	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA**

**CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA**

**SUBCAPÍTULO 5.1. MEDIO ABIÓTICO**

**ELABORADO POR**



**PRESENTADO POR**



**MONTERÍA - CÓRDOBA,**

**DICIEMBRE DE 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

## TABLA DE CONTENIDO

5	CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA .....	9
5.1	MEDIO ABIÓTICO .....	10
5.1.1	GEOLOGÍA .....	10
5.1.1.2	Estratigrafía/Caracterización litológica. ....	13
5.1.1.3	Geología Estructural .....	16
5.1.1.4	Amenazas naturales. ....	17
5.1.1.4.1	Movimientos en masa.....	17
5.1.1.4.2	Amenaza por inundación .....	18
5.1.1.4.3	Sismicidad.....	22
5.1.2	GEOMORFOLOGÍA .....	25
5.1.2.2	Contexto Regional.....	27
5.1.2.3	Unidades geomorfológicas .....	27
5.1.2.3.1	Geoformas aluviales .....	28
5.1.2.3.2	Geoformas colinadas denudativas.....	28
5.1.2.3.3	Geoforma fluvio lacustres .....	28
5.1.3	SUELOS Y USO DEL SUELO .....	30
5.1.3.2	Unidades de uso de suelo.....	30
5.1.3.3	Uso potencial o capacidad de uso de suelo .....	36
5.1.3.4	Uso actual de la tierra .....	40
5.1.4	HIDROLOGÍA .....	43
5.1.4.2	Localización hidrográfica de área de influencia. ....	43
5.1.1.2	Identificación de los sistemas lénticos del área de influencia.....	46
5.1.4.3	Características morfométricas de la cuenca .....	66
	Caudal de Drenaje.....	70
	Cálculo de curvas IDF por método simplificado. ....	72
5.1.5	CALIDAD DEL AGUA. ....	81
	Índice de Calidad de Agua-ICA. ....	81
	Resultados de Monitoreo de calidad de agua-Periodo seco. ....	83
	Resultados de Monitoreo de calidad de agua-Periodo de lluvias.....	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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

ÍNDICES HIDROLÓGICOS .....	93
Índice de Retención y Regulación Hídrica-IRH. ....	93
Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua-IACAL. ....	95
Índice de Aridez. ....	100
5.1.6 USOS DEL AGUA .....	103
5.1.7 HIDROGEOLOGIA.....	2
5.1.7.2 Tipos de acuíferos .....	5
5.1.7.3 Zona de recarga, tránsito y descarga .....	8
5.1.8 GEOTECNIA .....	10
5.1.8.2 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO .....	11
5.1.8.3 Caracterización del subsuelo.....	14
5.1.8.4 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO Y GEOTÉCNICOS .....	25
5.1.9 Atmósfera.....	69
5.1.9.2 Información meteorológica .....	69
5.1.9.3 Identificación de fuentes de emisiones atmosféricas.....	84
5.1.9.4 Ruido .....	84
BIBLIOGRAFÍA .....	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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Unidades Geológicas presentes en el área de influencia. ....	13
Tabla 2 Ubicación de las torres de acuerdo con las categorías de amenaza.....	19
Tabla 3 Eventos sísmicos históricos para el municipio de Montería. ....	22
Tabla 4 Resumen características geomorfológicas del área de influencia. ....	28
Tabla 5 Categorías del uso de la tierra en el área de influencia. ....	33
Tabla 6 Categorías de Vocación y Usos principales de las Tierras.....	36
Tabla 7 Uso actual del suelo.....	40
Tabla 8. Código llave IDEAM.....	45
Tabla 9. Código de llave primaria. ....	45
Tabla 10. Código llave foránea. ....	46
Tabla 11. Codificación de la cuenca hidrográfica en el área de influencia.....	46
Tabla 12. Cuerpos de agua lénticos identificados al interior del área de influencia.....	47
Tabla 13.Clase de forma.....	68
Tabla 14..Características Morfométricas de las subcuencas hidrográficas intervenidas a través del área de influencia. ....	70
Tabla 15. Caudales pico de escorrentías determinados a través de la metodología del Hidrograma Unitario Triangular.....	72
Tabla 16. Estación pluviométrica con información disponible, localizada aledaña al área de influencia del proyecto.....	72
Tabla 17. Registro de precipitaciones media anual de la estación Aeropuerto Los Garzones en el periodo 1976-2007. ....	73
Tabla 18. Valores de precipitaciones media mensual de la estación Aeropuerto Los Garzones en el periodo 1976-2007. ....	74
Tabla 19. Valores de los coeficientes a, b, c y d para el cálculo de las curvas IDF para Colombia.....	75
Tabla 20. Valores de los coeficientes a, b, c y d para el cálculo de las curvas IDF para Colombia.....	77
Tabla 21. Características morfométricas de las subcuencas hidrográficas intervenidas en el área de influencia. ....	78
Tabla 22. Caudales pico de escorrentías determinados a través de la metodología del Hidrograma Unitario Triangular.....	80
Tabla 23. Variables fisicoquímicas utilizadas en la determinación del ICA. ....	81
Tabla 24. Rangos de clasificación para la determinación del ICA. ....	82
Tabla 25. Variables y ponderaciones para el caso de 5 o 6 variables.....	83
Tabla 26. Ubicación punto de muestreo. ....	83
Tabla 27. Rangos de concentración de oxígeno disuelto y consecuencias ecosistémicas frecuentes. ....	84
Tabla 28. Clasificación de las aguas según la conductividad para uso en riego de cultivos. ....	85
Tabla 29. Concentraciones de parámetros microbiológicos determinados en puntos de monitoreo localizados en el área de influencia del proyecto. ....	92
Tabla 30. Categorización del IACAL. ....	96





	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 31. Valores de $i_{acal_{DBO}}$ .....	97
Tabla 32. Valores de $i_{acal_{DQO-DBO}}$ .....	97
Tabla 33. Valores de $IACAL_{SST}$ .....	97
Tabla 34. Valores de $i_{acal_{NT}}$ .....	98
Tabla 35. Valores de $i_{acal_{PT}}$ .....	98
Tabla 36. Valores y clasificación de IACAL. ....	99
Tabla 37. Categoría de índice Aridez. ....	101
Tabla 38 Usos de agua identificada en el Diagnóstico Ambiental de la Cuenca Hidrográfica del Río Sinú. ....	104
Tabla 39 Puntos usuarios del agua en el área de influencia .....	1
Tabla 40 Coordenadas geográficas de los sondeos realizado en el área de influencia .....	11
Tabla 41 Normatividad, equipos y registros de calibración .....	14
Tabla 42 Características generales del suelo.....	28
Tabla 43 Características generales del suelo.....	29
Tabla 44 Características generales del suelo.....	29
Tabla 45 Características generales del suelo.....	30
Tabla 46 Antenas correspondientes a cada tipo de suelo .....	30
Tabla 47 Antenas correspondientes a cada tipo de suelo .....	33
Tabla 48 Clasificación en la expansividad .....	34
Tabla 49 Factores de ajuste según la magnitud del sismo .....	37
Tabla 50. Factores de ajuste según la magnitud del sismo .....	37
Tabla 51 Granulometría recomendada para el material de relleno alternativa 1 .....	39
Tabla 52 Granulometría recomendada para el material de relleno alternativa 2.....	40
Tabla 53 Capacidad de carga admisible ( $q_a$ ) en función de la geometría del cimiento..	42
Tabla 54 Asentamiento total .....	44
Tabla 55 Capacidad de levantamiento .....	48
Tabla 56 Capacidad de carga admisible ( $q_a$ ) en función de la geometría del cimiento..	52
Tabla 57 Asentamiento total .....	53
Tabla 58 Capacidad de levantamiento .....	53
Tabla 59 Capacidad de carga admisible ( $q_a$ ) en función de la geometría del cimiento..	58
Tabla 60 Capacidad de carga profunda y revisión del factor de seguridad .....	60
Tabla 61 Asentamiento total .....	60
Tabla 62 Variaciones de $K_u$ , $m$ y $(D_f/B)_{cr}$ .....	62
Tabla 63 Capacidad de levantamiento .....	63
Tabla 64 Antenas correspondientes a cada tipo de suelo .....	66
Tabla 65. Estaciones meteorológicas cercanas al área de influencia.....	70
Tabla 66. Estación pluviométrica .....	71
Tabla 67. Precipitación media mensual multianual .....	71
Tabla 68. Precipitación anual multianual .....	72
Tabla 69. Temperatura mensual multianual .....	75
Tabla 70. Temperatura multianual .....	76
Tabla 71. Estación meteorológica .....	78
Tabla 72. Registros de humedad relativa máxima, mínima y promedio.....	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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 73. Estación parámetro nubosidad .....	81
Tabla 74. Parámetros para la interpretación de la nubosidad .....	81
Tabla 75. Registros de nubosidad .....	82
Tabla 76. Horario de medición .....	85
Tabla 77. Descripción puntos de medición .....	85
Tabla 78. Identificación y calibraciones. ....	86
Tabla 79. Condiciones de calibración. ....	87
Tabla 80. Características principales y especificaciones técnicas de sonómetro. ....	88
Tabla 81. Especificaciones del calibrador. ....	89
Tabla 82. Especificaciones técnicas GPS. ....	90
Tabla 83. Características técnicas estación meteorológica. ....	91
Tabla 84. Condiciones meteorológicas registradas -Día Hábil 1 .....	91
Tabla 85. Condiciones meteorológicas registradas -Día no hábil.....	92
Tabla 86. Condiciones meteorológicas registradas -Día hábil 2 .....	93
Tabla 87. Datos de velocidades máximas de viento. ....	96
Tabla 88. Estándares máximos permisibles de niveles de ruido ambiental, expresados en decibeles dB(A).....	100
Tabla 89. Resultados de ruido ambiental-jornada diurna en día hábil 1. ....	101
Tabla 90. Resultados de ruido ambiental-jornada nocturna en día hábil 1. ....	101
Tabla 91. Resultados de ruido ambiental-jornada diurna en día hábil 2. ....	102
Tabla 92. Resultados de ruido ambiental-jornada nocturno en día hábil 2. ....	102
Tabla 93. Resultados de ruido ambiental-jornada diurna en día no hábil.....	103
Tabla 94. Resultados de ruido ambiental-jornada nocturno en día no hábil.....	104

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Formaciones geológicas del área de influencia .....	15
Figura 2 Amenaza por remoción en masa.....	18
Figura 3 Amenaza por inundaciones. ....	21
Figura 4 Registros de sismicidad en el municipio de Montería .....	23
Figura 5 Amenaza sísmica en el área de influencia. ....	24
Figura 6 Esquema de jerarquización geomorfológica .....	26
Figura 7 Unidades geomorfológicas del área de influencia.....	29
Figura 8 Unidades cartográficas de suelo. ....	35
Figura 9 Capacidad de uso. ....	39
Figura 10. Uso del suelo para el área de influencia del proyecto.....	42
Figura 11. Hidrología del área de influencia. ....	44
Figura 12. Histograma de registro de precipitaciones máxima anual de la estación Aeropuerto Los Garzones en el periodo 1976-2007.....	74
Figura 13. Histograma de registro de precipitaciones máxima anual de la estación Aeropuerto Los Garzones en el periodo 1976-2007.....	76
Figura 14. Curvas IDF de estación pluviométrica Aeropuerto Los Garzones. ....	78

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 15. ICA determinado en punto de monitoreo localizado al interior de área de influencia durante temporalidad climática seca. ....	87
Figura 16. Concentración de oxígeno disuelto registrado en puntos de monitoreo al interior de área de influencia durante temporalidad climática de lluvias.....	88
Figura 17. Valores de pH registrados en puntos de monitoreo localizados al interior del área de influencia del proyecto. ....	89
Figura 18. Conductividad eléctrica determinadas en puntos de monitoreo localizados al interior del área de influencia del proyecto. ....	90
Figura 19. Concentración de sólidos suspendidos totales determinados en puntos de monitoreo localizados al interior del área de influencia del proyecto. ....	91
Figura 20. ICA determinado en puntos de monitoreo localizados al interior de área de influencia durante temporalidad climática lluvia.....	92
Figura 21. Índice de Retención y Regulación Hídrica-IRH en el área de influencia del proyecto.....	94
Figura 22. Índice Potencial de Alteración de la Calidad del Agua-IACAL en el área de influencia del proyecto.....	100
Figura 23. Índice de Aridez en el área de influencia del proyecto.....	102
Figura 24 Usos y usuarios del agua del área de influencia.....	1
Figura 25 Localización de la cuenca Sinú – San Jacinto.....	3
Figura 26 Unidades hidrogeológicas en el área de influencia .....	7
Figura 27 Zona de recarga y descarga en el área de influencia. ....	9
Figura 28. Exploración del subsuelo .....	13
Figura 29 Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo15	
Figura 30 Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo16	
Figura 31 Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo17	
Figura 32 Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo18	
Figura 33 Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo19	
Figura 34 Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo20	
Figura 35 Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo21	
Figura 36 Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo22	
Figura 37 Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo23	
Figura 38 Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo24	
Figura 39 Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo25	
Figura 40 Variación del número de golpes corregido N160 con la profundidad (z) .....	27
Figura 41 Curvas para determinar el porcentaje de PVC de expansión (según Lambe) ....	34
Figura 42 Carta de plasticidad del proyecto.....	35
Figura 43 Evaluación de la potencialidad de colapso de los suelos del proyecto .....	38
Figura 44 Esquema de cimentación.....	42
Figura 45 Valores de $\sigma$ y $\beta$ .....	48
Figura 46 Carga vertical para zapatas de lado variable .....	49
Figura 47 Asentamiento para zapatas de lado variable.....	50
Figura 48 Capacidad de levantamiento para zapatas de lado variable.....	50
Figura 49 Esquema de cimentación.....	51



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Figura 50 Carga vertical para zapatas de lado de variable .....	55
Figura 51 Asentamiento para zapatas de lado variable.....	55
Figura 52 Capacidad de levantamiento para zapatas de lado variable.....	56
Figura 53 Esquema de cimentación con Df:1.00 m .....	57
Figura 54. Esquema de cimentación con Df=1.50 m .....	57
Figura 55 Método 2:1 para el cálculo de incremento de esfuerzos .....	59
Figura 56 Carga vertical para zapatas de lado variable.....	64
Figura 57 Asentamiento para zapatas de lado variable.....	65
Figura 58 Capacidad de levantamiento para zapatas de lado variable.....	65
Figura 59. Precipitación media mensual multianual .....	72
Figura 60. Precipitación Total Multianual .....	74
Figura 61. Temperatura mensual multianual .....	75
Figura 62Temperatura multianual .....	77
Figura 63. Humedad relativa máxima, mínima promedio. ....	79
Figura 64. Nubosidad mínima, promedio y máxima .....	83
Figura 65. Rosa de vientos y distribución de frecuencia jornada diurna. ....	94
Figura 66. Rosa de vientos y distribución de frecuencia jornada diurna .....	95
Figura 67. Rosa de vientos y distribución de frecuencia jornada nocturna .....	96
Figura 68. Resultado Vs Norma periodo diurno día no hábil.....	103
Figura 69. Resultado Vs Norma periodo nocturno día no hábil.....	104

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	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 la licencia ambiental otorgada bajo Resolución No 2-8765 del 28 de diciembre de 2021 por la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge-CVS a la empresa SPK LA UNIÓN S.A.S E.S.P. Las modificaciones obedecen a ampliar el área de influencia y el uso de recursos naturales adicionales para lograr la viabilidad técnica del proyecto y así dar cumplimiento al contrato de adjudicación suscrito con el Ministerio de Minas y energía. Se presenta el Estudio de Impacto Ambiental con base en los términos de referencia para la elaboración de Estudio de Impacto Ambiental –en proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR-17 (ANLA, 2018) y de la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales (MADS, ANLA, 2018).

Para la descripción del capítulo se consideró la información primaria y secundaria que se presentó en el año 2021 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 2-8765 del 28 de diciembre de 2021 no se modifica.
- **Calidad del agua:** La información del EIA que otorgó licencia ambiental por Resolución No 2-8765 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 Nueva Montería.
- **Atmósfera:** La información del EIA que otorgó licencia ambiental por Resolución No 2-8765 del 28 de diciembre de 2021 no se modifica.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

## 5.1 MEDIO ABIÓTICO

### 5.1.1 GEOLOGÍA

#### METODOLOGÍA

La información geológica que se presenta se describe de acuerdo con lo solicitado en los términos de referencia para elaboración del estudio de impacto ambiental-EIA proyectos de línea de transmisión de energía eléctrica. Se presentan las unidades geológicas aflorantes a nivel regional junto con la geología estructural del área de acuerdo con la información secundaria y se ajustó con control de campo y fotointerpretación. Se siguieron los siguientes pasos para el componente:

#### 1. Recopilación de información secundaria

La geología regional se evaluó en principio a partir de información secundaria documental y cartografía de base de datos y fuentes oficiales para Colombia como el Instituto Colombiano de Geología y Minería-INGEOMINAS, actualmente conocido como el Servicio Geológico Colombiano (SGC), Agencia Nacional de Hidrocarburos-ANH y la Red Sismológica Nacional y documentos de planeación del municipio de Montería. Los cuales se listan a continuación:

- Memoria explicativa geológica de los cinturones Sinú-San Jacinto planchas 50 Puerto Escondido, 51 Loricá, 59 Mulatos, 60 Canalete, 61 Montería, 69 Necoclí, 70 San Pedro de Urabá, 71 Planeta Rica, 79 Turbo, 80 Tierralta, realizado por INGEOMINAS y GEOTEC Ltda en 2003 a escala 1:100.000.
- Cartografía geológica de la región del Sinú (Noreste de Colombia) planchas N°50,51,59,60,61,69,70,71,79 y 80 de INGEOMINAS de 1997.
- Mapa geológico del departamento de Córdoba realizado por INGEOMINAS en 1998, información documental y cartográfica a escala 1:100.000.
- Estudio general de Amenaza Sísmica de Colombia, realizado por AIS-INGEOMINAS-UNIANDES en 1996.
- Estudio General de Amenaza Sísmica de Colombia del año 2009 realizado por la Universidad de los Andes, la Universidad Nacional de Colombia y la Universidad EAFIT.
- Mapa Nacional de Amenaza Sísmica de Colombia periodo de retorno 475 años del año 2010 realizado por el Instituto Colombiano de Geología y Minería y la Universidad Nacional de Colombia.
- Anexo K compilación de la cuenca Sinú-San Jacinto realizado por el Servicio Geológico Colombiano en el año 2014.

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





	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Adicionalmente se definen las unidades geológicas de acuerdo con la nomenclatura geológica nacional establecida por el Servicio Geológico Colombiano de acuerdo con los términos de referencia.

## 2. Análisis de información secundaria.

Con la información secundaria disponible se realizó un análisis detallado de cada uno de los documentos, donde se obtuvo la información más importante y relevante de las unidades geológicas, desde un contexto regional hasta llegar específicamente al área de influencia. La información documental y cartográfica que se seleccionó después del análisis de cada una de las fuentes fue:

- Para la descripción general de las unidades que se presenta en el área se utilizó la información oficial de INGEOMINAS del mapa geológico del departamento de Córdoba del año 1998.
- Memoria explicativa geológica de los cinturones Sinú-San Jacinto planchas 50 Puerto Escondido, 51 Loricá, 59 Mulatos, 60 Canalete, 61 Montería, 69 Necoclí, 70 San Pedro de Urabá, 71 Planeta Rica, 79 Turbo, 80 Tierralta, realizado por INGEOMINAS y GEOTEC Ltda en 2003 a escala 1:100.000.
- Mapa Nacional de Amenaza Sísmica de Colombia periodo de retorno 475 años del año 2010 realizado por el Instituto Colombiano de Geología y Minería y la Universidad Nacional de Colombia.

## 3. Trabajo de campo.

Se efectuó una caracterización del área de influencia desde un marco regional a partir del ambiente de formación de las diferentes unidades litoestratigráficas obtenidas gracias a la recopilación de estudios previos, los del Servicio Geológico Colombiano hasta obtener una salida cartográfica a escala 1:25.000 utilizando información existente como modelos de elevación digital. Adicional la información fue ajustada y corregida de acuerdo con la información primaria levantada en campo y los análisis de la información de sensores remotos, como fotografías aéreas e imágenes satelitales.

## 4. Implementación del SIG.

Sobre el mapa base digital del área de influencia se realizó la superposición de las capas de información seleccionadas y se generaron las salidas gráficas correspondientes. De igual forma de acuerdo con lo solicitado en los términos de referencia de estudio de impacto ambiental para la construcción y operación de instalaciones cuyo objeto será el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, recuperación y/o disposición final de residuos o desechos peligrosos, la cartografía es consistente con la nomenclatura geológica nacional establecida por el Servicio Geológico Colombiano y también establecida en los rangos de dominio de la GDB.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

## 5. Identificación y descripción final.

Finalmente se identifican las unidades geológicas correspondientes al área de influencia y se describen a partir de las características propias de formación y en relación con la distribución para esta.

El componente geológico descrito a partir de información secundaria desarrollada por el Servicios Geológico Colombiano (SGC), documentos y mapas geológicos del departamento de Córdoba y la geología de la plancha 61 Montería ajustados de acuerdo con verificación de campo.

### CONTEXTO REGIONAL.

El área de influencia se ubica en la zona noreste de la cuenca de Caribe Colombiano. Esta cuenca es de margen de placa, de edad Cenozoica, estructurada en dos fajas o cinturones plegados adyacentes: el Cinturón Plegado de San Jacinto y el Cinturón Plegado del Sinú. El primero se encuentra acrecionado al margen del norte de Colombia en el Paleógeno y el segundo, se emplazó a lo largo del margen oeste del Cinturón de San Jacinto y su edad es probable de neógena (INGEOMINAS, 1997, pág. 11).

En el cinturón plegado del Sinú, así como en la culminación sur y norte del "cinturón" de San Jacinto, se desarrollan amplios sinclinales de relación con los mayores cabalgamientos, estas estructuras por sus características representan cuencas longitudinales de hundimiento. Algunos de estos cabalgamientos tienen un desplazamiento vertical significativo, mientras que en otros este es menor y las complejidades presentes parecen derivarse del efecto combinado de otras fallas de desplazamiento de rumbo (INGEOMINAS, 1997, pág. 11).

La Placa Caribe se encontraba posicionada hacia el occidente de Colombia y no hacia el norte como está actualmente. Esta se encontraba colisionando con la Placa Suramericana, generando una zona de subducción que propició el nacimiento de la Cordillera Occidental. Mientras tanto en la zona que actualmente es el Caribe Colombiano sucedía una divergencia en un margen pasivo vinculado a la separación entre Norte y Suramérica. Esta separación permitió que material de afinidad oceánica formara parte del basamento de la proto-cuenca del Caribe (GEOTEC Ltda & INGEOMINAS, 2003, pág. 29).

### EVOLUCIÓN DE LA CUENCA DEL CARIBE COLOMBIANO.

La evolución de la Cuenca Caribe Colombiana estuvo controlada por la interacción de las Placas de Suramérica y del Caribe. A finales del Cretácico existían dos grandes dominios geológicos: al este de la sutura de Romeral se presentaba una zona emergida, probablemente la continuación al norte de la Cordillera Central, constituida por rocas volcánicas sedimentarias con metamorfismo regional de bajo grado y plutonitas 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

carácter ácido a intermedio, y al occidente un fundamento de rocas de afinidad oceánica constituida por basaltos y serpentinitas generadas aparentemente en un centro de expansión oceánica y de edad cretácica tardía (GEOTEC Ltda & INGEOMINAS, 2003, pág. 30).



Sobre estas rocas básicas se depositaron sedimentos finos que afloran en algunos sectores del Cinturón de San Jacinto. Sedimentitas finas con microfósiles del Paleoceno y correspondientes a zonas batiales caracterizan, junto con arenitas y conglomerados, a depósitos turbidíticos de la denominada Formación San Cayetano (GEOTEC Ltda & INGEOMINAS, 2003, pág. 30).

Un hiato sedimentario en el Eoceno inferior sugiere un tectonismo regional importante, seguido por un período de vulcanismo que se registra por la sedimentación silíceo de aguas profundas y el depósito de material tobáceo de los denominados chert de Candelaria en la región del Sinú y los chert de Aguas Blancas en la región de San Jacinto (GEOTEC Ltda & INGEOMINAS, 2003, pág. 30).

#### 5.1.1.2 Estratigrafía/Caracterización litológica.

La cartografía geológica del área de influencia incluye la identificación de las diferentes litologías y los aspectos estructurales relevantes de la zona de trabajo. En el área de influencia se encuentran dos unidades geológicas pertenecientes a la era del Cenozoico y al período Cuaternario, los cuales son Depósitos Aluviales y Formación Cerrito. Por lo que en la Tabla 1, se describe la unidad en función a su era, periodo, época y demás características relevantes y el porcentaje dentro del área de influencia:

**Tabla 1** Unidades Geológicas presentes en el área de influencia.

ERA	PERIODO	EPOCA	EDAD	NOMBRE	ÁREA (ha)	ÁREA (%)	SÍMBOLO
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno-Q2	Holoceno	Depósitos aluviales (Qal)	1399,24	95,75%	
				Formación Cerrito (Ngc)	62,10	4,25%	

**Fuente:** Equipo consultor a partir de INGEOMINAS, 1998

Para complementar la caracterización geológica, a continuación, se describe las unidades presentes en el área de influencia (Figura 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.1.2.1 Depósitos Aluviales (Qal).

Esta formación tiene una extensión de 1399, 24 ha, lo que representa el 95,75% del área total de influencia. Los depósitos aluviales constituyen acumulaciones de sedimentos y fragmentos de roca que conforman los actuales cauces, aluviones y llanuras de inundación del río Sinú y los tributarios de éste, así como los depósitos intermontanos asociados a los principales drenajes del paisaje de colinas del área (Barrera, 2003). Corresponden a superficies planas a casi planas que permanecen inundadas la mayor parte del año. Se encuentran bordeando las ciénagas, presentando una morfología plana-cóncava, suavemente inclinada hacia sus bordes. Están constituidos por arenas de grano muy fino y principalmente limos y arcillas grises parduscas a marrón oscuro con abundante materia orgánica (H González, 2001).

Estos depósitos constan en los primeros 1,5 m superiores, de limos arcillosos pardos moteados de rojizo, arcillas limosas grises y arenas de grano fino a medio arcillo limosas (Barrera, 2003). Por lo general, estos depósitos son polimícticos y presentan clastos redondeados aplanados, asociados a procesos erosivos del suelo y desprendimiento de material en las vertientes de los ríos que nacen en la cordillera y las serranías, que son depositados en los canales actuales y zonas de inundación. Entre los clastos se encuentran fragmentos de rocas sedimentarias. Los espesores de estas unidades aumentan a lo largo de canales de flujo y zonas de inundación (INGEOMINAS, 2003).

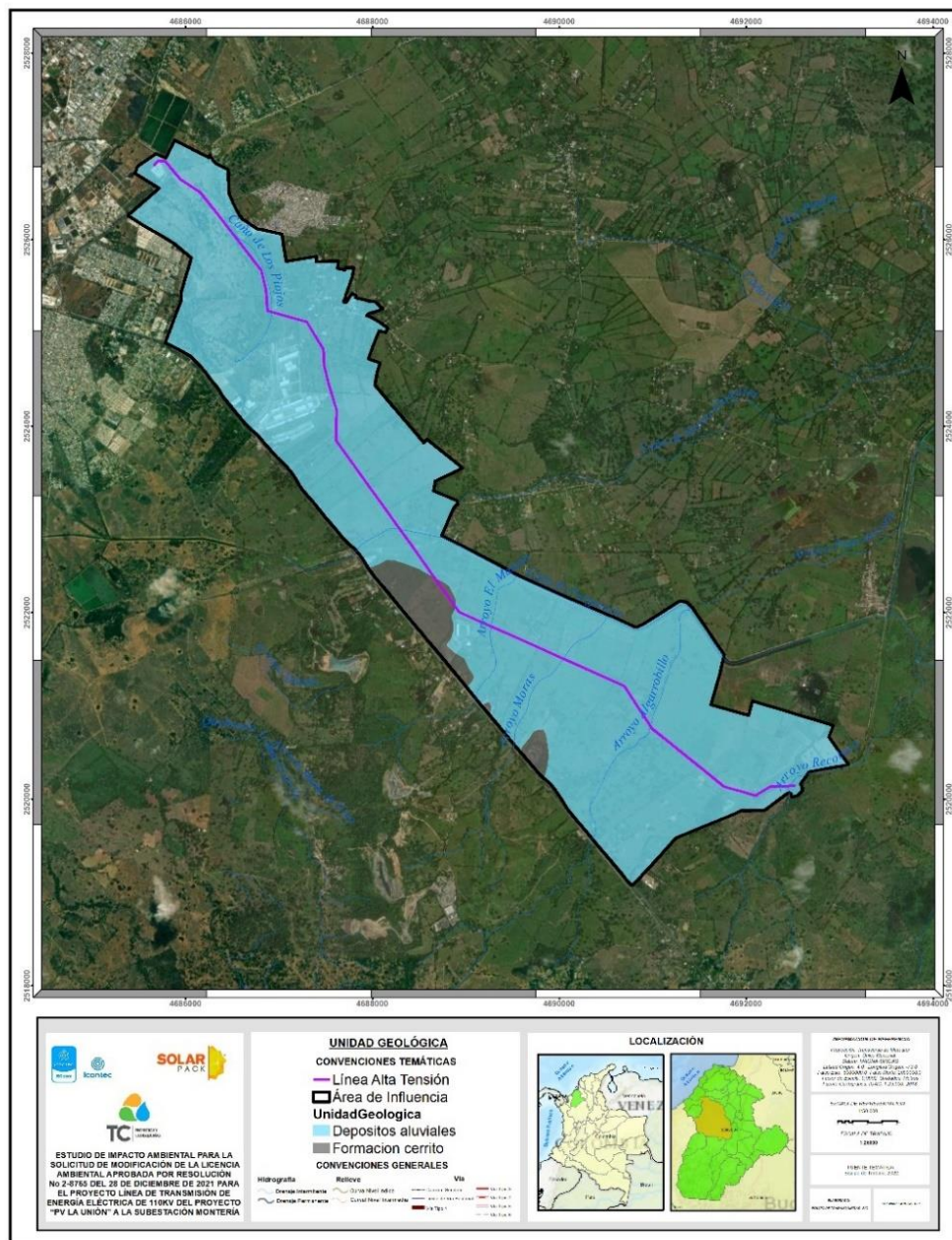
#### 5.1.1.2.2 Formación Cerrito (Ngc).

Esta formación tiene una extensión en el área de influencia de 62,10 ha, lo que representa un 4,25% del área total. Por el carácter geomorfológico se destaca una formación de pendientes estructurales en cercanías a Palmira y Caracol. La sección tipo de la unidad fue definida por Cáceres y Porta (1972). La parte inferior consiste en una alternancia de lutitas grisáceas y areniscas finogranulares amarillentas con presencia de fragmentos de Pecten sp, Arca sp, Natica sp y numerosas relictos de Ostrea sp (INGEOMINAS, 2003).

La parte media se compone de arcillolitas gris clara intercaladas con capas medianas de areniscas de grano fino, con cemento calcáreo, lumaquéllicas. Finalmente, la parte superior de la unidad se caracteriza por el predominio de arcillolitas grises y verdes, localmente varicoloreadas e intercalaciones de areniscas de aspecto macizo y algunos niveles de turba. Al techo de este segmento se presentan areniscas de grano medio a grueso en sectores conglomeráticas que presentan estratificación cruzada y relictos de madera silicificada (INGEOMINAS, 2003).

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 1** Formaciones geológicas del área de influencia



**Fuente:** Equipo consultor, 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

### 5.1.1.3 Geología Estructural

La geología estructural del departamento de Córdoba corresponde a un prisma de acreción adherido al continente durante el Cenozoico, como resultado de la convergencia de la placa oceánica del Caribe, en su sector suroccidental y la placa continental de Sur América, en su borde noroccidental (INGEOMINAS, 1998).

El área de influencia se encuentra a continuación de la terminación septentrional de la Cordillera Occidental y al occidente del lineamiento del Sinú, este último subparalelo a la prolongación norte del Sistema de Fallas Romeral. Este marco regional indica que el basamento del Cinturón San Jacinto está constituido por rocas cretácicas pertenecientes a un complejo ofiolítico o a depósitos sedimentario volcánico (máficos), adosado a la Placa Continental Suramericana a lo largo de la "sutura" de Romeral (GEOTEC Ltda & INGEOMINAS, 2003, pág. 33).

El basamento Cretácico que bordea la cuenca Caribe se halla principalmente bajo la cubierta paleogena que constituye las partes bajas de la Cordillera Occidental. El basamento Cretácico del "cinturón" de San Jacinto es comparable litoestratigráficamente con la placa Caribe (GEOTEC Ltda & INGEOMINAS, 2003, pág. 33).

El elemento estructural dominante para el área de influencia es el sistema conjugado de fallas de rumbo y cabalgamientos. Las fallas de rumbo presentan orientación preferencial que varía aproximadamente de EW a SE-NW. La dirección de movimiento de estas alterna sucesivamente entre el sinistral y dextral, a la vez que delimitan grandes bloques con desplazamientos laterales en direcciones aparentes NW y SE (GEOTEC Ltda & INGEOMINAS, 2003, pág. 33).

Dentro de los bloques formados por las fallas de rumbo se desarrollan fallas de cabalgamiento cuyos planos buzcan, generalmente, hacia el SE, y que en algunas localidades presentan retrocabalgamientos con convergencia al este (GEOTEC Ltda & INGEOMINAS, 2003, pág. 33).

Dentro de los grandes bloques se desarrollan amplios sinclinales, aparentemente simétricos, delimitados en sus flancos por fallas longitudinales, principalmente cabalgamientos. Los anticlinales son casi excepciones dentro del sistema de pliegues, no solamente por su escaso número, sino por su corta extensión (GEOTEC Ltda & INGEOMINAS, 1997, pág. 17).

El Cinturón de San Jacinto marca el límite oriental del terreno Sinú-San Jacinto definido por Duque (1979), está localizada adyacente a la zona de plataforma. Con base a la orientación de las estructuras presentes y las características estratigráficas, este cinturón se divide en cuatro segmentos que corresponden topográficamente con las serranías de Luruaco, San Jacinto, San Jerónimo y gran parte de las cuchillas de Cispatá (INGEOMINAS, 2004), los límites son lineamientos con dirección W-NW. Las fallas principales en este cinturón



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

tienen dirección NS-N5°E y son de cabalgamiento, buzando hacia el Este; las fallas NNE son de rumbo con desplazamiento sinestral (CVS, 2004).

El mayor rasgo estructural de la zona de estudio lo constituyen fallas con dirección N, NNE consideradas paralelas a la tendencia general de las estructuras principales de la cadena andina. Comprende fallas de cabalgamiento con buzamientos al Este. El rumbo de las secuencias sedimentarias por lo general coincide con el de las estructuras y en algunos casos sirve de límite entre ellas (González & Londoño, 2001).

#### 5.1.1.4 Amenazas naturales.

El área de influencia presenta eventos relacionados con amenazas naturales de tipo hidrometeorológicos y geológicos, tales como: inundaciones, movimientos en masa y sismicidad. Los análisis efectuados se realizan a partir de información secundaria, utilizando información oficial disponible en entidades como la red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC, 2020) y el Servicio Geológico Colombiano (SGC, 2012).

A continuación, se describen las diferentes amenazas presentes para el área de influencia:

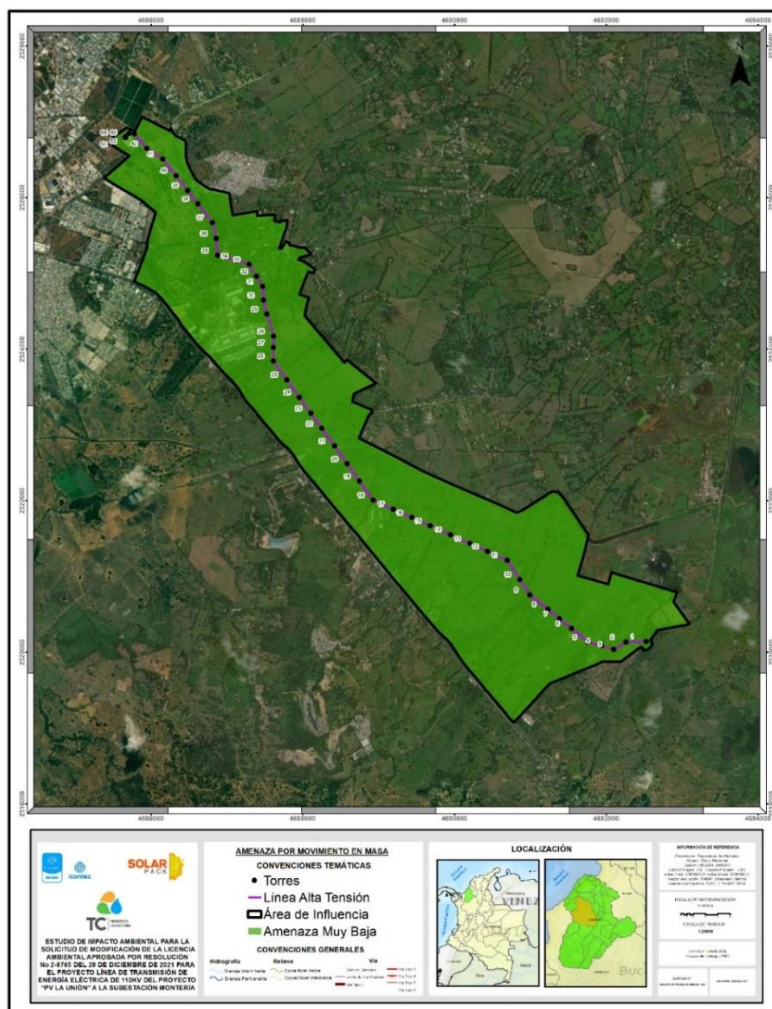
##### 5.1.1.4.1 Movimientos en masa.

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 una categoría de amenaza a movimientos en masa muy baja con una representación del 100% (1461,35 ha) esto de acuerdo con la información secundaria del diagnóstico ambiental de la cuenca hidrográfica del río Sinú del año 2005 y verificación en campo. Estas zonas corresponden a laderas en las que no existen indicios que permitan predecir deslizamientos y confluyen pocas condiciones que favorecen su ocurrencia, son áreas con materiales con comportamiento mecánico favorable a la estabilidad, ausencia de fallamiento local o erosión hídrica y poca pendiente 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 2** Amenaza por remoción en masa.



**Fuente:** Equipo consultor, 2022.

#### 5.1.1.4.2 Amenaza por inundación

La evaluación de la amenaza a inundaciones es un análisis geomorfológico histórico que identifica subunidades geomorfológicas y unidades de terreno susceptibles a este tipo de fenómeno y las confronta con la existencia de eventos que son recalificados según su recurrencia (CORPOMOJANA et al., 2019). Las inundaciones son un fenómeno 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

anegamiento temporal de terrenos que no están normalmente cubiertos de agua y sedimentos (MINAMBIENTE, MINHACIENDA Y Fondo Adaptación, 2014).

Dependiendo de la duración, las inundaciones pueden ser: súbitas o de tipo torrencial; lento o de tipo aluvial; y encharcamiento. Las inundaciones súbitas o de tipo torrencial suelen producirse en ríos de montaña o en corrientes cuyas áreas de drenaje presentan fuertes pendientes y suelen ser producidas por crecidas repentinas y de corta duración (minutos a horas). Las inundaciones lentas o de tipo aluvial se producen por el desbordamiento del cauce anegando áreas planas aledañas al mismo y suelen ser originadas por crecidas progresivas y de larga duración (horas a días, inclusive meses en algunas zonas del país). El fenómeno de encharcamiento se origina por la saturación del suelo en zonas moderadamente onduladas a planas con duración de horas a días y en general pueden darse por ausencia o falencia en los sistemas de drenaje de aguas pluviales en áreas urbanizadas (MINAMBIENTE, MINHACIENDA Y Fondo Adaptación, 2014).

El área de influencia presenta cuatro categorías para la amenaza por inundaciones, de acuerdo con el diagnóstico ambiental de la cuenca hidrográfica del río Sinú y verificación en campo (Figura 3). La amenaza por inundación alta corresponde al 42,60% del total del área (622,61 ha) y la amenaza media alta al 14,77% del total del área (215,79 ha), estas se caracterizan por ser geoformas asociadas a procesos erosivos (ej. valles aluviales, planos de inundación, terrazas bajas, albardón, trenzado, entre otras), con evidencias efímeras y sedimentarias nítidas. La siguiente categoría que se presenta es media por inundación correspondiente al 13,56% del total del área de influencia (198,11 ha), asociado principalmente a geoformas de procesos intermitentes, procesos erosivos o sedimentarios suavizados o flujos secundarios representados por evidencias de morfologías canaliformes de poca definición y continuidad. Finalmente, un 29,07% (424,84 ha) del área total no tiene una categoría de amenaza por inundación.

En la Tabla 2 se presentan las categorías de amenaza del área de influencia con respecto a cada una de las torres, 18 de las torres se ubican en área de amenaza alta, 7 torres se ubican en amenaza media alta, 6 torres en amenaza media y 12 torres en áreas sin amenaza. El tramo subterráneo de la línea de transmisión se encuentra en amenaza alta.

**Tabla 2** Ubicación de las torres de acuerdo con las categorías de amenaza

TORRES	AMENAZA	SIMBOLOGÍA
1	MEDIA POR INUNDACIÓN	
2	SIN AMENAZA POR INUNDACIÓN	
3	SIN AMENAZA POR INUNDACIÓN	
4	SIN AMENAZA POR INUNDACIÓN	
5	SIN AMENAZA POR INUNDACIÓN	
6	MEDIA POR INUNDACIÓN	
7	MEDIA POR INUNDACIÓN	
8	MEDIA POR INUNDACIÓN	



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

TORRES	AMENAZA	SIMBOLOGÍA
9	MEDIA POR INUNDACIÓN	
10	MEDIA POR INUNDACIÓN	
11	SIN AMENAZA POR INUNDACIÓN	
12	SIN AMENAZA POR INUNDACIÓN	
13	SIN AMENAZA POR INUNDACIÓN	
14	SIN AMENAZA POR INUNDACIÓN	
15	SIN AMENAZA POR INUNDACIÓN	
16	SIN AMENAZA POR INUNDACIÓN	
17	SIN AMENAZA POR INUNDACIÓN	
18	SIN AMENAZA POR INUNDACIÓN	
19	SIN AMENAZA POR INUNDACIÓN	
20	ALTA POR INUNDACIÓN	
21	ALTA POR INUNDACIÓN	
22	ALTA POR INUNDACIÓN	
23	ALTA POR INUNDACIÓN	
24	ALTA POR INUNDACIÓN	
25	ALTA POR INUNDACIÓN	
26	ALTA POR INUNDACIÓN	
27	ALTA POR INUNDACIÓN	
28	ALTA POR INUNDACIÓN	
29	ALTA POR INUNDACIÓN	
30	ALTA POR INUNDACIÓN	
31	ALTA POR INUNDACIÓN	
32	ALTA POR INUNDACIÓN	
33	ALTA POR INUNDACIÓN	
34	ALTA POR INUNDACIÓN	
35	MEDIA ALTA POR INUNDACIÓN	
36	MEDIA ALTA POR INUNDACIÓN	
37	MEDIA ALTA POR INUNDACIÓN	
38	MEDIA ALTA POR INUNDACIÓN	
39	MEDIA ALTA POR INUNDACIÓN	
40	MEDIA ALTA POR INUNDACIÓN	
41	MEDIA ALTA POR INUNDACIÓN	
42	ALTA POR INUNDACIÓN	
43	ALTA POR INUNDACIÓN	
S1	ALTA POR INUNDACIÓN	
S2	ALTA POR INUNDACIÓN	
S3	ALTA POR INUNDACIÓN	
S4	ALTA POR INUNDACIÓN	

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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.1.4.3 Sismicidad

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 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 moderada entre los 18-34 PGA, principalmente asociado a la influencia de las fallas del Cinturón plegado de San Jacinto por ser una fuente sismogénica por deformación cortical (de la corteza), esto debido a el proceso de colisión (subducción) entre la placa Caribe y la placa suramericana (INGEOMINAS & UNAL, 2010).

Por otra parte, de acuerdo con los registros históricos en la Red Sismológica Nacional de Colombia y el catálogo de eventos sísmicos en el municipio de Montería se han presentado 5 eventos sísmicos en los años 2010, 2015, 2019 y 2020 (Tabla 3); sin embargo, ninguno de estos eventos se registró para el área de influencia como se evidencia en la Figura 4.

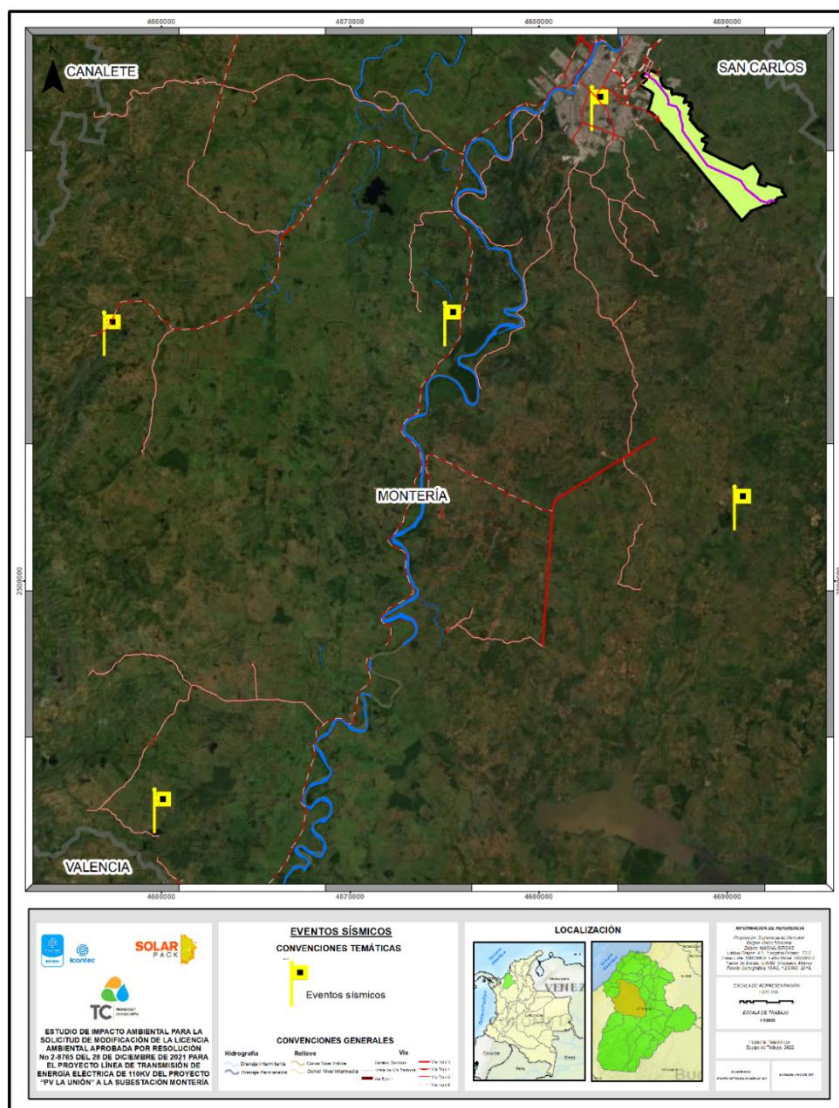
**Tabla 3** Eventos sísmicos históricos para el municipio de Montería.

No	UBICACIÓN	FECHA	LATITUD	LONGITUD	MAGNITUD
1	Montería (Córdoba)	13/05/2010	4683223,57	2524980,95	2,3
2	Montería (Córdoba)	6/05/2015	4690773,91	2503901,40	1,7
3	Montería (Córdoba)	19/12/2019	4675431,53	2513975,37	2
4	Montería (Córdoba)	22/05/2020	4657802,58	2513008,81	1,5
5	Montería (Córdoba)	25/10/2020	4659801,81	2487537,96	1,7

Fuente: Equipo consultor, 2021 a partir Red Sismológica Nacional, 2021

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INF1
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 4** Registros de sismicidad en el municipio de Montería



**Fuente:** Equipo consultor 2022, a partir Red Sismológica Nacional, 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

## 5.1.2 GEOMORFOLOGÍA

### METODOLOGÍA

La información geomorfológica que se presenta se describe de acuerdo con lo solicitado en los términos de referencia para elaboración del estudio de impacto ambiental-EIA proyectos de línea de transmisión de energía eléctrica.

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

La clasificación de las unidades geomorfológicas se desarrolla a partir de la jerarquización que presenta el Servicio Geológico Colombiano (SGC-metodología Carvajal-2011), cuyo marco de jerarquía difiere ligeramente en los niveles de categorización y conceptualización genérica en comparación con la metodología usada por el IGAC (Zink, 1989). Las categorías definidas de escala menor a mayor son: Geomorfoestructuras, provincias, regiones, unidades, subunidades y componente geomorfológico (**Figura 6**).

La información secundaria que se recopiló para el análisis es:

- Plancha geológica a escala 1:100.000 del SGC: (61), y plancha geológica del departamento de Córdoba.
- Imágenes Satelitales
- Modelo Digital del Terreno MDT
- Modelo de Pendientes

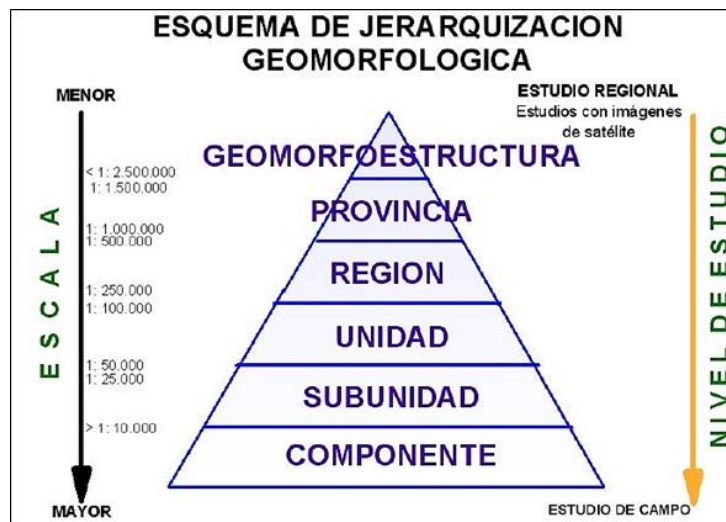
La información de este apartado se recopila en el Anexo C2. Geomorfología.

La información del mapa geomorfológico se hace con las unidades y rasgos estructurales identificados, haciendo énfasis en la morfogénesis y la morfodinámica del área de influencia; adicionalmente se realizó un análisis de sensores remotos y sondeo de campo por medio de puntos de observación y control.

Con el fin de dar cumplimiento a los requisitos para la elaboración del estudio, la información analizada de geomorfología se presenta a escala 1:25.000 mediante una base de datos para su uso en SIG.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 6** Esquema de jerarquización geomorfológica



Fuente: SGC, 2012

Donde:

**Geomorfoestructura:** Esta se define como extensas áreas geográficas continentales o intracontinentales caracterizado y definido por estructuras geológicas y topográficas regionales que han presentado procesos de sedimentación, metamorfismo y actividad ígnea importante. (Corpomojana et al., 2019).

**Provincia:** Presenta macro-relieve y geología similar; escala 1:1000.000 – 500.000.

**Región:** Ambiente morfogenético específico en condiciones climáticas homogéneas; Escala 1:500.000-250.000.

**Unidad:** Presenta geoformas individuales a partir de procesos y la morfología específicos; Escala 1:100.000-50.000.

**Subunidad:** Se define fundamentalmente por contrastes morfológicos y morfométricos asociado con el tipo de material específico; 1:25.000-1:10.000.

**Componente:** Representa el máximo nivel de detalle asociado a escarpes, cambios de pendiente; Escala 1:10.000 o mayores. (Robertson, K. et al., 2013).

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

### 5.1.2.2 Contexto Regional

El departamento de Córdoba se encuentra en la región Caribe, y el relieve es una consecuencia de la compleja evolución geológica y de la historia tectónica que ocurrió en esta región a lo largo de cientos de millones de años. Se incluyen los terrenos de Sinú y San Jacinto, donde se evidencian los esfuerzos regionales producto por la convergencia de las placas Caribe y Suramérica y algunos procesos de diapirismo a causa de la gravedad. A escala regional se distinguen dos grandes geoestructuras en el departamento: La Cordillera y la Megacuenca de Sedimentación (Duque, 1980).

La Cordillera está constituida por un bloque de rocas pertenecientes a las estribaciones septentrionales de las cordilleras Centra y Occidental. Esta geoestructura se caracteriza por presentar un ambiente predominante estructural, pues el bloque se encuentra limitado por zonas de falla de carácter regional como la falla Cauca-Almaguer. Además, se observan procesos erosivos, que es de influencia denudativa, propio del levantamiento de este gran sistema montañoso y a los procesos de incisión propios de la red de drenaje (Duque, 1980). La segunda geoestructura es la Megacuenca de Sedimentación que se ubica al norte y occidente de la Cordillera y se extiende hasta el mar Caribe. Compuesta por las serranías de Abibe, San Jerónimo y Ayapel que albergan las cuencas de los ríos Sinú y San Jorge (Duque, 1980).




Las macrounidades geomorfológicas o regiones geomorfológicas, son agrupaciones de geoformas relacionadas genética y geográficamente, y que estuvieron afectadas por procesos climáticos y geológicos (endógenos o exógenos) de características similares (Gómez et al., 2013). El municipio de Montería se encuentra enmarcado dentro de seis macrounidades geomorfológicas, las cuales son: Llanura de inundación fluvio lacustre, geoformas aluviales, geoformas colinadas denudativas, geoformas colinadas estructurales denudativas, geoformas de montaña denudativas y geoformas de montaña estructural-denudativo (Duque, 1980).

### 5.1.2.3 Unidades geomorfológicas

La clasificación de las unidades geomorfológicas para el área de influencia del proyecto se realizó a partir del análisis de Morfogénesis, Morfoestructuras, Morfografía y Morfodinámica de la misma, esto con el fin de identificar las características y los principales procesos asociados a cada una de ellas. En la Tabla 4, se presenta la clasificación de la geomorfología para cada una de las jerarquías analizadas para las geoformas del área de influencia. Todas las subunidades se definieron y delimitaron con imágenes satelitales y el modelo digital 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Tabla 4** Resumen características geomorfológicas del área de influencia.

UNIDAD	ÁREA (ha)	ÁREA (%)	SÍMBOLO
Geoformas aluviales	362,44	24,80%	
Geoformas colinadas denudativas	432,41	29,59%	
Geoformas fluvio lacustres	666,49	45,61%	

**Fuente:** Equipo consultor, 2022.

A continuación, se describen las características de cada unidad geomorfológica presente:

#### 5.1.2.3.1 Geoformas aluviales

Con un área de 362,44 ha, representa el 24,80% del área total de influencia. Corresponde a la llanura de inundación de río Sinú, donde se observan las geoformas que se han producido por el cambio continuo de su canal a lo largo y ancho de la cuenca como consecuencia del fenómeno de la avulsión. Los procesos geomorfológicos asociados a la dinámica fluvial del río Sinú varían a lo largo del recorrido del cauce actual debido a la configuración geológica - estructural y a la variación de la energía de la corriente, lo que condiciona la capacidad erosiva del río cambiando la configuración paisajística que va desde llanuras de desborde en la región media de la cuenca hasta orillares y cinturones meándricos (CVS & FONADE, 2004).

#### 5.1.2.3.2 Geoformas colinadas denudativas


Con un área de 432,41 ha, representa el 29,59% del área total de influencia. En esta categoría de gran paisaje se incluyen aquellas elevaciones del terreno que no hacen parte de cordilleras, una altura y morfología actuales no dependen de plegamiento de rocas de la corteza; las geoformas colinadas denudativas son de gran incidencia y cubren amplias superficies de la cuenca hidrográfica del río Sinú sin mostrar una dirección clara, ya que provienen de la erosión de antiguas llanuras agradacionales, o sino del aplanamiento diferencial de las anteriores cordilleras, determinado por la acción prolongada de los procesos denudacionales (CVS & FONADE, 2004).

#### 5.1.2.3.3 Geoforma fluvio lacustres

Con un área de 666,49 ha, representa el 45,61% del área total de influencia. El sistema fluvio lacustre se caracteriza por sistemas de canales, ciénagas, diques, playones, llanuras inundables, geomorfología característica de un subambiente de baja energía por lo que predomina la sedimentación fluvio lacustre con erosión laminar ligera de materiales muy





 <b>SPK LA UNIÓN</b> 	<p style="text-align: center;">ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS</p>	<p>Código: MI-AYC-F-INFT</p>
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA</p>	<p>Versión: 01</p>
	<p style="text-align: center;">CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA</p>	<p>Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019</p>

**Figura 7** Unidades geomorfológicas del área de influencia.

**Fuente:** Equipo consultor, 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	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 Conservation Services-NRCS, 2006). Pero se podría complementar esta definición agregándole que el suelo no es un medio simple y estático; es complejo y dinámico y sus propiedades distintivas se adquieren lentamente a través del tiempo, bajo la acción combinada de los factores del medio donde se localiza.

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 en base al *Estudio de suelos del departamento de Córdoba-2009*, donde se describe de manera general las diferentes unidades cartográficas y sus respectivos componentes taxonómicos a nivel de familia textural en base a los perfiles modales reportados en el área de trabajo a través de los diferentes estudios e identificadas durante el trabajo de campo (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 2009).

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

#### 5.1.3.2 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).

El mapa de suelos está integrado por las Unidades Cartográficas de Suelos (UCS), cuya definición es: *"el conjunto de todas las delineaciones o polígonos de suelos que están identificadas por un mismo símbolo, cuya nomenclatura ha sido previamente establecida"* (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Para identificar las Unidades Cartográficas de Suelos se utilizó una nomenclatura consistente en el uso de tres letras mayúsculas que representan en su orden: el paisaje en el cual se encuentra la unidad, el clima y una tercera letra arbitraria que presenta el contenido pedológico, las cuales van acompañadas por subíndices alfanuméricos que indican el rango de pendiente, el grado de erosión, la inundabilidad y la pedregosidad (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 2009).

A continuación, se presentan las principales características de cada una de las unidades cartográficas de suelos (Tabla 5):

**Asociación Vertic Haplustepts - Vertic Haplustolls – Typic Haplustepts - Fluventic Haplustepts (LWB):** Esta asociación tiene un área de 437,28 ha, lo que representa el 29,92% del área total de estudio. Esta unidad hace parte del paisaje de lomerío estructural erosional y al tipo de relieve de lomas y colinas, en relieves con ondulación ligera, con pendientes entre de 3-7-12-25-50-75%. Se encuentran excesivamente drenados (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 2009).

Se forman a partir de las arcillolitas y arenas calcáreas, que dan gran disponibilidad de nutrientes. Son superficiales a profundos, limitados por los sustratos arcillosos y areniscas duras, tienen poca vegetación natural. La principal actividad que se desarrolla es la ganadería extensiva. Los componentes de esta unidad son: Vertic Haplustepts (30%), Vertic Haplustolls (20%), Typic Haplustepts (20%), Fluventic Haplustepts (20%), Lithic Ustorthents (5%) y Typic Dystrustepts (5%) (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 2009).

Las fases por pendientes que se encuentran son (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 2009):

LWBc: Fase moderadamente ondulada (408,94 ha).

LWBd1: Fase fuertemente ondulada, ligeramente erosionada (28,34 ha).

**Asociación Vertic Ustifluvents - Fluventic Haplustepts (RWI):** Esta asociación tiene un área de 530,99 ha, lo que representa el 36,34% del área total de estudio. Los suelos se desarrollaron en superficies de relieve ligeramente plano y microrrelieve ondulado. Pertenecen al paisaje de planicie fluvio-lacustre y al tipo de relieve plano de inundación, las pendientes se encuentran entre 0-3% (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 2009).

Los sedimentos finos y medios son los materiales de constitución de los suelos, la profundidad efectiva está entre superficial a moderadamente profunda, se limitan por la presencia de arcillas abigarradas, arenas y nivel freático fluctuante; tiene un drenaje desde pobre a moderadamente bien drenado (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 2009).

Esta asociación comprende los suelos Vertic Ustifluvents 50%, Fluventic Haplustepts 45% y Sulfic Endoaquepts 5% (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

La asociación se identifica con la fase (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 2009):

RWla: Fase ligeramente plana.

**Asociación Aquic Haplustepts - Fluventic Haplustepts – Vertic Endoaquepts (RWK):** Esta asociación tiene un área de 192,14 ha, lo que representa el 13,15% del área total de estudio. Perteneciente al paisaje de planicie fluvio-lacustre y al tipo de relieve de terraza. Se encuentran pendientes entre 0-7%, en relieve plano a ligeramente ondulado, que se encuentran afectados por escurrimiento difuso y encharcamientos por sectores durante periodos secos (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 2009).

Los sedimentos finos y medios son los materiales de constitución, moderadamente profundos, se limitan por presencia de arcillas, sales y nivel freático fluctuante; con drenaje moderadamente pobre (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 2009).

La unidad de suelos está compuesta por: Aquic Haplustepts 40%, Fluventic Haplustepts 30%, Vertic Endoaquepts 20% y Aeríc Fluvaquents 10% (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 2009).

Las fases por pendientes que se encuentran son (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 2009):

RWKa: Fase ligeramente plana.

**Asociación Vertic Haplustolls - Vertic Haplustepts-Vertic Dystrustepts (PWA):** Esta asociación tiene un área de 268,53 ha, lo que representa el 18,38 % del área total de estudio. Corresponde al paisaje de piedemonte coluvio-aluvial en el relieve abanico, pendientes entre el 1 a 12%, se ven afectados por erosión moderada a ligera en algunos sectores. Se originan a partir de sedimentos mixtos, se encuentran bien drenados, texturas finas y moderadamente finas, profundos a moderadamente profundos. Se utilizan principalmente para actividad de ganadería extensiva (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 2009).

Están formados por los suelos: Vertic Haplustolls (50%), Vertic Haplustepts (20%), Vertic Dystrustepts (15%), Typic Haplustepts (5%) Typic Haplusterts (5%) e Inceptic Haplustalfs (5%) (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 2009).

Las fases que se encuentran son (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 2009):

PWAa: Fase ligeramente plana (17,93ha).

PWAc1: Fase moderadamente inclinada, ligeramente erosionada (250,60ha).

**Consolidación Chromic Epiaquepts (RWH):** Esta unidad tiene un área de 32,40 ha, lo que representa el 2,22% del área total de estudio. Perteneciente al paisaje de la planicie fluvio-lacustre y al tipo de relieve plano de inundación, se encuentra en relieve plano y




	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

ligeramente plano con pendientes entre 0-3%. Por periodos de tiempos largos se pueden presentar inundaciones. Los suelos se derivan principalmente de sedimentos finos, son muy superficiales, limitados por las fluctuaciones del nivel freático y la presencia de arcillas, son pobremente drenados (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 2009).

La consolidación se compone de los suelos Chromic Epiaquerts 60%, Typic Endoaquerts 20%, Vertic Fluvaquerts 10% e Histic Humaquerts 5% y Tecto Histic Sulfaquerts 5%. Esta unidad tiene una sola fase, por pendiente (INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, 2009):





RWHa: Fase ligeramente plana.

**Tabla 5** Categorías del uso de la tierra en el área de influencia.

CLASE Y SUBCLASES	UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE SUELOS	CARACTERÍSTICAS	ÁREA HA	ÁREA %	LEYENDA
6es-1	LWBC,	Superficial a moderadamente profundos, bien drenados, texturas y fertilidad variadas, erosión moderada a ligera, movimientos en masa (pata de vaca). Algunos tienen baja fertilidad, alta saturación de aluminio y bajos contenidos de materia orgánica.	408,94	27,98%	
6es-1	LWBd1	Superficial a moderadamente profundos, bien drenados, texturas y fertilidad variadas, erosión moderada a ligera, movimientos en masa (pata de vaca). Algunos tienen baja fertilidad, alta saturación de aluminio y bajos contenidos de materia orgánica.	28,34	1,94%	
5hs	RWla	Muy superficiales y superficiales, drenaje natural pobre, texturas finas y moderadamente finas, fertilidad alta, inundables y encharcables.	530,99	36,34%	



	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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

CLASE Y SUBCLASES	UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE SUELOS	CARACTERÍSTICAS	ÁREA HA	ÁREA %	LEYENDA
3hs-1	RWKa	Inundables y encharcables, drenaje moderado a pobre, superficiales a moderadamente profundos, fertilidad moderada.	192,14	13,15%	
6es-1	PWAa,	Superficial a moderadamente profundos, bien drenados, texturas y fertilidad variadas, erosión moderada a ligera, movimientos en masa (pata de vaca). Algunos tienen baja fertilidad, alta saturación de aluminio y bajos contenidos de materia orgánica.	17,93	1,23%	
6es-1	PWAc1	Superficial a moderadamente profundos, bien drenados, texturas y fertilidad variadas, erosión moderada a ligera, movimientos en masa (pata de vaca). Algunos tienen baja fertilidad, alta saturación de aluminio y bajos contenidos de materia orgánica.	250,60	17,15%	
5hs	RWHa	Muy superficiales y superficiales, drenaje natural pobre, texturas finas y moderadamente finas, fertilidad alta, inundables y encharcables.	32,40	2,22%	

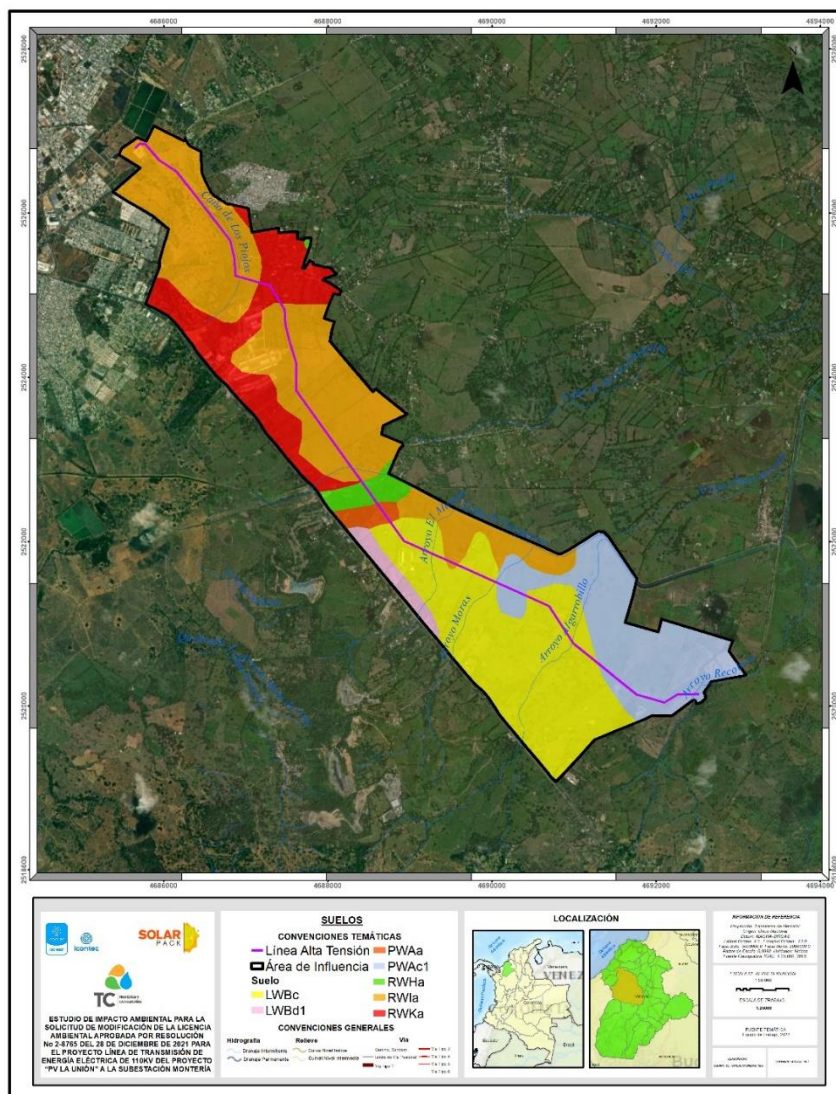
**Fuente:** Equipo Consultor 2022, a partir del Estudio General de Suelos del Departamento de Córdoba-IGAC-2009.



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-INF1
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 8** Unidades cartográficas de suelo.



**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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

### 5.1.3.3 Uso potencial o capacidad de uso de suelo

Uso potencial o vocación del suelo es empleada para referirse a la clase mayor de uso que una unidad de tierra está en capacidad natural de soportar con características de sostenibilidad, evaluada sobre una base biofísica, sin tener en cuenta las circunstancias socioeconómicas locales, propias de cada zona agroecológica (IGAC & CORPOICA, 2002).

Los criterios empleados en la determinación del uso principal del área de estudio hacen referencia al clima, al relieve (pendiente), a las inundaciones y a los suelos, con características tales como sus materiales parentales, profundidad efectiva, drenaje natural, pedregosidad y disponibilidad de nutrientes, expresados en términos de fertilidad natural.


Para la clasificación de los criterios empleados se tuvo en cuenta toda la información previa, correspondiente a los diferentes estudios de suelos de tipo general del departamento de Córdoba, POMCA del Río Sinú, Plan de Ordenamiento Territorial del Municipio de Montería entre otros, el cual con el trabajo de campo, permitió conocer el patrón de distribución de los suelos, aun nivel semidetallado, utilizando para ellos, geomorfología, geología, MDT y pendientes del área de estudio escala 1:25.000 con el que se reclasificaron todas y cada unidades cartográficas de suelos y con ello se definieron las diferentes formas del terreno presentes del área de estudio, a esto se le suma la interpretación y análisis de imágenes de satélites de la zona, todo esto permitió tener el conocimiento requerido para determinar la vocación y el uso principal de las tierras presentes en el área de estudio (**Tabla 6**), las cuales tienen uso principal sistemas agrosilvopastoriles, sistemas silvopastoriles, cultivos transitorios semi-intensivos y cultivos permanentes intensivos.

**Tabla 6** Categorías de vocación y usos principales de las tierras.

VOCACIÓN DE USO	USO PRINCIPAL	ÁREA Ha	ÁREA %	LEYENDA
Agroforestal	Sistema Agrosilvopastoril	687,88	47,07%	
Agroforestal	Sistema Silvopastoril	559,22	38,27%	
Agrícola	Cultivos transitorios semi-intensivos	196,31	13,43%	



	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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

VOCACIÓN DE USO	USO PRINCIPAL	ÁREA Ha	ÁREA %	LEYENDA
Agrícola	Cultivos permanentes intensivos	17,93	1,23%	

Fuente: Equipo consultor, 2022.

Las clases principales tienen las siguientes características (**Figura 9**):

**Sistema Agrosilvopastoril:** Esta capacidad tiene un área de 687,88 ha lo que representa el 47,07% del total del área de estudio y la mayor parte de esta. Este sistema agrupa un conjunto de técnicas de uso de la tierra que implica la combinación o asociación deliberada de un componente leñoso con ganadería y/o cultivos en el mismo terreno, con interacciones significativas ecológicas y/o económicas o solo estrictamente biológicas entre los componentes (Russo et al., 1993).

**Sistema Silvopastoril:** Se presenta en un área de 559,22 ha y tiene una representación del 38,27% del área total de estudio. Las características de estos suelos son el relieve ligeramente ondulado, onduladas y fuertemente onduladas con pendientes 3-7-12 y 25%, se ven afectados por erosión hídrica ligera a moderada. Con profundidades entre superficial a moderadamente profunda, con contención por capas de gravilla, piedra superficial y textura fina en el subsuelo (IGAC, 1996).

La principal aptitud del suelo es para la ganadería (silvopastoril) de cría, con manejo de pastos mejorados de alto rendimiento, con el objetivo de aumentar la capacidad de carga como las bracearías y el angletón (CVS & FONADE, 2005).

Para la práctica de manejo de praderas, se necesita realizar rotación de potreros y buen manejo de plantas arvenses, dando importancia a la capa vegetal para evitar la erosión, limitante para muchos sectores debido a la pendiente y las características físicas en los horizontes superficiales; las zonas afectadas por la erosión deben ser aisladas y reforestadas (CVS & FONADE, 2005).

Los beneficios de esta actividad son (CVS & FONADE, 2005):

- Incrementa la biodiversidad vegetal asociada en los sistemas de producción agropecuaria, dominados por modelos de monocultivos.
- Reduce el impacto negativo sobre los suelos, gracias al aumento de la biomasa vegetal.
- Mitigación de los efectos de pisoteo de los animales en el suelo.
- Aumenta la complejidad estructural de la vegetación.
- Incrementa el reciclaje de nutrientes, con la optimización del pastoreo, la siembra de árboles y arbustos que fijen nitrógeno y movilicen fósforo.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

- Reducción de los extremos en las variables climáticas.
- Disminución del impacto erosivo de la lluvia.
- Promoción del balance adecuado entre los diferentes estratos de vegetación.


**Cultivos transitorios semi-intensivos:** Se presenta en un área de 196,31 ha y tiene una representación del 13,43% del área total de estudio. Estos suelos se encuentran en los valles entre colinas coluvio-aluviales, en la terraza media; con relieve ligeramente ondulado con pendientes menores a 7%; con superficies que varían entre superficiales a moderadamente profundos, con presencia de capas de arcillas; se ven afectadas por inundaciones con encharcamientos de corta duración (CVS & FONADE, 2005).

Se caracterizan por ser cultivos de especies que no requieren ser sembradas semestral o anualmente y cuyo ciclo de vida, desde la germinación hasta la fructificación, se completa en dos años. El tiempo de permanencia en el campo supera generalmente los 2 años (IGAC & CORPOICA, 2002).

**Cultivos permanentes intensivos:** Se presenta en un área de 17,93 ha y tiene una representación del 1,23% del área total de estudio. Estos cultivos tienen especies con ciclo de vida generalmente mayor de dos años, pudiendo fructificar anualmente y con tiempo de permanencia en el campo que puede llegar hasta 30 años (IGAC & CORPOICA, 2002).













 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.3.4 Uso actual de la tierra



El uso actual de la tierra es el resultado de las actividades humanas predominantes que dependen de la economía regional o zonal, incluyendo las costumbres de sus habitantes, dentro de este contexto, el inventario del uso de la tierra constituye un material de suma utilidad, que proporciona información específica referente a los usos predominantes en la zona, este tipo de análisis y su representación cartográfica, permite identificar las áreas de tierras en las que se está desarrollando alguna actividad humana, sirviendo de punto de partida para la realización de planes, programas o estudios de impacto ambiental.

Para la definición del uso actual del suelo se tomó como punto de partida el mapa de clasificación de la cobertura vegetal, 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 IGAC - CORPOICA (2002) y también en la Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016 (MADS, 2016). Cómo se representa en la Tabla 7. Los principales usos asociados al suelo en el área de estudio se describen a continuación:

**Tabla 7** Uso actual del suelo.

USO ACTUAL	ÁREA Ha	ÁREA %	LEYENDA
Recreacional	5,66	0,39	
Cultivos transitorios intensivos (CTI)	39,10	2,68	
Cuerpos de Agua Naturales	22,85	1,56	
Cultivos permanentes intensivos (CPI)	2,62	0,18	
Piscicultura	1,51	0,10	
Pastoreo extensivo (PEX)	1276,80	87,37	
Transporte	1,90	0,13	
Residencial	36,07	2,47	


	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INF
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

USO ACTUAL	ÁREA Ha	ÁREA %	LEYENDA
Comercial	72,24	4,94	
Industrial	2,59	0,18	

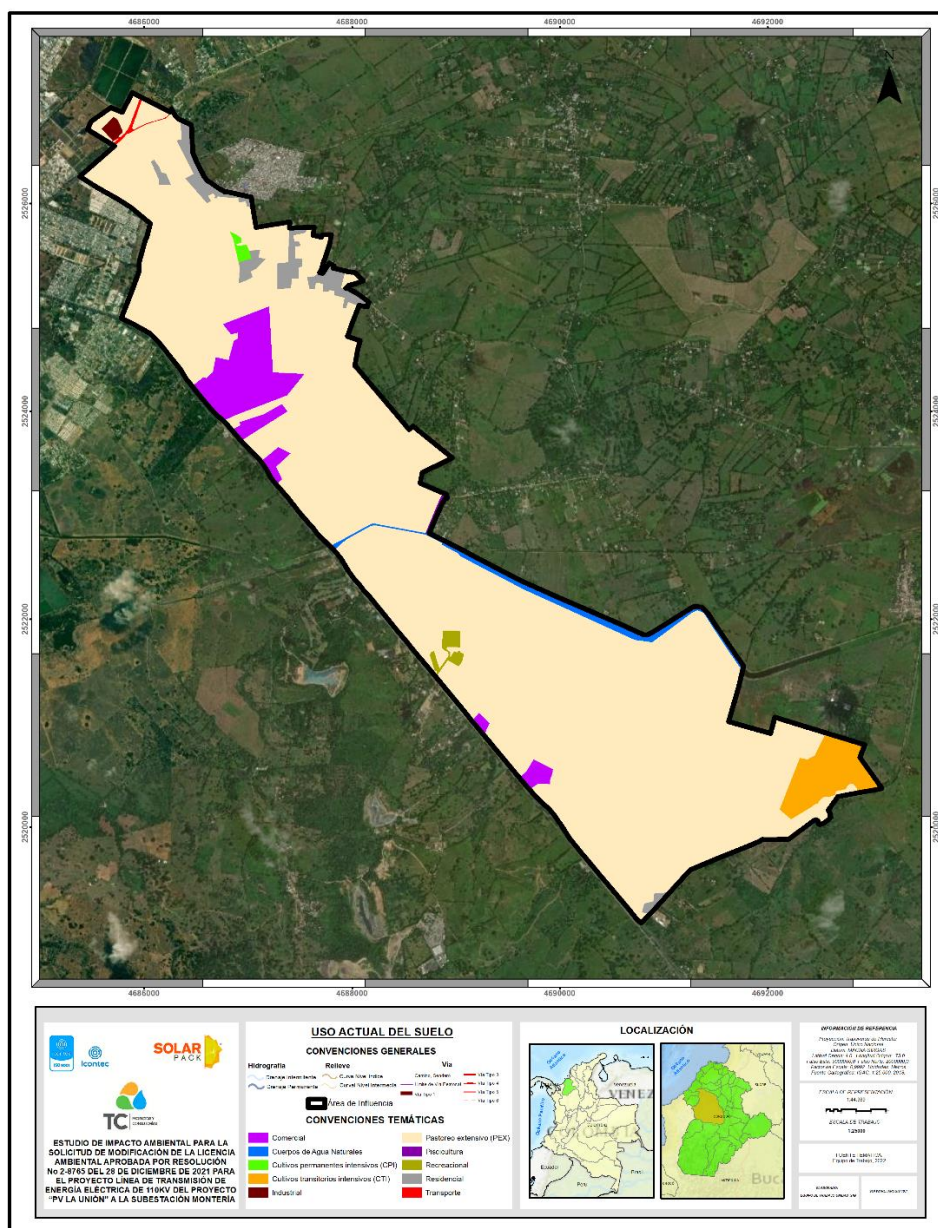
**Fuente:** Equipo consultor, 2022

La mayor extensión de tierras actualmente se encuentra bajo sistemas de pastoreo extensivo, como se evidencia en la tabla anterior, con 1276,80 ha, estos se basan en el uso de los recursos vegetales directamente por los animales mediante el pastoreo. 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 (Mantecón et al., 1998). Los otros usos en menor representación, como zonas industriales, recreacionales, transporte e infraestructura tiene menos del 6% del total del área de estudio, respectivamente.



 <b>SPK LA UNIÓN</b> 	<p>ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS</p>	<p>Código: MI-AYC-F-INFT</p>
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA</p>	<p>Versión: 01</p>
	<p>CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA</p>	<p>Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019</p>

**Figura 10.** Uso del suelo para el área de influencia del proyecto



**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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	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 2-8765 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 2-8765 del 28 de diciembre de 2021.

La información presentada y aprobada por CVS mediante la Resolución No 2-8765 del 28 de diciembre de 2021, es la siguiente:

##### 5.1.4.2 Localización hidrográfica de área de influencia.

Conforme a la ubicación del área de estudio del proyecto Línea de Transmisión, localizado en el municipio de Montería, departamento de Córdoba; a partir de la información cartográfica del IGAC, debido a la geometría del área del estudio, atraviesa diferentes cuerpos de agua superficial tipo lóticos, entre los cuales se identifican los Caños Sierra Chiquita y Caño Los Piojos, al igual que los arroyos El Mamón, Moras y Algarrobito.

Los cuerpos de agua tipo lóticos identificados al interior del área de estudio del proyecto, con base a las características hidráulicas, corresponden a fuentes de agua con cauces intermitentes, presentando flujo en la temporalidad climática de lluvias. Cabe resaltar que, el Caño Sierra Chiquita es receptor de diferentes áreas de drenaje urbano del municipio de Montería, entre los cuales están canal de drenaje La Granja, Canta Claro y Los Araujos. Así mismo, es receptor del efluente del sistema de tratamiento de aguas residuales tipo lagunas de estabilización del servicio público domiciliario de alcantarillado operado por Veolia Aguas de Montería S.A E.S.P.





	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

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 siguiente tabla:

**Tabla 8.** Código llave IDEAM.

Código	
Llave	
Llave primaria	Llave foránea
abcc	Ddd

Fuente: Equipo consultor a partir de Instituto Colombiano de Hidrología Meteorología y Adecuación de Tierras HIMAT, 1978.

**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 9.** 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

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

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 10).

**Tabla 10.** Código llave foránea.

Llave primaria	Numero de dígitos	Campos
ddd	3	0 - 999

Fuente: Equipo 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 lo anterior, los cuerpos de agua superficial identificados a partir de cartografía IGAC, se derivan del Área Hidrográfica Caribe, Zona Hidrográfica Sinú y Subzona Hidrográfica Bajo Sinú, tal como se detalla en la Tabla 11.

**Tabla 11.** Codificación de la cuenca hidrográfica en el área de influencia.

Orden							
0		1		2		3	
Área hidrográfica		Zona hidrográfica		Sub-zona hidrográfica		Sub- cuenca hidrográfica	
Nombre	Código (IDEAM)	Nombre	Código (IDEAM)	Nombre	Código (IDEAM)	Nombre	Código (CVS)
Caribe	1	Sinú	13	Bajo Sinú	1303	Caño Aguas Prietas	Sin información

Fuente: Equipo consultor, 2022

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

A partir de la delimitación del área de influencia, se identifican al interior de la misma cuerpos de agua superficial tipo lénticos correspondientes en su mayoría a jagüey,





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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



identificados y detallados en la Tabla 12, implementados principalmente para el abrevado de semovientes, conforme a la ubicación y al uso del suelo implementado en actividades agropecuarias.


**Tabla 12.** Cuerpos de agua lénticos identificados al interior del área de influencia.


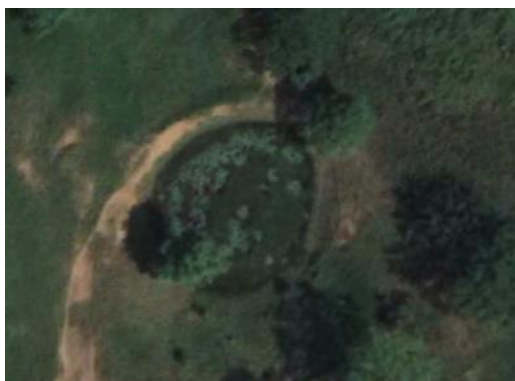
Identificación	Municipio	Coordenadas en origen nacional		Tipo de sistema	Descripción y Fotografía
		X	Y		
1	Montería	4686555,664	2526117,43	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, abastecido por escorrentía, de sección rectangular con lámina de agua de área superficial de 1.305 m<sup>2</sup>(0,1305 ha), ubicado en el perímetro urbano del barrio Villa Cielo</p>
2	Montería	4687306,937	2523560,193	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de geometría rectangular de área superficial de 860,7 m<sup>2</sup>(0,08607 ha)</p>






 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019


Identificación	Municipio	Coordenadas en origen nacional		Tipo de sistema	Descripción y Fotografía
		X	Y		
					abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre
3	Montería	4687879,382"	2523119,931	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección circular con lámina de agua de área superficial de 1.085 m<sup>2</sup>(0,1805 ha) abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación para el abrevadero de semovientes</p>
4	Montería	4688037,649	2522499,115	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección amorfa con lámina de agua con área superficial de 950,75 m<sup>2</sup>(0,09507 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre, localizado en cercanías con la empresa Concrenorte SAS</p>



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019


Identificación	Municipio	Coordenadas en origen nacional		Tipo de sistema	Descripción y Fotografía
		X	Y		
5	Montería	4688405,913	2522427,75	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección circular con lámina de agua de área superficial de 2.368,68 m<sup>2</sup>(0,2368 ha) abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes</p>
6	Montería	4688188,817	2522398,397	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección circular con lámina de agua de área superficial de 1.309,62 m<sup>2</sup>(0,130962 ha) abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes</p>



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Identificación	Municipio	Coordenadas en origen nacional		Tipo de sistema	Descripción y Fotografía
		X	Y		
7	Montería	4688655,361	2522220,076	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección amorfa con lámina de agua con área superficial de 3.100,91 m<sup>2</sup>(0,3100 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes</p>
8	Montería	4688537,793"	2522103,671	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección circular con lámina de agua de área superficial de 983 m<sup>2</sup>(0,0983 ha) abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes</p>


 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



Identificación	Municipio	Coordenadas en origen nacional		Tipo de sistema	Descripción y Fotografía
		X	Y		
9	Montería	4688702,364	2522028,304	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección amorfa con lámina de agua con área superficial de 832,27 m<sup>2</sup>(0,0822 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes</p>
10	Montería	4688448,457	2521935,05	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección amorfa con lámina de agua con área superficial de 880,03 m<sup>2</sup>(0,0880 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre.</p>

 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



Identificación	Municipio	Coordenadas en origen nacional		Tipo de sistema	Descripción y Fotografía
		X	Y		
11	Montería	4688593,975	2521814,461	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección circular con lámina de agua de área superficial de 198,21 m²(0,0198 ha) abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes</p>
12	Montería	4688821,047	2521852,594	Humedal	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección amorfa con lámina de agua de área superficial de 1.117,20 m²(0,11172 ha) abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado, sobre la parte posterior de la gradería occidental del estadio de fútbol Jaraguay.</p>






 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019


Identificación	Municipio	Coordenadas en origen nacional		Tipo de sistema	Descripción y Fotografía
		X	Y		
13	Montería	4688755,087"	2521718,098	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección amorfa con lámina de agua con área superficial de 413,54 m<sup>2</sup>(0,04135 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes</p>
14	Montería	4689251,951	2521470,959	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección amorfa con lámina de agua con área superficial de 694,35 m<sup>2</sup>(0,0694 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre</p>



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019


Identificación	Municipio	Coordenadas en origen nacional		Tipo de sistema	Descripción y Fotografía
		X	Y		
15	Montería	4689246,334	2521161,191	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección circular con lámina de agua de área superficial de 905,62 m<sup>2</sup>(0,0905 ha) abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre, aledaño al predio de la CC Subasta Ganadera del Sinú SAS. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes</p>
16	Montería	4689283,532	2521129,932	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de geometría rectangular de área superficial de 2.490,7 m<sup>2</sup>(0,2490 ha) abastecido por escorrentía, ubicado en predio de la CC Subasta Ganadera del Sinú SAS.</p>



 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Identificación	Municipio	Coordenadas en origen nacional		Tipo de sistema	Descripción y Fotografía
		X	Y		
17	Montería	4689368,784	2520751,991	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección circular con lámina de agua de área superficial de 518,99 m²(0,0518 ha) abastecido por escorrentía, ubicado en predio de la CC Subasta Ganadera del Sinú SAS.</p>
18	Montería	4689585,26	2521435,276	Laguna	 <p>Cuerpo de agua natural, de geometría tipo elipse con lámina de agua de área superficial de 833,26 m²(0,0833 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes.</p>


 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



Identificación	Municipio	Coordenadas en origen nacional		Tipo de sistema	Descripción y Fotografía
		X	Y		
19	Montería	4689868,957"	2521390,008	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección amorfa con lámina de agua con área superficial de 2.663,08 m<sup>2</sup>(0,2663 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes</p>
20	Montería	4689613,994	2520859,701	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua natural, de geometría tipo elipse con lámina de agua de área superficial de 1.376,96 m<sup>2</sup>(0,1376 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes.</p>


 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



Identificación	Municipio	Coordenadas en origen nacional		Tipo de sistema	Descripción y Fotografía
		X	Y		
21	Montería	4689992,793	2520279,306	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de geometría rectangular, con lámina de agua de área superficial de 1.090,2 m²(0,1090 ha) abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre.</p>
22	Montería	4690067,839	2520155,931	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección amorfa con lámina de agua con área superficial de 3.031,3</p>






 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019


Identificación	Municipio	Coordenadas en origen nacional		Tipo de sistema	Descripción y Fotografía
		X	Y		
					m²(0,3031 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre.
23	Montería	4690319,222	2519761,269	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección circular con lámina de agua de área superficial de 1.700,13 m²(0,1700 ha) abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado.</p>
24	Montería	4690595,224	2519567,802	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección amorfa con lámina de agua con área superficial de 5.997,5 m²(0,5997 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre.</p>



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019


Identificación	Municipio	Coordenadas en origen nacional		Tipo de sistema	Descripción y Fotografía
		X	Y		
25	Montería	4690640,64	2519456,82	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección amorfa con lámina de agua con área superficial de 4.332,2 m<sup>2</sup>(0,4332 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes.</p>
26	Montería	4690945,345	2519719,001	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección circular con lámina de agua de área superficial de 1.149,31m<sup>2</sup>(0,1149 ha) abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes</p>



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Identificación	Municipio	Coordenadas en origen nacional		Tipo de sistema	Descripción y Fotografía
		X	Y		
27	Montería	4691074,915	2519524,412	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección circular con lámina de agua de área superficial de 2.909,88 m<sup>2</sup>(0,2909 ha) abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes</p>
28	Montería	4691205,703	2519791,203	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de geometría rectangular, con lámina de agua de área superficial de aproximadamente 4.000 m<sup>2</sup>(0,4 ha) abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes</p>

 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



Identificación	Municipio	Coordenadas en origen nacional		Tipo de sistema	Descripción y Fotografía
		X	Y		
29	Montería	4691124,343	2519954,454	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección amorfa con lámina de agua con área superficial de 2.223,74 m<sup>2</sup>(0,2223 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes.</p>
30	Montería	4691490,42	2520179,669	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de geometría rectangular, con lámina de agua de área superficial de aproximadamente 15.086,75 m<sup>2</sup>(1,5 ha) abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes</p>


 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



Identificación	Municipio	Coordenadas en origen nacional		Tipo de sistema	Descripción y Fotografía
		X	Y		
31	Montería	4691815,551	2519930,525	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección amorfa con lámina de agua con área superficial de 10.856,5 m<sup>2</sup>(1,08 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes.</p>
32	Montería	4688511,911	2523056,538	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección amorfa con lámina de agua con área superficial de 651,71 m<sup>2</sup>(0,0651 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes.</p>



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



Identificación	Municipio	Coordenadas en origen nacional		Tipo de sistema	Descripción y Fotografía
		X	Y		
33	Montería	4688585,859	2523228,593	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección amorfa con lámina de agua con área superficial de 653,01 m<sup>2</sup>(0,0653 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes.</p>
34	Montería	4688739,52	2522873,37	Jagüey	 <p>Cuerpos de agua artificial, localizados en serie de sección rectangular, con lámina de agua con área superficial de 298,34 m<sup>2</sup>(0,0298 ha) cada una. Ubicados en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el cultivo de peces.</p>

 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



Identificación	Municipio	Coordenadas en origen nacional		Tipo de sistema	Descripción y Fotografía
		X	Y		
35	Montería	4690118,952	2521967,257	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección rectangular con lámina de agua con área superficial de 481,35 m<sup>2</sup>(0,0481 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes.</p>
36	Montería	4688739,316	2522405,334	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección rectangular con lámina de agua con área superficial de 430,9 m<sup>2</sup>(0,0430 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes.</p>



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Identificación	Municipio	Coordenadas en origen nacional		Tipo de sistema	Descripción y Fotografía
		X	Y		
37	Montería	4688922,75	2521303,027	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección irregular con lámina de agua con área superficial de 766,78 m<sup>2</sup>(0,0766 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes.</p>
38	Montería	4689634,542	2520662,598	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección rectangular con lámina de agua con área superficial de 2.143,3 m<sup>2</sup>(0,214 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes.</p>

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Identificación	Municipio	Coordenadas en origen nacional		Tipo de sistema	Descripción y Fotografía
		X	Y		
39	Montería	4691536,067	2519706,892	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección circular con lámina de agua con área superficial de 1.595,75 m<sup>2</sup>(0,159 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado.</p>
40	Montería	4690436,665	2520597,592	Jagüey	 <p>Cuerpo de agua artificial, de sección irregular con lámina de agua con área superficial de 2.558,67 m<sup>2</sup>(0,255 ha), abastecido por escorrentía, ubicado en predio privado tipo campestre. Utilizado, conforme a la ubicación, para el abrevadero de semovientes.</p>

Fuente: Equipo consultor, 2021

#### 5.1.4.3 Características morfométricas de la cuenca

Las dimensiones de una microcuenca varían a lo largo y ancho y proporcionan la posibilidad de conocer la variación en el espacio de los elementos del régimen hidrológico.



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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Las características físicas dependen de la morfología (forma, relieve, red de drenaje, etc.), los tipos de suelos, la capa vegetal, la geología, las prácticas agrícolas, etc. Las determinaciones morfométricas más usadas son (Henao, J. 1998; Monsalve, 1999):

**Área:** Se considera como el espacio físico que contribuye con la esorrentía y está delimitada por la divisoria topográfica. El área de la cuenca afecta las crecidas, el flujo mínimo y la corriente media. Entre más grande es la cuenca, mayor tiempo necesitará el pico de crecida en pasar por un punto determinado, siendo menores las crecidas cuando aumenta el tamaño de la cuenca. Asumiendo que la cantidad de precipitación anual es constante en una localidad, las consecuencias de la intensidad de la lluvia sufren variaciones según el área abarcada por la tormenta. Para cuencas fluviales de áreas grandes las tormentas que producen grandes corrientes son el resultado de intensas precipitaciones que cubren áreas pequeñas, y para cuencas extensas las corrientes máximas son producidas por tormentas de menor intensidad, pero que cubren áreas muy grandes.

**Perímetro (P):** Es la medición de la línea envolvente del área.

**Ancho promedio (Ap):** Es la división del área de la cuenca por su longitud axial.

**Forma de la cuenca:** La forma de la cuenca controla la velocidad con que el agua llega a la corriente principal, desde el nacimiento hasta la desembocadura. Se han sugerido varios coeficientes que reflejan la organización del drenaje interno o afectan la hidrología de la corriente. Entre los principales índices se encuentra el factor de forma, índice de compacidad y el índice de alargamiento.

**El Factor de forma:** Es la relación entre el área de la cuenca y el cuadrado del máximo recorrido. Este parámetro mide la tendencia de la cuenca hacia las crecidas, rápidas y muy intensas a lentas y sostenidas, según su comportamiento si tiende hacia valores extremos muy grandes o pequeños, respectivamente. Es un parámetro adimensional que denota la forma redondeada o alargada de la cuenca. Un valor superior a la unidad dará el grado 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. El factor de forma se define con la siguiente ecuación.

$$F = \frac{A}{Lm^2} \quad (1)$$

Donde

F= factor de forma

A= área de la cuenca

Lm= longitud de máximo recorrido





	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Índice de compacidad:** 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.

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

Donde

$K_c$ =coeficiente de compacidad,

P= perímetro de la cuenca

A = área de la cuenca.

En la Tabla 13, se presenta las clases de forma de acuerdo con el coeficiente de compacidad. A medida que el coeficiente de compacidad tiende a 1.0, aumenta la peligrosidad de la cuenca a las crecidas, debido a que las distancias relativas de los puntos de la divisoria con respecto a uno central, no se presentan diferencias mayores y el tiempo de concentración se hace menor, por tanto, las ondas de crecidas son continuas.

**Tabla 13.**Clase de forma.

Clase de forma	Rango de clase	Forma de la cuenca
Clase $K_{c1}$	1,0 – 1,25	Casi redonda a oval-redonda
Clase $K_{c2}$	1.25 – 1.50	Oval redonda a oval – oblonga
Clase $K_{c3}$	1.50 – 1.75	Oval-oblonga a rectangular-oblonga

Fuente: Elaboración equipo técnico modificado de Henao, J. 1998.

**Índice de alargamiento:** se obtiene relacionando la longitud más grande del cauce de la cuenca con el ancho mayor, medido perpendicularmente a la dimensión anterior. Para un índice de alargamiento pequeño, la cuenca es poco alargada y su forma se asemeja a la de un cuadrado, presentando su red de drenaje en forma de abanico. Si el índice es elevado, la cuenca tiende a buscar una forma rectangular, correspondiéndole una red de afluentes cuya dirección de escurrimiento forma un ángulo pequeño con la de la corriente principal. En la ecuación (3) se define el índice de alargamiento:

$$I_a = \frac{L_m}{A_m} \quad (3)$$

	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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Donde

la= índice de alargamiento

Lm= longitud máxima

Am= ancho máximo

**Pendiente de la cuenca:** Esta medida se obtiene relacionando las diferentes alturas por donde el río con las distancias recorridas. Para efectos prácticos en trabajos de cuencas se utiliza la pendiente media. El caudal máximo como el proceso de degradación están relacionados con la configuración topográfica de la cuenca, ya que, si aumenta la pendiente, aumenta la velocidad del agua y por tanto la erosión y la cantidad y tamaño de los materiales arrastrados.

**Pendiente del cauce principal:** Es uno de los indicadores más importantes del grado de respuesta de una cuenca a una tormenta debido a que la velocidad de escurrimiento de las corrientes de agua depende de la pendiente de sus canales fluviales, a mayor pendiente mayor velocidad. Dado que esta pendiente varía a lo largo del cauce es necesario definir una pendiente media; para ello existen varios métodos, de los cuales se mencionan dos:

- ✓ Pendiente media: Es la diferencia total de elevación del lecho del río dividido por su longitud entre esos puntos
- ✓ Pendiente media ponderada: Para calcularlo se traza una línea, tal que el área comprendida entre esa línea y los ejes coordenados sea igual a la comprendida entre la curva del perfil del río y dichos ejes.

**Curva hipsométrica:** Es la representación gráfica del relieve de una cuenca. Representa el estudio de la variación de la elevación de los varios terrenos de la cuenca con referencia al nivel medio del mar. Esta variación puede ser indicada por medio de un gráfico que muestre el porcentaje de área de drenaje que existe por encima o por debajo de varias elevaciones.

**Densidad de drenaje:** Es la relación entre la longitud total de los cursos de agua de la cuenca y su área total.

$$D_d = \frac{L}{A} \quad (4)$$

En donde:

L: Longitud total de las corrientes de agua (km)

A: Área total de la cuenca (km<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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

La densidad de drenaje usualmente toma valores entre 0,5 para cuencas con drenaje pobre hasta 3.5 para cuencas excepcionalmente bien drenadas.

**Tabla 14.** Características Morfométricas de las subcuencas hidrográficas intervenidas a través del área de influencia.

NOMBRE DE FUENTE HÍDRICA SUPERFICIAL	PERÍMETRO- P(m)	FACTOR DE FORMA	ÍDICE DE COPACIDAD	DENSIDAD DE DRENAJE
Arroyo Algarrobillo	16.098	667,94	1,35	1,50
Arroyo Moncholo	15.761	614,84	1,39	1,63
Caño Aguas Prietas	272.459	1403,60	4,41	0,71

Fuente: Equipo consultor, 2021

### Caudal de Drenaje.

De acuerdo con la extensión de las diferentes subcuencas hidrográficas intervenidas, para la determinación de los caudales de drenaje, en ausencia de registros de estaciones limnimétricas e hidráulicas, se implementa la metodología del Hidrograma Unitario Sintético, mediante el método del Hidrograma Unitario Triangular.

El desarrollo de Hidrograma Unitarios Sintéticos se base en el principio de que el volumen del hidrograma de escorrentía superficial es conocido (el volumen de escorrentía superficial es igual al área de la cuenca hidrográfica multiplicado por la altura de precipitación efectiva) (INVIAS, 2009), el caudal pico puede ser calculado suponiendo una cierta forma del hidrograma unitario.

Si se supone una forma triangular, el volumen es igual a:

$$V = \frac{Q_p \times T_{bt}}{2} = A \times (1)$$

Donde:

V= Volumen bajo el hidrograma unitario triangular (m³).

Qp=Caudal pico (m³/s).

Tbt= Tiempo base del hidrograma unitario triangular (s).

A=Área de drenaje de la hoya hidrográfica (m²).

(1)= Unidad de altura de precipitación efectiva (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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Para 1 mm de precipitación efectiva, el cálculo del caudal pico  $Q_p$  resulta igual,

$$Q_p = \frac{0,20833 \times A}{t_p}$$

Donde:

A= Área de drenaje (km<sup>2</sup>).

$t_p$ = tiempo al pico del hidrograma unitario triangular (hr).

Además,

$$t_p = \frac{t_r}{2} + 0,6 \times t_c$$

Donde:

$t_r$ = Duración de la precipitación (hr).

$t_c$ = Tiempo de concentración de la cuenca (hr).

El tiempo de concentración  $t_c$  se define como el tiempo necesario desde el inicio de la precipitación para que toda la cuenca hidrográfica contribuya al sitio o tramo de estudio ó el tiempo que toma el agua desde los límites más extremos de la cuenca hasta llegar a la salida de esta.

Entre las metodologías empíricas establecidas en el Manual de Drenaje del INVIAS para la determinación del tiempo de concentración, a continuación, se detallan las ecuaciones implementadas en el cálculo.

- Ecuación de Kirpich.

$$T_c = 0,06628 \times \left( \frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,77}$$

Donde:

$T_c$ =Tiempo de concentración (hr).

L= Longitud del cauce principal (km).

S= Pendiente entre las elevaciones máxima y mínima del cauce principal (m/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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Asumiendo un tiempo de duración de precipitación de 10 min (0,167 hr), reemplazando en la ecuación del tiempo al pico del hidrograma unitario triangular (hr), se determina el caudal de escorrentía, detallado en la siguiente

**Tabla 15.** Caudales pico de escorrentías determinados a través de la metodología del Hidrograma Unitario Triangular.

NOMBRE DE FUENTE HÍDRICA SUPERFICIAL	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN KIRPICH		TIEMPO AL PICO DEL HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR (hr)		CAUDAL PICO DE HIDROGRAMA (m³/s)	TIEMPO DEL HIDROGRAMA UNITARIO		VOLUMEN DEL HIDROGRAMA UNITARIO (m³)	ALTURA DE PRECIPITACIÓN EFECTIVA	
	hr	min	hr	min		hr	seg		(m)	(mm)
Arroyo Algarrobill	2,93	175,86	1,84	110,53	1,28	4,91	17684,39	11.329,82	0,0010	1,00
Arroyo Moncholo	4,44	266,49	2,75	164,91	0,78	7,33	26384,90	10.318,83	0,0010	1,01
Caño Aguas Prietas	31,99	1919,45	19,28	1156,68	3,28	51,41	185068,61	303.375,15	0,0010	1,00

Fuente: Equipo consultor, 2021

### Cálculo de curvas IDF por método simplificado.

Para la determinación del drenaje superficial al interior del área de influencia del proyecto, posterior a la identificación de los diferentes cuerpos y tipos de agua localizados al interior de la misma; a partir de la identificación de las diferentes subcuencas hidrográficas intervenidas, toda vez realizado la fase de revisión de información disponible del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM, concerniente a la información meteorológica, solicitud amparado en la Ley 1712 del 6 de marzo de 2014, se identifica la estación Aeropuerto Los Garzones, ubicada sobre las coordenadas geográficas 4689346,89619 y 2534419,50095 a 9 kilómetros aproximadamente del área de influencia (ver Tabla 16).

**Tabla 16.** Estación pluviométrica con información disponible, localizada aledaña al área de influencia del proyecto.

NOMBRE DE ESTACIÓN	Montería
CÓDIGO	13035501
TIPO	Pluviométrica



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

ESTADO	Activa
FECHA DE INSTALACIÓN	Febrero 6 de 2015
UBICACIÓN	Municipio de Montería, departamento de Córdoba. Latitud 8.825.833.333 Longitud -7.582.513.889
ELEVACIÓN	20 m.s.n.m

Fuente: Elaborado a partir de IDEAM, 2021

#### 5.1.1.2.1 Intensidad de precipitación.

La intensidad de precipitaciones que debe definirse para la estimación del caudal pico de aguas lluvias, corresponde a la intensidad media de precipitación dado por las curvas de Intensidad Duración y Frecuencia-IDF de la estación definida, en el periodo de retorno establecido.

Conforme a la revisión de la información disponible de la estación pluviométrica precitada, a continuación, se detallan los registros de precipitación máxima promedio anual en el periodo comprendido desde 1976 a 2007, registrando un valor de precipitaciones de 101,70, detallado en la siguiente tabla:

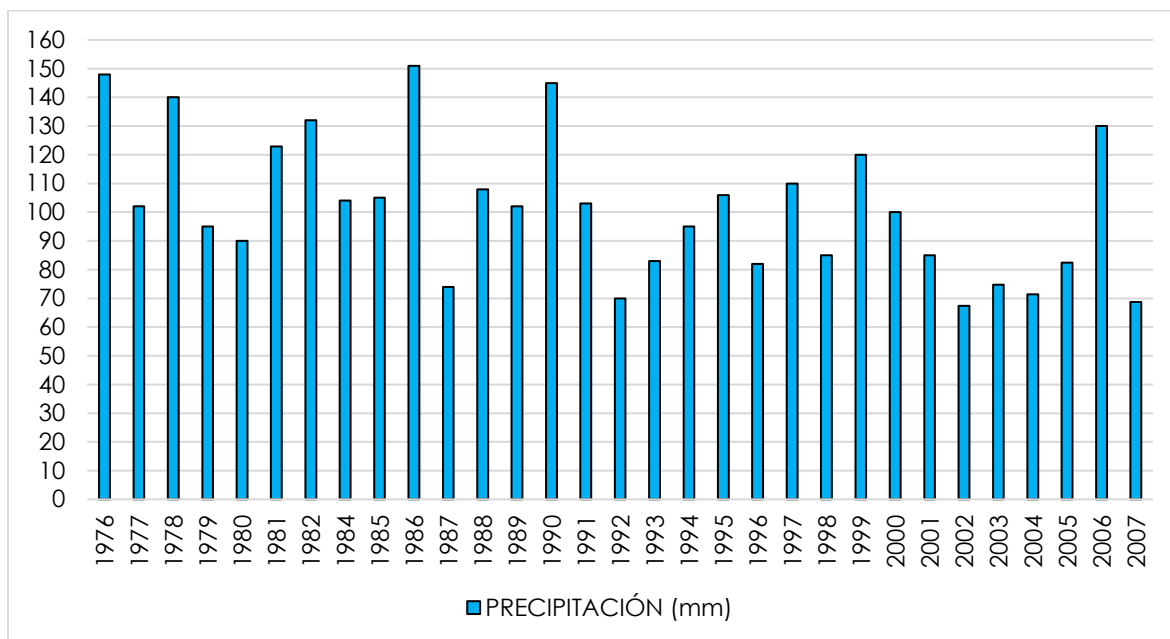
**Tabla 17.** Registro de precipitaciones media anual de la estación Aeropuerto Los Garzones en el periodo 1976-2007.

AÑOS	PRECIPITACIÓN (mm)	AÑOS	PRECIPITACIÓN (mm)	AÑOS	PRECIPITACIÓN (mm)
1976	148	1988	108	1999	120
1977	102	1989	102	2000	100
1978	140	1990	145	2001	85
1979	95	1991	103	2002	67,4
1980	90	1992	70	2003	74,8
1981	122,9	1993	83	2004	71,4
1982	132	1994	95	2005	82,4
1984	104	1995	106	2006	130
1985	105	1996	82	2007	68,7
1986	151	1997	110		
1987	74	1998	85		
<b>MEDIA</b>	<b>101,70</b>				

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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 12.** Histograma de registro de precipitaciones máxima anual de la estación Aeropuerto Los Garzones en el periodo 1976-2007.



Fuente: Equipo consultor, 2021

De acuerdo con el registro de precipitaciones de la estación pluviométrica Aeropuerto Los Garzones, se observa que, a escala anual las precipitaciones presentan variaciones superiores a los 30 mm de un año a otro, registrándose en los años 1976 y 1986 los mayores valores de precipitación máxima anual, con 148 mm y 151 mm respectivamente.

**Tabla 18.** Valores de precipitaciones media mensual de la estación Aeropuerto Los Garzones en el periodo 1976-2007.

AÑO	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
MAX PRECIPITACIÓN	148	102	67	95	73	90	122,9	132	104	105	151	74	108	102	145	103	70	83	95	106	82	110	85	120	100	85	67,4	74,8	71,4	82,4	130	68,7
PROMEDIO PRECIPITACIÓN	3.25	2.66	4.02	3.50	2.13	3.08	4.43	3.38	2.70	3.32	2.59	3.59	5.15	4.55	4.51	3.05	2.69	3.30	4.02	3.26	3.86	2.86	3.28	3.46	2.77	2.75	1.05	3.41	2.69	3.74	1.39	1.69
MÍNIMA PRECIPITACIÓN	0.10	1.00	0.40	0.90	0.60	0.30	0.10	0.10	0.20	0.20	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.20	0.10	0.20	0.10	0.20	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.30	0.10	0.20	

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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

### Curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia.

Las curvas de intensidad – duración – frecuencia (IDF) constituyen la base climatológica para la estimación de los caudales de diseño. Estas curvas sintetizan las características de los eventos extremos máximos de precipitación de una determinada zona y definen la intensidad media de lluvia para diferentes duraciones de eventos de precipitación con períodos de retorno específicos. Es necesario verificar la existencia de curvas IDF para la estación localizadas en el área de intervención.

Para la obtención de las curvas IDF de la estación Aeropuerto Los Garzones de código 13035501, previa revisión y solicitud de información al IDEAM, se constata la ausencia de información de curvas IDF disponibles para la zona, de acuerdo con el reporte de fecha del 24 de marzo de 2017. Por lo tanto, a falta de disponibilidad de información concerniente a registros históricos de precipitaciones de corta duración, para el cálculo de las curvas IDF se implementa el método simplificado, obteniendo la intensidad de la precipitación a través de la siguiente ecuación:

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

Donde:

I= Intensidad de precipitación (mm/hr).

T= Período de retorno (años).

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

t= Duración de la lluvia (min).

a, b, c, d= Parámetros de ajuste de la regresión. Estos parámetros fueron regionalizados como se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 19.** Valores de los coeficientes a, b, c y d para el cálculo de las curvas IDF para Colombia.

REGIÓN	a	b	c	d
Andina (R1)	0,94	0,18	0,66	0,83
Caribe (R2)	24,85	0,22	0,50	0,10
Pacífico (R3)	13,92	0,19	0,58	0,20
Orinoquía (R4)	5,53	0,17	0,63	0,42

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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 13.** Histograma de registro de precipitaciones máxima anual de la estación Aeropuerto Los Garzones en el periodo 1976-2007.



Fuente: Regiones en Colombia para definición de parámetros a, b, c y d

De acuerdo con el valor promedio de precipitación media anual detallado en la Tabla 17, 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

$$i = \frac{24,85 \times T^{0,22} \times 101.70^{0,10}}{\left(\frac{t}{60}\right)^{0,50}}$$

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

**Tabla 20.** Valores de los coeficientes a, b, c y d para el cálculo de las curvas IDF para Colombia.

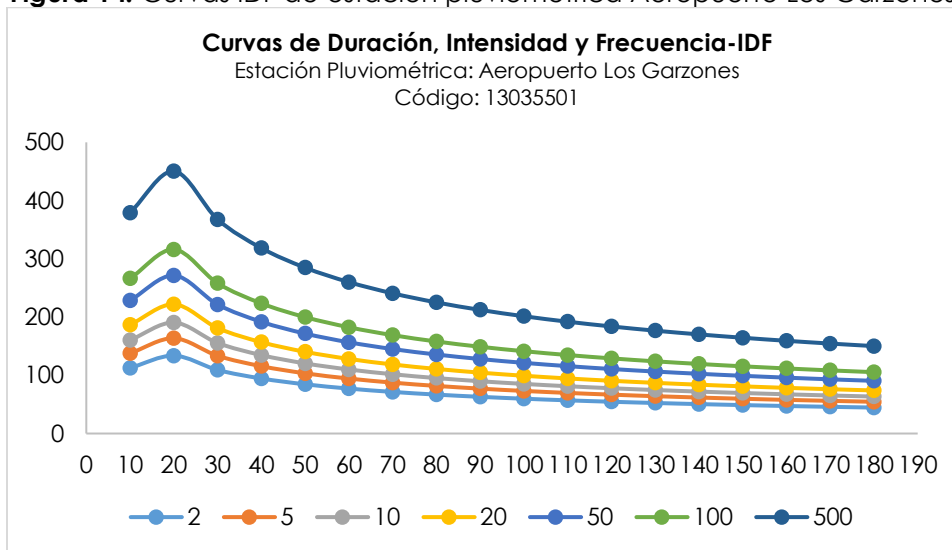
TIEMPO (min)	PERIODOS DE RETORNO(Años)						
	2	5	10	20	50	100	500
10	112,55	137,69	160,37	186,79	228,51	266,15	379,23
20	133,65	163,5	190,44	221,81	271,35	316,05	450,33
30	109,13	133,5	155,49	181,11	221,56	258,05	367,69
40	94,507	115,61	134,66	156,84	191,87	223,48	318,43
50	84,53	103,41	120,44	140,28	171,62	199,89	284,81
60	77,165	94,399	109,95	128,06	156,66	182,47	260
70	71,441	87,396	101,79	118,56	145,04	168,94	240,71
80	66,827	81,752	95,219	110,9	135,67	158,02	225,16
90	63,005	77,076	89,773	104,56	127,91	148,99	212,29
100	59,772	73,121	85,167	99,196	121,35	141,34	201,39
110	56,99	69,718	81,203	94,58	115,7	134,76	192,02
120	54,564	66,75	77,746	90,553	110,78	129,03	183,84
130	52,423	64,131	74,696	87,001	106,43	123,96	176,63
140	50,516	61,799	71,979	83,836	102,56	119,46	170,21
150	48,803	59,703	69,538	80,993	99,082	115,4	164,44
160	47,254	57,807	67,33	78,422	95,936	111,74	159,21
170	45,843	56,081	65,32	76,08	93,072	108,4	154,46
180	44,551	54,501	63,479	73,937	90,45	105,35	150,11

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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 14.** Curvas IDF de estación pluviométrica Aeropuerto Los Garzones.



Fuente: Equipo consultor, 2021

### Área de Drenaje.

A partir de la delimitación del área de influencia, y conforme a la información concerniente a las subcuencas hidrográficas detalladas en el Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuenca Hidrográfica-POMCA Río Sinú, vigente a la fecha de elaboración del presente documento.

**Tabla 21.** Características morfométricas de las subcuencas hidrográficas intervenidas en el área de influencia.

NOMBRE DE FUENTE HÍDRICA SUPERFICIAL	ÁREA		LONGITUD DEL CAUCE		ALTURA (m)		PENDIENTE DE DRENAJE DEL CAUCE PRINCIPAL (%)	PERÍMETRO DE CUENCA (km)
	(Ha)	(km²)	(m)	(km)	Min	Max		
Arroyo Algarrobillo	1.133	11,33	16.962,52	16.96	100	10	1.52	16.09
Arroyo Moncholo	1.019	10,19	16.573,47	16.57	50	10	0.49	15.76
Caño Aguas Prietas	30.338	303,38	216.144,14	216.14	25	6	-	272.46

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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

### Caudal de Drenaje.

De acuerdo con la extensión de las diferentes subcuencas hidrográficas intervenidas, para la determinación de los caudales de drenaje, en ausencia de registros de estaciones limnimétricas e hidráulicas, se implementa la metodología del Hidrograma Unitario Sintético, mediante el método del Hidrograma Unitario Triangular.

El desarrollo de Hidrograma Unitarios Sintéticos se base en el principio de que el volumen del hidrograma de escorrentía superficial es conocido (el volumen de escorrentía superficial es igual al área de la cuenca hidrográfica multiplicado por la altura de precipitación efectiva)(INVIAS, 2009), el caudal pico puede ser calculado suponiendo una cierta forma del hidrograma unitario.

Si se supone una forma triangular, el volumen es igual a:

$$V = \frac{Q_p \times T_{bt}}{2} = A \times (1)$$

Donde:

V= Volumen bajo el hidrograma unitario triangular (m³).

Qp=Caudal pico (m³/s).

Tbt= Tiempo base del hidrograma unitario triangular (s).

A=Área de drenaje de la hoya hidrográfica (m²).

(1)= Unidad de altura de precipitación efectiva (m).

Para 1 mm de precipitación efectiva, el cálculo del caudal pico Qp resulta igual,

$$Q_p = \frac{0,20833 \times A}{t_p}$$

Donde:

A= Área de drenaje (km²).

t<sub>p</sub>= tiempo al pico del hidrograma unitario triangular (hr).

Además,

$$t_p = \frac{t_r}{2} + 0,6 \times t_c$$

Donde:



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

$t_r$ = Duración de la precipitación (hr).

$t_c$ = Tiempo de concentración de la cuenca (hr).

El tiempo de concentración  $t_c$  se define como el tiempo necesario desde el inicio de la precipitación para que toda la cuenca hidrográfica contribuya al sitio o tramo de estudio o el tiempo que toma el agua desde los límites más extremos de la cuenca hasta llegar a la salida de esta.

Entre las metodologías empíricas establecidas en el Manual de Drenaje del INVIAS para la determinación del tiempo de concentración, a continuación, se detallan las ecuaciones implementadas en el cálculo.

- Ecuación de Kirpich.

$$T_c = 0,06628 \times \left( \frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,77}$$

Donde:

$T_c$ =Tiempo de concentración (hr).

$L$ = Longitud del cauce principal (km).

$S$ = Pendiente entre las elevaciones máxima y mínima del cauce principal (m/m).

Asumiendo un tiempo de duración de precipitación de 10 min (0,167 hr), reemplazando en la ecuación del tiempo al pico del hidrograma unitario triangular (hr), se determina el caudal de escorrentía, detallado en la siguiente Tabla 22.

**Tabla 22.** Caudales pico de escorrentías determinados a través de la metodología del Hidrograma Unitario Triangular.

NOMBRE DE FUENTE HÍDRICA SUPERFICIAL	TIEMPO DE CONCENTRACIÓN KIRPICH		TIEMPO AL PICO DEL HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR (hr)		CAUDAL PICO DE HIDROGRAMA (m³/s)	TIEMPO DEL HIDROGRAMA UNITARIO		VOLUMEN DEL HIDROGRAMA UNITARIO (m³)	ALTURA DE PRECIPITACIÓN EFECTIVA	
	hr	min	hr	min		hr	seg		(m)	(mm)
Arroyo Algarrobill o	2,93	175,86	1,84	110,53	1,28	4,91	17684,39	11.329,82	0,0010	1,00
Arroyo Moncholo	4,44	266,49	2,75	164,91	0,78	7,33	26384,90	10.318,83	0,0010	1,01
Caño Aguas Prietas	31,99	1919,45	19,28	1156,68	3,28	51,41	185068,61	303.375,15	0,0010	1,00

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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

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

#### 5.1.5 CALIDAD DEL AGUA.

Para la determinación de la calidad del agua conforme a los términos de referencia adoptados por la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge-CVS, TdR 17 PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA PROYECTOS DE SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, una vez establecida el área de influencia del proyecto, y la posterior identificación de los tipos de cuerpos hídricos identificados al interior del área, se procede a la determinación de calidad del agua mediante la metodología del Índice de Calidad de Agua-ICA para fuentes superficiales, elaborado por el instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM.

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

#### 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 siguiente tabla:

**Tabla 23.** 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 a partir del (IDEAM, Indicadores Ambientales Nacionales del 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 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Tabla 24.** 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 a partir del (IDEAM, Indicadores Ambientales Nacionales del 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:

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

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.

$I_{ikt}$  = 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.

La tabla de datos del indicador incluye el valor mínimo del ICA registrado en el periodo de tiempo t y, además, el ICA promedio de ese período, que se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$ICA_{Promedio} = \frac{\sum_{k=1}^m \left( \sum_{i=1}^n W_i \cdot I_i \right)}{m}$$

Dónde:

m = Es el número de monitoreos en los cuales se midieron las variables de calidad involucradas en el cálculo del indicador.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

En la Tabla 25 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 25.** 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 a partir del (IDEAM, Indicadores Ambientales Nacionales del IDEAM, 2011)

En la determinación de la calidad del agua al interior del área de influencia del proyecto, se definen puntos de monitoreo localizados en los puntos detallados en la siguiente tabla, a través de los cuales se monitorea en las diferentes temporalidades climáticas.

**Tabla 26.** Ubicación punto de muestreo.

Punto de muestreo	Código	Coordenadas	
		Norte	Oeste
Punto 1	443222	2520209,41	4691536,92
Punto 2	448345	2522225,9	4688643,51

Fuente: Equipo consultor, 2021

### Resultados de Monitoreo de calidad de agua-Periodo seco.

Teniendo en cuenta la hidráulica de las fuentes hídricas identificadas, condicionada por las diferentes temporalidades climáticas presentadas en la región; durante la temporada seca, caracterizada por presentar bajos registros pluviométricos, lo que conlleva a la reducción

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

de escorrentía repercutiendo en los niveles de las fuentes hídricas superficiales, en el punto denominado Laguna Finca La Carolina, presentó condiciones factibles para el desarrollo del monitoreo.

A continuación, se detallan los resultados de los parámetros analizados para la determinación de la calidad del agua de las fuentes identificadas al interior del área de influencia durante la temporalidad climática seca.

### **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 siguiente tabla se detalla cada uno de los impactos presentados en fuentes de agua.

**Tabla 27.** 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)

La concentración de oxígeno disuelto determinada en campo registró valor de 7,41 mg/l, superior al límite máximo permisible definido en el artículo 2.2.3.3.9.10. del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, por medio del cual define los criterios admisibles para la destinación del recurso para la conservación de flora y fauna en aguas cálidas.

Conforme al porcentaje de oxígeno de saturación, a partir de la temperatura monitoreada in situ, determinada en 31.1 °C, el valor de oxígeno de saturación se registró en 68.8 %, aproximado al criterio de calidad admisible para a destinación del recurso para fines recreativos mediante contacto primario, establecido en el artículo 2.2.3.3.9.7. del 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

## pH.

El valor del parámetro físico monitoreado en campo se registró en 7.65, en categoría levemente alcalino, ajustado a los criterios de calidad definidos en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, para la destinación del recurso hídrico en los diferentes usos.

## Conductividad Eléctrica.

La conductividad eléctrica en el agua es directamente proporcional a la concentración de Sólidos Suspendidos 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).

En relación con las condiciones admisibles de la conductividad del agua para uso agrícola, con base a los valores de la fuente, se clasifica según la siguiente tabla:

**Tabla 28.** Clasificación de las aguas según la conductividad para uso en riego de cultivos.

Clasificación	Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
Excelente	250
Buena	250-750
Permisible	750-2.000
Uso Dudoso	2.000-3.000
Inapropiada	3.000

Fuente: System, 1995.

La conductividad eléctrica registrada en el punto de monitoreo se determinó en 4470  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , característica condicionante para la destinación del recurso hídrico.

## 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). En altas concentraciones, contribuye directamente a incrementar la turbidez en el agua, parámetro físico condicionante para la destinación del recurso hídrico para el consumo humano con tratamiento previo.

La concentración determinada para el punto de monitoreo en evaluación registró valor de 12 mg/l, y además turbiedad de 7 NTU.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

### **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).

Conforme a los resultados obtenidos en laboratorio, la concentración del Nitrógeno Total se determinó en valores inferiores a los establecidos para las formas de Nitrógeno, correspondientes a Nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) y Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), definidos en el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 en los criterios de calidad para la destinación del recurso hídrico para consumo humano y doméstico con previo tratamiento. En referencia a la concentración de fósforo total, se determinó en 0.193 mg/l.

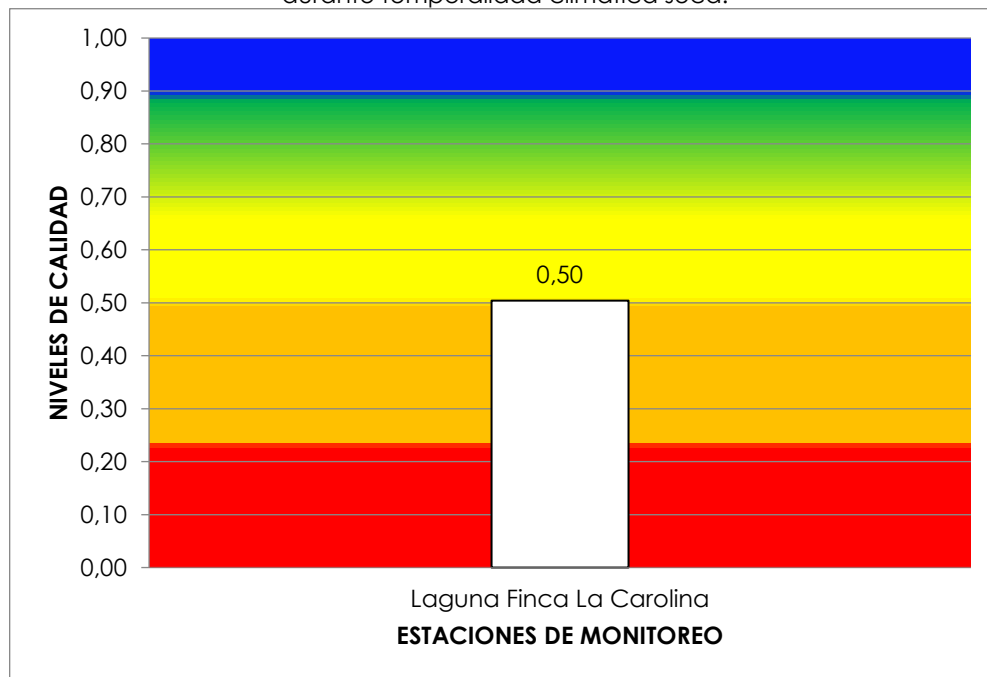
### **Índice de Calidad de Agua en los puntos de monitoreo localizados al interior del área del proyecto durante la temporalidad climática seca.**

A partir de la metodología definida por el IDEAM para la determinación de la calidad agua, el punto Laguna Finca La Carolina, registró índice de calidad en intervalo entre 0.26-0.50, categorizado en Mala.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 15.** ICA determinado en punto de monitoreo localizado al interior de área de influencia durante temporalidad climática seca.



Fuente: Equipo consultor, 2021

#### Parámetros microbiológicos determinados en campo.

Los parámetros microbiológicos (coliformes fecales y coliformes totales) analizados en campo, se registraron en concentraciones ajustadas a los límites máximos permisibles establecidos 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 hídrico para consumo humano y doméstico con tratamiento previo.

#### Resultados de Monitoreo de calidad de agua-Periodo de lluvias.

A continuación, se describen los resultados registrados durante el monitoreo de calidad de agua en los cuerpos de agua superficial localizadas al interior del área de influencia del proyecto, durante la temporalidad climática de lluvias.

Oxígeno Disuelto.

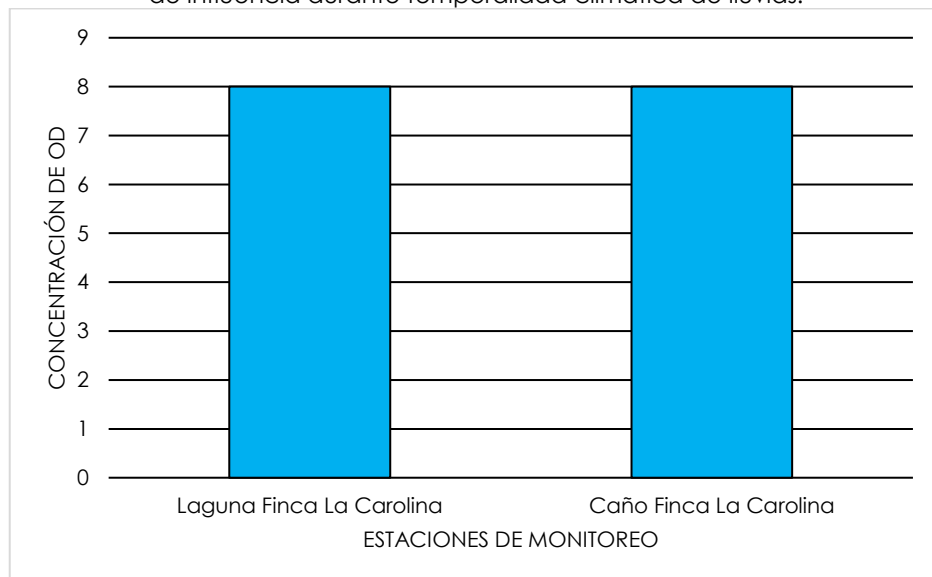
Las concentraciones de oxígeno disuelto monitoreadas in situ en los puntos de monitoreo localizados al interior del área de influencia del proyecto, se registraron en valores superiores



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

al criterio de calidad admisible para la destinación del recurso para conservación de flora y fauna, definido en el artículo 2.2.3.3.9.10. del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015.

**Figura 16.** Concentración de oxígeno disuelto registrado en puntos de monitoreo al interior de área de influencia durante temporalidad climática de lluvias.



Fuente: Equipo consultor, 2021

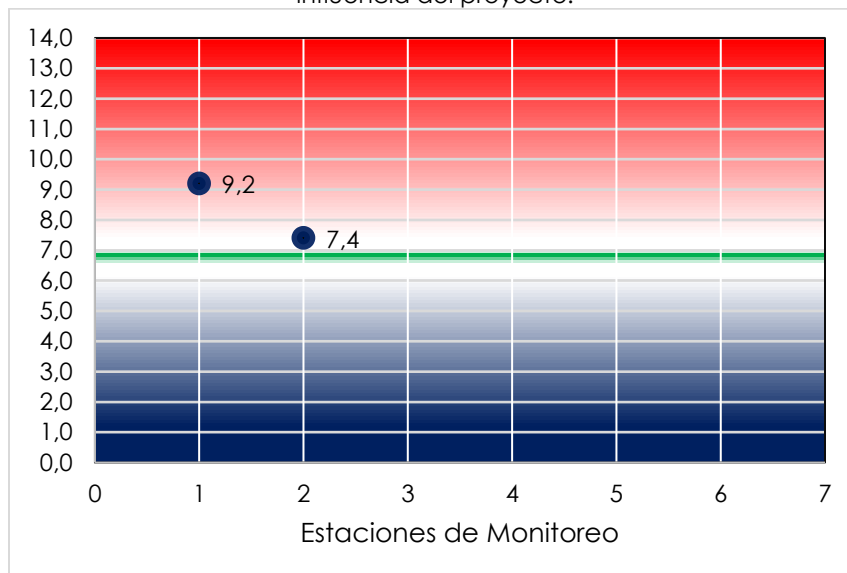
El oxígeno de saturación determinado a partir de la temperatura del agua, registrada esta última en 34.2°C y 30.5 °C, se determina en valores superiores al 100%, mayor al criterio de calidad establecido para la destinación del recurso para fines recreativos mediante contacto primario, consignado en el artículo 2.2.3.3.9.7. del Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015.

#### pH.

El valor de pH monitoreado in situ en el punto denominado Laguna Finca La Carolina, se registró en 9,2, categoría alcalina, mientras que el valor del punto Caño Finca La Carolina, se determinó en levemente alcalina, ajustándose ésta última a los criterios de calidad definidos en los diferentes usos establecidos 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 17.** Valores de pH registrados en puntos de monitoreo localizados al interior del área de influencia del proyecto.



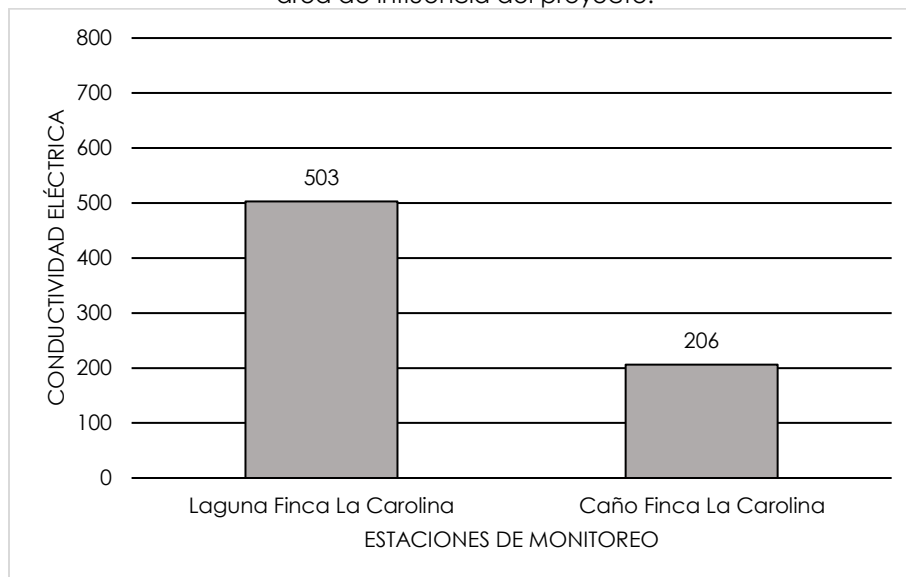
Fuente: Equipo consultor, 2021

### Conductividad Eléctrica.

La conductividad eléctrica registrada in situ en los puntos localizados al interior del área de influencia del proyecto, durante la temporalidad climática de lluvias, se determina en valores inferiores a 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , presentado en el punto denominado Laguna Finca La Carolina, una reducción de aproximadamente 90% al valor registrado durante la temporalidad climática seca.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 18.** Conductividad eléctrica determinadas en puntos de monitoreo localizados al interior del área de influencia del proyecto.



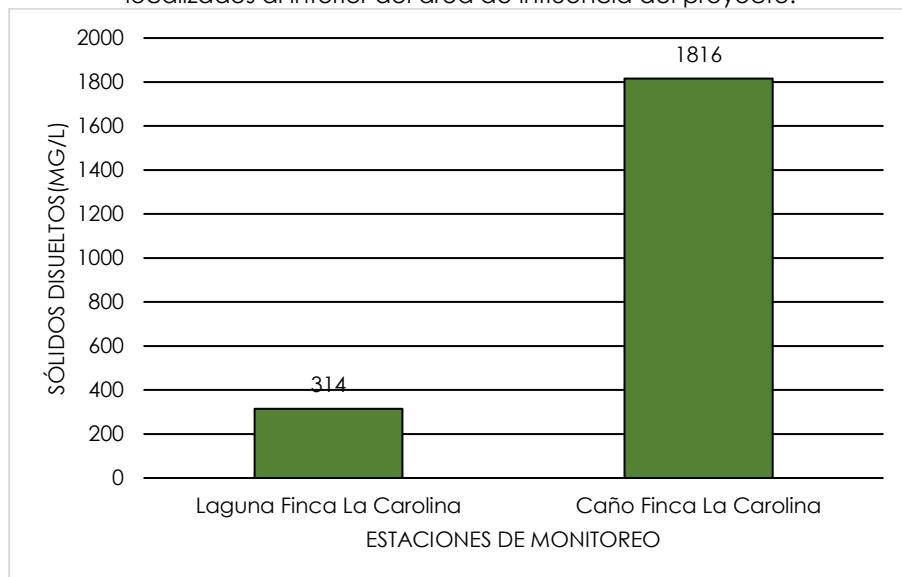
Fuente: Equipo consultor, 2021

### Sólidos Suspendidos Totales.

Las concentraciones de sólidos suspendidos totales determinados en laboratorio en los puntos localizados al interior del área de influencia del proyecto, presentó un incremento significativo en el punto Laguna Finca La Carolina, en comparación con el valor registrado durante la temporalidad climática seca. En relación con el punto Caño Finca La Carolina, se obtiene concentración considerablemente alto, registrando 1816 mg/l, y turbiedad de 8.5 NTU (ver Figura 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 19.** Concentración de sólidos suspendidos totales determinados en puntos de monitoreo localizados al interior del área de influencia del proyecto.



Fuente: Equipo consultor, 2021

#### Nitrógeno Total y Fósforo Total.

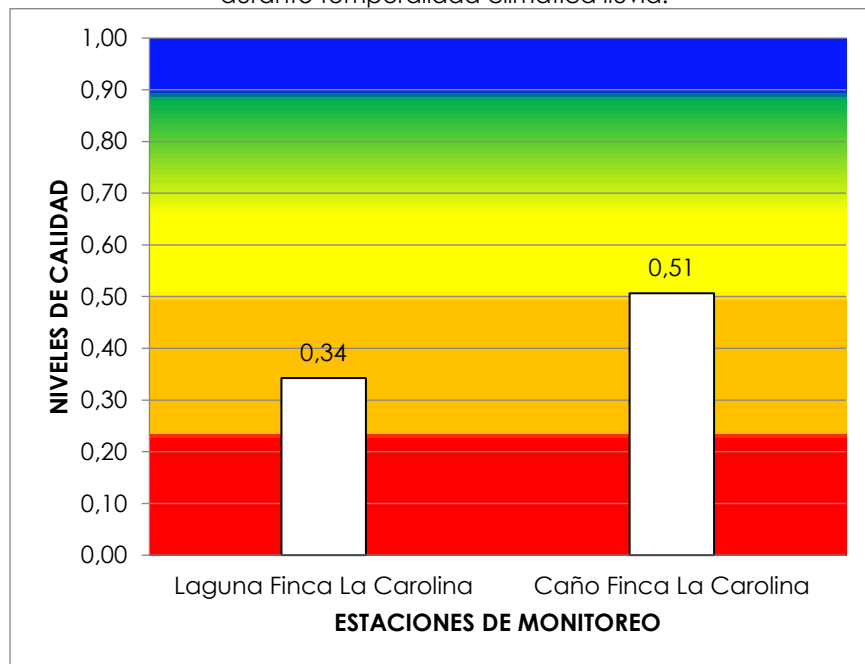
De acuerdo con los criterios de calidad definidos en el Decreto 1076 del 6 de mayo de 2015; las concentraciones de Nitrógeno se registraron en concentraciones inferiores. Mientras que la concentración de fósforo total se determina en 0.435 mg F/l y 1.2 mg F/l.

#### Índice de Calidad de Agua en los puntos de monitoreo localizados al interior del área del proyecto durante la temporalidad climática lluvias.

Los índices de Calidad de Agua-ICA determinados a partir de la metodología elaborada por el IDEAM, a partir de los resultados de los parámetros fisicoquímicos registrados en los puntos de monitoreo localizados al interior del área de influencia del proyecto, se determinan en intervalo de clasificación Mala en el punto denominado Laguna Finca La Carolina, y clasificación Regular en el punto Caño Finca La Carolina.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 20.** ICA determinado en puntos de monitoreo localizados al interior de área de influencia durante temporalidad climática lluvia.



Fuente: Equipo consultor, 2021

#### Parámetros microbiológicos determinados en campo.

Las concentraciones de los parámetros microbiológicos de coliformes fecales y coliformes totales, se registraron en valores superiores a los criterios de calidad 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 hídrico para consumo humano y doméstico con tratamiento previo.

**Tabla 29.** Concentraciones de parámetros microbiológicos determinados en puntos de monitoreo localizados en el área de influencia del proyecto.

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
Laguna Finca La Carolina	243	2.000 NMP/100 ml	4.410	20.000 NMP/100 ml
Caño Finca La Carolina	1.320		19.890	

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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

## ÍNDICES HIDROLÓGICOS.

Para la determinación de los indicadores hidrológicos contemplados conforme a los términos de referencia adoptados por la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge-CVS, TdR 17 PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA PROYECTOS DE SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA; en referencia a la codificación de la cuenca hidrográfica del área de influencia del proyecto, a continuación, se detalla la determinación conforme a la información consignada en el Estudio Nacional del Agua 2014.

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

Este indicador determina las condiciones de mayor y menor capacidad de retener y regular el agua en la cuenca hidrográfica en evaluación. Conforme a la información cartográfica elaborada por el IDEAM, el área de influencia del proyecto se localiza sobre zona con IRH de categoría Moderada (Ver Figura 21).





	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INF
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

### 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 período 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 período 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:

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

$IACAL_{jt-añosec}$  = 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.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

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 los 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 siguiente tabla 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 30. Categorización del IACAL.

Rangos $IACAL_{jt-año med}$ $IACAL_{jt-año sec}$	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
$3,5 < IACAL \leq 4,5$	4	Alta
$4,5 < IACAL \leq 4,5$	5	Muy Alta

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

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:


 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tabla 31. Valores de  $i_{acal_{DBO}}$

Rangos $IACAL_{DBO-año med}$ $IACAL_{DBO-año sec}$	Categoría de clasificación $c_{at iacal_{DBO}}$	Clasificación de la presión
$i_{acal_{DBO}} < 0,14$	1	Baja
$0,14 \leq i_{acal_{DBO}} \leq 0,4$	2	Moderada
$0,40 < i_{acal_{DBO}} < 1,21$	3	Media-Alta
$1,21 < i_{acal_{DBO}} < 4,86$	4	Alta
$i_{acal_{DBO}} \geq 4,86$	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 32. Valores de  $i_{acal_{DQO-DBO}}$ .

Rangos $IACAL_{DQO-DBO-año med}$ $IACAL_{DQO-DBO-año sec}$	Categoría de clasificación $c_{at iacal_{DQO-DBO}}$	Clasificación de la presión
$i_{acal_{DQO-DBO}} < 0,14$	1	Baja
$0,14 \leq i_{acal_{DQO-DBO}} < 0,36$	2	Moderada
$0,36 < i_{acal_{DQO-DBO}} < 1,17$	3	Media-Alta
$1,17 < i_{acal_{DQO-DBO}} < 6,78$	4	Alta
$i_{acal_{DQO-DBO}} \geq 6,78$	5	Muy Alta

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

Para Sólidos Suspendidos Totales:

Tabla 33. Valores de  $IACAL_{SST}$

Rangos $IACAL_{SST-jt-año med}$ $IACAL_{SST-jt-año sec}$	Categoría de clasificación $c_{at iacal_{SST}}$	Clasificación de la presión
$i_{acal_{SST}} < 0,4$	1	Baja
$0,4 \leq i_{acal_{SST}} < 0,8$	2	Moderada
$0,8 < i_{acal_{SST}} < 1,9$	3	Media-Alta
$1,9 \leq i_{acal_{SST}} < 7,7$	4	Alta
$i_{acal_{SST}} \geq 7,7$	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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Para Nitrógeno Total.

Tabla 34. Valores de  $iaca_{NT}$

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

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

Para Fósforo Total.

Tabla 35. Valores de  $iaca_{PT}$

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

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

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

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

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

Donde:

$iaca_{ijt-añomed}$  o  $iaca_{ijt-añosec}$  = 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.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

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

$O_{año med}$  o  $O_{año sec}$ = 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 siguiente tabla se registra la relación entre valores y calificación:

Tabla 36. Valores y clasificación de IACAL.

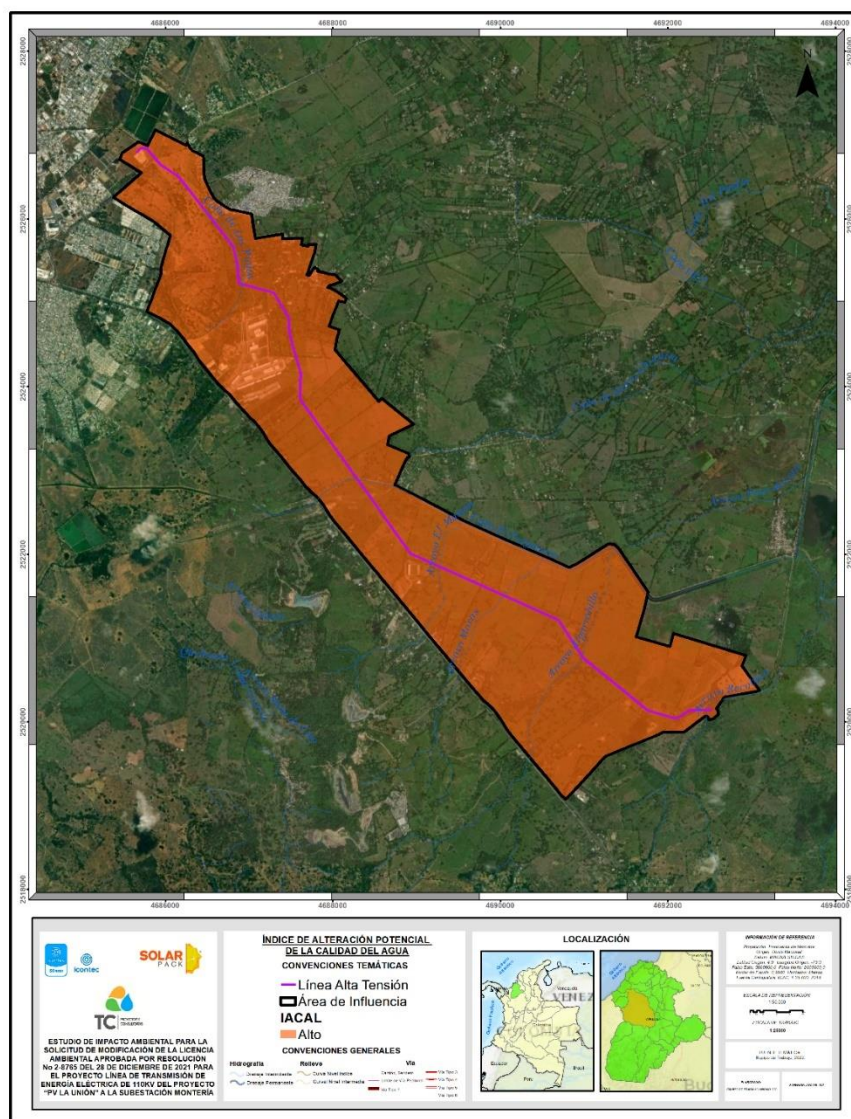
Rangos $IACAL_{jt-año med}$ $IACAL_{jt-año sec}$	Categoría de clasificación	Clasificación de vulnerabilidad
$1,0 \leq IACAL \leq 1,5$	1	Baja
$1,5 < IACAL < 2,5$	2	Moderada
$2,5 < IACAL \leq 3,5$	3	Media-Alta
$3,5 \leq IACAL < 4,5$	4	Alta
$4,5 \leq IACAL \leq 5,0$	5	Muy Alta

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, detalladas con anterioridad, el índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua-IACAL, conforme a la información del Estudio Nacional del Agua del 2014, se determina en la totalidad del área un índice en comprendida en el intervalo 3.5 a 4.5, categoría 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 22.** Índice Potencial de Alteración de la Calidad del Agua-IACAL en el área de influencia del proyecto.



Fuente: Equipo consultor, 2022

### 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



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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

ecosistemas de una región. Identifica áreas deficitarias o de excedentes de agua, calculadas a partir del balance hídrico superficial (IDEAM, Indicadores Ambientales Nacionales del IDEAM, 2011).

El Índice de Aridez-(IA), dependiendo de la ubicación en las diferentes regiones, se categoriza en los siguientes intervalos.

Tabla 37. Categoría de índice Aridez.

Leyenda de categoría de aridez	Intervalo de clasificación	Características de aridez
	Menor a 0.15	Altos excedentes de agua
	0.15 a 0.19	Excedentes de agua
	0.20 a 0.29	Moderado y excedentes de agua
	0.30 a 0.39	Moderado
	0.40 a 0.49	Moderado y deficitario
	0.50 a 0.59	Deficitario de agua
	Mayor a 0.60	Altamente deficitario de agua

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

De acuerdo con la localización del área de influencia del proyecto, el índice de aridez-IA, se determina en mayor proporción en intervalo de clasificación en 0.30 a 0.39 en categoría Moderado, y en menor medida en IA de clasificación Moderado y deficitario.





	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

### 5.1.6 USOS DEL AGUA

Para el desarrollo de este componente se realizaron los siguientes pasos:

**1. Recopilación de información secundaria:** Para la identificación y descripción de los usos y usuarios que se encuentran en el área de influencia se realizó una búsqueda de información documental y cartográfica en bases de datos y fuentes oficiales, en documentos de planeación y estudios sobre el municipio de Montería. La documentación revisada fue la siguiente:

- Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio de Montería.
- Diagnóstico ambiental de la cuenca hidrográfica del río Sinú del año 2004.

La información de este apartado se recopila en el Anexo C6. Usos del agua.

Adicionalmente se consultó en la base de datos de los permisos ambientales que tiene la Corporación Autónoma Regional de los valles del Sinú y del San Jorge-CVS y el Sistema de Información del Recurso Hídrico SIRH para conocer los usuarios legales de los sistemas superficiales y subterráneos del área de influencia.

**2. Salidas de campo:** Las salidas de campo se realizaron para identificar y georreferenciar los cuerpos de agua artificiales que se encuentran en el área de influencia, para complementar la información sobre los usos y usuarios del agua. Se realizaron recorridos en toda el área de influencia y mediante verificación visual se corroboraron los diferentes usos según la experticia del profesional de campo.

**3. Análisis de información:** Con la información disponible se realizó un análisis detallado de cada uno de los documentos, de donde se obtuvo la información más importante y relevante para los usos del agua que se dan en el área de influencia.

**4. Implementación del SIG:** Sobre el mapa base digital del área de influencia se realizó la superposición de las capas de información seleccionadas y se generaron las salidas gráficas correspondientes.

**5. Identificación y descripción final:** Finalmente se identifican y describen los usos y usuarios correspondientes al área de influencia.

De acuerdo con la identificación consignada en el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica-POMCA, elaborado por la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge-CVS, se relaciona los siguientes usos y usuarios del agua detallados en la Tabla 38 (CVS & FONADE, 2004).





	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Tabla 38** Usos de agua identificada en el Diagnóstico Ambiental de la Cuenca Hidrográfica del Río Sinú.

CUENCA	USOS DEL AGUA POMCA SINÚ		
	DOMESTICO	AGRÍCOLA	INDUSTRIAL
Sinú	Las demandas de aguas para consumo doméstico se encuentran relacionadas con el suministro de agua para los centros poblados de los municipios de Tierralta, Valencia, Montería, Cereté, San Carlos, Ciénaga de Oro, San Pelayo, San Andrés de Sotavento, Sahagún, Lórica, Purísima, Momil, Chimá, Cotorra, San Antero, y San Bernardo del Viento.	Los usuarios del recurso hídrico identificados en la cuenca del río Sinú corresponde a los distritos de riego Mocari y La Doctrina.	Las demandas de aguas se encuentran relacionadas con actividades de generación de energía.

**Fuente:** Elaboración consultor a partir de CVS & FONADE, 2004.

De acuerdo con los recorridos de campo y la inferencia del profesional se identificaron para el área de influencia los siguientes usos:

- Predios en el área de influencia que desarrolla actividades agropecuarias específicamente la ganadería y agricultura, construyen jagüeyes o reservorios de agua artificiales para sostener las necesidades de los animales.
- En diferentes predios se encuentran varios tanques como reservorios de agua provenientes del acueducto.

Por medio de oficio la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge-CVS, remitió base de datos del Sistema de Información del Recurso Hídrico - SIRH y se pudo evidenciar que en el área de influencia no se encuentra ningún usuario de aguas superficiales y subterráneas debidamente registrados. Los usos actuales que se presentan se pueden catalogar como de abastecimiento para las necesidades básicas y no cuentan con ningún permiso de captación.


Las visitas de campo permitieron identificar y georreferenciar los cuerpos de agua artificiales que se encuentran en el área de influencia, para lo cual se tiene como resultado la identificación de 22 usuarios del recurso entre represas artificiales, tanques elevados, reservorios de agua y jagüeyes (Tabla 39).

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019




En el ejercicio de aprestamiento de información y en los recorridos de campo realizados por el profesional, no se evidencian captaciones en los sistemas hídricos superficiales y tampoco hay permisos de captación legales ante la Corporación Autónoma Regional de los valles del Sinú y del San Jorge-CVS para las fuentes subterráneas.



Los usos y usuarios que se presentan en el área de influencia no se encuentran actualmente regulados y las subcuencas en la que se encuentra el área de influencia tampoco cuentan con un plan de ordenamiento o un instrumento que permita definir los usos del recurso de acuerdo a la disponibilidad y caudales correspondientes; en este sentido estos usuarios ejercen una presión que puede ocasionar problemáticas relacionadas con la contaminación fisicoquímica y microbiológica de las aguas subterráneas, afectando la dinámica de la fuente hídrica (Gehrig & Rogers, 2009) (Tabla 39):






	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



**Tabla 39** Puntos usuarios del agua en el área de influencia




No	USUARIO	MUNICIPIO	USO DEL AGUA	COORDENADAS EN ORIGEN ÚNICO NACIONAL		REGISTRO FOTOGRÁFICO	OBSERVACIÓN
				X	Y		
1	Finca La Fortaleza	Montería	Ganadería	4691890,16	2520119,29		El jagüey es utilizado para ganadería. La información fue suministrada por vecinos del predio.
2	Finca Monterrico	Montería	Bufalina	4691746,73	2519912,8		El jagüey es utilizado para ganadería. La información fue suministrada por vecinos del predio.
3	Finca Monterrico	Montería	Bufalina	4691565,41	2520181,44		El jagüey es utilizado para ganadería. La información fue suministrada por vecinos del predio.

 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



No	USUARIO	MUNICIPIO	USO DEL AGUA	COORDENADAS EN ORIGE ÚNICO NACIONAL		REGISTRO FOTOGRÁFICO	OBSERVACIÓN
				X	Y		
4	Finca Monterrico	Montería	Bufalina	4691913,15	2519967,53		El jagüey es utilizado para ganadería. La información fue suministrada por vecinos del predio.
5	Finca Monterrico	Montería	Bufalina	4690961,46	2519709,81		El jagüey es utilizado para ganadería. La información fue suministrada por vecinos del predio.
6	Finca Monterrico	Montería	Bufalina	4690855,56	2519651,95		El jagüey es utilizado para ganadería. La información fue suministrada por vecinos del predio.





 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

No	USUARIO	MUNICIPIO	USO DEL AGUA	COORDENADAS EN ORIGEN ÚNICO NACIONAL		REGISTRO FOTOGRÁFICO	OBSERVACIÓN
				X	Y		
7	Finca El Arca	Montería	Recreativo y piscícola	4690604,92	2519553,98		El jagüey es utilizado para recreación de los dueños de la finca. Información suministrada por la persona encargada de la finca.
8	Finca La Maravilla	Montería	Ganadería	4690058,57	2520196,49		La represa es utilizada para actividad ganadera. Información suministrada por la administradora de la finca.
9	Finca La Maravilla	Montería	Piscicultura	4690015,18	2520254,91		El estanque es utilizado para piscicultura. Información suministrada por la administradora de la finca.





 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

No	USUARIO	MUNICIPIO	USO DEL AGUA	COORDENADAS EN ORIGE ÚNICO NACIONAL		REGISTRO FOTOGRÁFICO	OBSERVACIÓN
				X	Y		
10	Finca La Victoria	Montería	Ganadería	4689588,46	2520875,94		El jagüey es utilizado para actividad ganadera. Información obtenida en campo por verificación propia.
11	Finca La Victoria	Montería	Ganadería	4689841,27	2521427,06		El jagüey es utilizado para actividad ganadera. Información obtenida en campo por verificación propia.
12	Finca La Victoria	Montería	Ganadería	4689588,56	2521906,61		La represa es utilizada para actividad ganadera. Información obtenida mediante verificación en campo.







 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



No	USUARIO	MUNICIPIO	USO DEL AGUA	COORDENADAS EN ORIGE ÚNICO NACIONAL		REGISTRO FOTOGRÁFICO	OBSERVACIÓN
				X	Y		
13	Finca La Victoria	Montería	Ganadería	4689680,3	2521881,91		La represa es utilizada para actividad ganadera. Información obtenida mediante verificación en campo.
14	Finca Mira lindo	Montería	Ganadería	4688691,8	2522044,1		El jagüey es utilizado para actividad ganadera. Información suministrada por la persona encargada de la finca.
15	Finca Miralindo	Montería	Ganadería	4688539,75	2522100,78		La represa es utilizada para ganadería, Información suministrada por trabajador de la finca.





 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



No	USUARIO	MUNICIPIO	USO DEL AGUA	COORDENADAS EN ORIGE ÚNICO NACIONAL		REGISTRO FOTOGRAFICO	OBSERVACIÓN
				X	Y		
16	Finca Miralindo	Montería	Ganadería	4688449,48	2521938,81		La represa es utilizada para ganadería, Información suministrada por trabajador de la finca.
17	Finca Miralindo	Montería	Ganadería	4688648,07	2522223,81		La represa es utilizada para ganadería, Información suministrada por trabajador de la finca.






 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



No	USUARIO	MUNICIPIO	USO DEL AGUA	COORDENADAS EN ORIGEN ÚNICO NACIONAL		REGISTRO FOTOGRÁFICO	OBSERVACIÓN
				X	Y		
18	Finca Miralindo	Montería	Ganadería	4688737,23	2522406,46		La represa es utilizada para ganadería, Información suministrada por trabajador de la finca.
19	Finca Miralindo	Montería	Ganadería	4688910,96	2522260,32		La represa es utilizada para ganadería, Información suministrada por trabajadora de la finca.





 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

No	USUARIO	MUNICIPIO	USO DEL AGUA	COORDENADAS EN ORIGEN ÚNICO NACIONAL		REGISTRO FOTOGRÁFICO	OBSERVACIÓN
				X	Y		
20	Finca Campania	Montería	Ganadería	4687267,75	2523589,59		La represa es utilizada para ganadería actualmente, Información suministrada por el administrador de la finca.
21	N.N	Montería	Ganadería	4687267,75	2523589,59		Represa utilizada para abrevadero de ganado, información obtenida mediante observación campo.
22	N.N	Montería	Piscícola	4688021,48	2522471,46		Cuerpo de agua superficial ubicado en zona domiciliaria utilizado para uso piscícola. Información obtenida en observación de campo



 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

No	USUARIO	MUNICIPIO	USO DEL AGUA	COORDENADAS EN ORIGEN ÚNICO NACIONAL		REGISTRO FOTOGRÁFICO	OBSERVACIÓN
				X	Y		
23	Finca Miralindo	Montería	Ganadería	4688898,29	2523155,88		La represa es utilizada para ganadería actualmente, Información suministrada por el administrador de la finca.
24	Finca Monterrico	Montería	Bufalina	4691193,5	2519783,29		La represa es utilizada para ganadería actualmente, Información suministrada por el administrador de la finca.

**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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

### 5.1.7 HIDROGEOLOGIA.

Para la elaboración del componente hidrogeológico se realizaron actividades de recopilación, análisis y validación de información existente. Se utilizó información adquirida en los aspectos de geología y geomorfología y se realizaron tareas específicas que incluyen información en campo para el reconocimiento de la zona de evaluación, así como el inventario de puntos de agua subterránea, el cual se realizó a partir de una visita al área de influencia para identificar posibles puntos de agua. La información se presenta a escala 1:25.000.

Se obtuvo un mapa hidrogeológico a partir del mapa geológico del área de influencia y de la información del Atlas de Agua Subterránea de Colombia (INGEOMINAS, 2004) para la definición de los principales acuíferos, características y nomenclatura. La descripción de las unidades se realizó con base con los siguientes documentos:

- Mapa hidrogeológico de Córdoba del año 2004 a escala 1:250.000 realizado por Ingeominas.
- Hidrogeoquímica del departamento de Córdoba del año 2003 a escala 1:250.000 realizado por Ingeominas.
- Consideraciones técnicas para el manejo del agua subterránea en el departamento de Córdoba del año 2003 a escala 1:250.000 realizado por Ingeominas.

La información de este apartado se recopila en el Anexo C7. Hidrogeología.

Con la información disponible se realizó un análisis detallado de cada uno de los documentos, de donde se obtuvo la información más importante y relevante de las unidades hidrogeológicas y la identificación de las zonas de descarga y recarga, desde un contexto regional hasta llegar específicamente al área de influencia. Adicionalmente se incluye el inventario de puntos de agua subterránea realizado con información primaria para el área de influencia.

La caracterización buscó identificar las unidades geológicas que conforman los sistemas acuíferos en el área de influencia, sus usos actuales y potenciales, la estimación de la oferta del recurso hídrico subterráneo, entre otros aspectos con el fin de generar un modelo hidrogeológico conceptual, que permite identificar las condiciones de recarga agua, las características litológicas de la roca permeable, las secuencias estratigráficas y las respectivas condiciones hidrogeológicas locales tales como: transmisividad, coeficiente de almacenamiento, capacidad específica y capacidad hidráulica.

Sobre el mapa base digital del área de influencia se realizó la superposición de las capas de información seleccionadas (hidrogeológica y cartografía básica) y se generaron las

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

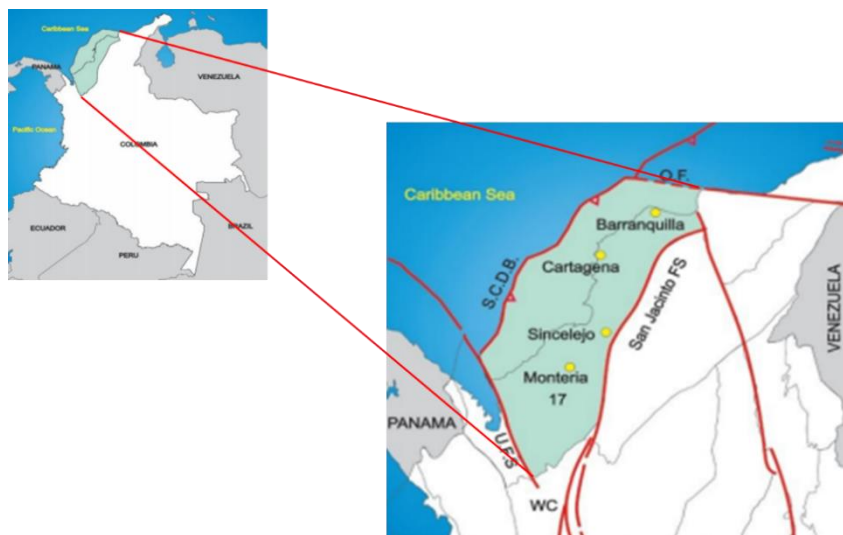
salidas gráficas correspondientes. Finalmente se identifican y describen las principales unidades hidrogeológicas presentes en el área.

Adicionalmente, se realizó un inventario de puntos de agua subterránea dentro del área de influencia, que incluye aljibes, pozos y manantiales, encontrados durante las visitas realizadas predio a predio. Como resultado se obtiene una ficha de información de cada uno de los puntos inventariados, con registro fotográfico, cuyas captaciones serán identificadas con una secuencia.

## CONTEXTO REGIONAL

El área de influencia está situada sobre la cuenca Sinú – San Jacinto la cual se encuentra al noroeste del país, entre el sistema de fallas de San Jacinto al este, al noroeste la falla de Oca, al noroeste con el frente de deformación del Cinturón del Caribe, al suroeste con el sistema de falla de Uramita y al sur con la cordillera occidental. La cuenca está situada al extremo nororiental de Sur América de Colombia, en una zona cuya evolución geológica ha estado estrechamente relacionada con los eventos tectónicos derivados de la interacción entre las placas suramericana (bloque andino) y Caribe principalmente, la placa nazca y el bloque Chocó (SGC, 2004) (Figura 25).

**Figura 25** Localización de la cuenca Sinú – San Jacinto.



**Fuente:** Tomado de Barrero, Pardo, Vargas, & Martínez, 2007 a partir de SGC, 2004

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

### **Provincias hidrogeológicas**

La cuenca Sinú- San Jacinto involucra dos provincias geológicas: Cinturón Plegado de San Jacinto (CPSJ) y Cinturón Plegado del Sinú, separados por el sistema de Fallas de San Jacinto (SGC,2004). El sistema de fallas del Sinú posee características estructurales y estratigráficas contratantes y que separan al cretácico y al paleoceno (este) del mioceno (oeste). Hacia el este de la cuenca y el valle inferior de la Magdalena el límite de esta no es muy claro debido a la deformación producida por el Sistema de Fallas de San Jacinto por lo que en superficie este límite se pone en contacto disconforme con los abanicos deltaicos de Rancho y Porquero que corresponde al Paleógeno (Cediel, 2011).

- **Cinturón Plegado de San Jacinto (CPSJ)**

La sub-cuenca del Cinturón Plegado de San Jacinto está ubicada al oeste del Valle Inferior del Magdalena (VIM) y al este con el Cinturón Plegado del Sinú. Limita al este con el Sistema de Fallas de San Jacinto, al oeste con el lineamiento del Sinú, al norte con la falla de Oca y al sur con las estribaciones de la Cordillera Central. Estructuralmente se caracteriza por un cinturón de pliegues elongados y alargados, resultado de fallas de propagación dextrales, fallas cabalgantes, en dirección nor noreste – sur suroeste; evidencias de una tectónica compresiva y una zona de cizalla dextral (Bermúdez & Hincapié, 2008).

El CPSJ tiene su origen en la colisión oblicua entre la Placa Caribe y la Placa Suramericana (bloque andino), a partir del eoceno medio (Flinch, 2005), evidencia de una tectónica de tipo compresiva; dando como resultado tres altos no mayores a 700 m que corresponden a los anticlinales de Luruaco, San Jacinto y San Jerónimo (SGC, 2014). Se caracteriza por presentar una tectónica transpresiva que genera una serie de fallas inversas de escama gruesa, convergencia al oeste y movimiento de rumbo dextral, sobre las que se desarrollan pliegues estrechos y alargados (localmente dispuestos en forma oblicua a las fallas) que involucran una secuencia sedimentaria depositada desde finales del Cretácico hasta el pleistoceno (Marín et al., 2010).

De acuerdo con el modelo tectónico el prisma de acreción que se suelda al continente debe tener características oceánicas, sin embargo, no existe claridad al respecto y los sedimentos suprayacentes de edad cretácico tardío y paleoceno, no corresponden a ambientes marinos sino a facies de litoral y plataforma donde la fuente puede ser el hoy VIM.

➤ **Anticlinales de Luruaco y San Jacinto:** Para las cadenas montañosas de Luruaco y San Jacinto, Bermúdez & Hincapié, (2008) describen fallas de rumbo dextrales, de alto ángulo con dirección noroeste y pliegues doblemente buzantes de dirección nor oeste – sur suroeste, dispuestos oblicuamente en relación con las fallas.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

➤ **Anticlinal de San Jerónimo:** Se encuentra localizado al oeste de la falla de Tucura, al este del sistema de Fallas de San Jacinto, al norte del anticlinal de San Jacinto y al sur de la Cordillera Occidental, regionalmente se observa que el anticlinorio buza hacia el norte. Al norte del anticlinal las fallas y pliegues tienen una tendencia norte - sur y, al sur tienen tendencia hacia al nor-noroeste y noreste, con transpresión de tipo dextral. Tectónica que expone afloramientos del basamento oceánico con rocas como; Peridotitas de Planeta Rica, Basaltos de Nuevo Paraíso y rocas ultramáficas de Cerro Matoso (A. Londoño & Gonzalez, 1997).

- **Cinturón Plegado del Sinú (CPS)**

El CPS está ubicado al este del lineamiento del Sinú, limita hacia el oeste con el Cinturón Deformado del Sur del Caribe y al suroeste con el sistema de Fallas de Uramita (Sistema de fallas de Urabá). Se caracteriza por tener una gruesa secuencia sedimentaria que se muestra más completa en la data sísmica (paleógeno o cretácico) ya que no ha sido completamente perforada, solo se ha llegado a rocas de edad oligoceno tardío o Mioceno temprano; secuencia que además ha sido afectada por diapirismo de lodo. El cinturón plegado tiene un estilo estructural de fallas inversas y pliegues, con una dirección sur – suroeste y fuerte deformación dentro del continente, debido a los mencionados diapiros de lodo.

Estructuralmente se puede separar en dos provincias; la Provincia de Deformación Onshore está asociada a procesos de diapirismo de lodo y comprensión/extensión, y la Provincia de Deformación Offshore se localiza al límite de la plataforma y muestra el Frente de Deformación del Sinú.

➤ **Provincia de Deformación Onshore:** El área de Onshore en general consiste en estructuras en dirección nor – noroeste, pero hacia al sur en cercanías del Sistema de Fallas de Uramita tienden a tener dirección norte - sur. El diapirismo de lodo en la región ha producido particionismo en el prisma sedimentario del neógeno, lo que da lugar a la formación de amplios sinclinales y estrechos anticlinales, los cuales han creado mini cuencas sedimentarias sucesivas, de forma ovalada en superficie y en la sub-superficie. Dentro de los sinclinales se desarrollan sucesiones sedimentarias asimétricas con pliegues de arrastre, estratos de crecimiento y desarrollo de inconformidades syndeposicionales del plioceno, edad también asignada al diapirismo de lodo. Bermúdez & Hincapié, (2008) consideran que al sur de la cuenca hay transpresión sinistral con presencia de fallas y deflexión de las estructuras, producto de la colisión del bloque Choco-Panamá.

#### 5.1.7.2 Tipos de acuíferos

Se identificaron las unidades hidrogeológicas para el área de influencia, las cuales están asociadas a la litología y a los acuíferos clasificándose de acuerdo con su productividad;



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

las categorías existentes son de baja productividad de acuerdo con el documento del Mapa hidrogeológico de Córdoba del año 2004 realizado por INGEOMINAS, hoy Servicio Geológico Colombiano. Se hace referencia que el proyecto no solicitará permiso de captación de agua subterránea.

El mapa de unidades hidrogeológicas se describe con base en el potencial de rocas y sedimentos para almacenar y transmitir agua subterránea, en función de la composición, permeabilidad y capacidad específica de cada unidad litológica evaluada. A continuación, se describen las unidades hidrogeológicas presentes en el área de influencia (Figura 26):

#### **Formación depósitos aluviales (Qal):**

Tiene una representación de 95,75% en toda el área de influencia, es decir, 1399,24 ha. Es un acuífero discontinuo de extensión local conformado por capas de grava, arena, limo y arcilla, depositadas en un ambiente fluvio-lacustre. Se define como un acuífero libre a semiconfinado de baja productividad, con capacidades específicas entre 0.02 y 0.8 l/s/m., valores de transmisividad desde 30 hasta 80 m<sup>2</sup>/día y coeficiente de almacenamiento promedio de 1.0 E-03. La conductividad hidráulica real es de 0.5 m/día. y posibilidades de explotación a través de pozos entre 100 y 200 metros de profundidad. Las áreas aflorantes de esta unidad se consideran zonas de recarga con baja capacidad de infiltración y flujo esencialmente intergranular.

Hidroquímicamente las aguas subterráneas existentes en los depósitos del río Sinú son también de tipo mixto, muy duras y con conductividades hasta de 1500 µS/cm (CVS & FONADE, 2004).

#### **Formación El Cerrito (N1ec)**

Tiene una representación de 4,25% en toda el área de influencia, es decir, 62,10 ha. Este acuífero consta de una alternancia de lodolitas y areniscas calcáreas de grano fino y lentes discontinuos de conglomerados e intercalaciones de limonitas y areniscas arcillosas y arenisca de grano fino hacia la parte media y superior. Los niveles arenosos del Acuífero El Cerrito, especialmente en su parte superior, pueden desarrollar una alta porosidad secundaria por fracturamiento para almacenar y transmitir agua subterránea, comportándose como área de recarga, con alta capacidad de infiltración.

Se define como un acuífero semiconfinado a confinado de baja productividad, con capacidades específicas entre 0.03 y 0.2 l/s/m., valores de transmisividad entre 2.0 y 20 m<sup>2</sup>/día y coeficientes de almacenamiento entre 0.8 E-03 y 1E-03. Las posibilidades de explotación se presentan a través de pozos con profundidades entre 100 y 300 metros. La descarga artificial a través de pozos y aljibes es del orden de 2500 m<sup>3</sup> por día.







	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

### 5.1.7.3 Zona de recarga, tránsito y descarga

Se denomina recarga al proceso por el cual se incorpora un acuífero el agua procedente de fuera del contorno que lo limita. La recarga de un acuífero se da principalmente a través de la precipitación en suelos con alta capacidad de infiltración o rocas superficialmente permeables (Losilla, 1986). Además, la recarga se puede producir por la interacción con fuentes hídricas superficiales y con otros acuíferos (Peñuela & Carrillo, 2013).

Mientras que la zona de descarga es el sitio donde el agua aflora (superficie) y representa la fase final de recorrido del flujo subterráneo; así, el agua ha adquirido propiedades particulares (salinidad, temperatura, pH, OD, entre otros) teniéndose una continuidad específica de caudal en el tiempo que condiciona la presencia de determinado suelo y de una vegetación acorde con las variables del caso (Peñuela & Carillo, 2012).

Con la información secundaria disponible en el Diagnóstico Ambiental de la cuenca hidrográfica del río Sinú realizado por la Corporación Autónoma Regional de los valles del Sinú y del San Jorge-CVS en el año 2005, se han identificado que en el área de influencia no existen zonas de recarga o descarga como se evidencia en la Figura 27.

Adicionalmente no se identificaron zonas de tránsito en el área de influencia; es importante resaltar que el agua subterránea es un recurso que no será utilizado por el proyecto, por tanto, no se afectaran las dinámicas de recarga y descarga.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

### 5.1.8 GEOTECNIA

Se realizó la actualización del estudio geotécnico para la construcción de la línea de transmisión de energía eléctrica de 110 KV entre el proyecto solar la Unión y la subestación Nueva Montería, en el municipio de Montería, departamento de Córdoba. La actualización consistió en analizar las condiciones geotécnicas del nuevo trazado de la línea y en especial del trazado subterráneo de conexión a la subestación Nueva Montería. Se construirán 43 torres y un tramo subterráneo, con una longitud de 10,485 km en total.

En este informe se presentan los resultados de la exploración de campo y los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras extraídas, se presentan las condiciones geotécnicas del sitio explicando la metodología utilizada para el estudio. Además, se encuentran las conclusiones y recomendaciones derivadas de los estudios descritos.

Para el desarrollo de este componente se realizaron los siguientes pasos:

1. **Recopilación de información secundaria:** Para la identificación y reconocimiento de todas las variables de estudio se realizó una búsqueda de información documental y cartográfica en bases de datos y fuentes oficiales, en documentos de planeación y estudios sobre el municipio de Montería, como:

- Zonificación De La Susceptibilidad y La Amenaza Relativa Por Movimientos En Masa Escala 1:100 000 de la plancha 61-Montería del Servicio Geológico Colombiano y la Universidad Nacional de Colombia del año 2016.
- Metodología para la zonificación de susceptibilidad general del terreno a los movimientos en masa desarrollado por el IDEAM en el año 2012.

2. **Estudio de las variables escogidas:** las variables seleccionadas para el análisis fueron geología, geomorfología, hidrogeología y cobertura de la tierra, con la información de la memoria explicativa de la zonificación de la susceptibilidad y la amenaza relativa por movimientos en masa de la plancha 61 del año 2016 se seleccionaron los diferentes pesos.

3. **Implementación del SIG:** Sobre el mapa base digital del área de influencia se digitalizó la información temática georreferenciada.

4. **Evaluación de variables:** Se evaluó la información obtenida y se determinaron los pesos de las variables para la determinación de la estabilidad geotécnica y de igual forma las variables que son detonantes.

5. **Modelación de susceptibilidad:** Con base en la calificación semi-cuantitativa de las Unidades Cartográficas de Parámetro (UCP), se realizó la modelación multivariada de variables en función de la susceptibilidad, para la obtención de la zonificación geotécnica.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Se consideraron como factores externos que pueden detonar procesos de remoción en masa a las variables de precipitación, amenaza sísmica y amenaza relativa del terreno.

La información de este apartado se recopila en el Anexo C8. Geotecnia.

## DESARROLLO

Geotecnia es la aplicación de los métodos científicos y de los principios de ingeniería a la generación, interpretación y utilización del conocimiento de los materiales y procesos que ocurren en la corteza terrestre para la solución de problemas de ingeniería. Para su cabal desarrollo requiere la aplicación de diferentes campos del conocimiento, entre ellos, la mecánica de suelos, la mecánica de rocas, la geología, la geofísica, la hidrología, la hidrogeología y las ciencias relacionadas (Escobar y Duque, 2017).

La zonificación geotécnica del área de estudio consistió en la clasificación de diferentes zonas con condiciones similares, de acuerdo con las condiciones de estabilidad que pueden afectar las etapas del proyecto. Con la utilización del software ArcGis 10.8 se definen áreas con características similares en cuanto a componentes de geología, geomorfología, hidrogeología, cobertura de la tierra y pendientes, en función de lo requerido por los términos de referencia para la elaboración del estudio de impacto ambiental – EIA proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica-TdR-017 y la información se presenta en escala 1:25.000.

Al incorporar los factores detonantes precipitación y amenaza sísmica se obtiene la amenaza relativa (zonificación geotécnica) a la ocurrencia de procesos erosivos y de remoción en masa, calificada desde muy baja a muy alta, de acuerdo con el esquema metodológico modificado de VARGAS (1999).

## ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA

### 5.1.8.2 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

Basándonos en la norma NSR-10, criterios ingenieriles y registros de estudios previos realizado en el área de influencia, inicialmente se programaron diez (10) sondeos de 10.00 m de profundidad. A continuación, se resumen el programa exploratorio:

**Tabla 40** Coordenadas geográficas de los sondeos realizado en el área de influencia

No SONDEO	PROFUNDIDAD (M)	NIVEL FREÁTICO (M)	COORDENAS ORIGEN ÚNICO NACIONAL	
			X	Y
1	10.00	No registra	4692540,081	2520230,216
2	8.00	No registra	4691530,449	2520322,325

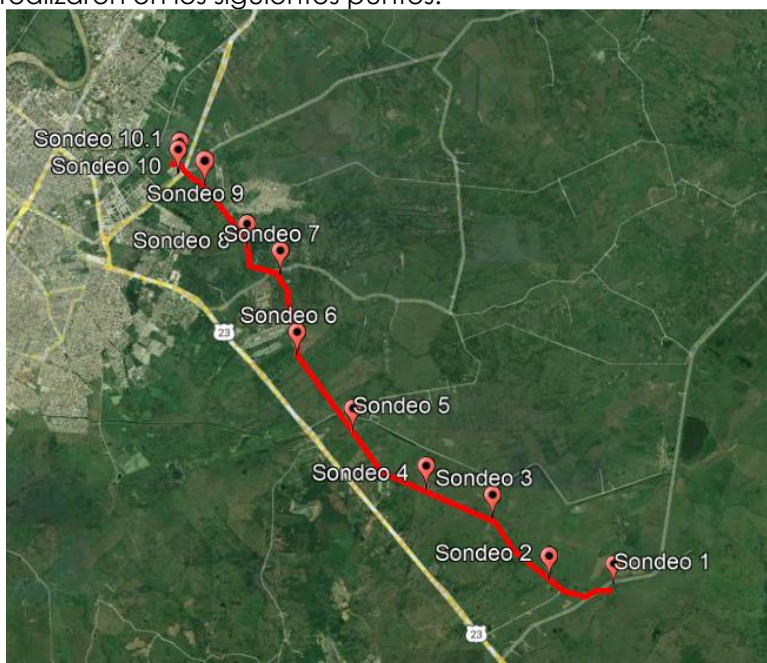


	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

No SONDEO	PROFUNDIDAD (M)	NIVEL FREÁTICO (M)	COORDENAS ORIGEN ÚNICO NACIONAL	
			X	Y
3	7.40	No registra	4690655,286	2521280,035
4	8.00	2.00	4689615,601	2521739,106
5	10.00	3.00	4688474,456	2522642,224
6	10.00	2.80	4687608,904	2523837,749
7	10.00	2.60	4687356,038	2525108,127
8	10.00	2.00	4686837,076	2525526,648
9	10.00	2.80	4686180,27	2526478,116
10	10.00	2.50	4685767,45	2526693,254
10.1	10.00	0.40	4685795,887	2526813,979

**Fuente:** Equipo consultor, 2022

Los sondeos se realizaron en los siguientes puntos:



**Fuente:** Equipo consultor, 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Para el avance de las perforaciones se utilizaron barrenos manuales tipo helicoidal, además se hicieron pruebas de penetración de estándar (SPT). Cuando se alcanzó el nivel adecuado a cada metro y medio, se tomó una muestra inalterada, para lo cual se acoplo el tubo estándar o Shelby, según fuera granular o cohesivo el suelo, en la varilla de extensión y se procedió a tomar una muestra inalterada. El tubo se introdujo a golpes (o presión), con una almadana pesa 63.50 Kg desplazándose en caída libre desde 0.762 m, hasta lograr una penetración aproximada de 0.45 m, espaciados cada 0.15 m y contabilizando el número de golpes en cada segmento de suelo penetrado, luego se procedió a sacar la muestra.

Figura 28. Exploración del subsuelo




Fuente: Equipo consultor, 2021

## ENSAYOS DE LABORATORIO

Sobre las muestras se tomaron las más representativas para la clasificación por el sistema unificado (USCS) y con ellas se determinaron las características de resistencia mecánica del suelo, mediante la ejecución de los siguientes ensayos de laboratorio:

- Tamizado mecánico.
- Límites líquido y plástico.
- Determinación de humedad.
- Peso específico.
- Compresión inconfiada.
- Determinación del potencial de expansividad.



 	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

## 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 41** Normatividad, equipos y registros de calibración

ENSAYO	NORMA	EQUIPOS	REGISTRO DE CALIBRACIÓN
Tamizado mecánico	I.N.V. E-123-13	Tamices de malla cuadrada, horno, recipientes, balanzas con sensibilidad de 0.01gr y 0.10%.	Anexos
Límite líquido	I.N.V. E-125-13	Cazuela de Casagrande, vidrio, espátula, ranurador, recipientes, balanza y horno.	Anexos
Límite plástico	I.N.V. E-126-13	Balanza, recipientes, horno, agua destilada, vidrio o superficie plana para enrollamiento.	Anexos
Determinación de humedad	I.N.V. E-122-13	Horno, balanza, recipientes.	Anexos
Compresión inconfina	I.N.V. E-152-13	Aparato de compresión, balanza, horno.	Anexos
Determinación del potencial de expansividad	I.N.V. E-120-13	Aparato de lambe, balanza, horno.	Anexos

**Fuente:** Equipo consultor, 2021

### 5.1.8.3 Caracterización del subsuelo

A continuación, se realiza la descripción de los sondeos realizados:

#### Sondeo 1.

0.00 – 5.00 m: Arcilla arenosa de mediana plasticidad de color pardo y consistencia variable de media a muy firme.

5.00 – 10.00 m: Arcilla de mediana plasticidad de color pardo claro y gris y consistencia variable de firme a muy firme.

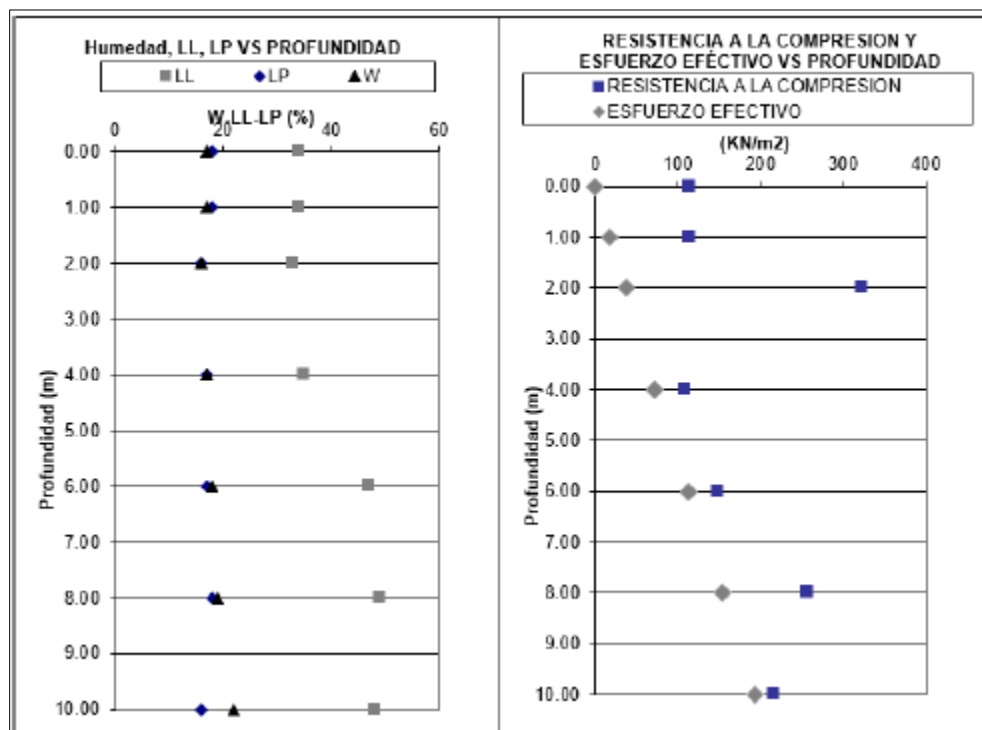
Las humedades de los materiales varían entre 16 y 22%.

No se registra la presencia del nivel freático.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 29** Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo 1.



**Fuente:** Equipo consultor, 2021

#### Sondeo 2.

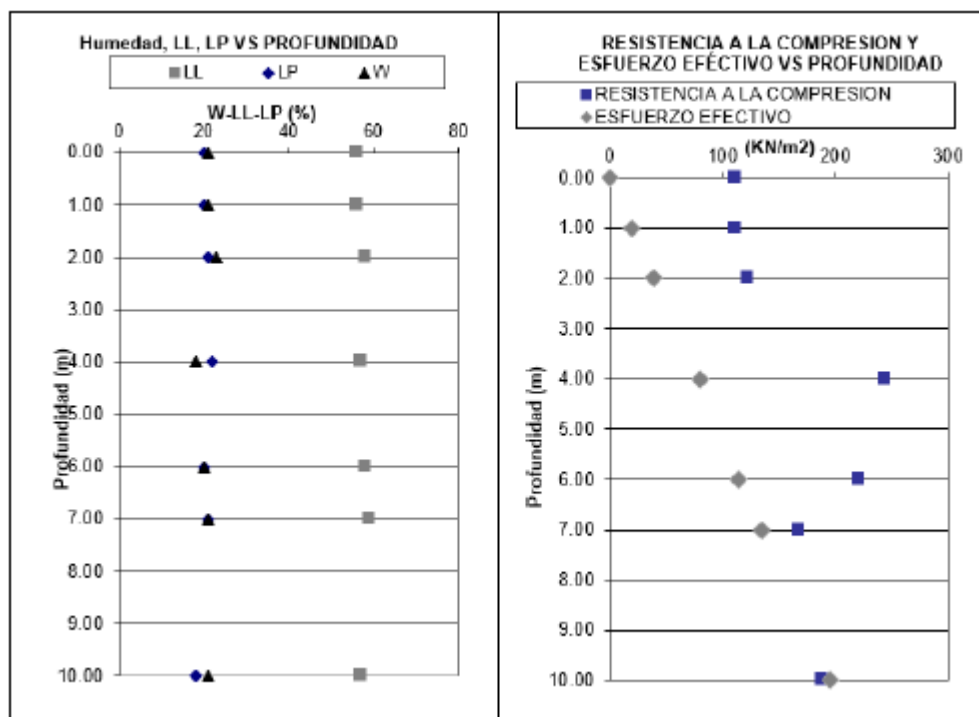
0.00 – 10.00 m: Arcilla de alta plasticidad de color pardo claro y gris de consistencia variable de firme a muy firme.

Las humedades de los materiales varían entre 18 y 23%

No se registra la presencia del nivel freático.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 30** Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo 2.



**Fuente:** Equipo consultor, 2021

### Sondeo 3.

0.00 – 0.10 m: Material de relleno.

0.10 – 3.50 m: Arcilla de mediana plasticidad con algo de arena de color pardo claro de consistencia muy firme.

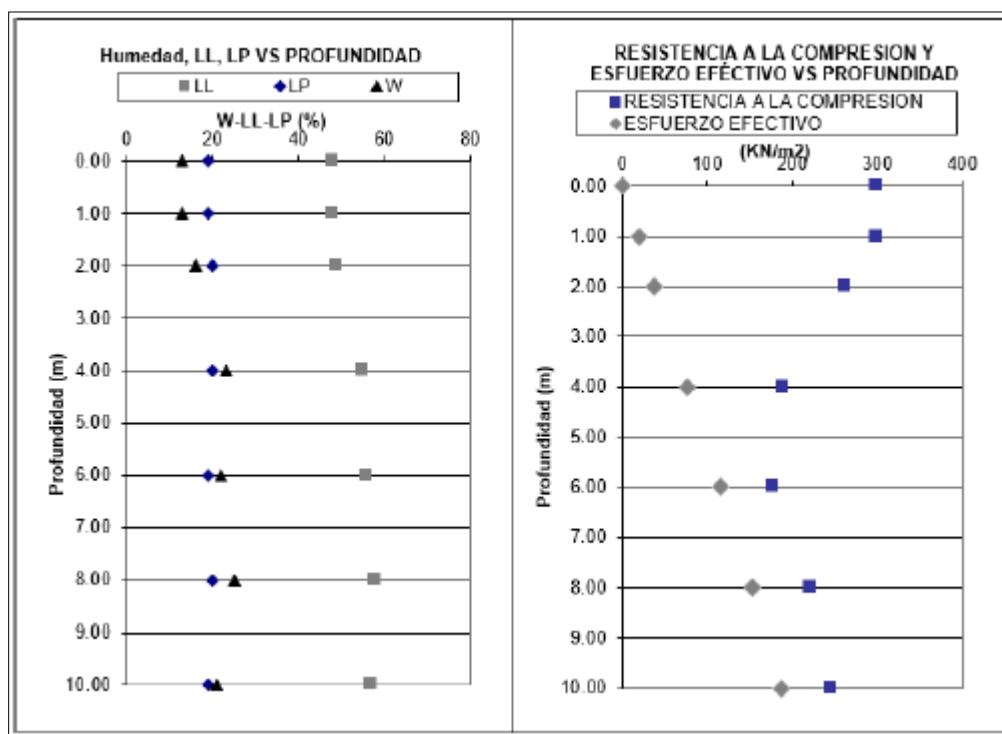
3.50 – 10.00 m: Arcilla de alta plasticidad de color pardo claro vetas grises de consistencia firme.

Las humedades de los materiales varían entre 13 y 25%

No se registra la presencia del nivel freático.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 31** Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo 3.



Fuente: Equipo consultor, 2021

#### Sondeo 4.

0.00 – 0.05 m: Capa vegetal.

0.05 – 1.50 m: Arcilla arenosa de baja plasticidad de color pardo claro y gris de consistencia media.

1.50 – 3.95 m: Arena arcillosa de color pardo claro y gris en estado de densidad suelto.

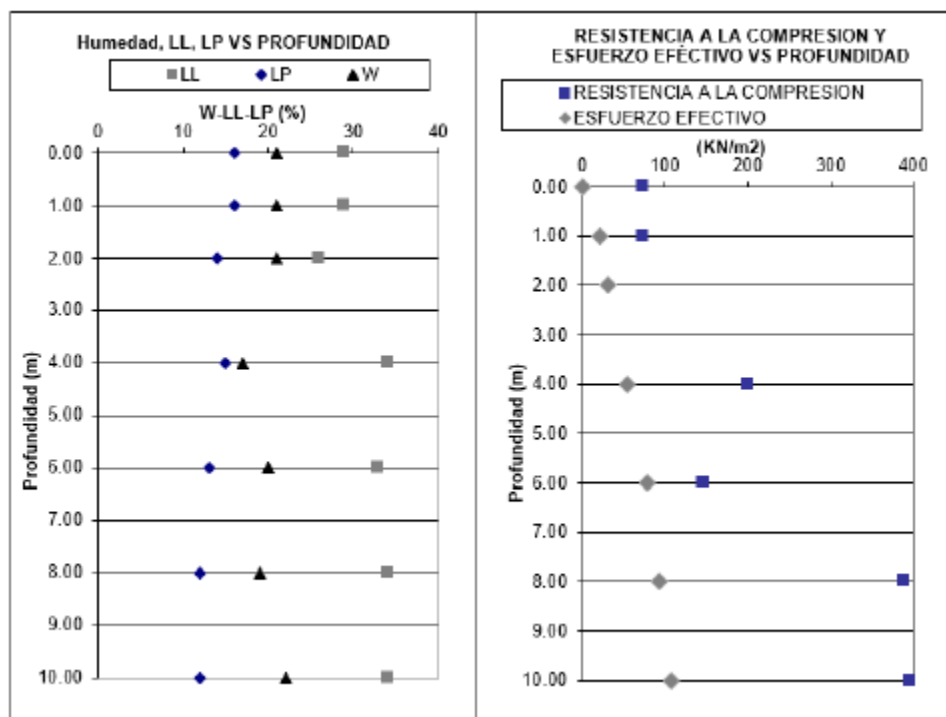
3.95 – 10.00 m: Arcilla de mediana plasticidad con algo de arena de color pardo claro y gris de consistencia variable de firme a muy firme.

Las humedades de los materiales varían entre 17 y 22%

El nivel freático se registró a 2.00 m de profundidad.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 32** Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo 4.



Fuente: Equipo consultor, 2021


#### Sondeo 5.

0.00 – 0.17 m: Capa vegetal.

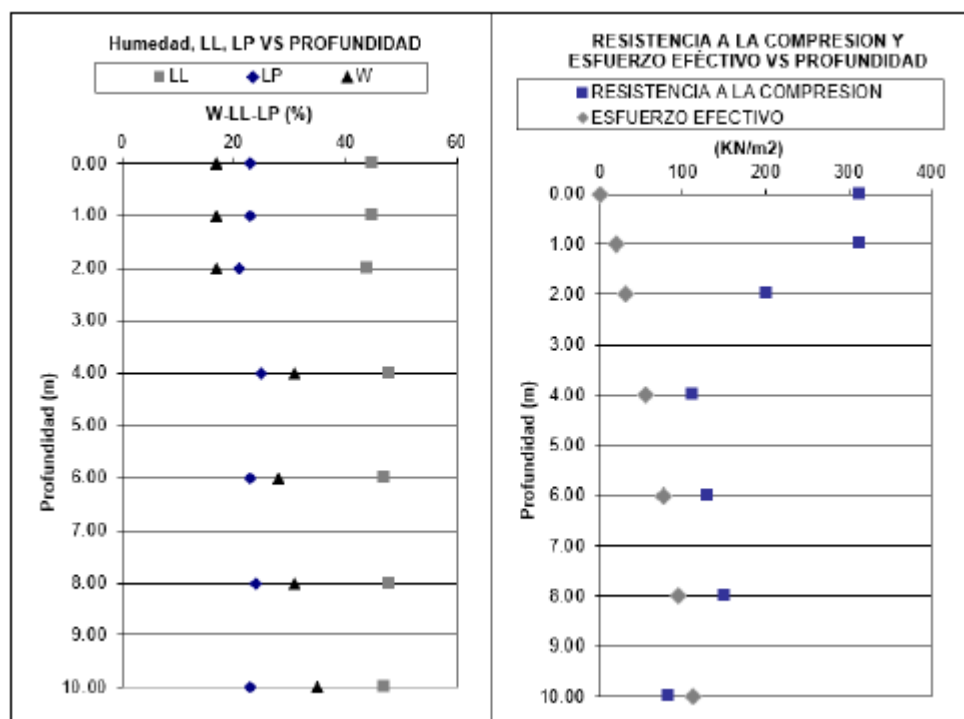
0.17 – 10.00 m: Arcilla de mediana plasticidad de color pardo con vetas grises de consistencia variable de media muy firme.

Las humedades de los materiales varían entre 17 y 35%

El nivel freático se registró a 3.00 m de profundidad.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 33** Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo 5.



Fuente: Equipo consultor, 2021

#### Sondeo 6.

0.00 – 0.20 m: Capa vegetal.

0.20 – 1.40 m: Arcilla arenosa de baja plasticidad de color pardo y consistencia firme.

1.40 – 3.50 m: Arena limosa mal gradada de color pardo y estado de densidad suelto.

3.50 – 5.00 m: Arcilla arenosa de baja plasticidad de color pardo y gris de consistencia blanda.

5.00 – 9.00 m: Arcilla de mediana plasticidad de color pardo con vetas grises de consistencia variable de blanda a muy firme.

9.00 -10.00 m: Arcilla arenosa de baja plasticidad de color pardo con vetas grises de consistencia blanda.

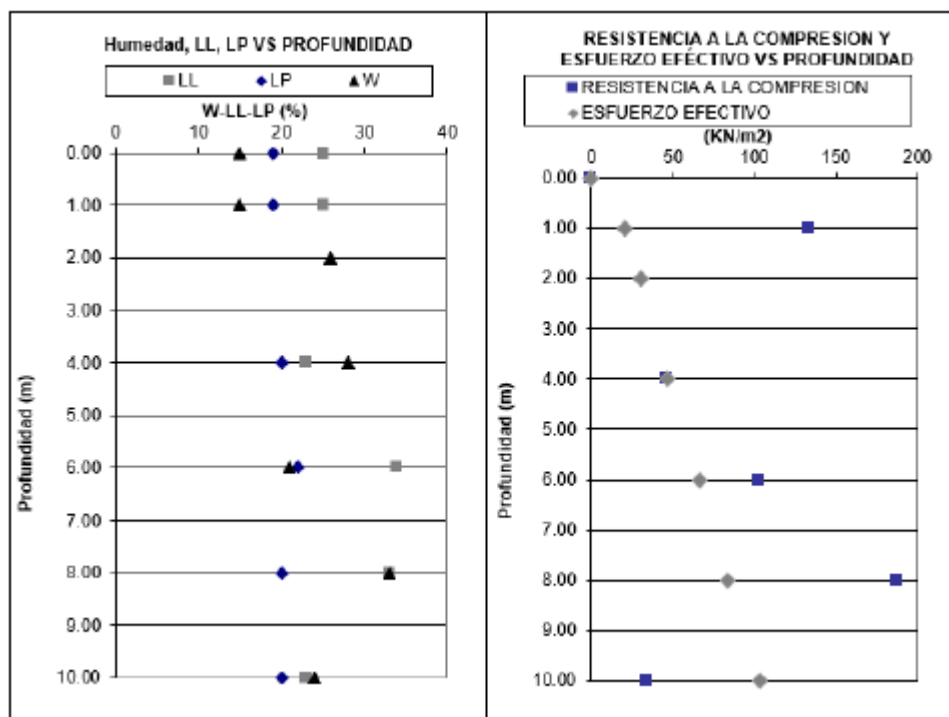
Las humedades de los materiales varían entre 15 y 33%.

El nivel freático se registró a 2.80 m de profundidad.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 34** Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo 6.



Fuente: Equipo consultor, 2021

#### Sondeo 7.

0.00 – 0.20 m: Capa vegetal.

0.20 – 1.50 m: Arcilla arenosa de baja plasticidad de color pardo y consistencia firme.

1.50 – 3.40 m: Arena limosa mal gradada de color pardo y estado de densidad suelto.

3.40 – 5.50 m: Arcilla arenosa de baja plasticidad de color pardo y gris de consistencia blanda.

5.50 – 8.50 m: Arcilla de mediana plasticidad de color pardo con vetas grises de consistencia variable de blanda a muy firme.

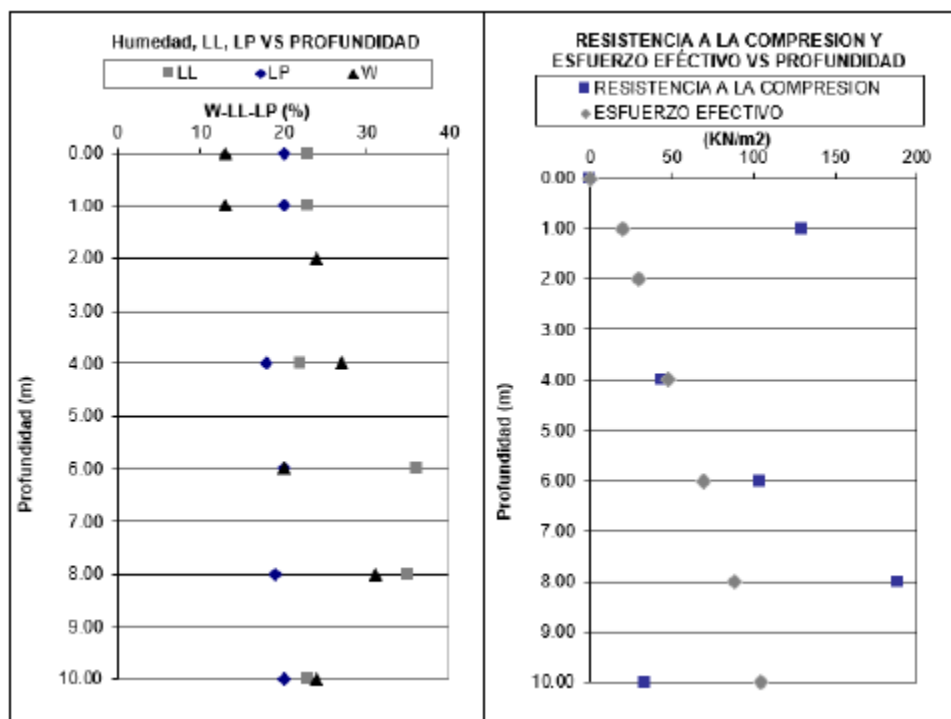
8.50 -10.00 m: Arcilla arenosa de baja plasticidad de color pardo con vetas grises de consistencia blanda.

Las humedades de los materiales varían entre 15 y 33%

El nivel freático se registró a 2.60 m de profundidad.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 35** Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo 7.



Fuente: Equipo consultor, 2021

#### Sondeo 8.

0.00 – 2.50 m: Arcilla de mediana plasticidad de color pardo con vetas grises y consistencia variable de firme a muy firme.

2.50 – 3.60 m: Limo arenoso no plástico de color pardo en estado de densidad suelto.

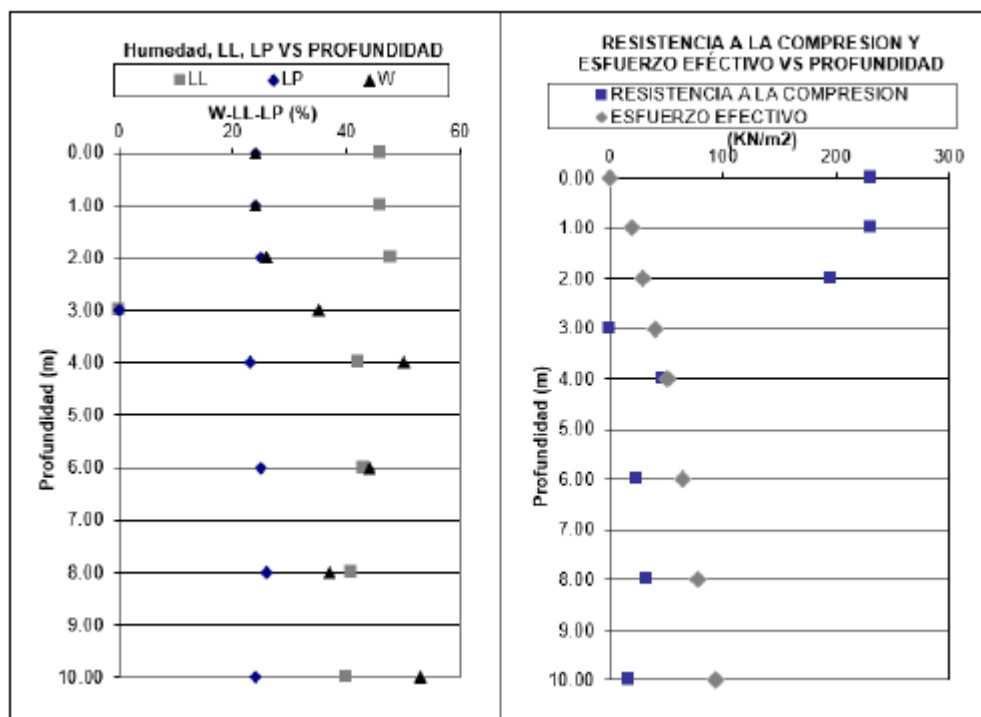
3.60 – 10.00 m: Arcilla de mediana plasticidad de color pardo con vetas grises y consistencia variable de blanda a muy blanda.

Las humedades de los materiales varían entre 24 y 53%

El nivel freático se registró a 2.00 m de profundidad.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 36** Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo 8.



Fuente: Equipo consultor, 2021

#### Sondeo 9.

0.00 – 0.10 m: Capa vegetal.

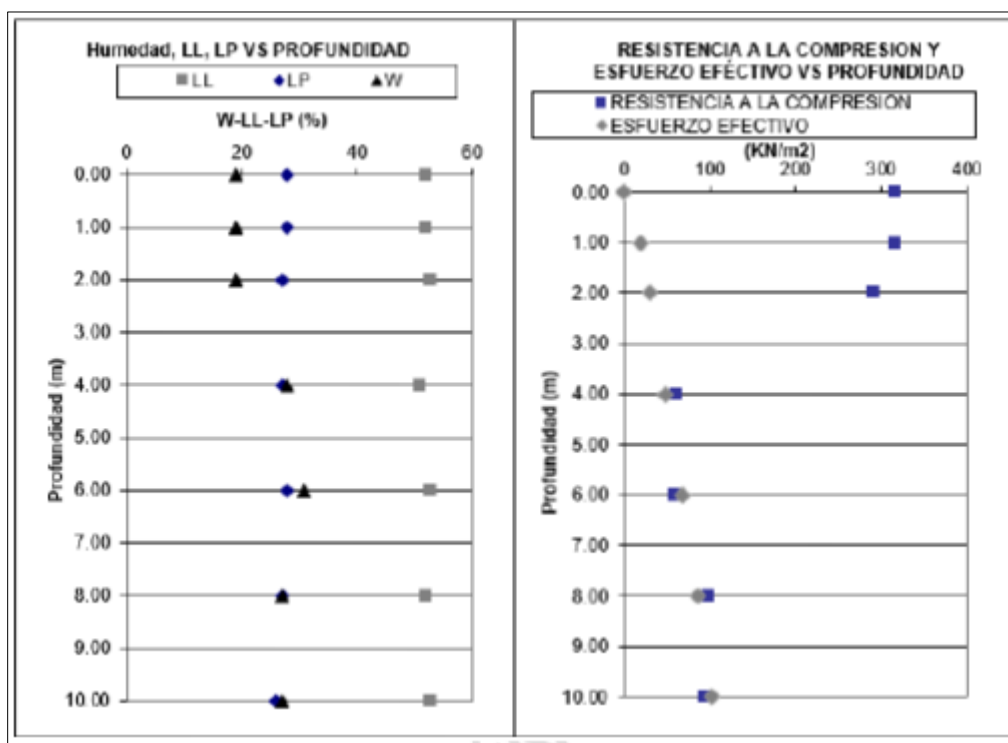
0.10 – 10.00 m: Arcilla de alta plasticidad de color pardo con vetas grises de consistencia variable de media a muy firme.

Las humedades de los materiales varían entre 19 y 31%.

El nivel freático se registró a 2.80 m de profundidad.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 37** Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo 9.



Fuente: Equipo consultor, 2021

#### Sondeo 10.

0.00 – 0.10 m: Capa vegetal.

0.10 – 1.40 m: Arcilla de alta plasticidad de color pardo vetas grises de consistencia media.

1.40 – 9.20 m: Arena limosa de color pardo vetas grises en estado de densidad suelto.

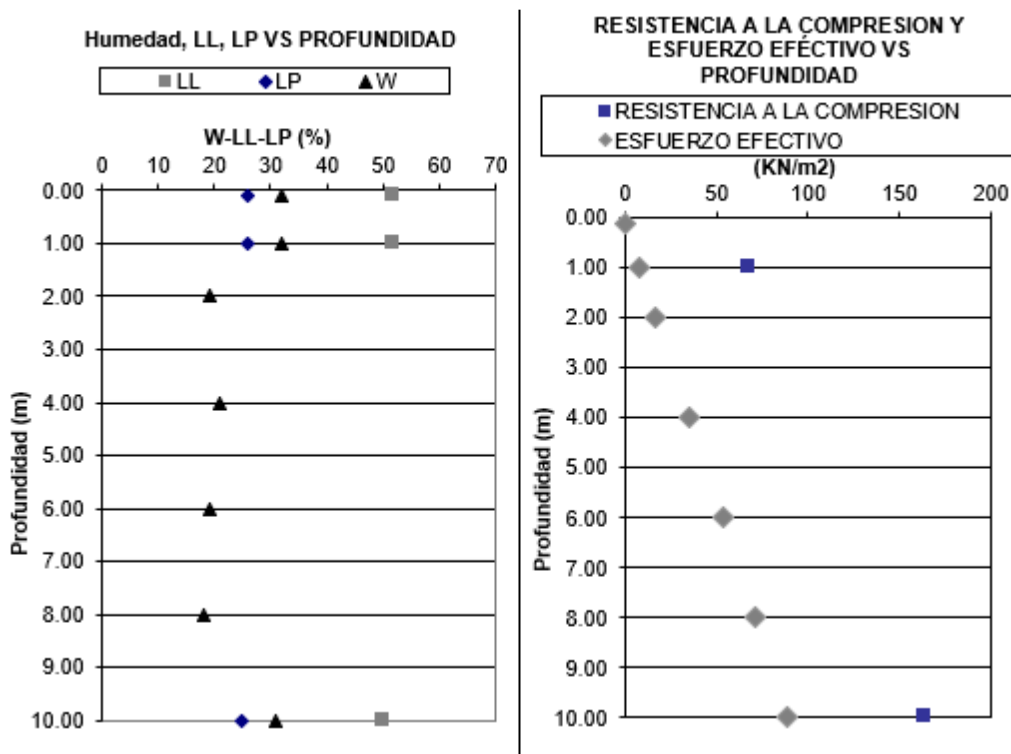
9.20 – 10.00 m: Arcilla de alta plasticidad de color pardo vetas grises de consistencia media.

Las humedades de los materiales varían entre 18 y 32%.

El nivel freático se registró a 0.40 m de profundidad.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 38** Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo 10.



Fuente: Equipo consultor, 2021

### Sondeo 10.1

0.00 – 0.10 m: Capa vegetal.


0.10 – 1.40 m: Arcilla de alta plasticidad de color pardo vetas grises de consistencia media.

1.40 – 9.20 m: Arena limosa de color pardo vetas grises en estado de densidad suelto.

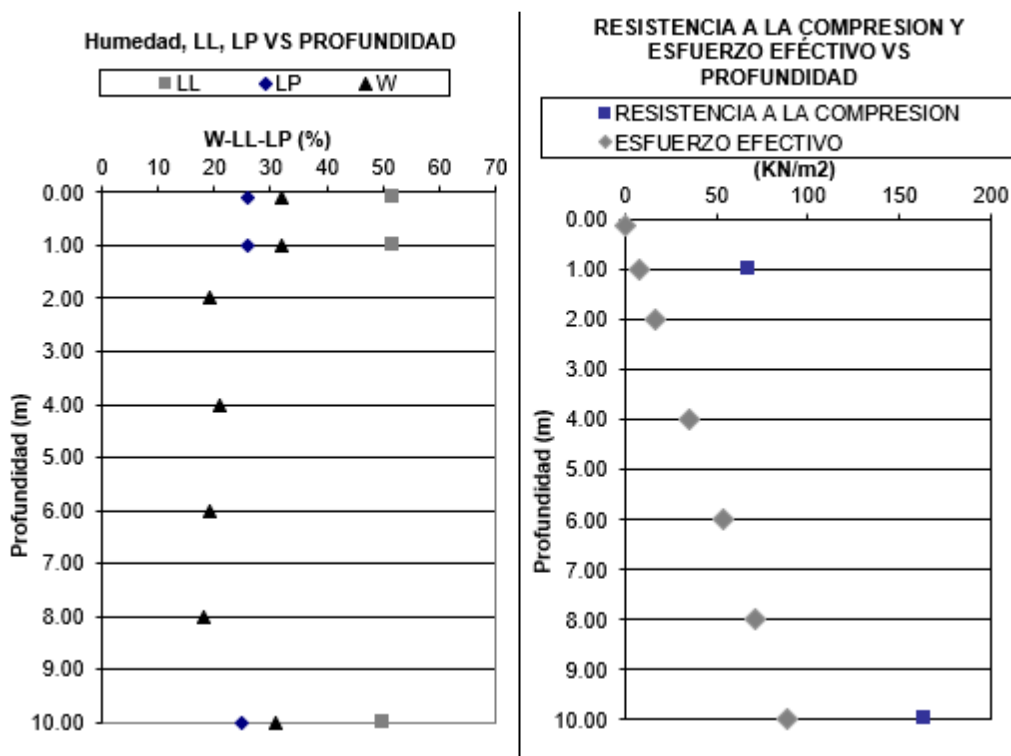
9.20 – 10.00 m: Arcilla de alta plasticidad de color pardo vetas grises de consistencia media.

Las humedades de los materiales varían entre 18 y 32%.

El nivel freático se registró a 0.40 m de profundidad.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 39** Variación de humedades y de esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo 10.1



Fuente: Equipo consultor, 2022

#### 5.1.8.4 DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO Y GEOTÉCNICOS

Con el fin de establecer el tipo de suelo y sus condiciones mecánicas, se realizaron las siguientes actividades:

##### 1. Determinación del peso unitario de suelos de grano fino y densidad relativa ( $D_r$ ) de suelos de grano grueso.

El peso unitario en estado húmedo o saturado, para suelos finos, se obtiene mediante mediciones directas sobre las muestras inalteradas. Se obtiene el peso y sus dimensiones (diámetro y altura), determinando así cada peso y volumen en particular, y la relación peso / volumen, determina el peso unitario o volumétrico del espécimen. La densidad relativa 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

suelos de grano grueso está en función del número de golpes corregido, el esfuerzo efectivo y la presión atmosférica, así como se muestra a continuación:

$$Dr = \left( \frac{(N1)60}{(17 + 24(\frac{\delta'o}{Pa}))} \right)^{0,5}$$

Donde:

Dr: Densidad relativa del suelo.

(N1)60: Número de golpes corregido por confinamiento.

δ'o: Esfuerzo efectivo del suelo.

Pa: Presión atmosférica (≈100 KN/m2).

## 2. Estandarización del número de penetración estándar.

Se estandarizó el número de penetración estándar de campo asumiendo que la energía aplicada corresponde a:

$$N60 = N * NH * NB * NS * NR$$

Dónde:

N: Número de golpes tomados en campo.

ηH: Factor dependiente del tipo de martillo y la liberación del mismo.

ηB: Factor dependiente del diámetro de la tubería de revestimiento.

ηS: Factor dependiente del tipo de muestreador.

ηR: Factor dependiente de la longitud de la barra.

Utilizando un factor de corrección en función del esfuerzo efectivo del suelo se obtiene (N1)60 (Número de golpes corregido por confinamiento), esta última corrección se hace cuando se está en presencia de materiales friccionantes, utilizando la siguiente fórmula:

$$CN = \sqrt{\frac{1}{\frac{\delta'o}{Pa}}}$$

Dónde:

δ'o: Esfuerzo efectivo del suelo.

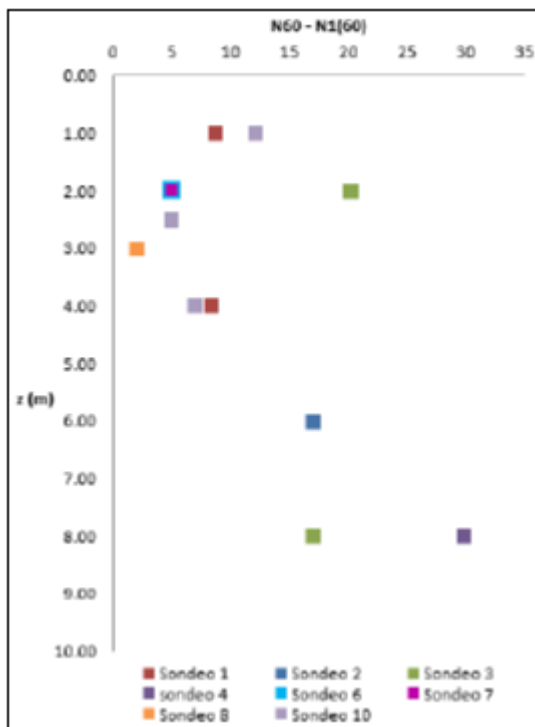
Pa: Presión atmosférica (≈100 KN/m2).

La siguiente gráfica muestran la variación del número de golpes corregido en función de la profundidad para los suelos encontrados en el sitio de construcción:



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 40** Variación del número de golpes corregido N160 con la profundidad (z)



**Fuente:** Equipo consultor, 2021

La grafica relaciona la resistencia del suelo en función del número de golpes a medida que se profundiza en la exploración, presentado materiales finos de consistencia variable de media a firme y materiales granulares en estado de densidad suelta.

### 3. Obtención de los parámetros de resistencia al corte de los estratos

La obtención de los parámetros de resistencia al corte de cada estrato de suelo ( $C_u$  y  $\phi$ ), se logró de la siguiente forma:

- **Cohesión no drenada:** Para los suelos cohesivos, los valores de cohesión inconfundida, fueron tomados directamente de los ensayos de compresión simple en muestras inalteradas, y en el caso de las muestras alteradas se calculó mediante la correlación de Stroud, dada por la siguiente formulación:

$$C_u = KN60$$

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Dónde:

Cu: Cohesión no drenada.

K: Se encuentra en el rango de 3.50 – 6.50 KN/m<sup>2</sup> (0.507 – 0.942 lbs/pulg<sup>2</sup>).

N60: Número de penetración estándar obtenido en campo, corregido por energía.

- **Ángulo de fricción:** Para los suelos arenosos, el ángulo de fricción se determinó a través de la metodología de Japan Road Boreau, cuyo valor promedio se obtiene de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\phi = 15^\circ + \sqrt{15(N1)60}$$

Dónde:

(N1)60: Número de penetración estándar obtenido en campo, corregido por energía y confinamiento.

- **Módulos de elasticidad:** Los valores de módulo de elasticidad se obtienen a partir de valores de Cu, con factores entre 250 y 500 para arcillas normalmente consolidadas y 750 y 1000 para arcillas preconsolidadas y para arenas es calculado de acuerdo con la siguiente formulación:

$$Es = 0.5 (N60 + 15)$$

Dónde:

Es: Modulo de elasticidad (Mpa).

N60: Número de golpes corregido por energía.

A continuación, se muestran los perfiles de diseño del suelo, los cuales son realizados con los parámetros obtenidos de los ensayos de laboratorio y utilizando las metodologías descritas en párrafos anteriores, generándose 3 perfiles tipo de acuerdo con la geología de la zona:

**Tabla 42** Características generales del suelo

PERFIL DEL SUELO SONDEOS 1,2,3 Y 4				
Profundidad (m)	Peso específico (KN/m <sup>3</sup> )	Cohesión (KN/m <sup>2</sup> )	Módulo de elasticidad E(KN/m <sup>2</sup> )	Relación de Poisson u
1.00	19.70	74.71	14941	0.50
2.00	18.94	117.88	23576	0.50
4.00	19.56	92.64	18527	0.50



 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

PERFIL DEL SUELO SONDEOS 1,2,3 Y 4				
Profundidad (m)	Peso específico (KN/m3)	Cohesión (KN/m2)	Módulo de elasticidad E(KN/m2)	Relación de Poisson u
6.00	19.99	86.69	17339	0.50
8.00	19.02	129.30	25860	0.50
10.00	18.98	130.62	26123	0.50

Fuente: Equipo consultor, 2021

**Tabla 43** Características generales del suelo

PERFIL DEL SUELO SONDEOS 5 y 9				
Profundidad (m)	Peso específico (KN/m3)	Cohesión (KN/m2)	Módulo de elasticidad E(KN/m2)	Relación de Poisson u
1.00	20.44	157.51	31502	0.50
2.00	20.39	123.63	24727	0.50
4.00	20.71	43.09	8617	0.50
6.00	19.87	47.34	9467	0.50
8.00	19.03	62.85	12570	0.50
10.00	18.43	43.90	8780	0.50

Fuente: Equipo consultor, 2021

**Tabla 44** Características generales del suelo

PERFIL DEL SUELO SONDEOS 6,7 y 8					
Profundidad (m)	Peso específico (KN/m3)	Cohesión (KN/m2)	Ángulo de fricción (o)	Módulo de elasticidad E (KN/m2)	Relación de Poisson u
1.00	19.98	82.37		16475	0.50
2.00	19.81		24	11250	0.40
3.00	21.60		30	9000	0.40
4.00	19.15	22.78		4555	0.50
6.00	19.12	38.33		7666	0.50
8.00	18.35	67.97		13595	0.50
10.00	18.65	14.00		2799	0.50

Fuente: Equipo consultor, 2021



 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Tabla 45** Características generales del suelo

PERFIL DEL SUELO SONDEOS 6,7 y 8					
Profundidad (m)	Peso específico (KN/m3)	Cohesión (KN/m2)	Ángulo de fricción (o)	Módulo de elasticidad E (KN/m2)	Relación de Poisson u
0.10	CAPA VEGETAL				
1.00	18.47	33.76		6752	0.50
2.00	19.04		29	9500	0.40
4.00	19.36		30	10000	0.40
6.00	19.04		31	10500	0.40
8.00	18.88		33	11500	0.40
10.00	19.00	81.90		16380	0.40

**Fuente:** Equipo consultor, 2022


En total se proyecta la construcción de 36 antenas, por lo tanto, se asocian las antenas identificadas con números del 1 al 36, con los perfiles de suelo que le corresponden:

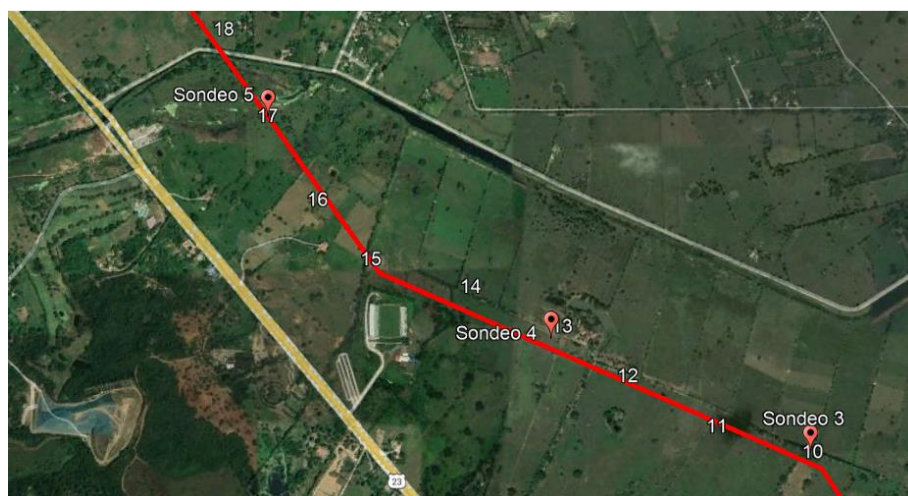
**Tabla 46** Antenas correspondientes a cada tipo de suelo

Perfil de suelo	Sondeos	Antenas
Tipo 1	1,2,3 y 4	bahía, 1 a 15
Tipo 2	5 y 9	16 a 19 y 34
Tipo 3	6,7,8 y 10	20 a 33, 35, 36 y bahía
Tipo 4	10.1	36 y bahía

**Fuente:** Equipo consultor, 2022


Las siguientes figuras muestran la ubicación de las antenas y los sondeos realizados:

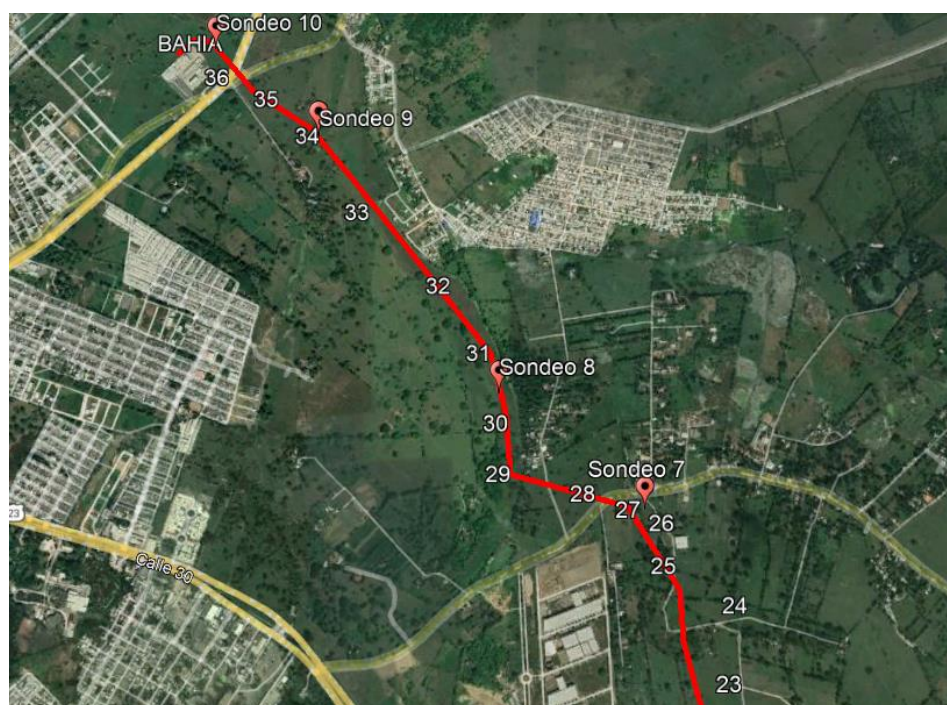
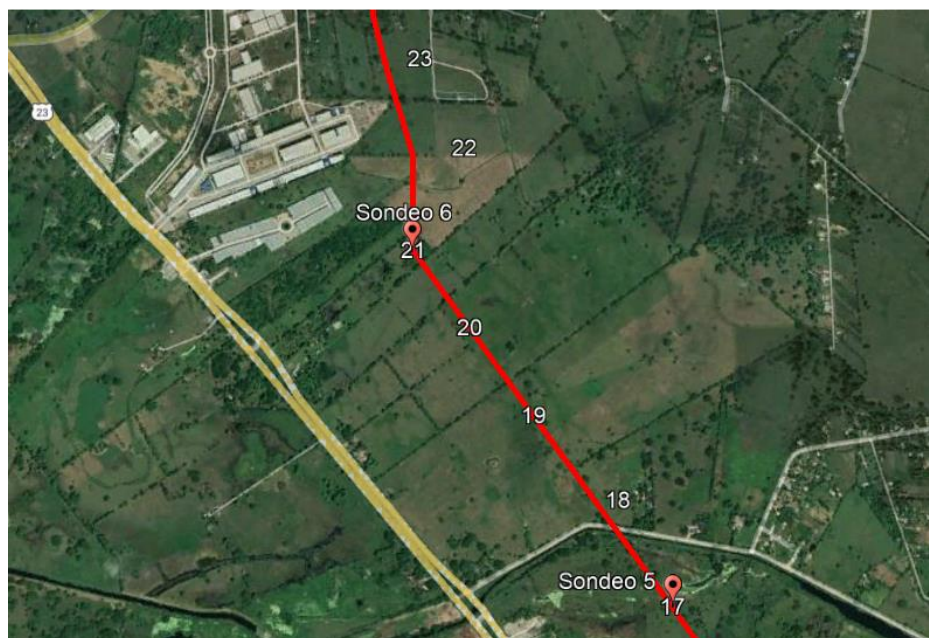
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



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)



 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 4. Evaluación de las características especiales de los suelos

##### Potencial de expansión.

El material fino que conforma el subsuelo del proyecto tiene valores de límite líquido contenidos en el rango de 22 y 59% y un índice plástico del 3 y 39%, lo cual de acuerdo con lo establecido en el título H de la norma NSR-10, cualifica los suelos con potencial expansiva variable de bajo a alto.

La fracción fina que conforma el material granular tiene un valor de límite líquido de 26% y un índice plástico del 12%, lo cual cualifica los suelos con potencial expansivo bajo.

**Tabla 47** Antenas correspondientes a cada tipo de suelo

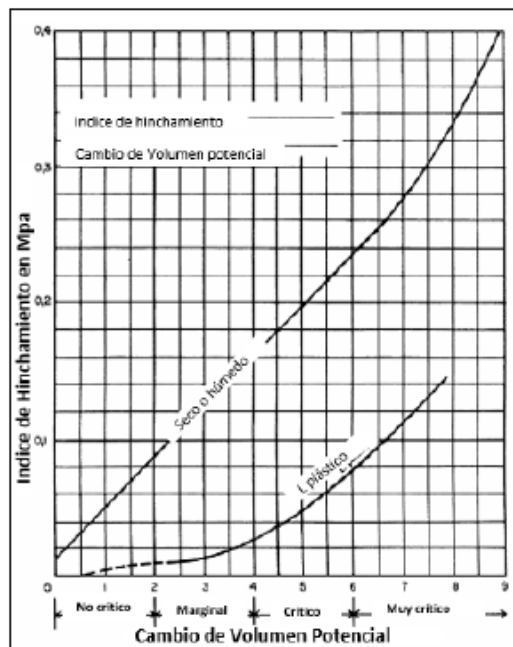
Potencial de expansión	Límite líquido LL, en (%)	Índice de plasticidad, IP, en (%)
Muy alto	>63	>32
Alto	50-63	23-45
Medio	39-50	12-34
Bajo	<39	<20

**Fuente:** Equipo consultor, 2021

Teniendo en cuenta el potencial expansivo alto de algunas de las muestras encontrados en los sondeos 2, 3 y 9, se consideró necesario realizar ensayo de determinación del potencial de expansividad de un suelo en el aparato de lambe de acuerdo con la norma INV.E-120-13, el ensayo consiste en identificar suelos que puedan presentar problemas de expansión, es decir de cambio de volumen, como consecuencia de las variaciones en su contenido de humedad. A estos efectos, el cambio de volumen potencial de un suelo queda comprendido dentro de uno de los cuatro grupos siguientes: No crítico, marginal, crítico y muy crítico. Los resultados obtenidos en el ensayo se muestran a continuación:

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 41** Curvas para determinar el porcentaje de PVC de expansión (según Lambe)



**Fuente:** Consultor a partir de INVIAS120-13, 2021

El cambio volumétrico potencial se deduce mediante el índice de hinchamiento, el cual se define como la presión necesaria para reducir el hinchamiento de la muestra a un valor muy pequeño, del ensayo para la muestra en estudio, se obtuvo magnitud de índice de hinchamiento, con esta magnitud y las condiciones iniciales de humedad del suelo ensayado, se determina el cambio de volumen potencial (PVC) en la gráfica anterior.

En la siguiente tabla se resumen los valores obtenidos para los ensayos realizados:

**Tabla 48** Clasificación en la expansividad

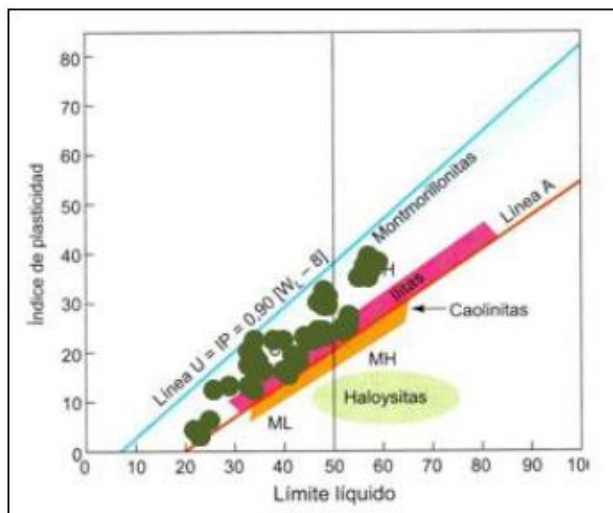
Sondeo	Profundidad (m)	Índice de hinchamiento	Cambio de volumen potencial % PVC	Potencial expansivo
2	0.50-1.00	0.047	5.2	Crítico
3	3.50-4.00	0.044	5.1	Crítico
9	0.50-1.00	0.033	4.4	Crítico

**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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

La siguiente gráfica permite estimar la mineralogía del material fino conformante del subsuelo.

**Figura 42** Carta de plasticidad del proyecto



**Fuente:** Equipo consultor, 2021

Se observa que la tendencia de las muestras es hacia la familia mineralógica de las Illitas y a las Montmorillonitas. Las illitas son materiales con estructura mineralógica 2:1, 2 capas de tetraedros de sílice por un octaedro de alúmina, en estos materiales los átomos de silicio han sido reemplazados por aluminio y, además están presentes iones de potasio entre las hojas tetraédricas de los materiales adyacentes. Por su parte las montmorillonitas estructuralmente se componen por una capa central que contiene aluminio y magnesio coordinados octaédricamente en forma de óxidos e hidróxidos. La unión entre minerales individuales es débil, por lo cual el agua se inserta con facilidad, pudiendo generar hinchamiento del suelo. Además de ser expansiva, la montmorillonita es muy plástica y se contrae al secarse.

#### **Potencial de licuación.**

En los sondeos 6, 7, 8 y 10 se encuentran estratos arenosos en estado de densidad suelto, con finos menores al 35% y por debajo del nivel freático, por lo que se hace necesario evaluar el factor de seguridad frente a la licuación.

A continuación, se evalúa el potencial de licuación, empleando el método empírico simplificado, a partir de los resultados obtenidos de ensayos de penetración estándar.

Las dos variables sísmicas primarias utilizadas en el análisis se describen a continuación:



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

a) La excitación sísmica de la capa de suelo, expresada en términos de la relación de esfuerzos cíclicos promedios ( $CSR = \tau_{pro} / \delta'v_o$ ).

b) La capacidad de la capa de suelo para resistir la licuación, en términos de la relación de resistencia cíclica (CRR).

En la mayoría de los procedimientos empíricos, el valor promedio de la relación de esfuerzos cortantes cíclicos (CSR) inducidos por el sismo se estima de los análisis de la respuesta dinámica del subsuelo, o mediante la siguiente ecuación recomendada por Seed e Idriss (1971) y adoptada por las NSR colombiana.

$$CSR = \frac{\tau_{av}}{Q'v_o} = 0,65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{Q'v_o}{Q'v_o} \cdot r_d$$

Dónde:

$a_{max}$ : Máxima aceleración que se espera en el lugar según las leyes de atenuación, amplificada por el efecto de sitio, considerando que los suelos no se licúan y que las presiones de poros no se incrementan en el proceso.

$\delta v_o$  y  $\delta'v_o$ : Esfuerzos verticales total y efectivo.

$r_d$ : Factor de reducción de esfuerzos, el cual varía ampliamente con la profundidad dependiendo del perfil de suelos.


Youd e Idriss (1997) recomiendan las siguientes ecuaciones para calcular los valores promedio de  $r_d$ .

$$r_d = \begin{cases} 1 - 0.00765z & z < 9.2 \text{ m} \\ 1.174 - 0.0267z & 9.2 < z < 23 \text{ m} \\ 0.744 - 0.008z & 23 < z < 30 \text{ m} \\ 0.50 & z > 30.0 \text{ m} \end{cases}$$

Para determinar la resistencia a la licuación de los suelos arenosos, la relación CSR se compara con la relación CRR. Esta última se obtiene de correlaciones empíricas entre la relación de esfuerzos cíclicos requeridos para causar licuación y los valores de N (SPT) normalizados por profundidad y energía de los golpes del martillo (valores de (N1)60). Para este caso en particular se empleó la fórmula de Rauch, mostrada a continuación.

$$CRR_{7.5} = \frac{1}{34 - (N1)60} + \frac{(N1)60}{135} + \frac{50}{(10 - (N1)60 + 45)} - \frac{1}{200}$$



 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Adicionalmente, para aplicar el procedimiento simplificado se requieren factores de escala por la magnitud del sismo (MSF). Factores determinados por diferentes autores son presentados en la siguiente tabla:

**Tabla 49** Factores de ajuste según la magnitud del sismo

MSF (según)		MAGNITUD DEL SISMO						
		5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
Seed e Idriss (1982)		1.43	1.32	1.19	1.08	1.00	0.94	0.89
Idriss (1995)		2.20	1.76	1.44	1.19	1.00	0.84	0.72
Ambrasey (1988)		2.86	2.20	1.69	1.30	1.00	0.67	0.44
Arango (1996)	S. Distanci a	3.00	2.00	1.60	1.25	1.00	0.75	-
	S. Energia	2.20	1.65	1.40	1.10	1.00	0.85	-
Andrus y Stokoe (1997)		2.80	2.10	1.60	1.25	1.00	0.80	0.65
Youd y Noble (1997)	PI<20%	2.86	1.93	1.34	1.00	-	-	-
	PI<32%	3.42	2.35	1.66	1.20	-	-	-
	PI<50%	4.44	2.92	1.99	1.39	1.00	0.73	0.56

Fuente: Youd y Noble, 1997

**Tabla 50.** Factores de ajuste según la magnitud del sismo

Sondeo	Profundidad (m)	(N1) 60	CSR	CRR7,5	CRR7,5/CSR	FS5,5	FS6	FS6,5
6	2.00	5	0.085	0.097	1.135	3.18	2.38	1.82
7	2.00	5	0.085	0.097	1.130	3.16	2.37	1.81
8	3.00	2	0.095	0.069	0.725	2.03	1.52	1.16
10.1	2.00	4	0.14	0.08	0.56	1.58	1.18	0.90
10.1	4.00	5	0.13	0.09	0.65	1.83	1.37	1.05

Fuente: Equipo consultor, 2021

De acuerdo con el factor de seguridad básico mínimo directo recomendado en el título H de la NSR-10, igual a 1.05, el suelo se encuentra seguro ante sismos hasta de magnitud 5.5 en la escala de Richter.

**Nota:** El Caribe Colombiano, es considerado como de sismicidad baja de acuerdo con la información histórica existente; como fuentes sismográficas en el área se destacan las fallas Oca, Cuiza, Santa Marta, Urumita, Punta Canoa y Rosario, estas donde últimas postuladas por Vernet y otros (1993), con dirección E-W. Del mismo modo se consideran como fuentes



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

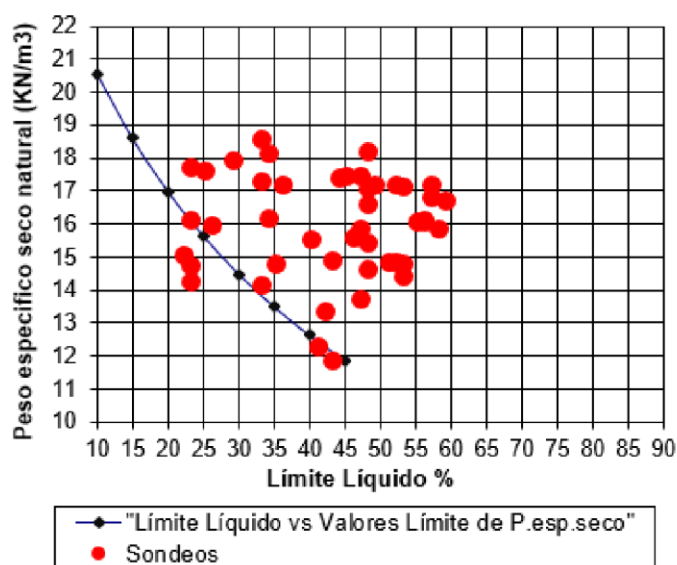
sismogénicas de primer orden la falla de Romeral, Mamonal de dirección NNE y el cinturón deformado del caribe meridional.

La región se caracteriza por el registro histórico de sismos en la mayoría de magnitud MS entre 4.1 – 5.5 y menores, debido a esto el anterior análisis se realiza hasta sismos de 5.5 en la escala de Richter.

### Potencial de colapso.

La siguiente gráfica evalúa el potencial de colapso de las muestras de suelo del proyecto, al definir qué suelos tienen una relación de vacíos que permitiría que su contenido de agua excediera al valor del límite líquido al estar saturado.

**Figura 43** Evaluación de la potencialidad de colapso de los suelos del proyecto



**Fuente:** Braja M. Das, "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones".

La mayoría de los puntos se encuentran localizados por encima de la línea de colapso, lo cual indica que son materiales densos no potencialmente colapsables (no sufren cambios volumétricos sustanciales al saturarse). Los puntos encontrados por debajo de la línea se encuentran permanentemente saturados al estar por debajo del nivel freático, factor que inhibe los procesos de colapso.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

## 5. ANÁLISIS GEOTÉCNICO.

### Condición del subsuelo

Se identifican de acuerdo con la geología de la zona 3 perfiles de suelo tipo los cuales se describen a continuación:

- Perfil de suelo tipo 1: Corresponde a los sondeos 1, 2, 3 y 4, clasificados como arcillas de plasticidad variable de baja a alta, algunas con porcentajes significativos de arena, de consistencia variable de media muy firme, presentándose un estrato de arena limosa con un 47.93% de material fino en estado de densidad suelto en el sondeo 4 entre 1.50 y 3.95 m. No se registra la presencia del nivel freático.
- Perfil de suelo tipo 2: Corresponde a los sondeos 5 y 9, clasificados como arcillas de mediana plasticidad de consistencia variable de media muy firme. Se registra la presencia del nivel freático entre 2.80 y 3.00 m.
- Perfil de suelo tipo 3: Corresponde a los sondeos 6, 7, 8 y 10, clasificados como arcillas de plasticidad variable de baja a alta, algunas con porcentajes significativos de arena de consistencia variable de blanda a muy firme, intercalados con materiales granulares como arenas limosas y limos arenosos no plásticos en estado de densidad suelto.

Perfil de suelo tipo 4: Corresponde al sondeo 10.1, clasificado como arcilla de alta plasticidad de consistencia media, seguido de arena limosa en estado de densidad suelto, finalizando con arcilla de alta plasticidad de consistencia media. Se registra la presencia del nivel freático a 0.40 m.

### Rellenos y mejoramientos

Material seleccionado: El material recomendado para rellenar las excavaciones corresponde a material seleccionado, el cual debe cumplir con las siguientes especificaciones:

**Tabla 51** Granulometría recomendada para el material de relleno alternativa 1

Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa en peso
1-1/2"	38.1	-
1"	25.4	100
(3/4)"	19.1	90-100
(3/8)"	9.52	65-90
Nº4	4.76	45-70
Nº10	2.38	35-55

	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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa en peso
Nº40	0.43	15-35
Nº200	0.074	oct-20

**Fuente:** Equipo consultor, 2021

**Tabla 52** Granulometría recomendada para el material de relleno alternativa 2

Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa en peso
1-1/2"	38.1	100
1"	25.4	100
(3/4)"	19.1	80-100
(3/8)"	9.52	60-85
Nº4	4.76	40-65
Nº10	2.38	30-50
Nº40	0.43	13-30
Nº200	0.074	9-18

**Fuente:** Equipo consultor, 2021

- Tamaño máximo 1.50".
- Limite líquido inferior a 25%.
- Índice plástico inferior a 10%.

El material se debe compactar hasta alcanzar densidades iguales o superiores al 95% de su máxima densidad Próctor Modificado.

#### Concreto ciclópeo.

El agregado ciclópeo será roca triturada o canto rodado de buena calidad. El agregado será preferiblemente angular y su forma tenderá a ser cúbica. La relación entre las dimensiones mayor y menor de cada piedra no será mayor que dos a uno (2:1).

El tamaño máximo admisible del agregado ciclópeo dependerá del espesor y volumen de la estructura de la cual formará parte.

El material constitutivo del agregado ciclópeo no podrá presentar un desgaste mayor de cincuenta por ciento (50%), al ser sometido a la prueba de Los Ángeles, gradación E, según la norma de ensayo INV E-219.

La colocación del agregado ciclópeo para el concreto clase G, se deberá ajustar al siguiente procedimiento:



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

La piedra limpia y húmeda, se deberá colocar cuidadosamente a mano, sin dejarla caer por gravedad en la mezcla de concreto simple, para no causar daño a las formaleas o al concreto adyacente parcialmente fraguado.

Si se interrumpe la fundición, al dejar una junta de construcción se deben dejar piedras sobresaliendo no menos de diez centímetros (10 cm) para formar una llave. Antes de continuar el vaciado del concreto se deberá limpiar la superficie donde se colocará el concreto fresco y humedecerse la misma con agua limpia.

La proporción máxima del agregado ciclópeo será el cuarenta por ciento (40%) del volumen total de concreto con el requisito indispensable de que cada piedra en su ubicación definitiva debe estar totalmente rodeada de concreto simple.

## 6. CIMENTACIÓN.

De acuerdo con los perfiles tipo determinados se analizan cimientos correspondientes a zapatas aisladas de sección cuadrada fuertemente rigidizadas con vigas de cimentación.

### Diseño perfil de suelo tipo 1.

Se recomienda transmitir las cargas generadas a través de cimientos aislados de sección cuadrada fuertemente rigidizados con vigas de cimentación.

### Dimensión de los cimientos.

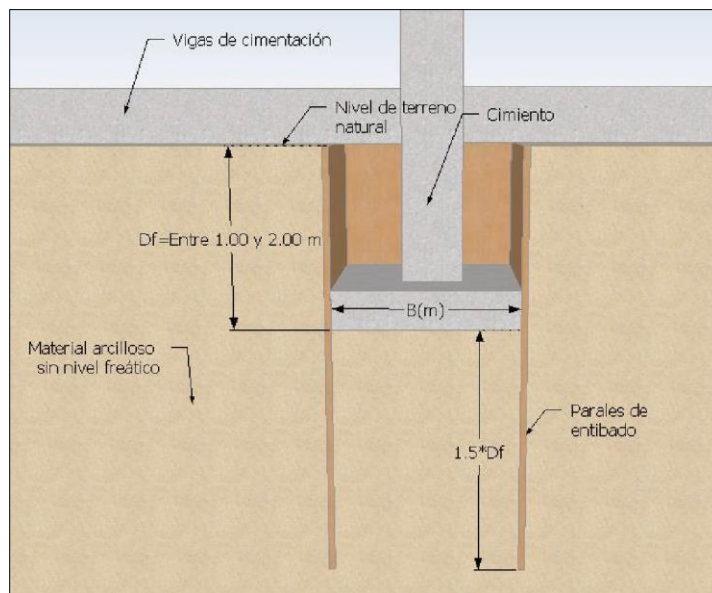
Se realiza una sensibilización numérica de la capacidad de carga con base en la geometría de la cimentación, para ello se harán cálculos variando el ancho del cimiento entre 1.00 m y 5.00 m cada 1.00 metro de longitud.

### Profundidad de apoyo.

Se realiza el análisis para profundidades de desplante entre 1.00 y 2.00 m con variaciones cada 0.50 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 44** Esquema de cimentación





**Fuente:** Equipo consultor, 2021

#### Capacidad de carga vertical.

La capacidad de carga última ha sido obtenida mediante la fórmula general de Meyerhof y empleando los factores de capacidad de carga de Hasen. Para obtener la magnitud de la capacidad de carga admisible ( $q_a$ ) se ha utilizado un factor de seguridad mayor a 3.00 con el fin de mantener el factor de seguridad por capacidad de carga profunda en rangos tolerables. Los valores obtenidos se presentan a continuación:

**Tabla 53** Capacidad de carga admisible ( $q_a$ ) en función de la geometría del cimiento.

Df (m)	B (m)	L (m)	$q_a$	Carga P
			(KN/m <sup>2</sup> )	(KN)
1.00	1.00	1.00	155.63	155.63
1.00	2.00	2.00	142.54	570.16
1.00	3.00	3.00	134.90	1214.06
1.00	4.00	4.00	131.07	2097.17
1.00	5.00	5.00	128.78	3219.48
1.50	1.00	1.00	167.15	167.15
1.50	2.00	2.00	156.47	625.89
1.50	3.00	3.00	145.00	1305.03

 	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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Df (m)	B (m)	L (m)	qa	Carga P
			(KN/m²)	(KN)
1.50	4.00	4.00	139.27	2228.31
1.50	5.00	5.00	135.83	3395.72
2.00	1.00	1.00	175.32	175.32
2.00	2.00	2.00	160.56	642.23
2.00	3.00	3.00	155.11	1369.00
2.00	4.00	4.00	147.47	2359.45
2.00	5.00	5.00	142.88	3571.97

Fuente: Equipo consultor, 2021

Dónde:

Df: Profundidad de apoyo.

B: Ancho del cimiento.

L: Longitud del cimiento.

qa: Capacidad de carga admisible.

P: Carga máxima admisible.

### Asentamientos

El asentamiento total del suelo es calculado como la suma de los asentamientos elásticos y los asentamientos por consolidación, para las capacidades de carga de cada cimiento.

### Asentamientos elásticos

Los asentamientos han sido calculados basándose en la teoría de Bjerrum, la cual permite obtener los asentamientos elásticos de la masa de suelo:

$$A = \Delta\sigma B \frac{1 - \mu^2}{E_s} I_{wu} \mu^2$$

Dónde:

B: Ancho de la cimentación.

$\Delta\sigma$ : Incremento de esfuerzo.

$E_s$ : Módulo de elasticidad del suelo.

$\mu$ : Módulo de poisson.

$I_{wu}$ : Coeficiente en función de la relación H/B y L/B.

$\mu^2$ : Coeficiente en función de la relación Df/B.

IW: Factor de influencia.

### Asentamientos por consolidación



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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

El asentamiento por consolidación ha sido calculado con la siguiente metodología:

$$S_c = \frac{\Delta e}{1 + e_0} H$$

Dónde:

$S_c$ : Asentamiento por consolidación.

$\Delta e$ : Cambio total de la relación de vacíos.

$e_0$ : Relación de vacíos inicial.

H: Altura del estrato.

El cambio total de la relación de vacíos ( $\Delta e$ ) es calculada con las siguientes ecuaciones:

$$\Delta e = C_c * \log \frac{\sigma'_o + \Delta \sigma'}{\sigma'_o} \text{ (para arcillas normalmente consolidadas)}$$

$$\Delta e = C_r * \log \frac{\sigma'_o + \Delta \sigma'}{\sigma'_o} \text{ (para arcillas sobreconsolidadas con } \sigma'_o + \Delta \sigma' < \sigma'_c \text{)}$$

$$\Delta e = C_r * \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_o} + C_c * \log \frac{\sigma'_o + \Delta \sigma'}{\sigma'_c} \text{ (para arcillas sobreconsolidadas con } \sigma'_o + \Delta \sigma' < \sigma'_c \text{)}$$

Dónde:

$\sigma'_o$ : Esfuerzo efectivo del suelo.

$\Delta \sigma$ : Incremento de esfuerzo por la construcción de la edificación.

$\sigma_c$ : Esfuerzo de preconsolidación.

$C_c$ : Índice de compresión.

$C_r$ : Índice de recompresión.

El valor de  $C_c$  y  $C_r$  se toma del ensayo de consolidación realizado para el presente proyecto.

#### Asentamiento local.

Es calculado como la suma de los asentamientos elásticos y los asentamientos por consolidación, los valores obtenidos se muestran a continuación:

**Tabla 54** Asentamiento total

Df (m)	B (m)	L (m)	Se (mm)	Sc (mm)	S total (mm)
1.00	1.00	1.00	1.93	8.53	10.45
1.00	2.00	2.00	3.13	12.49	15.62
1.00	3.00	3.00	4.80	14.94	19.74
1.00	4.00	4.00	5.11	16.74	21.86
1.00	5.00	5.00	5.43	21.85	27.28
1.50	1.00	1.00	1.82	7.61	9.43
1.50	2.00	2.00	3.21	11.70	14.91

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Df (m)	B (m)	L (m)	Se (mm)	Sc (mm)	S total (mm)
1.50	3.00	3.00	4.38	14.07	18.45
1.50	4.00	4.00	5.58	15.87	21.45
1.50	5.00	5.00	6.27	21.06	27.33
2.00	1.00	1.00	1.69	6.88	8.57
2.00	2.00	2.00	3.00	10.65	13.65
2.00	3.00	3.00	3.82	13.42	17.23
2.00	4.00	4.00	5.11	15.19	20.30
2.00	5.00	5.00	6.59	20.44	27.04

**Fuente:** Equipo consultor, 2021

Dónde:

Df: Profundidad de apoyo.

B: Ancho del cimiento.

L: Longitud del cimiento.

Se: Asentamientos elásticos.

Sc: Asentamientos por consolidación.

S total: Asentamientos total.

Los asentamientos se consideran satisfactorios debido a que son inferiores al valor máximo dado en el título H de la NSR-10, es decir, 150 mm para construcciones entre medianeros siempre y cuando no se afecten las construcciones vecinas.

### Capacidad de levantamiento de cimentaciones

La capacidad de levantamiento última,  $Q_u$ , de una cimentación en un suelo puramente cohesivo se puede expresar como:

$$Q_u = A (\gamma D_f + C_u F_c) \quad (1)$$

Dónde:

A: Área de la cimentación.

$C_u$ : Resistencia cortante no drenada del suelo.

$F_c$ : Factor de desconexión.

El factor de desconexión  $F_c$  aumenta con la relación de empotramiento y alcanza un valor máximo de  $F_c = F^* c$  en  $D_f / B = (D_f / B)_{cr}$  y después permanece constante.

Das (1978) también reportó algunos resultados de pruebas en modelos con cimentaciones cuadradas y rectangulares. Con base en estos resultados de prueba, propuso 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

$$\left(\frac{Df}{B}\right)Cr - cuadrada = 0.107cu + 2.5 \leq 7 \quad (2)$$

Dónde:

$(Df/B)Cr$ -cuadrada: Relación de empotramiento crítica de cimentaciones cuadradas (o circulares).

Cu: Cohesión no drenada, en KN/m<sup>2</sup>.

Das (1980) también observo que:

$$\left(\frac{Df}{B}\right)Cr - rectangular = \left(\frac{Df}{B}\right)Cr - cuadrada(0.73 + 0.27\left(\frac{Df}{B}\right)) \leq 1.55\left(\frac{Df}{B}\right) \quad (3)$$

Dónde:

$(Df/B)Cr$ -rectangular: Relación de empotramiento crítica de cimentaciones rectangulares.  
L: Longitud de la cimentación.

Con base en estas averiguaciones, Das (1980) propuso un procedimiento empírico para obtener los factores de desconexión para cimentaciones superficiales y profundas. Según este procedimiento,  $\alpha$  y  $\beta$  son dos factores adimensionales definidos como

$$\alpha = \frac{\frac{Df}{B}}{\left(\frac{Df}{B}\right)cr} \quad (4)$$

$$\alpha = \frac{Fc}{F * c} \quad (5)$$

Para una cimentación dada, la relación de empotramiento crítica se puede calcular utilizando las ecuaciones 2 y 3. La magnitud de  $Fc^*$  se puede obtener con la relación empírica siguiente:

$$F * c - rectangular = 7.56 + 1.344\left(\frac{B}{L}\right)$$

Dónde:

$F^*c$ -rectangular: Factor de desconexión para cimentaciones rectangulares profundas.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

En la Figura 20 se muestran los trazos deducidos experimentalmente (límite superior, límite inferior y promedio de  $\beta' \gamma \sigma'$ ). El siguiente es un procedimiento paso a paso para estimar la capacidad de levantamiento última.

- Paso 1. Se determina el valor representativo de la cohesión no drenada,  $C_u$ .  
Paso 2. Se determina la relación crítica de empotramiento utilizando las ecuaciones 2 y 3.  
Paso 3. Se determina la relación  $D_f / B$  para la cimentación.  
Paso 4. Si  $D_f / B > (D_f / B)_{cr}$  es una cimentación superficial.  
Paso 5. Para  $D_f / B > (D_f / B)_{cr}$

$$F_c = F_{c*} = 7.56 + 1.44 (B/L)$$

Por lo tanto,

$$Q_u = A \{ [7.56 + 1.44 (B/L)] C_u + Y D_f \} \quad (6).$$

Donde A= área de la cimentación.

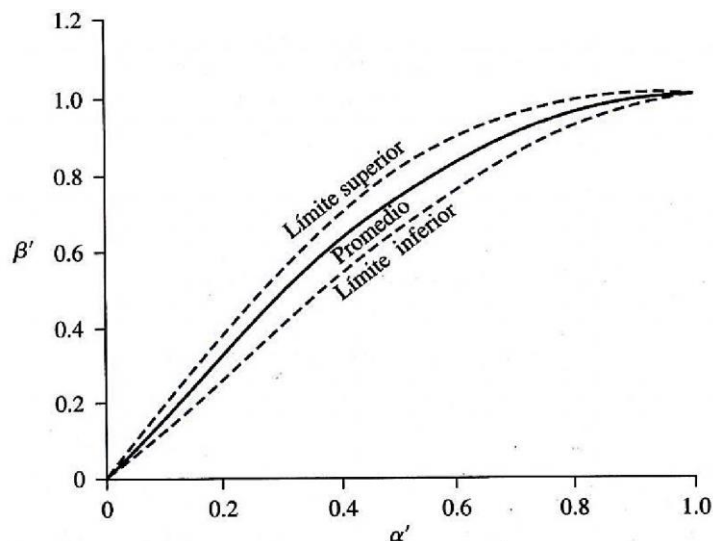
Paso 6. Para  $D_f / B \leq (D_f / B)_{cr}$

$$Q_u = A \{ \beta' F_{c*} C_u + Y D_f \} = A \{ [7.56 + 1.44 (B/L)] C_u + Y D_f \} \quad (7)$$

El valor de  $\beta'$  se puede obtener de la curva promedio de la siguiente figura. Valores de  $\sigma$  y  $\beta$  el procedimiento resumido antes da muy buenos resultados para estimar la capacidad de levantamiento última neta de cimentaciones y concuerda razonablemente bien con la solución teórica de MaríField y colaboradores (2003).

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 45** Valores de  $\sigma$  y  $\beta$




**Fuente:** Braja, Das. Fundamentos de ingeniería de cimentaciones.

Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

**Tabla 55** Capacidad de levantamiento

Df (m)	B (m)	L (m)	Qu (KN)
1.00	1.00	1.00	167.63
1.00	2.00	2.00	374.65
1.00	3.00	3.00	782.45
1.00	4.00	4.00	1175.86
1.00	5.00	5.00	1669.18
1.50	1.00	1.00	264.89
1.50	2.00	2.00	602.32
1.50	3.00	3.00	931.62
1.50	4.00	4.00	1548.62
1.50	5.00	5.00	2083.53
2.00	1.00	1.00	368.87
2.00	2.00	2.00	749.30
2.00	3.00	3.00	1443.87
2.00	4.00	4.00	1813.81
2.00	5.00	5.00	2665.98

**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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Dónde:

Df: Profundidad de apoyo de la cimentación.

B: Ancho del cimiento.

L: Longitud del cimiento.

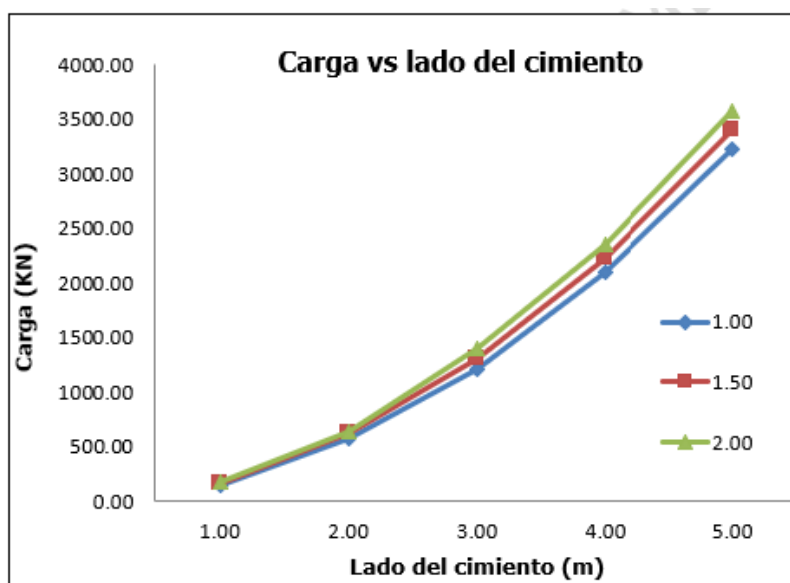
Qu: Capacidad de levantamiento de la cimentación.

Nota: Esta magnitud es última y no incluye el factor de seguridad.

### Comportamiento P (carga vertical), St (Asentamiento) y Qu (Capacidad de levantamiento) VS el lado del cimiento.

En la siguiente gráfica se representa el comportamiento de las cargas y los asentamientos para los cimientos, según su geometría.

**Figura 46** Carga vertical para zapatas de lado variable

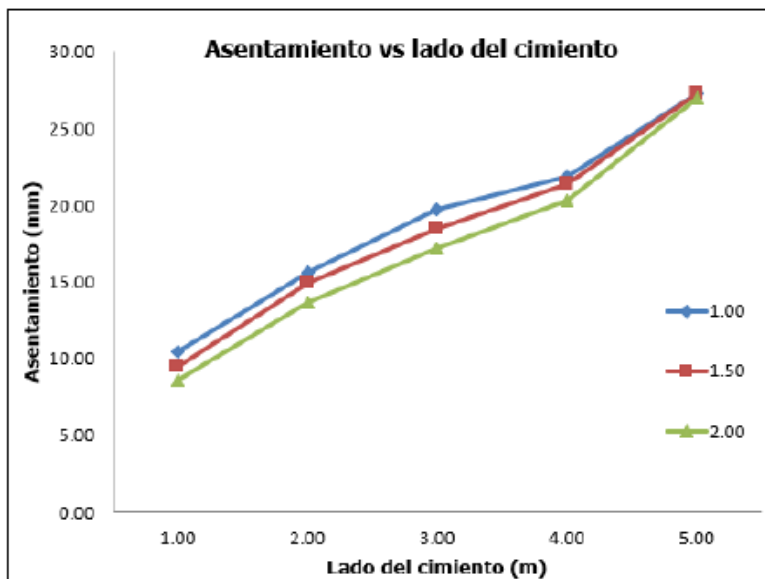


Fuente: Equipo consultor, 2021



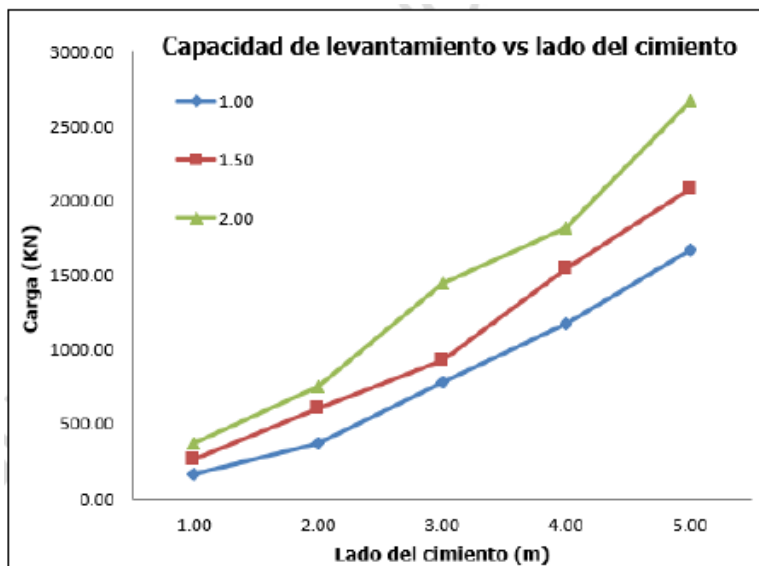
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 47** Asentamiento para zapatas de lado variable



Fuente: Equipo consultor, 2021

**Figura 48** Capacidad de levantamiento para zapatas de lado variable



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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

### Diseño perfil de suelo tipo 2.

Se recomienda transmitir las cargas generadas a través de cimientos aislados de sección cuadrada fuertemente rigidizados con vigas de cimentación.

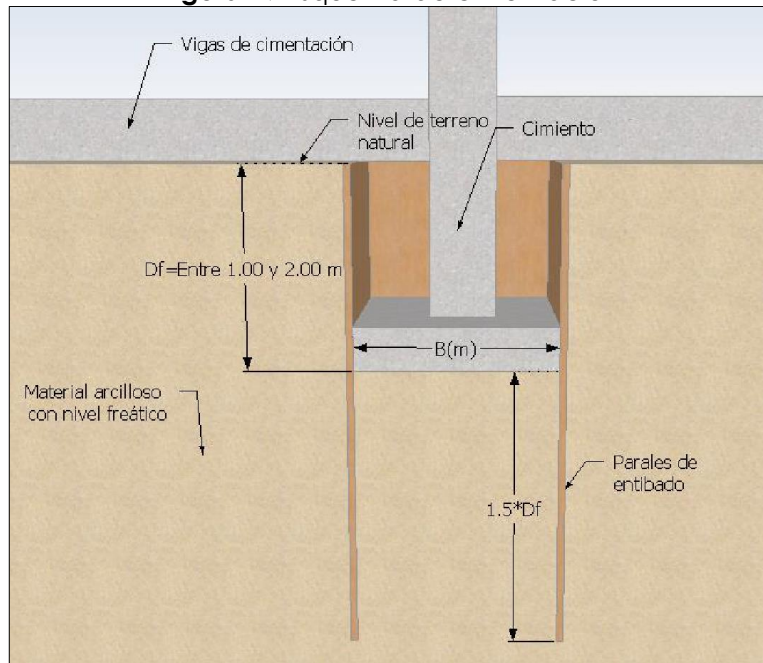
### Dimensión de los cimientos.

Se realiza una sensibilización numérica de la capacidad de carga con base en la geometría de la cimentación, para ello se harán cálculos variando el ancho del cimiento entre 1.00 m y 5.00 m cada 1.00 metro de longitud.

### Profundidad de apoyo.

Se realiza el análisis para profundidades de desplante entre 1.00 y 2.00 m con variaciones cada 0.50 m.

**Figura 49** Esquema de cimentación



**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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

### Capacidad de carga vegetal

Para obtener la magnitud de la capacidad de carga admisible ( $q_a$ ) se ha utilizado un factor de seguridad mayor a 3.00 con el fin de mantener el factor de seguridad por capacidad de carga profunda en rangos tolerables. Los valores obtenidos se presentan a continuación:

**Tabla 56** Capacidad de carga admisible ( $q_a$ ) en función de la geometría del cimiento

Df (m)	B (m)	L (m)	$q_a$ (KN/m <sup>2</sup> )	Carga P (KN)
1.00	1.00	1.00	119.22	119.22
1.00	2.00	2.00	90.98	363.93
1.00	3.00	3.00	65.94	593.49
1.00	4.00	4.00	55.77	892.24
1.00	5.00	5.00	50.14	1253.61
1.50	1.00	1.00	127.96	127.96
1.50	2.00	2.00	97.11	388.42
1.50	3.00	3.00	70.08	630.74
1.50	4.00	4.00	57.60	921.62
1.50	5.00	5.00	51.11	1277.74
2.00	1.00	1.00	134.12	134.12
2.00	2.00	2.00	102.33	409.32
2.00	3.00	3.00	73.37	660.33
2.00	4.00	4.00	59.87	957.86
2.00	5.00	5.00	51.60	1290.09

**Fuente:** Equipo consultor, 2021

Dónde:

Df: Profundidad de apoyo.

B: Ancho del cimiento.

L: Longitud del cimiento.

$q_a$ : Capacidad de carga admisible.

P: Carga máxima admisible.

### Asentamientos

La metodología utilizada es descrita en el numeral 6.1.4. Los valores obtenidos se muestran a continuación:



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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Tabla 57** Asentamiento total

Df (m)	B (m)	L (m)	Se (mm)	Sc (mm)	S total (mm)
1.00	1.00	1.00	3.67	77.24	80.91
1.00	2.00	2.00	4.71	101.44	106.15
1.00	3.00	3.00	5.59	100.06	105.64
1.00	4.00	4.00	5.67	100.19	105.86
1.00	5.00	5.00	5.38	100.41	105.79
1.50	1.00	1.00	3.28	69.62	72.90
1.50	2.00	2.00	4.69	93.46	98.16
1.50	3.00	3.00	4.75	93.26	98.01
1.50	4.00	4.00	5.34	92.49	97.82
1.50	5.00	5.00	5.48	92.66	98.14
2.00	1.00	1.00	3.01	63.43	66.44
2.00	2.00	2.00	4.59	87.01	91.60
2.00	3.00	3.00	4.35	87.29	91.64
2.00	4.00	4.00	4.81	86.90	91.71
2.00	5.00	5.00	5.54	85.68	91.22

**Fuente:** Equipo consultor, 2021

Dónde:

Df: Profundidad de apoyo.

B: Ancho del cimiento.

L: Longitud del cimiento.

Se: Asentamientos elásticos.

Sc: Asentamientos por consolidación.

S total: Asentamientos total.

Los asentamientos se consideran satisfactorios debido a que son inferiores al valor máximo dado en el título H de la NSR-10, es decir, 150 mm para construcciones entre medianeros siempre y cuando no se afecten las construcciones vecinas.

### Capacidad de levantamiento de cimentaciones

Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

**Tabla 58** Capacidad de levantamiento

Df (m)	B (m)	L (m)	Qu (KN)
1.00	1.00	1.00	105.85
1.00	2.00	2.00	253.12



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Df (m)	B (m)	L (m)	Qu (KN)
1.00	3.00	3.00	534.69
1.00	4.00	4.00	826.72
1.00	5.00	5.00	1195.00
1.50	1.00	1.00	166.52
1.50	2.00	2.00	402.90
1.50	3.00	3.00	662.72
1.50	4.00	4.00	1116.24
1.50	5.00	5.00	1550.63
2.00	1.00	1.00	231.05
2.00	2.00	2.00	506.24
2.00	3.00	3.00	999.72
2.00	4.00	4.00	1343.84
2.00	5.00	5.00	2003.00

**Fuente:** Equipo consultor, 2021

Dónde:

Df: Profundidad de apoyo de la cimentación.

B: Ancho del cimiento.


L: Longitud del cimiento.

Qu: Capacidad de levantamiento de la cimentación.

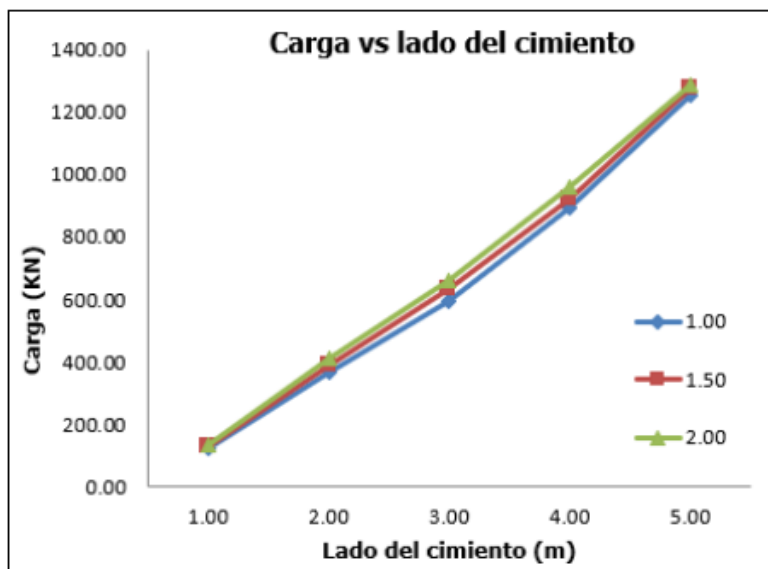
**Nota:** Esta magnitud es última y no incluye el factor de seguridad.

#### **Comportamiento P (carga vertical), St (asentamiento) y Qu (capacidad de levantamiento) VS el lado del cimiento**

En la siguiente gráfica se representa el comportamiento de las cargas y los asentamientos para los cimientos, según su geometría.

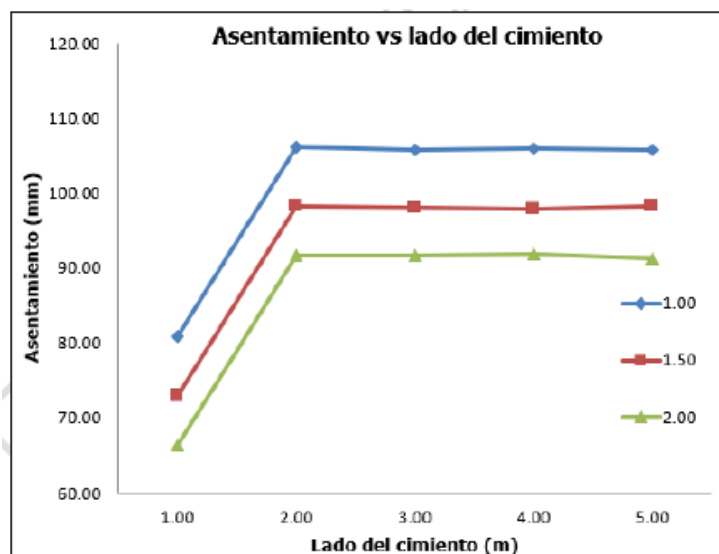
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 50** Carga vertical para zapatas de lado de variable



Fuente: Equipo consultor, 2021

**Figura 51** Asentamiento para zapatas de lado variable

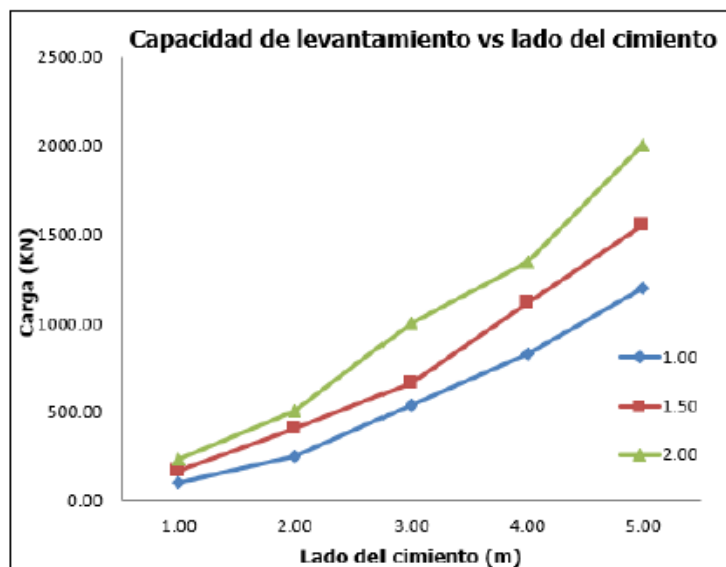


Fuente: Equipo consultor, 2021



	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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 52** Capacidad de levantamiento para zapatas de lado variable



**Fuente:** Equipo consultor, 2021

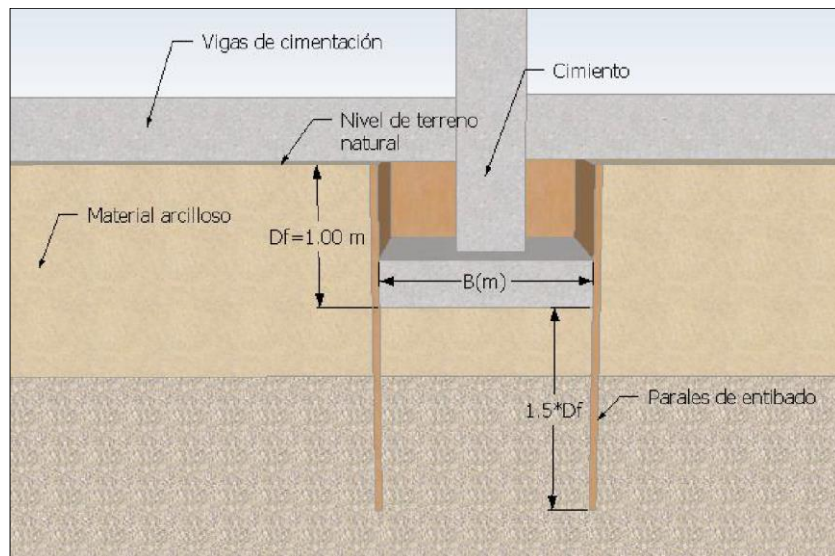
**Diseño perfil de suelo tipo 3:** Se recomienda transmitir las cargas generadas a través de cimientos aislados de sección cuadrada fuertemente rigidizados con vigas de cimentación.

**Dimensión de los cimientos:** Se realiza una sensibilización numérica de la capacidad de carga con base en la geometría de la cimentación, para ello se harán cálculos variando el ancho del cimiento entre 2.00 m y 6.00 m cada 1.00 metro de longitud.

**Profundidad de apoyo:** Se realiza el análisis para profundidades de desplante de 1.00 y 1.50 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

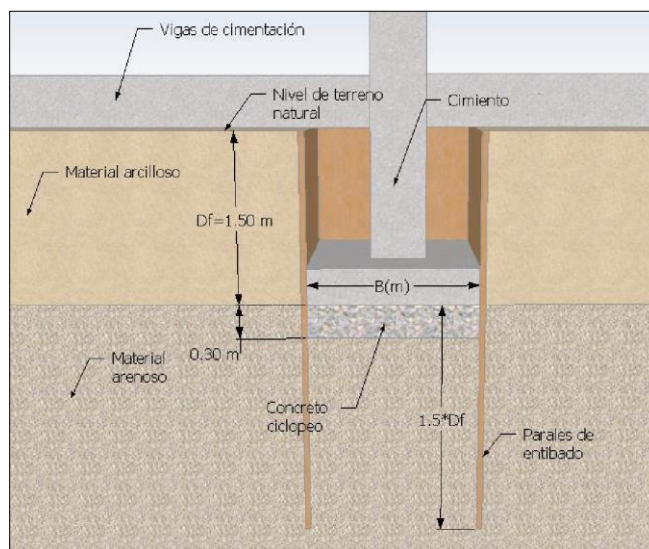
**Figura 53** Esquema de cimentación con  $D_f=1.00$  m



**Fuente:** Equipo consultor, 2021

Para los cimientos desplantados a 1.50 m, se debe construir un mejoramiento correspondiente a 0.30 m de concreto ciclópeo.

**Figura 54.** Esquema de cimentación con  $D_f=1.50$  m



**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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

### Capacidad de carga vertical.

Para obtener la magnitud de la capacidad de carga admisible ( $q_a$ ) se ha utilizado un factor de seguridad mayor a 3.00 con el fin de mantener el factor de seguridad por capacidad de carga profunda en rangos tolerables. Los valores obtenidos se presentan a continuación:

**Tabla 59** Capacidad de carga admisible ( $q_a$ ) en función de la geometría del cimiento

Df (m)	B (m)	L (m)	$q_a$	Carga P
			(KN/m <sup>2</sup> )	(KN)
1.00	1.00	1.00	101.34	405.37
1.00	2.00	2.00	95.89	862.97
1.00	3.00	3.00	71.66	1146.54
1.00	4.00	4.00	57.80	1445.04
1.00	5.00	5.00	48.88	1759.68
1.50	1.00	1.00	101.89	407.57
1.50	2.00	2.00	99.11	891.97
1.50	3.00	3.00	79.29	1268.69
1.50	4.00	4.00	63.43	1585.79
1.50	5.00	5.00	55.26	1989.29

Fuente: Equipo consultor, 2021

Dónde:

Df: Profundidad de apoyo.

B: Ancho del cimiento.

L: Longitud del cimiento.

$q_a$ : Capacidad de carga admisible.

P: Carga máxima admisible.

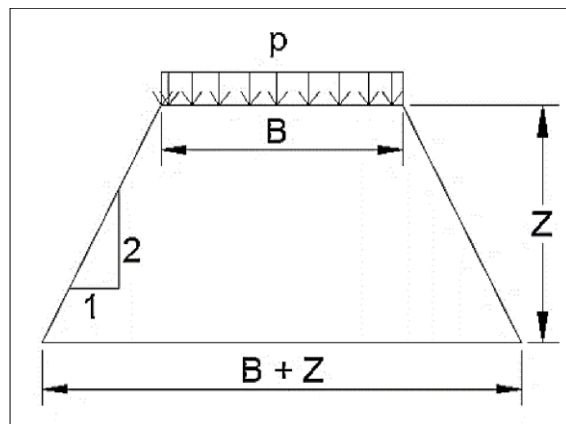
### Capacidad de carga profunda

Debido a que a 4.00 m de profundidad se registra un estrato de condiciones geomecánicas diferentes a las del estrato de fundación, se hace necesario realizar una revisión de capacidad de carga profunda, en la cual se compara la capacidad de carga del estrato analizado contra los esfuerzos transmitidos a ese mismo nivel por la construcción de la estructura.

El método consiste en dibujar superficies inclinadas descendentes a partir del borde del área cargada, como se muestra en la siguiente figura estas superficies tienen una pendiente de 2V:1H.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 55** Método 2:1 para el cálculo de incremento de esfuerzos



**Fuente:** Braja M. Das, "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones"

Cuando el área uniformemente cargada es un área rectangular de dimensiones B x L como en la figura anterior, el método 2:1 presenta la siguiente ecuación para el cálculo del incremento de esfuerzo vertical a una profundidad z.

$$\Delta\sigma: \frac{P}{(B + Z) * (L + Z)}$$

Dónde:

$\Delta\sigma$ : Incremento de esfuerzo vertical.

P: Carga aplicada.

B: Ancho de la cimentación.

L: Largo de la cimentación.

Z: Diferencia entre la profundidad del estrato a analizar y la profundidad de desplante.

El factor de seguridad se calcula como sigue:

$$FS = \frac{qu2}{\Delta q}$$

Dónde:

qu2: Capacidad de carga ultima al nivel de análisis.

$\Delta q$ : Incremento de esfuerzo vertical

Los valores obtenidos se muestran a continuación:

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Tabla 60** Capacidad de carga profunda y revisión del factor de seguridad

Df (m)	B (m)	L (m)	Z (m)	Df (m)	B+Z (m)	L+Z (m)	qa 2	Δq	FS
							(KN/m <sup>2</sup> )	(KN/m <sup>2</sup> )	
1.00	2.00	2.00	3.00	4.00	5.00	5.00	71.61	16.21	13.25
1.00	3.00	3.00	3.00	4.00	6.00	6.00	69.21	23.97	8.66
1.00	4.00	4.00	3.00	4.00	7.00	7.00	67.49	23.40	8.65
1.00	5.00	5.00	3.00	4.00	8.00	8.00	66.21	22.58	8.80
1.00	6.00	6.00	3.00	4.00	9.00	9.00	65.20	21.72	9.00
1.50	2.00	2.00	2.50	4.00	4.50	4.50	73.21	20.13	10.91
1.50	3.00	3.00	2.50	4.00	5.50	5.50	70.30	29.49	7.15
1.50	4.00	4.00	2.50	4.00	6.50	6.50	68.28	30.03	6.82
1.50	5.00	5.00	2.50	4.00	7.50	7.50	66.81	28.19	7.11
1.50	6.00	6.00	2.50	4.00	8.50	8.50	65.68	27.53	7.16

**Fuente:** Equipo consultor, 2021

Dónde:

Z: Diferencia entre la profundidad del estrato a analizar y la profundidad de desplante.

Df: Profundidad de apoyo.

B: Ancho de la cimentación.

L: Largo de la cimentación.

qa2: Capacidad de carga admisible en el estrato de condiciones diferentes.

Δq: Incremento de esfuerzo vertical.

FS: Factor de seguridad por capacidad de carga profunda.

Los resultados se consideran satisfactorios, debido a que los factores de seguridad son mayores a 3.00.


### Asentamientos

Los valores obtenidos se muestran a continuación:

**Tabla 61** Asentamiento total

Df (m)	B (m)	L (m)	Se (mm)	Sc (mm)	S total (mm)
1.00	2.00	2.00	6.54	38.05	44.60
1.00	3.00	3.00	9.50	58.08	67.58



	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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Df (m)	B (m)	L (m)	Se (mm)	Sc (mm)	S total (mm)
1.00	4.00	4.00	8.52	61.26	69.77
1.00	5.00	5.00	7.25	62.51	69.77
1.00	6.00	6.00	6.78	62.86	69.64
1.50	2.00	2.00	5.35	25.18	30.52
1.50	3.00	3.00	7.36	43.39	50.76
1.50	4.00	4.00	7.45	48.36	55.81
1.50	5.00	5.00	7.33	47.99	55.32
1.50	6.00	6.00	7.23	48.44	55.66
2.00	2.00	2.00	6.62	35.52	42.14
2.00	3.00	3.00	9.05	58.38	67.43
2.00	4.00	4.00	8.27	58.44	66.71
2.00	5.00	5.00	8.32	58.39	66.70
2.00	6.00	6.00	8.26	58.82	67.09

Fuente: Equipo consultor, 2021

Dónde:

Df: Profundidad de apoyo.

B: Ancho del cimiento.

L: Longitud del cimiento.

Se: Asentamientos elásticos.

Sc: Asentamientos por consolidación.

S total: Asentamientos total.

Los asentamientos se consideran satisfactorios debido a que son inferiores al valor máximo dado en el título H de la NSR-10, es decir, 150 mm para construcciones entre medianeros siempre y cuando no se afecten las construcciones vecinas.

### Capacidad de levantamiento de cimentaciones

Para los cimientos apoyados a 1.00 m de profundidad el análisis de capacidad de levantamiento se realiza con la metodología dada en el numeral 6.1.5 debido a que se está apoyando en suelos cohesivos, y a 1.50 m se utiliza la metodología descrita a continuación la cual corresponde a suelos granulares.

La capacidad de levantamiento última,  $Q_u$ , de una cimentación en un suelo granular se puede expresar como:





	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

$$Q_u = F_q A_y D_f \text{ (1)}$$

**Dónde:**

F<sub>q</sub>: Factor de desconexión adimensional.

A: Área del cimiento.

y: Peso unitario del suelo.

D<sub>f</sub>: Profundidad de desplante.

El factor de desconexión F<sub>q</sub> es una función del ángulo de fricción y de D<sub>f</sub>/B. Para un ángulo de fricción dado del suelo, F<sub>q</sub> aumenta con D<sub>f</sub>/B hasta un valor máximo de D<sub>f</sub>/B=(D<sub>f</sub>/B)<sub>cr</sub> y después permanece constante.

Das y Seely (1975) expresaron el factor de desconexión F<sub>q</sub> en la siguiente forma:

$$F_q = 1 + 2 \left( 1 + m \left( \frac{D_f}{B} \right) \right) \left( \frac{D_f}{B} \right) K_u \tan \phi$$

(para cimentaciones superficiales circulares y cuadradas)

$$F_q = 1 + ((1 + 2m (D_f/B)) (D_f/B + 1)) (D_f/B) K_u \tan \phi$$

Donde:

m: un coeficiente que es una función del ángulo de fricción.


K<sub>u</sub>: Coeficiente nominal de levantamiento.

Las variaciones de K<sub>u</sub>, m y (D<sub>f</sub>/B)<sub>cr</sub> para cimentaciones cuadradas y circulares se indican en la siguiente tabla:

**Tabla 62** Variaciones de K<sub>u</sub>, m y (D<sub>f</sub>/B)<sub>cr</sub>

Ángulo de fricción del suelo (grados)	K <sub>u</sub>	m	(D <sub>f</sub> /B) <sub>cr</sub>
20	0.856	0.05	2.5
25	0.888	0.10	3
30	0.920	0.15	4
35	0.936	0.25	5
40	0.960	0.35	7
45	0.960	0.50	9



 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Fuente:** Braja, Das. Fundamentos de ingeniería de cimentaciones.

El siguiente es un procedimiento paso a paso para estimar la capacidad de levantamiento última.

Paso 1. Se determina  $D_f$ ,  $B$  y  $\phi$

Paso 2. Se calcula  $D_f/B$ .

Paso 3. Se calcula  $(D_f/B)_{cr}$ .

Paso 4. Si  $D_f/B < (D_f/B)_{cr}$  es una cimentación superficial.

Paso 5. Si  $D_f/B > (D_f/B)_{cr}$  es una cimentación profunda.

Paso 6. Para cimentaciones superficiales se utiliza  $D_f/B$  en la ecuación 2 o 3 para estimar  $F_q$ .

Paso 7. Para cimentaciones profundas, se sustituye  $(D_f/B)_{cr}$  por  $D_f/B$  en la ecuación 2 o 3 para estimar  $F_q$ .

Paso 8. Determinar  $Q_u$ .

Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

**Tabla 63** Capacidad de levantamiento

$D_f$ (m)	$B$ (m)	$L$ (m)	$Q_u$ (KN)
1.00	2.00	2.00	290.38
1.00	3.00	3.00	547.40
1.00	4.00	4.00	882.66
1.00	5.00	5.00	1296.16
1.00	6.00	6.00	1787.90
1.50	2.00	2.00	191.12
1.50	3.00	3.00	372.37
1.50	4.00	4.00	612.30
1.50	5.00	5.00	910.91
1.50	6.00	6.00	1268.20

**Fuente:** Equipo consultor, 2021

Dónde:

$D_f$ : Profundidad de apoyo de la cimentación.

$B$ : Ancho del cimient.

$L$ : Longitud del cimient.

$Q_u$ : Capacidad de levantamiento de la cimentación.

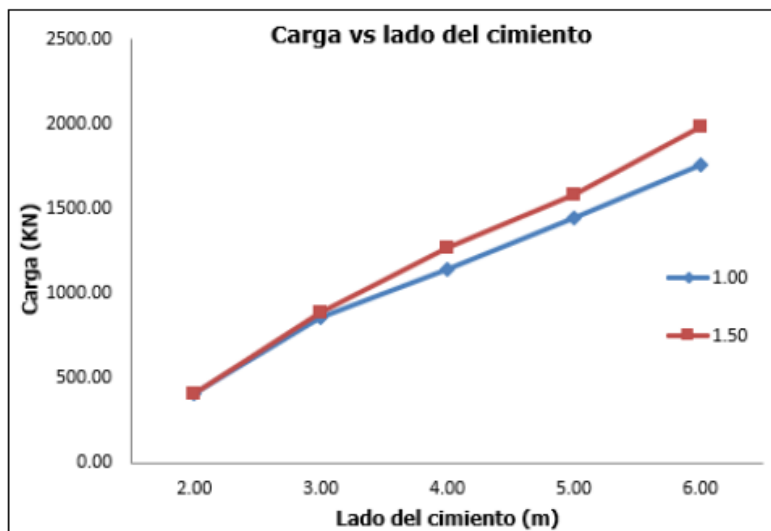
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Nota:** Esta magnitud es última y no incluye el factor de seguridad.

### Comportamiento P (carga vertical), St (Asentamiento) y Qu (Capacidad de levantamiento) VS el lado del cimiento.

En la siguiente gráfica se representa el comportamiento de las cargas y los asentamientos para los cimientos, según su geometría.

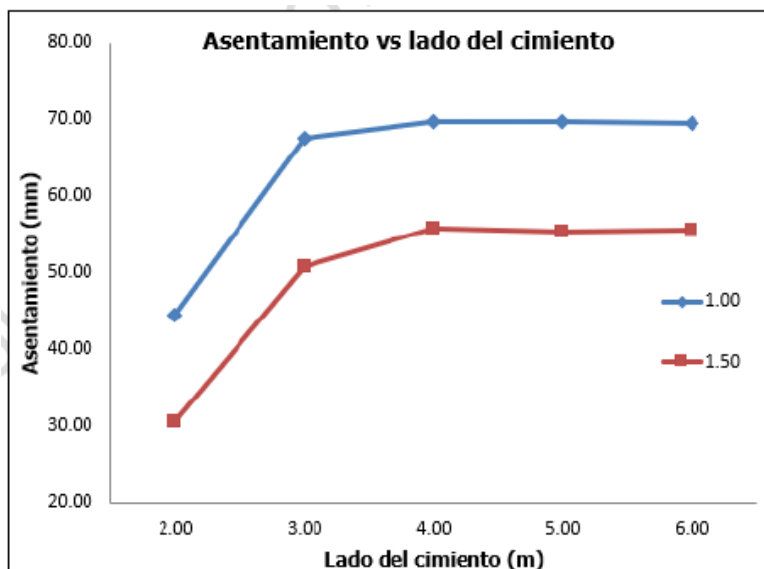
**Figura 56** Carga vertical para zapatas de lado variable



**Fuente:** Equipo consultor, 2021

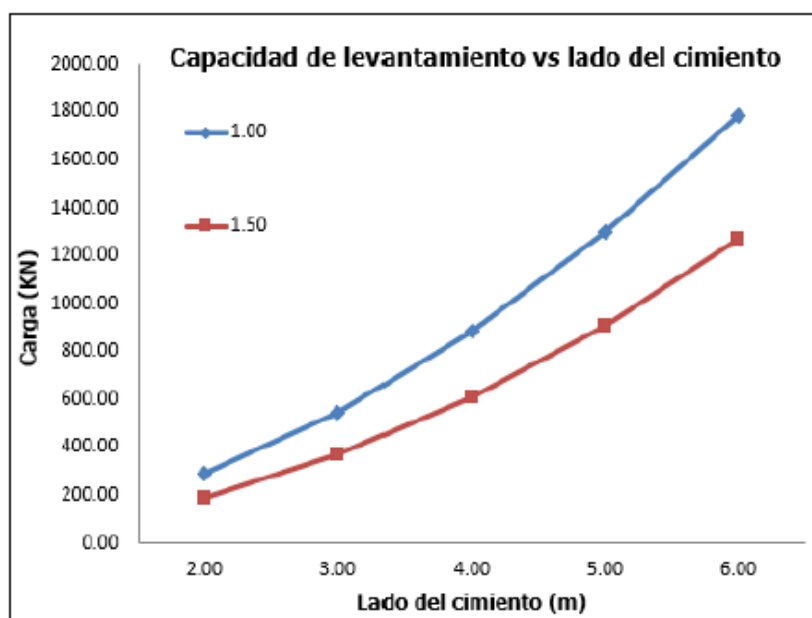
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 57** Asentamiento para zapatas de lado variable



**Fuente:** Equipo consultor, 2021

**Figura 58** Capacidad de levantamiento para zapatas de lado variable



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Fuente:** Equipo consultor, 2021

Al realizar el presente informe se generan las siguientes conclusiones y recomendaciones:


- De acuerdo con la geología de la zona se determinaron 3 perfiles de suelo tipo, con los cuales se determinaron diferentes capacidades de carga para las antenas como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 64** Antenas correspondientes a cada tipo de suelo

Perfil de suelo	Sondeos	Antenas
Tipo 1	1,2,3 y 4	bahía, 1 a 15
Tipo 2	5 y 9	16 a 19 y 34
Tipo 3	6,7,8 y 10	20 a 33, 35, 36 y bahía

**Fuente:** Equipo consultor, 2021

- Se diseñan para los 3 perfiles de suelo zapatas aisladas de sección cuadrada de lados variables entre 1.00 y 6.00 m, y se analizan profundidades entre 1.00 y 2.00 m. En los diseños para cada perfil dados en los numerales 6.1, 6.2 y 6.3 se especifican las dimensiones de cimientos usadas.
- Los cimientos aislados deben ser fuertemente rigidizados con la construcción de vigas de cimentación.
- En el perfil de suelo 3 se analiza capacidad de carga profunda debido a que se encuentra un estrato de condiciones geomecánicas inferiores a las del estrato de fundación.
- Se debe retirar todo el material orgánico y/o contaminado.
- El terreno debe ser adecuadamente nivelado.
- La limpieza del fondo de las excavaciones es fundamental para evitar asentos instantáneos.
- El material excavado no podrá ser acumulado alrededor de la excavación a una distancia horizontal equivalente menor a 3 veces la profundidad de la excavación.
- Si se dispone de espacio los taludes de excavación deben ser realizados con inclinaciones de 45° para los perfiles de suelo 1 y 2, y para el perfil de suelo 3 inclinación de 24°, de lo contrario las excavaciones deben ser realizadas empleando entibados de tableros verticales para los perfiles de suelo 1 y 2 y entibados de tableros horizontales para

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

el perfil de suelo 3, empotrados 1.50 veces la profundidad de apoyo del cimiento. El entibado se debe construir antes de realizar la excavación.

- Las excavaciones deben permanecer abiertas por cortos periodos de tiempo con el fin de evitar su deterioro, si se anticipan periodos de tiempos superiores entre la construcción de la cimentación y los rellenos se debe conservar la humedad natural del subsuelo, para ello se deben cubrir las caras expuestas de la excavación con polietileno negro de alto calibre.
- Para prevenir la aparición de grietas o fisuras en casos extremos donde las excavaciones estén expuestas a la acción del clima, las caras deben ser recubiertas con mortero fluido y disponer de entibados con las características expresadas con anterioridad.
- Las labores de excavación, relleno y construcción de los cimientos se deben realizar en forma continua para evitar la recuperación elástica del suelo.
- En caso de presentarse inundación en la excavación ya sea por precipitación o el nivel freático se recomienda la utilización de un sistema de bombeo para la evacuación de las aguas, las cuales deben ser bombeadas lentamente para controlar la presión intersticial del material del fondo.
- Las excavaciones deben ser señalizadas e inspeccionadas diariamente por personal calificado antes y durante la jornada laboral, especialmente cuando haya ocurrencia de precipitación.
- En caso de detectarse asentamientos, agrietamientos, fisuras o movimientos de tierras durante la etapa de cortes y excavaciones deberá informarse al ingeniero geotecnista y el personal será retirado de la zona.
- El reemplazo del suelo debe hacerse por un material estable de baja permeabilidad, carente de finos plásticos compactado hasta alcanzar el 95% de la máxima densidad del Próctor Modificado.
- La fracción del material que pase el tamiz N°40 deberá tener un índice plástico inferior a 10 %, y un límite líquido máximo del 25 %.
- El desgaste de los agregados determinado en la Máquina de los Ángeles debe ser inferior al 50%.
- Los agregados triturados deberán ser sometidos a cinco ciclos de prueba de solidez en sulfato de sodio o magnesio y no deberá mostrar señales de desintegración mayores del 12 o 18% respectivamente.





	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

- El material deberá ser compactado en capas sueltas de espesores inferiores al 90% de la capacidad del compactador. Deberá compactarse hasta alcanzar como mínimo el 95% de la densidad seca máxima del Proctor Modificado.
- Se debe llevar un control de calidad del material compactado efectuando ensayos de densidad con cono y arena en cada capa compactada.



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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	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 2-8765 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 2-8765 del 28 de diciembre de 2021.

La información presentada y aprobada por CVS mediante la Resolución No 2-8765 del 28 de diciembre de 2021, es la siguiente:

#### 5.1.9.2 Información meteorológica

##### Clima

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 homosfera, 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;

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

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 frecuentes (Pabón et al., 2004).

**Zona de Confluencia Intertropical:** está 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 rutinariamente cruza el ecuador y se recurva hacia el Oriente, en tales casos se conocen como los suroestes u oeste 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 dentro del área de influencia o en zonas próximas al área del proyecto, dando prioridad a las estaciones actualmente activas. La información que se consolidó es desde el año 1991 hasta el año 2020. La estación escogida se describe a continuación en la siguiente tabla:

**Tabla 65.** Estaciones meteorológicas cercanas al área de influencia.

CÓDIGO	NOMBRE ESTACIÓN	MUNICIPIO	LAITUD	LONGITUD	ALTITUD
13035501	AEROPUERTO LOS GARZONES	MONTERÍA	4688802,68	2534896,95	20.00 msnm
13075050	UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA	MONTERÍA	4685467,29	2530496,37	15.00 msnm
13070110	CARRIZAL	SAN CARLOS	4697485,02	2518236,02	40.00 msnm

Fuente: 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

## - Precipitación

El régimen de precipitación se encuentra influenciado por diferentes factores, entre ellos, la ubicación geográfica, circulación atmosférica, el relieve, influencia de áreas boscosas, entre otras. Adicionalmente, La ZCIT favorece el desarrollo de nubosidad y de lluvias, ya que se mueve latitudinalmente por la tierra. Con este movimiento, la ZCIT pasa en dos ocasiones por año en el territorio de Colombia, determinando, con influencia de otros factores regionales, el régimen de lluvias en Colombia (CIOH, 2010).

Para el análisis de precipitación media mensual y multianual, se considera la estación descrita en la siguiente tabla, que tiene registros disponibles en el periodo 1991 a 2020.

**Tabla 66.** Estación pluviométrica

CÓDIGO	NOMBRE	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	PARÁMETRO
13070110	CARRIZAL	SAN CARLOS	4697485,02	2518236,02	40,00 msnm	DÍA PLUVIOMÉTRICO

**Fuente:** IDEAM, 2021

En la siguiente tabla se muestra la precipitación media mensual multianual (en unidades mm) registrada por la estación. En la siguiente figura se grafica el comportamiento de la precipitación media mensual multianual en la zona directa e indirecta del área de influencia.

**Tabla 67.** Precipitación media mensual multianual

MES	PRECIPITACIÓN TOTAL
Enero	13.2
Febrero	16.8
Marzo	44.0
Abril	112.5
Mayo	220.5
Junio	174.4
Julio	209.5
Agosto	212.7
Septiembre	182.2
Octubre	171.7
Noviembre	112.7
Diciembre	71.5

**Fuente:** IDEAM, 2021

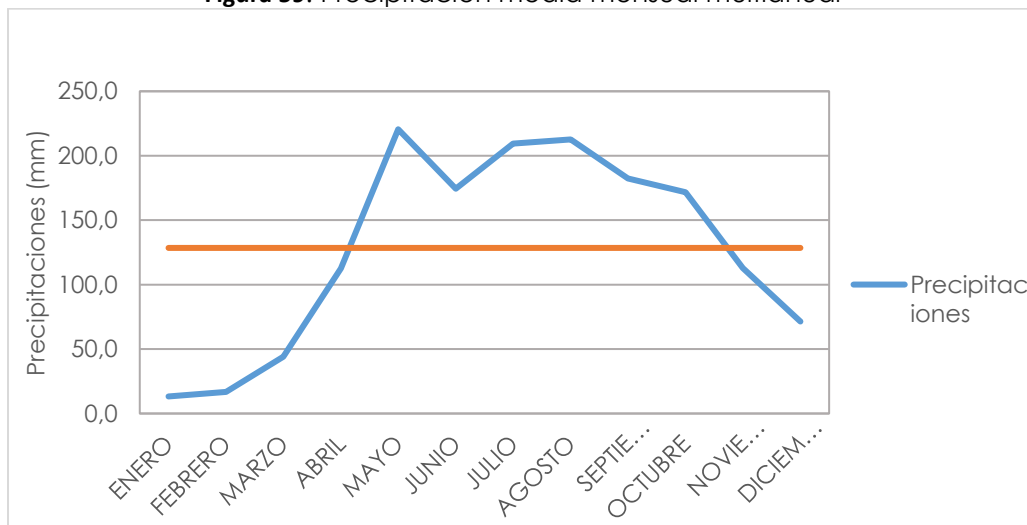
A continuación, se analiza la precipitación media multianual calculada a partir de los registros día pluviométrico tomados la estación Aeropuerto Los Garzones estacionada en el municipio de Montería, teniendo en cuenta el promedio de los datos mensuales



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

recolectados por la estación desde 1991 hasta el 2020 (solo se tuvo en cuenta los años con registros completos).

**Figura 59.** Precipitación media mensual multianual



**Fuente:** IDEAM, 2021



Se observa precipitación media mensual multianual con un régimen de lluvias monomodal, donde se presenta un periodo de lluvias entre los meses abril-noviembre con precipitaciones que están entre los 112.5 mm y los 220.5 mm, y con un periodo seco de diciembre-marzo que oscila entre los 13.2 mm y los 71.5 mm, se tiene un promedio mensual de 128.5 mm.

#### Precipitación total multianual

En la siguiente tabla se muestra la precipitación total anual multianual (en unidades mm) registrada por la estación Carrizal desde 1991 hasta el 2020(solo se tuvo en cuenta los años con registros completos).

**Tabla 68.** Precipitación anual multianual

AÑO	PRECIPITACIÓN TOTAL
1991	1825.4
1992	1266
1993	1678
1994	1819.6
1995	1389
1996	1545
1997	1406

 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

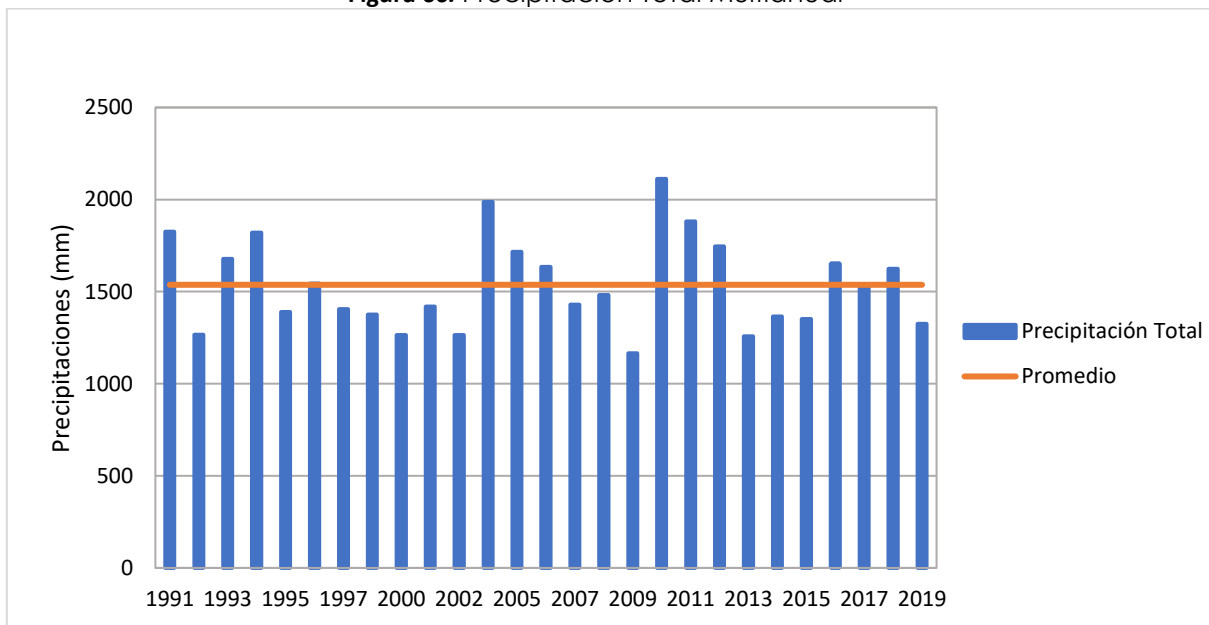
AÑO	PRECIPITACIÓN TOTAL
1998	1375
2000	1265
2001	1419
2002	1265
2003	1987
2005	1716
2006	1634
2007	1430
2008	1481
2009	1166.1
2010	2112
2011	1881
2012	1745
2013	1257
2014	1365
2015	1351
2016	1654
2017	1522
2018	1623.4
2019	1326

**Fuente:** 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 60.** Precipitación Total Multianual



Fuente: IDEAM, 2021

Con base a la **Tabla 68** y la **Figura 60**, se observa que en la zona se tiene el valor máximo de precipitación total por año de 2112 mm correspondiente al 2010 y el valor mínimo pico de 1166.1 correspondiente al año 2009, presentan una desviación de 574.8 mm/año y 371 mm/año respecto a la media anual.

- **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).

En la siguiente tabla se muestran los valores mínimos, medios y máximos de la temperatura mensual multianual (en unidades de °C), datos tomados de la estación Aeropuerto Los Garzones. En la siguiente figura se mostrará de forma gráfica el comportamiento de las tres variables de temperatura en 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

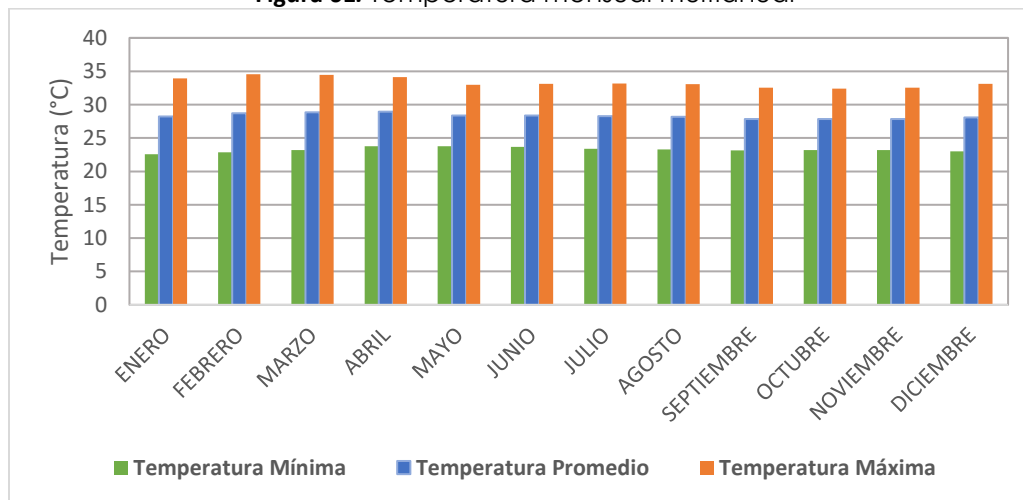
**Tabla 69.** Temperatura mensual multianual

MES	TEMPERATURA MÍNIMA	TEMPERATURA PROMEDIO	TEMPERATURA MÁXIMA
enero	22.6	28.2	33.9
febrero	22.9	28.7	34.6
marzo	23.2	28.8	34.5
abril	23.8	28.9	34.1
mayo	23.8	28.4	33.0
junio	23.7	28.4	33.1
julio	23.4	28.3	33.2
agosto	23.3	28.2	33.1
septiembre	23.2	27.9	32.6
octubre	23.2	27.8	32.4
noviembre	23.2	27.9	32.5
diciembre	23.0	28.1	33.1

**Fuente:** IDEAM, 2021

A continuación, se analizan las temperaturas mensuales anuales calculadas a partir de la estación Aeropuerto Los Garzones estacionada en el municipio de Montería, teniendo en cuenta la sumatoria de los datos mensuales recolectados por la estación desde 1991 hasta el 2020 (solo se tuvo en cuenta los años con registros completos).

**Figura 61.** Temperatura mensual multianual



**Fuente:** 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Se observa que las temperaturas medias mensuales multianuales, en la zona donde se encuentra el área de influencia del proyecto, tiene una media de 28.3°C y los valores medios mensuales están entre el intervalo de 27.2° (Correspondiente a Julio) y 28.9° (Corresponde a abril). En la siguiente figura se evidencia que la temperatura media oscila menor a 1°C respecto a la media elaborada, que indica que las temperaturas en la zona son constantes durante todo el año.

Respecto a la temperatura mínima mensual multianual de la zona, se evidencia que oscila entre 22.6°C (corresponde a enero) y 23.8°C (corresponde a mayo) con una media de 23.3°C. Las temperaturas mínimas registradas se encuentran en los meses de enero y febrero, en general se encontró valores muy uniformes que no variaron muy significativamente de la media hecha a partir de los datos.

Los meses donde se reportó las temperaturas más elevadas fueron en febrero y marzo, con 34.6 °C y 34.5°C respectivamente, la temperatura máxima oscila entre 32.4°C (corresponde a octubre) y 34.6°C (corresponde a febrero) con un promedio de 33.3°C evidenciando que las temperaturas no difieren con las registradas durante todo el año.

### Temperatura multianual

En la siguiente tabla se muestra las temperaturas mínimas, medias y máximas registrada de forma anual (en unidades °C). En la siguiente figura se mostrará de forma gráfica el comportamiento de las tres variables de temperatura en la zona.

**Tabla 70.** Temperatura multianual

AÑO	T° MÁXIMA ANUAL	T° PROMEDIO ANUAL	T° MÍNIMA ANUAL
1991	33.0	28.3	23.6
1992	33.1	28.2	23.4
1993	33.0	28.3	23.5
1994	32.6	27.9	23.2
1995	33.0	27.9	22.8
1996	32.5	27.8	23.1
1997	33.8	28.5	23.3
1998	33.6	28.5	23.4
2000	32.9	27.8	22.7
2001	33.2	28.0	22.8
2002	33.8	28.5	23.1
2003	33.2	28.2	23.2
2004	33.4	28.1	22.9
2005	33.1	28.1	23.1
2006	33.4	28.3	23.1



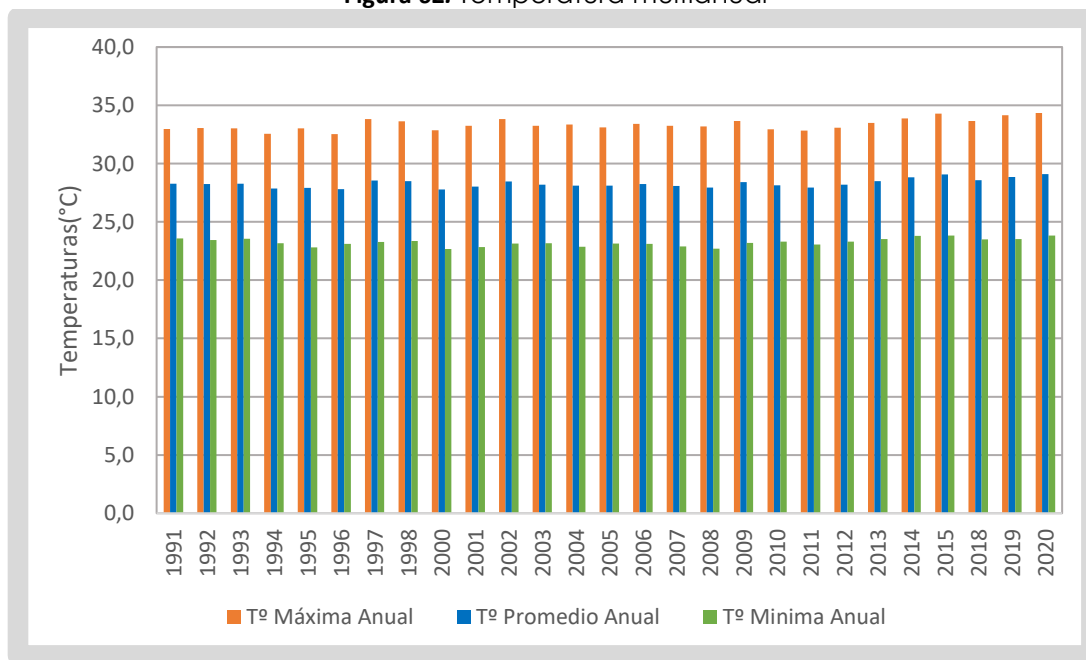
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

AÑO	Tº MÁXIMA ANUAL	Tº PROMEDIO ANUAL	Tº MÍNIMA ANUAL
2007	33.2	28.1	22.9
2008	33.2	27.9	22.7
2009	33.6	28.4	23.2
2010	32.9	28.1	23.3
2011	32.8	27.9	23.1
2012	33.1	28.2	23.3
2013	33.5	28.5	23.5
2014	33.9	28.8	23.8
2015	34.3	29.1	23.8
2018	33.6	28.6	23.5
2019	34.2	28.8	23.5
2020	34.3	29.1	23.8

Fuente: IDEAM, 2021

A continuación, se analizan las temperaturas multianuales calculadas a partir de la estación Aeropuerto Los Garzones estacionada en el municipio de Montería, teniendo en cuenta la sumatoria de los datos anuales recolectados por la estación desde 1991 hasta el 2020 (solo se tuvo en cuenta los años con registros completos).

Figura 62. Temperatura multianual



Fuente: 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

De acuerdo con la siguiente tabla, las temperaturas máximas multianuales oscilan entre 32.5°C (correspondiente a 1996) y 34.3 (correspondiente a 2020) con un promedio de 33.3°C (correspondiente de los años con registros disponibles) que nos indica desviaciones iguales o menores a 1°C respecto a la media. Las temperaturas más elevadas registradas en este intervalo de tiempo fueron en el 2019 y 2020, con 34.2°C y 34.3C respectivamente. De las temperaturas mínimas multianuales, se tiene datos que están entre los 23.8°C y 22.7°C con un promedio de 23.2°C con desviaciones igual o menores a los 0.6°C.

Respecto a los datos de temperatura media multianual, se presentan registros entre los 29.1°C y 27.8°C con un promedio de 28.3°C, e l margen de desviación es igual o menor a los 0.8°C, nos indica que en la zona donde se encuentra el área de influencia registra temperaturas con pequeñas desviaciones respecto a la media.

- **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 & Múñez, 2012). Por humedad relativa se entiende el consiente 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 & Múñez, 2012).

Para los análisis de humedad relativa máxima, mínima y promedio mensual, se considera la estación descrita en la siguiente tabla, que tiene registros disponibles en el periodo 1991 a 2020.


**Tabla 71.** Estación meteorológica

CÓDIGO	NOMBRE	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD	ALTITU D	PARÁMETRO
13075050	Univ. De Córdoba	Montería	4685467,29	2530496,37	15.00 msnm	Humedad Relativa

**Fuente:** IDEAM, 2021

En la siguiente tabla se registra el porcentaje humedad máxima, mínima y promedio presente en el aire del área de influencia. En la **Figura 63** se grafica el comportamiento de la precipitación media mensual multianual en la zona directa e indirecta del área de influencia.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

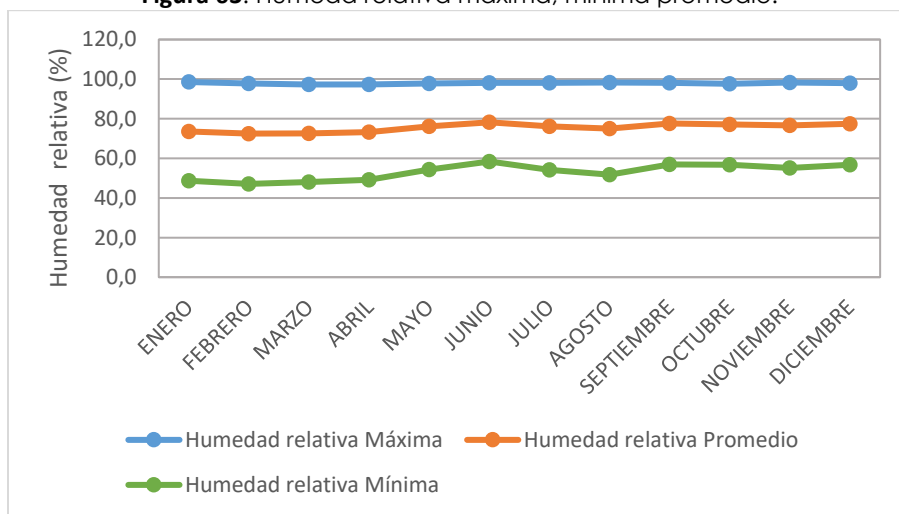
**Tabla 72.** Registros de humedad relativa máxima, mínima y promedio.

MES	HUMEDAD RELATIVA MÁXIMA	HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO	HUMEDAD RELATIVA MÍNIMA
Enero	98.5	73.6	48.7
Febrero	97.8	72.5	47.1
Marzo	97.3	72.6	48
Abril	97.4	73.3	49.1
Mayo	97.9	76.1	54.4
Junio	98.1	78.2	58.4
Julio	98.2	76.1	54.1
Agosto	98.3	75	51.8
Septiembre	98.1	77.6	57
Octubre	97.6	77.2	56.7
Noviembre	98.3	76.7	55.1
Diciembre	98.0	77.4	56.7

**Fuente:** IDEAM, 2021

En la siguiente figura se observa la humedad relativa máxima, media y promedio mensual multianual (%); el promedio de la máxima es de 98%, el promedio de la media es de 75.5% y el promedio de la mínima es de 53%. Se puede apreciar que los valores registrados son constantes en todo el año, esto se debe a que la temperatura en la zona no tiene cambios significativos en el año, y aunque se presenta temporadas de lluvias estas no son altas en precipitaciones.

**Figura 63.** Húmeda relativa máxima, mínima promedio.



**Fuente:** Elaborada 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

- **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 caldeoamiento 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 zona está sometida al régimen de vientos Alisios, provenientes del norte y noreste, que afectan el Caribe colombiano y que definen las épocas seca y húmeda. En época seca soplan en dirección noreste con velocidad variable pero elevada y de manera constante (IGAC, 1988). Durante la época húmeda los vientos son muy variables tanto en dirección como en fuerza y se caracterizan por su mayor porcentaje en calma.

Los principales sistemas regionales de vientos del Valle del río Sinú pueden ser transformados por causas locales en que lo más importante es el calor diferencial entre el continente y el mar. Predominando vientos en dirección noreste a norte, en general la velocidad de estos es baja y por varios días es menor a los 10 km/h. El período de los vientos se extiende desde junio a septiembre ocurriendo los vientos más fuertes en agosto.

- **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).

El área de influencia presenta una alta incidencia de brillo solar debido a su posición astronómica y a las características del relieve, encontrándose asociado en forma inversa con la nubosidad y por ende con la precipitación, registrándose los mayores valores entre

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

los meses de noviembre a abril, el número de horas totales anuales de brillo solar varía entre 1400 y 2300 horas.

- **Nubosidad**

La condensación del vapor de agua genera nubes que después pueden producir precipitaciones. Además, la nubosidad da origen otros fenómenos atmosféricos como el rocío o la niebla, y reduce la cantidad de radiación solar que alcanza la superficie terrestre, con lo que disminuye la temperatura (Carrillo, 1953).





Para el análisis de Nubosidad media multianual se considera la información disponible en la estación descrita en la siguiente tabla:

**Tabla 73.** Estación parámetro nubosidad

CÓDIGO	NOMBRE	MUNICIPIO	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD	PARÁMETRO
13035501	Aeropuerto Los Garzones	Montería	4688802,68	2534896,95	20.00 Msnm	Nubosidad

Para el parámetro nubosidad en el área de influencia se registra la extensión del cielo cubierto por nubes expresadas en octas, unidad establecida por la Organización Meteorológica Mundial para la interpretación de este parámetro. En la siguiente tabla se muestra descrita las medidas establecidas para la interpretación.

**Tabla 74.** Parámetros para la interpretación de la nubosidad

NÚMERO	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
0		Despejado sin nubes
1		1/8 cielo cubierto- ligeramente nublado
2		2/8 cielo cubierto- ligeramente cubierto
3		3/8 cielo cubierto- ligeramente nublado

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS		Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

NÚMERO	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
4		4/8 cielo cubierto- ligeramente nublado
5		5/8 cielo cubierto- Mayormente nublado
6		6/8 cielo cubierto- Mayormente nublado
7		7/8 del cielo- Mayormente nublado
8		8/8 cielo completamente cubierto
9		No se puede observar el cielo

Fuente: OMM, 2014.

Para la nubosidad presente en la zona, se tuvo en cuenta la información existente del parámetro descrito en la siguiente tabla, en el que se registra la extensión del cielo que está cubierta por nubes durante el día en tres diferentes tiempos (mañana, tarde y noche) correspondiente al periodo de 1996 hasta el 2020 (no se tiene en cuenta los años con registros incompletos).

**Tabla 75.** Registros de nubosidad

MES	NUBOSIDAD MÍNIMA MENSUAL MULTIANUAL	NUBOSIDAD PROMEDIO MENSUAL MULTIANUAL	NUBOSIDAD MÁXIMA MENSUAL MULTIANUAL
Enero	1	1.8	4.0
Febrero	1	1.9	4.0
Marzo	1	2.0	3.0
Abril	1	2.3	3.0
Mayo	1	2.4	3.0
Junio	1	2.4	3.0
Julio	1	2.3	4.0
Agosto	1	2.3	4.0

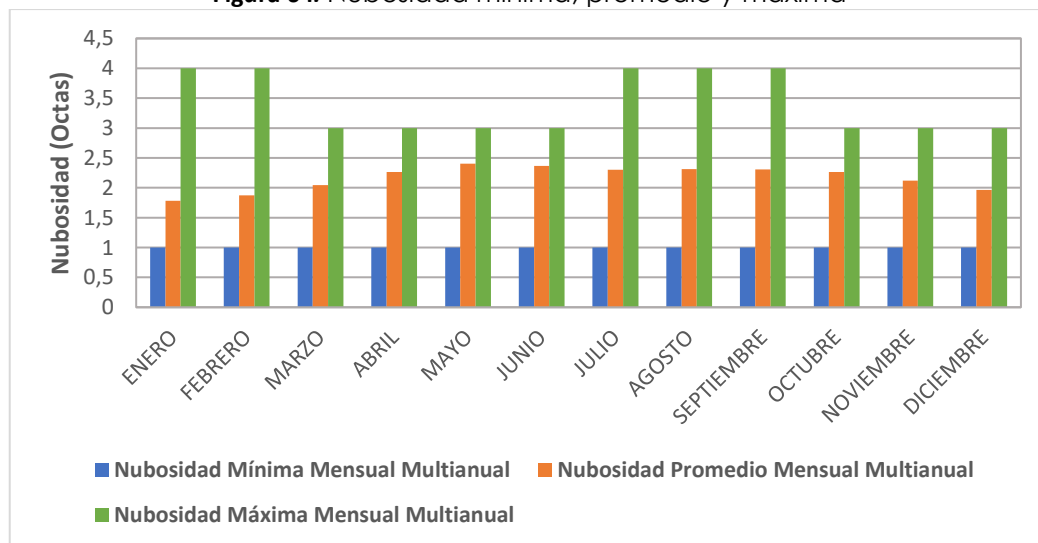
	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INF
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

MES	NUBOSIDAD MÍNIMA MENSUAL MULTIANUAL	NUBOSIDAD PROMEDIO MENSUAL MULTIANUAL	NUBOSIDAD MÁXIMA MENSUAL MULTIANUAL
Septiembre	1	2.3	4.0
Octubre	1	2.3	3.0
Noviembre	1	2.1	3.0
Diciembre	1	2.0	3.0

Fuente: IDEAM, 2021

En la **Figura 64** se observa de manera gráfica la nubosidad mínima, promedio y máxima mensual multianual. Donde se presenta que los valores registrados están entre 1 octas y 4 octas. Para nubosidad máxima, 5 meses tiene registros máximos de 4 octas y 7 meses registros de 3 octas. La nubosidad mínima en todos los meses es de 1 octa. El valor promedio de nubosidad de la serie mensual está entre un rango 1.8- 2.4 octas de nubosidad. Que nos indica que la distribución de nubes en la zona corresponde a cielo cubierto ligeramente nublado.

**Figura 64.** Nubosidad mínima, promedio y máxima



Fuente: Elaborada a partir del IDEAM, 2021

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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### 5.1.9.3 Identificación de fuentes de emisiones atmosféricas

Se realizó el inventario de fuentes de contaminación atmosférica presentes en el área de influencia y se incorporó el análisis como información primaria. Dentro de las principales fuentes de contaminación se identificaron diferentes fuentes de emisión de partículas y gases a la atmósfera, las cuales se definieron de acuerdo con la clasificación y definiciones establecidas en la normatividad vigente, tal como se describe a continuación:

**Fuentes fijas dispersas:** el área se caracteriza por tener un uso en su mayoría de pastoreo extensivo (práctica pecuaria tienen que ver en su mayoría con la cría de ganado vacuno con fines comerciales), lo cual genera grandes cantidades de metano por procesos bioquímicos que llevan a cabo los animales.

**Fuentes móviles:** básicamente se establecen fuentes móviles de tipo terrestre, su distribución es dependiendo de las vías de acceso de la zona. Las fuentes móviles están constituidas principalmente por vehículos de todo tipo, como los vehículos asociados a las actividades desarrolladas en la zona y los particulares que transitan por el área hacia las fincas y su consecuente emisión de gases como monóxido de carbono (CO), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>); así como de material particulado por emisión de vehículos y por resuspensión.

**Fuentes de emisiones lineales:** para este tipo de fuentes de contaminación atmosférica, se consideran las vías por acción de las fuentes móviles que son las que generan el mayor impacto negativo sobre la atmósfera.

#### 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, sí lo tiene en los seres humanos (Amable et al., 2017).

#### 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.

El monitoreo de ruido ambiental en la zona de influencia del proyecto se llevó a cabo durante los días 19, 21 y 25 de febrero de 2021 realizando recorridos diurnos y nocturnos.



 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Las mediciones se realizaron bajo las siguientes condiciones:

- Días Hábiles: 19 y 25 de febrero de 2021
- Día No Hábil 21 de febrero de 2021

Las mediciones fueron desarrolladas en dos (2) jornadas teniendo en cuenta los siguientes horarios establecido por la Resolución vigente 0627 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS):

**Tabla 76.** Horario de medición

Horarios establecidos por resolución		DÍA	Horario de medición en campo	
DIURNO	NOCTURNO		DIURNO	NOCTURNO
De las 7:01 a las 21:00 horas	De las 21:01 a las 7:00 horas	19/02/2021	07:01 a las 18:34	21:26 a las 04:27
		21/02/2021	08:11 a las 14:55	21:20 a las 04:09
		25/02/2021	09:05 a las 16:00	21:01 a las 3:56

**Fuente:** Equipo consultor, 2021

#### • Ubicación puntos de monitoreo

En el área de influencia del proyecto se establecieron cinco (5) puntos de monitoreo de ruido ambiental (Tabla 76) 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 77.** Descripción puntos de medición.

IDENTIFICACIÓN	LUGAR	COORDENADAS		OBSERVACIÓN
		X	Y	
Punto 1	Finca La Maravilla	4690278,307	2519671,95	Punto ubicado en la esquina noroeste del área de influencia, ubicado en una vivienda rural con vegetación de baja y mediana altura
Punto 2	Finca La Victoria	4690007,201	2520227,2	Punto ubicado en la esquina noroeste del proyecto, ubicado cerca de una vivienda del sector rural. En la finca se observan árboles y vegetación de baja altura
Punto 3	Finca La Gloria	4688224,505	2522606,67	Punto ubicado en el costado este del área del proyecto, se observan amplias zonas con pastizales y vegetación de



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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

IDENTIFICACIÓN	LUGAR	COORDENADAS		OBSERVACIÓN
		X	Y	
				medina altura. Se evidencia tránsito de vehículos por trochas/senderos.
Punto 4	Finca Campo Alegre	4687563,489	2524671,38	Punto ubicado en un predio al costado oeste del proyecto, en este se evidencia una vivienda cercana.
Punto 5	Finca San Martín	4686710,585	2525108,12	Punto ubicado en una finca en dirección noroeste del proyecto, en donde se desarrollan actividades agrícolas, se evidencia operación de maquinaria agrícola combinada (3 unidades), paso de camionetas, motos y ladrado de perros
Estación meteorológica		4686678,835	2524917,62	Estación meteorológica ubicada en el punto 5 FINCA SAN MARTIN del estudio de calidad de ruido ambiental.

**Fuente:** Equipo consultor, 2021

- **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 77 se lista la identificación, seriales y fechas de calibración.

**Tabla 78.** Identificación y calibraciones.

Identificación Interna	Serial Sonómetro	Fecha de calibración	Serial Pistófono	Fecha de Calibración
ER012	45472	2019-11-08	58713	2020-05-20

La frecuencia de calibración de los sonómetros y pistófonos es de 1 año

**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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

#### - Datos de calibración del equipo y ajuste del instrumento de medida

Durante el periodo de medición, se realiza en cada un punto una verificación inicial y final del sonómetro (Ver Anexo C9. Hojas de Campo / Verificación 1 y Verificación 2) en la cual se comprueba que entre una verificación y otra no haya una diferencia mayor de  $\pm 0.1$  dB(A). Al cumplirse este criterio, el equipo se autoajusta por su configuración de fábrica garantizando que las mediciones sean confiables. La calibración del sonómetro es de 114 dB(A).

Al equipo le fue verificada la calibración antes de la toma de mediciones en cada periodo de monitoreo bajo las siguientes condiciones:

**Tabla 79.** Condiciones de calibración.

CONDICIONES	DÍA HÁBIL	DÍA NO HÁBIL	DÍA HÁBIL
Fecha de verificación	2021-02-19	2021-02-21	2021-02-25
Temperatura °C	26.3	28.3	28.2
Humedad relativa %	87.3	80.0	81.6
Velocidad del viento m/s	0.3	0.7	0.6

**Fuente:** Equipo consultor, 2021

**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  $0,1 \pm 0,2$  dB(A), un intervalo de confianza del 95% y un factor de cobertura  $k=2$ .

#### - Sonómetro profesional SVANTEK977 – Analizador de espectro- Sonómetro de mano y analizador de frecuencia en tiempo real

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



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019


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 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 siguiente tabla se describen las Características principales y especificaciones técnicas de sonómetro.

**Tabla 80.** 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.	

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SONÓMETRO	FOTOGRAFÍA
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:** Equipo consultor, 2021

El calibrador es autónomo y operado por baterías, en la siguiente tabla se describen sus especificaciones:

**Tabla 81.** Especificaciones del calibrador.

<b>Estándares frecuencia de salida</b>	ANSI S1.40-1984 e IEC942-1982 TIPO 1
<b>Frecuencia de salida</b>	1000 Hz $\pm$ 2%
<b>Amplitud de salida</b>	114 decibeles.
<b>Exactitud</b>	$\pm$ 0.3 dB @ 20 °C, 760 mmHg
<b>Distorsión</b>	< 1% en los rangos de temperatura y humedad.
<b>Salida eléctrica</b>	Onda sinoidal de 1VRMS $\pm$ 5% (0.4dB). Impedancia de salida 1Kohm
<b>Temperatura de operación</b>	-10 °C a 50 °C
<b>Humedad relativa</b>	Del 5% al 95% con menos de 0.1 dB de cambio en la salida sin condensación
<b>Efecto debido a campos externos</b>	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
<b>Energía</b>	Dos Baterías de 9 voltios

**Fuente:** Equipo consultor, 2021

#### - 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:



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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019



**Tabla 82.** 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	
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:** Equipo consultor, 2021

#### - 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 siguiente tabla se describen las principales características técnicas de la estación meteorológica.

 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Tabla 83.** 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:** Equipo consultor, 2021

- Características de la 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 en 90% y la precipitación en 748,85 mm, la velocidad promedio del viento fue de 2,41 m/s.

**Tabla 84.** Condiciones meteorológicas registradas -Día Hábil 1

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
2021-02-19	12:00	23,9	23,9	23,8	95	760,3	0	0	SSW
2021-02-19	1:00	24,1	24,1	23,9	94	759,6	0	0	SSW
2021-02-19	2:00	23,9	24,1	23,9	95	759,3	0	0	SSW
2021-02-19	3:00	24,1	24,2	24	95	759,1	0	0	SSW
2021-02-19	4:00	24,3	24,3	24,2	94	759,1	0	0	SSW
2021-02-19	5:00	24,4	24,4	24,3	94	759,5	0	0	-
2021-02-19	6:00	24,4	24,5	24,4	94	760	0	0	-
2021-02-19	7:00	25,1	25,1	24,7	94	761,2	0	0	SSW
2021-02-19	8:00	26,1	26,2	25,7	90	761,9	0	0	SSW



 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA						Versión: 01		
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA						Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019		

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
2021-02-19	9:00	27,8	27,8	27,1	85	762,2	0	0,4	SE
2021-02-19	10:00	28,2	28,6	28,2	82	762,6	0	0,4	E
2021-02-19	11:00	29,6	30,1	28,8	78	762,5	0	0,4	SSW
2021-02-19	12:00	30,3	30,5	30,2	76	761,5	0	0,4	S
2021-02-19	13:00	30,4	30,6	30,3	76	760,5	0	0,9	SSW
2021-02-19	14:00	29,8	30,8	29,8	75	759,9	0	1,8	SSW
2021-02-19	15:00	28,9	29,7	28,9	78	759,9	0	1,3	SW
2021-02-19	16:00	24,8	25,6	24,7	88	758,9	0	1,8	NW
2021-02-19	17:00	26,5	26,6	25,7	82	758,6	0	0	S
2021-02-19	18:00	26,4	26,9	26,4	83	759	0	0	-
2021-02-19	19:00	26,1	26,2	26,1	86	758,9	0	0	-
2021-02-19	20:00	26	26,1	25,9	87	759,3	0	0	-
2021-02-19	21:00	25,8	26	25,7	89	759,6	0	0	-
2021-02-19	22:00	25,2	25,2	25	92	760	0	0,4	NW
2021-02-19	23:00	25,2	25,2	25,2	92	760,2	0	0,4	ENE

Fuente: Equipo consultor, 2021

**Tabla 85.** Condiciones meteorológicas registradas -Día no hábil

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
2021-02-21	12:00	26,3	26,5	26,3	89	759,4	0	0	-
2021-02-21	1:00	25,8	26,3	25,8	91	759	0	0	NW
2021-02-21	2:00	25,3	25,5	25,3	92	758,9	0	0,4	SSE
2021-02-21	3:00	25,7	25,8	25,4	91	758,6	0	0	ENE
2021-02-21	4:00	25,8	26,1	25,8	90	758,8	0	0,4	E
2021-02-21	5:00	25,6	25,8	25,6	92	758,5	0	0,9	ENE
2021-02-21	6:00	25,4	25,4	25,3	93	759,3	0	0,4	NNE
2021-02-21	7:00	25,4	25,4	25,3	92	761	0	1,3	NE
2021-02-21	8:00	25,8	25,8	25,5	81	761,2	0	0,9	NE
2021-02-21	9:00	26,5	26,6	26,1	74	761	0	0,9	ENE
2021-02-21	10:00	28,6	28,7	27,7	59	760,7	0	1,3	N
2021-02-21	11:00	29,4	29,4	28,8	70	760,1	0	1,3	SSW
2021-02-21	12:00	30,6	30,6	29,5	64	758,9	0	1,3	SSW
2021-02-21	13:00	32,2	32,3	30,6	62	758,4	0	0,9	SW
2021-02-21	14:00	32,8	32,8	32,5	59	758,1	0	0,9	WSW
2021-02-21	15:00	33,1	33,4	33	58	758,6	0	1,3	NNW
2021-02-21	16:00	33,7	33,9	33,1	62	758,3	0	0,9	WNW
2021-02-21	17:00	32,2	32,6	32,2	72	758,4	0	0,9	SSW
2021-02-21	18:00	30,8	31,6	30,8	81	758,9	0	0,4	SSW
2021-02-21	19:00	28,6	29,5	28,6	84	759,5	0	0,9	SSW
2021-02-21	20:00	27,8	28,2	27,8	86	759,5	0	0,4	SSW
2021-02-21	21:00	27,4	27,6	27,4	87	759,5	0	0	SSW
2021-02-21	22:00	27,2	27,3	27,2	88	759,8	0	0	SSW
2021-02-21	23:00	26,8	27,1	26,8	87	759,6	0	0	SSW



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Fuente: Equipo consultor, 2021

**Tabla 86.** Condiciones meteorológicas registradas -Día hábil 2

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
2021-02-25	12:00	25,9	26,1	25,8	88	760,9	0	0	S
2021-02-25	1:00	25,6	25,8	25,6	90	760,7	0	0	SSE
2021-02-25	2:00	25,6	25,6	25,5	89	759,9	0	0	SSE
2021-02-25	3:00	24,9	25,1	24,9	92	759,9	0	0	SSE
2021-02-25	4:00	25,1	25,1	25	91	760,1	0	0	SSE
2021-02-25	5:00	24,9	24,9	24,9	91	760,4	0	0	SSE
2021-02-25	6:00	24,9	25	24,9	89	761,3	0	0	SSE
2021-02-25	7:00	25,3	25,3	25,2	88	762,8	0	0,4	SSE
2021-02-25	8:00	26,6	26,6	25,5	85	763,1	0	0,4	SSE
2021-02-25	9:00	28,2	28,2	27,2	80	763,1	0	0,4	S
2021-02-25	10:00	30,6	30,7	29,7	72	763,3	0	0,9	S
2021-02-25	11:00	31,9	31,9	30,8	67	763,2	0	1,3	SSW
2021-02-25	12:00	34,2	34,3	32,8	61	762,8	0	0,9	SSW
2021-02-25	13:00	33,1	33,8	32,2	63	762,9	0	0,4	N
2021-02-25	14:00	32,1	32,8	32	68	761,7	0	1,3	SSW
2021-02-25	15:00	31,6	31,9	31,1	73	761,1	0	2,2	SSW
2021-02-25	16:00	31,2	31,5	31,1	78	760,9	0	1,3	SW
2021-02-25	17:00	29,9	30,4	29,8	81	760,5	0	1,3	SW
2021-02-25	18:00	28,8	29,4	28,8	84	760,5	0	1,3	SW
2021-02-25	19:00	28,2	28,6	28,2	86	761,6	0	0,9	SW
2021-02-25	20:00	27,9	28,1	27,9	89	762,5	0	0,4	WNW
2021-02-25	21:00	27,2	27,4	27,2	90	760,6	0	0,4	NW
2021-02-25	22:00	26,9	27,1	26,9	73	761,6	0	0	WNW
2021-02-25	23:00	26,7	26,9	26,7	78	762,1	0	0	-

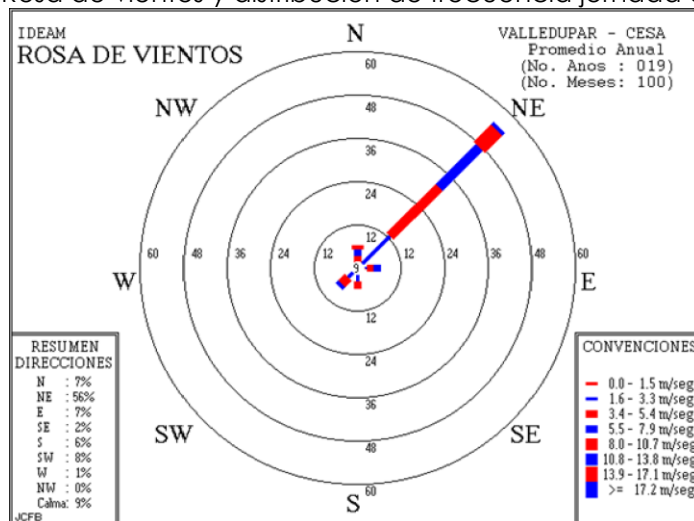
Fuente: Equipo consultor, 2021

Según la rosa de los vientos elaborada a partir de los datos reportados por la estación meteorológica del Aeropuerto Internacional Los Garzones ubicada en la ciudad de montería, departamento de Córdoba, la mayor parte del año se presentan flujos predominantes provenientes de las direcciones Oeste (W), Noroeste (NW), Suroeste (SW), Norte (N) y Sur (S) con una frecuencia de 13%, 11%, 11%, 10% y 10% respectivamente, y velocidades que oscilan entre 1,5 m/s y 7,9 m/s; de igual forma, se observan flujos con dirección variable y frecuencias menores al 10%, así como periodos de calma del 37%.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INF
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 65.** Rosa de vientos y distribución de frecuencia jornada diurna.

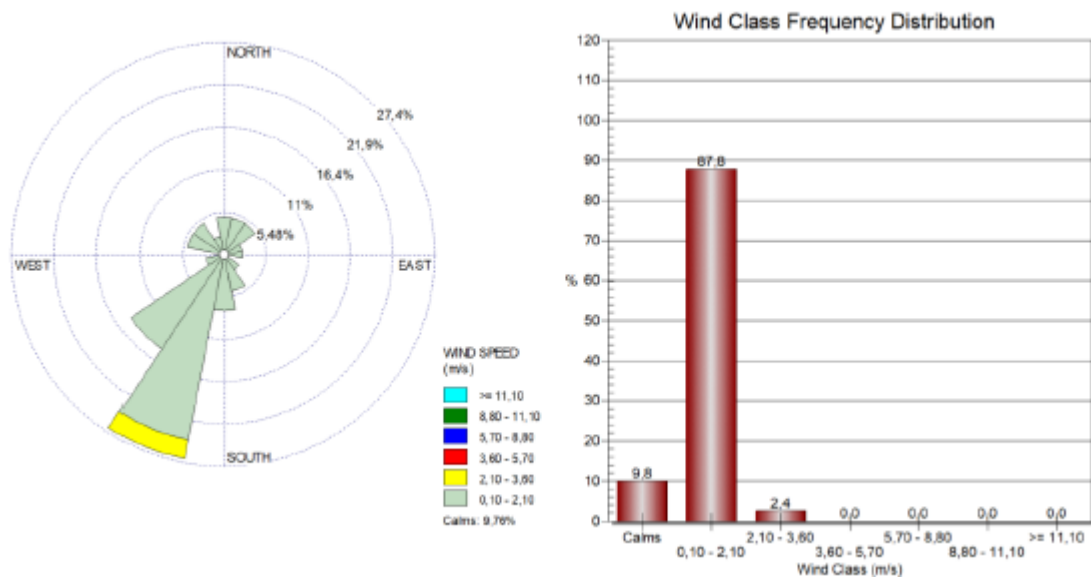


**Fuente:** Equipo consultor, 2021

Las rosas de vientos obtenidas durante los días de medición durante el periodo diurno (Imagen 5) predominaron los vientos procedentes de la dirección sur-suroeste con una frecuencia cercana a 27,5% y velocidad de 0,1 a 5,7 m/s. Adicionalmente hubo presencia de vientos de todos los cuadrantes con frecuencias menores al 16% y velocidades entre 0,1 y 2,1 m/s. El periodo de calma fue de 9,8% .

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 66.** Rosa de vientos y distribución de frecuencia jornada diurna

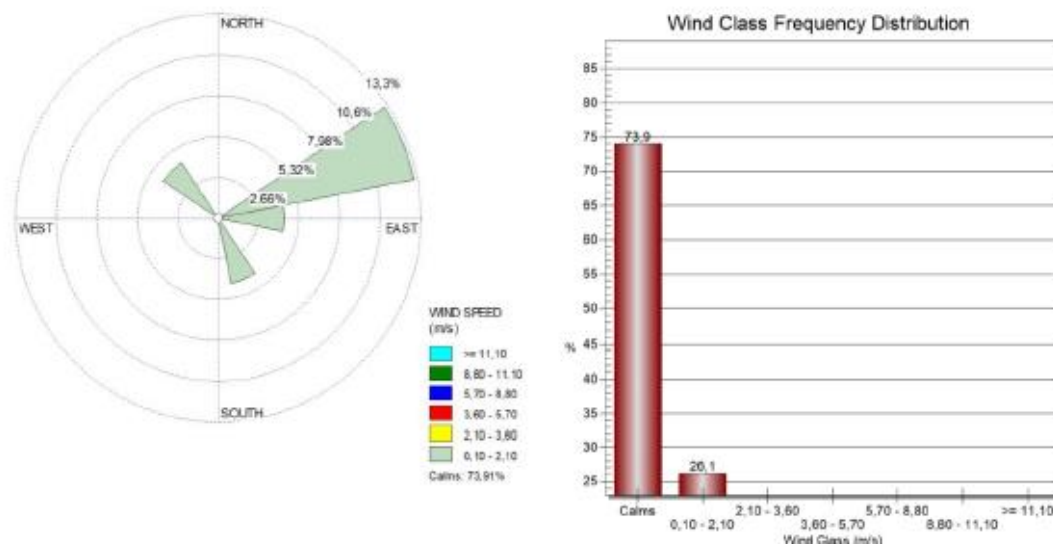


**Fuente:** Equipo consultor, 2021

Para el caso de la jornada nocturna predominó el periodo de calma con un 73,9%, mientras que el porcentaje restante se identificó con vientos procedentes de direcciones este-noreste, este, sursureste y noroeste con frecuencias que oscilaron entre 2 y 13%, mientras que la velocidad del viento estuvo entre 0,1 y 2,1 m/s (**Figura 67**).

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Figura 67.** Rosa de vientos y distribución de frecuencia jornada nocturna





**Fuente:** Equipo consultor, 2021

#### - Datos velocidad del viento

En la Tabla 86 se reportan los datos de velocidad del viento durante el periodo de monitoreo tomados con la estación meteorológica.

**Tabla 87.** Datos de velocidades máximas de viento.

DÍA HÁBIL 1						
Horario	No	Identificación del punto	Fecha	Hora inicial	Hora final	Velocidad del viento m/s
Diurno	1	Finca La Maravilla	2021-02-19	11:29:00	12:29:00	1,2
	2	Finca La Victoria	2021-02-19	7:01:00	8:01:00	1,1
	3	Finca La Gloria	2021-02-19	8:19:00	9:19:00	1,3
	4	Finca Campo Alegre	2021-02-19	9:52:00	10:52:00	1,2
	5	Finca San Martín	2021-02-19	17:34:00	18:34:00	1,3
Nocturno	1	Finca La Maravilla	2021-02-20	3:27:00	4:27:00	1,4
	2	Finca La Victoria	2021-02-20	1:47:00	2:47:00	1,2
	3	Finca La Gloria	2021-02-20	0:22:00	1:22:00	1,3

 	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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA				Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA				Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

	4	Finca Campo Alegre	2021-02-20	22:53:00	23:53:00	1,1
	5	Finca San Martín	2021-02-20	21:26:00	22:26:00	1,4
<b>DÍA NO HÁBIL</b>						
Horario	No	Identificación del punto	Fecha	Hora inicial	Hora final	Velocidad del viento m/s
Diurno	1	Finca La Maravilla	2021-02-21	8:11:00	9:11:00	1,4
	2	Finca La Victoria	2021-02-21	9:26:00	10:26:00	1,4
	3	Finca La Gloria	2021-02-21	10:46:00	11:46:00	1,4
	4	Finca Campo Alegre	2021-02-21	12:16:00	13:16:00	1,1
	5	Finca San Martín	2021-02-21	13:55:00	14:55:00	1,1
Nocturno	1	Finca La Maravilla	2021-02-22	3:09:00	4:09:00	1,1
	2	Finca La Victoria	2021-02-22	1:43:00	2:43:00	1,4
	3	Finca La Gloria	2021-02-22	0:18:00	1:18:00	1,1
	4	Finca Campo Alegre	2021-02-22	22:51:00	23:51:00	1,1
	5	Finca San Martín	2021-02-22	21:20:00	22:20:00	1,3
<b>DÍA HÁBIL 2</b>						
Horario	No	Identificación del punto	Fecha	Hora inicial	Hora final	Velocidad del viento m/s
Diurno	1	Finca La Maravilla	2021-02-25	9:05:00	10:05:00	1,1
	2	Finca La Victoria	2021-02-25	10:32:00	11:32:00	1,0
	3	Finca La Gloria	2021-02-25	11:59:00	12:59:00	1,3
	4	Finca Campo Alegre	2021-02-25	13:41:00	14:41:00	1,3
	5	Finca San Martín	2021-02-25	15:00:00	16:00:00	1,1
Nocturno	1	Finca La Maravilla	2021-02-26	21:01:00	22:01:00	1,1
	2	Finca La Victoria	2021-02-26	22:25:00	23:25:00	1,1
	3	Finca La Gloria	2021-02-26	23:54:00	0:54:00	1,2
	4	Finca Campo Alegre	2021-02-26	1:25:00	2:25:00	1,1
	5	Finca San Martín	2021-02-26	2:56:00	3:56:00	1,2

**Fuente:** Equipo consultor, 2021



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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

### ● Descripción de las fuentes de sonidos existentes

Las principales fuentes que se percibieron durante el periodo de evaluación en la zona de estudio de interés están relacionadas con las actividades habituales del sector, dado que en el área de interés no se desarrolla ninguna actividad industrial.

Dentro de las observaciones de campo se resalta los aportes relacionados al paso de camiones y volquetas que ingresan a la zona de estudio cargados con materiales pétreos para el desarrollo de obras de construcción, el paso de vehículos (motos, autos y camiones) a por los caminos destapados de las fincas vecinas, el aporte generado por el tránsito vial sobre la vía Montería-Planeta Rica y las actividades agroindustriales identificadas en la finca Los Caballos, donde se identificó operación de maquinaria agrícola combinada, ingreso de furgones y actividades de soldadura. Adicionalmente se identificaron aportes de animales como perros, aves e insectos. Los eventos más sobresalientes durante el día y la noche se reflejan en la planilla de campo diseñada.

Durante la medición se identificaron fuentes variables, estas corresponden a todos los vehículos que se movilizan en la zona, tanto el identificado en los caminos destapados, en el interior de las fincas, y el de la vía Montería-Planeta Rica, así como la operación de maquinaria agropecuaria en una finca vecina y el ingreso de vehículos con materiales pétreos al área de interés de proyecto.

### – 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.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

- ✓ 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.

#### – 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.

#### ● Cálculo de ruido ambiental

El cálculo de ruido ambiental se obtiene mediante la siguiente fórmula:

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

Dónde:

**L<sub>Aeq</sub>** = Nivel equivalente resultante de la medición.

**L<sub>N</sub>** = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido Norte.

**L<sub>O</sub>** = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido Oeste.

**L<sub>S</sub>** = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido Sur.

**L<sub>E</sub>** = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido Este

**L<sub>V</sub>** = Nivel equivalente medido en la posición del micrófono orientada en sentido vertical.

#### ● Referencias normativas

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 88**).



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

**Tabla 88.** 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		
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:** Equipo consultor a partir de MAVDT, 2006

## RESULTADOS

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. Rural habitada destinada a explotación agropecuaria.

	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Los resultados relacionados a los puntos de ruido ambiental en horario diurno se presentan en la siguiente tabla, en éstas se indica la fecha de medición, horario de estas, los valores obtenidos y la comparación con el nivel máximo permisible aplicable a cada medición.

**Tabla 89.** Resultados de ruido ambiental-jornada diurna en día hábil 1.

Punto No.	Identificación del punto	Fecha medición	LAeq dB(A)	Estándar máximo permisible	Cumplimiento
1	Finca La Maravilla	2021-02-19	72,6	55	NO CUMPLE
2	Finca La Victoria		69,1	55	NO CUMPLE
3	Finca La Gloria		76,8	55	NO CUMPLE
4	Finca Campo Alegre		66,3	55	NO CUMPLE
5	Finca San Martín		72,5	55	NO CUMPLE

**Fuente:** Equipo consultor, 2021

De acuerdo con las mediciones de ruido ambiental se resalta que ninguno de los puntos se encuentra cumpliendo la normatividad ambiental vigente para el sector rural habitado destinada a explotación agropecuaria; el mayor valor se presenta en el punto 1 con 72,6 dB(A) y el menor valor en el punto 4 con 66,3 dB(A).


Los resultados relacionados a los puntos de ruido ambiental en horario nocturno se presentan en la siguiente tabla, en éstas se indica la fecha de medición, horario de estas, los valores obtenidos y la comparación con el nivel máximo permisible aplicable a cada medición.

**Tabla 90.** Resultados de ruido ambiental-jornada nocturna en día hábil 1.

Punto No.	Identificación del punto	Fecha medición	LAeq dB(A)	Estándar máximo permisible	Cumplimiento
1	Finca La Maravilla	2021-02-20	64,9	45	NO CUMPLE
2	Finca La Victoria		69,7	45	NO CUMPLE
3	Finca La Gloria		65,7	45	NO CUMPLE
4	Finca Campo Alegre		66,5	45	NO CUMPLE
5	Finca San Martín		73,8	45	NO CUMPLE

**Fuente:** Equipo consultor, 2021

De acuerdo con las mediciones de ruido ambiental se resalta que ninguno de los puntos se encuentra cumpliendo la normatividad ambiental vigente para el sector rural habitado destinada a explotación agropecuaria; el mayor valor se presenta en el punto 5 con 73,8 dB(A) y el menor valor en el punto 4 con 66,5 dB(A).

 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Los resultados relacionados a los puntos de ruido ambiental en horario diurno se presentan en la siguiente tabla, en éstas se indica la fecha de medición, horario de estas, los valores obtenidos y la comparación con el nivel máximo permisible aplicable a cada medición.

**Tabla 91.** Resultados de ruido ambiental-jornada diurna en día hábil 2.

Punto No.	Identificación del punto	Fecha medición	LAeq dB(A)	Estándar máximo permisible	Cumplimiento
1	Finca La Maravilla	2021-02-25	65,5	55	NO CUMPLE
2	Finca La Victoria		64,9	55	NO CUMPLE
3	Finca La Gloria		66,8	55	NO CUMPLE
4	Finca Campo Alegre		66,2	55	NO CUMPLE
5	Finca San Martín		70,0	55	NO CUMPLE

**Fuente:** Equipo consultor, 2021

De acuerdo con las mediciones de ruido ambiental se resalta que ninguno de los puntos se encuentra cumpliendo la normatividad ambiental vigente para el sector rural habitado destinada a explotación agropecuaria; el mayor valor se presenta en el punto 5 con 70 dB(A) y el menor valor en el punto 2 con 64,9 dB(A).


Los resultados relacionados a los puntos de ruido ambiental en horario nocturno se presentan en la siguiente tabla, en éstas se indica la fecha de medición, horario de estas, los valores obtenidos y la comparación con el nivel máximo permisible aplicable a cada medición.

**Tabla 92.** Resultados de ruido ambiental-jornada nocturno en día hábil 2.

Punto No.	Identificación del punto	Fecha medición	LAeq dB(A)	Estándar máximo permisible	Cumplimiento
1	Finca La Maravilla	2021-02-26	66,6	45	NO CUMPLE
2	Finca La Victoria		66,6	45	NO CUMPLE
3	Finca La Gloria		63,0	45	NO CUMPLE
4	Finca Campo Alegre		64,0	45	NO CUMPLE
5	Finca San Martín		64,7	45	NO CUMPLE

**Fuente:** Equipo consultor, 2021

De acuerdo con las mediciones de ruido ambiental se resalta que ninguno de los puntos se encuentra cumpliendo la normatividad ambiental vigente para el sector rural habitado destinada a explotación agropecuaria; el mayor valor se presenta en el punto 1 y 2 con 66,6 dB(A) y el menor valor en el punto 3 con 63 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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Los resultados relacionados a los puntos de ruido ambiental en horario diurno para el día no hábil se presentan en la siguiente tabla, en éstas se indica la fecha de medición, horario de estas, los valores obtenidos y la comparación con el nivel máximo permisible aplicable a cada medición.

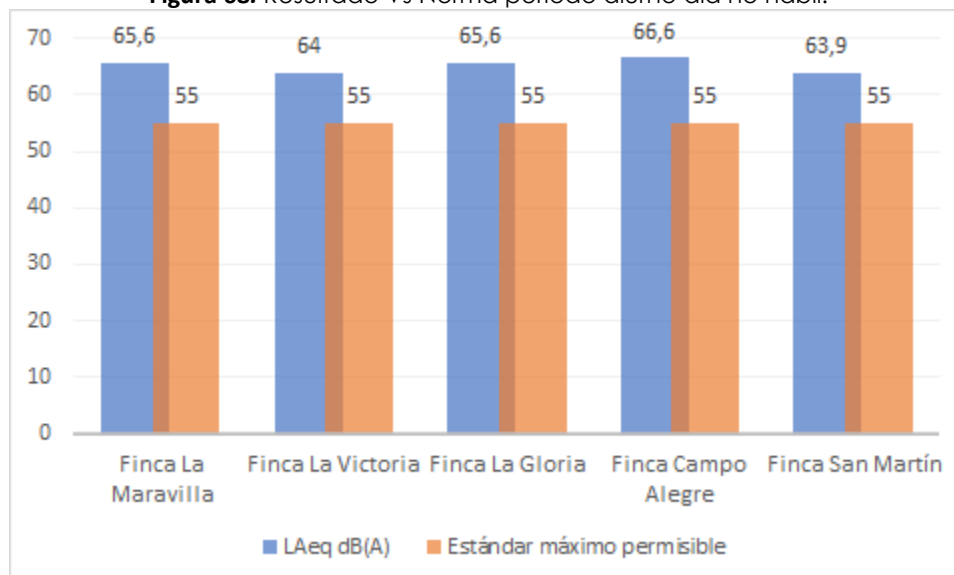
**Tabla 93.** Resultados de ruido ambiental-jornada diurna en día no hábil.

Punto No.	Identificación del punto	Fecha medición	LAeq dB(A)	Estándar máximo permisible	Cumplimiento
1	Finca La Maravilla	2021-02-21	65,6	55	NO CUMPLE
2	Finca La Victoria		64,0	55	NO CUMPLE
3	Finca La Gloria		65,6	55	NO CUMPLE
4	Finca Campo Alegre		66,6	55	NO CUMPLE
5	Finca San Martín		63,9	55	NO CUMPLE

**Fuente:** Equipo consultor, 2021


De acuerdo con las mediciones de ruido ambiental se resalta que ninguno de los puntos se encuentra cumpliendo la normatividad ambiental vigente para el sector rural habitado destinada a explotación agropecuaria; el mayor valor se presenta en el punto 4 con 66,6 dB(A) y el menor valor en el punto 5 con 63,9 dB(A).

**Figura 68.** Resultado Vs Norma periodo diurno día no hábil.



**Fuente:** Equipo consultor, 2021



 <b>SPK LA UNIÓN</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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA		Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA		Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Los resultados relacionados a los puntos de ruido ambiental en horario nocturno en día no hábil se presentan en la siguiente tabla, en éstas se indica la fecha de medición, horario de estas, los valores obtenidos y la comparación con el nivel máximo permisible aplicable a cada medición.

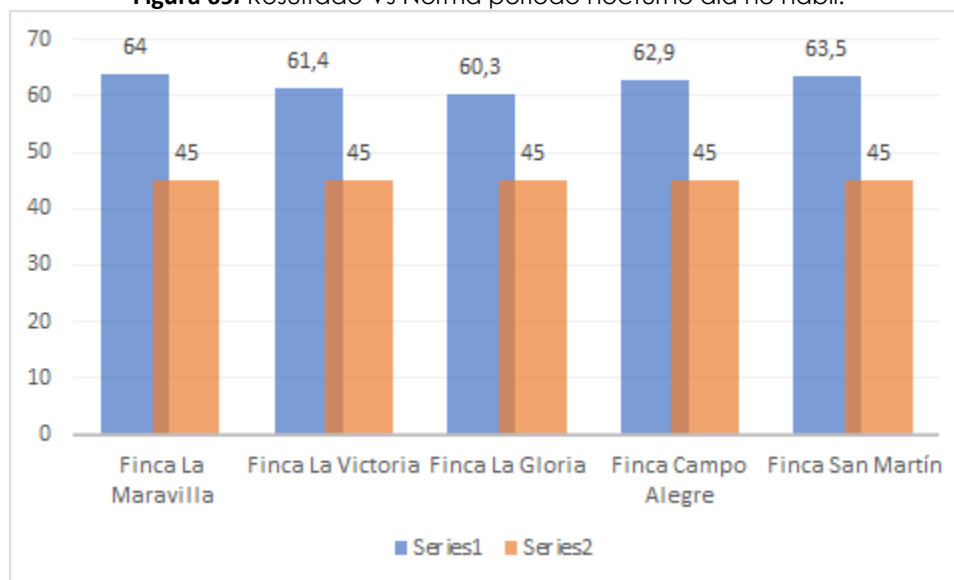
**Tabla 94.** Resultados de ruido ambiental-jornada nocturno en día no hábil.

Punto No.	Identificación del punto	Fecha medición	LAeq dB(A)	Estándar máximo permisible	Cumplimiento
1	Finca La Maravilla	2021-02-22	64,0	45	NO CUMPLE
2	Finca La Victoria		61,4	45	NO CUMPLE
3	Finca La Gloria		60,3	45	NO CUMPLE
4	Finca Campo Alegre		62,9	45	NO CUMPLE
5	Finca San Martín		63,5	45	NO CUMPLE

**Fuente:** Equipo consultor, 2021

De acuerdo con las mediciones de ruido ambiental se resalta que ninguno de los puntos se encuentra cumpliendo la normatividad ambiental vigente para el sector rural habitado destinada a explotación agropecuaria; el mayor valor se presenta en el punto 1 con 64,0 dB(A) y el menor valor en el punto 3 con 60 dB(A) (**Figura 69**).

**Figura 69.** Resultado Vs Norma periodo nocturno día no hábil.



**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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

Las observaciones en campo indican que durante los días hábiles hubo aportes significativos de los vehículos que transitaban por la vía Montería- Planeta Rica, así como del paso de motos y camiones por las vías, ingresando y saliendo de los predios cargados materiales de construcción y/o maíz, operación de maquinaria agrícola combinada y ladrido de perros, mientras que para el día no hábil disminuyó el tránsito vehicular en la zona, predominando aportes de animales de corral y silvestres.

Es de resaltar que, en las observaciones de campo, indican que durante la medición del punto 5 del día hábil 1 hubo aportes del sonido de música proveniente desde la casa de la finca, mientras para los demás puntos y días los aportes se relacionaron al paso de vehículos sobre la vía Montería-Planeta Rica, sonido de insectos, gallos, perros, así como el paso de motos y vehículos livianos por los caminos destapados que conducen a las fincas.

Los niveles de emisión de ruido arrojados del monitoreo realizado corresponden a una línea base del nivel de ruido en el área de interés, y reflejan que las actividades actuales presentan excedencia normativa respecto al subsector D, subsector "Rural habitada destinada a explotación agropecuaria."

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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	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 Medica Electronica*, 640–649.
- Andrades, M., & Múñez, 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 Tecnico de Ruido Ambiental*.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

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.*

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, & Consorio 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.



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-INF
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

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). 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 Betancí 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



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 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019


- de imágenes mono y multiespectrales y su implementación en el software cubano TN Estudio V2 . O. *Revista de Teledetección*, 20, 35–52.
- 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*.
- Ibañes, 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 No 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.,



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

- & 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 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 Geotécnicos. (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.



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

- 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>
- 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-55*. NRCS. (1986). *Urban Hydrology for Small Watersheds TR-55*. USDA Natural Resource Conservation Service Conservation



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

- Engeneering Division Technical Release 55. <http://doi.org/Technical Release 55>. In *USDA Natural Resource Conservation Service Conservation Engeneering 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). 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>



	ASESORÍAS Y CONSULTORÍAS	Código: MI-AYC-F-INFT
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA SOLICITUD DE MODIFICACIÓN DE LA LICENCIA AMBIENTAL APROBADA POR RESOLUCIÓN No 2-8765 DEL 28 DE DICIEMBRE DE 2021 PARA EL PROYECTO LÍNEA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE 110KV DEL PROYECTO "PV LA UNIÓN" A LA SUBESTACIÓN NUEVA MONTERÍA	Versión: 01
	CAPÍTULO 5.1. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA	Vigente desde: 09 DE MAYO DE 2019

- 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.*
- 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.