENIO ESPECIAL DE COOPERACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA ENTRE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL SINÚ Y DEL SAN JORGE – CVS Y LA FUNDACIÓN BOSQUES Y HUMEDALES PARA DISEÑAR E IMPLEMENTAR UNA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA*.
- Daniel, T., & Vinning, J. (1983). *Methodological issues in the assessment of landscape quality*.
- Defler, T. R. (2004). HISTORIA NATURAL DE LOS PRIMATES COLOMBIANOS Thomas Richard Defler. In *Conservación Internacional* (Vol. 154, Issue 1). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- del Hoyo, J., Elliott, A., & Sargatal, J. (1994). *Handbook of the Birds of the World*. Vol. 2:
- Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales Organización de los Estados Americanos. (1991). *DESASTRES, PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO: MANEJO DE AMENAZAS NATURALES PARA REDUCIR DAÑOS*. Organización de los Estados Americanos Washington D.C.
- Desastres, C. M. P. la G. del R. de, & CMGRD, 2012. (2012). *MUNICIPIO DE LA GLORIA CESAR Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres*.
- Descripción metodológica para la evaluación biológica en los complejos de humedales. (2015).

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

014, 58.

- Dessler, A. E., Zhang, Z., & Yang, P. (2008). Water-vapor climate feedback inferred from climate fluctuations, 2003-2008. *Geophysical Research Letters*, 35(20), 10–13. <https://doi.org/10.1029/2008GL035333>
- Díaz-Pulido, A. Y. E. P. G. (2012). *Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera Colombia.*
- Díaz, M.M., S. Solari, L.F. Aguirre, L. M. S. A. & R. M. B. (2016). *Clave de identificación de murciélagos de Sudamérica.*
- Díaz, Á. (2017). Determinación del número de curva en la subcuenca de Betancí ( Córdoba , Colombia ) mediante teledetección y SIG Determination of curve number in Betanci subwatershed ( Córdoba , Colombia ) through remote sensing and GIS. *Ingeniería y Desarrollo*, 35(2), 452–470.
- EcuRed. (2017). *Municipio de la Gloria.*
- EMMONS, L., & FEER, F. (1997). *Neotropical rainforest mammals: a field guide.*
- Escalante, I. (2013). Comportamiento de canto, descripción de las vocalizaciones y su posible variación geográfica en Costa Rica en *Myiothlypis fulvicauda* (Parulidae: aves). *Escuela de Biología.*
- Escribano, M. (1987). *El Paisaje. Unidades Temáticas Ambientales de la Dirección General del Medio Ambiente* (p. 107).
- Espejo, F. (2006). Teledetección: nociones y aplicaciones. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 378. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Estévez, V., Garmendia, L., & García, J. (2012). Calidad y fragilidad visual del paisaje : MCE, fuzzy logic y GIS . In *Universidad Complutense de Madrid* (pp. 1–72).
- Evers, C. R., Wardropper, C. B., Branoff, B., Granek, E. F., Hirsch, S. L., Link, T. E., Olivero-Lora, S., & Wilson, C. (2018). The ecosystem services and biodiversity of novel ecosystems: A literature review. *Global Ecology and Conservation*, 13, e00362. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.e00362>
- FAO. (2006). *Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos* (FAO (Ed.)).
- Ferrér, M., Rodríguez, J., & Estrela, T. (1995). Generación Automática Del Número De Curva Con Sistemas De Información Geográfica. *Ingeniería Del Agua*, 2(4), 43–58. <https://doi.org/10.4995/ia.1995.2686>
- Flores, G., Flores, M., & Lopez, Z. (2016). *Metodo de analisis morfometrico de la red de drenaje de cuencas.*
- FOOD&BIODIVERSITY. (n.d.). *Ganadería.* 1–21.
- Franquis, F. R., & Infante, A. M. (2003). LOS BOSQUES Y SU IMPORTANCIA PARA EL SUMINISTRO DE SERVICIOS AMBIENTALES Félix R. Franquis \* Angel M. Infante (IFLA). 17–30.
- Fundación ProAves. (2007). *Conservación Colombiana.*
- Gil, J. L., García, E. B., Sánchez, R., & Vega, M. B. (2003). Enfoques para la clasificación digital de imágenes mono y multiespectrales y su implementación en el software cubano TN Estudio V2 . 0. *Revista de Teledetección*, 20, 35–52.



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

- Grelay, I., & Romero, M. F. (n.d.). *Estudio comparativo en dos sectores de monte de quebradas en el arroyo Lunarejo departamento de Rivera*.
- Guallar, S. (2011). *Paseriformes del Occidente de Mexico: Morfoetria, datación y sexado*. 27, 2009–2012.
- Guevara-Urquiza, L. F., Paredes-Cortez, R. D., Valdivieso-Toral, J. A., & Erquicia-Martín, J. A. (2014). Geotécnica y cimentaciones. In *Norma Ecuatiana de la Construcción*.
- Gui, K., Che, H., Chen, Q., Zeng, Z., Liu, H., Wang, Y., Zheng, Y., Sun, T., Liao, T., Wang, H., & Zhang, X. (2017). Evaluation of radiosonde, MODIS-NIR-Clear, and AERONET precipitable water vapor using IGS ground-based GPS measurements over China. *Atmospheric Research*, 197(April), 461–473. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2017.07.021>
- Henning, B. M., & Remsburg, A. J. (2009). Lakeshore Vegetation Effects on Avian and Anuran Populations. *The American Midland Naturalist*.
- Hernández - Camacho, J. E. (1993). *Una síntesis de la historia evolutiva de la biodiversidad en Colombia*.
- Hilty, S., & Brown, W. (2001). *Guía de Aves de Colombia*. Bogotá: Proaves.
- Hirata, R., & Rebuscas, A. (1999). *La protección de los recurso hídricos subterráneos: una visión integrada, basada en perímetros de protección de pozos y vulnerabilidad de acuíferos*.
- Ibañez, S., Ramon, H., & Balquer, J. (2011). *Morfología de las cuencas hidrográficas*.
- IDEAM. (2010a). *Indicadores Hídricos*.
- IDEAM. (2010b). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra* Ministerio del Medio Ambiente. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra*.
- IDEAM, IGAC, IAVH, INVEMAR, SINCHI, & IIAP. (2007). *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia*.
- IGAC. (1998). *MANUAL DE MÉTODOS Y ESPECIFICACIONES PARA LOS ESTUDIOS DE SUELOS*.
- IGAC. (2014). *Metodología Para La Clasificación De Las Tierras Por Su Capacidad De Uso Grupo Interno De Trabajo Levantamiento De Suelos*.
- IGAC, & CORPOICA. (2002a). *Uso Adecuado y Conflictos de Uso de las Tierras en Colombia. Zonificación de los conflictos de uso de las tierras del país*.
- IGAC, & CORPOICA. (2002b). *Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia*.
- INCODER&MINAGRICULTURA. (2013). *Convenio de Asociación N° 517 de 2013 PROCOMUN – INCODER INFORME TÉCNICO TERRENO COMUNAL COSTILLA*. 1–251.
- INGEOMINAS. (2002). *Atlas de aguas subterráneas de colombia (versión 2.0)*.
- Instituto Colombiano de Hidrología meteorología y adecuación de tierras HIMAT. (1978). *Resolucion 337\_1978.pdf*.
- Instituto Alexander Von Humboldt. (2017). *Áreas importantes para la conservación de las aves AICAS*.
- Jiménez, R. M. R., Capa, Á. B., & Lozano, A. P. (2004). *Meteorología Y Climatología*.
- La Notte, A., D'Amato, D., Mäkinen, H., Paracchini, M. L., Lique, C., Egoh, B., Geneletti, D., & Crossman, N. D. (2017). Ecosystem services classification: A systems ecology perspective of the cascade framework. *Ecological Indicators*, 74, 392–402. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.11.030>
- Lang, Y., & Song, W. (2019). Quantifying and mapping the responses of selected ecosystem



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

- services to projected land use changes. *Ecological Indicators*, 102, 186–189. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.02.019>
- LATAM SOLAR. (2018). *Estudio de impacto ambiental para el PARQUE FOTOVOLTAICO La Loma 150 MW y su línea de conexión a la subestación La Loma. (El Paso – cesar)*.
- LAU-PEREZ. (2008). *Patrones de utilización de los hábitats por parte de las aves en una región de sabanas bien drenadas de los llanos orientales en Venezuela*.
- Linares, O. J. (2000). *Mamíferos de Venezuela. Sociedad Conservacionista Audubon de Venezuela, Caracas*.
- Lorenzo, R. G., & García, C. C. (2011). Estimación De Caudales De Avenidas Y Delimitación De Áreas Inundables Mediante Métodos Hidrometeorológicos E Hidráulicos Y Técnicas S.I.G., Estudio Aplicado Al Litoral Sur De La Región De Murcia. *Papeles de Geografía*, 54(53–54), 107–123.
- Lurtek Consultores Geotecnicos. (2019). *Estudio Geologico - Geotecnico*.
- Lurtek Consultores Geotécnicos. (2019). *Estudio Geologico-Geotécnico. Planta fotovoltaica jerico. departamento de cesar (Colombia)*.
- Lux Cardona, B. (2014). Conceptos básicos de Morfometría de Cuencas Hidrográficas. *Maestría En Energía y Ambiente*.
- Machado, M., & Peña, G. (2000). *Estructura numérica de la comunidad de aves del orden Passeriformes en dos bosques con diferentes grados de intervención antrópica en los corregimientos de Salero y San Francisco de Icho*.
- MADS. (2014). Reservas Forestales establecidas por la Ley 2 de 1959. *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*, 8, 7–8.
- MADS. (2015a). Decreto 1076 de 2015, Decreto Unico Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*, 1(53), 654.
- MADS. (2015b). *Resolución 1628 de 2015*.
- MADS. (2018a). Decreto 356 de 2018. *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*.
- MADS. (2018b). *Ecosistemas estratégicos. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*.
- MADS. (2018c). *Resolucion 1402 del 2018*.
- MADS. (2019). *Sistema de información Ambiental de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*.
- MADS & DNP. (2010). Documento Conpes 3680 de 2010. *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Departamento Nacional de Planeación*.
- MADS, & ANLA. (2017). *Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible & Autoridad Nacional de Licencias Ambientales*.
- MADS, M. de A. y D. S. (2017). *Resolución 2254 de 2017*.
- MANTILLA-MELUK, H. (2009). *Lista de los mamíferos de la cuenca del río Orinoco*.
- Matus, P. (2017). Contaminación atmosférica: la composición química incide en su riesgo. *Revista Medica de Chile*, 7–8.
- MAVDT, M. de A. V. y D. T. (2006). *Resolución 0627 de 2006*. 627, 1–29.
- McCollin, D. (1998). Forest edges and habitat selection in birds: A functional approach. *Ecography*, 21(3), 247–260. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.1998.tb00562.x>

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

- Melesse, A. M., & Shih, S. F. (2002). Spatially distributed storm runoff depth estimation using Landsat images and GIS. *Computers and Electronics in Agriculture*, 37(1–3), 173–183. [https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(02\)00111-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(02)00111-4)
- Melo Cruz, O. A., & Vargas Ríos, R. (2003). *Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos* (Vol. 0, Issue 0).
- Mendoza, H. (2008). Compilación De Los Inventarios Rap De Vegetación En Colombia. In *Muestreos RAP en Colombia / Instituto Humboldt* (Vol. 0, Issue 0).
- Resolución 865 DE 2004, 31 (2004).
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2017a). *Manejo de conflictos en torno al recurso hídrico*.
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2017b). *Resolución 1912*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). Política para la Gestión Sostenible del Suelo. In *Política para la Gestión Sostenible del Suelo*.
- Ministerio de Medio Ambiente. (2010). *Estrategia para la Gestión del Control de Ruido Ambiental*.
- MMA, & OIMT. (2002). *Guías Técnicas Para la Ordenación y el Manejo Sostenible de los bosques naturales* (Primera ed).
- Mongil, J., & Navarro, J. (2012). Infiltración y grupos hidrológicos de suelos en las laderas de los páramos (Valladolid). *Cuadernos de Investigacion Geografica*, 38(1), 131–153.
- Monsalve, G. (1995). Hidrología en la Ingeniería. In *Dirección editorial: Departamento de Publicaciones, Escuela Colombiana de Ingeniería, Colombia*.
- Montealegre Bocanegra, J. E. (2009). Estudio de la variabilidad climática de la precipitación en Colombia asociada a procesos oceánicos y atmosféricos de meso y gran escala. In *Ideam*.
- Montoya, R., Padilla, J., & Stanford, S. (2003). Valoración de la Calidad y Fragilidad visual del paisaje en el Calle de Zapotitlán de las Salinas, puebla ( México ). *Boletín de La A.G.E*, 35, 123–136.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. In D. Nash (Ed.), *Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR)* (Vol. 0, Issue 0). <https://doi.org/10.1080/01443610410001722590>
- Municipio de la Gloria. (2008). *ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL-1999-2008*.
- Muñoz, A. (2004). La evaluación del paisaje: Una herramienta de gestión ambiental. *Revista Chilena de Historia Natural*, 77(1), 139–156.
- Muto, T., Arjona, F., Rodriguez, J., Ruiz, C., Paez, C., Gómez, Y., & Vega, R. (2015). *Tremarctos Colombia- Sistema de alertas tempranas 3.0*. 1–44.
- Notte, A. La, Vallecillo, S., & Maes, J. (2019). Capacity as " virtual stock " in ecosystem services accounting. *Ecological Indicators*, 98(October 2018), 158–163. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.10.066>
- NRCS. (1986). Urban Hydrology for Small Watersheds TR-55NRCS. (1986). Urban Hydrology for Small Watersheds TR-55. USDA Natural Resource Conservation Service Conservation Engineering Division Technical Release 55. <http://doi.org/Technical Release 55>. In *USDA Natural Resource Conservation Service Conservation Engineering Division Technical Release 55*. <https://doi.org/Technical Release 55>
- NRCS. (2009). *Small Watershed Hydrology: WinTR-55 User Guide* (N. R. C. Service (Ed.); Service, N).

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

- USDA (United States Department of Agriculture).
- Núñez, G. (2014). *Anfibios y Reptiles Reportados en Humedales del Departamento de Córdoba*.
- OPTIM CONSULT, VEA S.A.S., & ECONCEPT. (2015). *PLAN ESTRATÉGICO MACROCUEENCA MAGDALENA CAUCA*.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. (2015). *EL SUELO ES UN RECURSO NO RENOVABLE-Su conservación es esencial para la seguridad alimentaria y nuestro futuro sostenible*.
- Pabón, J., Zea, J., León, G., Hurtado, G., Gonzáles, O. C., & Montealegre, J. (2004). La atmósfera , el tiempo y el clima parte 2. *El Medio Ambiente En Colombia*, 92–113.
- Ramsar, S. de la C. de. (2006). Manual de la Convención de Ramsar, 4a. edición. *Secretaría de La Convencion de Ramsar*, 4(4), 1–124.
- Revueltas, J., Mercado, T., & Aguirre, S. (2020). Potential Infiltration Determination in Areas of Influence of the Zona Bananera Aquifer in Northern. *Revista Facultad de Ingeniería*, 29(54), e11427. <https://doi.org/https://doi.org/10.19053/01211129.v29.n54.2020.11427>
- Ries, L., Fletcher, R., Battin, J., & Sisk, T. (2004). Respuestas ecológicas a los bordes del hábitat: mecanismos, modelos y variabilidad explicados. *Revisión Anual de Ecología, Evolución y Sistemática*.
- Rincón Ruiz, A., Echeverry Duque, M. A. A. M., Tapia Caicedo; Carlos, David Drews, A., Arias Arévalo, P., & Zuluaga Guerra, P. A. (2014). *Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos: aspectos conceptuales y metodológicos*.
- Rios, O., Garcai, I. H., & Rengifo, J. (2007). *Inventario De Aves Areas De Expansión Municipio De Quibdó ,Chocó,Colombia*. 79–89. <https://doi.org/10.18636/biodesarrollo.v26i1.469>
- Rodríguez-Mahecha, J., Alberico, M., Trujillo, F., & Jorgenson, J. (2006). Libro rojo de los mamíferos de Colombia, Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. *Conservación Internacional Colombia, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial*.
- Rubio Mendez, D. Y. V. V. (2012). *COMUNIDAD Y PARTICIPACIÓN SOCIAL. UN DEBATE TEÓRICO DESDE LA CULTURA*. "Comunidad y Participación Social. Un Debate Teórico Desde La Cultura ", En Contribuciones a Las Ciencias Sociales,.
- Sanchez, M. (2000). *Influencia del relieve en la hidrologia y erosión de una cuenca de montaña*.
- Sanhueza, C., & Villavicencio, G. (2010). Estimación de parámetros resistentes a partir del ensayo de penetración PANDA y su aplicación en el cálculo de la capacidad de soporte y asentamientos del suelo de fundación (1a parte). *Revista de La Construcción*, 9(1), 120–131. <https://doi.org/10.4067/s0718-915x2010000100013>
- Servicio Geológico Colombiano. (2017). *GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR MOVIMIENTOS EN MASA ESCALA 1: 25.000*. <https://doi.org/10.1002/chem.201301917>
- SGC, & Universidad de Caldas. (2015). *Memoria explicativa del mapa geomorfológico aplicado a movimientos en masa escala 1:100.000 Plancha 065 –TAMALAMEQUE*. 021, 98.
- SIAC. (2019). *¿CUÁNTAS ESPECIES REGISTRADAS HAY EN COLOMBIA?* <https://Cifras.Biodiversidad.Co/>.
- SIAC, & IDEAM. (n.d.). *FENÓMENOS DEL NIÑO Y LA NIÑA*.
- Sinic, 2018. (2018). *sistema nacional de informacion cultural*.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

- Sistema Nacional de Información Cultural- SINIC. (2020). *Sistema Nacional de Información Cultural- SINIC*.
- Sitnov, S. A., Mokhov, I. I., & Lupo, A. R. (2017). Ozone, water vapor, and temperature anomalies associated with atmospheric blocking events over Eastern Europe in spring - summer 2010. *Atmospheric Environment*, 164, 180–194. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.06.004>
- Solari, S., Muñoz-Saba, Y., Rodríguez-Mahecha, J., Defler, T., Ramírez-Chaves, H. & Trujillo, F. (2013). *Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. Mastozoología Neotropical*.
- Solari, S., Muñoz-saba, Y., Rodríguez-mahecha, J. V, Defler, T. R., Ramírez-chaves, H. E., & Trujillo, F. (2013). Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical*, 20(2), 301–365.
- Suárez, A. M., & Alzate-Basto, E. (2014). *Guía Ilustrada Anfibios y reptiles Cañón del río Porce, Antioquia*.
- Tamaris Turizo, D. (2015). *DIVERSIDAD Y USO DE COBERTURAS DE AVES ASOCIADAS AL SECTOR DE PUERTO VELERO , TUBARÁ - ATLÁNTICO, COLOMBIA*. 19(2), 230–242.
- Timm, R.M., LaVal, R. K. (1998). *A field key to the bats of Costa Rica*.
- Torres-Blanco, A., & Renjifo, J. M. (2013). *Herpetofauna del valle medio del río Ranchería, La Guajira, Colombia*.
- Uetz, P. (2019). *THE REPTILE DATABASE*. Reptile Database.
- UICN. (2020). *La Lista Roja de especies amenazadas de la UICN*.
- UNEP. (2013). *Apéndices I , II y III* (Vol. 0, Issue 0).
- Uribe, A., Velásquez, P., & Montoya, M. (2001). Ecología de poblaciones de *Attalea butyracea* (Arecaceae) en un área de bosque seco tropical (Las Brisas, Sucre, Colombia). In *Actual Biol* (Vol. 23, Issue 0, pp. 33–39).
- Vergara, J. R. G. (2005). *La economía del Cesar después del algodón*. 59.
- Woltmann, S. (2000). Comunidades de aves del bosque en áreas alteradas y no alteradas de la concesión forestal La Chonta, Santa Cruz Bolivia. *Technical Documet*.
- Zhou, Z., Robinson, G., & Song, B. (2019). Experimental research on trade-offs in ecosystem services: The agro-ecosystem functional spectrum. *Ecological Indicators*, 106.

 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 0633 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA "PV LA MATA" 80 MW Y SU LÍNEA DE CONEXIÓN A LA SUBESTACIÓN AYACUCHO (LA GLORIA – CESAR)	Versión: 01
	CAPITULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL ÁREA DE INFLUENCIA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

## ANEXOS

- C1 Geología
- C2 Geomorfología
- C3 Suelos y usos del suelo
- C4 Hidrología
- C5 Calidad del agua
- C6 Usos del agua
- C7 Hidrogeología
- C8 Geotecnia
- C9 Atmósfera



Cra 6 No. 62b – 32 Edificio Sexta Avenida. Montería. Córdoba 7890384  
[info@tcsas.co](mailto:info@tcsas.co) [www.tcsas.co](http://www.tcsas.co)