

GESTIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO MODIFICACIÓN EXCEPCIONAL MUNICIPIO DE TENJO 2021

Contenido

Introducción	10
1. La Política Nacional de Cambio Climático y la Gestión del cambio climático.	11
1.1. Lineamientos de política	16
1.2. Líneas estratégicas	19
1.3. Líneas instrumentales	24
1.4. La gestión del Cambio Climático en el ordenamiento territorial.	28
2. Etapa preliminar: Reconocimiento e incorporación de información para el cambio climático para el territorio.	30
2.1. Los escenarios del cambio climático y de la tercera comunicación.	30
3. Etapa 1. Análisis de vulnerabilidad, amenaza y riesgo por cambio climático de acuerdo con la tercera comunicación.	50
3.1. Metodología	51
3.1 Resultados de vulnerabilidad para Tenjo	61
3.2 Resultados de amenaza para Tenjo	78
3.3 Resultados de riesgo para Tenjo	85
4 Etapa 2. Inventario de gases de efecto invernadero.	86
4.1 Metodología	89
4.2 Resultados PMACC	109
5 Identificación y valoración de amenazas y planificación de riesgo bajo un contexto de cambio climático.	117
5.1 Remoción en masa (PMACC)	117
5.2 Incendios forestales	120

5.3	Eventos históricos recopilados en los estudios básicos de gestión del riesgo 2021: Análisis de amenazas por movimientos en masa, avenidas torrenciales, inundaciones e incendios forestales.....	122
6	Validación de información climática con los actores institucionales, sociales y sectoriales.	147
6.1	Análisis de otras amenazas, desabastecimiento hídrico y pérdida de productividad de suelos agrícolas.	161
7	La Estructura Ecológica Principal y Cambio climático.	189
8	Áreas potenciales para la captura e implementación de sumideros.	192
9	Etapa 3. Identificación y priorización de Medidas de adaptación	194
9.1	Ejes estratégicos.....	203
9.2	Estrategias desde el suelo rural para la mitigación de los Gases de Efecto Invernadero.	210
9.3	Estrategias desde el suelo urbano para la mitigación de los Gases de Efecto Invernadero.....	211
10	Etapa 4. Formulación de medidas de adaptación y mitigación	212
10.1	Programas y proyectos del POMCA 2019	212
10.2	Programas y proyectos del PMACC Tenjo	215
10.3	Medidas de mitigación y adaptación PMACC Tenjo	222
10.4	Indicadores de evaluación y seguimiento	240
	Bibliografía	249

Índice de Tablas

Tabla 1.	Líneas instrumentales de la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático.	25
Tabla 2.	Anomalías de precipitación promedia a nivel mensual en el año 2017 y el periodo 1981-2010 en Tenjo.....	31
Tabla 3.	Promedios de temperatura mínima y mínimas absolutas en el periodo 1971 y 2011 en Tenjo.....	33
Tabla 4.	Resumen de los cambios proyectados en el clima para Tenjo 2011–2040, 2041–2070 y 2071–2100.....	38

Tabla 5. Coberturas Ha vs Escenario proyectado de temperatura para el periodo 2011-2100.	40
Tabla 6. Áreas de importancia Ha vs Escenario de temperatura para el periodo 2011-2100.	42
Tabla 7. Coberturas Ha vs Escenario proyectado de precipitación para el periodo 2011-2100.....	44
Tabla 8. Áreas de importancia Ha vs Escenario de precipitación para el periodo 2011-2040.....	46
Tabla 9. Cultivos relevantes Tenjo vs Escenarios de cambio en precipitación y temperatura 2011-2100.....	49
Tabla 10. Rangos óptimos de Temperatura y Precipitación para cultivos relevantes Tenjo.	50
Tabla 11. Indicadores dimensión seguridad alimentaria	53
Tabla 12. Indicadores dimensión recurso hídrico	55
Tabla 13. Indicadores dimensión biodiversidad y recursos ecosistémicos.....	55
Tabla 14. Indicadores dimensión salud	56
Tabla 15. Indicadores hábitat humano	57
Tabla 16. Indicadores infraestructura	60
Tabla 17. Resultados de sensibilidad y capacidad adaptativa en seguridad alimentaria del municipio de Tenjo.....	62
Tabla 18. Sensibilidad en seguridad alimentaria para el municipio de Tenjo.....	63
Tabla 19. Capacidad adaptativa en seguridad alimentaria para el municipio de Tenjo	63
Tabla 20. Resultados de sensibilidad y capacidad adaptativa en recurso hídrico del municipio de Tenjo.....	64
Tabla 21. Sensibilidad en recurso hídrico para el municipio de Tenjo.....	65
Tabla 22. Capacidad adaptativa en recurso hídrico para el municipio de Tenjo.	65
Tabla 23. Resultados de sensibilidad y capacidad adaptativa en biodiversidad y recursos ecosistémicos del municipio de Tenjo.	66
Tabla 24. Sensibilidad en biodiversidad y recursos ecosistémicos para el municipio de Tenjo.	66
Tabla 25. Capacidad adaptativa en biodiversidad y recursos ecosistémicos para el municipio de Tenjo.....	66
Tabla 26. Resultados de sensibilidad y capacidad adaptativa en salud del municipio de Tenjo.	67
Tabla 27. Sensibilidad en salud para el municipio de Tenjo.	67
Tabla 28. Capacidad adaptativa en salud para el municipio de Tenjo.....	68
Tabla 29. Resultados de sensibilidad y capacidad adaptativa en hábitat humano del municipio de Tenjo.....	69
Tabla 30. Sensibilidad en hábitat humano para el municipio de Tenjo.	70
Tabla 31. Capacidad adaptativa en hábitat humano para el municipio de Tenjo.....	71
Tabla 32. Resultados de sensibilidad y capacidad adaptativa en infraestructura del municipio de Tenjo.....	73
Tabla 33. Sensibilidad en infraestructura para el municipio de Tenjo.....	73

Tabla 34. Capacidad adaptativa en infraestructura para el municipio de Tenjo.	74
Tabla 35. Resultados de vulnerabilidad para Tenjo.	76
Tabla 36. Resultado de amenaza para Seguridad Alimentaria.	79
Tabla 37. Resultado de amenaza para Recurso Hídrico.	80
Tabla 38. Resultado de amenaza para Biodiversidad y recursos económicos.	81
Tabla 39. Resultado de amenaza para Salud.	82
Tabla 40. Resultado de amenaza para Hábitat Humano.	82
Tabla 41. Resultado de amenaza para Infraestructura.	83
Tabla 42. Resultado de análisis de riesgo del municipio de Tenjo.	85
Tabla 43. Fuentes de información consultadas.	90
Tabla 44. Identificación de factores de emisión.	90
Tabla 45. Consumo de energía eléctrica por sector para el año 2017.	92
Tabla 46. Consumo de gas natural, ACPM y GLP en el año 2017.	92
Tabla 47. Consumo y factor de emisión por tipo de combustible en 2017.	93
Tabla 48. Consumo y factor de emisión para combustibles líquidos consumido.	93
Tabla 49. Áreas inundadas en el municipio y factor de emisión de metano.	93
Tabla 50. Inventario pecuario de Tenjo año 2017.	94
Tabla 51. Información para estimar las emisiones de contaminantes criterio por cría de animales y gestión de estiércol bajo metodología nivel 1.	95
Tabla 52. Factores de emisión y cantidad de paja consumida al año por categoría de animal para el cálculo de las emisiones de contaminantes criterio bajo metodología nivel 2.	100
Tabla 53. Información para estimar las emisiones de material particulado por cría de animales y gestión de estiércol bajo metodología nivel 2.	101
Tabla 54. Información requerida para estimar las emisiones de contaminantes criterio por cantidad de fertilizante nitrogenado y suelos agrícolas.	102
Tabla 55. Características del Bosque Templado para estimar las emisiones por incendios forestales.	103
Tabla 56. Cambio de coberturas en el municipio de Tenjo en el período 2007–2016.	104
Tabla 57. Datos para estimar el carbono liberado por cambio en la cobertura.	105
Tabla 58. Datos de la actividad requeridos para el cálculo de las emisiones de CH4 procedentes del sitio de disposición final.	106
Tabla 59. Caracterización porcentual (%) de los residuos sólidos municipales en Tenjo.	106
Tabla 60. Datos para la estimación de óxido nitroso en el tratamiento de las aguas residuales domésticas.	108
Tabla 61. Resultados huella de carbono para Tenjo año 2017.	110
Tabla 62. Emisiones de contaminantes criterios por la gestión del estiércol.	113

Tabla 63. Emisiones de contaminantes criterios por los incendios forestales	114
Tabla 64. Emisiones por habitante municipio de Tenjo años 2012, 2014 y 2017.....	115
Tabla 65. Coberturas en Ha Vs Susceptibilidad por Fenómenos de Remoción en Masa- Tenjo. ...	117
Tabla 66. Áreas de importancia en Ha Vs Susceptibilidad por Fenómenos de Remoción en Masa- Tenjo.....	119
Tabla 67. Coberturas en Ha Vs Vulnerabilidad ecológica a incendios forestales- Tenjo.	120
Tabla 68. Áreas de importancia en Ha Vs vulnerabilidad ecológica a incendios por cobertura.	122
Tabla 69. Cambios presentidos y esperados por los actores claves.	150
Tabla 70. Peso porcentual de eventos en el municipio.	151
Tabla 71. Histórico de eventos climáticos ocurridos en el municipio de Tenjo en el periodo 1948- 2018.....	151
Tabla 72. Estaciones meteorológicas ubicadas en el municipio de Tenjo.	153
Tabla 73. Análisis cualitativo de los eventos climáticos ocurridos en el municipio de Tenjo.....	155
Tabla 74. Rangos del Riesgo evento.....	157
Tabla 75. Evaluación de eventos en escenario futuro y propuestas de adaptación.....	159
Tabla 76. Estaciones meteorológicas climáticas en el municipio de Tejo.....	164
Tabla 77. Temperaturas mínimas absolutas y mínimas medias ocurridas en el municipio de Tenjo - Granja Providencia durante los años 1971 – 2011.	165
Tabla 78. Temperaturas mínimas absolutas y mínimas medias ocurridas en el municipio de Tenjo - Hato Alto durante los años 1971 – 2011.....	165
Tabla 79. Comparativo de áreas de protección en suelo rural definidas en el componente general y Modelo de ocupación del POT.	190
Tabla 80. Áreas de coberturas en la Estructura Ecológica Principal.	192
Tabla 81. Tipos de adaptación al CC.....	197
Tabla 82. Cambios presentidos y deseados.	199
Tabla 83. <i>Riesgo evento = Significancia * Probabilidad</i>	205
Tabla 84. Priorización de medidas, asociado a eventos más recurrentes.	205
Tabla 85. Medidas según priorización de medidas y eje estratégico.	208
Tabla 86. Ejes estratégicos y programas desde el suelo rural para la mitigación de los Gases de Efecto Invernadero.....	210
Tabla 87. Ejes estratégicos y programas desde el suelo urbano para la mitigación de los Gases de Efecto Invernadero.....	211
Tabla 88. Ejes estratégicos y programas desde el suelo rural. PMACC, 2018.....	215
Tabla 89. Ejes estratégicos y programas desde el suelo urbano. PMACC, 2018.....	219

Tabla 90. Matriz de Marco Lógico: Programa de Gestión Integral del Riesgo de Desastres y Adaptación al Cambio Climático: hacia un territorio seguro y ambientalmente sostenible en la cuenca del Río Bogotá.....	240
Tabla 91. Indicadores PMACC, 2018.	243
Tabla 92. Indicadores asociados al Cambio Climático. Planes de Desarrollo Municipal. Tenjo 2016 y 2020.....	248

Índice de Figuras

Figura 1. Líneas de acción estrategia territorial: Desarrollo rural bajo en carbono y resiliente al clima	19
Figura 2. Líneas de acción estrategia territorial: Desarrollo urbano bajo en carbono y resiliente al clima	20
Figura 3. Líneas de acción estrategia territorial: Desarrollo minero-energético bajo en carbono y resiliente al clima	22
Figura 4. Líneas de acción estrategia territorial: Desarrollo de infraestructura estratégica baja en carbono y resiliente al clima	23
Figura 5. Líneas de acción estrategia territorial: Manejo y conservación de ecosistemas y sus servicios ecosistémicos para el desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima	24
Figura 6. Comportamiento de la precipitación para los años de La Niña, Normal y El Niño para el periodo de referencia 1975 -2015.	31
Figura 7. Precipitación promedio mensual (mm) para el periodo 1981-2010 Vs 2017 del municipio de Tenjo.....	32
Figura 8. Comportamiento de las precipitaciones en Tenjo para el año 2017	33
Figura 9. Temperaturas mínimas absolutas en el periodo 1971 y 2011 en Tenjo.	34
Figura 10. Temperatura–ensamble	36
Figura 11. Precipitación–ensamble	38
Figura 12. Temperatura vs coberturas, áreas de importancia y equipamientos.	39
Figura 13. Coberturas (Ha), áreas de importancia (Ha) y Equipamientos.....	44
Figura 14. Localización Humedales Tenjo	48
Figura 15. Secuencia general del análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático para Colombia	51
Figura 16. Mapa de sensibilidad y Capacidad Adaptativa para el municipio de Tenjo	76
Figura 17. Resultados de vulnerabilidad para Tenjo.	77
Figura 18. Mapa de Amenaza para el municipio de Tenjo.....	84
Figura 19. Mapa de Riesgo para el municipio de Tenjo.	86
Figura 20. Multitemporal de Coberturas años 2007 – 2016.	104

Figura 21. Participación de emisiones por sector.	109
Figura 22. Emisiones en CO2 eq en el Sector Institucional.	111
Figura 23. Emisiones en CO2 eq. en el Sector Transporte.	112
Figura 24. Emisiones en CO2 eq en el Sector Agropecuario.	112
Figura 25. Emisiones en CO2 eq por fermentación entérica.	113
Figura 26. Emisiones de contaminantes criterios por la gestión del estiércol.....	114
Figura 27. Emisiones de contaminantes criterio por incendios forestales	115
Figura 28. Coberturas en Ha Vs Susceptibilidad por Fenómenos de Remoción en Masa.	118
Figura 29. Coberturas en Ha Vs Vulnerabilidad ecológica a incendios forestales- T	121
Figura 30. Precipitación (mm) 1976-2005 y eventos de movimientos en masa para Tenjo.....	124
Figura 31. Cambio de precipitación (en %) 2011-2040 y eventos de movimientos en masa para Tenjo.....	125
Figura 32. Cambio de precipitación (en %) 2041-2070 y eventos de movimientos en masa para Tenjo.....	126
Figura 33. Cambio de precipitación (en %) 2071-2100 y eventos de movimientos en masa para Tenjo.....	126
Figura 34. Temperatura media (°C) 1976-2005 y eventos de movimientos en masa para Tenjo. .	127
Figura 35. Cambio de temperatura media (en %) 2011-2040 y eventos de movimientos en masa para Tenjo.	128
Figura 36. Cambio de temperatura media (en %) 2041-2070 y eventos de movimientos en masa para Tenjo.	129
Figura 37. Cambio de temperatura media (en %) 2071-2100 y eventos de movimientos en masa para Tenjo.	129
Figura 38. Precipitación (mm) 1976-2005 y eventos de incendios forestales para Tenjo.	130
Figura 39. Cambio de precipitación (en %) 2011-2040 y eventos de incendios forestales para Tenjo.	132
Figura 40. Cambio de precipitación (en %) 2041-2070 y eventos de incendios forestales para Tenjo.	133
Figura 41. Cambio de precipitación (en %) 2071-2100 y eventos de incendios forestales para Tenjo.	133
Figura 42. Temperatura media (°C) 1976-2005 y eventos de incendios forestales para Tenjo.....	134
Figura 43. Cambio de temperatura media (en %) 2011-2040 y eventos de incendios forestales para Tenjo.....	135
Figura 44. Cambio de temperatura media (en %) 2041-2070 y eventos de incendios forestales para Tenjo.....	136

Figura 45. Cambio de temperatura media (en %) 2071-2100 y eventos de incendios forestales para Tenjo..... 136

Figura 46. Precipitación (mm) 1976-2005 y eventos de inundaciones para Tenjo..... 137

Figura 47. Cambio de precipitación (en %) 2011-2040 y eventos de inundaciones para Tenjo. 138

Figura 48. Cambio de precipitación (en %) 2041-2070 y eventos de inundaciones para Tenjo. 139

Figura 49. Cambio de precipitación (en %) 2071-2100 y eventos de inundaciones para Tenjo. 139

Figura 50. Temperatura media (°C) 1975-2005 y eventos de inundaciones para Tenjo..... 140

Figura 51. Cambio de temperatura media (en %) 2011-2040 y eventos de inundaciones para Tenjo. 141

Figura 52. Cambio de temperatura media (en %) 2041-2070 y eventos de inundaciones para Tenjo. 142

Figura 53. Cambio de temperatura media (en %) 2071-2100 y eventos de inundaciones para Tenjo. 142

Figura 54. Precipitación (mm) 1976-2005 y eventos de avenidas torrenciales para Tenjo..... 143

Figura 55. Cambio de precipitación (en %) 2011-2040 y eventos de avenidas torrenciales para Tenjo..... 144

Figura 56. Cambio de precipitación (en %) 2041-2070 y eventos de avenidas torrenciales para Tenjo..... 144

Figura 57. Cambio de precipitación (en %) 2071-2100 y eventos de avenidas torrenciales para Tenjo..... 144

Figura 58. Temperatura media (°C) 1976-2005 y eventos de avenidas torrenciales para Tenjo.... 145

Figura 59. Cambio de temperatura media (en %) 2011-2040 y eventos de avenidas torrenciales para Tenjo. 146

Figura 60. Cambio de temperatura media (en %) 2041-2070 y eventos de avenidas torrenciales para Tenjo. 147

Figura 61. Cambio de temperatura media (en %) 2071-2100 y eventos de avenidas torrenciales para Tenjo. 147

Figura 62. Cartografía Social, Taller participativo PMAC. 149

Figura 63. Personas afectadas por eventos climáticos periodo 2010-2018 153

Figura 64. Número de heladas registradas por año en la estación Hato Alto. 154

Figura 65. Número de heladas presentadas por mes en el municipio de Tenjo Estación Granja Providencia y Hato Alto (periodo 1977 – 2011)..... 154

Figura 66. Días libres de heladas durante el periodo 1977-2011, estación Granja Providencia. ... 155

Figura 67. Topografía de Tenjo y sus alrededores. 163

Figura 68. Temperaturas mínimas anual registrada en el municipio de Tenjo – Granja Providencia en Cundinamarca (1977-2011)..... 165

Figura 69. Numero de heladas por mes en el municipio de Tenjo, estación HATO ALTO (1977-2011). 166

Figura 70. Numero de heladas por año en el municipio de Tenjo, estación HATO ALTO (1977-2011). 167

Figura 71. Numero de heladas por año en el municipio de Tenjo, estación GRANJA PROVIDENCIA (1977-2011). 167

Figura 72. Numero de heladas para el periodo comprendido entre 1977 y 2011 según municipios. 168

Figura 73. Probabilidad de ocurrencia de la primera y última helada; estación Granja Providencia en Tenjo, Cundinamarca. PLH (205 días) 169

Figura 74. Temperaturas mínimas registradas en los primeros días del mes de febrero de 2007, en varios sitios de Colombia..... 169

Figura 75. Distribución espacial de la temperatura mínima registrada en el altiplano Cundiboyacense para los días 2 y 3 de febrero de 2007..... 170

Figura 76. Temperatura mínima comparada con la temperatura promedio histórico y la mínima absoluta en la sabana de Bogotá durante la helada de febrero del 2007. 172

Figura 77. Clasificación de la erosión 175

Figura 78. Tipo de Erosión para Tenjo 2010-2011. 176

Figura 79. Grado de Erosión para Tenjo 2010-2011. 177

Figura 80. Clase de Erosión para Tenjo 2010-2011..... 178

Figura 81. División de la cuenca del Río Bogotá en subcuencas hidrográficas. 181

Figura 82. Delimitación municipio de Tenjo con base en las subcuencas de la Cuenca hidrográfica del Río Bogotá. 182

Figura 83. Ficha índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico..... 183

Figura 84. Categorías del índice de uso del agua. 184

Figura 85. Índice del uso de agua para el municipio de Tenjo..... 185

Figura 86. Clasificación de los rangos de valores por IRH. 186

Figura 87. Índice del retención y regulación hídrica para el municipio de Tenjo. 187

Figura 88. Resultado del índice de vulnerabilidad hídrica IVH para la cuenca del río Bogotá..... 188

Figura 89. Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico para el municipio de Tenjo... 189

Figura 90. Estructura Ecológica Principal del municipio de Tenjo. 191

Figura 91. Áreas potenciales para la captura e implementación de sumideros 194

Figura 92. Conformación de la vulnerabilidad 196

Figura 93. Elementos Clave de un Proceso de Adaptación..... 197

Introducción

Desde el Gobierno Nacional se han venido liderando procesos para la inclusión de los efectos y las acciones de adaptación al cambio climático en los diferentes instrumentos de planeación, razón por la cual el municipio de Tenjo estipuló en el Plan de Desarrollo Municipal 2016 – 2019 la formulación del Plan Municipal de Adaptación al Cambio Climático, proceso llevado a cabo bajo un enfoque y lineamiento participativo. En este sentido, se desarrollaron talleres con los representantes de los actores sociales e institucionales en búsqueda de reunir información sobre la percepción del territorio en la actualidad, los eventos climáticos que han ocurrido en el territorio en los últimos 50 años, la visión de los actores sobre la condición de vulnerabilidad y probabilidad de ocurrencia de eventos, además de las medidas de adaptación propuestas.

Ahora bien, el Plan Municipal de Adaptación al Cambio Climático (PMACC) 2016-2019 para Tenjo propone medidas para el municipio, basadas en los escenarios de cambio climático que se han proyectado desde el año 2011 hasta el 2100. Estos procesos se definieron de acuerdo con la experiencia científica, las experiencias de los habitantes de Tenjo, así como el concepto técnico de los diferentes especialistas de la Alcaldía y de los consultores del plan.

Es así que basados en la normatividad vigente y con los insumos proporcionados por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático- IPCC y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático- CMNUCC, entre otros, se construyó una importante base de información y perfiles de proyectos que encaminen a los habitantes de Tenjo, hacia una adaptación apropiada al cambio climático, así como una mitigación de acciones que puedan hacer presión sobre la atmosfera y la generación de GE.

Este plan municipal se desarrolló en siete etapas, basados en los lineamientos, y en la hoja de ruta para la formulación de planes de adaptación al cambio climático, desarrollado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y el Departamento Nacional de Planeación (2013), que son: Preparación para la planificación; Inventario de emisiones de Gases Efecto Invernadero- GEI para el municipio; Gestión de Información para la sostenibilidad en escenarios de cambio climático; identificación y priorización de medidas de adaptación al cambio climático; procesos de cartografía social y técnica, taller de construcción participativa del PMACC con actores interesados, así como capacitación y socialización del plan con funcionarios de la Alcaldía municipal de Tenjo y finalmente la consolidación del PMACC de Tenjo, basados en los lineamientos de orden nacional sobre el tema, impartidos desde Min Ambiente, DNP, entre otras, tales como “La Estrategia colombiana de desarrollo bajo en carbono, Plan nacional de adaptación al cambio climático, Tercera comunicación de Cambio Climático, entre otras”.

El Plan Municipal de Adaptación al Cambio Climático – Tenjo Cundinamarca en su Capítulo 1. Preparación y Planificación, incluye la caracterización biofísica, caracterización socioeconómica, un marco conceptual, un contexto general, la identificación de la información base y disponible para formular, el análisis de actores involucrados y la articulación con instrumentos de planificación. En el Capítulo 2. Inventario Municipal de Gases Efecto Invernadero, incorpora un inventario de gases de efecto invernadero y contaminantes criterio 2.4, en el cual indica los sectores considerados, el método de estimación, la descripción del esquema lógico, la metodología empleada en el cálculo de emisiones de GEI e información recolectada y los resultados obtenidos. El Capítulo 3. Gestión de la Información para la Sostenibilidad en Escenarios de Cambio Climático, se presenta la información obtenida en los talleres de construcción participativa, los impactos históricos en el sistema, la caracterización de eventos asociados al cambio climático en diferentes escenarios en el marco de la Tercera Comunicación Nacional sobre el cambio climático y la vulnerabilidad climática, dando lugar a analizar el riesgo frente a las dimensiones de la seguridad alimentaria, recurso hídrico, biodiversidad y servicios ecosistémicos, salud, hábitat humano e infraestructura. Finalmente, en el Capítulo 4 se presenta la Identificación y Priorización de Medidas de Adaptación con los resultados esperados, la identificación de medidas de adaptación apropiadas, de la definición de Co-Beneficiarios y estimación de costos y la priorización de medidas de adaptación.

Así bien, el PMACC tiene como objetivo “brindar información veraz y actualizada sobre los escenarios y tendencias en cambio climático para Tenjo y consecuentemente divulgar, formular y socializar acciones de adaptación y mitigación con un enfoque participativo en el municipio”; además, busca realizar un análisis sobre las posibles acciones de adaptación teniendo en cuenta los componentes biofísicos, sociales, económicos, culturales y políticos, con la finalidad de comprender cuales son las necesidades del municipio.

El presente documento recoge los resultados de dicho Plan Municipal y alimenta dicho diagnóstico con insumos tan importantes como los Estudios Básicos de Gestión del Riesgo realizados por el municipio en el año 2021 y los contenidos del POMCA del Río Bogotá, con el fin de incorporar los principios y proyectos de cambio climático en el ordenamiento municipal. También incluye una revisión de las Orientaciones para la inclusión del cambio climático en los Planes de Ordenamiento Territorial (CAR, 2018).

1. La Política Nacional de Cambio Climático y la Gestión del cambio climático.

La Política nacional de cambio climático fue adoptada en 2018, con el objetivo de incorporar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas para avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos del cambio climático y permita aprovechar las oportunidades que este genera.

Para esto, en esta política se proponen una serie de estrategias territoriales generales y sectoriales, de alto impacto para la adaptación y la mitigación de gases de efecto invernadero (GEI), y unos lineamientos para su articulación (que definen la lógica de interacción entre ellas) que buscan optimizar la combinación de distintos criterios y elementos en un mismo territorio, necesarios para relacionar la adaptación y la mitigación de GEI con decisiones relevantes de desarrollo.

La necesidad de coordinar las acciones para hacer frente al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero, así como de definir medidas para contrarrestar sus impactos sobre la población y actividades humanas. Colombia ratificó mediante Ley 164 de 1994 la adopción de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático llevada a cabo en 1992. A partir de lo anterior, el país registra esfuerzos por establecer políticas y regulaciones que faciliten el diseño e implementación de estas medidas. Se destacan las siguientes:

- Ratificación mediante la **Ley 629 de 2000 del Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático**. El Protocolo estableció tres mecanismos de flexibilidad: el comercio de emisiones, la implementación conjunta y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).
- En 2001, elaboración del **documento: Lineamientos de política de cambio climático en el año 2002**, con el fin de: Identificar las estrategias requeridas para consolidar la capacidad nacional necesaria que permita responder a las posibles amenazas del cambio climático (a cargo del Ministerio de Ambiente y Departamento Nacional de Planeación, DNP)
- **Política de bosques de 1996** cuyo objetivo fue lograr el uso sostenible de los bosques.
- **Política Nacional Ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia**, publicada en el año 2000 con el propósito de propender al desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras.
- **Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros** que tiene como objetivo el desarrollo sostenible y de los espacios costeros, así como los intereses marítimos de la Nación.
- **Política de participación social en la conservación de 2001**, la cual planteó la necesidad de promover y consolidar procesos de participación social y coordinación interinstitucional para la conservación de la biodiversidad, de los servicios ambientales de las áreas protegidas y de la diversidad cultural del país.

- **Política de Humedales interiores de Colombia de 2002**, que busca garantizar la sostenibilidad de los recursos hídricos mediante el uso sostenible y la conservación de los humedales.
- En el año 2010 se expide la **Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico** que busca orientar la planificación, administración, seguimiento y monitoreo del recurso hídrico a nivel nacional bajo un criterio de gestión integral del mismo.
- En el **Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014** “Prosperidad para todos” se trabajaron cuatro estrategias para abordar la problemática del cambio climático.
- En el año 2012 se expide la Ley 1523 que adopta la **Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres** y se establece el **Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres**, en donde la gestión del riesgo es entendida como el proceso social orientado al conocimiento, la reducción del riesgo y el manejo de desastres.
- El **Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018** “Todos por un nuevo país” contiene, tanto en las estrategias transversales de Competitividad estratégica e infraestructura, Movilidad social, Transformación del campo, así como en la estrategia envolvente de Crecimiento verde, temas asociados al cambio climático y hace explícita la necesidad de **consolidar la Política nacional de cambio climático**, buscando su integración con la planificación ambiental, territorial y sectorial.
- Es preciso reconocer como antecedente un hecho que marca el cambio climático como un motor de degradación: los fenómenos **de El Niño y La Niña** durante 2009-2010 y 2010-2011 respectivamente.

Con base en lo anterior, la Política nacional de cambio climático define al menos cuatro áreas de acción para enfrentar el cambio climático, así:

1. **El cambio climático afecta la materialización de los riesgos de origen hidrometeorológico** sobre poblaciones, infraestructuras (vías o viviendas, por ejemplo), actividades económicas y ecosistemas expuestos, por parte de dinámicas naturales (amenazas) relacionadas con las inundaciones, deslizamientos, los efectos de las variaciones de la temperatura (por ejemplo: sobre los cultivos agrícolas), y el aumento del nivel del mar, entre otros.
2. **Las pautas de ocupación del territorio y del uso del suelo**, definidas por el crecimiento económico y el desarrollo, determinan el grado de exposición y vulnerabilidad ante estas amenazas de origen hidrometeorológico.
3. **La degradación de las cuencas hídricas y los ecosistemas**, además de incrementar la vulnerabilidad de los sistemas naturales a los impactos del cambio climático, puede contribuir

a mayor vulnerabilidad de las actividades económicas y el bienestar de la población sumado a los efectos del cambio climático.

4. Es prioritario contribuir a **la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero** desde una perspectiva global para reducir los riesgos asociados al cambio climático en el país. La dinámica del desarrollo, particularmente en zonas rurales, es prioritaria para la mitigación de GEI a través de su efecto en términos de deforestación y de uso del suelo, en general.

La finalidad última de **una política de cambio climático es la de reducir los riesgos asociados a las variaciones del clima futuro**, y sus objetivos están orientados a promover un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima, a través del aumento de la influencia de la gestión del cambio climático en la toma de decisiones que definen la senda del desarrollo.

De esta manera, es urgente desarrollar acciones que permitan al país reducir los riesgos que supone el cambio climático y evitar la generación de nuevos riesgos, en la economía y los ecosistemas del país, y para la población más vulnerable.

Existe un alto potencial para invertir en mayor eficacia, transformación estructural y cambio tecnológico en tres sistemas clave de la economía:

1. CIUDADES:

Promover ciudades compactas y bien conectadas, planificadas con consideraciones de cambio climático para un uso del suelo adecuado y con sistemas de movilidad sostenibles y gestionadas en contraposición a una expansión descontrolada es una de las recomendaciones del informe.

2. LO RURAL:

- Si se **aumenta el rendimiento de los cultivos y la productividad ganadera utilizando nuevas tecnologías y enfoques integrales a la administración de suelos y aguas**, es posible incrementar la producción de alimentos, proteger los bosques y mitigar las emisiones derivadas de usos agrícolas.
- **Restaurar tan solo el 12 % de las tierras erosionadas** podría alimentar a 200 millones de personas para 2030, al tiempo que fortalecería la capacidad de **recuperación del clima y reduciría las emisiones**.
- **Reducir la deforestación** hasta detenerla por completo es posible combinando apoyo internacional con un firme compromiso nacional de proteger los bosques y de incrementar los ingresos rurales.
- **Un desarrollo agropecuario más productivo que permita recuperar áreas degradadas**, en contraposición a una agricultura expansiva y en consecuencia deforestadora y degradadora de

tierras, lo cual se articula a lo propuesto por la misión rural, en donde se propone un desarrollo rural integral con enfoque territorial, que incorpora una estrategia de sostenibilidad ambiental.

3. LA ENERGÍA:

Se deben **promover las fuentes de energía renovables** en contraposición con un uso intensivo de combustibles fósiles.

La Política nacional de cambio climático constituye un marco de acción que pretende contribuir al logro y consolidación de los objetivos de mediano y largo plazo de la política de crecimiento verde, a través de:

- Avanzar hacia un crecimiento sostenible y bajo en carbono.
- Proteger y asegurar el uso sostenible del capital natural y mejorar la calidad y gobernanza ambiental.
- Lograr un crecimiento resiliente y reducir la vulnerabilidad frente a los riesgos de desastres y al cambio climático.

De acuerdo con el documento de política, las líneas instrumentales que la integran, sus planteamientos para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y para la adaptación al cambio climático, en armonía con la visión de crecimiento verde, son aspectos estratégicos para aportar al desarrollo sostenible del país, sobre una base de competitividad y uso eficiente de recursos.

- **Gestión del cambio climático: aspectos críticos para influir en la senda del desarrollo del país.**

La Política nacional de cambio climático requiere de:

- Una gestión combinada de adaptación y mitigación de GEI como centro de la gestión del cambio climático.
- Una gestión combinada de adaptación y mitigación de GEI optimizada y diseñada con base en el análisis de territorios específicos y delimitados (enfoque de análisis territorial).
- Una gestión de cambio climático dirigida a influir sobre la senda de desarrollo como condición sin la cual no se puede reducir el riesgo del clima futuro y aumentar la capacidad de mitigación de GEI.
- Una gestión de cambio climático que para afectar y transformar la senda de desarrollo requiere concentrar sus estrategias en tres sistemas clave de la economía (los sistemas urbanos, los sistemas rurales, y el sistema minero-energético), en la inversión en infraestructura estratégica

con alto impacto en términos de riesgos climáticos y potencial de reducción de GEI, y en los factores transversales como el estímulo a la innovación y el uso eficiente de los recursos.

- Una gestión del cambio climático que busque que la transformación de la senda de desarrollo sea sostenible, para lo cual debe integrar en sus estrategias aspectos claves de la gestión de los sistemas ecológicos.

A este respecto, Colombia definió una meta de desarrollo bajo en carbono de mediano y largo plazo que orienta y permite coordinar los esfuerzos de mitigación nacional, sectorial y territorial. La meta definida está alineada con las metas a nivel internacional para mantener el incremento de la temperatura media global por debajo de 2 °C, bajo una perspectiva de crecimiento económico, social y de equidad internacional. Por lo tanto, la meta nacional de desarrollo bajo en carbono de mediano plazo incorporada en esta política corresponde a la reducción progresiva de las emisiones nacionales de GEI de 20 % (y hasta un 30 % condicionada) respecto a las emisiones proyectadas para el año 2030. Esta meta se establece para la totalidad de los sectores y las fuentes de emisiones nacional y cubre los seis principales gases de efecto invernadero: CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs y SF₆.

1.1. Lineamientos de política

El fin último de la Política nacional de cambio climático que busca avanzar hacia una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, así como permitirle al país aprovechar las oportunidades que el cambio climático genera; es contribuir al mejoramiento de la calidad de vida y del bienestar de la población.

La propuesta de lineamientos son los siguientes:

- **Integralidad de la visión de cambio climático y enfoque territorial:** el análisis y la definición de medidas de mitigación y adaptación deberán responder a un enfoque integral que considere las diferentes relaciones entre clima-economía-población- ecosistemas por separado, y de manera agregada, desde una perspectiva territorial. En consecuencia, la gestión del cambio climático debe reconocer que, la regulación de los patrones de ocupación del territorio, son cruciales para aumentar la capacidad de mitigación y ampliar las posibilidades de desarrollar procesos de adaptación en el futuro.
- **Enfoque de desarrollo y senda de desarrollo:** la gestión del cambio climático debe influir en las decisiones y en el conjunto de acciones que generan desarrollo y que definen la senda de desarrollo de un país. Esta gestión debe seleccionar combinaciones óptimas de medidas de mitigación y adaptación que maximicen una senda de desarrollo más resiliente al clima y con mayor potencial de reducción de gases de efecto invernadero.
- **Estrategia de sostenibilidad ambiental para el desarrollo rural:** se plantea como la estrategia para garantizar la sostenibilidad ambiental de largo plazo, de la forma de habitabilidad y de la

producción del campo colombiano. Se plantea la importancia de integrar la estrategia de desarrollo rural bajo en carbono a la estrategia de sostenibilidad planteada por Misión rural, con el fin de aumentar la resiliencia del territorio rural, incluir el manejo de los recursos naturales en el desarrollo rural, la conservación de los servicios ecosistémicos y reducir la vulnerabilidad de los territorios rurales al cambio climático.

- **Cobeneficios entre los objetivos del desarrollo y de la gestión de cambio climático:** en la gestión del cambio climático se deben seleccionar oportunamente medidas asociadas a inversiones y decisiones de desarrollo de alto potencial transformador de la senda de desarrollo: decisiones que apuntan a mejorar la competitividad y a elevar la calidad de vida de la población.
- **Innovación y eficiencia en el uso de los recursos:** en la gestión de cambio climático se debe reconocer que la innovación en las decisiones asociadas al desarrollo tecnológico, a los procesos productivos y a las estrategias de negocios del sector privado, así como las asociadas al uso eficiente de los recursos, son importantes para modificar la senda de desarrollo en el mediano y largo plazo, reducir los riesgos climáticos futuros y aumentar el potencial de mitigación de GEI.
- **Prioridades y sinergias entre mitigación de GEI y adaptación:** En la gestión de cambio climático se deben analizar medidas de mitigación y adaptación, por separado y conjuntamente, a una escala adecuada.
- **Viabilidad de las medidas y costo - efectividad:** la evaluación de las medidas se debe realizar con metodologías ampliamente difundidas y probadas para determinar su viabilidad económica, social, ambiental y climática. En todos los casos, las recomendaciones que resulten de la implementación de la Política Nacional de cambio Climático deberán ser costo-efectivas.
- **Enfoque sectorial:** en la gestión del cambio climático se debe reconocer que hay decisiones sectoriales de alto impacto multirregional, como los grandes proyectos de generación de energía y los proyectos de infraestructura estratégica.
- **Enfoque ecosistémico:** en la gestión del cambio climático se reconoce que la degradación ambiental, de los ecosistemas del país, genera mayores condiciones de vulnerabilidad al cambio climático y pérdida del potencial de mitigación de GEI, lo que requiere un manejo adaptativo y la necesidad de articular la gestión dentro de un contexto dinámico y evolutivo de los ecosistemas.
- **Planificación de la gestión de cambio climático:** la planificación de la gestión de cambio climático se organiza y se orienta a incidir en los instrumentos de decisión del desarrollo y del territorio de los departamentos y municipios del país.
- **Efectividad de la gestión, coordinación e información:** es crucial que la gestión de cambio climático tenga la capacidad de influir en las decisiones de política públicas, normativas e inversiones asociadas con la planificación del desarrollo y del territorio y la planificación ambiental. La capacidad de la gestión dependerá de la calidad de la información y del diseño detallado y de la gerencia de los mecanismos de coordinación en el marco de la estructura institucional de la política.

- **Información y capacidad de análisis para la toma de decisiones:** el diseño, seguimiento y evaluación de las medidas de adaptación y mitigación, así como de recomendaciones de política, normativa y financiación que se generen, dependerá de la calidad y continuidad del conocimiento que sobre las relaciones de economía-población-ecosistemas-clima se generen. La información y la capacidad institucional y de la sociedad para contribuir con el análisis para el diseño de alternativas de mitigación y adaptación serán la base sin la cual no es posible una gestión de cambio climático.
- **Participación:** los procesos de planificación de la gestión de cambio climático deberán incorporar mecanismos para la participación de la población más vulnerable. De una adecuada participación dependerá el diseño de medidas de adaptación y mitigación adecuadas en los territorios que intervenga la política.
- **Temporalidad de la política:** las acciones que se diseñen en el marco de la implementación de la Política Nacional de Cambio Climático tendrán una visión de largo plazo, pero buscarán una combinación óptima de soluciones de alto impacto en el corto y mediano plazo que busquen incidir en la modificación estructural de la senda de desarrollo en el largo plazo.
- **Flexibilidad:** la política pretende ser flexible y favorecer el ajuste continuo de sus metas, metodologías, estrategias e instrumentos de planificación, a medida que el conocimiento para la gestión del cambio climático mejora.
- **Complementariedad con gestión del riesgo de desastres:** la gestión de cambio climático, y en particular lo relacionado con la adaptación a los efectos de este, es complementaria a la gestión del riesgo de desastres naturales en los siguientes aspectos y de acuerdo con los siguientes lineamientos:
 1. En el nivel territorial, la responsabilidad de la planificación de la gestión del cambio climático recae en las autoridades de las entidades territoriales y las entidades administrativas de estas, que a su vez son los conductores del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres en el nivel territorial.
 2. El proceso de adaptación territorial incorpora en su análisis los impactos climáticos, incluyendo los que generan desastres. Evalúa y propone medidas tanto para reducir la exposición y vulnerabilidad de amenazas bajo el clima actual (variabilidad climática histórica) como bajo el clima futuro (incorporando el cambio climático). En este sentido, el proceso de adaptación contribuirá al conocimiento y a la prevención de desastres.
 3. Las recomendaciones del proceso de adaptación territorial tienen como destinatarias, entre otros, a las instancias encargadas de la gestión del riesgo de desastres, así como a sus respectivos planes de gestión del riesgo.
 4. La articulación y complementariedad entre los procesos de adaptación al cambio climático y gestión del riesgo de desastres se basará fundamentalmente en lo relacionado con daños y pérdidas asociadas a los fenómenos hidrometeorológicos e hidroclimáticos, para su incorporación tanto en los planes integrales de gestión de cambio climático territoriales como en los planes departamentales y municipales de gestión del riesgo, y demás

instrumentos de planeación para la gestión del riesgo de desastres definidos dentro de la Ley 1523 de 2012.

1.2. Líneas estratégicas

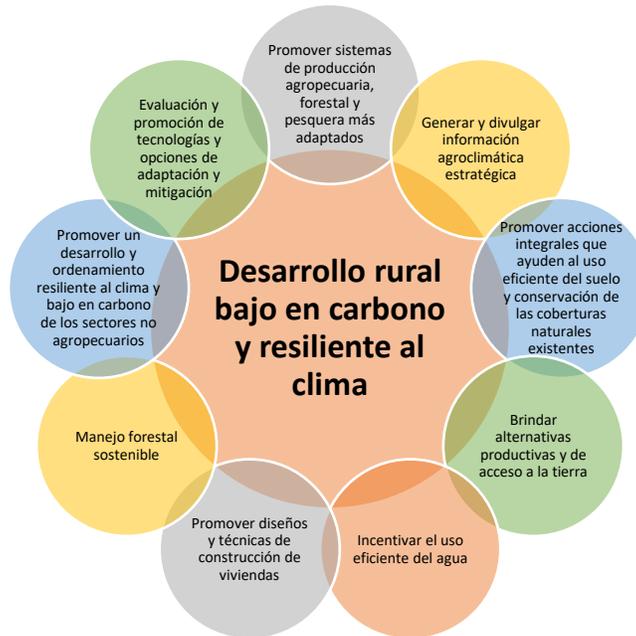
La política presenta cinco estrategias: dos territoriales, dos sectoriales y una articulada a las cuatro de manera transversal. Uno de los seis temas estratégicos de fortalecimiento del sistema de ciudades es la integración de lo rural-urbano que debe pasar por comprender la interdependencia que existe entre estos ámbitos para posicionar el principio de corresponsabilidad entre el crecimiento urbano y el desarrollo rural que conserve la prestación de servicios ecosistémicos.

A continuación, se presentan las estrategias territoriales de desarrollo rural resiliente al clima y bajo en carbono; de desarrollo urbano resiliente al clima y bajo en carbono y; la estrategia de manejo y conservación de ecosistemas y sus servicios ecosistémicos para el desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima.

- 1. Desarrollo rural bajo en carbono y resiliente al clima.** Está orientada a incidir en las instancias del desarrollo rural, mediante la provisión de un diagnóstico espacial de las emisiones, sus agentes y causas y de la vulnerabilidad climática de las actividades y productores agropecuarios y la identificación, evaluación y recomendación de implementación de medidas de adaptación y mitigación en políticas y planes de desarrollo rural del nivel local, regional y nacional. Para ello, en la gestión del cambio climático se deberán integrar, geográficamente y a diferentes escalas, las evaluaciones de vulnerabilidad al cambio climático, de riesgo de deforestación y de emisiones de gases de efecto invernadero por fuentes agropecuarias. Específicamente, la estrategia se orienta a reducir las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero.

Las líneas de acción de la estrategia de desarrollo rural bajo en carbono y resiliente al clima son las siguientes:

Figura 1. Líneas de acción estrategia territorial: Desarrollo rural bajo en carbono y resiliente al clima



Fuente: IEU, UNAL, 2021 con base en documento Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático

2. Desarrollo urbano bajo en carbono y resiliente al clima.

Está orientada a incidir en las instancias del desarrollo urbano, mediante el diagnóstico de las emisiones y vulnerabilidades climáticas de las ciudades y la identificación, evaluación y recomendación de implementación de medidas de mitigación y adaptación en dichas instancias. Para ello, la estrategia aborda la vulnerabilidad al cambio climático tanto de las viviendas, la infraestructura urbana y los espacios naturales en las ciudades, así como las emisiones asociadas a las mismas. Es de interés de la Política Nacional de Cambio Climático identificar aquellos procesos que incrementen la productividad urbana asociada a un uso más eficiente de los recursos y a una menor emisión de GEI.

A continuación, se presentan las líneas de acción que orientan la estrategia de desarrollo urbano bajo en carbono y resiliente al clima.

Figura 2. Líneas de acción estrategia territorial: Desarrollo urbano bajo en carbono y resiliente al clima



Fuente: IEU, UNAL, 2021 con base en documento Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático

3. Desarrollo minero-energético bajo en carbono y resiliente al clima

La estrategia de desarrollo minero-energético bajo en carbono y resiliente al clima está orientada a incidir en la toma de decisiones de todos los agentes del mercado energético en Colombia, en los ajustes del mercado, así como en la generación de cambios comportamentales para que adopten medidas costo efectivas de reducción de emisiones, y para que el país disminuya su vulnerabilidad energética del cambio climático, así como su dependencia económica de la exportación de combustibles fósiles. La estrategia aborda las siguientes temáticas: la vulnerabilidad al cambio climático del Sistema Interconectado Nacional y de las zonas no interconectadas; así como la mitigación de las emisiones energéticas asociadas a las industrias, las empresas minero-energéticas y la agroindustria. Específicamente, la estrategia se orienta a generar medidas de mitigación para las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero.

A continuación, se desarrollan las líneas de acción que podrían orientar la estrategia de desarrollo minero-energético bajo en carbono y resiliente al clima, teniendo en cuenta que las acciones planteadas por cada uno de los Ministerios podrán ser actualizadas siempre y cuando esto no implique un menor nivel de ambición de lo establecido en los respectivos planes de gestión integral del cambio climático sectoriales.

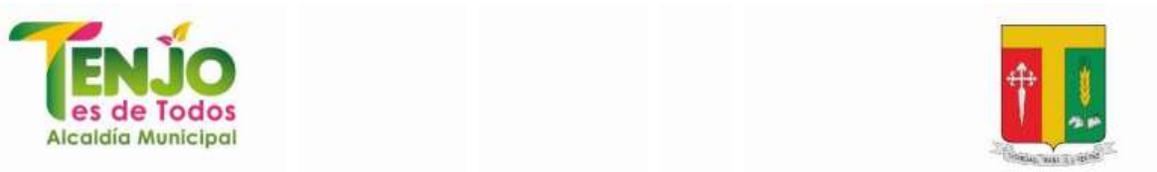


Figura 3. Líneas de acción estrategia territorial: Desarrollo minero-energético bajo en carbono y resiliente al clima



Fuente: IEU, UNAL, 2021 con base en documento Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático

4. Desarrollo de infraestructura estratégica baja en carbono y resiliente al clima

La gestión del cambio climático para lograr un desarrollo de infraestructura de transporte bajo en carbono y resiliente al clima estará orientada a incidir en las instancias de planificación, diseño, construcción, administración y mantenimiento para disminuir la vulnerabilidad de la infraestructura existente y nueva ante el cambio climático y minimizar las emisiones directas generadas por la movilización de carga y pasajeros a través de las mismas, así como las emisiones indirectas como motor de deforestación. Para alcanzar los anteriores objetivos, la estrategia aborda las siguientes temáticas: la adaptación al cambio climático de la red de infraestructura de transporte, así como del sistema biofísico de soporte, la reducción de emisiones directas por quema de combustible fósil por el transporte en la red, así como las emisiones directas e indirectas por deforestación en ecosistemas boscosos en su zona de influencia.

Específicamente, la estrategia se orienta a generar medidas de mitigación para las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero.

Figura 4. Líneas de acción estratégica territorial: Desarrollo de infraestructura estratégica baja en carbono y resiliente al clima



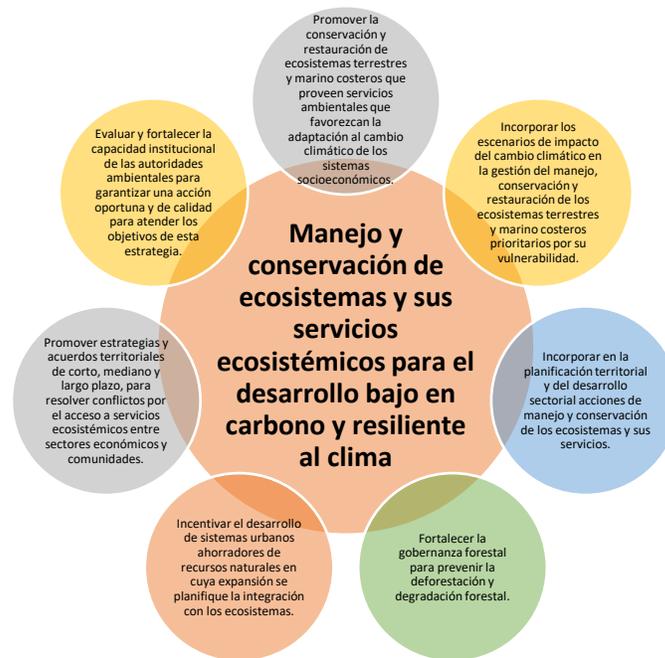
Fuente: IEU, UNAL, 2021 con base en documento Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático

La estrategia de desarrollo de infraestructura será abordada a escala nacional y en la escala territorial de conformidad con la responsabilidad de la administración de las redes de transporte. En la escala nacional, particularmente por los planes integrales de gestión del cambio climático sectoriales del Ministerio de Transporte y del Ministerio de Minas y Energía. En el ámbito territorial, la estrategia deberá incluirse en los planes integrales de gestión del cambio climático territoriales.

5. Manejo y conservación de ecosistemas y sus servicios ecosistémicos para el desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima

A continuación, se desarrollan las líneas de acción que orientan la estrategia de manejo de ecosistemas para mejorar la resiliencia al clima y la mitigación de GEI, y que se define como transversal a las demás estrategias territoriales y sectoriales.

Figura 5. Líneas de acción estrategia territorial: Manejo y conservación de ecosistemas y sus servicios ecosistémicos para el desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima



Fuente: IEU, UNAL, 2021 con base en documento Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático

Específicamente, la estrategia se orienta a generar las medidas de mitigación y adaptación. A escala nacional la estrategia debe ser parte fundamental del Plan Integral de Gestión del Cambio Climático sectorial del sector ambiente y desarrollo sostenible y será orientada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con el apoyo de Parques Nacionales Naturales, los institutos de investigación ambiental y las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible.

1.3. Líneas instrumentales

Las líneas instrumentales de la política son las herramientas que hacen posible la consecución de los objetivos establecidos. Las líneas estratégicas territoriales, sectoriales y de manejo de ecosistemas promueven una intervención directa y concreta de las entidades del gobierno y de los sectores, así como de actores privados y sociedad civil como responsables de su implementación.

Tabla 1. Líneas instrumentales de la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

Línea instrumental	Alcance	Instrumentos	Definiciones claves
Planificación de la gestión del cambio climático	Define instrumentos de planificación de la política nacional	<ul style="list-style-type: none"> - Estrategias nacionales de cambio climático - Planes integrales de gestión del cambio climático sectoriales - Planes integrales de gestión del cambio climático territoriales 	<p>Los planes territoriales son los instrumentos a través de los cuales, partiendo del análisis de vulnerabilidad e inventario de gases de efecto invernadero regionales, se identifican, evalúan y recomiendan medidas y acciones de mitigación de emisiones de GEI y de adaptación al cambio climático para ser implementadas por entidades públicas y privadas en el territorio.</p> <p>El horizonte de planificación será de 12 años, pero deberán contener una visión del desarrollo y del territorio de largo plazo, y deberán orientar la gestión de cambio climático en los distintos planes de desarrollo departamental y municipal, así como en los planes de ordenamiento territorial.</p>
Información, ciencia, tecnología e innovación	Garantiza que se generen y provean la información y el conocimiento necesarios para el análisis, diseño, implementación, monitoreo, reporte y evaluación de medidas de mitigación y adaptación	<ul style="list-style-type: none"> - Información sobre cambio climático <ul style="list-style-type: none"> o Medición y reporte de emisiones o Monitoreo, reporte y verificación de reducción de emisiones. o Monitoreo y evaluación de la adaptación. o Medición y reporte de la financiación climática. o Creación de capacidad y asistencia técnica. 	<ul style="list-style-type: none"> - A nivel institucional <ul style="list-style-type: none"> o Sistema Nacional de Cambio Climático – Sisclima. - A nivel técnico <p>Información sobre adaptación:</p> <ul style="list-style-type: none"> o Emisiones de GEI o Reducción y remoción de GEI o Finanzas <p>Información sobre mitigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> o Insumos técnicos de vulnerabilidad o Esfuerzos de adaptación al cambio climático o Finanzas - A nivel tecnológico <ul style="list-style-type: none"> o Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC)
Cambio climático en la educación, formación y sensibilización de públicos	Define las directrices que contribuyan en la creación de capacidades a nivel local, regional y nacional en esta materia, y promueve la inserción de los temas de cambio climático en las estrategias de educación ambiental.	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a la información. • Participación • Conciencia pública • Capacitación • Educación - Investigación 	En cuanto a las capacidades institucionales para la gestión de cambio climático, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible deberá trabajar con los Ministerios relacionados y con el Departamento Nacional de Planeación.

Línea instrumental	Alcance	Instrumentos	Definiciones claves
Financiación e instrumentos económicos	Define los instrumentos económicos para la gestión del cambio climático.	<ul style="list-style-type: none"> - Financiación de la mitigación de gases de efecto invernadero y adaptación al cambio climático <ul style="list-style-type: none"> o Cubrir el déficit de financiación del componente climático. o Cubrir o transferir riesgos en la financiación de nuevas tecnologías bajas en carbono o resilientes al clima. o Mejorar la rentabilidad financiera de proyectos marginales con altos cobeneficios climáticos. o Incluir el cambio climático como un criterio de evaluación de viabilidad de proyectos objeto de financiación. - Instrumentos económicos para lograr las metas de desarrollo bajo en carbono. - Complementariedad, articulación y especialización de los instrumentos económicos con los instrumentos de planificación, ordenamiento, regulatorios y financieros. <ul style="list-style-type: none"> • Se identificarán las medidas habilitantes y de política económica adicionales, que se requieren para lograr esta transformación. 	<p>El objetivo de los instrumentos de financiación es el de movilizar los recursos financieros de las distintas fuentes para las actividades requeridas de adaptación y mitigación de gases de efecto invernadero, incluyendo la financiación relacionada con la investigación, transferencia tecnológica, sensibilización y construcción de capacidades.</p> <p>La Política nacional de cambio climático se instrumentalizará a partir de diferentes mecanismos, dentro de los que se contempla la utilización de instrumentos económicos y financieros como medio para avanzar hacia un desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima.</p>

Fuente: IEU, UNAL, 2021 con base en documento Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático

La importancia de implementar acciones frente al cambio climático se ha hecho evidente a causa del aumento en las concentraciones de gases de efectos invernaderos (GEI) como el dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄); generados por actividades: industriales, de transporte, procesos de deforestación, agricultura, sobrepoblación y hábitos de consumo, dando como resultado cambios en el estilo y calidad de vida de la población.

Según el Panel Internacional de Expertos en el Cambio Climático IPCC, el calentamiento global de la tierra está induciendo efectos negativos en los diferentes aspectos biológicos como es el clima, la atmósfera y biodiversidad: obteniendo como resultado: “aumento de la temperatura entre 1 y 3,5 grados, disminución de las capas de hielo en los Polos, incremento del nivel del mar e inundaciones de zonas bajas e islas, aumento de la desertización, desaparición de flora y fauna en ecosistemas, escasez de agua e inestabilidades atmosféricas (huracanes, incendios, etc.), efectos secundarios de catástrofes humanas etc.” (Ramirez, 2015).

Colombia está ejerciendo estrategias de adaptación con el fin de establecer acciones de mitigación de GEI liderado por el IDEAM y el MADS, compilado en el Plan Nacional de Adaptación de 2012 (DNP, 2012), el CONPES 3700 (CONPES, 2011) y la Unidad Nacional para la Gestión de Riesgo y Desastre (UNGRD).

De acuerdo con el POMCA (2019), el objetivo de la Política nacional de cambio climático es incorporar la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas para avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos del cambio climático y permita aprovechar las oportunidades que este genera; para alcanzar este objetivo, la política organiza la gestión del cambio climático de tal manera que se pueda influir en las decisiones públicas y privadas más relevantes y que definen la senda del desarrollo del país, con el fin de integrar a estas decisiones consideraciones de adaptación y mitigación de Gases de Efecto Invernadero –GEI-. Su formulación inició en el año 2014 con el fin de articular los esfuerzos que se venían dando desde el 2011, a través de la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono –ECDDB-, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático –PNACC-, y la Estrategia Nacional REDD+, entre otras iniciativas, sumando elementos novedosos orientadores hacia el cumplimiento del compromiso adquirido en el marco del Acuerdo de París.

La política se desarrolla bajo una serie de estrategias territoriales, dentro de las cuales se encuentra la de desarrollo urbano y rural resiliente al clima, bajo en carbono, manejo y conservación de ecosistemas y sus servicios ecosistémicos para él. Sin embargo, no menos importantes se proponen dos estrategias sectoriales relacionadas con temas que tienen consecuencias altas en términos de riesgos asociados al cambio climático en todo el territorio nacional, desarrollo minero-energético

bajo en carbono y resiliente al clima; y desarrollo de infraestructura estratégica resiliente al clima y baja en carbono.

De acuerdo con lo anterior, es importante hacer claridad de que todos los sectores relevantes para el cambio climático están considerados en la política, y están incorporados en las estrategias instrumentales de información, ciencia, tecnología, innovación, educación, formación, sensibilización a públicos, planificación de la gestión del cambio climático y financiación e instrumentos económicos.

1.4. La gestión del Cambio Climático en el ordenamiento territorial.

La Ley 1931 de 2018 tiene como objeto establecer las directrices para la gestión del cambio climático en las decisiones de las personas públicas y privadas, la concurrencia de la Nación, Departamentos, Municipios, Distritos, Áreas Metropolitanas y Autoridades Ambientales principalmente en las acciones de adaptación al cambio climático, así como en mitigación de gases efecto invernadero, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas del país frente a los efectos del mismo y promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y un desarrollo bajo en carbono (artículo 1).

Así mismo, el artículo 9 de la mencionada Ley establece la obligación a las autoridades municipales y distritales de “incorporar dentro de sus planes de desarrollo y, planes de ordenamiento territorial, la gestión del cambio climático teniendo como referencia los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales: de su departamento y los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales. Así mismo, podrán incorporar la gestión del cambio climático en otros instrumentos de planeación con que cuente la respectiva entidad territorial”. Para ello, señala que los Municipios y Distritos “implementarán medidas de mitigación de Gases de Efecto Invernadero en materia de transporte e infraestructura, desarrollo agropecuario, energía, vivienda y saneamiento, así como en comercio, industria y turismo, todo ello de acuerdo con sus competencias y según los lineamientos definidos por los respectivos PIGCCT”.

Adicionalmente, la misma Ley en su artículo 13, menciona la necesidad de incorporar el cambio climático en instrumentos de planificación que sean elaborados, adoptados, revisados y actualizados según corresponda, a partir del 1 de enero de 2020.

En desarrollo de la Ley, el documento de política ya presentado en el numeral 1, especifica que los sistemas urbanos, energéticos, rurales, la infraestructura estratégica y los ecosistemas son el objeto general para influir desde la gestión de cambio climático. Es de anotar que la política señala la importancia y diversidad de los innumerables retos del ordenamiento territorial del país. Al respecto, el propósito principal del ordenamiento territorial es la compatibilización de políticas,

planes y acciones en general según su expresión espacial en el territorio, definida alrededor de objetivos de desarrollo comunes de interés nacional, regional y local. Además, considera al Estado como instancia reguladora, armonizadora y facilitadora del desarrollo. En consecuencia, puede ser un instrumento de articulación entre sectores, territorios e instituciones, que a través de políticas e instrumentos de planificación y gestión procure un desarrollo espacial, armónico e integrado, a través de acciones públicas, privadas y sociales, con perspectiva de largo plazo (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

La gestión de cambio climático -en consideración al documento de política- se organiza a través de instrumentos de planificación sectorial, territorial y del desarrollo, además de propuestas de instrumentos económicos y regulatorios. Los planes de gestión integral del cambio climático territoriales y planes de gestión integral del cambio climático sectoriales son medio de referencia en congruencia a los instrumentos de decisión tales como Planes de Desarrollo, Planes y políticas sectoriales y Planes de Ordenamiento Territorial, entre otros.

Así, dentro de sus líneas instrumentales los planes territoriales se constituyen en los instrumentos a través de los cuales, partiendo del análisis de vulnerabilidad e inventario de gases de efecto invernadero regionales, se identifican, evalúan y recomiendan medidas y acciones de mitigación de emisiones de GEI y de adaptación al cambio climático para ser implementadas por entidades públicas y privadas en el territorio. El horizonte de planificación será de 12 años, pero deberán contener una visión del desarrollo y del territorio de largo plazo, y deberán orientar la gestión de cambio climático en los distintos planes de desarrollo departamental y municipal, así como en los planes de ordenamiento territorial.

Finalmente, la Guía CAR (2018), señala los procedimientos para la inclusión del cambio climático en los procesos de revisión y ajuste de los Planes de Ordenamiento Territorial de los 104 municipios y el territorio del distrito de la jurisdicción de la CAR. Para ello, se plantea la necesidad de que los municipios estén atentos para incluir los estudios e información nueva disponible y normas relacionadas con la gestión del cambio climático, con el fin de aplicar las herramientas que faciliten la ejecución de las medidas de CC proyectadas en el POT. La integración de la gestión del riesgo de desastres, con el cambio climático y el ordenamiento territorial, deben ser la base para el reconocimiento de las necesidades a gestionar a nivel local buscando disminuir la vulnerabilidad socioeconómica y ambiental.

Con base en lo anterior, el presente documento recoge la información y análisis realizados para la formulación del PMACC del municipio de Tenjo, actualiza aquellos insumos que permiten articular los resultados de los EBGR realizados en 2021; e incorpora aquellos elementos del POMCA que se refieren al tema.

2. Etapa preliminar: Reconocimiento e incorporación de información para el cambio climático para el territorio.

De acuerdo con la Guía CAR (2018), en la etapa preliminar se reconoce, por una parte, las condiciones predominantes del clima y en segundo lugar, se identifique su relación con los modos de vida, bajo los siguientes aspectos:

- Aspectos culturales
- Actividades económicas
- Agua y recursos naturales
- Ecosistemas y biodiversidad

Este reconocimiento deberá discriminarse para las fases extremas de la variabilidad climática asociados a los fenómenos de El Niño y de La Niña, los cuales se analizan desde la perspectiva de gestión del riesgo de desastres. Los municipios deben identificar las dinámicas del relacionamiento clima-territorio en los sistemas estructurantes (modos de vida) para analizar los potenciales impactos por cambio climático. Es de anotar que dicha información se encuentra en el documento del PMACC del municipio en su primer capítulo. En este aparte se recogen entonces dichos resultados y se actualiza lo correspondiente.

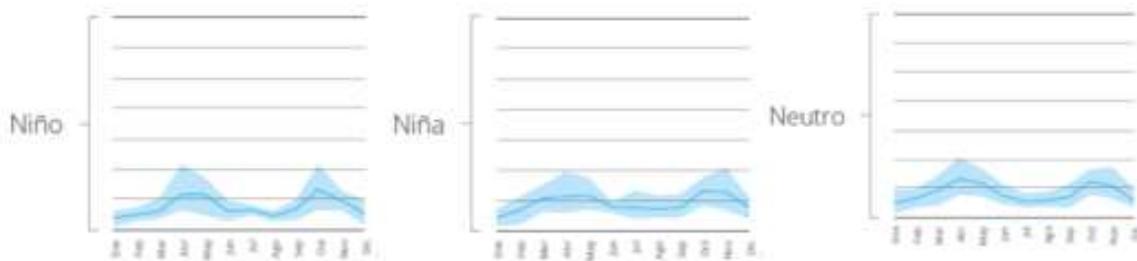
2.1. Los escenarios del cambio climático y de la tercera comunicación.

El departamento de Cundinamarca se encuentra clasificado en cinco regiones climáticas: Alto Magdalena, Medio Magdalena, Sabana de Bogotá, Piedemonte Llanero y Rio Sogamoso. El comportamiento estacional de la precipitación es homogéneo a lo largo de su orografía con la existencia de dos máximos (en mayo y octubre) y dos mínimos de precipitación (en enero y julio) al año (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; CANCELLERÍA, 2017).

El municipio de Tenjo se encuentra ubicado en la región climática Sabana de Bogotá, por lo cual posee unas condiciones atmosféricas (precipitación y temperatura) específicas. Esta región climática es una de las menos pluviosas del departamento con una precipitación acumulada promedio de 980 mm. Es importante resaltar que el comportamiento de la precipitación en Cundinamarca y Tenjo está directamente relacionado con los fenómenos ENSO (fenómeno de El Niño) y La Niña; así como los fenómenos climáticos que ocurren en lugares muy lejanos al territorio pero que influyen las condiciones atmosféricas, también llamados tele-conexiones climáticas. Entre las más representativas para el municipio se encuentran: las dinámicas atmosféricas en el Pacífico Norte y las asociadas con la evolución de la temperatura superficial del mar en el Pacífico Central (IDEAM; PNUD; MADS; DNP; CANCELLERÍA, 2017).

De acuerdo a esto se puede evidenciar una contribución importante de los fenómenos ENSO en la región Sabana de Bogotá, determinando un aumento en la precipitación en los fenómenos de la Niña y disminución en los fenómenos del Niño para el periodo 1975- 2015, como se aprecia en la siguiente figura.

Figura 6. Comportamiento de la precipitación para los años de La Niña, Normal y El Niño para el periodo de referencia 1975 -2015.



Fuente: PMACC, 2018, con base en IDEAM; PNUD; MADS; DNP; CANCELLERÍA, 2017.

Ahora bien, el comportamiento mensual de las anomalías de precipitación en el municipio de Tenjo durante el año 2017 versus la precipitación promedio histórica del periodo 1981- 2010 evidencia variaciones significativas en las precipitaciones. (Ver Tabla 2)

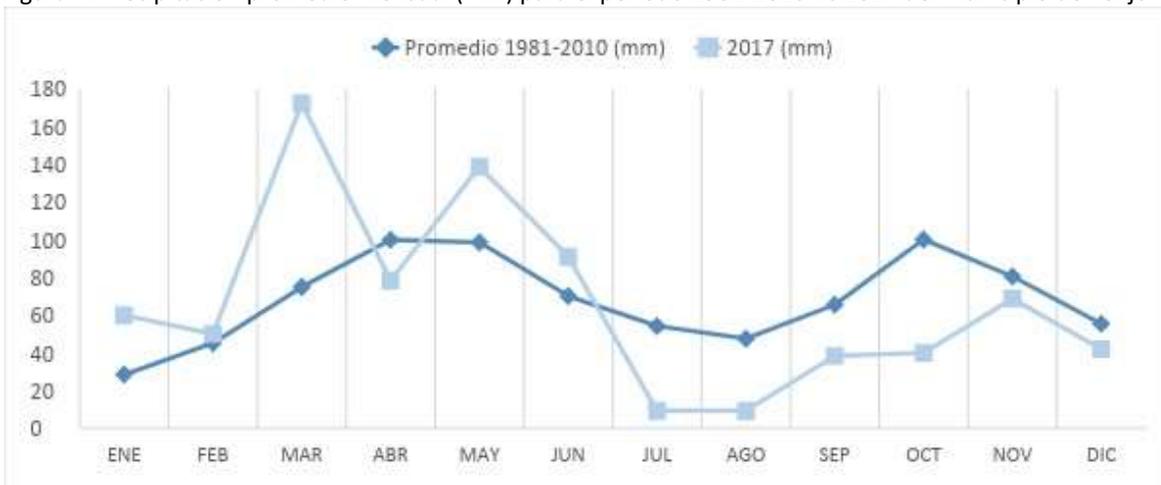
Tabla 2. Anomalías de precipitación promedio a nivel mensual en el año 2017 y el periodo 1981-2010 en Tenjo.

Mes	Promedio 1981-2010 (mm)	2017 (mm)	Clasificación
Enero	28,5	60	Muy superior al promedio
Febrero	45,1	50	Promedio - Inferior al promedio
Marzo	74,9	172,22	Muy superior al promedio
Abril	99,9	78,3	Inferior al promedio - Promedio
Mayo	98,5	138,63	Superior al promedio
Junio	70,1	90,9	Superior al promedio - Muy superior al promedio
Julio	54,2	9,33	Inferior al promedio - Muy inferior al promedio
Agosto	47,5	9,33	Promedio - Superior al promedio
Septiembre	65,5	38,33	Inferior al promedio
Octubre	100	40	Inferior al promedio
Noviembre	80,5	68,75	Promedio - Superior al promedio
Diciembre	55,4	42	Inferior al promedio - Promedio

Fuente: PMACC, 2018, con base en IDEAM I. d., 2017 y Datos Abiertos, 2018.

En los meses de septiembre y octubre, se presentaron precipitaciones inferiores al promedio histórico, en abril y diciembre predominaron en el territorio las precipitaciones inferiores, sin embargo, en la zona norte del municipio se localizó un área con precipitaciones promedio; en julio también predominaron las precipitaciones inferiores en el centro y norte del territorio, pero en el área sur (zona industrial) las precipitaciones fueron muy inferiores al promedio. Por otra parte, en febrero sobresalieron las precipitaciones promedio exceptuando una zona en la parte norte que presentó precipitaciones inferiores, de manera similar en agosto y noviembre las precipitaciones fueron equivalentes al promedio histórico a excepción de dos áreas al norte y sur del municipio donde ocurrieron lluvias superiores al promedio. En cuanto a los meses de mayo y junio las lluvias fueron excesivas superiores al promedio. Finalmente, en los meses de enero y marzo las lluvias sobrepasaron el promedio climatológico.

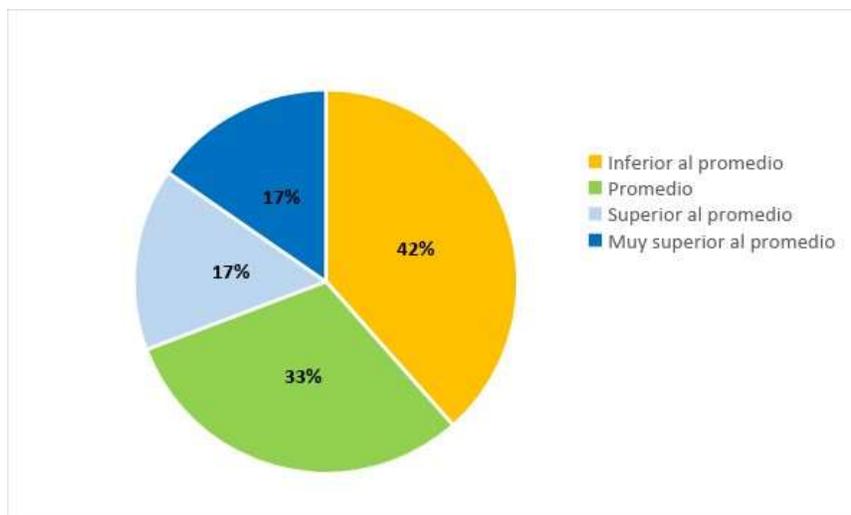
Figura 7. Precipitación promedio mensual (mm) para el periodo 1981-2010 Vs 2017 del municipio de Tenjo



Fuente: PMACC, 2018, con base en IDEAM I. d., 2017 y Datos Abiertos, 2018.

En síntesis, para el año 2017 las precipitaciones presentaron el siguiente comportamiento respecto al promedio climatológico: el 42% fueron inferiores, el 33% iguales al promedio, 17% superiores y 17% muy superiores, tal como se presenta en la siguiente figura.

Figura 8. Comportamiento de las precipitaciones en Tenjo para el año 2017



Fuente: PMACC, 2018, con base en IDEAM I. d., 2017 y Datos Abiertos, 2018.

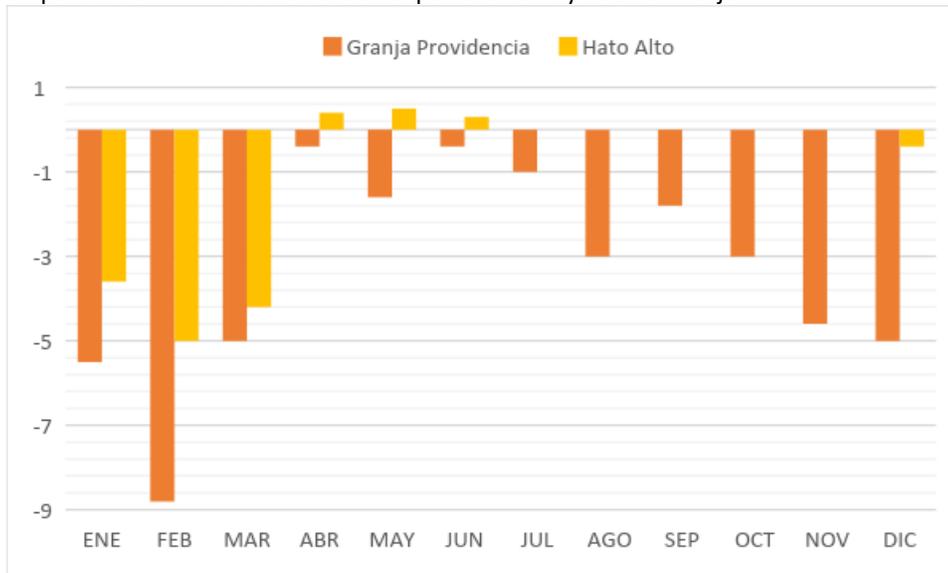
En cuanto a los cambios en la temperatura media a nivel departamental se registra un incremento ligero positivo. En términos municipales sobresalen las temperaturas mínimas registradas en el periodo 1971-2011, siendo los meses más críticos enero - marzo y octubre - diciembre.

Tabla 3. Promedios de temperatura mínima y mínimas absolutas en el periodo 1971 y 2011 en Tenjo

Estación	Granja Providencia		Hato Alto	
	Promedio	Absoluta	Promedio	Absoluta
Enero	4.43	-5.5	4.09	-3.6
Febrero	5.52	-8.8	4.72	-5
Marzo	6.72	-5	6.37	-4.2
Abril	8.02	-0.4	7.44	0.4
Mayo	8.13	-1.6	7.43	0.5
Junio	7.51	-0.4	7.09	0.3
Julio	6.83	-1	7.67	0
Agosto	6.59	-3	6.91	0
Septiembre	6.15	-1.8	6.52	0
Octubre	7.01	-3	6.21	0
Noviembre	7.05	-4.6	6.19	0
Diciembre	5.68	-5	5.01	-0.4

Fuente: PMACC, 2018, con base en IDEAM I. d., 2017 y Datos Abiertos, 2018.

Figura 9. Temperaturas mínimas absolutas en el periodo 1971 y 2011 en Tenjo.



Fuente: PMACC, 2018, con base en IDEAM I. d., 2017 y Datos Abiertos, 2018.

2.1.1. Descripción de escenarios proyectados

En los últimos años, Colombia ha venido avanzando en la generación de conocimiento respecto a cambio climático, en búsqueda de tener mejores herramientas para la toma de decisiones en los territorios. Es así que, se encuentra comprometido con el cumplimiento de metas que permitan la disminución de gases efecto invernadero y la constitución de territorios climáticamente adaptados. A través de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático – TCNCC, ante la Convención Marco de Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático, se presenta el resultado del trabajo de grupos académicos e institucionales respecto a la evolución de las discusiones respecto al enfoque de Riesgo de Desastres y Riesgo por Cambio Climático y los posibles escenarios de cambio en temperatura y precipitación en Colombia desde el año 2011 hasta el año 2100, entre otros estudios y análisis.

La revisión y análisis de producción académica internacional y nacional en torno a Riesgos de amenaza de desastres y riesgos por cambio climático, y el marco teórico del Panel Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático – IPCC, han servido de base a la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático, que propone una metodología de análisis de la vulnerabilidad y riesgo del país ante este fenómeno global, con los siguientes atributos:

1. Uso del Escenario RCP 6.0

2. Uso de la ventana temporal de análisis 2011-2040
3. Análisis Multidimensional
4. Integración de análisis Marino costeros e insulares con análisis continentales
5. Comparatividad entre las unidades de análisis municipales
6. Trazabilidad en el análisis
7. Generación de línea base para comparatividad futura
8. Datos abiertos

El uso de escenarios hace parte de metodologías de planificación estratégica de empresas y otras organizaciones, en donde los tomadores de decisiones buscan analizar de manera sistemática, las implicaciones de la inversión y otras decisiones que tienen consecuencias inherentes a largo plazo. Es así que la finalidad de trabajar con escenarios asociados a los cambios en los parámetros de temperatura y precipitación no es predecir el futuro, sino más bien entender las incertidumbres, con el fin de llegar a decisiones que son robustas en una gama de futuros posibles o alternativos (IDEAM, et al, 2015).

Las RCP o Trayectorias de Concentración Representativas (RCP, por sus siglas en inglés) son 4 escenarios de emisión denominados: RCP 2,6, RCP 4,5, RCP 6.0 y finalmente RCP 8,5; el primero comprende un escenario en el que los esfuerzos en mitigación conducen a un nivel de forzamiento muy bajo, los siguientes 2 escenarios son de estabilización y el RCP 8,5 que comprende un escenario con un nivel muy alto de emisiones de GEI (IPCC, 2013).

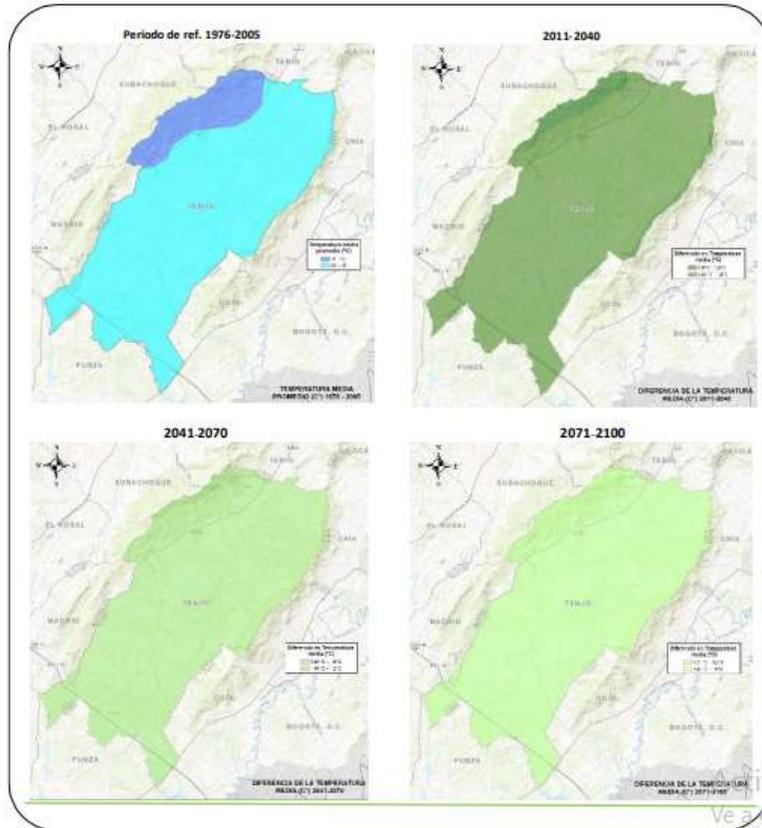
De este modo para el municipio de Tenjo, se presentan estos tres escenarios futuros de cambio climático comparados con el clima de referencia o clima presente en el que se basa la TCNCC (comprende el periodo entre el año 1976 y 2005), bajo el modelo RCP 6.0. Los escenarios posibles a presentarse en Tenjo para para las variables de precipitación y temperatura, son los siguientes.

- **Cambio en la Temperatura media anual.**

Conforme al periodo de referencia (1976-2005), que expone una temperatura anual media para el municipio en un rango de 13 a 15°C con una variación al rango de 11-13°C en área del DMI. Vs los escenarios del cambio climático presentados en la Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (IDEAM et al., 2015), se pueden inferir cambios en la temperatura media, que implican un aumento paulatino para el período 2011–2040 entre 0,51 y 0,8 °C en la mayor parte de la región exceptuando la zona montañosa (DMI), que tendrá para dicho periodo un aumento menor de temperatura, entre el 0,0° y 0,5°C. lo que podría traducirse de temperatura aproximada final de hasta 15,8°C.

Para el periodo proyectado 2041-2070, se tiene proyectado un incremento a lo largo del tiempo, de 1,01-1,2 °C, general y exceptuando el área montañosa (DMI), donde el aumento se supone en el rango de 0,8 a 1,2°C. y finalmente para el periodo 2071 a 2100 se podría esperar un aumento en la temperatura de referencia entre 1,6 y el 1,8 °C para la zona baja del municipio de Tenjo y de 1,2 y el 1,6 °C en el DMI (ver Figura 10).

Figura 10. Temperatura–ensamble



Fuente: PMACC, 2018, con base en IDEAM et al. 2015.

- **Cambio en la precipitación media anual**

Conforme al periodo de referencia (1976-2005), que expone una precipitación anual media para el municipio en un rango 500.01 a 1000 mm, versus la representada para el período 2011–2040, en donde se podrían evidenciar aumentos paulatinos entre el 20% al 30% en la zona norte y de manera importante en el DMI, Cerro de Juaica (cerca de 1300 mm), afectando el Orobioma del Zonobioma



del Bosque Húmedo Tropical del municipio, mientras que al centro del municipio, se estiman cambios entre el 31% y 40% en áreas del municipio que abarcan la esquina occidental del centro urbano y de la vereda carrasquilla; finalmente hacia el sur del municipio se prevé un aumento progresivo de la precipitación mayor al 40% (por encima de 1400 mm) en las veredas de Chacal, Jacalito, La Punta y parte de Carrasquilla.

Para el período 2041–2070, sin embargo, se proyecta un desplazamiento generalizado de los porcentajes de aumento en precipitación, hacia el norte, como se observa en la siguiente figura seguido del escenario para el periodo 2071-2100 en donde los cambios en las precipitaciones del territorio municipal, se conservan igual que en el anterior periodo de análisis.



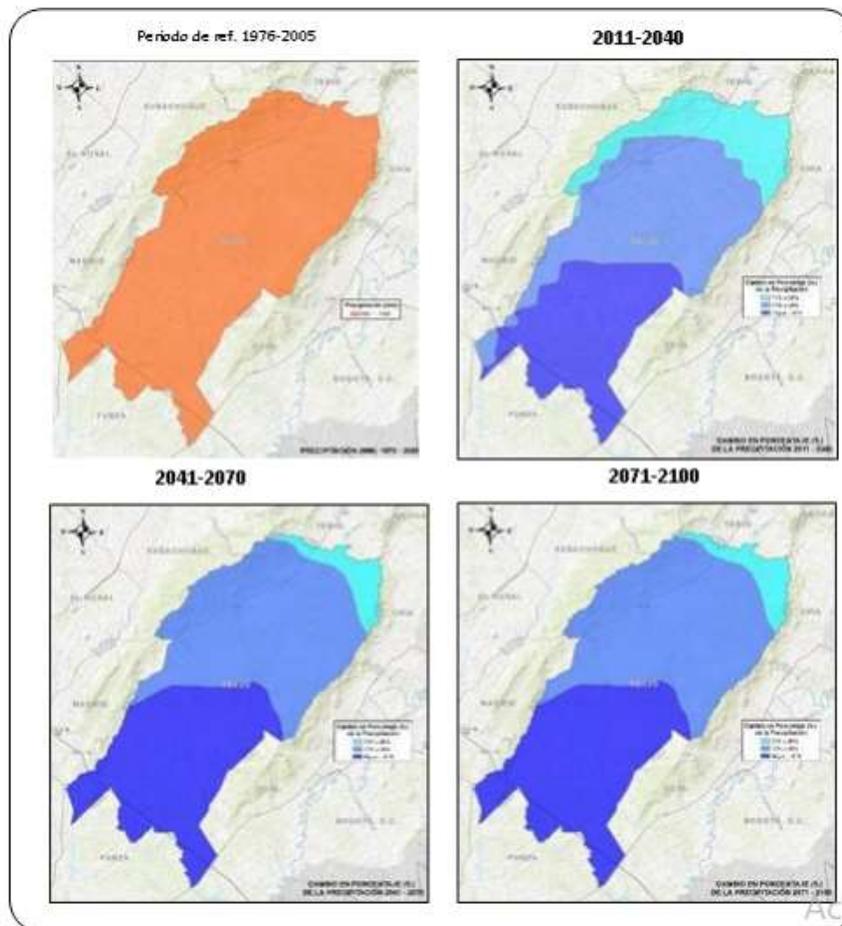
SC-CER861170



SO-SC-CER861170



Figura 11. Precipitación–ensamble



Fuente: PMACC, 2018, con base en IDEAM et al. 2015.

Tabla 4. Resumen de los cambios proyectados en el clima para Tenjo 2011–2040, 2041–2070 y 2071–2100

2011-2040		2041-2070		2071-2100	
Temperatura	Precipitación	Temperatura	Precipitación	Temperatura	Precipitación
Rango 0,51 -0,8 °C	Rango 20% - >40%	Rango 1,01 -1,2 °C	Rango 20% - >40%	Rango 1,2- 1,6 °C	Rango 20% - >40%

Fuente: PMACC, 2018, con base en IDEAM et al. 2015.

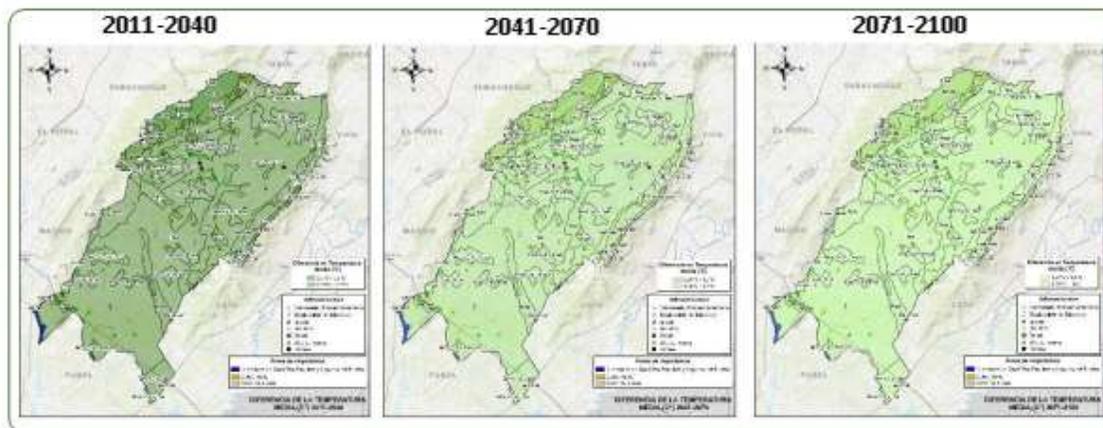
2.1.2. *Análisis de Escenarios Vs elementos propensos a ser afectados con los escenarios de cambio climáticos proyectados.*

Una vez revisados los posibles escenarios a presentarse entre el periodo 2011 a 2100, para temperatura, y precipitación, donde los parámetros en todos los casos tienden al aumento, se muestra en el PMACC el análisis de como quedan ubicados estos cambios frente a las coberturas de la tierra existentes en el municipio, así como las áreas de importancia y equipamientos de la región. Una vez conocidos los posibles escenarios se tendrá disponible una herramienta de decisión para la implementación de usos del suelo entre otros instrumentos de planificación y actividad de la región, con el fin de aportar las medidas de adaptación al cambio climático. Así, en primer lugar se presentan a continuación los siguientes análisis de referencia.

- **Temperatura vs coberturas, áreas de importancia y equipamientos.**

El primer caso de análisis es la comparativa de los tres periodos 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100 del escenario de Temperatura para Tenjo vs. coberturas. Según la Figura 12 y Tabla 5 del presente documento.

Figura 12. Temperatura vs coberturas, áreas de importancia y equipamientos.



Fuente: PMACC, 2018, con base en 2015 y 2016 e IGAC, 2016.

- Las coberturas que están propensas a recibir mayores cambios de temperatura en el periodo 2011-2040, son los pastos, mosaicos de cultivos y pastos, arbustales abiertos y coberturas que a pesar de tener poca extensión de área, su exposición es alta, como las plantaciones forestales, donde se presentan aumentos paulatinos de temperatura entre 0.1°C y 0.8 °C ; en menor medida se encuentran coberturas como los cultivos transitorios y

arbustales densos, mientras que los menos expuestos a estos cambios son las plantaciones forestales y los herbazales densos, que registran pequeñas extensiones de área dentro del territorio

- Durante el periodo proyectado 2041-2070, se observa de igual modo la amplia exposición de cobertura como los pastos, mosaicos de cultivos y pastos, arbustales abiertos y coberturas que a pesar de tener poca extensión de área, su exposición es alta, como las plantaciones forestales con cambios de temperatura paulatinos entre el 0.81 y 1.2°C. Una exposición media por extensión de área y rango de cambio de temperatura entre 0.51-0.8°C principalmente para cultivos transitorios y menor exposición a estos cambios para los herbazales densos ubicado en áreas con cambios proyectados entre los 0.1 y los 0.5°C.
- Para el periodo proyectado de cambios posibles en temperatura, de 2071-2100, se evidencia un cambio principal del 1.2-1.6°C, en mayor proporción y por extensión de área, para Pastos, Mosaicos de cultivos y pastos, Arbustales abiertos y para coberturas de poca extensión de área, pero altas exposiciones se tienen a las palancones forestales y en menor proporción de exposición, los herbazales densos.
- En el caso del cultivo de Papa, a pesar de ubicarse en áreas con los cambios proyectados de menor proporción es una de las actividades que pueden tener mayor repercusión en su productividad.
- Los territorios artificiaados son áreas expuestas que al incrementar su área de extensión en el municipio aumentan su grado de exposición. Así pues, cobra gran importancia la planificación anticipada del crecimiento de estas áreas teniendo en cuenta la implementación urgente de medidas que atiendan los efectos del cambio en temperatura proyectados a 2100, tales como espacios verdes internos, entre otras medidas ambientales.

Tabla 5. Coberturas Ha vs Escenario proyectado de temperatura para el periodo 2011-2100.

Diferencia de la temperatura media (°C) 2011 - 2040	0,51°C - 0,8°C	0.0°C - 0,5°C	Total general
Cobertura			
Arbustal abierto	375,03	363,03	738,06
Arbustal denso	453,87	118,26	572,13
Cultivos permanentes	144,07	-	144,07
Cultivos transitorios	249,38	-	249,38
Herbazal denso	-	12,56	12,56
Mosaico de cultivos y pastos	1.011,32	-	1.010,74

Papa	199,41	-	199,41
Pastos	8.155,74	133,11	8.304,03
Plantación forestal	37,31	0,49	37,8
Territorio artificializado	110,56	-	110,56
Total general (Hectáreas)	10.736,67	627,46	11.378,74
Diferencia de la temperatura media (°C) 2041 - 2070	0,81°C - 1,0°C	1,01°C - 1,2°C	Total general
Arbustal abierto	375,03	363,03	738,06
Arbustal denso	453,87	118,26	572,13
Cultivos permanentes	144,07		144,07
Cultivos transitorios	249,38		249,38
Herbazal denso	-	12,56	12,56
Mosaico de cultivos y pastos	1011,32		1010,74
Papa	199,41		199,41
Pastos	8155,74	133,11	8304,03
Plantación forestal	37,31	0,49	37,8
Territorio artificializado	110,56		110,56
Total general (Hectáreas)	10.736,67	627,46	11.378,74
Diferencia de la temperatura media (°C) 2071-2100	1,21°C - 1,6°C	1,61°C- 1,8°C	Total general
Arbustal abierto	738,15		738,15
Arbustal denso	572,07		572,07
Cultivos permanentes	144,07		144,07
Cultivos transitorios	249,38		249,38
Herbazal denso	12,55		12,55
Mosaico de cultivos y pastos	1011,31		1011,31
Papa	199,41		199,41
Pastos	8288,26	0,38	8303,44
Plantación forestal	37,81		37,81
Territorio artificializado	110,56		110,56
Total general (Hectáreas)	11.363,56	0,38	11.378,74

Fuente: PMACC, 2018, con base en IDEAM et al. 2015 y 2012 e IGAC, 2016.

En el caso de las áreas de importancia del municipio, observamos que, para los periodos proyectados en mención, los cambios de temperatura más relevantes son (ver Tabla 6 y Figura 10 del presente documento):

- Cerro de Juaica: Con cambios de 0.1 a 0.8°C en el periodo 2011-2040, de 0.81 a 1.2 para el periodo 2041-2070 y de 1.21 a 1.6 en el periodo 2071-2100, área a priorizar dentro de las acciones de adaptación para el municipio.
- Humedales de Guali Tres Esquinas y Lagunas del Funzhe, así como la Célula verde, son áreas que tendrán una exposición a incremento de temperatura para el periodo 2011-2040, entre 0.51-0.8°C; en el periodo 2041-2070 de 1.01 a 1.2°C y en el periodo 2071-2100 un aumento de 1.21 a 1.6°C, espacios de importancia dentro de las medidas de adaptación propuestas.
- Los equipamientos se ubican en los distintos cambios de temperatura, entre los 0.1 a 1.6°C, por lo que se consolidan como punto clave en la adopción de medidas de adaptación al cambio climático.

Tabla 6. Áreas de importancia Ha vs Escenario de temperatura para el periodo 2011-2100.

Diferencia de la temperatura media (°C) 2011 - 2040	0,51°C - 0,8°C	0.0°C - 0,5°C	Total general
Área de importancia			
Célula Verde	9,16	-	9,16
Cerro De Juaica	364,65	498,96	864,76
Humedales de Guali Tres Esquinas y Lagunas del Funzhe	38,47	-	38,47
Humedal Barro Blanco	1,9		1,9
Humedal Chitasuga	1,33		1,33
Humedal El Establo	2,45		2,45
Humedal Gualí - Tres Esquinas y Lagunas del Funzhe	22,52		22,52
Humedal Meridor	10,98		10,98
Humedal San José	37,54		37,54
Humedal Tenjo 10	0,35		0,35
Humedal Tenjo 11	1,35		1,35
Humedal Tenjo 4	1,07		1,07
Humedal Tenjo 5	0,86		0,86
Humedal Tenjo 6	0,4		0,4
Humedal Tenjo 8	6,73		6,73
Humedal Tenjo 9	0,46		0,46
Laguna Vuelta Grande	0,52		0,52
Total general	462,82	498,96	961,77
Diferencia de la temperatura media (°C) 2041 - 2070	0,81°C - 1,0°C	1,01°C - 1,2°C	Total general
Áreas de Importancia			
Célula Verde	-	9,16	9,16
Cerro De Juaica	222,05	641,32	864,93
Humedal Barro Blanco	1,9		1,9
Humedal Chitasuga	1,33		1,33
Humedal El Establo	2,45		2,45
Humedal Gualí - Tres Esquinas y Lagunas del Funzhe	22,52		22,52

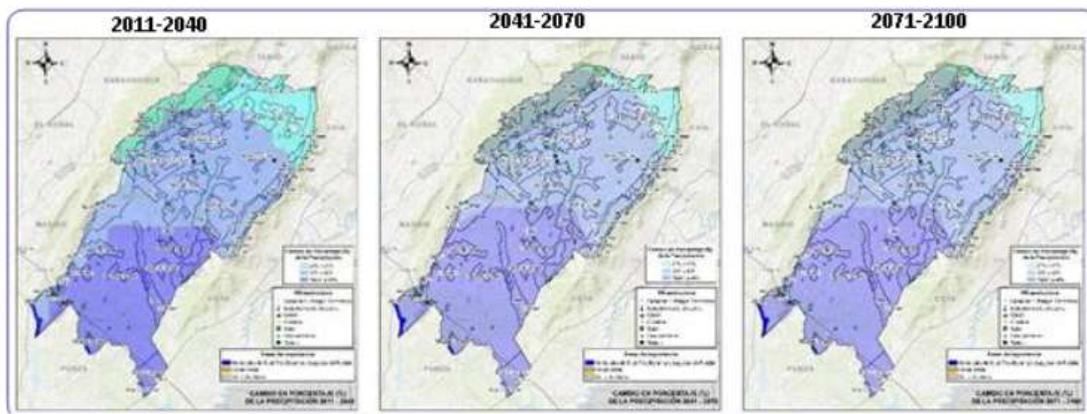
Humedal Meridor	10,98		10,98
Humedal San José	37,54		37,54
Humedal Tenjo 10	0,35		0,35
Humedal Tenjo 11	1,35		1,35
Humedal Tenjo 4	1,07		1,07
Humedal Tenjo 5	0,86		0,86
Humedal Tenjo 6	0,4		0,4
Humedal Tenjo 8	6,73		6,73
Humedal Tenjo 9	0,46		0,46
Laguna Vuelta Grande	0,52		0,52
Total general	462,82	498,96	961,77
Diferencia de la temperatura media (°C) 2071-2100	1,21°C - 1,6°C	Total general	
Área de importancia			
Célula Verde	9,16		9,16
Cerro De Juaica	864,76		864,76
Humedal Barro Blanco	1,9		1,9
Humedal Chitasuga	1,33		1,33
Humedal El Establo	2,45		2,45
Humedal Gualí - Tres Esquinas y Lagunas del Funzhe	22,52		22,52
Humedal Meridor	10,98		10,98
Humedal San José	37,54		37,54
Humedal Tenjo 10	0,35		0,35
Humedal Tenjo 11	1,35		1,35
Humedal Tenjo 4	1,07		1,07
Humedal Tenjo 5	0,86		0,86
Humedal Tenjo 6	0,4		0,4
Humedal Tenjo 8	6,73		6,73
Humedal Tenjo 9	0,46		0,46
Laguna Vuelta Grande	0,52		0,52
Total general	961,77		961,77

Fuente: PMACC, 2018, con base en IDEAM et al. 2015 y 2012 e IGAC, 2016.

- **Precipitación vs coberturas, áreas de importancia y equipamientos.**

Según la Figura 13 y Tabla 7 del presente documento, el primer caso de análisis, es la comparativa de los tres periodos 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100 del escenario de precipitación para Tenjo vs. coberturas.

Figura 13. Coberturas (Ha), áreas de importancia (Ha) y Equipamientos.



Fuente: PMACC, 2018, con base en 2015 y 2012 e IGAC, 2016.

- Las coberturas que están propensas a recibir mayores cambios de precipitación en el periodo **2011-2040**, son los Pastos, Mosaicos de cultivos y pastos y Arbustales abiertos, mientras que los menos expuestos a estos cambios, gracias a su vez por contar con pequeñas extensiones de área dentro del territorio, son las Plantaciones forestales y los Herbazales densos.
- Durante el periodo proyectado **2041-2070 y 2071-2100** que como se expuso en la descripción de los escenarios para precipitación, cuentan con el mismo aumento en precipitación proyectada, se observa de igual modo la amplia exposición de cobertura como los Pastos, Mosaicos de cultivos y pastos y Arbustales abiertos, y de igual modo la menor exposición a estos cambios por extensión de área, sin dejar de tener una importante exposición, por cambios entre el 21% - 40%. Está dada para coberturas de Plantaciones forestales y entre el 31-40% por los Herbazales densos.

Tabla 7. Coberturas Ha vs Escenario proyectado de precipitación para el periodo 2011-2100.

Cambio en porcentaje (%) de la precipitación 2011 - 2040	21% a 30%	31% a 40%	Mayor a 40%	Total general
Cobertura				
Arbustal abierto	545,01	187,31	8,34	740,66
Arbustal denso	199,66	373,98	-	573,63
Cultivos permanentes	-	111,3	32,78	144,08
Cultivos transitorios	207,62	41,76	-	249,38
Herbazal denso	1,25	12,92	-	14,18
Mosaico de cultivos y pastos	39,47	528,97	443,71	1012,15
Papa	-	189,75	9,66	199,41

Pastos	1172,5	3764,76	3359,18	8296,44
Plantación forestal	13,92	23,95	-	37,87
Territorio artificializado	-	76,28	34,67	110,95
Total general (Hectáreas)	2.179,43	5.310,98	3.888,33	11.378,74
Cambio en porcentaje (%) de la precipitación 2041 - 2070	21% a 30%	31% a 40%	Mayor a 40%	Total general
Cobertura				
Arbustal abierto	23,35	657,56	59,76	740,66
Arbustal denso	147,03	422,61	4	573,63
Cultivos permanentes	-	106,41	37,67	144,08
Cultivos transitorios	34,95	214,43	-	249,38
Herbazal denso	-	14,13	0,04	14,18
Mosaico de cultivos y pastos	22,83	454,42	534,9	1012,15
Papa	-	171,04	28,37	199,41
Pastos	462,11	3641,66	4192,66	8.296,44
Plantación forestal	0,96	36,91	-	37,87
Territorio artificializado	-	60,22	50,72	110,95
Total general (Hectáreas)	691,23	5779,39	4908,12	11378,74
Cambio en porcentaje (%) de la precipitación 2071 - 2100	21% a 30%	31% a 40%	Mayor a 40%	Total general
Cobertura				
Arbustal abierto	23,35	657,56	59,76	740,66
Arbustal denso	147,03	422,61	4	573,63
Cultivos permanentes	-	106,41	37,67	144,08
Cultivos transitorios	34,95	214,43	-	249,38
Herbazal denso	-	14,13	0,04	14,18
Mosaico de cultivos y pastos	22,83	454,42	534,9	1.012,15
Papa	-	171,04	28,37	199,41
Pastos	462,11	3.641,66	4.192,66	8.296,44
Plantación forestal	0,96	36,91	-	37,87
Territorio artificializado	-	60,22	50,72	110,95
Total general (Hectáreas)	691,23	5.779,39	4.908,12	11.378,74

Fuente: PMACC, 2018, con base en IDEAM 2012 y 2015, 2018.

Ahora bien, para el segundo caso: áreas de importancia del municipio y equipamientos el PMACC señala que las exposiciones a los cambios de precipitación para los periodos proyectados, son (ver Tabla 8 y Figura 11 del presente documento):

- Las áreas que están propensas a recibir mayores cambios de precipitación en el periodo **2011-2040**, el Cerro de Juajica, así como en el caso del Humedales de Guali Tres Esquinas y Lagunas del Funzhe que estarán expuestas a cambios entre el 31 y el mayor al 40%, el área

que muestra menor exposición al cambio es la Célula verde, que se ubica en zonas de cambios proyectados de 21 al 30%.

- Durante el periodo proyectado **2041-2070 y 2071-2100** la exposición tiene unos cambios proyectados entre el 21 % y el 40% para el cerro de Juaica y Célula verde respectivamente, mientras que para el Humedales de Guali Tres Esquinas y Lagunas del Funzhe los incrementos posibles en precipitación pueden ser mayores al 40%.
- Para el caso de los equipamientos e infraestructuras, la exposición que exhiben en su mayoría están dada para los cambios entre el 30 y mayor al 40%.

Tabla 8. Áreas de importancia Ha vs Escenario de precipitación para el periodo 2011-2040.

Cambio en porcentaje (%) de la precipitación 2011 - 2040	21% a 30%	31% a 40%	Mayor a 40%	Total general
Área de importancia				
Célula Verde	9,16	-	-	9,16
Cerro De Juaica	753,57	110,58	-	864,15
Humedal Barro Blanco			1,9	1,9
Humedal Chitasuga		1,33		1,33
Humedal El Establo		2,45		2,45
Humedal Gualí - Tres Esquinas y Lagunas del Funzh			22,52	22,52
Humedal Meridor		10,98		10,98
Humedal San José			37,54	37,54
Humedal Tenjo 10		0,35		0,35
Humedal Tenjo 11		1,35		1,35
Humedal Tenjo 4	0,23	0,85		1,07
Humedal Tenjo 5		0,86		0,86
Humedal Tenjo 6		0,4		0,4
Humedal Tenjo 8		6,73		6,73
Humedal Tenjo 9		0,46		0,46
Laguna Vuelta Grande			0,52	0,52
Total general	762,96	136,34	62,48	961,77
Cambio en porcentaje (%) de la precipitación 2041 - 2070				
Área de importancia				
Célula verde	8,92	0,24	-	9,16
Cerro de Juaica	48,11	816,04	-	864,15
Humedal Barro Blanco			1,9	1,9

Humedal Chitasuga		0,14	1,19	1,33
Humedal El Establo		2,45		2,45
Humedal Gualí - Tres Esquinas y Lagunas del Funzh			22,52	22,52
Humedal Meridor		10,98		10,98
Humedal San José			37,54	37,54
Humedal Tenjo 10		0,35		0,35
Humedal Tenjo 11		1,35		1,35
Humedal Tenjo 4		1,07		1,07
Humedal Tenjo 5		0,86		0,86
Humedal Tenjo 6		0,4		0,4
Humedal Tenjo 8		6,73		6,73
Humedal Tenjo 9		0,46		0,46
Laguna Vuelta Grande			0,52	0,52
Total general	57,03	841,07	63,67	961,77
Cambio en porcentaje (%) de la precipitación 2071 - 2100	21% a 30%	31% a 40%	Mayor a 40%	Total general
Área de importancia				
Célula Verde	8,92	0,24		9,16
Cerro De Juaica	48,11	816,04		864,15
Humedal Barro Blanco			1,9	1,9
Humedal Chitasuga		0,14	1,19	1,33
Humedal El Establo		2,45		2,45
Humedal Gualí - Tres Esquinas y Lagunas del Funzh			22,52	22,52
Humedal Meridor		10,98		10,98
Humedal San José			37,54	37,54
Humedal Tenjo 10		0,35		0,35
Humedal Tenjo 11		1,35		1,35
Humedal Tenjo 4		1,07		1,07
Humedal Tenjo 5		0,86		0,86
Humedal Tenjo 6		0,4		0,4
Humedal Tenjo 8		6,73		6,73
Humedal Tenjo 9		0,46		0,46
Laguna Vuelta Grande			0,52	0,52
Total general	57,03	841,07	63,67	961,77

Fuente: PMACC, 2018, con base en IDEAM 2012 y 2015, 2018.

- **Análisis cultivos de importancia en Tenjo Vs Escenarios de cambio en precipitación y temperatura periodo 2011-2100**

En este aparte el PMACC presenta el análisis de los cultivos más relevantes en el municipio de Tenjo, y las posibilidades de seguir realizándolos sujeto a los cambios en temperatura y precipitación proyectados basados en la TCNCC (2015).

En la Tabla 9 se observa que cultivos permanecen dentro de los rangos óptimos de productividad, en temperatura y precipitación, de modo que sirva como un instrumento de decisión de los futuros cultivos a mantener en el territorio o las medidas de adaptación necesarias para mantenerlos, sin sacrificar el mayor beneficio. Así pues, con éste se puede empezar un análisis de costo vs beneficio por parte de los productores y la institucionalidad encargada de la asistencia técnica y el sector agrario de la región.

En general se puede considerar que la mayoría de los productos se puede seguir cultivando, siempre y cuando se realicen manejos de los factores climáticos, que de acuerdo con la Tabla 10. Por ejemplo, si la deficiencia es por requerimiento de agua, se puede suplir con riego y almacenamiento; en el caso del exceso de lluvias, puede ser manejados por drenajes o en cuanto al manejo de la temperatura, se puede implementar la creación de microclimas. No obstante, este tipo de manejos en los cultivos en general aumenta los costos de producción, y la productividad podría verse afectada.

Tabla 9. Cultivos relevantes Tenjo vs Escenarios de cambio en precipitación y temperatura 2011-2100.

Cultivo	Temperatura y Precipitación	1976- 2005		2011-2040		2041-2070		2071-2100	
		Entre 11 y 15°C	Entre 500 y 1000 mm	Entre 11,8 y 15,8 °C	675-1350 mm	Entre 12,2 y 16,2 °C	675-1350 mm	12,6 y 16,6 °C	675- 1350 mm
Acelga		Si	si	si	no	si	no	si	no
Arveja		si	si	si	no	si	no	si	no
Brócoli		Si	si	si	no	si	no	si	no
Cilantro		Si	si	si	si	si	si	si	Si
Coliflor		Si	si	si	no	si	no	si	no
Espinaca		Si	si	si	no	si	no	si	no
Lechuga		Si	si	si	no	si	no	si	no
Maíz Tradicional		Si	si	si	no	si	no	si	no
Papa		Si	si	si	no	si	no	si	no
Flores		Si	si	si	no	si	no	si	no

Fuente: PMACC, 2018, con base en ADR, 2018.

Tabla 10. Rangos óptimos de Temperatura y Precipitación para cultivos relevantes Tenjo.

Cultivo	Rango óptimo de T°	Rango óptimo de precipitación
Acelga	5-30	500-1000
Arveja	12-20	300-400
Brócoli	5-20	800-1200
Cilantro	10-30	500-1400
Coliflor	10-30	800-1200
Espinaca	13-20	800-1200
Lechuga	5-30	1000-1200
Maíz Tradicional	10-28	500-800
Papa	5-30	400-1000
Flores	13-20	600-1000

Fuente: PMACC, 2018, con base en ADR, 2018.

3. Etapa 1. Análisis de vulnerabilidad, amenaza y riesgo por cambio climático de acuerdo con la tercera comunicación.

De acuerdo con la Guía CAR (2018) este análisis de vulnerabilidad reconoce las actividades y sectores económicos que estarían expuestos a afectaciones por cambios en las condiciones predominantes del clima (uso de cartografía del POT-usos del suelo asociados a actividades económicas)¹.

La información de variabilidad climática y el reconocimiento de los eventos de riesgo que tienen relevancia en el territorio ayuda a establecer las prioridades de adaptación y las medidas de prevención a implementar. Así, el análisis de vulnerabilidad hace referencia al reconocimiento de los elementos que pueden llegar a verse afectados, alterados o son susceptibles a sufrir daños tanto por los cambios a largo plazo en el clima (cambio climático) así como por eventos extremos de la variabilidad climática.

En este sentido, se determinan los impactos por variabilidad climática y cambio climático sobre las dinámicas actuales entre el clima y el territorio; lo cual brinda bases para valorar la sensibilidad y la capacidad adaptativa, componentes claves para conocer los aspectos vulnerables en el territorio que permitan esbozar medidas de reducción en términos de adaptación. Estas dimensiones se refieren a: seguridad alimentaria, biodiversidad, hábitat humano, recurso hídrico, salud e infraestructura.

¹ Se resalta que debe tenerse en cuenta la compatibilidad entre las áreas de conservación y/o protección de la EEP con aquellas destinadas al desarrollo de actividades económicas para evitar conflictos de uso.

3.1. Metodología

El análisis de vulnerabilidad y riesgo del municipio de Tenjo realizado para el PMACC tuvo como fundamento la metodología desarrollada en la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (2017) que busca articular la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático con las diferentes políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, instrumentos, medidas y acciones permanentes que incorporen soluciones a los retos asociados a la variabilidad climática y el cambio climático. De esta forma se considera un proceso de mejora y actualización continua con base en la articulación de datos e instituciones, cumpliendo el gran objetivo de construir un país climáticamente adaptado.

Teniendo en cuenta lo anterior, la Tercera Comunicación Nacional aborda el concepto de riesgo por cambio climático bajo la siguiente fórmula:

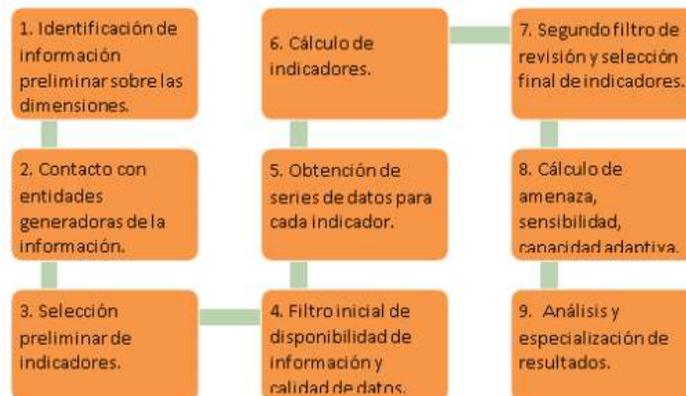
$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \text{Vulnerabilidad}$$

En esta metodología se excluye la variable *exposición* dentro de la fórmula de *vulnerabilidad a cambio climático* y se reemplaza por la relación entre la *sensibilidad* y la *capacidad adaptativa*; lo que se puede traducir que a mayor capacidad adaptativa menor será la vulnerabilidad.

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} \times \left(\frac{\text{Sensibilidad}}{\text{Capacidad de adaptación}} \right)$$

Bajo esta definición, se establecen los siguientes pasos para la identificación de indicadores y el cálculo de riesgo al cambio climático.

Figura 15. Secuencia general del análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático para Colombia



Fuente: PMACC, 2018, con base en IDEAM; PNUD; MADS; DNP; CANCELLERÍA, 2017.

El análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático realizado para el PMACC, tuvo un enfoque multidimensional que estableció junto con expertos seis (6) dimensiones adecuadas a las condiciones del territorio nacional. A continuación, se describe cada una:

- **Seguridad alimentaria:** La seguridad alimentaria y nutricional es definida por el gobierno nacional en el documento CONPES 113 de 2018 como *la disponibilidad suficiente y estable de alimentos, el acceso y el consumo oportuno y permanente de los mismos en cantidad, calidad e inocuidad por parte de todas las personas, bajo condiciones que permitan su adecuada utilización biológica, para llevar una vida saludable y activa*. En este caso se priorizó el componente de “Disponibilidad”, según denominación del Observatorio de Seguridad Alimentaria y Nutricional de Colombia, para Yuca, Arroz, Plátano, Caña Panelera, Papa, Maíz, Frijol, Café, así como los riegos asociados.
- **Recurso hídrico:** Esta dimensión busca identificar la relación de los asentamientos humanos con respecto al Recurso Hídrico frente a su uso y disponibilidad. El componente tiene como referencia conceptual el Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2014), el cual usa como unidad de análisis básica las subzonas hidrográficas, para posteriormente municipalizar los datos.
- **Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos:** Esta dimensión relaciona el servicio ecosistémico de provisión, con especies categorizadas como de “uso” en análisis con especies Amenazadas listadas en los Libros Rojos nacionales con categoría de Amenaza (En peligro crítico, en peligro y vulnerables). Bajo esta dimensión se modeló el cambio de coberturas vegetales naturales al año 2040 bajo escenario RCP 6.0.
- **Salud:** Este componente identifica la relación climática con la salud humana, bien por las diferencias de temperatura y precipitación en lapsos climáticos, así como la relación con vectores de enfermedades asociadas.
- **Hábitat Humano:** Esta dimensión busca identificar aquellas variables asociadas a las viviendas y servicios asociados a los asentamientos humanos. Aquí se recogen elementos de gestión territorial e interacción institucional.
- **Infraestructura:** Bajo esta dimensión, se presentan indicadores relacionados con vías, accesos aéreos, disponibilidad de conexión eléctrica y alternativas energéticas para la capacidad adaptativa.

Ahora bien, según la anterior información se establecen los siguientes indicadores de acuerdo con cada dimensión para el análisis de la vulnerabilidad y riesgo en el municipio de Tenjo.

a. Seguridad alimentaria

Tabla 11. Indicadores dimensión seguridad alimentaria

Amenaza		Sensibilidad		Capacidad adaptativa	
A.SA.01	Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de yuca	S.SA.01	Porcentaje del PIB de otros cultivos a precios constantes (Miles de millones de pesos) respecto al PIB total departamental	CA.SA.01	Grado de asistencia técnica prestada por UPA (AGR)
A.SA.02	Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de arroz	S.SA.02	Porcentaje del PIB del cultivo de café a precios constantes (Miles de millones de pesos) respecto al PIB total departamental	CA.SA.02	Acceso a maquinaria agrícola por UPA (AGR)
A.SA.03	Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de plátano	S.SA.03	Porcentaje de área asegurada respecto al total del área sembrada	CA.SA.03	Acceso a maquinaria pecuaria por UPA (GAN)
A.SA.04	Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de caña panelera	S.SA.04	Porcentaje del PIB de la producción pecuaria a precios constantes (Miles de millones de pesos) respecto al total del PIB departamental	CA.SA.04	Créditos otorgados por departamento / superficie agrícola total
A.SA.05	Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de papa	S.SA.05	Severidad pobreza monetaria extrema	CA.SA.05	Porcentaje de la superficie agrícola con irrigación

A.SA.06	Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de maíz	S.SA.01.CT	PIB agrícola y pecuario de los municipios costeros (Miles de millones de pesos) respecto al PIB de la misma rama departamental	CA.SA.06	Inversión en política de seguridad alimentaria y nutricional
A.SA.07	Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de frijol				
A.SA.08	Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de café				
A.SA.09	Cambio proyectado en oferta/demanda de agua para uso pecuario				
A.SA.10	Cambio proyectado en oferta/demanda de agua para uso agrícola				
A.SA.01.CT	% de áreas agropecuarias municipales susceptibles de inundaciones por ANM				
A.SA.02.CT	Áreas agropecuarias municipales susceptibles de inundaciones por CLC				

Fuente: Plan Municipal de Adaptación al Cambio Climático (2018). Tenjo-Cundinamarca 2016-2019

b. Recurso hídrico

Tabla 12. Indicadores dimensión recurso hídrico

Amenaza		Sensibilidad		Capacidad adaptativa	
A.RH.01	Índice de disponibilidad hídrica	S.RH.01	Índice de presión hídrica al ecosistema	CA.RH.01	Índice de eficiencia en el uso del agua
		S.RH.02	Índice de agua no retornada a la cuenca	CA.RH.02	Inversiones sectoriales de entidades territoriales dentro y fuera del plan departamental de Agua
		S.RH.03	Índice de retención y regulación hídrica		
		S.RH.04	Índice del uso del agua superficial (Medio)		
		S.RH.05	Brecha de acueducto		
		S.RH.06	Índice de aridez		

Fuente: Plan Municipal de Adaptación al Cambio Climático (2018). Tenjo-Cundinamarca 2016-2019

c. Biodiversidad y recursos ecosistémicos

Tabla 13. Indicadores dimensión biodiversidad y recursos ecosistémicos

Amenaza		Sensibilidad		Capacidad adaptativa	
A.BD.01	Pérdida de área idónea para especies amenazadas y de uso	S.BD.01	% del área del Municipio correspondiente a bosque	CA.BD.01	Porcentaje de área del municipio con áreas protegidas registradas en RUNAP
A.BD.02	Cambio proyectado en % de área con vegetación natural	S.BD.02	% de área por Municipio correspondiente a ecosistema natural		

Amenaza		Sensibilidad		Capacidad adaptativa	
A.BD.03	Cambio proyectado en la superficie con aptitud forestal	S.BD.03	Porcentaje del PIB de la silvicultura, extracción de madera y actividades conexas a precios constantes (Miles de millones de pesos) respecto al PIB departamental		
A.BD.01.CT	Cambio proyectado en la cobertura del ecosistema de Manglar por CLC	S.BD.01.CT	Estado de salud y prioridad de restauración de ecosistema de Manglar	CA.BD.01.CT	Porcentaje de áreas de manglar con zonificación aprobada para su manejo y ordenamiento ambiental
A.BD.02.CT	Cambio proyectado en la cobertura del ecosistema de Manglar por ANM				
A.BD.01.CT	Pérdida de área idónea para especies de manglar				

Fuente: Plan Municipal de Adaptación al Cambio Climático (2018). Tenjo-Cundinamarca 2016-2019

d. Salud

Tabla 14. Indicadores dimensión salud

Amenaza		Sensibilidad		Capacidad adaptativa	
A.S.01	Cambio proyectado en la mortalidad relacionado con cambios en la temperatura	S.S.01	Letalidad por Dengue (por cada 100 casos graves)	CA.S.01	Camas hospitalarias cada 1000 habitantes
A.S.02	Cambio proyectado en el % de área idónea para <i>Aedes aegypti</i>	S.S.02	Sumatoria de población entre 0 y 14 años y de más de 55 años en urbano y rural 2010 a 2014	CA.S.02	Asignación de recursos para el Programa de Enfermedades Transmitidas por Vectores - ETV

Amenaza	Sensibilidad		Capacidad adaptativa	
	S.S.03	Brecha de vacunación	CA.S.03	Inversión en atención integral a la primera infancia (regionalización presupuesto DNP) Inversión en adulto mayor (regionalización presupuesto DNP)
			CA.S.04	Inversión en vacunación

Fuente: Plan Municipal de Adaptación al Cambio Climático (2018). Tenjo-Cundinamarca 2016-2019

e. Hábitat humano

Tabla 15. Indicadores hábitat humano

Amenaza		Sensibilidad		Capacidad adaptativa	
A.HH.01	Cambio proyectado en el número de viviendas dañadas por evento meteorológico (inundación, deslizamiento) relacionados con cambios en la precipitación	S.HH.01	Calidad del material de las paredes exteriores de las viviendas	CA.HH.01	Inversión per cápita en el sector ambiental en el municipio
A.HH.02	Cambio proyectado en el número de acueductos y alcantarillado por evento meteorológico (inundación, deslizamiento) relacionados con cambios en la precipitación	S.HH.02	Porcentaje de área municipal del humedal con afectación por conflictos territoriales	CA.HH.02	Índice de desempeño integral municipal y departamental
A.HH.01.CT	Área municipal afectada por cambios en la línea de costa	S.HH.03	Demanda urbana de agua para uso doméstico	CA.HH.03	El índice de capacidad administrativa (ICA)

Amenaza		Sensibilidad		Capacidad adaptativa	
A.HH.02.CT	Porcentaje de población afectada por cambios en la línea de costa	S.HH.04	Demanda urbana de agua para comercio y servicios	CA.HH.04	Índice de eficiencia fiscal
A.HH.03.CT	Áreas de desarrollo turístico susceptibles de inundación por CLC	S.HH.05	Demanda urbana de agua para industria y construcción	CA.HH.05	Índice de transparencia departamental
A.HH.04.CT	Número de viviendas afectadas por CLC	S.HH.06	Porcentaje urbanización	CA.HH.06	Inversión de género y equidad para población femenina en cabecera
A.HH.05.CT	Área municipal inundada por ANM	S.HH.07	Número de total de personas afectadas y damnificadas, por fenómenos naturales hidrometeorológicos y climáticos por departamento, reportadas por alguna entidad del sistema nacional de gestión del riesgo para desastres	CA.HH.07	Inversión en capacitación y formación para el trabajo
A.HH.06.CT	Porcentaje de población afectada por inundación causada por ANM	S.HH.08	Número total reportado por departamento para deslizamiento por alguna entidad del sistema nacional de gestión del riesgo para desastres	CA.HH.08	Respuesta a la ola invernal
A.HH.07.CT	Áreas de desarrollo turístico susceptibles de inundación por ANM	S.HH.09	Número total reportado por departamento para inundaciones por alguna entidad del sistema nacional de gestión del riesgo para desastres	CA.HH.09	Índice de requisitos legales

Amenaza		Sensibilidad		Capacidad adaptativa	
A.HH.08.CT	Número de viviendas afectadas por ANM	S.HH.10	Porcentaje promediado de área municipal afectada por anomalías (A) de precipitación "Muy por debajo de lo normal" (MDN 0 - 40%)	CA.HH.10	Índice de eficacia institucional
		S.HH.11	Población femenina en cabecera - centros poblados y rural disperso	CA.HH.11	Índice de desempeño fiscal
		S.HH.12	Déficit de vivienda	CA.HH.12	Índice de gestión institucional
		S.HH.13	Porcentaje y número de meses con presencia de Anomalías (A) de precipitación "Muy por debajo de lo normal" (MDN 0 - 40%)	CA.HH.13	Indicador de inversión ambiental municipal, respecto a dos variables: el porcentaje de hectáreas de bosques de los municipios, y relación con la inversión en el sector ambiental municipal
				CA.HH.14	Indicador de seguridad y control territorial
		S.HH.01.CT	Nivel de necesidades básicas insatisfechas por municipio	CA.HH.01.CT	Inversión en ambiente y desarrollo sostenible para municipios costeros
		S.HH.02.CT	Nivel de aporte del PIB turismo municipal al PIB turismo departamental		
		S.HH.03.CT	Nivel de importancia económica municipal		

Amenaza	Sensibilidad		Capacidad adaptativa
	S.HH.04.CT	Nivel de deficiencia de materiales constitutivos de las viviendas municipales	

Fuente: Plan Municipal de Adaptación al Cambio Climático (2018). Tenjo-Cundinamarca 2016-2019

f. Infraestructura

Tabla 16. Indicadores infraestructura

Amenaza		Sensibilidad		Capacidad adaptativa	
A.I.01	Cambio proyectado en los daños a vías primarias y secundarias por inundaciones y deslizamientos debido a cambios en la precipitación	S.I.01	% de vuelos del aeropuerto principal departamental respecto al total de vuelos del departamento	CA.I.01	Km de red viaria por tipología de vía (primaria, secundaria) / inversión en conservación de las vías
A.I.02	Cambio proyectado en la disponibilidad del recurso hídrico para generación hidroeléctrica en el SIN	S.I.02	Intensidad de tráfico en red viaria principal	CA.I.02	Demandaa energética no atendida no programada/demanda total energética
A.I.03	Cambio proyectado en el consumo eléctrico por habitante por variación de temperatura	S.I.03	% de usuarios conectados al SIN respecto el total de usuarios por municipio	CA.I.03	Potencial de generación de energía eólica
		S.I.04	Consumo eléctrico municipal por habitante por PIB municipal	CA.I.04	Potencial de generación de energía solar
A.I.01.CT	Vías afectadas por CLC	S.I.01.CT	Nivel de aporte del PIB transporte municipal al PIB departamental	CA.I.01.CT	Porcentaje de área de manglar con zonificación aprobada para su manejo y ordenamiento ambiental

Amenaza		Sensibilidad	Capacidad adaptativa
A.I.02.CT	Zona portuaria afectada por CLC		
A.I.03.CT	Zona portuaria susceptible de inundación por ANM		
A.I.04.CT	Vías afectadas por ANM		

Fuente: Plan Municipal de Adaptación al Cambio Climático (2018). Tenjo-Cundinamarca 2016-2019

Posterior a la identificación de los indicadores, la Tercera Comunicación elaboró un índice global de vulnerabilidad, mediante el marco metodológico de referencia desarrollado por Chen et al. (2015) junto con la valoración de los coeficientes a los componentes de vulnerabilidad y técnicas de análisis estadísticos multivariados. Este índice permitió identificar por medio de una herramienta de visualización online, el comportamiento espacial y temporal de la vulnerabilidad entre los años 1995 y 2014.

Para la construcción de los índices de vulnerabilidad y riesgo para Colombia, el PMACC utilizó específicamente el *Análisis de Componentes Principales* (ACP) que hace parte de los métodos multivariantes descriptivos o de independencia, es decir aquellos que no distinguen entre variables dependientes e independientes. Con ello se generó nuevas variables que pudieran expresar la información contenida en el conjunto de datos original, además de reducir la dimensionalidad de los datos que se están tratando para realizar futuros análisis y eliminar algunas variables que aportan poca información al análisis.

Posteriormente se construyó una matriz de datos con los 86 indicadores seleccionados para los municipios continentales (CON) es decir aquellos que no tienen influencia costera. Y se calcularon los subíndices de sensibilidad, amenaza y capacidad adaptativa, con sus respectivas ponderaciones asociadas a los valores de sus correlaciones con los componentes principales extraídos en el análisis para explicar como mínimo el 60% de la varianza total de los datos. Finalmente, a partir de estos subíndices se obtuvo los índices de Vulnerabilidad y Riesgo por cambio climático para cada municipio.

3.1 Resultados de vulnerabilidad para Tenjo

A continuación, se presentan los resultados del análisis de vulnerabilidad realizados en el PMACC por dimensión con base en los insumos de la Tercera Comunicación Nacional de Colombia (TCNCC) a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

a. Seguridad alimentaria

Para la dimensión de seguridad alimentaria en el municipio de Tenjo la sensibilidad presenta un nivel muy bajo para tres de los seis indicadores: 1) porcentaje del PIB del cultivo de café a precios constantes (Miles de millones de pesos) respecto al PIB total departamental; 2) severidad pobreza monetaria extrema; y 3) PIB agrícola y pecuario de los municipios costeros (Miles de millones de pesos) respecto al PIB de la misma rama departamental (S.SA.02; S.SA.05; y S.SA.01.CT). De igual forma, se presenta un nivel bajo para el indicador porcentaje del PIB de otros cultivos a precios constantes (Miles de millones de pesos) respecto al PIB total departamental (S.SA.01). Cabe aclarar que el indicador S.SA.01.CT evidencia un valor 0 debido a que este solo aplica para municipios costeros. Por otro lado, los indicadores porcentaje de área asegurada respecto al total del área sembrada (S.SA.03); y porcentaje del PIB de la producción pecuaria a precios constantes (Miles de millones de pesos) respecto al total del PIB departamental (S.SA.04), presentan un valor de sensibilidad muy alto.

Respecto a la capacidad adaptativa en la dimensión seguridad alimentaria, grosso modo, los indicadores presentan un nivel de medio a muy bajo. Como lo muestra la Tabla 17, cuatro de los seis indicadores tienen una capacidad adaptativa muy baja: 1) grado de asistencia técnica prestada por UPA (AGR); 2) acceso a maquinaria agrícola por UPA (AGR); 3) créditos otorgados por departamento / superficie agrícola total; y 4) porcentaje de la superficie agrícola con irrigación (CA.SA.01, CA.SA.02, CA.SA.04 y CA.SA.05). Por su parte, los indicadores inversión en política de seguridad alimentaria y nutricional (CA.SA.06); y acceso a maquinaria pecuaria por UPA (GAN) (CA.SA.03), presentan una capacidad adaptativa baja y media respectivamente.

Tabla 17. Resultados de sensibilidad y capacidad adaptativa en seguridad alimentaria del municipio de Tenjo.

Sensibilidad			Capacidad Adaptativa		
Indicador	Contribuciones (%)	Valor	Indicador	Contribuciones (%)	Valor
S.SA.01	1,729	0,252	CA.SA.01	1,288	0,212
S.SA.02	1,254	0,165	CA.SA.02	0,278	0,416
S.SA.03	4,124	0,95	CA.SA.03	0,103	0,673
S.SA.04	0,352	0,707	CA.SA.04	5,024	0,312
S.SA.05	1,204	0,202	CA.SA.05	0,356	0,1
S.SA.01.CT	0,	0,	CA.SA.06	3,731	0,58

Fuente: PMACC (2018) con base en la Tercera Comunicación (2017).

Se evidencia la poca sensibilidad presente en los porcentajes de PIB de los cultivos de café y demás, mientras que para los procesos pecuarios se presenta una sensibilidad alta. Aun así, para los procesos pecuarios se presenta una capacidad adaptativa media (acceso a maquinaria pecuaria), mientras que para los cultivos su capacidad adaptativa es baja, principalmente en temas

relacionados con asistencia técnica, acceso a maquinaria, créditos agrícolas y áreas de irrigación. El hecho de que se presente una baja sensibilidad en los procesos agrícolas puede explicar los bajos valores de la variable capacidad adaptativa en este aspecto.

Tabla 18. Sensibilidad en seguridad alimentaria para el municipio de Tenjo.

Dimensión	Indicadores valor de sensibilidad				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Seguridad Alimentaria	S.SA.03 Porcentaje de área asegurada respecto al total del área sembrada			S.SA.01 Porcentaje del PIB de otros cultivos a precios constantes (Miles de millones de pesos) respecto al PIB total departamental	S.SA.02 Porcentaje del PIB del cultivo de café a precios constantes (Miles de millones de pesos) respecto al PIB total departamental
	S.SA.04 Porcentaje del PIB de la producción pecuaria a precios constantes (Miles de millones de pesos) respecto al total del PIB departamental				S.SA.05 Severidad pobreza monetaria extrema
					S.SA.01.CT PIB agrícola y pecuario de los municipios costeros (Miles de millones de pesos) respecto al PIB de la misma rama departamental

Fuente: Elaboración propia con base en PMACC (2018) y en la Tercera Comunicación (2017).

Tabla 19. Capacidad adaptativa en seguridad alimentaria para el municipio de Tenjo

Dimensión	Indicadores valor de capacidad adaptativa				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Seguridad alimentaria			CA.SA.03 Acceso a maquinaria pecuaria por UPA (GAN)	CA.SA.06 Inversión en política de seguridad alimentaria y nutricional	CA.SA.01 Grado de asistencia técnica prestada por UPA (AGR)
					CA.SA.02 Acceso a maquinaria agrícola por UPA (AGR)
					CA.SA.04 Créditos otorgados por departamento / superficie agrícola total

Dimensión	Indicadores valor de capacidad adaptativa				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
					CA.SA.05 Porcentaje de la superficie agrícola con irrigación

Fuente: Elaboración propia con base en PMACC (2018) y en la Tercera Comunicación (2017).

b. Recurso hídrico

La dimensión recurso hídrico presenta indicadores con valores de sensibilidad que abarcan niveles muy bajos a muy altos, así: muy bajo (índice de aridez-S.RH.06); bajo (índice de agua no retornada a la cuenca-S.RH.02 e índice del uso del agua superficial-S.RH.04); alto (brecha de acueducto-S.RH.05); y muy alto (índice de presión hídrica al ecosistema-S.RH.01 e índice de retención y regulación hídrica-S.RH.03).

Por otro lado, los valores de capacidad adaptativa en la dimensión recurso hídrico presentan niveles muy bajos para los dos indicadores definidos: índice de eficiencia en el uso del agua (CA.RH.01) e inversiones sectoriales de entidades territoriales dentro y fuera del plan departamental de Agua (CA.RH.02).

Tabla 20. Resultados de sensibilidad y capacidad adaptativa en recurso hídrico del municipio de Tenjo

Sensibilidad			Capacidad Adaptativa		
Indicador	Contribuciones (%)	Valor	Indicador	Contribuciones (%)	Valor
S.RH.01	5,686	0,704	CA.RH.01	1,641	0,267
S.RH.02	1,96	0,392	CA.RH.02	2,42	0,268
S.RH.03	1,435	0,669			
S.RH.04	1,26	0,321			
S.RH.05	2,274	0,58			
S.RH.06	0,783	0,273			

Fuente: PMACC (2018) con base en la Tercera Comunicación (2017).

Como se detalla en la Tabla 21, se evidencia una muy alta sensibilidad en los procesos de índice de presión hídrica al ecosistema y de retención y regulación hídrica. De manera general, esta situación puede estar relacionada a procesos de ampliación de la frontera agropecuaria, lo que puede afectar la provisión de recursos ecosistémicos; de igual forma, también puede darse en los casos donde haya competencia por el recurso hídrico². A su vez, los índices de aridez y de agua no retornada a la cuenca presentan una baja sensibilidad lo que evidencia un bajo déficit del recurso. Por otro lado, el índice de eficiencia en el uso de agua posee una baja capacidad adaptativa, siendo uno de los puntos necesarios de mejora para disminuir la presión hídrica sobre el ecosistema y mejorar los procesos de regulación hídrica.

² Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. Estudio Nacional del Agua. 2014.

Tabla 21. Sensibilidad en recurso hídrico para el municipio de Tenjo.

Dimensión	Indicadores valor de sensibilidad				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Recurso hídrico	S.RH.01 Índice de presión hídrica al ecosistema	S.RH.05 Brecha de acueducto		S.RH.02 Índice de agua no retornada a la cuenca	S.RH.06 Índice de aridez
	S.RH.03 Índice de retención y regulación hídrica			S.RH.04 Índice del uso del agua superficial (Medio)	

Fuente: Elaboración propia con base en PMACC (2018) y en la Tercera Comunicación (2017).

Tabla 22. Capacidad adaptativa en recurso hídrico para el municipio de Tenjo.

Dimensión	Indicadores valor de capacidad adaptativa				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Recurso hídrico					CA.RH.01 Índice de eficiencia en el uso del agua
					CA.RH.02 Inversiones sectoriales de entidades territoriales dentro y fuera del plan departamental de Agua

Fuente: Elaboración propia con base en PMACC (2018) y en la Tercera Comunicación (2017).

c. Biodiversidad y recursos ecosistémicos

Como lo muestra la Tabla 23, de los cuatro indicadores de la dimensión biodiversidad y recursos ecosistémicos, dos presentan valores de sensibilidad muy bajos: 1) porcentaje del PIB de la silvicultura, extracción de madera y actividades conexas a precios constantes (Miles de millones de pesos) respecto al PIB departamental (S.BD.03); y 2) estado de salud y prioridad de restauración de ecosistema de Manglar (S.BD.01.CT). Por otro lado, dos indicadores presentan valores de sensibilidad muy altos: 1) porcentaje del área del Municipio correspondiente a bosque (S.BD.01); y porcentaje de área por Municipio correspondiente a ecosistema natural (S.BD.02). Ahora bien, la dimensión evaluada define dos indicadores (porcentaje de área del municipio con áreas protegidas registradas en RUNAP-CA.BD.01 y porcentaje de áreas de manglar con zonificación aprobada para su manejo y ordenamiento ambiental-CA.BD.01.CT) con niveles muy bajos de capacidad adaptativa.

Cabe aclarar aclarar que los indicadores S.BD.01.CT y CA.BD.01.CT evidencian un valor 0 debido a que estos solo aplican para municipios costeros.

Tabla 23. Resultados de sensibilidad y capacidad adaptativa en biodiversidad y recursos ecosistémicos del municipio de Tenjo.

Sensibilidad			Capacidad Adaptativa		
Indicador	Contribuciones (%)	Valor	Indicador	Contribuciones (%)	Valor
S.BD.01	10,702	0,958	CA.BD.01	0,354	0,171
S.BD.02	12,603	0,956	CA.BD.01.CT	0,	0,
S.BD.03	0,828	0,2			
S.BD.01.CT	0,	0,			

Fuente: PMACC (2018) con base en la Tercera Comunicación (2017).

En el municipio de Tenjo los indicadores de porcentaje del área del municipio correspondiente a bosque y ecosistema natural presentan valores de sensibilidad muy altos. Frente a ello, se evidencia también una baja capacidad adaptativa respecto al porcentaje de áreas protegidas registradas en el RUNAP, lo cual, sumado a la sensibilidad muy alta en los indicadores anteriormente mencionados, puede llegar a consolidar un estado de fragilidad para esta dimensión en particular. Por su parte, el indicador de porcentaje de PIB de la silvicultura, extracción de madera y actividades conexas presenta un valor muy bajo de sensibilidad.

Tabla 24. Sensibilidad en biodiversidad y recursos ecosistémicos para el municipio de Tenjo.

Dimensión	Indicadores valor de sensibilidad				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Biodiversidad y recursos ecosistémicos	S.BD.01 % del área del Municipio correspondiente a bosque				S.BD.03 Porcentaje del PIB de la silvicultura, extracción de madera y actividades conexas a precios constantes (Miles de millones de pesos) respecto al PIB departamental
	S.BD.02 % de área por Municipio correspondiente a ecosistema natural				S.BD.01.CT Estado de salud y prioridad de restauración de ecosistema de Manglar

Fuente: Elaboración propia con base en PMACC (2018) y en la Tercera Comunicación (2017).

Tabla 25. Capacidad adaptativa en biodiversidad y recursos ecosistémicos para el municipio de Tenjo.

Dimensión	Indicadores valor de capacidad adaptativa				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Biodiversidad y recursos ecosistémicos					CA.BD.01 Porcentaje de área del municipio con áreas protegidas registradas en RUNAP
					CA.BD.01.CT Porcentaje de áreas de manglar con

Dimensión	Indicadores valor de capacidad adaptativa				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
					zonificación aprobada para su manejo y ordenamiento ambiental

Fuente: Elaboración propia con base en PMACC (2018) y en la Tercera Comunicación (2017).

d. Salud

Para la dimensión en salud se presentan tres indicadores con valores de sensibilidad variados que abarcan los niveles muy bajo, medio y alto, así: muy bajo (letalidad por Dengue por cada 100 casos graves-S.S.01); medio (brecha de vacunación-S.S.03); y alto (sumatoria de población entre 0 y 14 años y de más de 55 años en urbano y rural 2010 a 2014-S.S.02). Por su parte, los cuatro indicadores de capacidad adaptativa evidencian valores muy bajos y bajos: muy bajos en los indicadores camas hospitalarias cada 1000 habitantes (CA.S.01) y asignación de recursos para el Programa de Enfermedades Transmitidas por Vectores - ETV (CA.S.02); y bajos para los indicadores inversión en atención integral a la primera infancia (regionalización presupuesto DNP) inversión en adulto mayor (regionalización presupuesto DNP) (CA.S.03) e inversión en vacunación (CA.S.04).

Tabla 26. Resultados de sensibilidad y capacidad adaptativa en salud del municipio de Tenjo.

Sensibilidad			Capacidad Adaptativa		
Indicador	Contribuciones (%)	Valor	Indicador	Contribuciones (%)	Valor
S.S.01	0,615	0,174	CA.S.01	3,294	0,382
S.S.02	5,529	0,528	CA.S.02	0,709	0,154
S.S.03	1,027	0,346	CA.S.03	1,464	0,48
			CA.S.04	1,056	0,569

Fuente: PMACC (2018) con base en la Tercera Comunicación (2017)

Como se muestra en las siguientes tablas, la dimensión salud para el municipio de Tenjo registra dos indicadores con valores de sensibilidad medio y alto, además de niveles bajo y muy bajo respecto a la capacidad adaptativa. Lo anterior permite entrever que esta dimensión se consolida como una de las más críticas en cuanto a valoración del riesgo.

Tabla 27. Sensibilidad en salud para el municipio de Tenjo.

Dimensión	Indicadores valor de sensibilidad				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Salud		S.S.02 Sumatoria de población entre 0 y 14 años y de más de 55 años en urbano y rural 2010 a 2014	S.S.03 Brecha de vacunación		S.S.01 Letalidad por Dengue (por cada 100 casos graves)

Fuente: Elaboración propia con base en PMACC (2018) y en la Tercera Comunicación (2017).

Tabla 28. Capacidad adaptativa en salud para el municipio de Tenjo.

Dimensión	Indicadores valor de capacidad adaptativa				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Salud				CA.S.03 Inversión en atención integral a la primera infancia (regionalización presupuesto DNP) Inversión en adulto mayor (regionalización presupuesto DNP)	CA.S.01 Camas hospitalarias cada 1000 habitantes
				CA.S.04 Inversión en vacunación	CA.S.02 Asignación de recursos para el Programa de Enfermedades Transmitidas por Vectores - ETV

Fuente: Elaboración propia con base en PMACC (2018) y en la Tercera Comunicación (2017).

e. Hábitat humano

La dimensión hábitat humano presenta un total de 17 indicadores de sensibilidad con valores que abarcan los niveles muy bajo, alto y muy alto.

Muy bajo (9 indicadores):

- Porcentaje de área municipal del humedal con afectación por conflictos territoriales (S.HH.02);
- número de total de personas afectadas y damnificadas, por fenómenos naturales hidrometeorológicos y climáticos por departamento, reportadas por alguna entidad del sistema nacional de gestión del riesgo para desastres (S.HH.07);
- número total reportado por departamento para deslizamiento por alguna entidad del sistema nacional de gestión del riesgo para desastres (S.HH.08);
- número total reportado por departamento para inundaciones por alguna entidad del sistema nacional de gestión del riesgo para desastres (S.HH.09);
- déficit de vivienda (S.HH.12);
- nivel de necesidades básicas insatisfechas por municipio (S.HH.01.CT);
- nivel de aporte del PIB turismo municipal al PIB turismo departamental (S.HH.02.CT);
- nivel de importancia económica municipal (S.HH.03.CT); y
- nivel de deficiencia de materiales constitutivos de las viviendas municipales (S.HH.04.CT);

Alto (4 indicadores):

- Porcentaje urbanización (S.HH.06);

- porcentaje promediado de área municipal afectada por anomalías (A) de precipitación "Muy por debajo de lo normal" (MDN 0 - 40%) (S.HH.10);
- población femenina en cabecera - centros poblados y rural disperso (S.HH.11); y
- porcentaje y número de meses con presencia de Anomalías (A) de precipitación "Muy por debajo de lo normal" (MDN 0 - 40%) (S.HH.13).

Muy alto (4 indicadores)

- Calidad del material de las paredes exteriores de las viviendas (S.HH.01);
- demanda urbana de agua para uso doméstico (S.HH.03);
- demanda urbana de agua para comercio y servicios (S.HH.04); y
- demanda urbana de agua para industria y construcción (S.HH.05).

Respecto a la capacidad adaptativa, los indicadores presentan valores que abarcan los niveles muy bajo a muy alto. Como lo muestra la Tabla 29, cinco de los quince indicadores presentan niveles muy altos en: inversión per cápita en el sector ambiental en el municipio (CA.HH.01); índice de desempeño integral municipal y departamental (CA.HH.02); índice de eficiencia fiscal (CA.HH.04); índice de desempeño fiscal (CA.HH.11); e índice de gestión institucional (CA.HH.12). En esta misma línea, dos indicadores presentan niveles altos: índice de capacidad administrativa (ICA) (CA.HH.03); e índice de requisitos legales (CA.HH.09). Por su parte, cuatro indicadores presentan niveles medios en: índice de transparencia departamental (CA.HH.05); índice de eficacia institucional (CA.HH.10); indicador de inversión ambiental municipal, respecto a dos variables: el porcentaje de hectáreas de bosques de los municipios, y relación con la inversión en el sector ambiental municipal (CA.HH.13); e indicador de seguridad y control territorial (CA.HH.14). Por otro lado, un indicador presenta un nivel bajo: inversión en capacitación y formación para el trabajo (CA.HH.07); y tres presentan niveles muy bajos: inversión de género y equidad para población femenina en cabecera (CA.HH.06); respuesta a la ola invernal (CA.HH.08); e inversión en ambiente y desarrollo sostenible para municipios costeros (CA.HH.01.CT).

Tabla 29. Resultados de sensibilidad y capacidad adaptativa en hábitat humano del municipio de Tenjo.

Sensibilidad			Capacidad Adaptativa		
Indicador	Contribuciones (%)	Valor	Indicador	Contribuciones (%)	Valor
S.HH.01	3,144	0,99	CA.HH.01	2,84	0,967
S.HH.02	0,493	0,189	CA.HH.02	7,392	0,883
S.HH.03	0,081	1,	CA.HH.03	7,336	0,858
S.HH.04	0,175	1,	CA.HH.04	4,768	0,935
S.HH.05	0,719	0,886	CA.HH.05	8,231	0,764
S.HH.06	7,373	0,499	CA.HH.06	1,162	0,378
S.HH.07	1,906	0,101	CA.HH.07	3,018	0,444
S.HH.08	1,312	0,103	CA.HH.08	1,222	0,104
S.HH.09	2,311	0,113	CA.HH.09	4,848	0,804

Sensibilidad			Capacidad Adaptativa		
Indicador	Contribuciones (%)	Valor	Indicador	Contribuciones (%)	Valor
S.HH.10	7,099	0,542	CA.HH.10	4,544	0,692
S.HH.11	6,228	0,493	CA.HH.11	5,337	0,955
S.HH.12	1,165	0,208	CA.HH.12	8,09	0,928
S.HH.13	6,704	0,578	CA.HH.13	1,403	0,64
S.HH.01.CT	0,	0,	CA.HH.14	3,275	0,669
S.HH.02.CT	0,	0,	CA.HH.15	0,	0,
S.HH.03.CT	0,	0,			
S.HH.04.CT	0,	0,			

Fuente: PMACC (2018) con base en la Tercera Comunicación (2017).

En la dimensión de hábitat humano se evidencia una muy alta sensibilidad en los procesos de demanda de agua urbana para los usos domésticos; comercio y servicios; y para la industria y construcción, lo cual puede relacionarse con la alta sensibilidad del porcentaje de urbanización. Por su parte, la afectación por conflictos territoriales, fenómenos hidrometeorológicos y climáticos, y procesos de deslizamientos e inundaciones presentan una sensibilidad muy baja para el municipio. En cuanto a capacidad adaptativa se evidencia una situación positiva con relación a temas referentes a la eficiencia fiscal, desempeño fiscal, desempeño integral, gestión institucional, capacidad administrativa y requisitos legales. Por su parte, se registran valores medios en los índices de transparencia; eficacia institucional; inversión ambiental; y seguridad y control territorial, siendo puntos que requieren mejorar en cuanto a la gestión del municipio.

Tabla 30. Sensibilidad en hábitat humano para el municipio de Tenjo.

Dimensión	Indicadores valor de sensibilidad				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Hábitat humano	S.HH.01 Calidad del material de las paredes exteriores de las viviendas	S.HH.06 Porcentaje urbanización			S.HH.02 Porcentaje de área municipal del humedal con afectación por conflictos territoriales
	S.HH.03 Demanda urbana de agua para uso doméstico	S.HH.10 Porcentaje promediado de área municipal afectada por anomalías (A) de precipitación "Muy por debajo de lo normal" (MDN 0 - 40%)			S.HH.07 Número de total de personas afectadas y damnificadas, por fenómenos naturales hidrometeorológicos y climáticos por departamento, reportadas por alguna entidad del sistema nacional de gestión del riesgo para desastres

Dimensión	Indicadores valor de sensibilidad				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
S.HH.04 Demanda urbana de agua para comercio y servicios		S.HH.11 Población femenina en cabecera - centros poblados y rural disperso			S.HH.08 Número total reportado por departamento para deslizamiento por alguna entidad del sistema nacional de gestión del riesgo para desastres
S.HH.05 Demanda urbana de agua para industria y construcción		S.HH.13 Porcentaje y número de meses con presencia de Anomalías (A) de precipitación "Muy por debajo de lo normal" (MDN 0 - 40%)			S.HH.09 Número total reportado por departamento para inundaciones por alguna entidad del sistema nacional de gestión del riesgo para desastres
					S.HH.12 Déficit de vivienda
					S.HH.01.CT Nivel de necesidades básicas insatisfechas por municipio
					S.HH.02.CT Nivel de aporte del PIB turismo municipal al PIB turismo departamental
					S.HH.03.CT Nivel de importancia económica municipal
					S.HH.04.CT Nivel de deficiencia de materiales constitutivos de las viviendas municipales

Fuente: Elaboración propia con base en PMACC (2018) y en la Tercera Comunicación (2017).

Tabla 31. Capacidad adaptativa en hábitat humano para el municipio de Tenjo.

Dimensión	Indicadores valor de capacidad adaptativa				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Hábitat humano	CA.HH.01 Inversión per cápita en el	CA.HH.03 El índice de capacidad	CA.HH.05 Índice de transparencia departamental	CA.HH.07 Inversión en capacitación y	CA.HH.06 Inversión de género y equidad

Dimensión	Indicadores valor de capacidad adaptativa				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
	sector ambiental en el municipio	administrativa (ICA)		formación para el trabajo	para población femenina en cabecera
	CA.HH.02 Índice de desempeño integral municipal y departamental	CA.HH.09 Índice de requisitos legales	CA.HH.10 Índice de eficacia institucional		CA.HH.08 Respuesta a la ola invernal
	CA.HH.04 Índice de eficiencia fiscal		CA.HH.13 Indicador de inversión ambiental municipal, respecto a dos variables: el porcentaje de hectáreas de bosques de los municipios, y relación con la inversión en el sector ambiental municipal		CA.HH.01.CT Inversión en ambiente y desarrollo sostenible para municipios costeros
	CA.HH.11 Índice de desempeño fiscal		CA.HH.14 Indicador de seguridad y control territorial		
	CA.HH.12 Índice de gestión institucional				

Fuente: Elaboración propia con base en PMACC (2018) y en la Tercera Comunicación (2017).

f. Infraestructura

La sensibilidad en la dimensión infraestructura presenta un total de cinco indicadores, de los cuales tres son muy bajos: porcentaje de usuarios conectados al SIN respecto el total de usuarios por municipio (S.I.03); consumo eléctrico municipal por habitante por PIB municipal (S.I.04); y nivel de aporte del PIB transporte municipal al PIB departamental (S.I.01.CT). A diferencia de esto, dos indicadores registran valores muy altos: porcentaje de vuelos del aeropuerto principal departamental respecto al total de vuelos del departamento (S.I.01); e intensidad de tráfico en la red principal (S.I.02). Ahora bien, la capacidad adaptativa para la dimensión infraestructura presenta cinco indicadores que evidencian valores muy bajos, bajos y muy altos.

Muy bajos:

- Km de red viaria por tipología de vía (primaria, secundaria) / inversión en conservación de las vías (CA.I.01);
- potencial de generación de energía eólica (CA.I.03); y
- porcentaje de área de manglar con zonificación aprobada para su manejo y ordenamiento ambiental (CA.I.01.CT).

Bajo:

- Demanda energética no atendida no programada/demanda total energética (CA.I.02)

Muy alto:

- Potencial de generación de energía solar (CA.I.04).

Cabe resaltar que el indicador CA.I.01.CT tiene un valor 0 puesto este solo aplica para municipios costeros.

Tabla 32. Resultados de sensibilidad y capacidad adaptativa en infraestructura del municipio de Tenjo.

Sensibilidad			Capacidad Adaptativa		
Indicador	Contribuciones (%)	Valor	Indicador	Contribuciones (%)	Valor
S.I.01	3,421	0,991	CA.I.01	3,727	0,322
S.I.02	2,147	0,931	CA.I.02	0,482	0,629
S.I.03	1,112	0,143	CA.I.03	0,16	0,282
S.I.04	1,244	0,12	CA.I.04	10,449	0,915
S.I.01.CT	0,	0,	CA.I.01.CT	0,	0,

Fuente: PMACC (2018) con base en la Tercera Comunicación (2017).

El municipio de Tenjo posee una sensibilidad muy alta en el porcentaje de vuelos del aeropuerto principal departamental y la intensidad de tráfico en la red principal, esto debido principalmente a la ausencia de aeropuertos en el municipio y a la muy baja capacidad adaptativa en la red viaria por tipología y la inversión en la conservación de las vías. De igual manera el municipio presenta una muy baja capacidad adaptativa en el potencial de generación de energía eólica, pero muy alta en el potencial de generación de energía solar, lo cual se puede relacionar con la muy baja sensibilidad en el consumo eléctrico municipal por habitante.

Tabla 33. Sensibilidad en infraestructura para el municipio de Tenjo.

Dimensión	Indicadores valor de sensibilidad				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Infraestructura	S.I.01 % de vuelos del aeropuerto principal departamental respecto al total de				S.I.03 % de usuarios conectados al SIN respecto el total de usuarios por municipio

Dimensión	Indicadores valor de sensibilidad				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
	vuelos del departamento				
	S.I.02 Intensidad de tráfico en la red principal				S.I.04 Consumo eléctrico municipal por habitante por PIB municipal
					S.I.01.CT Nivel de aporte del PIB transporte municipal al PIB departamental

Fuente: Elaboración propia con base en PMACC (2018) y en la Tercera Comunicación (2017).

Tabla 34. Capacidad adaptativa en infraestructura para el municipio de Tenjo.

Dimensión	Indicadores valor de capacidad adaptativa				
	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo
Infraestructura	CA.I.04 Potencial de generación de energía solar			CA.I.02 Demanda energética no atendida no programada/demanda total energética	CA.I.01 Km de red viaria por tipología de vía (primaria, secundaria) / inversión en conservación de las vías
					CA.I.03 Potencial de generación de energía eólica
					CA.I.01.CT Porcentaje de área de manglar con zonificación aprobada para su manejo y ordenamiento ambiental

Fuente: Elaboración propia con base en PMACC (2018) y en la Tercera Comunicación (2017).

Relación entre dimensiones

Antes que nada, resulta necesario aclarar que existe una relación directa entre las seis (6) dimensiones propuestas en la TCNCC. Sin embargo, se pueden identificar relaciones más estrechas entre dimensiones. Ejemplo de ello es el caso del vínculo entre seguridad alimentaria, recurso hídrico y biodiversidad, en donde el agua se convierte en el elemento fundamental para el impulso y salvaguardia de la seguridad alimentaria, ya que tanto los procesos de ganadería como agricultura (no solo de cultivos con fines alimenticios sino también aquellos con fines industriales) requieren altas cantidades de agua para su desarrollo. A su vez, las coberturas sirven como base para la oferta de servicios ecosistémicos, en donde se presenta una relación asociativa de las coberturas con el recurso hídrico y el ciclo hidrológico.

De igual manera, la dimensión recurso hídrico tiene una estrecha relación con las dimensiones salud, infraestructura y hábitat humano, particularmente con los procesos de saneamiento, alcantarillado y abastecimiento de agua potable. A su vez, de acuerdo con la definición de la dimensión infraestructura propuesta en la Tercera Comunicación, esta presenta indicadores relacionados con la disponibilidad de conexión eléctrica y alternativas energéticas para la capacidad adaptativa, los cuales llegan a vincularse con la dimensión hábitat humano.

Para el municipio de Tenjo, la dimensión del recurso hídrico presenta una sensibilidad con tendencia a ser muy alta o muy baja, con indicadores muy sensibles tales como el índice de presión hídrica y el índice de retención y regulación hídrica; lo anterior, junto a la muy alta sensibilidad en los indicadores asociados al porcentaje del área del municipio correspondiente a bosque y ecosistema natural de la dimensión de biodiversidad, son factores que se relacionan con procesos como la ampliación de la frontera agrícola y la reducción de áreas naturales que regulan el ciclo hidrológico. Esto también podría corresponderse con la situación de la seguridad alimentaria, la cual presenta una sensibilidad baja y muy baja respecto a cuatro de sus seis indicadores, dos de los cuales se asocian al porcentaje del PIB del café y otros cultivos a precios constantes respecto al PIB total departamental.

Por su parte, la situación de la capacidad adaptativa de las dimensiones seguridad alimentaria, recurso hídrico y biodiversidad y servicios ecosistémicos, registran indicadores con tendencia a valores bajos y muy bajos, lo cual puede llegar a afectar los niveles de sensibilidad de estas dimensiones, principalmente la dimensión de biodiversidad y servicios ecosistémicos cuyos indicadores referentes al porcentaje de área del municipio correspondiente a bosque natural y ecosistemas naturales tienen una sensibilidad muy alta y una contribución significativa al cálculo de esta variable en el municipio.

Para las dimensiones salud, hábitat humano e infraestructura los indicadores presentan variaciones en sus niveles de sensibilidad entre muy alto y muy bajo; estos presentan tópicos diversos en cada una de las dimensiones, por lo cual una relación directa entre dimensiones es difícil de percibir. Sin embargo, es necesario mencionar la alta sensibilidad presente en algunos indicadores como la demanda de agua para los usos doméstico; comercio y servicios; e industria y construcción de la dimensión hábitat humano.

Finalmente, las dimensiones de salud y biodiversidad y servicios ecosistémicos presentan un escenario negativo con valores de sensibilidad muy alta y de capacidad adaptativa muy baja. Aún así, cabe señalar que ninguna dimensión presenta valores óptimos con respecto a las variables de sensibilidad y capacidad adaptativa.

Resultados de vulnerabilidad

Ahora bien, del total de 41 indicadores de sensibilidad propuestos en la Tercera Comunicación, en el municipio de Tenjo 12 indicadores (29,27%) registran valores de sensibilidad muy altos; 6

indicadores (14,63%) valores altos; 1 indicador (2,44%) valor medio; 3 indicadores (7,32%) valores bajos y 19 indicadores (46,34%) valores muy bajos. Por otro lado, respecto a la capacidad adaptativa del municipio, de los 34 indicadores para esta variable 6 indicadores (17,65%) presentan valores muy bajos; 2 indicadores (5,88%) valores bajos; 5 indicadores (14,71%) valores medios; 5 indicadores (14,71) valores altos; y 16 indicadores (47,06%) valores muy altos.

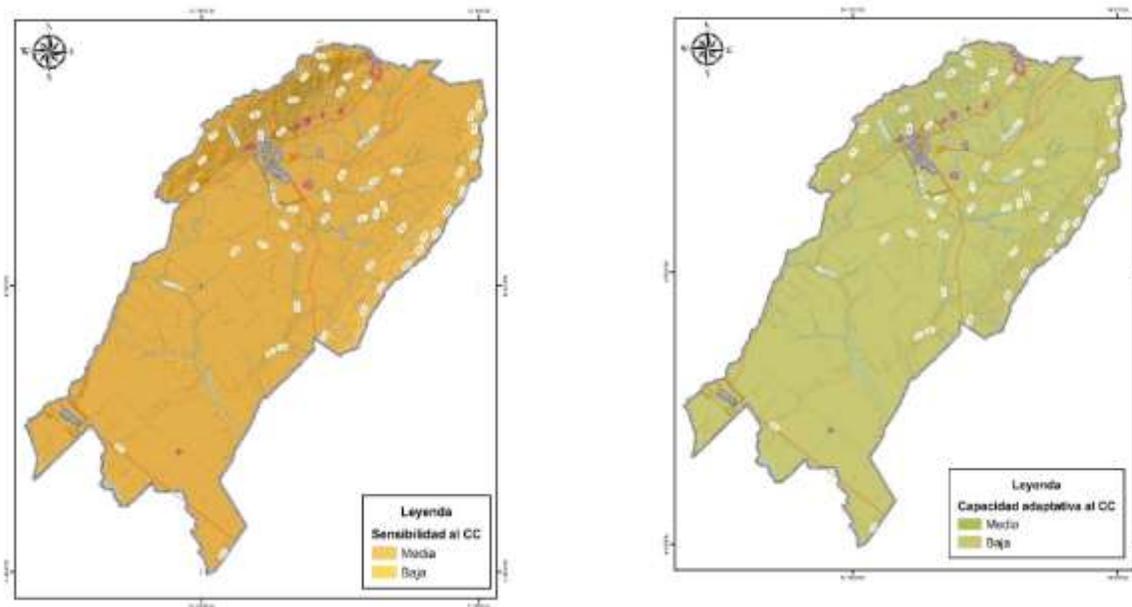
Teniendo en cuenta que la vulnerabilidad es el grado en que un sistema (geofísico, biológico o socioeconómico) es susceptible ante e incapaz de lidiar con los impactos negativos del cambio climático; y está dada en función de la relación Sensibilidad/Capacidad de adaptación; el PMACC señala que para las seis dimensiones analizadas anteriormente en el municipio de Tenjo la vulnerabilidad es Media.

Tabla 35. Resultados de vulnerabilidad para Tenjo.

Sensibilidad	0,39	Media
Capacidad Adaptativa	0,78	Alta
Vulnerabilidad	0,15	Media

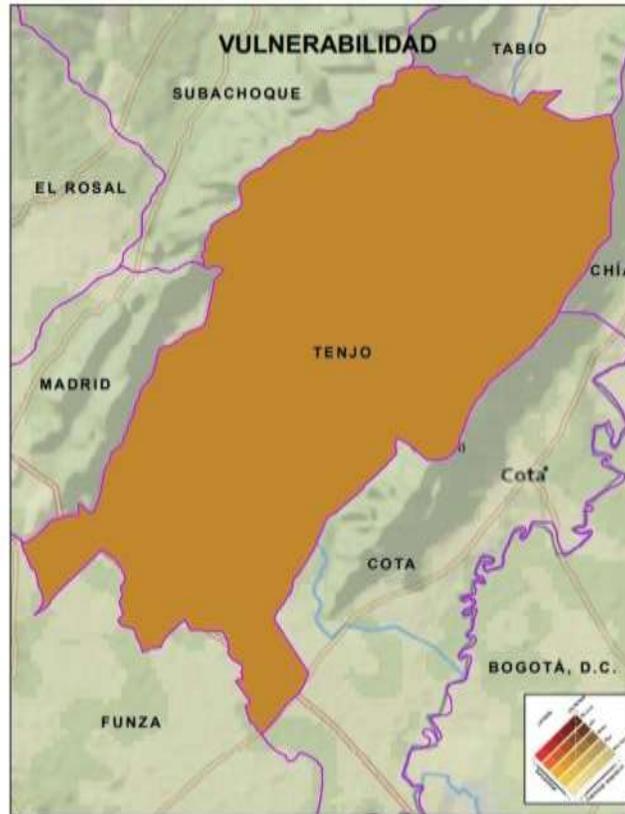
Fuente: PMACC (2018) con base en la Tercera Comunicación (2017).

Figura 16. Mapa de sensibilidad y Capacidad Adaptativa para el municipio de Tenjo



Fuente: Elaboración propia con base en PMACC (2018) y en la Tercera Comunicación (2017).

Figura 17. Resultados de vulnerabilidad para Tenjo.



Fuente: PMACC, 2018, con base en Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático, IDEAM, 2017.

De manera general, la dimensión hábitat humano tiene un aporte significativo a la medición de la sensibilidad y la capacidad adaptativa, puesto que es la que posee mayor cantidad de indicadores, así como una contribución alta a la medición de estas variables. Aun así, se evidencia que la vulnerabilidad del municipio depende de todas las dimensiones y de los valores específicos asignados a cada indicador. Si bien para el municipio de Tenjo la mayoría de los indicadores de sensibilidad se ubicaron en las categorías muy bajo (19 indicadores), 21 de 34 indicadores de capacidad adaptativa registran valores bajos y muy bajos. En cuanto a sensibilidad resaltan las dimensiones de hábitat humano e infraestructura, en las cuales la mayoría de sus indicadores presentan valores muy bajos. Así mismo, estas mismas dimensiones son las únicas que presentan indicadores con valores muy alto para la variable de capacidad adaptativa.

Conclusiones presentadas en el PMACC para el municipio de Tenjo:

- A pesar de que existen algunas coberturas, áreas de importancia y equipamientos con menor exposición a los cambios de precipitación y temperatura bien sea por extensión de área o por ubicarse en el área de menores cambios, todos estos elementos están expuestos a los aumentos proyectados, por lo que este capítulo se consolida en base clave de reconocimiento de exposición, amenaza, vulnerabilidad y riesgo al cambio climático, para así poder tomar decisiones en cualquiera de los ejercicios de planificación del municipio en adelante, y principalmente se consolida en la base de la formulación de las medidas de adaptación al cambio climático que propone este Plan, de modo que sean adecuadas y pertinentes para las realidades y proyecciones dadas por el IDEAM, con base científica cuantitativa y cualitativa que fue alimentada por los actores claves del municipio.
- Las áreas donde vemos cobertura de cultivo de papa, si bien no son los que están mayormente expuestos, si ubica sus áreas en cambios de temperatura y precipitación a lo largo del periodo proyectado, que podría lograr una baja potencialidad del lugar para seguir produciendo o bien, su productividad podría verse seriamente afectada, a pesar de que se realicen técnicas de manejo para generar condiciones que mejoren su productividad.
- Las áreas que se describen como de mayor exposición a cambios de temperatura y precipitación, son aquellas áreas identificadas que pueden ser especialmente priorizadas a la hora de proponer medias de adaptación y manejo de sus vulnerabilidades.

3.2 Resultados de amenaza para Tenjo

El presente aparte presenta los resultados del análisis de amenaza para el municipio de Tenjo en seis dimensiones (seguridad alimentaria; recurso hídrico; biodiversidad y recursos ecosistémicos; hábitat humano; salud; e infraestructura), realizados por la Tercera Comunicación Nacional de Colombia (TCNCC) a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

a. Seguridad Alimentaria

La dimensión seguridad alimentaria presenta un total de 12 indicadores que abarcan valores de muy bajo a alto, así:

Muy bajo (7 indicadores)

- Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de yuca
- Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de plátano
- Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de papa

- Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de café
- Cambio proyectado en oferta/demanda de agua para uso pecuario
- % de áreas agropecuarias municipales susceptibles de inundaciones por ANM (Ascenso del nivel de mar)
- Áreas agropecuarias municipales susceptibles de inundaciones por CLC (Cambio en la línea de costa)

Bajo (2 indicadores)

- Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de caña panelera
- Cambio proyectado en oferta/demanda de agua para uso agrícola

Medio (1 indicador)

- Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de arroz

Alto (2 indicadores)

- Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de maíz
- Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de frijol

Como se puede observar los cultivos de yuca, plátano, papa y café presentan una amenaza muy baja respecto al cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas, a diferencia de los cultivos de arroz, maíz y frijol cuya amenaza en este tópico es media y alta. Además, los indicadores de cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas para estos últimos cultivos tienen una contribución significativa a la medición de la amenaza en el municipio.

Por otro lado, los indicadores cambio proyectado en oferta/demanda de agua para uso pecuario y cambio proyectado en oferta/demanda de agua para uso agrícola poseen valores de amenaza muy bajo y bajo respectivamente.

Finalmente, resulta necesario aclarar que los indicadores porcentaje de áreas agropecuarias municipales susceptibles de inundaciones por ANM y Áreas agropecuarias municipales susceptibles de inundaciones por CLC poseen valores de amenaza y contribución de cero (0), puesto que estos aplican solamente para municipios costeros.

Tabla 36. Resultado de amenaza para Seguridad Alimentaria.

Amenaza				
Indicadores		Contribuciones (%)		Valor
A.SA.01_15	Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de yuca	3,867	0,344	Muy bajo

Amenaza				
Indicadores		Contribuciones (%)		Valor
A.SA.02_15	Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de arroz	9,105	0,548	Medio
A.SA.03_15	Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de plátano	3,364	0,332	Muy bajo
A.SA.04_15	Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de caña panelera	1,73	0,531	Bajo
A.SA.05_15	Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de papa	2,223	0,18	Muy bajo
A.SA.06_15	Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de maíz	9,723	0,605	Alto
A.SA.07_15	Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de frijol	13,22	0,627	Alto
A.SA.08_15	Cambio en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas en el cultivo de café	2,184	0,254	Muy bajo
A.SA.09_15	Cambio proyectado en oferta/demanda de agua para uso pecuario	1,729	0,287	Muy bajo
A.SA.10_15	Cambio proyectado en oferta/demanda de agua para uso agrícola	5,313	0,511	Bajo
A.SA.01.CT	% de áreas agropecuarias municipales susceptibles de inundaciones por ANM	0	0	Muy bajo
A.SA.02.CT	Áreas agropecuarias municipales susceptibles de inundaciones por CLC	0	0	Muy bajo

Fuente: Elaboración propia con base en la Tercera Comunicación (2017).

b. Recurso Hídrico

En la dimensión recurso hídrico el único indicador registrado (índice de disponibilidad hídrica) presenta un valor muy bajo en su nivel de amenaza, lo cual configura un escenario óptimo para el municipio en esta temática.

Tabla 37. Resultado de amenaza para Recurso Hídrico.

Amenaza		
Indicadores	Contribuciones (%)	Valor

A.RH.01_15	Índice de disponibilidad hídrica	2,523	0,286	Muy bajo
------------	----------------------------------	-------	-------	----------

Fuente: Elaboración propia con base en la Tercera Comunicación (2017).

c. Biodiversidad y recursos ecosistémicos

Para la dimensión de biodiversidad y recursos ecosistémicos se presenta un total de 6 indicadores de los cuales 1 (cambio proyectado en la superficie con aptitud forestal) posee un valor de amenaza muy alto. Por otro lado, 5 indicadores registran valores muy bajos (pérdida de área idónea para especies amenazadas y de uso; cambio proyectado en % de área con vegetación natural; cambio proyectado en la cobertura del ecosistema de Manglar por CLC; cambio proyectado en la cobertura del ecosistema de Manglar por ANM; y Pérdida de área idónea para especies de manglar). No obstante, de estos 5 indicadores 3 corresponden a municipios costeros.

Tabla 38. Resultado de amenaza para Biodiversidad y recursos económicos.

		Amenaza		
Indicadores		Contribuciones (%)		Valor
A.BD.01_15	Pérdida de área idónea para especies amenazadas y de uso	4,294	0,364	Muy bajo
A.BD.02_15	Cambio proyectado en % de área con vegetación natural	2,341	0,207	Muy bajo
A.BD.03_15	Cambio proyectado en la superficie con aptitud forestal	0,702	0,991	Muy alto
A.BD.01.CT	Cambio proyectado en la cobertura del ecosistema de Manglar por CLC	0	0	Muy bajo
A.BD.02.CT	Cambio proyectado en la cobertura del ecosistema de Manglar por ANM	0	0	Muy bajo
A.BD.03.CT	Pérdida de área idónea para especies de manglar	0	0	Muy bajo

Fuente: Elaboración propia con base en la Tercera Comunicación (2017).

d. Salud

En términos generales, la amenaza para la dimensión salud en el municipio de Tenjo es baja; los dos indicadores presentados (cambio proyectado en la mortalidad relacionado con cambios en la temperatura y cambio proyectado en el % de área idónea para *Aedes aegypti*) poseen valores de amenaza muy bajo y bajo respectivamente, por lo que se evidencia una baja incidencia de la variabilidad y cambio climático en la salud del municipio.

Tabla 39. Resultado de amenaza para Salud.

		Amenaza		
Indicadores		Contribuciones (%)		Valor
A.S.01_15	Cambio proyectado en la mortalidad relacionado con cambios en la temperatura	0,299	0,1	Muy bajo
A.S.02_15	Cambio proyectado en el % de área idónea para <i>Aedes aegypti</i>	3,798	0,502	Bajo

Fuente: Elaboración propia con base en la Tercera Comunicación (2017).

e. Hábitat Humano

Aunque dentro de la dimensión de hábitat humano se presentan 8 indicadores con valores muy bajo, estos solo corresponden a municipios costeros. Así bien, los 2 indicadores restantes: 1) cambio proyectado en el número de viviendas dañadas por evento meteorológico -inundación, deslizamiento- relacionados con cambios en la precipitación; y 2) Cambio proyectado en el número de acueductos y alcantarillado por evento meteorológico -inundación, deslizamiento- relacionados con cambios en la precipitación, registran valores de amenaza alto y medio respectivamente.

Con base en estos resultados, en el municipio se consolida un escenario en donde la posibilidad de sufrir una amenaza asociada a eventos meteorológicos —con afectaciones al hábitat humano— es considerable.

Tabla 40. Resultado de amenaza para Hábitat Humano.

		Amenaza		
Indicadores		Contribuciones (%)		Valor
A.HH.01_15	Cambio proyectado en el número de viviendas dañadas por evento meteorológico (inundación, deslizamiento) relacionados con cambios en la precipitación	1,071	0,591	Alto
A.HH.02_15	Cambio proyectado en el número de acueductos y alcantarillado por evento meteorológico (inundación, deslizamiento) relacionados con cambios en la precipitación	0,482	0,55	Medio
A.HH.01.CT	Área municipal afectada por cambios en la línea de costa	0,	0,	Muy bajo
A.HH.02.CT	Porcentaje de población afectada por cambios en la línea de costa	0,	0,	Muy bajo
A.HH.03.CT	Áreas de desarrollo turístico susceptibles de inundación por CLC	0,	0,	Muy bajo
A.HH.04.CT	Número de viviendas afectadas por CLC	0,	0,	Muy bajo
A.HH.05.CT	Área municipal inundada por ANM	0,	0,	Muy bajo
A.HH.06.CT	Porcentaje de población afectada por inundación causada por ANM	0,	0,	Muy bajo

Amenaza				
Indicadores		Contribuciones (%)		Valor
A.HH.07.CT	Áreas de desarrollo turístico susceptibles de inundación por ANM	0,	0,	Muy bajo
A.HH.08.CT	Número de viviendas afectadas por ANM	0,	0,	Muy bajo

Fuente: Elaboración propia con base en la Tercera Comunicación (2017).

f. Infraestructura

Al igual que en la dimensión de hábitat humano, los indicadores (4 indicadores) con valores de amenaza muy bajos corresponden a municipios costeros. Los tres indicadores restantes (cambio proyectado en los daños a vías primarias y secundarias por inundaciones y deslizamientos debido a cambios en la precipitación; cambio proyectado en la disponibilidad del recurso hídrico para generación hidroeléctrica en el Sistema Interconectado Nacional-SIN; y cambio proyectado en el consumo eléctrico por habitante por variación de temperatura) presentan valores medio para el primero y muy altos para los dos restantes.

Estos dos indicadores con valores de amenaza muy alta poseen una alta contribución al nivel de amenaza municipal, evidenciando una posible problemática asociada a la generación y consumo de energía por afectaciones directas sobre la disponibilidad del recurso hídrico y las variaciones en la temperatura.

Tabla 41. Resultado de amenaza para Infraestructura.

Amenaza				
Indicadores		Contribuciones (%)		Valor
A.I.01_15	Cambio proyectado en los daños a vías primarias y secundarias por inundaciones y deslizamientos debido a cambios en la precipitación	2,292	0,541	Medio
A.I.02_15	Cambio proyectado en la disponibilidad del recurso hídrico para generación hidroeléctrica en el SIN	14,898	0,753	Muy alto
A.I.03_15	Cambio proyectado en el consumo eléctrico por habitante por variación de temperatura	14,843	0,979	Muy alto
A.I.01.CT	Vías afectadas por CLC	0,	0,	Muy bajo
A.I.02.CT	Zona portuaria afectada por CLC	0,	0,	Muy bajo
A.I.03.CT	Zona portuaria susceptible de inundación por ANM	0,	0,	Muy bajo
A.I.04.CT	Vías afectadas por ANM	0,	0,	Muy bajo

Fuente: Elaboración propia con base en la Tercera Comunicación (2017).

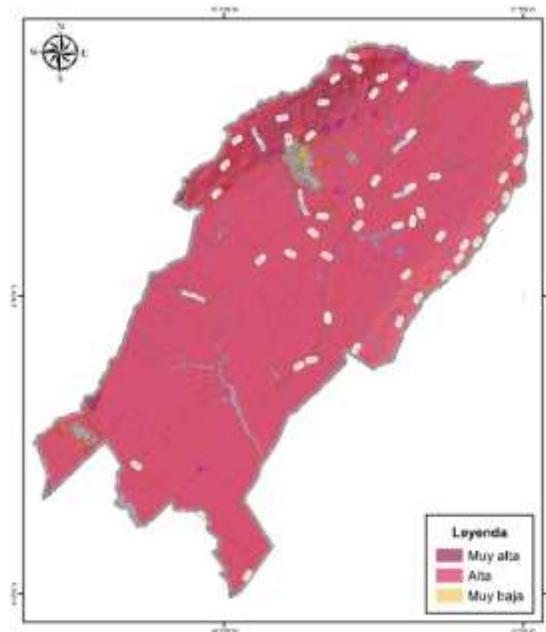
Relación entre dimensiones

De acuerdo con la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático los resultados de amenaza para el municipio de Tenjo muestran un valor alto (amenaza alta).

Ahora bien, la relación entre dimensiones permite entrever, en primer lugar, que los resultados de amenaza baja para la dimensión de recurso hídrico se relacionan con la baja amenaza de los indicadores de cambio proyectado en oferta/demanda de agua para uso pecuario y agrícola de la dimensión seguridad alimentaria. Sin embargo, para la dimensión de infraestructura se evidencia un valor de amenaza muy alto en lo correspondiente a la disponibilidad hídrica para generación hidroeléctrica. A su vez, la dimensión de biodiversidad presenta valores de amenaza alta en el cambio proyectado en la superficie con aptitud forestal, lo cual puede estar relacionado con los cambios en la superficie de las zonas óptimas agroclimáticas de los diferentes cultivos.

A diferencia de la dimensión salud que tiene resultados de amenaza baja y muy baja, las dimensiones de hábitat humano e infraestructura tienen una amenaza media a muy alta producto de fenómenos meteorológicos con afectaciones sobre vías primarias y secundarias, viviendas y sistemas de acueducto y alcantarillado.

Figura 18. Mapa de Amenaza para el municipio de Tenjo



Fuente: Elaboración propia base en la Tercera Comunicación (2017).

3.3 Resultados de riesgo para Tenjo

A partir del resultado obtenido de la implementación de análisis estadísticos multivariados de la Tercera Comunicación Nacional de Colombia, que permitieron considerar simultáneamente la relación entre las variables correlacionadas. Para el municipio de Tenjo el resultado de riesgo obtenido fue:

Tabla 42. Resultado de análisis de riesgo del municipio de Tenjo.

	RIESGO POR MUNICIPIOS											
	Seguridad alimentaria		Recurso hídrico		Biodiversidad		Salud		Hábitat Humano		Infraestructura	
Vr Riesgo por Municipio	Contribución	Valor	Contribución	Valor	Contribución	Valor	Contribución	Valor	Contribución	Valor	Contribución	Valor
0,23	31,09%	0,18	5,63%	0,48	9,79%	0,27	5,47%	0,16	26,32%	0,11	21,70%	0,16

Fuente: Extraído de Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia, Tercera Comunicación de Colombia (2017).

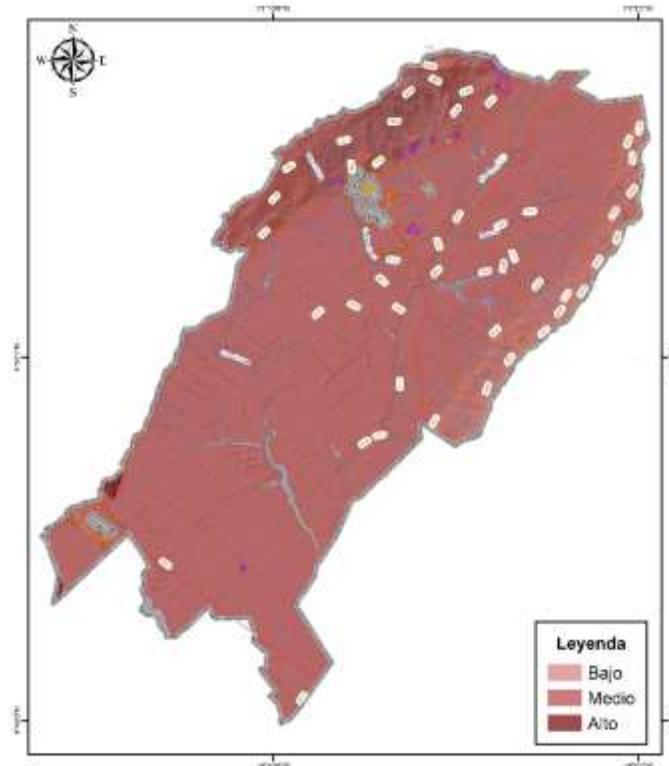
A partir de los resultados finales obtenidos por la *Tercera Comunicación Nacional de Colombia-TCNN* (2017) se estableció que en el componente de riesgo por cambio climático para las seis (6) dimensiones analizadas, los valores obtenidos varían de bajos a altos; dando lugar al resultado **Medio** para el riesgo por cambio climático del municipio de Tenjo.

Las dimensiones que más contribuyeron a riesgo son: Seguridad alimentaria (31,09%) debido a la sensibilidad ante las variaciones climáticas que afectan las áreas de cultivos en eventos como las heladas y/o inundaciones; Hábitat humano (26,32%) a causa de la falta de planificación y crecimiento urbano desordenado que ocasiona alta demanda hídrica que el municipio en un futuro no pueda suplir; infraestructura (21,70%) en consecuencia al alto flujo de pasajeros en vías primarias y el requerimiento de más vías terciarias que incluye deforestaciones en las zonas aledañas.

Teniendo en cuenta el resultado obtenido por riesgo a cambio climático de Tenjo se deben generar estrategias que mejoren o mantengan dichos resultados, con el fin de no verse afectados por eventos sociales o ambientales. Es por ello que se deben formular programas de conservación de las áreas de protección del Distrito de Manejo Integrado Cerro de Juaiça y Distrito de Manejo Integrado Humedales de Guali Tres Esquinas y Lagunas del Funzhe, de las Reservas Naturales de la Sociedad Civil, de la Reserva Forestal Protectora Productora de la Cuenca Alta del Río Bogotá, de la Zona de protección del Río Chicú, y zona de protección de la Quebrada La Chacua.

Además, de medidas de adaptación frente a las heladas e inundaciones en áreas agrícolas, a partir de técnicas de manejo para generar condiciones que mejoren su productividad.; restauración en áreas deforestadas; inversión, mejoramiento y conservación de las vías; formular políticas de seguridad alimentaria; y control del crecimiento urbanístico desordenado.

Figura 19. Mapa de Riesgo para el municipio de Tenjo.



Fuente: Elaboración propia con base en la Tercera Comunicación (2017).

4 Etapa 2. Inventario de gases de efecto invernadero.

De acuerdo con la Guía CAR (2018) este aparte debe relacionar las emisiones de GEI generadas por los diferentes actividades humanas o sectores productivos; información que representa la línea base para el identificar las principales emisiones y a la vez proyectar acciones de mitigación (reducción de GEI). Así se reconocen las dinámicas económicas y culturales relevantes en el modelo territorial actual y futuro que sean fuentes activas de emisiones de gases GEI, caracterización que servirá de partida para identificar los sectores sobre los cuales es pertinente implementar acciones mitigación.

En cada uno de los sectores económicos existe una amplia gama de medidas de mitigación, orientadas a reducir las emisiones de Gases Efecto Invernadero- GEI.

Para la estimación de gases efecto invernadero generados por el municipio en el año 2017 en el PMACC se consideraron los siguientes sectores:

a. Institucional

Se cuantificaron las emisiones generadas por las actividades antrópicas en los hogares del municipio relacionadas con el consumo de combustibles fósiles (Madera, gas natural, GLP) y la adquisición de energía eléctrica. Se compone principalmente por las siguientes categorías:

- Consumo de combustibles líquidos.
- Consumo de combustibles gaseosos.
- Consumo de energía eléctrica.

b. Transporte

Estas emisiones corresponden a las generadas por las actividades de los vehículos automotores. Entre estas sobresalen el consumo de combustibles (Diesel, biodiésel, gasolina, bioetanol), y el tipo de vehículo. Categorizadas por:

- Consumo de combustibles líquidos.

c. Agropecuario

Esta categoría incluye las emisiones provenientes de los sectores agrícola y pecuario del municipio; actividades que incluyen transformaciones del carbono y nitrógeno provocadas por los procesos biológicos (actividad de microorganismos, plantas y animales) y físicos (combustión, lixiviación y escurrimiento). De acuerdo con esto se establecieron las siguientes categorías:

- Tierras inundadas.
- Fermentación entérica.
- Gestión del estiércol.
- Aplicación de fertilizantes nitrogenados.
- Cambio en tierras forestales.

d. Usos del suelo y cambios del uso del suelo y silvicultura (USCUSS)

Este sector considera las emisiones de GEI ocasionadas por los cambios en las reservas de carbono, en los siguientes usos de la tierra: forestales, agrícolas, praderas, humedales, asentamientos y otras tierras. Clasificados de la siguiente manera:

- Cambio en tierras forestales.
- Incendios forestales.

e. Residuos

En este sector se consideraron las categorías relacionadas al manejo, tratamiento y disposición de los residuos líquidos y sólidos del municipio.

- Tratamiento y eliminación de desechos sólidos.
- Tratamiento y eliminación de desechos líquidos.

Para elaborar el inventario de GEI del municipio de Tenjo 2017 para el PMACC se tuvo en cuenta técnicas de medición común que permitieron comparar los resultados obtenidos con experiencias desarrolladas en el municipio y a nivel nacional.

De acuerdo con esto, se optó por emplear la metodología desarrollada por el IPCC aplicadas en la construcción de inventarios nacionales y la guía EMEP/ CORINAIR (EEA, 2009). Éstas permiten calcular las emisiones con diferentes grados de complejidad de acuerdo con la información disponible y los costos de estimación de las mismas. En este sentido, se emplearon las directrices del IPCC de 2006 con el fin de incorporar y cuantificar emisiones de diferentes actividades y con niveles de incertidumbre menores lo que representa un inventario de mejor calidad. De manera similar, se establecieron los sectores anteriormente nombrados con el fin de poder comparar resultados, si bien los nombres de estos sectores no son los definidos en las directrices del IPCC las actividades que componen cada uno de ellos sí, lo que permitió hacer seguimiento a las emisiones de las actividades más relevantes en el municipio, y consecuentemente identificar y priorizar políticas y proyectos de mitigación a nivel municipal.

Las directrices del IPCC de 2006 incorporan el método por niveles mediante árboles de decisión que guían al compilador del inventario en la selección del nivel que se debe utilizar para estimar la categoría o fuente de emisión de interés con base en la disponibilidad de información y tecnología. Conforme a esto, los niveles de complejidad metodológica presentan las siguientes características:

- Método de nivel (Tier) 1. Es el menos detallado, utiliza factores de emisión por defecto tomados de la literatura y en algunos casos datos de actividad también tomados de fuentes

internacionales, generalmente con amplio rango de incertidumbre e información general del sector que produce las emisiones.

- Método de nivel (Tier) 2. Se basa principalmente en procedimientos relacionados con balances de masa y factores de emisión de procesos específicos para el país o región de estudio. Usualmente se emplean modelos matemáticos para obtener factores de decisión que representen las condiciones locales del sitio de interés donde se desea ejecutar el inventario.
- Método de nivel (Tier) 3. Es una evaluación rigurosa y detallada de la fuente, requiere de inventarios detallados de la infraestructura y de factores de emisión específicos (in situ) de la fuente o sector a evaluar. Por lo general, en este método se requiere de mayor inversión.

A pesar de las diferencias que puedan existir entre los distintos niveles de complejidad metodológica, el IPCC (2006) señala que todos los niveles tienen por objeto proporcionar estimaciones insesgadas; la exactitud y la precisión deberían en general mejorar del Nivel I al III. Razón por la cual se usaron estos niveles de complejidad como referencia para la elaboración del inventario de GEI de Tenjo 2017; siguiendo el esquema lógico que se presenta a continuación:

4.1 Metodología

El propósito del inventario fue reportar la cantidad de GEI emitidos por el municipio en el año 2017, como resultado de actividades antrópicas y de las absorciones por sumideros de carbono, tales como bosques, cultivos o pastizales. Para establecer este documento como guía orientadora para la toma de decisiones en materia de implementación de acciones de mitigación, tales como: políticas, estrategias, proyectos y acciones para la reducción de las emisiones GEI y la formulación de metas que ayuden a contribuir con el esfuerzo mundial de reducir emisiones y cumplir con el objetivo global de limitar la temperatura promedio por debajo de 2 °C. (IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLERÍA., 2016).

Para la estimación de las emisiones de GEI a escala municipal se empleó una metodología de cálculo de Nivel I, teniendo en cuenta las directrices del IPCC (2006). Mediante esta metodología se logró cuantificar las emisiones de metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) y óxido de nitrógeno (N₂O), empleando como variables de entrada las actividades de los sectores residencial, comercial-institucional, transporte, agropecuario, USCUSS, y residuos.

El cálculo de emisiones de GEI bajo las directrices del IPCC se basa en datos de actividad provenientes de las estadísticas municipales y el factor de emisión. En su forma más general y simple, las emisiones se calculan mediante la siguiente ecuación:

Ecuaación 1 $Emisión = Dato\ de\ Actividad \times Factor\ de\ Emisión$

Donde, *datos de actividad* representa la información del tamaño de la fuente generadora de la emisión como, por ejemplo: consumo de combustible (m³), consumo de carbón (ton), superficie de área quemada (ha) y población de ganado (cabezas), entre otros. Por su parte, el *Factor de emisión* hace referencia a un valor representativo que relaciona la cantidad de un gas emitido a la atmósfera con el *dato de actividad* asociado a la emisión de dicho gas.

Tabla 43. Fuentes de información consultadas.

Gobernación de Cundinamarca, Alcaldía Municipal de Tenjo
Secretarías: Transporte y Movilidad, Agricultura
Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)
Autoridades Ambientales (CAR, IDEAM)
Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)
Empresa de Servicios Públicos de Tenjo SA (EMSERTENJO SA)
Federación Nacional de Ganaderos (FEDEGAN)
Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)
Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario Colombiano (AGRONET)
Sistema Único de Información (SUI)

Fuente: PMACC, 2018.

Los datos recopilados orientaron básicamente al proceso productivo realizado por cada sector; es decir, consumo de combustible y materia prima, cantidad de materia orgánica en residuos sólidos y líquidos, cambios en el uso del suelo, entre otros. Esta información fue compilada mediante una búsqueda exhaustiva en las bases de datos de entidades públicas, mediante encuestas y por consulta histórica.

- **Selección de factores de emisión**

La selección de los factores de emisión se realizó de acuerdo con el nivel de agregación sugerido por el IPCC (2006) para metodologías de cálculo fundamentadas en el Nivel I, ya que mediante este tipo de procedimientos se facilita la identificación de factores de emisión, que varían en función del sector y categoría, así como de la actividad que se realice en los mismos.

Tabla 44. Identificación de factores de emisión.

Sector	Categoría	Factor de emisión según categoría y tipo de GEI		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Institucional	Consumo de combustibles líquidos	A	NA	NA
	Consumo de combustibles gaseosos	A	NA	NA

Sector	Categoría	Factor de emisión según categoría y tipo de GEI		
		CO2	CH4	N2O
	Consumo de energía eléctrica	A	NA	NA
Transporte	Consumo de combustibles líquidos	A	NA	NA
Agropecuario	Tierras inundadas	NA	A	NA
	Fermentación entérica	NA	A	NA
	Gestión del estiércol	NA	A	A
	Aplicación de fertilizantes nitrogenados	A	NA	NA
USCUSS	Cambio en tierras forestales	A	NA	NA
	Incendios forestales (quema de biomasa)	NA	A	A
Residuos	Tratamiento y eliminación de desechos sólidos	NA	A	NA
	Tratamiento y eliminación de desechos líquidos	NA	A	A

Donde: A = Factor de emisión que aplica; y NA = Factor de emisión que no aplica.

Fuente: PMACC, 2018.

- **Cálculo de emisiones y reporte final**

Luego de recopilar la información y seleccionar los factores de emisión se cuantificaron las emisiones de GEI por cada una de las categorías mencionadas en la etapa No. 4 y posteriormente se consolidó en una tabla para la generación de informes como lo señala el IPCC (2006i). Es importante resaltar que para algunas actividades se emplearon factores de emisión de nivel superior (II y III) desarrollados para Colombia por instituciones como el IDEAM. Todo esto con el objetivo de reducir el grado de incertidumbre de los datos generados y lograr a su vez que estos puedan ser comparables con las diferentes experiencias a nivel municipal y nacional.

Las emisiones estimadas de los diferentes GEI se transformaron a unidades de CO₂equivalente mediante la relación de cada GEI con su potencial de calentamiento global (GWP, por sus siglas en inglés) de modo que en la generación del informe los resultados se expresan en términos de Kg CO₂equivalente, t CO₂equivalente y Gg CO₂equivalente. Dicho cálculo se realizó mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 2 } \textit{Emisión GEI CO}_2 \textit{ Equivalente} = \textit{Emisión GEI} \times \textit{GWP}$$

Donde:

Emisión GEI CO₂ Equivalente: Emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O en términos de CO₂ equivalente

Emisión GEI: Emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O (Unidad de masa Kg, t, Gg)

GWP: Potencial de calentamiento global para CO₂ (1), CH₄(21) y N₂O (310)

- **Fuentes utilizadas**

- a. **Institucional**

Para este sector se consideraron los datos anuales de consumo de energía eléctrica desagregado por las siguientes categorías: residencial, industrial, comercial, institucional y otros (ver Tabla 45 del presente documento); consumo municipal de GLP y consumo de gas natural en las categorías residencial y comercial (ver Tabla 46).

Tabla 45. Consumo de energía eléctrica por sector para el año 2017.

	Residencial	Industrial	Comercial	Institucional	Otros
	KWh				
Enero	934.865	1.909.965	477.947	14.847	263.913
Febrero	879.403	2.709.564	484.042	15.281	245.889
Marzo	857.040	2.088.152	481.156	16.582	236.660
Abril	923.450	2.181.217	502.771	16.867	289.093
Mayo	945.121	2.308.595	499.664	17.655	258.483
Junio	947.818	2.294.085	572.649	17.317	268.527
Julio	912.682	2.161.460	527.673	16.211	297.452
Agosto	914.080	2.198.936	542.105	16.493	295.560
Septiembre	917.726	2.213.281	538.800	15.919	266.855
Octubre	936.635	2.396.888	541.775	17.048	279.834
Noviembre	922.698	2.238.511	536.847	16.281	303.443
Diciembre	1.017.812	2.551.884	601.842	17.055	338.460
TOTAL	11.109.330	27.252.538	6.307.271	197.556	3.344.169

Fuente: PMACC, 2018.

Consumo de gas natural, ACPM y GLP municipal.

Tabla 46. Consumo de gas natural, ACPM y GLP en el año 2017.

	Gas Natural (M3)		ACPM	GLP
	Residencial	Comercial	Barril/mes	
Enero	25.137	12.341	334	118
Febrero	21.343	10.276	390	117
Marzo	22.779	10.939	373	125
Abril	25.016	11.913	348	157
Mayo	23.830	11.268	389	166
Junio	24.141	11.428	380	137
Julio	26.286	12.687	479	134
Agosto	25.926	11.542	510	129
Septiembre	24.925	11.050	515	138
Octubre	28.374	13.113	482	112

Noviembre	28.168	12.489	501	147
Diciembre	25.114	11.901	439	123
TOTAL	301.039	140.947	5.140	1.603

Fuente: PMACC, 2018.

Para la cuantificación de las emisiones en este sector se tomaron como referencia los factores de emisión para combustibles desarrollados por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), lo que implica que para este sector las estimaciones realizadas mediante Tier 2.

Tabla 47. Consumo y factor de emisión por tipo de combustible en 2017.

Fuente de emisión de GEI	Tipo de combustible	Consumo		Factor de emisión (FE)	Unidad del FE
		Total	Unidad		
Consumo de combustibles Líquidos	ACPM	215.880	Galón/año	10,45	KgCO ₂ eq/gal
Consumo de combustibles Gaseosos	Gas Natural	441.986	m ³ /año	1,86	KgCO ₂ eq /m ³
	GLP	255	m ³ /año	7,11	KgCO ₂ eq /m ³
Consumo de energía eléctrica	Energía eléctrica adquirida	48.210.864	KWh/año	0,199	KgCO ₂ eq/kWh

Fuente: PMACC, 2018.

b. Transporte

Para este sector se consideraron los datos anuales de consumo de combustibles líquidos (gasolina corriente y extra) proporcionados por la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) para el año en estudio.

Tabla 48. Consumo y factor de emisión para combustibles líquidos consumido.

Fuente de emisión de GEI	Tipo de combustible	Consumo		Factor de emisión (fe)	Unidad del FE
		Total	Unidad		
Consumo de combustibles líquidos	Gasolina Extra	202	Galón/año	8,89	KgCO ₂ eq/gal
	Gasolina Corriente	2.996		8,89	KgCO ₂ eq/gal

Fuente: PMACC, 2018.

c. Agropecuario

Las emisiones de metano en esta categoría se determinaron por las áreas inundadas presentes en el municipio, como se muestra a continuación:

Tabla 49. Áreas inundadas en el municipio y factor de emisión de metano.

Nombre	Área Inundada (ha)	Factor Emisión CH ₄	Unidad FE
--------	--------------------	--------------------------------	-----------

Humedales de Guali Tres Esquinas y Lagunas del Funzhe	0,391	36,500	kgCH ₄ /Ha
---	-------	--------	-----------------------

Fuente: PMACC, 2018.

- **Fermentación entérica**

Las emisiones de metano por fermentación entérica se realizaron con información del anuario estadístico de Cundinamarca (2015) y el censo pecuario de 2017, las metodologías de cálculo (Nivel I y II) descritas en las directrices del IPCC (2006, vol. 4) fueron ajustadas a cada categoría de especie. En la metodología de Nivel I se emplearon factores de emisión por defecto del IPCC (2006, vol. 4) para las especies de: caprinos, equinos, mulas, asnos y porcinos; mientras que en la de Nivel II se aplicaron los factores de emisión generados por el IDEAM y PNUD (2012a), asociados a las categorías de bovinos, tal como se muestra en la Tabla 50.

Tabla 50. Inventario pecuario de Tenjo año 2017.

Categoría de especie	Individuos (Cabeza)	Factor Emisión (KgCH ₄ /Cabeza Año)	Nivel de Estimación
Aviar Levante	35.000	0,000095	Nivel I
Aviar Ponedora	85.000	0	
Vacas de alta producción lechera (Holstein, Jersey, Ayrshire) - Peso Promedio 520kg - Producción Promedio 11,7 kg leche/día	10.968	84,62	Nivel II
Vacas de baja producción lechera (Doble Propósito) - Peso Promedio 395 kg - Producción Promedio 3,5 kg leche/día	1.968	60,44	
Vacas de baja producción lechera (Doble Propósito con corte Cebuino) - Peso Promedio 380 kg - Producción Promedio 1,9 Kg leche/día	1.124	53,05	
Bovinos	2.747	56	Nivel I
Asnal	12	10	
Mular	95	10	
Porcino	1.041	1	
Equino	355	18	
Caprino	108	5	
Bufalino	5	55	
Cunícola	163	0,0542	
Ovinos	42	5	

Fuente: PMACC, 2018.

- **Gestión del estiércol**

Las emisiones de GEI de esta categoría fueron determinadas bajo una metodología de nivel 1 para las siguientes categorías: ganado lechero (lechería especializada), ganado lechero (doble propósito),

otro ganado bovino (ceba), porcinos menores de 6 meses y porcinos mayores a 6 meses y de nivel 2 para: aves ponedoras, pollos de engorde, aves de traspatio, caprinos, equinos, mulares y asnares.

Para cuantificar las emisiones de óxido nítrico, amoniaco y material particulado (PM10 y PM2.5), la metodología de nivel 1 contempla los siguientes pasos y utiliza la información consolidada en la Tabla 51.

1. Definir las categorías de animales y el número de individuos promedio anual de cada una de ellas.
2. Definir el sistema de gestión del estiércol de cada categoría (sólido o líquido).
3. Determinar los factores de emisión dados por defecto para cada categoría de animal.
4. Calcular las emisiones de cada contaminante para cada una de las categorías de animal y al número promedio de individuos, mediante la siguiente ecuación.

Ecuación 3
$$E_{pollutant\ animal} = AAP_{animal} * EF_{pollutant\ animal}$$

Donde:

AAP_{animal} : Número promedio de individuos de una categoría de animal

$EF_{pollutant\ animal}$: Factor de emisión para cada contaminante

Tabla 51. Información para estimar las emisiones de contaminantes criterio por cría de animales y gestión de estiércol bajo metodología nivel 1.

Categoría de ganado	Número de individuos AAP/año	Factor de Emisión					
		Kg NH3 /AAP. año		Kg NO/AAP. año		Kg/AAP. año	
		Líquido	Sólido	Líquido	Sólido	PM10	PM2.5
Aves ponedoras	85.000	0,48		0,0001		0,017	0,002
Pollo de engorde	35.000	0,22		0,001		0,052	0,007
Aves de Traspatio	0	0,48			0,0002	0,084	0,016
Caprinos	108		1,4		0,005	0	0
Equinos	355		14,8		0,131	0,18	0,12
Mulares y asnares	107		14,8		0,131	0,18	0,12

Fuente: PMACC, 2018.

Por otra parte, la metodología de nivel 2 para estimar amoniaco, óxido nítrico, óxido nítrico y nitrógeno molecular, establece una serie de pasos descritos a continuación.

1. Definir las categorías de animales a evaluar, el número de individuos, el peso o rango de edad.
2. Calcular la tasa de excreción anual de N por categoría de animal, esta fue calculada mediante la Ecuación 4 dada en las guías del IPCC (2006).

Ecuación 4 $Nex(T) = Nindice(T) * TAM 1000 * 365$

Donde:

$Nex(T)$ =excreción anual de nitrógeno para la categoría de animal (Kg N. Animal-1. Año-1).
 $Nindice(T)$ =tasa de excreción de nitrógeno por defecto (Kg N. 1000 kg masa animal-1. Dia-1)
 TAM =masa animal típica para la categoría de ganado T (Kg animal-1)

3. Calcular la proporción anual de N excretado que se deposita durante el pastoreo, en el corral y en patios. Esto se basa en la tasa de N anual excretado y las proporciones de deposición de excremento en cada uno de los lugares (Xbuild, Xyard, Xgraz). Estas proporciones a su vez dependen de la cantidad de tiempo que pasan los animales en el pastoreo, corral y en patios. Estos datos fueron tomados por defecto de las guías EMEP (2009).

Ecuación 5 $m_{grazN} = AAP * Nex(T) * (365 - housed\ period) / 365 * (1 - excreta\ on\ yards)$

Ecuación 6 $myardN = AAP * Nex(T) * excreta\ on\ yards$

Ecuación 7 $m_{buildN} = AAP * Nex(T) * (housed\ period / 365) * (1 - excreta\ on\ yards)$

Donde:

AAP : Número promedio de individuos de una categoría de animal

$Nex(T)$: Tasa de excreción anual de N

$housed\ period$: Número de días que están los animales en el corral

$excreta\ on\ yards$: Fracción de excreta depositada en los patio

4. Calcular la cantidad de nitrógeno amoniacal (TAN) depositado durante el pastoreo, en patios y en el corral (m_{graz_TAN} , $myard_TAN$ y m_{build_TAN}).

Ecuación 8 $m_{grazTAN} = m_{grazN} * \%TAN\ excreted / 100$

Ecuación 9 $myardTAN = myardN * \%TAN\ excreted / 100$

Ecuación 10 $m_{buildTAN} = m_{buildN} * \%TAN\ excreted / 100$

Donde:

$\%TAN\ excreted$: Porcentaje de nitrógeno amoniacal excretado

5. Calcular las cantidades de nitrógeno amoniacal y nitrógeno total depositado en los corrales manejados como líquido ($m_{build_slurry_TAN}$) o como sólido ($m_{build_solid_TAN}$). La proporción de estiércol manejado como sólido y líquido para los cerdos fue tomado de Quintana, Jiménez y Bedoya (2004) y para los bovinos fue tomado de EMEP (2009).

Ecuación 11 $m_{build_slurry_TAN} = m_{buildTAN} * \%slurry\ system / 100$

Ecuación 12 $mbuildsolidTAN = mbuidTAN * \% solid\ system/100$

Ecuación 13 $mbuild_slurry_N = mbuidN * \% slurry\ system/100$

Ecuación 14 $mbuild_solid_N = mbuidN * \% solid\ system/100$

Donde:

% slurry system: Proporción de estiércol que es manejado como suspensión

% solid system: Proporción de estiércol que es manejado como sólido

6. Calcular las pérdidas de nitrógeno (NH₃-N) como sólido y líquido, y las emisiones de amoníaco en esta categoría. Los factores de emisión son dados por defecto en la guía y se presentan en detalle en la Tabla 25.

Ecuación 15 $Ebuild_slurry = mbuid_slurry_TAN * EFNH3_House_Slurry$

Ecuación 16 $Ebuild_solid = mbuildsolidTAN * EFNH3_House_Solid$

Ecuación 17 $Eyard = myardTAN * EFNH3_yard$

Donde:

EFNH3 = factor de emisión

7. Este paso solo se aplica para el estiércol que es manejado como sólido, busca identificar la cantidad de nitrógeno que es adicionado en las camas de los animales y la inmovilización del nitrógeno amoniacal en estas. Para ello se utilizan valores dados por defecto acerca de la cantidad de paja utilizadas al año por cada tipo de animal y las entradas de nitrógeno a estas (¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).

Para el estiércol que se gestiona como sólido es necesario tener en cuenta la fracción de nitrógeno amoniacal (fimm) que esta inmovilizado como materia orgánica, puesto que esta fracción reducirá considerablemente las emisiones de amoníaco durante el almacenamiento y uso del mismo. El valor de esta fracción es dado por defecto por EMEP (2009) y corresponde a 0.0067 kg. Kg-1.

Ecuación 18 $mass\ of\ bedding = AAP * paja * \% solid\ system/100$

Ecuación 19 $mbedding = AAP * N\ added * \% solid\ system/100$

Ecuación 20 $mex_build_solid_TAN = mbuildsolidTAN - (Ebuildsolid + (mass\ of\ bedding * fimm))$

Ecuación 21 $mex_build_solid_N = mbuildsolidN - (Ebuildsolid + mbedding)$

Donde:

mass of bedding: Masa de las camas de los animales (kg)

paja: Cantidad de paja usada para las camas (kg/año)

mbedding: cantidad de nitrógeno en las camas (kg N) *N*
added: Nitrógeno adicionado por la paja (kg. animal⁻¹ * año⁻¹)
mex_build_solid_TAN: Masa del nitrógeno amoniacal inmovilizado en el corral (kg)
mex_build_solid_TAN: Masa del nitrógeno amoniacal inmovilizado en el corral (kg)

- Calcular las cantidades de nitrógeno elemental y nitrógeno amoniacal almacenados antes de la aplicación a la tierra. Es importante conocer la proporción de sólidos y líquidos que se manejan en la mezcla almacenada (*Xstore_slurry* y *Xstore FYM*); estos valores se tomaron por defecto recomendados por la guía EMEP (2009).

Para líquidos:

Ecuación 22

$$mstorageslurry_TAN = ((mbuildslurryTAN + myardTAN) - (Ebuild_slurry + Eyard)) * Xstore_slurry$$

Ecuación 23

$$mstorageslurry_N = ((mbuildslurryN - Ebuild_slurry) + (myardN - Eyard)) * Xstore_slurry$$

Ecuación 24

$$mspreaddirect_slurry_TAN = ((mbuildslurryTAN + myardTAN) - (Ebuild_slurry + Eyard)) * (1 - Xstoreslurry)$$

Ecuación 25

$$mspreaddirectslurryN = ((mbuildslurryN - Ebuildslurry) + (myardN - Eyard)) * (1 - Xstoreslurry)$$

Para sólidos:

Ecuación 26 $mstoragesolid_TAN = mex_build_solid_TAN * Xstore_solid$

Ecuación 27 $mstoragesolid_N = mex_build_solid_N * Xstore_solid$

Ecuación 28 $mspreaddirect_solid_TAN = mex_build_solid_TAN * (1 - Xstoresolid)$

Ecuación 29 $mspreaddirect_solid_N = mex_build_solid_N * (1 - Xstoresolid)$

Donde, dados en kg:

mstorageslurry_TAN: masa del nitrógeno amoniacal almacenado en los líquidos

mstorageslurry_N: masa del nitrógeno elemental almacenado en los líquidos

mspreaddirect_slurry_TAN = masa de nitrógeno amoniacal aplicado directamente en los líquidos.

mspreaddirect_slurry_N = masa de nitrógeno elemental aplicado directamente en los líquidos

mstoragesolid_TAN: masa del nitrógeno amoniacal almacenado en los sólidos

mstoragesolid_N: masa del nitrógeno elemental almacenado en los sólidos

mspreaddirect_solid_TAN = masa de nitrógeno amoniacal aplicado directamente en los sólidos

mspreaddirect_solid_TAN = masa de nitrógeno elemental aplicado directamente en los sólidos

- Calcular la cantidad de emisiones que se producirán por el nitrógeno amoniacal en los lodos generados por el almacenamiento del estiércol. Es necesario tener en cuenta la fracción de nitrógeno orgánico (*fmin*=0.1) que es mineralizado a nitrógeno amoniacal antes de calcular las emisiones gaseosas, de la siguiente manera.

Ecuación 30 $mmstorage_slurry_TAN = mstorage_slurry_TAN + ((mstorage_slurryN - mstorage_slurryTAN) * fmin)$

10. Calcular las emisiones de NH₃, N₂O, NO y N₂, usando los respectivos factores de emisión y la masa de nitrógeno amoniacal.

Para líquidos:

Ecuación 31 $Estorage_slurry = Estorage_slurry_NH3 + Estorage_slurry_N2O + Estorage_slurry_NO + Estorage_slurry_N2$

Ecuación 32 $Estorage_slurry_NH3 = mmstorage_slurry_TAN * EFNH3\ storage\ slurry$

Ecuación 33 $Estorage_slurry_N2O = mmstorage_slurry_TAN * EFN2O\ storage\ slurry$

Ecuación 34 $Estorage_slurry_NO = mmstorage_slurry_TAN * EFNO\ storage\ slurry$

Ecuación 35 $Estorage_slurry_N2 = mmstorage_slurry_TAN * EFN2\ storage\ slurry$

11. Calcular el total de nitrógeno y nitrógeno amoniacal que es aplicado en el campo, recordando restar las emisiones de cada contaminante generadas en el almacenamiento.

Para líquido:

Ecuación 36 $mapplic_slurry_TAN = (mspreaddirectslurryTAN + mmstorage_slurryTAN) - (Estorage_slurryNH3+N2O+NO+N2)$

Ecuación 37 $mapplic_slurry_N = (mspreaddirectslurryN + mmstorage_slurryN) - (Estorage_slurryNH3+N2O+NO+N2)$

Ecuación 38 $Estorage_solid_leach = mstorage_solidTAN * EFstorage_leaching_solid$

Para solido:

Ecuación 39 $mapplic_solid_TAN = (mstorage_solidTAN + mspreaddirectsolidTAN) - (Estorage_solidNH3+N2O+NO+N2)$

Ecuación 40 $mapplic_solid_N = (mstorage_solidN + mspreaddirectsolidN) - (Estorage_solidNH3+N2O+NO+N2)$

12. Calcular las emisiones de amoniaco (NH₃-N) durante e inmediatamente después de la aplicación en campo, usando un factor de emisión (EFapplic) combinado con (mapplic_TAN).

Ecuación 41 $Eapplic_slurry = mapplic_slurry_TAN * EFNH3application\ on\ slurry$

Ecuación 42 $Eapplic_solid = mapplic_solid_TAN * EFNH3application\ on\ slurry$

13. Calcular la cantidad neta de nitrógeno retornado a la tierra a partir de la aplicación de estiércol y las pérdidas por NH₃-N.

Para líquido:

Ecuación 43 $m_{returned_slurry_TAN} = m_{applic_slurry_TAN} - E_{applic_slurry}$ **Ecuación 44**

$m_{returned_slurry_N} = m_{applic_slurry_N} - E_{applic_slurry}$

Ecuación 45 $m_{returned_solid_TAN} = m_{applic_solid_TAN} - E_{applic_solid}$

Ecuación 46 $m_{returned_solid_N} = m_{applic_solid_N} - E_{applic_solid}$

14. Calcular las emisiones de NH₃-N del pastoreo.

Ecuación 47 $E_{graz} = m_{graz_TAN} * E_{FNH3_grazing}$

Además de ello se debe hacer un balance del nitrógeno, las entradas (cantidad de las excreciones de los animales + cama de los animales) deben coincidir con las salidas (emisiones + deposiciones en la tierra).

Ecuación 49 $TAN_{returned} = m_{graz_TAN} - E_{graz}$ **Ecuación 48** $N_{returned} = m_{graz_N} - E_{graz}$

Ecuación 50 $N_{input} = (m_{graz_N} + m_{yard_N} + m_{build_N}) + m_{bedding}$

15. Sumar todas las emisiones provenientes de la gestión de estiércol y convertirlos a masa de acuerdo con cada contaminante.

Ecuación 51 $EMMS_{NH3} = (E_{yard} + E_{buildslurry} + E_{buildsolid} + E_{storageNH3Slurry} + E_{storageNH3Solid} + E_{applicslurry} + E_{applicsolid}) * 17/14$

Ecuación 52 $EMMS_{NO} = (E_{storageNOSlurry} + E_{storageNOSolid}) * 30/14$

Donde EMMS_{NH₃} y EMMS_{NO} son las emisiones de la gestión de estiércol de amoníaco y óxido nítrico (kg) respectivamente. Para ver en detalle los cálculos consultar el Excel "Gestión de Estiércol Bovinos y Cerdos".

Tabla 52. Factores de emisión y cantidad de paja consumida al año por categoría de animal para el cálculo de las emisiones de contaminantes criterio bajo metodología nivel 2.

Categoría animal		Ganado lechero	Ganado doble propósito	Otro ganado bovino	Porcinos (> 6 meses)	Porcinos (< de 6 meses)
Información adicional						
Paja, kg/año		1500	500	500	200	200
N adicionado por el material de la cama, kg/animal/año		6	2	2	0,8	0,8
Factor de Emisión	EF NH ₃ corral, liquido	0,2	0,2	0,2	0,28	0,28
	EF NH ₃ corral, solido	0,19	0,19	0,19	0,27	0,27
	EF NH ₃ patio	0,3	0,3	0,3	0	0
	EF NH ₃ almacenamiento, liquido	0,2	0,2	0,2	0,14	0,14
	EF NH ₃ almacenamiento, solido	0,27	0,27	0,27	0,45	0,45
	EF N ₂ O almacenamiento, liquido	0,001	0,001	0,001	0	0

Categoría animal		Ganado lechero	Ganado doble propósito	Otro ganado bovino	Porcinos (> 6 meses)	Porcinos (< de 6 meses)
Información adicional						
	EF N2O almacenamiento, solido	0,08	0,08	0,08	0,05	0,05
	EF NO almacenamiento, liquido	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	EF NO almacenamiento, solido	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008
	EF N2 almacenamiento, liquido	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
	EF N2 almacenamiento, solido	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	EF lixiviación de almacenamiento, solido	0	0	0	0	0
	EF NH3 aplicación, liquido	0,55	0,55	0,55	0,4	0,4
	EF NH3 aplicación, solido	0,79	0,79	0,79	0,81	0,81
	EF NH3 pastoreo	0,1	0,1	0,1	0	0

Fuente: PMACC, 2018.

La estimación de las emisiones de material particulado de tamaños 10 y 2.5 μm bajo la metodología de nivel 2 fue calculada bajo la siguiente ecuación y los datos consolidado en la Tabla 53..

$$\text{Ecuación 53} \quad EPM_i = AAP * X_{house} * \beta * (X_{slurry} * EF_{slurry} * +(1 - X_{solid i}) * EF_{solid i})$$

Donde:

EPM_i: Emisiones de PM₁₀ o PM_{2.5} por categoría de animal (kg. año⁻¹)

β : Factor de conversión de unidades de masa (1 kg. kg⁻¹)

X_{house}: Fracción de tiempo que pasan los animales en el corral (días)

X_{slurry}: Fracción que es manejada como estiércol liquido

EF_{slurry}: Factor de emisión para el sistema de gestión de estiércol (liquido) (kg. APP⁻¹ . año⁻¹) .

EF_{solidi}: Factor de emisión para el sistema de gestión de estiércol (sólido) (kg. APP⁻¹ . año⁻¹) .

Tabla 53. Información para estimar las emisiones de material particulado por cría de animales y gestión de estiércol bajo metodología nivel 2.

Categoría	Número de individuos	Periodo en el corral	Fracción de estiércol que es manejada		Factor de emisión para PM ₁₀		Factor de emisión para PM _{2.5}	
			Liquido	Solido	Liquido	Solido	Liquido	Solido
Ganado lechero	10.968	180	0,5	0,5	0,7	0,36	0,45	0,23
Ganado doble Propósito	1.968	180	0,5	0,5	0,32	0,24	0,21	0,16
Otro ganado Bovino	1.124	180	0,5	0,5	0,32	0,24	0,21	0,16
Porcinos menores de 6 meses	850	365	0,9	0,1	0,42	0,5	0,07	0,08
Porcinos mayores de 6 meses	51	365	0,9	0,1	0,42	0,5	0,07	0,08

Fuente: PMACC, 2018.

- **Aplicación de fertilizantes nitrogenados**

De acuerdo con la información consignada en la EVA 2017 se obtuvo los datos correspondientes a los sistemas productivos del municipio y la superficie sembrada en hectáreas. De manera similar consultando la literatura se consultó la cantidad de fertilizantes nitrogenados (simples y compuestos) aplicados por hectárea dependiendo el cultivo.

Se definió que el contenido de nitrógeno en fertilizantes simples se promediaría a un valor 46% y para fertilizantes compuestos de 15%.

$$\text{Ecuación 54} \quad M = ST * Ct,c * Gt,c / 100 * F * FN - CO(NH_2)_2 / 106$$

Donde:

M: cantidad de fertilizante aplicado en forma de Urea [Gg CO(NH₂)₂]

ST: Superficie sembrada por tipo de cultivo T (ha)

Ct,c: Fertilizante nitrogenado aplicado según su tipo (t) y componente (c) (Bulto/ha)

Gt,c: Grado de fertilizante nitrogenado aplicado según su tipo (t) y componente (c) (%)

F: Factor de conversión de Bulto a kg de fertilizante nitrogenado (50 Kg/Bulto)

FN-CO(NH₂)₂: Factor de conversión de nitrógeno a urea [2,143 Kg CO(NH₂)₂/ Kg N]

T: Indica el tipo de cultivo

t: Tipo de fertilizante

c: Nutriente en el fertilizante (N₂)

106: Factor de conversión de Kg a Gg de Urea

Una vez calculada la cantidad total de fertilizante nitrogenado en forma de urea se determinaron las emisiones de CO₂ mediante la Ecuación 53. Para la cual se empleó adicionalmente un factor de emisión por defecto [0,20 Gg C. Gg CO(NH₂)₂ -1] establecido por las directrices del IPCC (2006).

$$\text{Ecuación 55} \quad CO_2 \text{ Emision} = M * FE * 44/12$$

Tabla 54. Información requerida para estimar las emisiones de contaminantes criterio por cantidad de fertilizante nitrogenado y suelos agrícolas.

Sistema productivo	Área Sembrada (Ha)	Cantidad de fertilizante nitrogenado (Bulto/Ha)	Porcentaje de Nitrógeno en el fertilizante (%)	Factor de conversión de N a urea KgCO(NH ₂) ₂ /KgN
Fertilizante Simple				
Arveja	25	3	46	2,143
Cilantro	3	4	46	

Maíz tradicional	600	7	46	
Tomate de árbol	6	5	46	
Fertilizante Compuesto				
Arveja	25	4	15	2,143
Cilantro	3	6	15	
Lechuga	400	2	24	
Lechuga	400	7	15	
Lulo	3	1,4	24	
Lulo	3	5,6	15	
Maíz tradicional	600	2	24	
Papa	550	4	10	
Tomate de árbol	6	8,4	15	
Tomate de árbol	6	2	24	

Fuente: PMACC, 2018.

d. Usos del suelo y cambios del uso del suelo y silvicultura (USCUSS)

Incendios Forestales

Las emisiones de esta categoría fueron estimadas bajo la metodología establecida en la guía “EMEP/EEA air pollutant 103 misión inventory guidebook 2013 -Chapter 11. Natural Sources” donde se calcularon contaminantes criterio y otros gases traza relacionados a la incineración de la biomasa. En dicha estimación se calculó la cantidad de carbón emitido para el año 2017, mediante la aplicación de la siguiente ecuación:

$$\text{Ecuación 56} \quad \text{Carbón emitido} = 0.45 * A * B * \alpha * \beta$$

Donde:

Fracción promedio de carbono del combustible de la madera (0.45)

A: Área incinerada (m²)

B: Biomasa total promedio de material de combustible por unidad de área en kg/m²

α: Fracción de encima de la media de la biomasa por encima del suelo

β: Eficiencia de combustión

Los valores tomados para el cálculo corresponden a la clasificación de Bosque templado, que se observan a continuación.

Tabla 55. Características del Bosque Templado para estimar las emisiones por incendios forestales.

Variable (m ²)	Valor	Fracción promedio de carbono del combustible de la madera	B kg /m ²	α	Eficiencia de combustión β
----------------------------	-------	---	----------------------	---	----------------------------

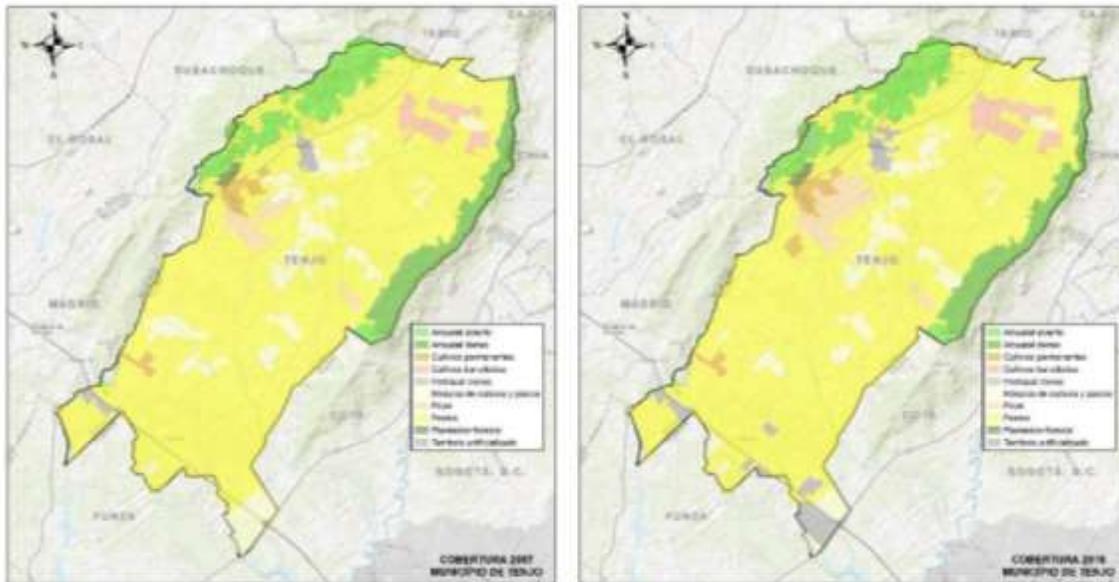
Área incinerada	20.000	0,45	35	0,75	0,2
-----------------	--------	------	----	------	-----

Fuente: PMACC, 2018.

- **Cambio en tierras forestales**

Las emisiones y absorciones de CO₂ se determinaron con base en las directrices del IPCC (2006) y la orientación sobre las buenas prácticas para el uso de la tierra, cambios del uso de la tierra y silvicultura (IPCC, 2003). Inicialmente se trabajó con el mapa de coberturas y uso del suelo de municipio de Tenjo para los años 2007 y 2016 con el objetivo de extraer las hectáreas sembradas en bosques, forestales, tierras de cultivos y Praderas como se presenta en la siguiente figura.

Figura 20. Multitemporal de Coberturas años 2007 – 2016.



Fuente: PMACC, 2018.

De acuerdo con las categorías propuestas en el IPCC (2006) se agruparon las coberturas y los cambios presentados donde se evidencia una pérdida de cobertura en tierras forestales de 35.18 Ha y un aumento en praderas de 42.24 Ha. Esto indica que se han presentado emisiones de CO₂ por la pérdida de éstas (Ver Tabla 56).

Tabla 56. Cambio de coberturas en el municipio de Tenjo en el período 2007–2016.

Cobertura	Cobertura (Ha)		Cambio de cobertura (ha)		
	2007	2016			
Tierras Forestales	Arbustal abierto	749	741	-8,13	-35,18

Cobertura	Cobertura (Ha)		Cambio de cobertura (ha)	
	2007	2016		
Arbustal denso	600	574	-26,43	
	38	38	-0,62	
Praderas	53	14	-39,13	42,24
	8.215	8.296	81,37	
	144	144	0	
Tierras Agrícolas	249	249	0	-7,12
	1.019	1.012	-7,12	
	199	199	0	
Asentamientos	111	111	0,1	0

Fuente: PMACC, 2018.

De acuerdo a esto, se procedió a calcular la cantidad de carbono liberado por la transformación del bosque natural a otra cobertura. En el caso de la deforestación, el contenido de carbono por hectárea del bosque natural se restó del contenido de carbono de las demás coberturas, con el fin de obtener la cantidad de carbono liberado (negativo) por hectárea debido a la transformación:

$$\text{Ecuación 57 } C/\text{ha liberado por deforestación} = C/\text{ha Otras coberturas} + C/\text{ha Bosque Natural} = - C/\text{ha}$$

Adicionalmente, para obtener el carbono total liberado y capturado debido a la deforestación y a la regeneración del bosque natural en Colombia, durante el período 2005 – 2010, la cantidad de carbono liberado y capturado por hectárea se multiplicó por la extensión total de cada cobertura transformada:

$$\text{Ecuación 58 } C/\text{ha liberado por deforestación} * \text{Extensión área deforestada} = C \text{ total (toneladas)}$$

Tabla 57. Datos para estimar el carbono liberado por cambio en la cobertura.

Cobertura	Biomasa Aérea/Contenido de carbono (t/Ha)	Biomasa Aérea/Contenido de carbono (t/Ha)	Carbono Liberado t/ha	Carbono Liberado t/ha	Carbono liberado t
Tierras Forestales	47,5	113,65	23,8	114,8	4.039
	179,8		91		
Praderas	28,2	20,45	14,1	20,5	866
	12,7		6,4		
Tierras Agrícolas	57,8	25,9	28,9	38,9	277
	8,4		4,2		
	11,5		5,8		
Asentamientos	0	0	0	0	0

Fuente: PMACC, 2018.

El carbono total liberado se transformó en CO2 mediante el factor de conversión 44/12.

e. Residuos Sólidos

Para cuantificar las emisiones de metano procedentes del sitio de disposición final de los residuos sólidos en el municipio de Tenjo, se empleó una metodología de cálculo nivel 1, descrita en las directrices del IPCC (2006). Se calcula mediante información suministrada por la empresa de servicios públicos EMSERTENJO y el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIR (2014) como datos de la actividad requeridos para el cálculo de las emisiones de CH₄ procedentes del sitio de disposición final.

Tabla 58. Datos de la actividad requeridos para el cálculo de las emisiones de CH₄ procedentes del sitio de disposición final.

Información	Cantidad
Total, anual de residuos sólidos dispuestos en tierra	4.212,1 kg/año
Relleno sanitario	Mondoñedo
Fracción de COD que se realmente se degrada (CODf)	0,5
Fracción del carbono liberado como Metano	0,5
Fracción de corrección para el Metano	0,717
Relación de conversión de Carbono a Metano	16/12

Fuente: PMACC, 2018.

Tabla 59. Caracterización porcentual (%) de los residuos sólidos municipales en Tenjo.

Tipo de Residuo Dispuesto	% Composición Física de los residuos sólidos generados en Tenjo	% Composición Física de los residuos sólidos recuperados en Tenjo	% Composición Física de los residuos sólidos dispuestos en Tenjo
Cartón	8,85	55,5	3,93825
Caucho	1,6	-	1,6
Cenizas	0	-	0
Cerámica	0,22	-	0,22
Cuero	0,93	-	0,93
Hueso	0,3	-	0,3
Ladrillo	0	-	0
Madera	3,95	-	3,95
Materia Orgánica	11,92	-	11,92
Metales	6,6	2	6,468
Minerales	0,75	-	0,75
Otros	1,38	5,8	1,29996
Papel	9,63	15,7	8,11809
Plástico	38,88	13	33,8256
Textil	7,23	-	7,23

Fuente: PMACC, 2018.

Los factores de emisión seleccionados responden a las características específicas del relleno sanitario, razón por la cual el valor de la fracción de corrección para el metano se toma de la Segunda Comunicación Nacional de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático.

Una vez consolidada la información se operó de acuerdo con la ecuación descrita a continuación, para determinar la fracción de carbono orgánico degradable en los residuos sólidos municipales eliminados de acuerdo con la ecuación 1.

$$\text{Ecuación 59} \quad DOC = \sum i(CODi * Wi)$$

Donde:

COD: fracción de carbono orgánico degradable en los desechos brutos *Gg* de *C/Gg* de desechos

CODi: fracción de carbono orgánico degradable en los desechos de tipo *i*

Wi: fracción de tipo de desecho *i* por categoría de desecho

La fracción de carbono orgánico degradable en cada tipo de residuo se tomó de los valores dados por el IPCC (2006) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, *capítulo 2: Datos de generación, composición y gestión de desechos*.

Posteriormente se estimó el total neto de las emisiones de metano procedentes de esta categoría mediante la siguiente ecuación.

$$\text{Ecuación 60} \quad \text{Emisiones } CH_4 = (RSU2010 * FCM * COD * CODf * F * 16 \cdot 12 / - R) * (1 - OX)$$

Donde:

RSU2010: Total anual de residuos sólidos urbanos dispuestos en tierra (*Gg*)

FCM: Factor de corrección para el metano (adimensional)

COD: Fracción de carbono orgánico degradable en los residuos sólidos

CODf: Fracción de *COD* que realmente se degrada

F: Fracción del carbono liberado como metano

R: Recuperación anual de metano *OX*: Factor de corrección para la oxidación del metano

Líquidos

La estimación de emisiones de metano por aguas residuales se realizó para 1 PTAR ubicada en el área urbana del municipio. Se desarrolló una aproximación metodológica de nivel 2 para la estimación de la carga anual (KgDBO/año) y se utilizó variables de entrada: caudal y DBO5.

Ecuación 61 $DBO5\ mg/l * Q\ l/s * 1k/ 1x106mg * 86400seg /1\ día * 365\ días/ 1\ año$

Finalmente se calculan las emisiones de metano mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 62 $Emisión\ de\ CH4 = kg\ DBO5/ año * Bo\ kg\ CH4/ kg\ de\ COD * MCFj * 0.001$

Donde:

Emisión de CH4: Emisión de metano en t CH4/año kg

DBO5/año : Carga anual de DBO5

Bo: Capacidad máxima de producción de metano

MCFj: factor de corrección para el metano

Para determinar las emisiones indirectas de óxido nítrico provenientes de las aguas residuales domésticas se utilizó la única metodología dada por el IPCC (2006). Los datos de la actividad requeridos son:

Tabla 60. Datos para la estimación de óxido nítrico en el tratamiento de las aguas residuales domésticas.

Variable	Valor	Fuente
Población	20.070	DANE
Promedio anual de generación de proteína per cápita (kg/persona. Año)	23.73	FAO, 2016
Fracción de nitrógeno en las proteínas (kg N. kgproteína-1)	0,16	IPCC, 2006
Factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales	1,1	
Factor para las proteínas industriales y comerciales co-eliminadas en los sistemas de alcantarillado	1,25	
Factor de emisión (kg N2O-N/kg N)	0,005	
Conversión de kg de N2O-N en kg de N2O	44/28	
Emisiones de las plantas de aguas residuales	0	

Fuente: PMACC, 2018.

Una vez determinados los datos de la actividad se estima el nitrógeno total en los efluentes mediante la ecuación 6 y posteriormente las emisiones de óxido nítrico (ecuación 7).

Ecuación 63 $N\ efluente = (P * proteína * FNPR * FNON-CON * FIND-COM) - N\ lodo$

Donde:

N efluente: Cantidad anual de N en los efluentes de aguas residuales kg de N/año

P: Población humana

Proteína: Consumo per cápita anual de proteínas kg/persona. año

FNPR: fracción de nitrógeno en las proteínas kg. De N/kg. De proteína

FNON–CON: factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales
FIND–COM: factor para las proteínas industriales y comerciales coeliminadas en los sistemas de alcantarillado
Nlodo: nitrógeno separado con el lodo residual kgdeN/año

Ecuación 64 $Emisiones\ de\ N2O = N\ efluente * EFefluente * 44/28$

Donde:

N efluente: Cantidad anual de N en los efluentes de aguas residuales kg de N/año

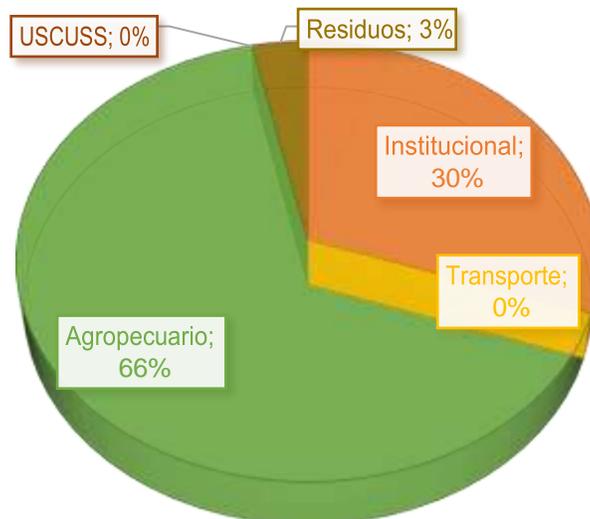
EFefluente: Factor de emisión kg de N2O/kg de N

44/28: factor de conversión de kg de N2O – N en kg de N2O

4.2 Resultados PMACC

Las estimaciones de emisiones de GEI para el municipio de Tenjo en el año 2017 en el PMACC arrojaron un total de 41.885.249 kg CO2 equivalente lo que es igual a 41.885 toneladas de CO2 equivalente, donde el sector agropecuario es el mayor aportante y representan el 66.30% del total de las emisiones, seguido por el sector institucional con un 30.26% y en menores proporciones residuos, transporte y USCUS, representados por el 3.37%, 0.07% y 0 respectivamente.

Figura 21. Participación de emisiones por sector.



Fuente: PMACC, 2018.

La Tabla 61 muestra el consolidado de emisiones de GEI para el año en estudio desagregada por sector.

Tabla 61. Resultados huella de carbono para Tenjo año 2017.

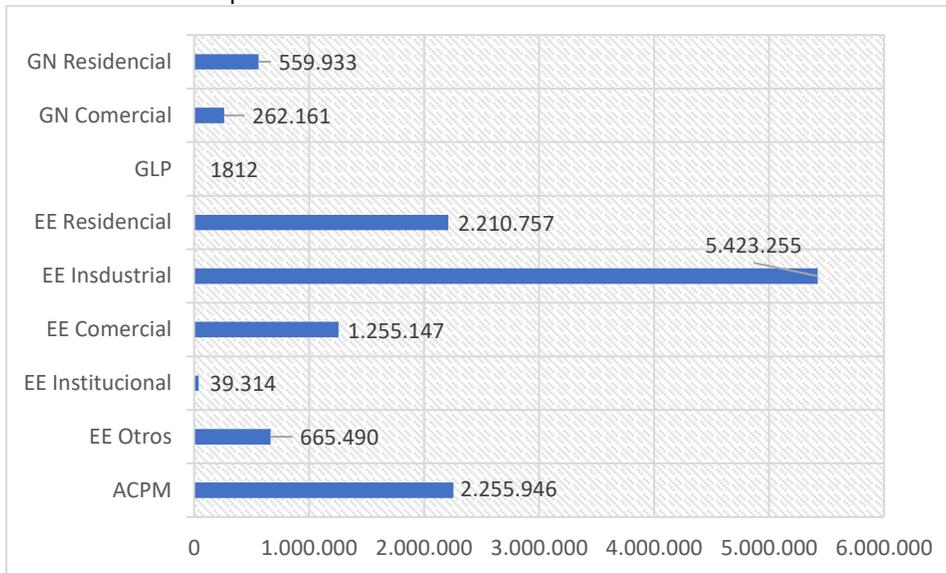
Sector	Categoría	Emisión			
		KgCO2/año	KgCH4/año	KgN2O/año	KgCO2eq/año
Institucional	Consumo de combustibles líquidos	2.255.946			2.255.946
	Consumo de combustibles gaseosos	823.906			823.906
	Consumo de energía eléctrica	9.593.962			9.593.962
Transporte	Consumo de combustibles líquidos	28.430,22			28.430
Agropecuario	Tierras inundadas		14,26		766,5
	Fermentación entérica		1.270.056		26.671.185
	Gestión del estiércol		16.624	1.912	941.822,15
	Aplicación de fertilizantes nitrogenados	156.039			156.039
USCUSS	Cambio en tierras forestales	187			187
	Incendios forestales (quema de biomasa)				
Residuos	Tratamiento y eliminación de desechos sólidos		124		2.611
	Tratamiento y eliminación de desechos líquidos		56.116	748	1.410.394
TOTAL		12.858.470	1.342.935	2.660	41.885.249

Fuente: PMACC, 2018.

a. Sector Institucional.

Este sector representa el 30% de la huella de carbono municipal las cuales totalizan 12.673.814 kg CO2 equivalente. El aporte mayoritario se da por el consumo de energía eléctrica en el área industrial con el 43% del total del sector. En segunda instancia se encuentra el consumo de ACPM equivalente al 18%, seguido por el consumo de energía residencial (17%), las fuentes restantes representan menos del 10% de participación respecto al total del sector.

Figura 22. Emisiones en CO2 eq en el Sector Institucional.



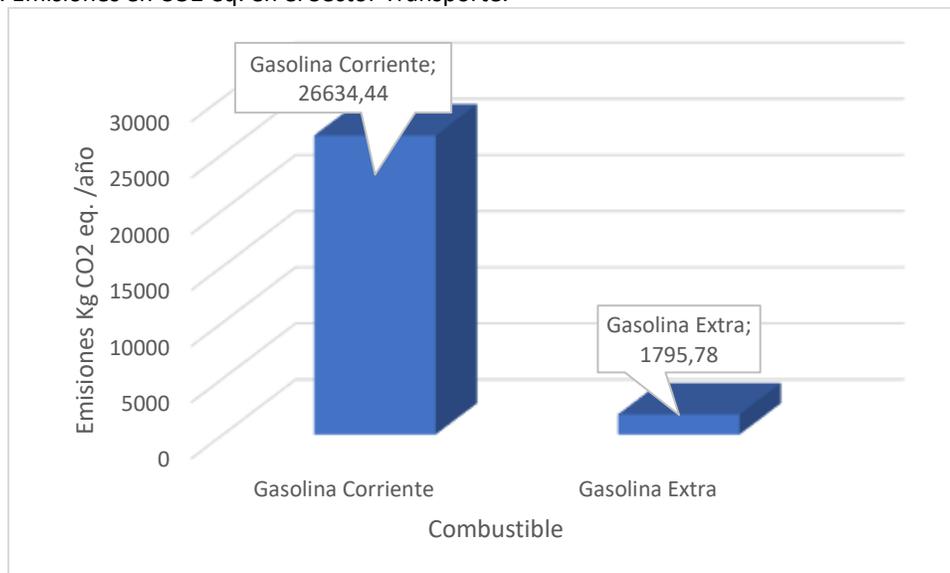
Fuente: PMACC, 2018.

b. Sector Transporte

La participación de este sector en el total de la huella de carbono es del 0.07% lo que equivale a 28.430 Kg CO2 equivalente, si bien es un porcentaje muy bajo de participación, cabe resaltar que para la cuantificación de emisiones solo se tuvo en cuenta los consumos asociados a combustibles líquidos (gasolina extra y corriente). Al no contar con una secretaria de movilidad y transporte es difícil conocer el número y tipo de vehículos que generan emisiones en la jurisdicción del municipio.

Teniendo en cuenta lo anterior y la cantidad de galones de gasolina corriente consumidos (2.996) en el municipio las emisiones más representativas son por esta categoría.

Figura 23. Emisiones en CO2 eq. en el Sector Transporte.

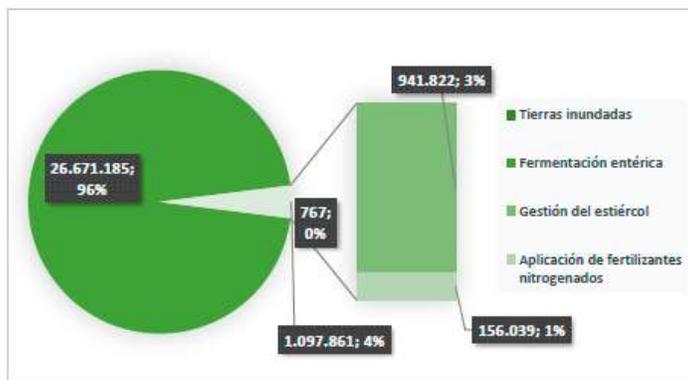


Fuente: PMACC, 2018.

c. Sector Agropecuario

Este sector emitió en el año 2017 un total de 27.769.813 Kg CO2 equivalente lo que representa el 66% de la huella de carbono municipal. Es la principal fuente de emisión: la fermentación entérica (96%), posteriormente las categorías de gestión de estiércol y aplicación de fertilizantes nitrogenados que en conjunto representan el 4% del total del sector.

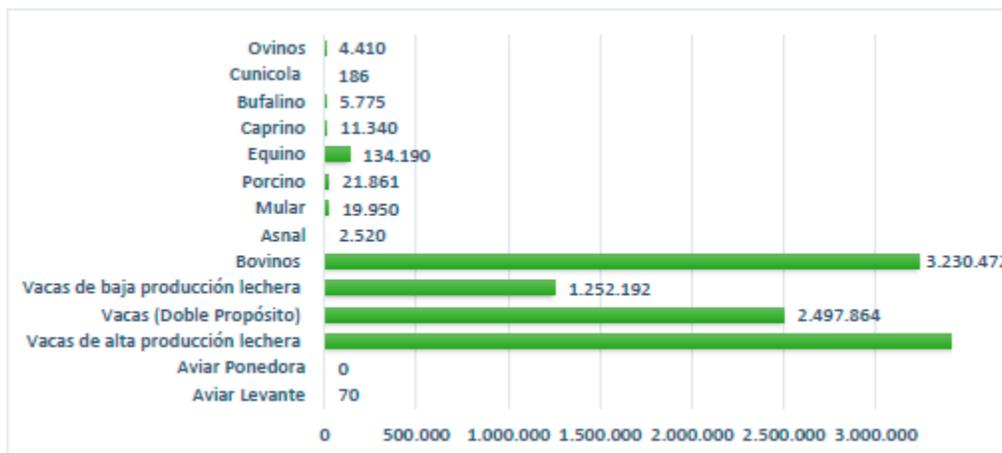
Figura 24. Emisiones en CO2 eq en el Sector Agropecuario.



Fuente: PMACC, 2018.

Las categorías de bovinos son quienes mayor metano y óxido nitroso producen por los procesos digestivos, seguidos de los Equinos y porcinos.

Figura 25. Emisiones en CO₂ eq por fermentación entérica.



Fuente: PMACC, 2018.

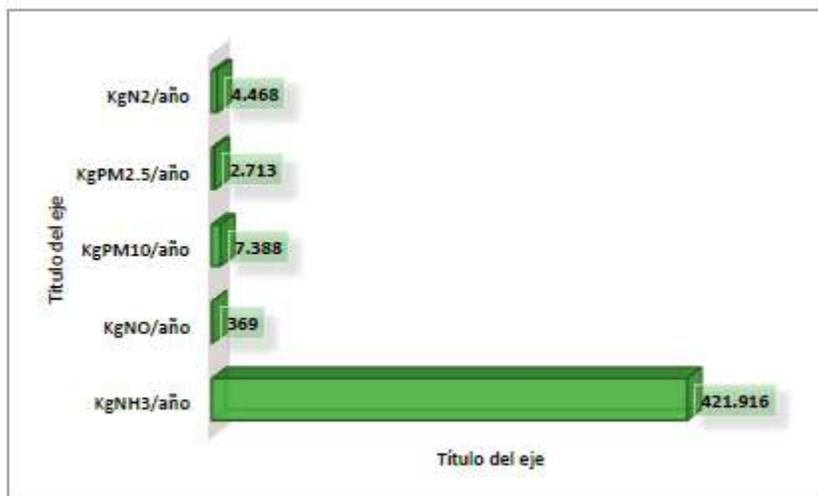
Para la categoría de gestión de estiércol no solo se estimó la cantidad de metano y óxido nitroso producido, también se cuantificaron las emisiones para los siguientes contaminantes criterio: amoniaco (NH₃), óxido de nitrógeno (NO), nitrógeno elemental (N₂) y material particulado PM₁₀ y PM_{2.5}. Se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 62. Emisiones de contaminantes criterios por la gestión del estiércol.

Emisión				
KgNH ₃ /año	KgNO/año	KgPM ₁₀ /año	KgPM _{2.5} /año	KgN ₂ /año
421.916	369	7.388	2.713	4.468

Fuente: PMACC, 2018.

Figura 26. Emisiones de contaminantes criterios por la gestión del estiércol



Fuente: PMACC, 2018.

d. Sector USCUS

Debido a la pérdida de cobertura forestal se estimó la pérdida de carbono de la biomasa a causa de la transformación de las coberturas que emitieron un total de 187 Kg de CO₂ equivalente en un periodo de 9 años, y fue la base de comparación. Esto representa una cantidad pequeña de emisiones.

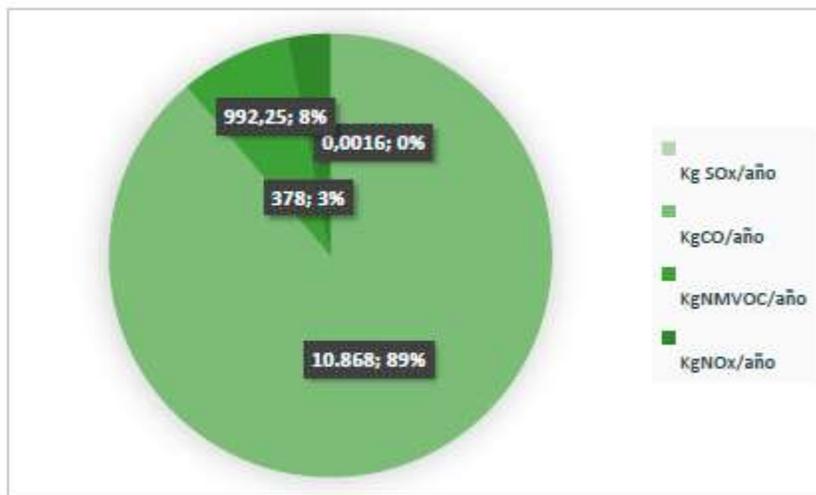
Los incendios forestales presentados en el municipio en el año de estudio generaron las siguientes emisiones de contaminantes criterio:

Tabla 63. Emisiones de contaminantes criterios por los incendios forestales

Emisión			
Kg Sox/año	KgCO/año	KgNMVOC/año	KgNOx/año
0,0016	10.868	992,25	378

Fuente: PMACC, 2018.

Figura 27. Emisiones de contaminantes criterio por incendios forestales



Fuente: PMACC, 2018.

e. Sector Residuos

Este sector representa el 3% de la huella de carbono municipal; el tratamiento de las aguas residuales es el componente que mayor contribución tiene a emisiones de GEI para un total de 1.178.436 Kg de CO₂ equivalente. Cabe resaltar que para el año de estudio solo se encontraba en funcionamiento 1 planta de tratamiento, lo que puede ser relevante en futuros cálculos.

Indicadores de comparación

De acuerdo con los ejercicios realizados previamente por el municipio en términos de estimación de huella de carbono, se pretende hacer un comparativo cuantitativo y cualitativo del comportamiento de las emisiones. Para ello, se presenta el índice de emisión por habitante para cada periodo analizado y la comparación relativa con los resultados nacionales.

Tabla 64. Emisiones por habitante municipio de Tenjo años 2012, 2014 y 2017.

Tenjo	Año		
	2012	2014	2017
Emisiones (tCO ₂ eq/año)	81.063	109.492	41.885
Población	19.176	19.736	20.070
Emisión (tCO₂eq/hab.año)	4,23	5,55	2,09

Fuente: PMACC, 2018.

Los resultados reflejan que en promedio cada habitante en el periodo 2012-2017 emitió 3.9 toneladas de CO₂eq al año. A pesar de que las cifras no son similares, los sectores *carbón intensivos* sí tienen una tendencia constante, es por ello que en las estimaciones de emisiones el sector agropecuario es el que mayor participación tiene.

A nivel nacional es el segundo sector con mayores emisiones del país representando el 26%. La principal actividad responsable de estas emisiones es la fermentación entérica, lo que es comparable con el resultado de las emisiones de GEI para Tenjo en los años 2012 y 2017; esto es coherente debido a las características físicas y económicas del municipio.

Es importante resaltar que las principales actividades que generan emisiones en el municipio a parte del sector agropecuario son las relacionadas al consumo de derivados del petróleo y el consumo de energía eléctrica adquirida, es por ello que representan un porcentaje importante en los INGEI estimados, de acuerdo a esto se debe seguir promoviendo el uso de tecnologías y sistemas alternativos para disminuir estas emisiones.

En términos de tratamiento de residuos sólidos cabe resaltar que ha habido una disminución considerable de las emisiones generadas por la disposición de residuos sólidos; esto se puede explicar gracias a los altos porcentajes de reciclaje que ha alcanzado el municipio; lo que alienta las políticas actuales y futuras en torno al valor de la recolección y separación de los residuos susceptibles de recuperación.

En cuanto a las emisiones generadas por tratamiento de aguas residuales, es importante tener en cuenta las actualizaciones en el funcionamiento del sistema de tratamiento para cuantificar emisiones netas. De manera similar es importante promover la puesta en funcionamiento de todas las PTAR presentes en el municipio.

- **Conclusiones del PMACC:**

El cálculo de las emisiones de GEI mediante metodologías homologables y comparables con resultados regionales y locales, como lo son las orientadas por IPCC y EMEP/CORINAIR, permiten al municipio hacer un balance del nivel de emisiones de GEI, identificar los *sectores más carbón intensivos*, evaluar la calidad del aire y los potenciales problemas de salud pública.

La articulación de este inventario con el Plan Municipal de Adaptación al Cambio Climático se constituye en un factor clave de toma de decisiones para los diferentes sectores involucrados, permitiendo aunar esfuerzos en la reducción y mitigación de los *sectores más carbón intensivos*; e involucrar así el cambio climático en la planificación del territorio para contribuir a la meta nacional de reducción de emisiones totales de dióxido de carbono equivalente.

Dadas las características ecológicas y económicas del municipio es coherente que el *sector más carbono intensivo* sea el agropecuario ya que sus principales actividades están ligadas al sector agrícola con los diferentes sistemas productivos que desarrollan y a la gestión y mantenimiento de las especies pecuarias. Con la comparación cualitativa se observa que en las estimaciones realizadas en el INGEI municipal de 2013 el sector con más emisiones fue el agropecuario. Lo que configura una línea de trabajo clara para establecer acciones frente a la mitigación y adaptación al cambio climático y llegar a convertir el municipio en uno resiliente.

5 Identificación y valoración de amenazas y planificación de riesgo bajo un contexto de cambio climático.

En el PMACC se realizó una caracterización de eventos y efectos asociados al cambio climático en diferentes escenarios en el marco de la Tercera Comunicación Nacional sobre el Cambio Climático. Con base en ello, se identificaron los elementos propensos a ser afectados por amenazas a ocurrencia de eventos climáticos. Dicho documento presenta este análisis de qué eventos potenciales pueden impactarlo nuevamente, sus efectos y si se consideran impactos positivos y negativos. Todo ello, basado en información de fuentes oficiales tales como el IDEAM y el Servicio Geológico Colombiano.

En este aparte se muestran los resultados del PMACC y se complementan con base en los resultados de los Estudios Básicos de Gestión del Riesgo, realizados en 2021.

5.1 Remoción en masa (PMACC)

En la siguiente tabla se muestra el tipo de cobertura o uso actual del suelo existente en el área municipal Vs. la susceptibilidad por remoción en masa en el municipio. Se observa que las coberturas y áreas con mayor susceptibilidad son los arbustales densos y abiertos en categoría de alta y media susceptibilidad, los mosaicos de cultivos y pastos que se encuentran en susceptibilidad media en su mayoría, al igual que los pastos que se encuentran en las tres categorías.

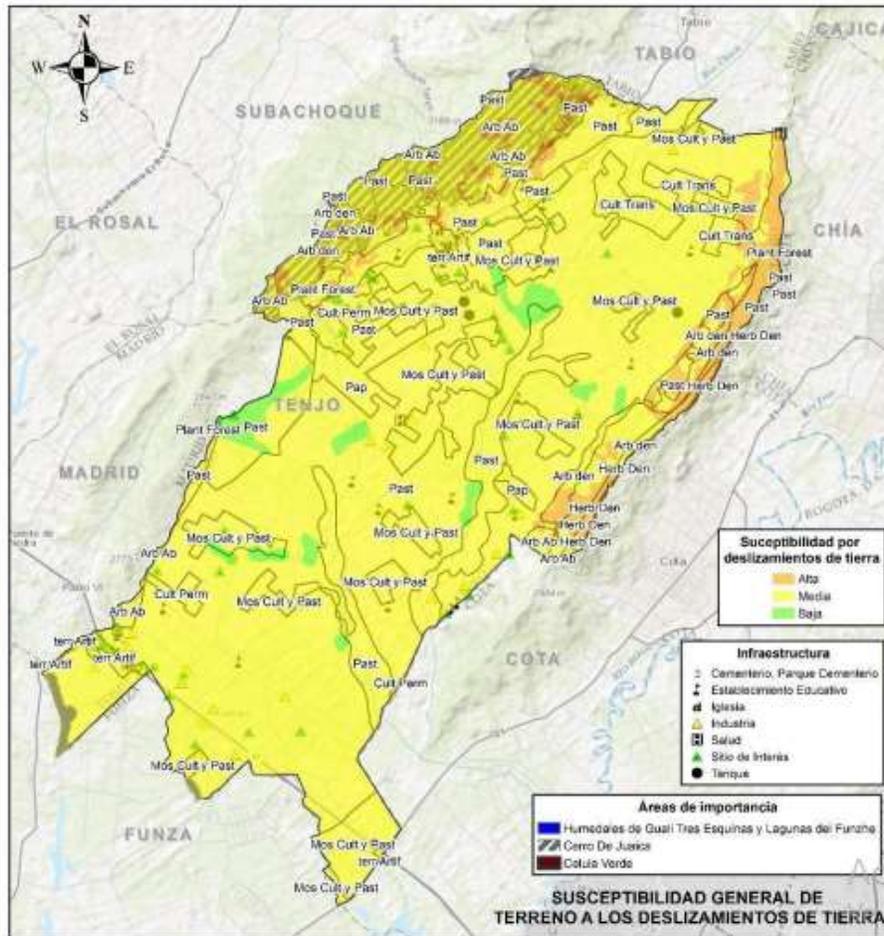
Finalmente, las áreas que exponen menor susceptibilidad a los fenómenos de remoción en masa son los herbazales densos y las plantaciones forestales. A continuación, se puede observar la capa usada para el cruce de información del PMACC tuvo como fuentes las Coberturas: IDEAM, 2012 Escala 1.100.000; Equipamientos e infraestructura: IGAC, 2016 Escala 1.25.000; Susceptibilidad por remoción en masa: SGC, Escala 1,100.000.

Tabla 65. Coberturas en Ha Vs Susceptibilidad por Fenómenos de Remoción en Masa- Tenjo.

Susceptibilidad remoción en masa	Alta	Media	Baja	Total, general con algún grado de susceptibilidad
Cobertura				
Arbustal abierto	106,03	634,63	0	740,66
Arbustal denso	339,45	233,51	0,67	573,63
Cultivos permanentes	0,96	143,12	-	144,08
Cultivos transitorios	6,68	242,7	-	249,38
Herbazal denso	8,5	5,67	-	14,18
Mosaico de cultivos y pastos	-	988,54	23,61	1012,15
Papa	-	199,41	-	199,41
Pastos	226,01	7781,09	289,34	8296,44
Plantación forestal	7,88	29,95	0,04	37,87
Territorio artificializado	1,69	109,26	-	110,95
Total, general (Hectáreas)	697,2	10.367,88	313,66	11.378,74

Fuente: PMACC, 2018 con base en IDEAM, SGC, IGAC., 2018.

Figura 28. Coberturas en Ha Vs Susceptibilidad por Fenómenos de Remoción en Masa.



Fuente: PMACC, 2018 con base en IDEAM, 2012; SGC, S.F; IGAC, 2016, 2018.

Así mismo, se pueden observar que los equipamientos susceptibles a ser afectados por fenómenos de remoción en masa, en la figura anterior están en su mayoría en categoría media. De otra parte, como se relacionan en la Tabla 66 las áreas de importancia susceptibles, donde el Cerro de Juaco expone la mayor susceptibilidad y de los 13 humedales que se encuentran en el municipio, todos presentan su mayor o la totalidad del área en riesgo medio.

Tabla 66. Áreas de importancia en Ha Vs Susceptibilidad por Fenómenos de Remoción en Masa- Tenjo.

Susceptibilidad remoción en masa	Baja	Media	Alta	Total general
Área de importancia				
Célula Verde	-	5,3	3,86	9,16

Cerro De Juaica	-	729,65	134,5	864,15
Humedales de Guali Tres Esquinas y Lagunas del Funzhe	-	22,52	-	22,52
Humedal Barro Blanco	-	1,9	-	1,9
Humedal Chitasuga	-	1,33	-	1,33
Humedal El Establo	1,44	1,02	-	2,45
Humedal Meridor	-	10,98	-	10,98
Humedal San José	2,97	34,56	-	37,54
Humedal Tenjo 10	-	0,35	-	0,35
Humedal Tenjo 11	-	1,35	-	1,35
Humedal Tenjo 4	-	1,07	-	1,07
Humedal Tenjo 5	-	0,86	-	0,86
Humedal Tenjo 6	-	0,4	-	0,4
Humedal Tenjo 8	-	6,73	-	6,73
Humedal Tenjo 9	-	0,46	-	0,46
Laguna Vuelta Grande	-	0,52	-	0,52
Total general	4,41	819	138,36	961,77

Fuente: PMACC, 2018 con base en IDEAM, SGC, IGAC., 2018.

5.2 Incendios forestales

En cuanto a la vulnerabilidad ecológica por probabilidad de ocurrencia de incendios forestales, el PMACC señala que las coberturas con mayor vulnerabilidad ecológica a incendios forestales son ,de mayor a menor, los pastos, el arbustal abierto, mosaico de pastos y cultivos y arbustal denso, sin dejar de tener exposiciones altas en otras coberturas.

Las coberturas que exponen menor vulnerabilidad ecológica a incendios forestales son el herbazal denso y las plantaciones forestales, como se puede observar en la Tabla 67 y Figura 29 del presente documento. La capa usada para el cruce de información para el PMACC tuco como fuente las Coberturas: IDEAM, 2012 Escala 1.100.000; Equipamientos e infraestructura: IGAC, 2016 Escala 1.25.000; y Vulnerabilidad ecológica a incendios forestales: CAR, Escala 1,100.000.

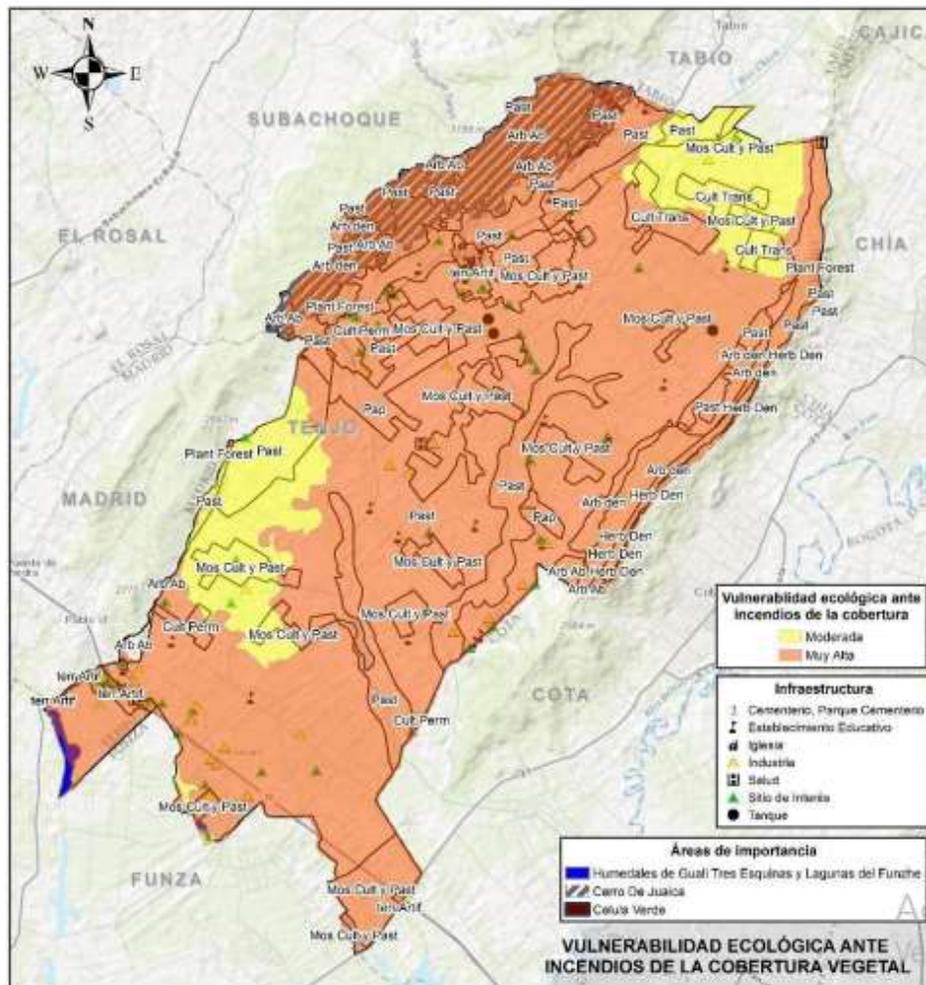
Tabla 67. Coberturas en Ha Vs Vulnerabilidad ecológica a incendios forestales- Tenjo.

Vulnerabilidad ecológica a incendios Cobertura	Moderada	Muy alta	Total general
Arbustal denso		571,39	571,39
Cultivos permanentes	3,4	140,69	144,08
Cultivos transitorios	136,9	112,48	249,38
Herbazal denso		14,12	14,12
Mosaico de cultivos y pastos	158,57	852,45	1011,03
Papa		199,41	199,41

Vulnerabilidad ecológica a incendios Cobertura	Moderada	Muy alta	Total general
	Pastos	1217,82	7040,26
Plantación forestal	0,04	37,57	37,61
Territorio artificializado	0	110,34	110,35
Total general (Hectáreas)	1.516,79	9.773,06	11.378,74

Fuente: PMACC, 2018 con base en IDEAM, CAR, IGAC., 2018.

Figura 29. Coberturas en Ha Vs Vulnerabilidad ecológica a incendios forestales- T



Fuente: PMACC, 2018 con base en IDEAM,2012; CAR, S.F; IGAC, 2016, 2018.

Así mismo, los equipamientos susceptibles a ser afectados por fenómenos de incendios forestales, se puede observar en la figura anterior que en su mayoría están en categoría muy alta. De otra parte, como se relacionan en la Tabla 68 una de las áreas de importancia, vulnerables ecológicamente a incendios forestales es el cerro de Juaica. Para los cuerpos de agua, el área en riesgo se encuentra en un nivel moderado.

Tabla 68. Áreas de importancia en Ha Vs vulnerabilidad ecológica a incendios por cobertura.

Vulnerabilidad ecológica a incendios por cobertura			
Área de importancia	Moderada	Muy alta	Total general
Célula Verde		9,16	9,16
Cerro De Juaica		864,15	864,15
Humedal Gualí - Tres Esquinas y Lagunas del Funzhe	22,52		22,52
Humedal Barro Blanco	1,9		1,9
Humedal Chitasuga	1,33		1,33
Humedal El Establo	2,45		2,45
Humedal Meridor	10,98		10,98
Humedal San José	37,54		37,54
Humedal Tenjo 10	0,35		0,35
Humedal Tenjo 11	1,35		1,35
Humedal Tenjo 4	1,07		1,07
Humedal Tenjo 5	0,86		0,86
Humedal Tenjo 6	0,4		0,4
Humedal Tenjo 8	6,73		6,73
Humedal Tenjo 9	0,46		0,46
Laguna Vuelta Grande	0,52		0,52
Total general	88,46	873,31	961,77

Fuente: PMACC, 2018 con base en IDEAM, CAR, IGAC., 2018.

5.3 Eventos históricos recopilados en los estudios básicos de gestión del riesgo 2021: Análisis de amenazas por movimientos en masa, avenidas torrenciales, inundaciones e incendios forestales.

De conformidad con el Decreto 1077 de 2015, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio; es responsabilidad de la Administración Municipal la priorización de las amenazas. En este sentido, los estudios básicos para la incorporación de la gestión del riesgo en los Planes de Ordenamiento Territorial se elaboran en los suelos urbanos, de expansión urbana y rural para los fenómenos de inundación, avenidas torrenciales y movimientos en masa.

Este tipo de amenazas pueden cambiar teniendo en cuenta el impacto de las amenazas climáticas, como sequías, inundaciones o las temperaturas extremas, las cuales afectan directamente sobre el desarrollo socioeconómico de la sociedad al constituir, como menciona el PNUD (2010) “un estímulo

negativo para el desarrollo”, así mismo, los efectos negativos afectan el bienestar físico, mental y social de los habitantes.

Por lo anterior, se hace necesario gestionar los riesgos asociados a las amenazas climáticas para reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia territorial a futuro. La gestión del riesgo por cambio climático y la adaptación al cambio climático se centran por lo tanto en la reducción de la exposición y la vulnerabilidad y en aumentar la resiliencia a sus potenciales impactos adversos. Según la Tercera Comunicación, la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al Cambio Climático se constituyen en políticas de desarrollo indispensables para garantizar la sostenibilidad, la seguridad territorial, la planificación del desarrollo y mejorar la calidad de vida de las comunidades (p. 207).

A este respecto, la Tercera Comunicación estima que el riesgo para el municipio de Tenjo es **medio**, donde las dimensiones que mayor contribución generan son Seguridad Alimentaria, Hábitat Humano e Infraestructura. Dado que el municipio de Tenjo se encuentra en la actualización de los estudios básicos de gestión del riesgo por procesos de remoción en masa, inundación, avenida torrencial y con el objetivo de complementar la gestión del riesgo en el contexto de Cambio Climático se generan escenarios para la precipitación y temperatura media en correspondencia con la metodología implementada por la Tercera Comunicación y se contrasta con los eventos históricos de amenaza en Tenjo para observar el impacto del cambio climático en el territorio.

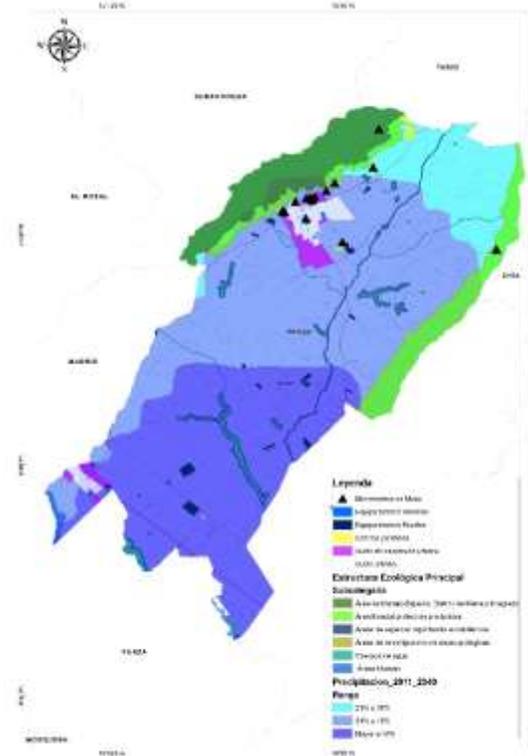
a. Movimientos en masa

- Precipitación

Los movimientos en masa pueden ser ocasionados por factores naturales y/o antrópicos. Principalmente el clima relacionado con periodos de abundantes lluvias y fuertes sequías deforman el suelo por contracción o dilatación. Ahora bien, la precipitación anual en Colombia se distribuye en zonas con valores bajos (menores a 500mm anuales) en la Guajira, hasta sectores con precipitaciones superiores a los 9000mm anuales (especialmente en sectores de la región Pacífica) (Tercera Comunicación, 201X, p. 219). En la siguiente figura se observa, el clima de referencia de Tenjo con relación a la precipitación entre 1976-2005.

municipal) tendrá un cambio de entre 31% a 40% para terminar con la zona norte con una precipitación positiva de 21% a 30%.

Figura 31. Cambio de precipitación (en %) 2011-2040 y eventos de movimientos en masa para Tenjo.



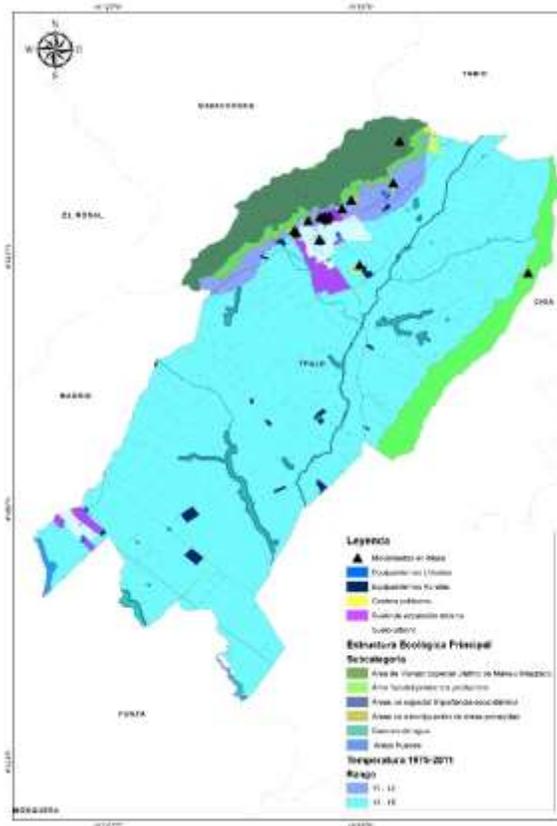
Fuente: Elaboración propia con base en el historial de eventos en Tenjo y la Tercera Comunicación de Cambio Climático.

Posteriormente, para los periodos comprendidos entre 2041-2070 y 2071-2100, la precipitación mayor al 40% aumentará hacia el sector suroccidental al expandir su influencia en todo el tramo de La Punta. Adicionalmente, la categoría de precipitación positiva entre el 30% y 40% influirá sobre la totalidad del Área de Manejo Especial del Distrito de Manejo Integrado y disminuirá la delimitación del sector de precipitación ubicado entre el 20% y 30% (ver Figura 32 y Figura 33).

- Temperatura media

La Tercera Comunicación de Cambio Climático menciona que la temperatura media anual en Colombia se encuentra altamente influenciada por la orografía. Tomando de base el clima de referencia 1976-2005, el documento precisa que, a nivel espacial, para el periodo 2011-2040 se esperaría que la magnitud de los cambios de la temperatura media manifieste un aumento de aproximadamente 1.0 °C. Para el periodo 2041-2070 se observaría un cambio de alrededor de 1.0-1.5°C y 1.5-2.0 °C. Para finalmente, en el periodo 2071-2100 un aumento de entre 1.0°C y de 2.0 °C. Con lo anterior, los aumentos más significativos se darían en la región andina, especialmente en las zonas de altas montañas. En la siguiente figura se observa, el clima de referencia de Tenjo con relación a la temperatura media entre 1976-2005.

Figura 34. Temperatura media (°C) 1976-2005 y eventos de movimientos en masa para Tenjo.

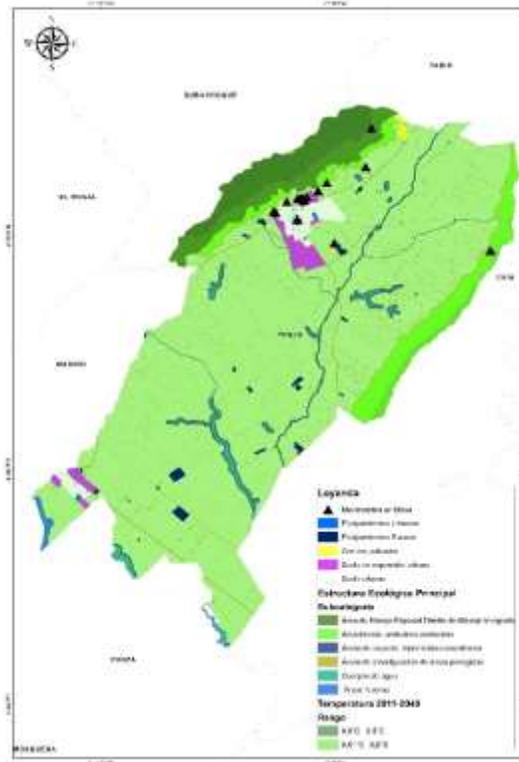


Fuente: Elaboración propia con base en el historial de eventos en Tenjo y la Tercera Comunicación de Cambio Climático.

La temperatura media del municipio está entre los 11- 13 °C y los 13- 15°C. Este último influye sobre la mayor parte del territorio municipal, en tanto el primero, se ubica sobre el Área de Manejo Especial del Distrito de Manejo Integrado donde al mismo tiempo se encuentran la totalidad de los eventos a excepción del evento que limita con Chía en el Área forestal protectora productora.

El clima de referencia para Tenjo permite caracterizar el municipio y sienta la base para observar los cambios e impactos del cambio climático en términos de temperatura media. Para 2011-2040 Tenjo se dividirá en dos subsecciones territoriales con diferente incidencia de la Temperatura media. Hacia los sectores de la Estructura Ecológica Principal la temperatura aumentará entre 0.0 y 0.5 °C, sin embargo, la mayor parte de Tenjo incrementará entre 0.51- 0,8 °C. Es decir, que tanto los sectores urbanos como los eventos históricos resultantes del proceso participativo se incluirán en la variación de temperatura media proyectada a 2040.

Figura 35. Cambio de temperatura media (en %) 2011-2040 y eventos de movimientos en masa para Tenjo.

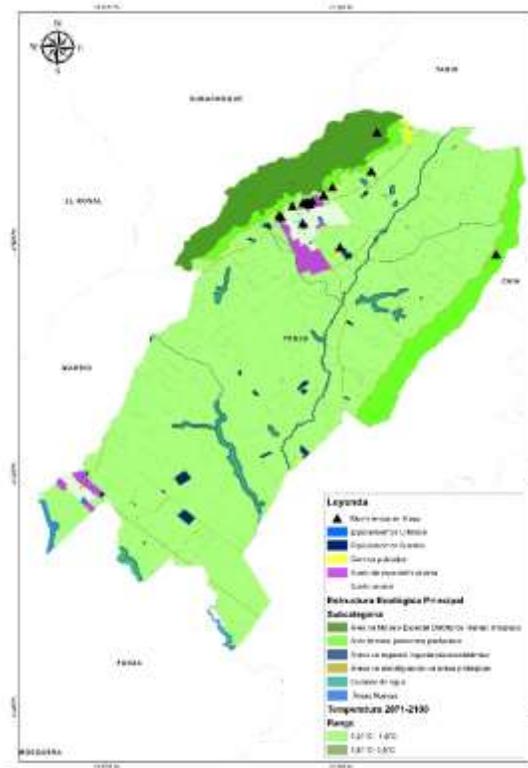
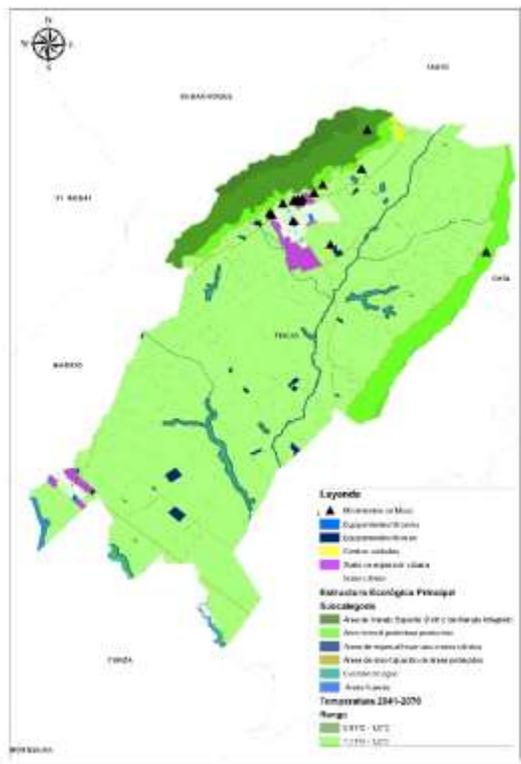


Fuente: Elaboración propia con base en el historial de eventos en Tenjo y la Tercera Comunicación de Cambio Climático.

Posteriormente, para los periodos comprendidos entre 2041-2070 y 2071-2100 respectivamente la temperatura media aumentará para ambos sub-escenarios territoriales; para aquellos en relación con la EEP pasará a 0.8- 1.0 °C de incremento. Así mismo, el territorio municipal pasará de 1.01- 1.2 °C con adición de cerca 0.4 °C con relación al periodo 2011-2040 (ver Figura 36). Ahora bien, el escenario para 2071-2100 homogenizará la temperatura media de Tenjo entre 1.21- 1.6 °C (ver Figura 37).

Figura 36. Cambio de temperatura media (en %) 2041-2070 y eventos de movimientos en masa para Tenjo.

Figura 37. Cambio de temperatura media (en %) 2071-2100 y eventos de movimientos en masa para Tenjo.



Fuente: Elaboración propia con base en el historial de eventos en Tenjo y la Tercera Comunicación de Cambio Climático.

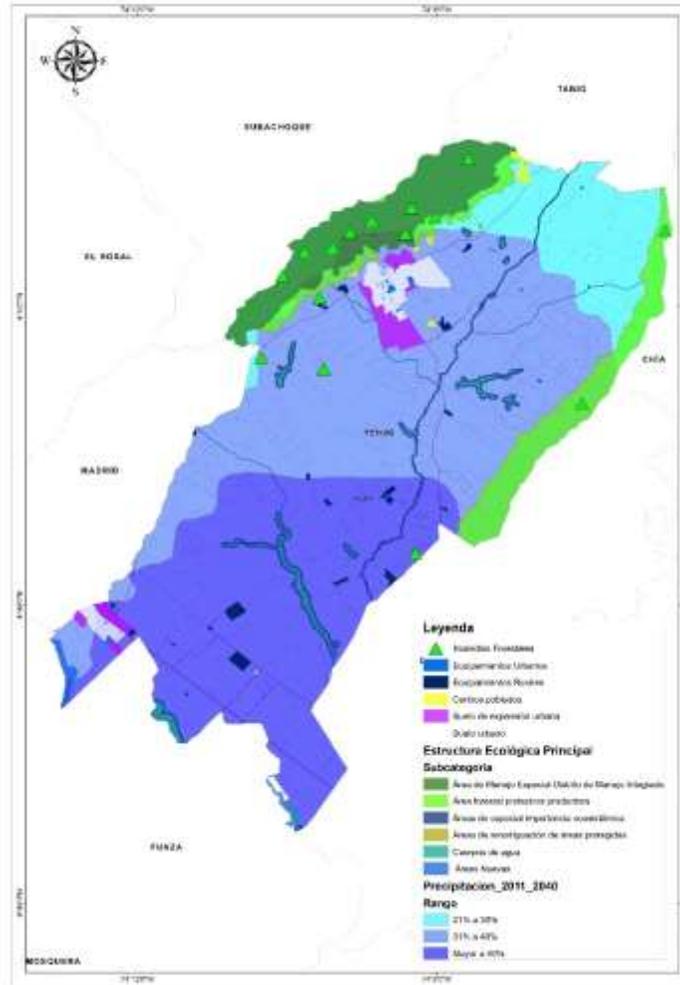
Aunque la temperatura media no se considera un factor con importancia relevante para la estabilidad de laderas y taludes, es importante mencionar su condición detonante en procesos de expansión y contracción en la estructura del suelo. Adicionalmente, la temperatura media y en general las condiciones climáticas influyen en la posición del nivel freático y grado de saturación que

La precipitación del municipio alcanza los 1.000 mm en el periodo analizado, con relación a los eventos históricos presentados en el municipio se puede observar que hacia el Área de Manejo Especial del Distrito de Manejo Integrado se ubican la mayoría de los eventos a excepción de los eventos que limitan con Chía en el Área forestal protectora productora y algunos eventos ubicados sobre la zona media del territorio.

Teniendo en cuenta que parte de la metodología contempla la *susceptibilidad total de la vegetación a presentar incendios de la cobertura vegetal*, así como la *amenaza por precipitación y temperatura* se observa que la totalidad del territorio corresponde con un rango alto. Para este caso, la *amenaza por precipitación* en el municipio es de tipo alta, pues presentan valores < 1.000 mm en rangos de 700 mm – 750 mm, 750 mm - 800 mm, 800 mm – 850 mm y 850 mm – 900 mm; en tanto la amenaza por temperatura en el municipio es de tipo media (11° - 12°) y alta (12° - 13°, 13° -14° y 14° - 15°). Aspectos influyen sobre el contenido de humedad en la vegetación y la aparición de corrientes de aire que se elevan desde los suelos calientes.

En este sentido, los escenarios proyectados en razón a la precipitación permiten inferir que donde generalmente se ubican los eventos de incendios forestales habrá un cambio de precipitación entre el 20% y el 40% para 2011-2040 (ver Figura 39) y del 30% al 40% para 2041-2100 (ver Figura 40 y Figura 41). Si bien el cambio es positivo, la alteración de los patrones de precipitación puede hacer susceptible el suelo y la cobertura vegetal a eventos de este tipo; como mencionan Carrillo, et.al (2012 al citar a Schroeder y Burk, 1970) la precipitación es el factor principal que incrementa la reserva hídrica del suelo y por consiguiente, a mayor agua disponible para la vegetación, mayor será la producción de biomasa y de combustibles forestales.

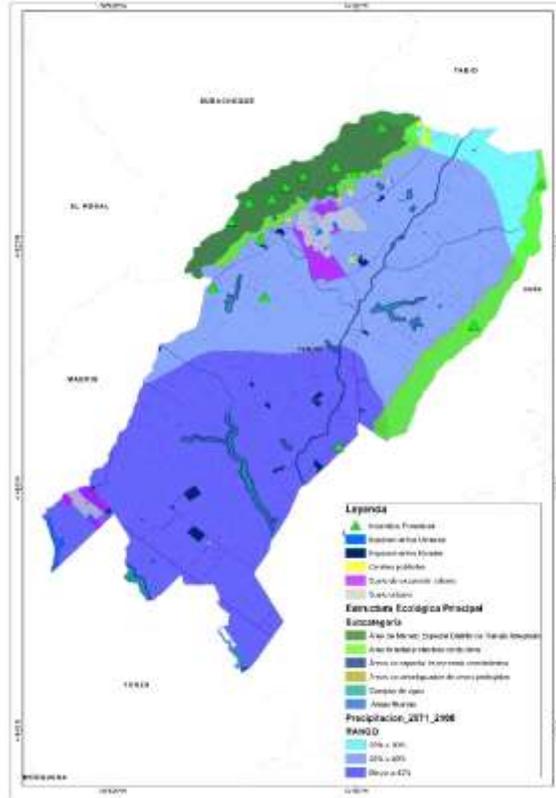
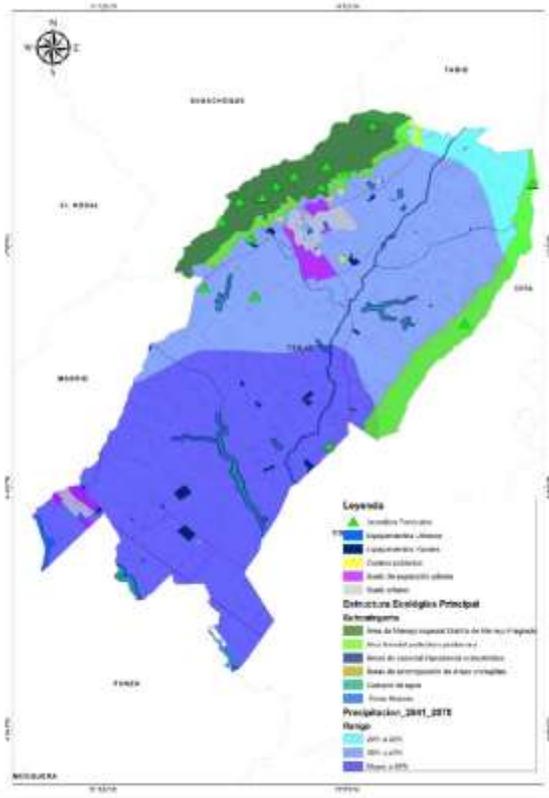
Figura 39. Cambio de precipitación (en %) 2011-2040 y eventos de incendios forestales para Tenjo.



Fuente: Elaboración propia con base en el historial de eventos en Tenjo y la Tercera Comunicación de Cambio Climático.

Figura 40. Cambio de precipitación (en %) 2041-2070 y eventos de incendios forestales para Tenjo.

Figura 41. Cambio de precipitación (en %) 2071-2100 y eventos de incendios forestales para Tenjo.

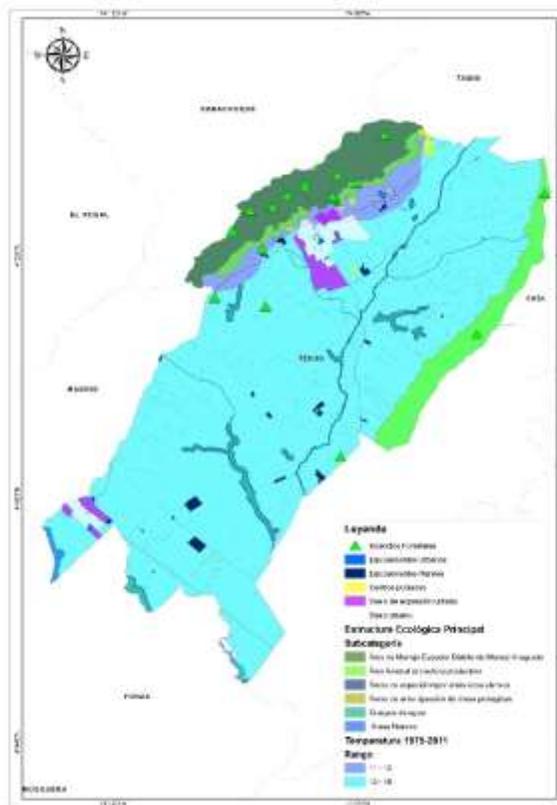


Fuente: Elaboración propia con base en el historial de eventos en Tenjo y la Tercera Comunicación de Cambio Climático.

- Temperatura media

Como se mencionó en el anterior apartado, la amenaza por temperatura en el municipio es de tipo media (11° - 12°) y alta (12° - 13°, 13° -14° y 14° - 15°) condición que influye sobre el contenido de humedad en la vegetación y la aparición de corrientes de aire que se elevan desde los suelos calientes. El clima de referencia según la temperatura media permite concluir que el número de eventos para incendios forestales está asociado a valores medios de entre 11 °C y 15 °C, como se observa en la siguiente figura:

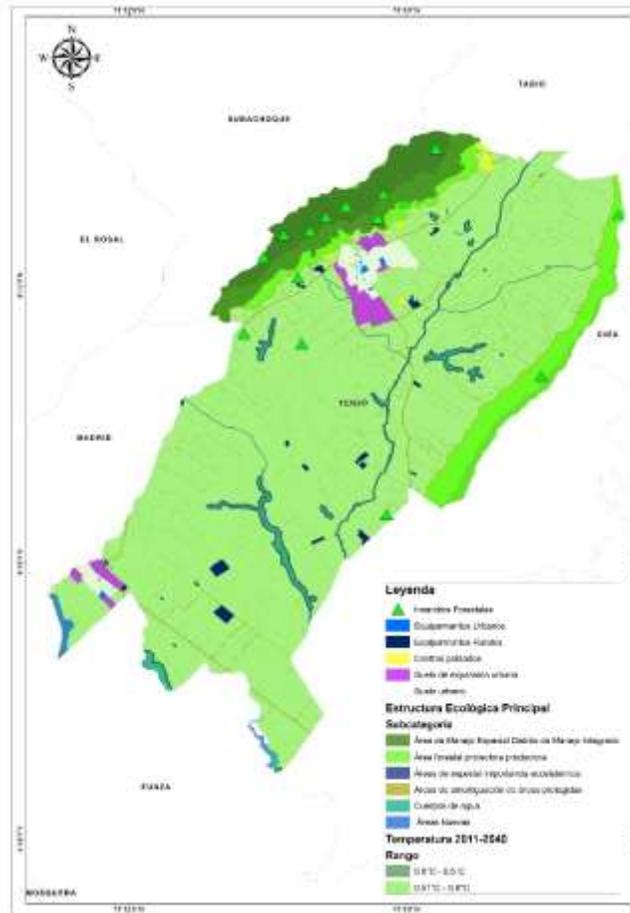
Figura 42. Temperatura media (°C) 1976-2005 y eventos de incendios forestales para Tenjo.



Fuente: Elaboración propia con base en el historial de eventos en Tenjo y la Tercera Comunicación de Cambio Climático.

Así, al incrementar la temperatura media en Tenjo proyectado en los escenarios de cambio climático, la vulnerabilidad frente a la amenaza por incendios forestales se hace representativa, principalmente sobre el Área de Manejo Especial del Distrito de Manejo Integrado cuya amenaza -según los Estudios Básicos de Gestión del Riesgo (EBGR)- es alta y en la totalidad del territorio una amenaza media. El escenario para 2011-2040 los eventos estarán asociados a una temperatura media adicional de 0 °C y 0.8 °C. Se deberán considerar la frecuencia del incendio forestal de tipo socio-natural en mayor medida sobre la EEP.

Figura 43. Cambio de temperatura media (en %) 2011-2040 y eventos de incendios forestales para Tenjo.



Fuente: Elaboración propia con base en el historial de eventos en Tenjo y la Tercera Comunicación de Cambio Climático.

Para los próximos dos escenarios la temperatura media incrementará de 0.81 °C a 1 °C y 1.01 °C a 1.2 °C para el escenario 2041-2070. Con respecto a 2071-2100 el escenario tenderá a aumentar en los siguientes rangos 1.21 °C – 1.6 °C y 1.61 °C – 1.8 °C. Por lo anterior, aumentará la probabilidad que se produzca incendios de mayor intensidad y amplitud en adición a la modificación de los patrones de lluvias en el país.

Figura 44. Cambio de temperatura media (en %) 2041-2070 y eventos de incendios forestales para Tenjo.

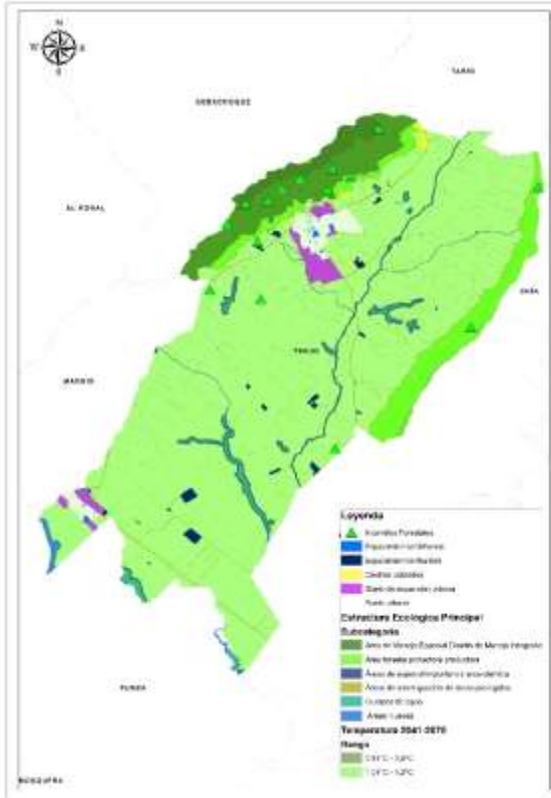
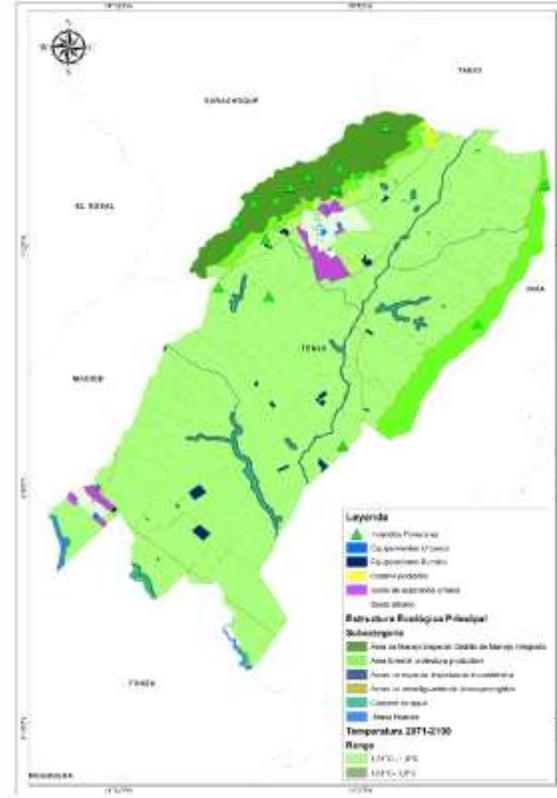


Figura 45. Cambio de temperatura media (en %) 2071-2100 y eventos de incendios forestales para Tenjo.



Fuente: Elaboración propia con base en el historial de eventos en Tenjo y la Tercera Comunicación de Cambio Climático.

Finalmente, los incendios forestales presentan una relación no solo con la precipitación y temperatura media, también los vientos, el brillo solar entre otros incide en el número de eventos. Sin embargo, es preciso aclarar que este evento tiende a ser considerado, además, de origen antrópico por tanto el tipo de intervención del gobierno local deberá orientarse hacia su manejo.

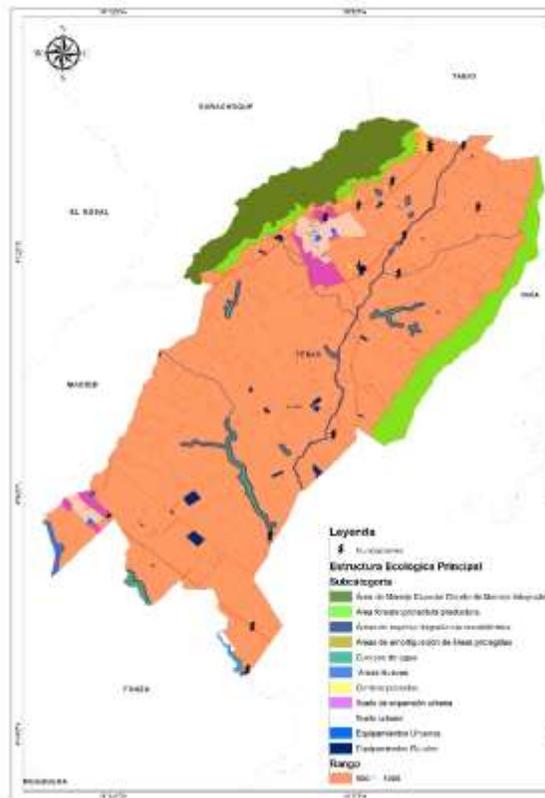
c. Inundaciones

- Precipitación

El IDEAM (2021) define a las inundaciones como “fenómenos hidrológicos recurrentes potencialmente destructivos, que hacen parte de la dinámica de evolución de una corriente”. Estos eventos pueden ser pluviales o fluviales, los primeros se relacionan con la capacidad del terreno, con la saturación y drenaje del mismo. En tanto la segunda, se genera por el desborde de un río. En este sentido, los patrones en la precipitación son relevantes en la metodología para el estudio básico de dicha amenaza.

Ahora bien, en la Figura 46 se observa el clima de referencia según las precipitaciones en el territorio entre 1976-2005 y la ubicación y cantidad de los eventos identificados por el proceso participativo. Esta serie de hechos podrían afectarse por la distribución temporal en los escenarios proyectados ya que la cantidad de precipitaciones es incremental hasta el 2100.

Figura 46. Precipitación (mm) 1976-2005 y eventos de inundaciones para Tenjo.

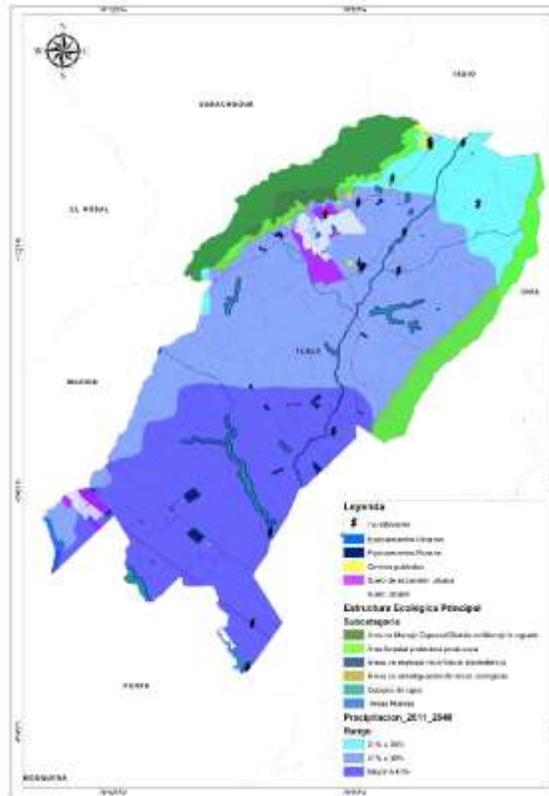


Fuente: Elaboración propia con base en el historial de eventos en Tenjo y la Tercera Comunicación de Cambio Climático.

El historial de eventos se distribuye parcialmente sobre el sector noroccidental y unos cuantos eventos sobre el sector suroriental. A este respecto, la precipitación positiva sobre el noroeste, en el escenario 2011-2040, tendrá un cambio del 21% a 40% y sobre el sureste la precipitación incrementará más del 40%. De la zonificación de la amenaza en el suelo rural se retoma que “estas huellas obedecen a zonas de inundación pluvial (encharcamiento), relacionadas con la ausencia de una red de drenaje efectiva, dadas las bajas pendientes en esta parte de la cuenca y a temporadas de lluvia, especialmente a eventos de gran magnitud”.

Para el escenario 2041-2070 tan solo dos eventos estarán bajo la influencia de una precipitación positiva de 21%-30%, así la mayoría de los eventos se relacionarán con el cambio de precipitación mayor al 40% y del 31%-40% (ver Figura 48). Situación similar que presentará el escenario 2071-2100 (Figura 49).

Figura 47. Cambio de precipitación (en %) 2011-2040 y eventos de inundaciones para Tenjo.



Fuente: Elaboración propia con base en el historial de eventos en Tenjo y la Tercera Comunicación de Cambio Climático.

Figura 48. Cambio de precipitación (en %) 2041-2070 y eventos de inundaciones para Tenjo.

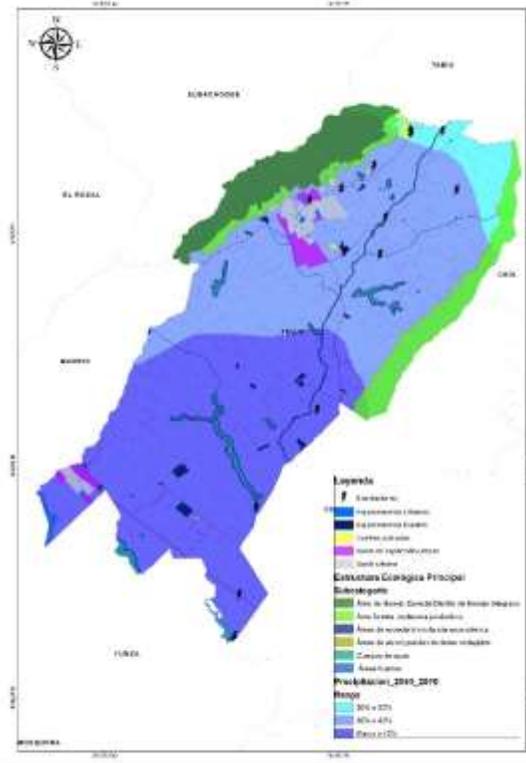
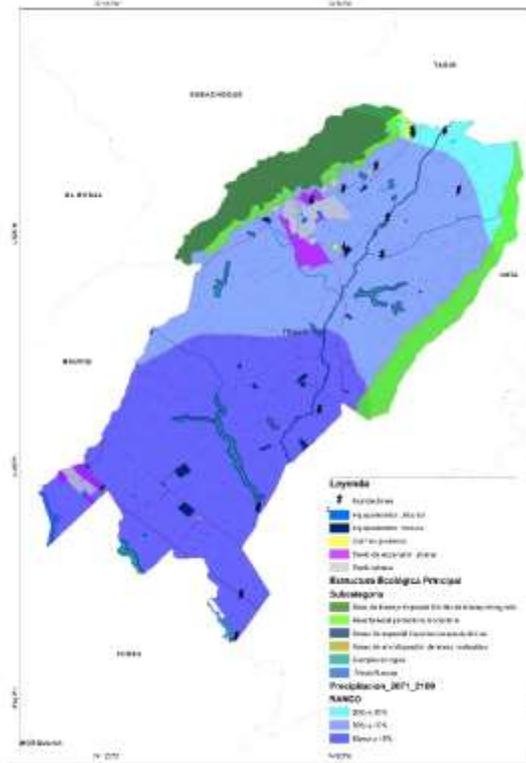


Figura 49. Cambio de precipitación (en %) 2071-2100 y eventos de inundaciones para Tenjo.



Fuente: Elaboración propia con base en el historial de eventos en Tenjo y la Tercera Comunicación de Cambio Climático.

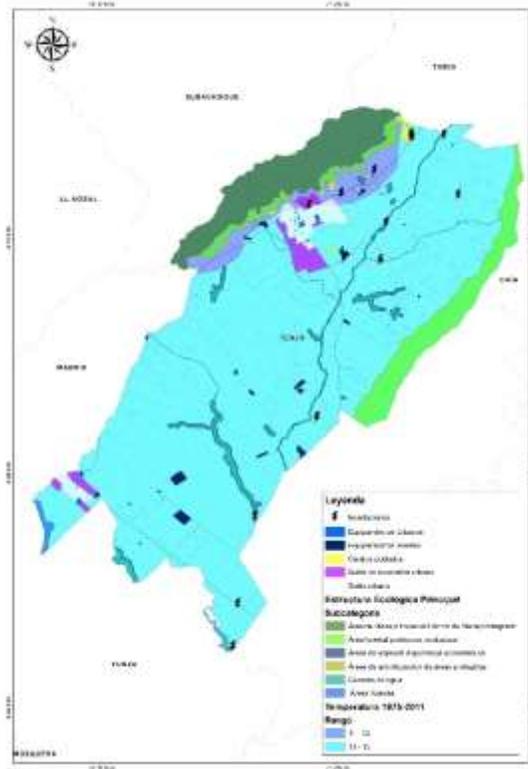
Cabe mencionar que el estudio básico para la amenaza por inundación, según los eventos históricos, se asocian principalmente a la intervención antrópica en los drenajes naturales o vallados que, en épocas de altas precipitaciones, causa que el caudal no pueda continuar su curso. Así, si las precipitaciones responden a un aumento progresivo, la resiliencia deberá constituir el problema antrópico que manifiestan los habitantes a fin de disminuir la amenaza por inundaciones.

- Temperatura media

Con el incremento de temperatura, la distribución temporal puede variar entre temporadas de lluvia y temporadas de sequía. Esto influirá en los eventos de amenaza pues aumentará la intensidad de precipitación, al tiempo que desequilibrará la estructura del suelo como se explicó en los movimientos en masa. Así, la variabilidad climática producto del cambio climático puede hacer que

los sucesos con respecto a inundaciones sean más probables e intensos. En la siguiente figura, se observa el clima de referencia con los eventos históricos por inundación.

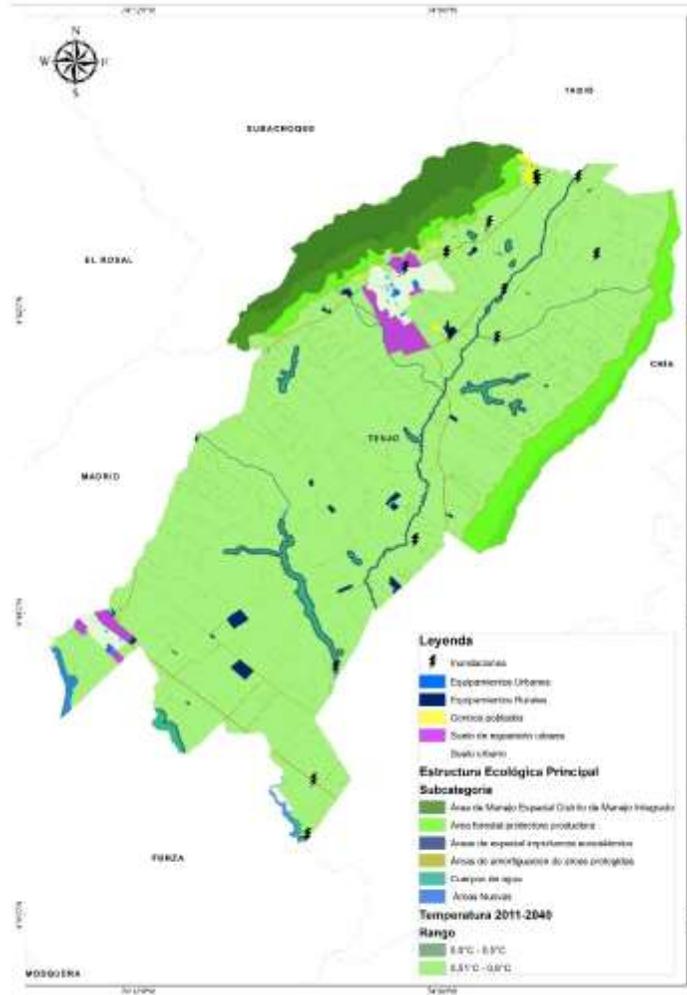
Figura 50. Temperatura media (°C) 1975-2005 y eventos de inundaciones para Tenjo.



Fuente: Elaboración propia con base en el historial de eventos en Tenjo y la Tercera Comunicación de Cambio Climático.

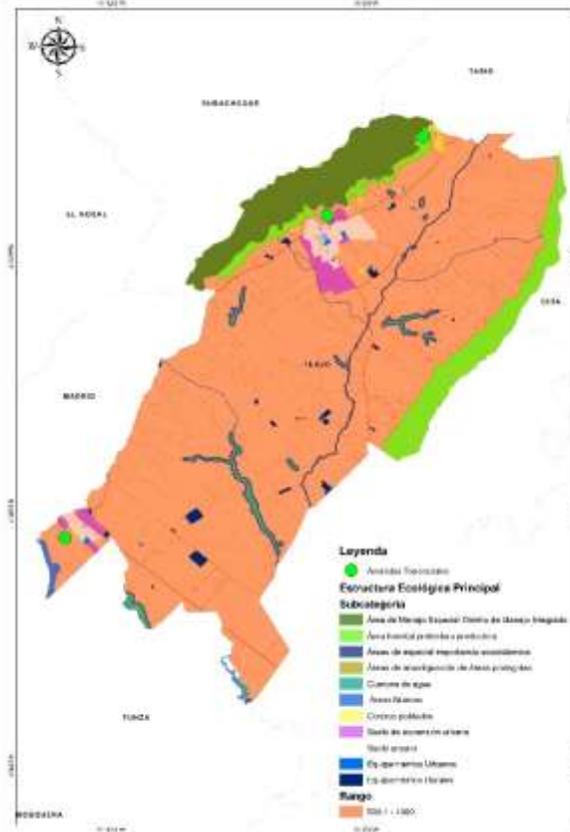
Con el cambio climático las olas de calor y las inundaciones serán cada vez más recurrentes, para el caso de la temperatura media el incremento a 2100 los 1.8 °C que en términos de efectos en el territorio representa cambios en la habitabilidad de las personas, así como la producción de alimentos.

Figura 51. Cambio de temperatura media (en %) 2011-2040 y eventos de inundaciones para Tenjo.



Fuente: Elaboración propia con base en el historial de eventos en Tenjo y la Tercera Comunicación de Cambio Climático.

Figura 54. Precipitación (mm) 1976-2005 y eventos de avenidas torrenciales para Tenjo.



Fuente: Elaboración propia con base en el historial de eventos en Tenjo y la Tercera Comunicación de Cambio Climático.

Los escenarios proyectados para 2011-2040, 2041-2070 y 2071-2100 permiten observar que los eventos por avenidas torrenciales se ubicarán sobre los subsectores delimitados por el cambio de precipitación, así sobre el costado noroccidente el evento tendrá un rango de precipitación entre 21% y 30%. Cerca de la cabecera municipal el evento contará con un rango entre 31% a 40% y sobre el sector suroccidental cerca de La Punta el evento pasará de 31% a 40% en 2011-2040 a ser mayor del 40% en los dos escenarios posteriores.

Figura 55. Cambio de precipitación (en %) 2011-2040 y eventos de avenidas torrenciales para Tenjo.

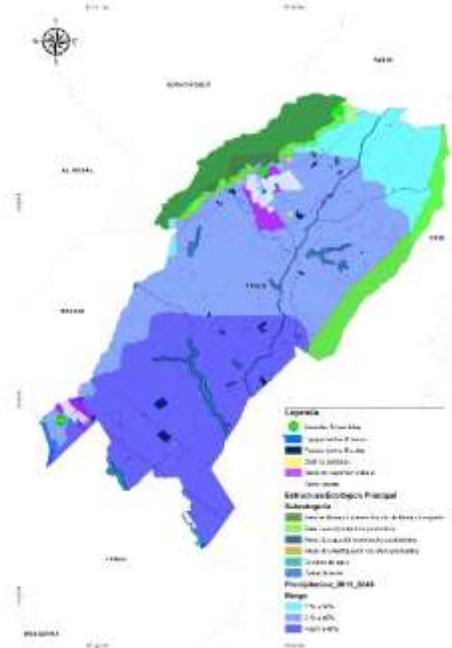


Figura 56. Cambio de precipitación (en %) 2041-2070 y eventos de avenidas torrenciales para Tenjo

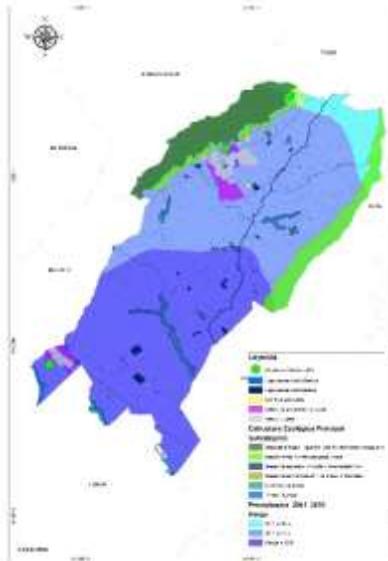
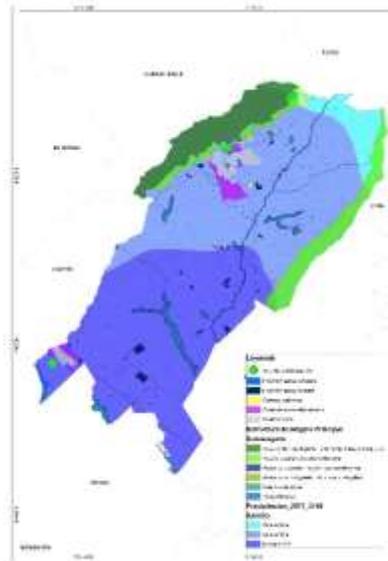


Figura 57. Cambio de precipitación (en %) 2071-2100 y eventos de avenidas torrenciales para Tenjo

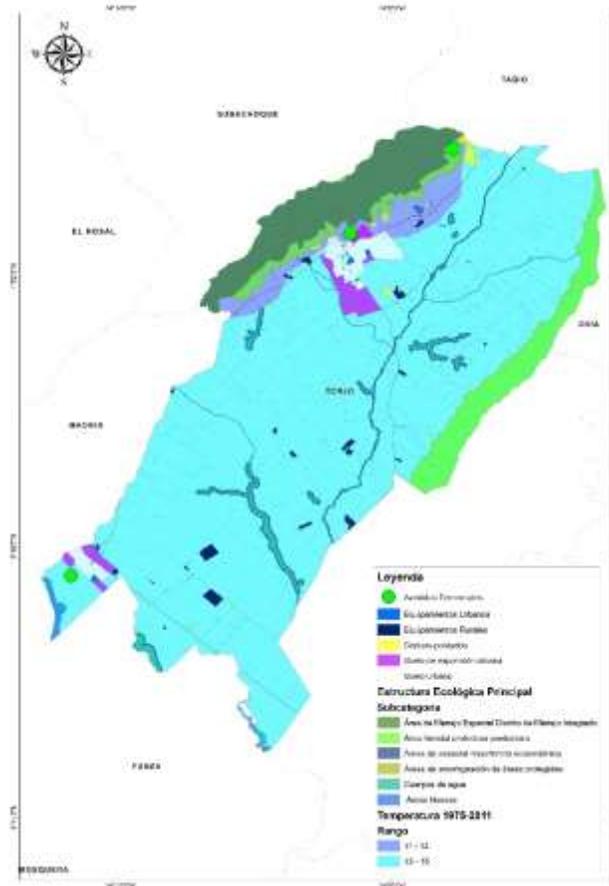


Fuente: Elaboración propia con base en el historial de eventos en Tenjo y la Tercera Comunicación de Cambio Climático.

- Temperatura media

Para el caso de la temperatura media, el clima de referencia ubica a los tres eventos determinados en los sectores norte, sur y cerca de la principal cabecera municipal, tal como se evidencia en la siguiente figura.

Figura 58. Temperatura media (°C) 1976-2005 y eventos de avenidas torrenciales para Tenjo.

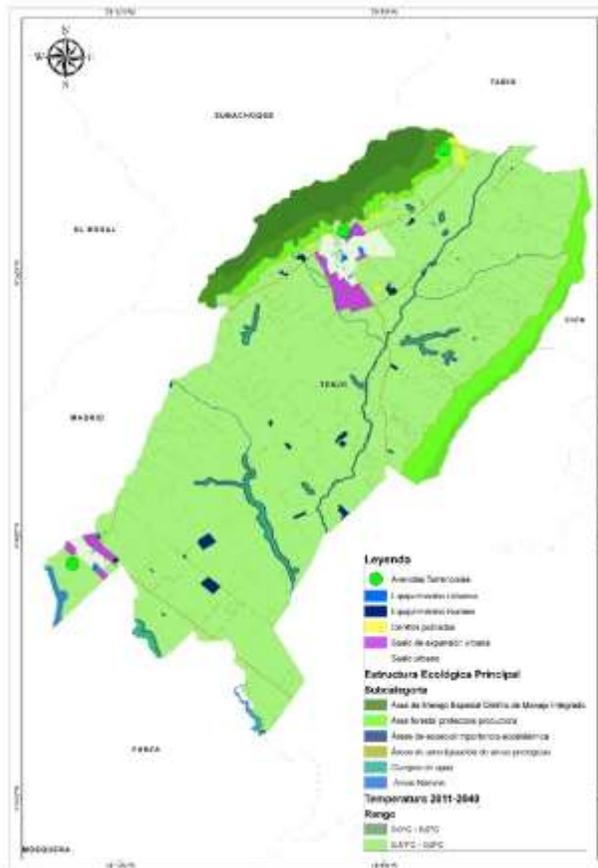


Fuente: Elaboración propia con base en el historial de eventos en Tenjo y la Tercera Comunicación de Cambio Climático.

A diferencia de los cambios por precipitación, la temperatura en el territorio hasta el año 2100 con influencia directa sobre el historial de eventos homogenizará su aumento al pasar del 0.51 °C- 0.8 °C en 2011-2040 a 1.01 °C- 1.2 °C en 2041-2070 para terminar posteriormente con un valor de 1.21 °C- 1.6 °C en 2071-2100 (ver Figura 59, Figura 60 y Figura 61).

Si bien la temperatura no incide directamente sobre los eventos por avenidas torrenciales, como se expresó en la amenaza por inundaciones, la elevación de la temperatura media hace que los patrones de precipitación, así como la distribución temporal del territorio varíen con respecto al cambio climático, es decir que las avenidas torrenciales al generarse por intensas precipitaciones y valores pico en cuestión de horas podrían ser representativas en la medida que la precipitación y la temperatura media tenderán a aumentar.

Figura 59. Cambio de temperatura media (en %) 2011-2040 y eventos de avenidas torrenciales para Tenjo.



Fuente: Elaboración propia con base en el historial de eventos en Tenjo y la Tercera Comunicación de Cambio Climático.

Figura 60. Cambio de temperatura media (en %) 2041-2070 y eventos de avenidas torrenciales para Tenjo.

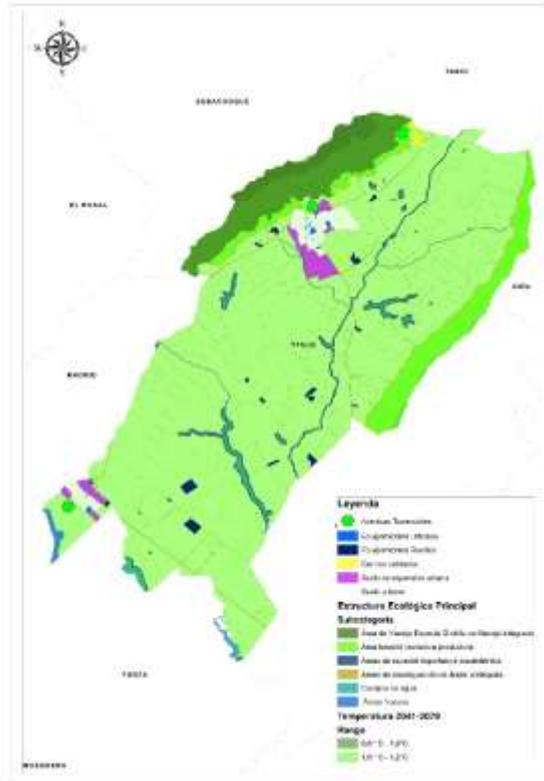
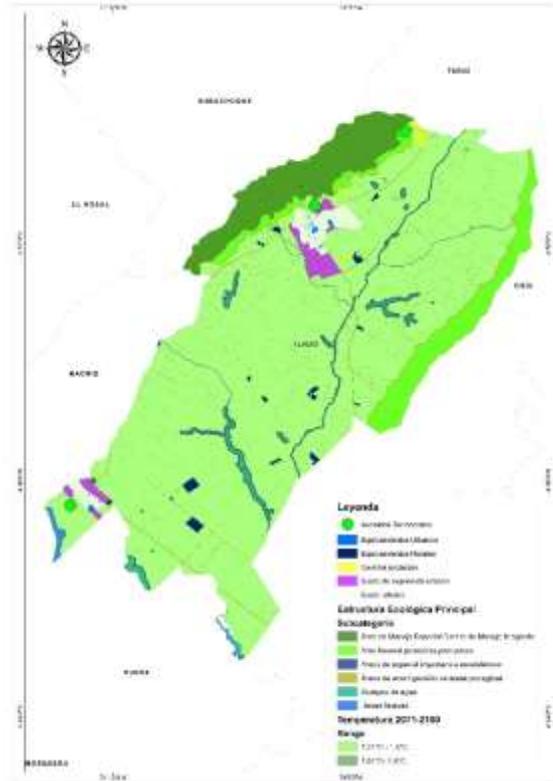


Figura 61. Cambio de temperatura media (en %) 2071-2100 y eventos de avenidas torrenciales para Tenjo.



Fuente: Elaboración propia con base en el historial de eventos en Tenjo y la Tercera Comunicación de Cambio Climático.

6 Validación de información climática con los actores institucionales, sociales y sectoriales.

De acuerdo con la Guía CAR (2018), la información recolectada en los diferentes escenarios con la comunidad representa una base importante para aterrizar las características del territorio y cómo este se ha visto afectado por cambios en el clima y eventos extremos. El desarrollo de talleres, socializaciones, encuestas, cartografía social y demás (participación comunitaria³-identificación de actores y herramientas de participación), servirá para el reconocimiento de las características del

³ Importante: Bajo la óptica de cambio climático, es necesario contar con la participación comunitaria para lograr “bajar la escala a nivel local”, de los impactos de CC, VC y puntos críticos vulnerables expuestos a estos cambios.

territorio (modos de vida) y la obtención de información local sobre los aspectos socio-económicos y ambientales, así:

- Identificación de las amenazas climáticas a las que está expuesto el municipio.
- Reconocimiento de las evidencias de transformación en las actividades económicas en el corto, mediano y largo plazo por cambio en las condiciones climáticas o eventos extremos.
- Identificación de puntos críticos vulnerables.
- Reconocimiento de las capacidades adaptativas (oportunidades) y sensibilidad a nivel territorial para la selección de posibles medidas de adaptación.
- Identificación de áreas o elementos de importancia cultural, social patrimonial u otras que puedan ser vulnerables a efectos de cambio climático y vulnerabilidad climática.

Con el objetivo de dar alcance al enfoque participativo de la formulación del PMACC, se desarrolló un taller con los representantes de los actores sociales e institucionales identificados en el mapeo de actores, realizado previamente por parte del equipo formulador del PMACC, en dónde se busca compilar información de los habitantes y trabajadores del municipio de Tenjo, acerca de cómo perciben su territorio actualmente, que eventos climáticos han ocurrido en su territorio en los últimos 50 años, cómo perciben la condición de vulnerabilidad y probabilidad de ocurrencia de nuevos eventos de este tipo encontrando así un escenario tendencial del territorio, y finalmente cuáles serían esas medidas de adaptación que proponen, desde el planteamiento de un escenario deseado y su relación con las Líneas de Acción Prioritarias Para La Adaptación al Cambio Climático en Colombia.

A continuación, se presentan los resultados del ejercicio del taller de construcción participativa del plan municipal de adaptación al cambio climático, de la información primaria recolectada a partir de las percepciones de los actores del territorio sobre la variabilidad y el cambio climático a escala municipal.

- **Cartografía social y reconocimiento territorial**

Los actores han ubicado espacialmente los elementos de territorio que podrían verse afectados o que tendencialmente han sufrido afectaciones a casusa de la variabilidad y cambio climático. En consecuencia, se observa desaparacimiento de cuerpos de agua, urbanización ilegal en áreas de protección (DMI), pérdida de función amortiguadora de cuerpos de agua como el humedal y los vallados, entre otros aspectos (ver Figura 62 del presente documento).

- **Revisión histórica de eventos climáticos**

Durante esta actividad en mesa de trabajo, se preguntó a los actores clave acerca de los regímenes climáticos que se presentaron en el territorio con relación a tres periodos de tiempo (de 50 a 10 años atrás, otro para 9 a 1 año atrás y otro para el año 2018). Lo anterior con el fin de encontrar épocas de lluvia y tiempo seco por año, además de medidas tomadas durante cada uno de estos regímenes y las posibles anomalías o eventos extremos y observaciones al respecto.

La información resultante fue clave para aportar al numeral de revisión eventos históricos como base de datos cualitativos durante el reconocimiento del riesgo del territorio, las tendencias de variabilidad y cambio climático y el actuar de la comunidad y la institucionalidad. (Para ver los cuadros trabajados con la comunidad remitirse al anexo 3-01).

- **Prospectiva y propuestas de adaptación**

En esta actividad se realizó el compendio de información en cuadros que ofrecían eventos climáticos y efectos o impactos provocados por estos, para que los actores validaran los efectos o los modificaran de ser necesario y propusieron medidas de adaptación que veían viables ejecutar en el territorio, relacionadas con cada evento y efecto o impactos (para ver los cuadros trabajados con la comunidad remitirse al anexo 3-02).

De este modo en el taller también se logró recolectar información acerca de los cambios temidos y esperados por la comunidad frente a los escenarios de cambio climático presentados, según la TCNCC. A continuación, se muestran estos cambios.

Tabla 69. Cambios presentidos y esperados por los actores claves.

Cambios presentados	Autoridades municipales desconozcan o no den prioridad a las acciones de adaptación a las nuevas tendencias económicas y sociales.
	Expansión industrial en el municipio sin control adecuado.
	Actividad agropecuaria industrializada.
Cambios esperados	Inclusión de especies foráneas que desequilibren o modifiquen el ecosistema del municipio.
	Sistemas agroecológicos.
	Recuperación de cuerpos de agua para amortiguar precipitaciones.
	Arborización nativa e implementación de cercas vivas.
	Plan de manejo ambiental en cumplimiento.
	Reglamentación del turismo.
	Priorizar en el presupuesto las acciones encaminadas a la gestión ambiental y el aumento de la productividad.
	Banco de semillas y semillas adaptadas al cambio climático.
Establecer parámetros para un distrito de riego.	
Recuperación de acueductos verdes y técnicas agropecuarias ancestrales.	

Fuente: PMACC, 2018.

- **Impactos históricos en el sistema**

Las amenazas climáticas, eventos hidrometeorológicos y cambios graduales del clima; ocurridos con mayor frecuencia en el municipio de Tenjo en el periodo 1948-2018 son: heladas, incendios forestales, inundaciones, incendios estructurales, deslizamientos, tormentas eléctricas, vendavales y accidentes de tránsito, respectivamente.

Tabla 70. Peso porcentual de eventos en el municipio.

75%	10%	5%	4%	2%	1%	1%	1%
Heladas	Incendio Forestal	Inundación	Incendio Estructural	Deslizamiento	Tormenta Eléctrica	Vendaval	Accidente de Tránsito

Fuente: PMACC, 2018.

El siguiente cuadro resume los eventos climáticos ocurridos en el municipio de Tenjo durante el periodo 1948-2018. Como referencia se toma el inventario histórico nacional de desastres elaborado por la Corporación OSSO y el consolidado anual de emergencias reportadas por el SNGRD.

Tabla 71. Histórico de eventos climáticos ocurridos en el municipio de Tenjo en el periodo 1948-2018.

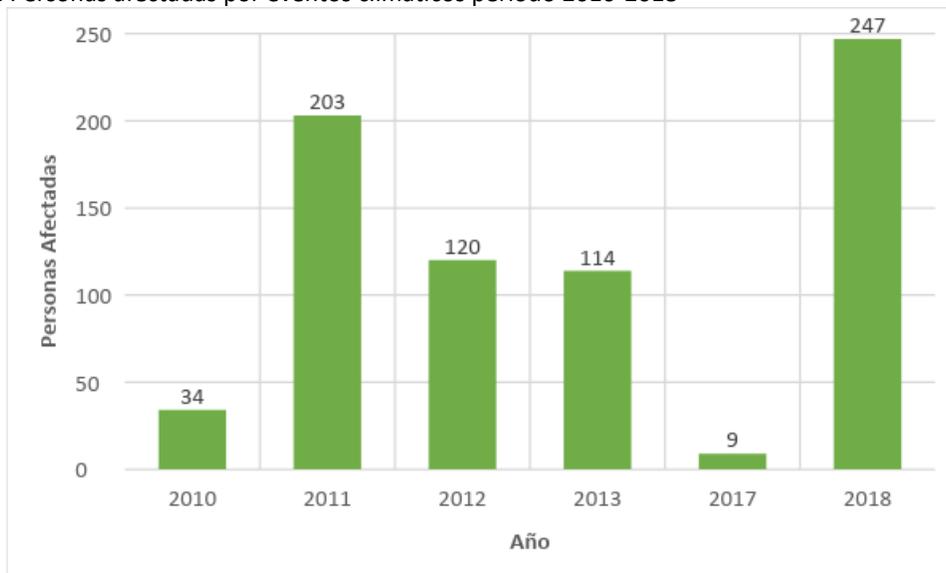
Fecha	Evento Climático	Ubicación	Causa	Perdidas/afectados
3/02/1948	Incendio forestal		Verano Intenso	Cultivos de Pastos.
25/12/1972	Incendio Estructural	Vereda de Chince	Desconocida	3 vidas humanas.
8/03/2002	Incendio forestal	Aguanica	Sequía, Ola de calor	
13/03/2010	Incendio forestal	Vereda de Chince	Desconocida	130 ha de cultivos y bosque.
4/04/2010	Inundación	Veredas Chince; Juatica y Pan de Azúcar.	Por material de arrastre.	34 personas, 8 viviendas, 1 centro educativo y 1 vía.
19/04/2011	Deslizamiento	Barrio: Churraco Alto sector: cementerio.	Desconocida	115 personas, 29 viviendas y 1 vía.
30/06/2011	Vendaval		Condiciones atmosféricas	57 personas, 75 ha de cultivos y bosques.
6/07/2011	Incendio Estructural		Desconocida	1 persona herida.
17/11/2011	Inundación	Vereda Churuguaco	Lluvias	30 personas, 2 viviendas destruidas y 7 afectadas y 3 vía
13/04/2012	Inundación	Vereda Juaica	Desbordamiento	120 personas y 30 viviendas.
17/03/2013	Inundación	Vereda La Punta	Lluvias	100 personas, 20 viviendas, 1 centro educativo y 1 vía.
27/09/2013	Incendio Estructural	Vereda La Punta Fabrica de Pólvora	Desconocida	9 personas heridas.
31/10/2013	Incendio Estructural	Área Urbana	Desconocida	5 personas y 1 vivienda.

Fecha	Evento Climático	Ubicación	Causa	Perdidas/afectados
27/10/2014	Inundación	Vereda La Punta	Lluvias	1 vía.
1/03/2015	Incendio Forestal	Valvanera Vía Tenjo Chía	Desconocida	2 ha de cultivos y bosques.
26/12/2015	Incendio Forestal	Límite de Chía y Tenjo en la Vereda Guandata.	Mitómanos	1 ha de cultivos y bosques.
29/12/2015	Incendio Forestal		Desconocida	15 ha de cultivos y bosques.
3/01/2016	Incendio Forestal	Vereda Camellón de las Lajas	Desconocida	1 ha de pinos y pastizales.
28/01/2016	Incendio Forestal	Vereda Chitasuga zona de los Ranchos	Desconocida	
12/06/2016	Incendio Forestal	Vereda Carrasquilla Hacienda Jardín Secreto	Desconocida	1 ha de cultivos de flores.
18/01/2017	Inundación	Vereda La Punta	Lluvias	5 personas, 1 familia y 3 vías.
21/01/2017	Incendio Forestal	Vereda Chitasuga parte Baja	Desconocida	2 ha de cultivos y bosques.
7/02/2017	Incendio Forestal	Vereda Chince Limite de los municipios de Tenjo, Tabio y Subachoque	Desconocida	2 persona herida.
25/03/2017	Tormenta Eléctrica	Vereda Santa Cruz Sector Los Colegios	Rayo	1 persona muerta y 1 persona afectada.
22/05/2017	Incendio Estructural	Vereda La Punta Fabrica de Tejas	Desconocida	Inmuebles.
8/05/2018	Deslizamiento	Vereda Churuguaco Alto		5 personas, 1 familia, 1 vivienda averiada.
18/07/2018	Accidente de Transito	Variante Siberia-Tenjo		1 persona muerta y 1 persona afectada.
2/09/2018	Vendaval	Vereda La Punta	Condiciones atmosféricas	1 persona muerta, 240 personas afectadas, 50 viviendas afectadas y 50 familias afectadas y 1 centro educativo.

Fuente: PMACC, 2018 con base en DESINVENTAR, 2018 y UNGRD, 2018.

Los eventos climáticos que mayor número de personas afectadas dejaron en el periodo 2010-2018 en el municipio son: vendavales, inundaciones y deslizamientos; siendo los años más afectados 2011, 2012, 2013 y 2018.

Figura 63. Personas afectadas por eventos climáticos periodo 2010-2018



Fuente: PMACC, 2018 con base en UNGRD, 2018.

El municipio de Tenjo es el segundo municipio más afectado por heladas, evento climatológico de especial importancia que afecta todos los componentes del municipio. Este fenómeno es monitoreado a través de las estaciones meteorológicas de la red de heladas del IDEAM, las cuales se encuentran ubicadas como se describe a continuación:

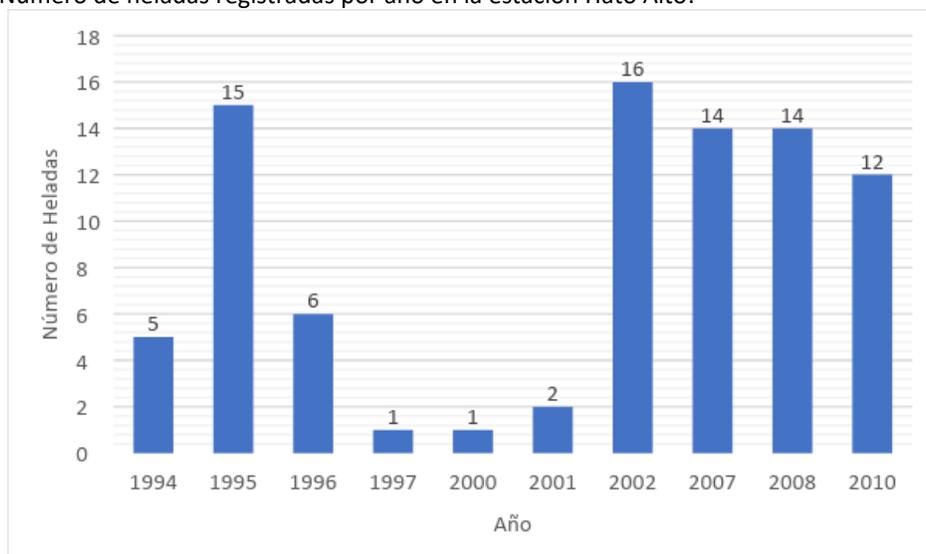
Tabla 72. Estaciones meteorológicas ubicadas en el municipio de Tenjo.

Código	Nombre	Longitud	Latitud
2120598	Granja Providencia	-74,200917	4,792389
2120649	Hato Alto	-74,139917	4,835083

Fuente: PMACC, 2018 con base en IDEAM, 2018.

En la estación meteorológica Hato Alto en el periodo 1994-2011 se registraron un total de 86 heladas. Marcando como valor histórico mínimo de temperatura -8.8°C el 4 de febrero de 2007, así misma evidencia como años más críticos 1995, 2002, 2008 y 2010; de manera contraria en los años 1998, 1999, 2003 a 2006, 2009 y 2011 no se presentaron heladas en el municipio.

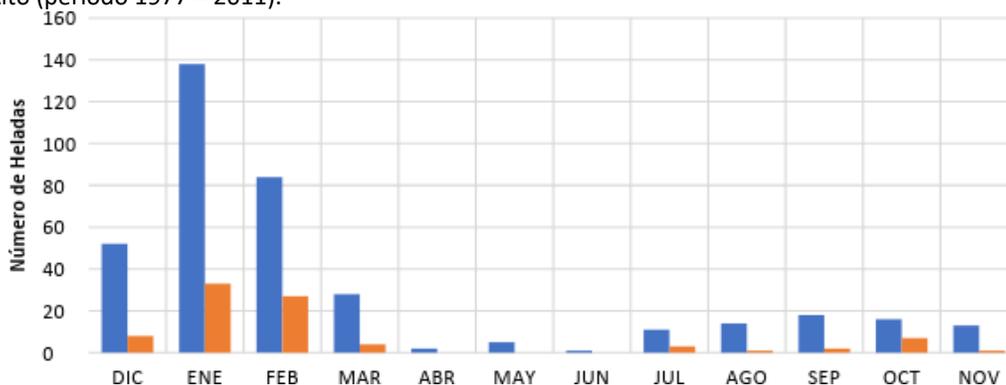
Figura 64. Número de heladas registradas por año en la estación Hato Alto.



Fuente: PMACC, 2018 con base en IDEAM, 2012.

La distribución mensual de las heladas presentadas en Tenjo durante este periodo, de acuerdo con las estaciones Hato Alto y Granja Providencia indican que este fenómeno ha sido más frecuente entre los meses de diciembre y febrero, lo que coincide con la primera época seca del año.

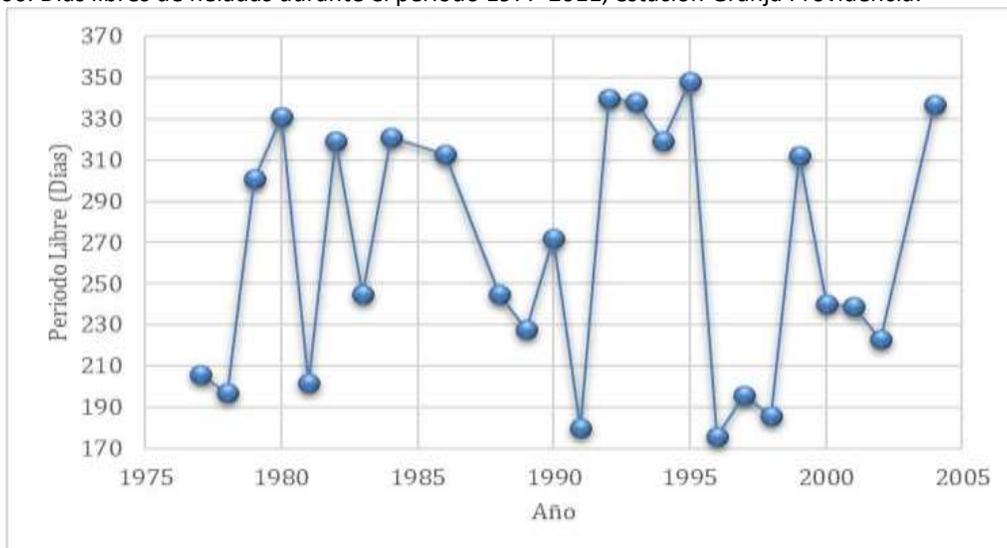
Figura 65. Número de heladas presentadas por mes en el municipio de Tenjo Estación Granja Providencia y Hato Alto (periodo 1977 – 2011).



Fuente: PMACC, 2018 con base en IDEAM, 2012

Así mismo, en este periodo se presentó un promedio de 265 días libres de heladas, siendo los años más significativos 1995 (348 días), 1992 (340 días), 1993 (338 días), 2004 (337 días), 1980-1984 (321 días), 1982-1994 (319 días), 1986 (313 días), 1999 (312 días) y 1979 (301 días).

Figura 66. Días libres de heladas durante el periodo 1977-2011, estación Granja Providencia.



Fuente: PMACC, 2018 con base en IDEAM, 2012.

- **Análisis cualitativo**

Los datos históricos de eventos climáticos reportados anteriormente, fueron corroborados y comparados con los actores clave del municipio mediante el “*Taller de construcción participativa del plan municipal de adaptación al cambio climático*”. Por el cual se genera una línea base de percepción del territorio y vulnerabilidad ante estos eventos. De esta manera, se realizó una descripción de los cambios en los componentes hidrometeorológicos que han vivido, así como las medidas de prevención y mitigación adoptadas.

El consolidado se presenta en la Tabla 73, para ver los datos específicos de las mesas de trabajo ver el Anexo 3-01.

Tabla 73. Análisis cualitativo de los eventos climáticos ocurridos en el municipio de Tenjo.

PERIODOS	RÉGIMENES	EFECTOS	MEDIDAS	OBSERVACIONES
50 a 10 años	Abril-Mayo Lluvias Octubre- Noviembre Lluvias	Zona Nororiental- áreas de Pantanos	*Construcción de vallados. *Reservorios y otras fuentes de aguas existentes. *Siembra de cultivos en secano con cosecha en agosto.	*Siembra de Trigo. *Reforestación con Pino y Eucalipto por parte de la CAR. *Alta biodiversidad (Frailejones, Pez capitán, variedad de aves, Laurel, armadillos, conejos,

PERIODOS	RÉGIMENES	EFFECTOS	MEDIDAS	OBSERVACIONES
	Resto del año, seco o poca precipitación	Incendios Forestales en Chince. Temblores, terremotos. Verano muy intenso con una duración de 3 años, lo que ocasiono muerte de ganado y desaparición de semillas.	Extinción del Fuego mediante helicópteros ya que no existían bomberos en el área.	ardillas, loros, entre otros) *Días más largos, se estableció la llamada "Hora Gaviria" *Periodos de siembra estables hasta los años 70
	Enero-Diciembre Heladas	Época de alistamiento para la siembra, por ende, los efectos de las heladas sobre las actividades agropecuarias no eran tan visibles.	Alistamiento de tierra para cultivos.	
9 a 1 año	Marzo-Mayo Lluvia Octubre-Mediados de Diciembre Lluvia	Inundación. Daños de Viviendas, otras infraestructuras. Caída de árboles. Agrietamiento de terreno. Remoción en masa en la avenida Tenjo-Chía. Avenida Torrencial. Fenómenos de la niña y el niño más intensos. Heladas. Deforestación.	*A nivel urbano se implementó el bici carril y recolección de residuos orgánicos en centros poblados. *Actividades de limpieza en cuerpos de agua afluentes del rio Chicú. *Acciones de educación ambiental. *Compra de predios (52) para protección ambiental. *Riego de flores y pasto. *Reforestación *Diversificación de los cultivos. *Recolección de agua.	*Aumento en el precio de la tierra. *Incremento notorio en las lluvias de la región. * entre 2010-2011 se presentaron grandes inundaciones debido al fenómeno de la niña. *Perdida de vallados por colmatación o poco mantenimiento. *Construcción en zonas de amortización. *Falta de asociatividad. *Construcción de vivienda ilegal en zonas de reserva ambiental. *Falta de control en la planeación territorial. *Aparición de pozos subterráneos ilegales.
	Julio- Agosto Vientos	Vendavales		
	Diciembre- Febrero Heladas	Heladas extremas con repercusiones en el sector agropecuario.		
	Resto del año, tiempo seco o poca precipitación, combinado con olas de calor y granizadas	Oleadas de calor Temblores. Deterioro de la infraestructura. Granizadas fuertes. Afectación en el sector agropecuario. Cambios en los periodos de siembra. Incendios.		
Presente	Época Seca	Duración de máximo 1 semana en el año Incendio Forestal.	*Recuperación de vallados *Limpieza de ríos y quebradas.	*Lluvias fuertes y cortas durante todo el año. *Descenso en el nivel freático por
	Época de Lluvia	Inundación en octubre en la Vereda Chince.	*Construcción de muros	

PERIODOS	RÉGIMENES	EFEITOS	MEDIDAS	OBSERVACIONES
		Incremento paulatino de lluvias. Granizada en septiembre. Tormentas eléctricas. Afectación de viviendas (aproximadamente 88). Disminución de pequeños cultivos. Afectación de semovientes.	de contención por parte de la CAR. *Proyecto CHECUA 2017. *Entrega de silos. *Educación ambiental. *Reforestación dirigida en zonas montañosas.	pozos subterráneos. *Aumento del turismo. *Abonos orgánicos no certificados. *Riego de hortalizas con aguas del río Chince. *PTAR con bajo porcentaje de atención de usuarios. *Vallados secos *Pérdida de huerta casera *En vía de extinción el copetón sabanero, el colibrí y el carbonero.
	Vientos	Vendavales en vereda La Punta. Daños en la infraestructura vial. Caída de árboles, cableado eléctrico y postes. Pérdida de biodiversidad. Aumento de aparición de vectores y plagas. Ampliación de la frontera agrícola.		

Fuente: PMACC, 2018 con base en los aportes de los actores claves, taller Participativo PMACC 2018.

- **Calificación de significancia y probabilidad de los eventos climáticos y sus impactos**

Teniendo como precedente el conocimiento de los escenarios de cambio climático 2011- 2100 por parte de los actores claves durante el taller participativo realizado para el PMACC, en la actividad de *prospectiva y propuestas de adaptación al cambio climático* se realizó una calificación según criterio de los participantes de la significancia que ha tenido la ocurrencia de cada evento hasta el presente, sus efectos y la importancia que pueden tener los eventos en el futuro y la probabilidad de que se sigan presentando, dados los escenarios expuestos. Cabe resaltar que los actores claves participantes del taller y la calificación en mención son habitantes del municipio y conocedores vivenciales de sus realidades e historia.

La calificación se trata de la multiplicación entre significancia y probabilidad, dando una priorización del riesgo por evento, conforme a la percepción de los actores claves. Dicha multiplicación da como resultado valores entre 1 y 9, dando 3 rangos de priorización la atención de los posibles efectos a través de medidas de adaptación al cambio climático, que serán tratadas en los siguientes capítulos. Los rangos están divididos así:

Tabla 74. Rangos del Riesgo evento.

$$\text{Riesgo evento} = \text{Significancia} * \text{Probabilidad}$$

Rango	Priorización
1-3	Baja
4-6	Media

7-9 Alta

Fuente: PMACC, 2018.

Las calificaciones por variable (significancia- probabilidad) contaron con un rango entre 1 a 3, donde 1 era baja significancia y baja probabilidad, 2 era media y 3 alta significancia y alta probabilidad de ocurrencia.

A continuación, se da el desglose por evento calificado en el taller participativo del PMACC.

- Para el evento de Incendio Forestal, respecto a sus impactos potenciales, la calificación es de riesgo 9, que denota una importancia de priorización alta, por cuanto se pueden presentar en gran área del municipio y su probabilidad de ocurrencia es muy alta.
- Para el evento de olas de calor, sin embargo, la calificación es de 4, lo que lo ubica en una categoría de priorización de atención por sus efectos (significancia) y la probabilidad de ocurrencia no es tal alta.
- Para los eventos de granizada, han otorgado una calificación de 9, debido a la significancia de sus impactos sobre sus infraestructuras y medios de subsistencia, así como lo ubican como altamente probable de repetirse en el tiempo, con una considerable frecuencia alta.
- El caso de las heladas tiene igualmente calificación de 9 por la significancia de sus efectos y su alta probabilidad de repetirse.
- En el caso de los vendavales está calificado como categoría baja (valor de 2) toda vez que, si bien sus efectos son considerables, su probabilidad de presentarse frecuentemente, según los actores claves, es muy baja.
- Aguaceros y chubascos están calificados en 9 con categoría alta de priorización de atención con medidas de adaptación.
- Por su parte, las inundaciones están definidas en categoría media. La comunidad expresa que, a pesar de la significancia de sus efectos, la probabilidad de ocurrencia en media.
- Así mismo la calificación para eventos de remoción en masa es de 6, que la ubica en categoría media de priorización para las medidas de adaptación al cambio climático.

- Para el caso de avenidas torrenciales de acuerdo con la comunidad participante se trata de un evento no común en el municipio, sin embargo, se plantearon medidas que atienden la posibilidad de que ocurra; a su vez estas medidas atienden otro tipo de eventos.
- En cuanto a las sequías, el evento está catalogado en baja priorización con una calificación de 3. Si bien, sus efectos son fuertes y significativos, la probabilidad de ocurrencia es muy baja en la región.
- Finalmente, la degradación de suelos está categorizada como de alta importancia para la priorización de medidas, toda vez que sus efectos son altamente significativos y la probabilidad de ocurrencia es alta.

Tabla 75. Evaluación de eventos en escenario futuro y propuestas de adaptación.

Evento/ Efecto	Impactos Potenciales	Evaluación			Acción de adaptación
		Sig	Pro	Rso	
Incendio forestal	Alteraciones sobre la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos	3	3	9	Gestión del conocimiento, Implementación de distrito de riego, Cortafuegos, Reservorios de agua. Reforestación, gestión del recurso hídrico.
	Afectación directa a la población				
	Daños en viviendas, cultivos e infraestructuras				
Olas de calor	Afectación de los sectores agropecuario, acuícola y piscícola	2	2	4	Cultivos inteligentes, Barreras vivas, Reservorios de agua, Arreglos agrosilvopastoriles, tanques de reserva.
	Afectación a la salud humana				
Granizadas	Impactos sobre las actividades económicas	3	3	9	Mantenimiento y remplazo de canaletas domésticas, Refuerzo y mantenimiento de estructuras, Gestión del conocimiento.
	Daños en vivienda				
	Congestión vial en áreas urbanas				
Heladas	Pérdidas en el sector agropecuario	3	3	9	Cultivos inteligentes, arreglos ASP, alternativas de producción.
Vendavales	Afectación directa sobre la población	2	1	2	Reforzar infraestructura, Evaluación y mantenimiento de árboles en riesgo, Cercas vivas, Mantenimiento de cableado y postas.
	Daños en vivienda e infraestructura vital				
	Pérdida de cultivos				
	Pérdidas económicas por cortes en los servicios públicos				
Aguaceros o chubascos	Pérdidas en cultivos (plagas, pérdida de suelo, estrés sobre las plantas)	3	3	9	Recuperación de canales, Canalización de aguas lluvias, Conservación de suelos, Recuperación y conservación de lechos, humedales y vallados.
	Pérdidas económicas por suspensión de actividades productivas				
	Daños en vivienda e infraestructura				
Inundaciones	Afectación directa a la población	3	2	6	Seguimiento a la construcción y licenciamiento de viviendas y demás
	Pérdida de zonas de esparcimiento				

Evento/ Efecto	Impactos Potenciales	Evaluación			Acción de adaptación
		Sig	Pro	Rso	
	Aumento de la inseguridad alimentaria de la zona				infraestructuras, Mantenimiento y recuperación de vallados, Recuperación de cuerpos de agua, Mantenimiento de alcantarillado, Mantenimiento de infraestructura.
	Aumento de vectores y enfermedades como las IRA (infección respiratoria aguda) y las EDA (enfermedad diarreica aguda)				
	Alteración de la composición florística en las zonas inundadas, así como de su estructura y funciones				
	Eutrofización de cuerpos de agua y degradación de ecosistemas asociados, por arrastre de sustancias				
	Pérdida de suelos				
	Daños y/o pérdidas en vivienda e infraestructura vital				
	Emergencia institucional local por falta de recursos económicos y logísticos				
Movimientos en masa	Daños y/o pérdidas en viviendas e infraestructura vital	3	2	6	Reubicación de viviendas del DMI, Estabilización de taludes, muros de contención y barreras, Conservación de suelos, Mantenimiento del sistema de alcantarillado. Revisión junto con el plan de ordenamiento territorial la infraestructura que se ve amenazada por eventos climáticos.
	Pérdida de vidas				
	Pérdida de la cobertura vegetal y de la estructura del suelo, su función y composición				
	Afectación en el transporte terrestre				
Avenidas torrenciales	Afectación directa a la población	1	1	1	A pesar de que no lo consideran importante o probable, proponen implementar rejillas para sumideros, Recuperación de vallados, Manejo de aguas lluvias en vías y en general, Mantenimiento de vías.
	Pérdida de la cobertura vegetal y de la estructura del suelo, su función y composición				
	Daños en vivienda e infraestructura vital				
Sequías	Reducción de caudales en ríos y quebradas	3	1	3	Seguimiento al uso del agua en establecimientos comerciales, Buenas prácticas de manejo (BPM), Asistencia técnica.
	Afectación sobre la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos				
	Reducción de la productividad agrícola y pecuaria				

Evento/ Efecto	Impactos Potenciales	Evaluación			Acción de adaptación
		Sig	Pro	Rso	
	Afectación de acueductos				
	Acidificación del suelo				
	Afectación de la población por riesgos en alimentación y salud				
Degradación de suelos	Pérdida de biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos de regulación	3	3		Seguimiento al uso del suelo y el agua, Rotación de cultivos, adecuada mecanización, Agroecología.
	Seguridad alimentaria para la población de la región afectada				

Fuente: PMACC, 2018, con base en con los aportes de los actores clave, 2018.

6.1 Análisis de otras amenazas, desabastecimiento hídrico y pérdida de productividad de suelos agrícolas.

En el presente capítulo se analizan cuatro puntos fundamentales para comprender la amenaza de eventos relacionados con heladas y erosión en el desabastecimiento hídrico y pérdida de productividad de suelos agrícolas.

6.1.1 Heladas

Es la ocurrencia de una temperatura igual o menor a 0°C a un nivel de 2 metros sobre el nivel del suelo, dando como consecuencia un daño sobre el tejido de las plantas involucradas donde parámetros como la resistencia o susceptibilidad de las plantas a bajas temperaturas en sus diferentes estados de desarrollo, la altura de la planta sobre el nivel del suelo y la temperatura de la hoja condicionan su afectación.

Como consecuencia de las temperaturas bajas, en la planta se suceden los siguientes procesos: Se produce un debilitamiento de la actividad funcional: acciones enzimáticas, intensidad respiratoria, la actividad fotosintética y la velocidad de absorción del agua resultando en un desplazamiento de los equilibrios biológicos: respiración, fotosíntesis, transpiración, absorción de agua y circulación ascendente; Produciendo la muerte celular y la destrucción de los tejidos vegetales.

Clasificación

Según Artunduaga S., R. (1980, 1982), estas se clasifican según su causa como:

- **Helada por advección**

Característico de latitudes medias y altas, donde invaden grandes masas de aire frio procedente de regiones polares durante días y de forma continua.

- **Helada por evaporación**

Este tipo de helada ocurre cuando después de una precipitación, la humedad relativa desciende provocando una intensa evaporación del agua que queda entre el follaje y troncos de la vegetación; El calor de la evaporación que el agua necesita para pasar del estado líquido al gaseoso lo adquiere de las plantas, esto ocasiona daños en los órganos vegetales de las plantas. Esto se da en función de la humedad relativa, la temperatura y la velocidad del viento.

- **Helada por radiación**

Ocurre al presentarse un balance de energía negativo, es decir, cuando se pierde durante la noche mayor cantidad de energía de la ganada durante el día. Esto resulta de la pérdida de calor que sufren las plantas y el suelo durante la noche por medio del proceso de radiación. Es típico de regiones tropicales en alturas a partir de los 2500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m).

Factores que favorecen las heladas

Según Hurtado, G. (1996) y Artunduaga S., R. (1980, 1982), los factores que favorecen las bajas temperaturas en la superficie terrestre son:

- **Vapor de Agua**

Cuando mayor sea la cantidad de vapor de agua en la atmósfera, menor será la pérdida neta de calor radiativo hacia el espacio y más lenta será la caída de temperatura en una noche clara y calmada. Esto ocurre debido a que el vapor de agua absorbe algo de la radiación de onda larga emitida por la superficie.

- **Suelo y vegetación**

El calor dentro de la capa activa de suelo se mueve hacia superficie, reduciendo el enfriamiento nocturno, donde su color, textura, grado de compactación y contenido de humedad condiciona la favorabilidad a heladas. Suelos secos y recientemente arados inhiben el movimiento de calor hacia la superficie favoreciendo el enfriamiento dificultando durante la noche la salida de calor y durante el día llegada del calor del sol.

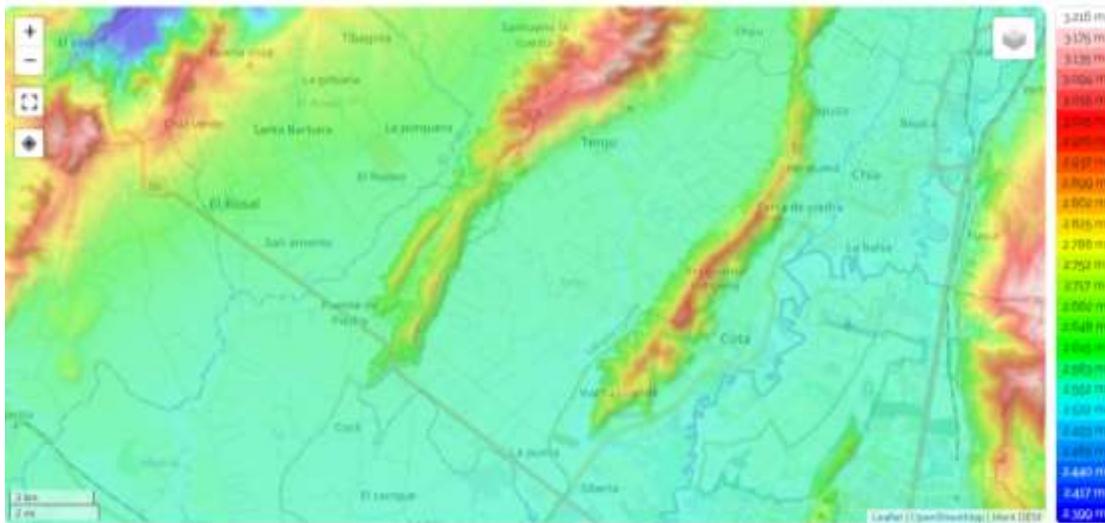
- **Viento**

Cuando no hay viento, la inversión de temperatura durante la noche es más factible favoreciendo las heladas; Cuando hay viento, la turbulencia de esta mezcla y rompe la inversión en los estratos de aire, favoreciendo a las capas calientes llegar a partes cercanas a la superficie, disminuyendo la probabilidad de heladas.

Topografía

La diferencia en la densidad del aire según su temperatura ubica el aire frío a ocupar la parte más cercana a la superficie, desplazando al aire más caliente, por ende, los terrenos de ladera y de pendiente suave, son los menos propensos a las heladas; En los valles u hondonadas presentan mayor cantidad de heladas. La orientación de las estructuras geológicas define la ocurrencia de heladas, donde lo orientado hacia el sur presentarán menor probabilidad de heladas ya que recibirán durante el día la mayor cantidad de radiación solar. De otra parte, las formas cóncavas de terreno son más propensas al frío y las heladas.

Figura 67. Topografía de Tenjo y sus alrededores.



Tenjo - Sabana Centro, Región Andina, Colombia (4.82745 -74.15320)

Fuente: <https://es-co.topographic-map.com/maps/6ew3/Tenjo/>

- Nubosidad y temperatura

La ausencia de nubes facilita las heladas. La temperatura mínima de un lugar, es la temperatura cuando se pone el sol, resultado de las condiciones atmosféricas precedentes en el día. Cuando esta

es alta, un descenso grande durante la noche no será perjudicial para la vegetación, mientras si es baja al empezar la noche, el daño es más probable en las primeras horas de la mañana siguiente.

Comportamiento de las Heladas

- Distribución espacial

En Colombia, La causa del tipo de helada más frecuente es el debido a la radiación, normalmente desde los 2500 m.s.n.m. hasta los 3000 m.s.n.m; Siendo más común en la zona del Altiplano Cundiboyacense en la Cordillera Oriental y los altiplanos de Túquerres e Ipiales en Nariño y el de Paletará en el Cauca al suroccidente del país. Correspondiéndoles temperaturas medias entre 9°C y 12°C, siendo los cielos despejados y de baja humedad los más probables a heladas. (Hurtado, G., 1996).

- Distribución Temporal

La probabilidad de heladas en áreas críticas del Altiplano Cundiboyacense (Funza-Madrid-Mosquera, Nemocón-Ubaté y Duitama-Sogamoso) es superior al 90 %, es decir, un evento en 9 de cada 10 años, mientras en regiones de menor riesgo como Subachoque y Cota la probabilidad de heladas es alrededor del 20% y para la sabana de Bogotá un 50%, es decir una helada cada 2 años en la última década.

➤ Registros Históricos o Estadísticas

Para el municipio de Tenjo, hacemos referencia de las siguientes estaciones meteorológicas:

Tabla 76. Estaciones meteorológicas climáticas en el municipio de Tejo.

Nombre	CATEGORIA	TECNOLOGIA	ESTADO	altitud	latitud	longitud
HATO ALTO [21206490]	Meteorológica Especial	Convencional	Suspendida	2570	4,83508333	-74,13991667
PROVIDENCIA GRANJA [21205980]	Climática Ordinaria	Convencional	Activa	2560	4,79238889	-74,20091667
TENJO [21205280]	Climática Ordinaria	Convencional	Suspendida	2650	4,86666667	-74,15

Fuente: Elaboración propia con base en DHIME, IDEAM 2021.

Son diferentes los puntos de vista que establecen un cambio significativo y estable en las variables climáticas para extensos periodos de tiempo, estableciendo el cómo se afectan patrones del clima de manera local y global, esto pueden estar asociado a actividades antrópicas y netamente naturales, siendo tema de investigación para las comunidades científicas; Últimamente la

variabilidad y el cambio climático han impuesto mayor ocurrencia e intensidad para eventos extremos, repercutiendo sobre la economía, decisiones políticas, la cultura y el medio ambiente, condicionando la dinámica de producción, la extracción, el consumo y distribución espacial de recursos y asentamientos (Rodríguez, 2012). De las estaciones mencionadas en la Tabla 1 (Granja Providencia y Hato Alto) se obtiene la siguiente información recopilada y publicada por el IDEAM en el año 2012.

Tabla 77. Temperaturas mínimas absolutas y mínimas medias ocurridas en el municipio de Tenjo - Granja Providencia durante los años 1971 – 2011.

T.Absoluta	-5,5	-8,8	-5	-0,4	-1,6	-0,4	-1	-3	-1,8	-3	-4,6	-5
día/año	26/91	04/07	14/78	15/87	25/85	28/80	25/78	30/97	20/92	06/78	30/77	19/85

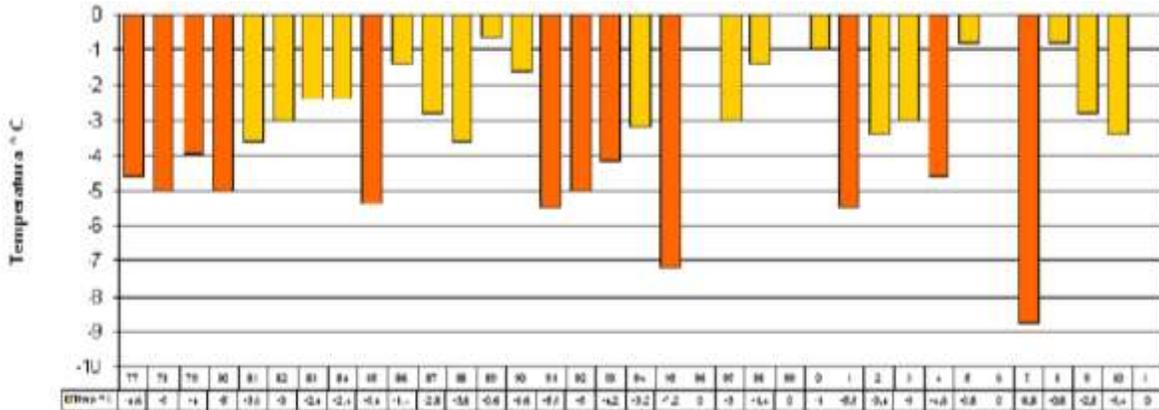
Fuente: Elaboración propia con base en el Banco de datos, IDEAM.

Tabla 78. Temperaturas mínimas absolutas y mínimas medias ocurridas en el municipio de Tenjo - Hato Alto durante los años 1971 – 2011.

T. Absoluta	-3,6	-5	-4,2	0,4	0,5	0,3	0	0	0	0	0	-0,4
día/año	5/09	15/95	25/09	10/00	1/00	18/00	25/01	31/01	23/96	14/02	15/07	29/94

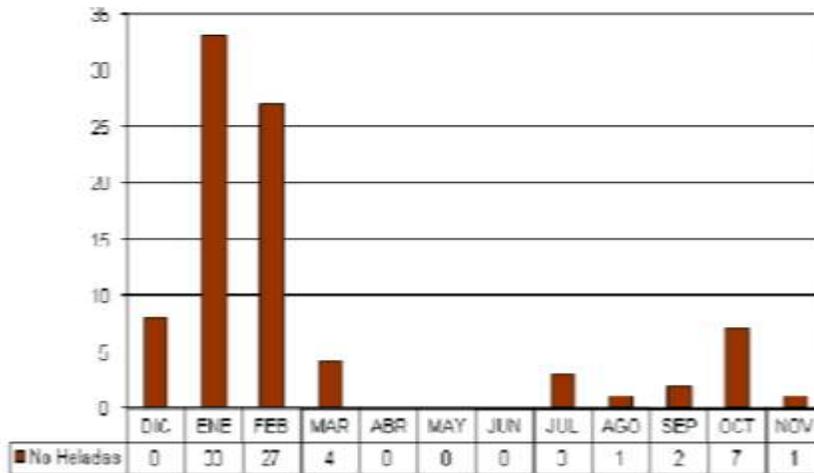
Fuente: Elaboración propia con base en el Banco de datos, IDEAM.

Figura 68. Temperaturas mínimas anual registrada en el municipio de Tenjo – Granja Providencia en Cundinamarca (1977-2011).



Fuente: IDEAM (2012).

Figura 69. Numero de heladas por mes en el municipio de Tenjo, estación HATO ALTO (1977-2011).

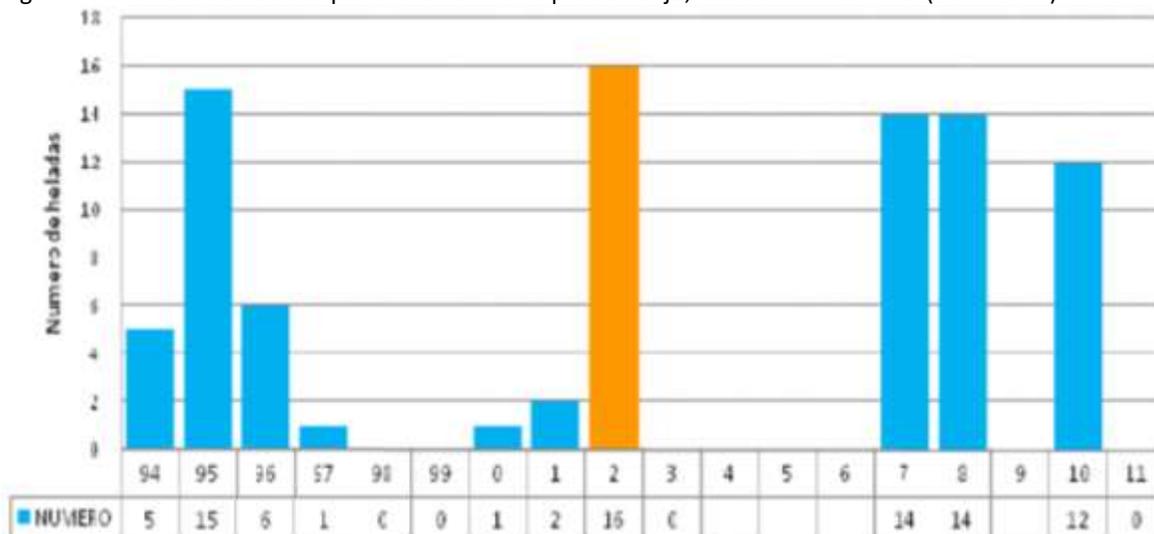


Fuente: IDEAM (2012).

Como se evidencia en las anteriores tablas y gráficos, el año 2007 registró la temperatura más baja de la que se tiene registro, siendo $-8,8^{\circ}\text{C}$. Siguen los registros del año 1978, 1991 y 1995 con una temperatura mínima de $-5,5^{\circ}\text{C}$, reflejando así la ocurrencia de eventos de heladas para estos años, además se puede evidenciar los meses de enero y febrero como los meses con menor temperatura y con el mayor reporte de días con heladas, siendo estos meses los que mayor accionar de heladas por mes. En contra parte se observa que los meses de abril, mayo, junio y julio como los meses donde las heladas brillan por su ausencia, coincidiendo con las estaciones bimodales típicos de estas latitudes.

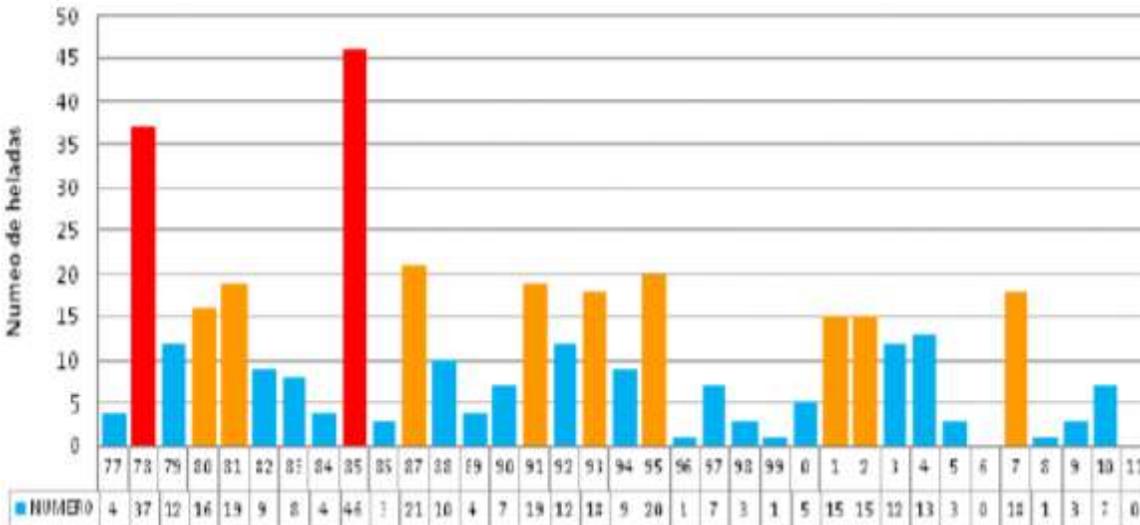
En la Figura 68 se tiene el registro de temperatura mínima para el intervalo que va desde 1977 hasta 2011, mostrando una variabilidad de registros extremos de baja temperatura cada 4 años desde 1977 hasta el 2001, después de este periodo se observa un comportamiento atípico referente al anterior periodo, donde se hace menos evidente la ocurrencia de bajas temperaturas, exceptuando el año 2007, donde se registró el valor más bajo del registro histórico en cuestión. Respecto al número de heladas por año se tiene un hiato característico en el periodo que va desde el año 1998 hasta 1999 y se repite en el año 2003 hasta el 2006 para la estación Hato Alto como se puede observar en la Tabla 78, además de registrar un máximo histórico de 16 heladas por año para el año 2002, seguido por el año 1995, 2007 y 2008 promediando 15 eventos de heladas por año.

Figura 70. Numero de heladas por año en el municipio de Tenjo, estación HATO ALTO (1977-2011).



Fuente: IDEAM (2012).

Figura 71. Numero de heladas por año en el municipio de Tenjo, estación GRANJA PROVIDENCIA (1977-2011).

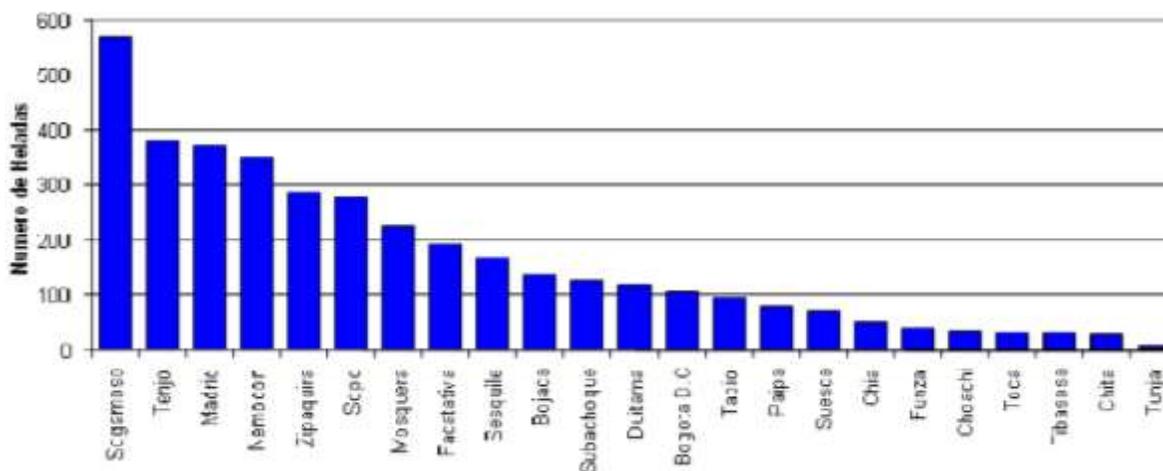


Fuente: IDEAM (2012).

La Figura 72 evidencia el registro característico de heladas por año para la estación Granja Providencia para el periodo 1977 – 2011; En esta grafica se puede observar una mayor lógica secuencial respecto al número de eventos desde año 1985 hasta el 2011, siendo un periodo de al

menos 3 años entre valores normales de eventos y eventos atípicos, siendo los años 1978 y 1985 los años que registraron el mayor número de heladas por año con un máximo de 46 heladas por año; mientras que en el año 2006 no se registraron heladas para esa estación climatológica.

Figura 72. Numero de heladas para el periodo comprendido entre 1977 y 2011 según municipios.



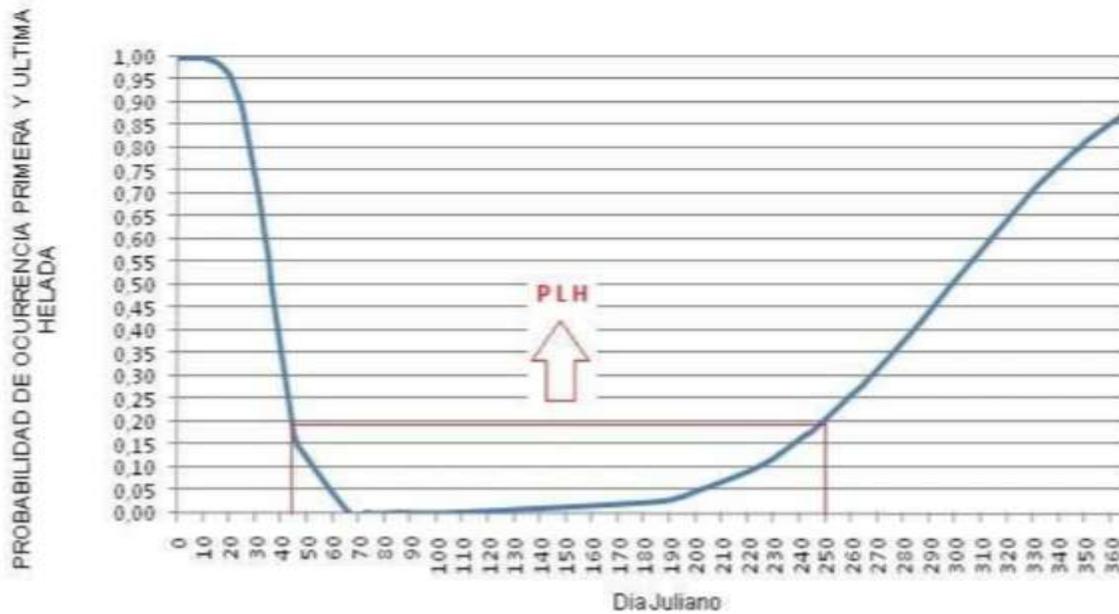
Fuente: IDEAM (2012).

Tenjo como municipio encabeza la lista de los poblados que más heladas registraron en el periodo comprendido entre 1977 y el 2011, reportando un valor cercano a los 400 eventos durante estos 34 años de estudio (Grafico 5), evidenciando la necesidad de seguimiento, monitoreo y pronóstico que ayude a identificar la amenaza por este fenómeno y que sirvan de aporte como herramienta en el proceso de toma de decisiones, buscando mitigar las pérdidas económicas en producción agropecuaria. Además de la implementación de una cultura de prevención y de protección.

El conocimiento de la atmósfera es de vital importancia para optimizar la producción agrícola, el rendimiento en la agricultura y en la ganadería, buscando reducir el riesgo de pérdida en las cosechas, mediante el uso racional del agua, preparación de suelos, siembras y cosechas, evitando el uso de fungicidas, plaguicidas y fertilizantes, además de hacer una buena selección de suelos y climas más adecuados para el desarrollo agrícola, ganadero y forestal esto con el fin de ofrecer una protección oportuna de los cultivos contra el efecto de las heladas y otros fenómenos.

El IDEAM y sus estaciones meteorológicas incluye en tiempo real datos de alta acerca el estado del tiempo y su pronóstico, sirviendo de ayuda a la comunidad agrícola a conservar sus recursos naturales, es por ello de que se habla de la implementación de una red de heladas que deben cubrir las áreas agrícolas con estaciones discriminadas por uso, según las características del suelo (temperatura y humedad) y de los cultivos.

Figura 73. Probabilidad de ocurrencia de la primera y última helada; estación Granja Providencia en Tenjo, Cundinamarca. PLH (205 días)



Fuente: IDEAM (2012).

Como muestra la gráfica 6, el promedio semanal multianual resulta ser bimodal con valores mínimos de temperatura entre diciembre y enero con valores mínimos promedio entre $-4,5^{\circ}$ y los 7° C llegando a variar hasta en 5° C, por otro lado, durante los meses de marzo a julio se presentan los valores de menor probabilidad para que sucedan heladas, en relación a la estacionalidad e influencia del fenómeno del Niño y de la Niña que favorecen la ocurrencia de eventos extremos de helada.

Caso de Estudio: Helada de Febrero de 2007

Entre los días 3 y 5 de febrero el fenómeno alcanzó un extremo que coincidió con la primera temporada seca del año, registrándose heladas en varios sitios de Colombia, causando daños en cultivos, registrando temperaturas menores a -4° C y durante 9 días continuos en algunos sitios. El 4 de febrero de 2007 la helada alcanzó su mayor intensidad y extensión entre la Sabana de Bogotá. Registrando mínimos extremos en el municipio de Tenjo, con -8.8° C el día 4 de febrero y en Sogamoso con -8.6° C el día 3 de febrero.

Figura 74. Temperaturas mínimas registradas en los primeros días del mes de febrero de 2007, en varios sitios de Colombia.

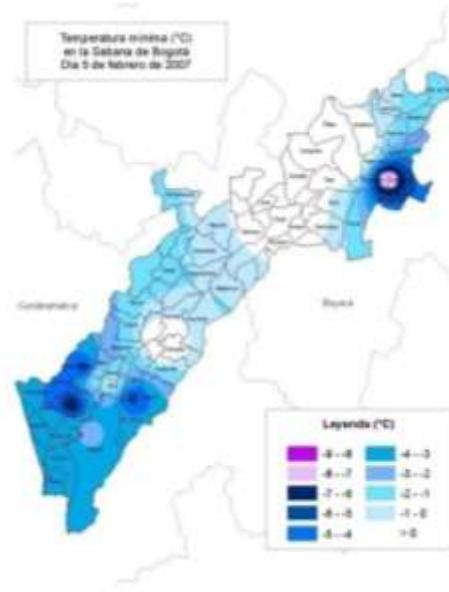
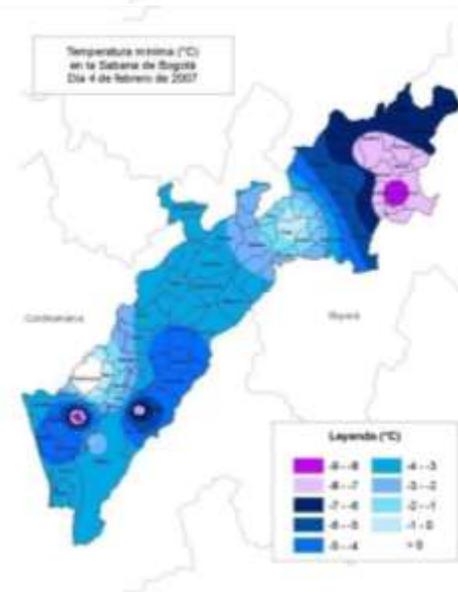
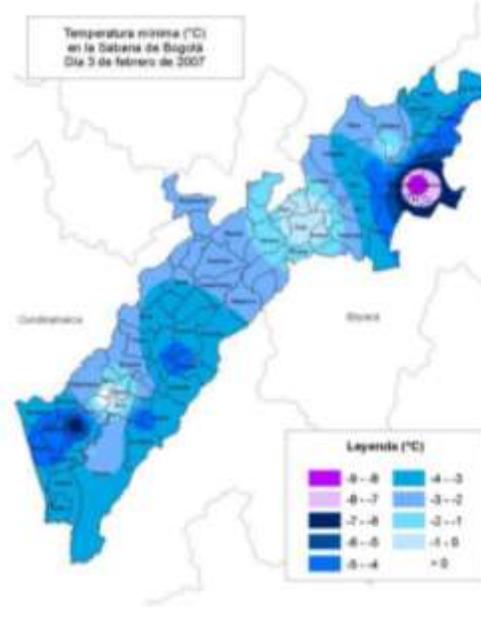
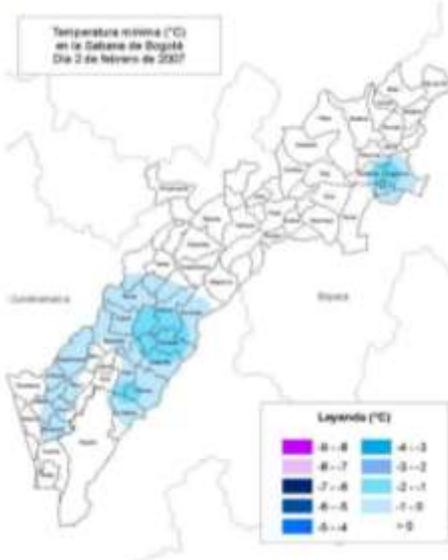
Estación	Municipio	Departamento	Valores de T _{min} (°C) - Febrero de 2007									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Apto Eldorado P1	Bogotá	Cundinamarca	3	1,7	-1,5	-1,5	-2,4	-1,4	0	3,3	4,3	3,9
Granja Providencia	Tenjo	Cundinamarca	2	-1,8	-8,8	-8,8	-7	-3,8	-3,8	-2,3	-0,2	0,6
Tibatotá	Mosquera	Cundinamarca	2	-1,8	-3,4	-4,6	-3,2	-1,2	-1	-0,2	2	4,2
Santillana	Tabio	Cundinamarca	5,4	1,8	1	-1	-1	2,4	1,4	1	4,8	8
Suazoque	Sopo	Cundinamarca	0	-2,6	-4,8	-7,4	-5,4	-1,4	-2,8	-0,4	3,8	5,2
Tachi	Subachoque	Cundinamarca	2,8	-1,6	-3	4,3	-5,6	0,2	-1	1,5	3,4	2
Villa Inés	Facatativa	Cundinamarca	4,6	0	-4	-3,6	-4	-0,6	-1	1	3,4	5
Casablanca	Madrid	Cundinamarca	2,3	-1	-5	-4	-3	-1	-1,4	0,2	3,4	5
Guanata	Chía	Cundinamarca	4	-6	0	-1,6	0	1,4	1,5	2	6,2	
Colombiano El	Sesquilé	Cundinamarca	3	-3	-4,4	-5	1,8	-1,2	-1,8	-1	5,2	
Apto A Lleras C	Sogamoso	Boyacá	-2,6	-3	-8,6	-8,4	-7,8	-2,6	-4	-4,2	-3,8	2
Surbata Bonza	Duitama	Boyacá	4,2	3,2	-0,7	-8	1,1		-1,4	-2,2		4,4
U P T C	Tunja	Boyacá	8,2	6,2		-0,4	1,8	2,6	2,6	2,4	7	5,2
Tunguavita	Paipa	Boyacá	4	2	-4,4	-5,2	2	-0,4	-0,4	-3	3	3,4
Apto San Luis	Ipiales	Nariño	3,4	2	1,4	1,2	-0,8	-0,2	0,6	0	1,6	5,4
Aragón	San Rosa	Antioquia	6,2	6,7	5,2	1,1	3,7	1,4	5,2	2	4,9	4,7

Fuente: IDEAM, 2007.

En este evento, se superaron los valores históricos de la temperatura mínima en varios sitios de Cundinamarca y Boyacá. Es así que en el municipio de Tenjo, en Cundinamarca, se superó la mínima absoluta de -7.2°C registrada en febrero de 1995 con -8.8°C el día 4 de febrero de este año; En Sopo, se registraron temperaturas mínimas de -7.4°C y -5.4°C los días 4 y 5 de febrero respectivamente, mayor que lo históricamente presentado en enero de 2001; El día 4 de febrero, se presentó la helada más severa históricamente ocurrida.

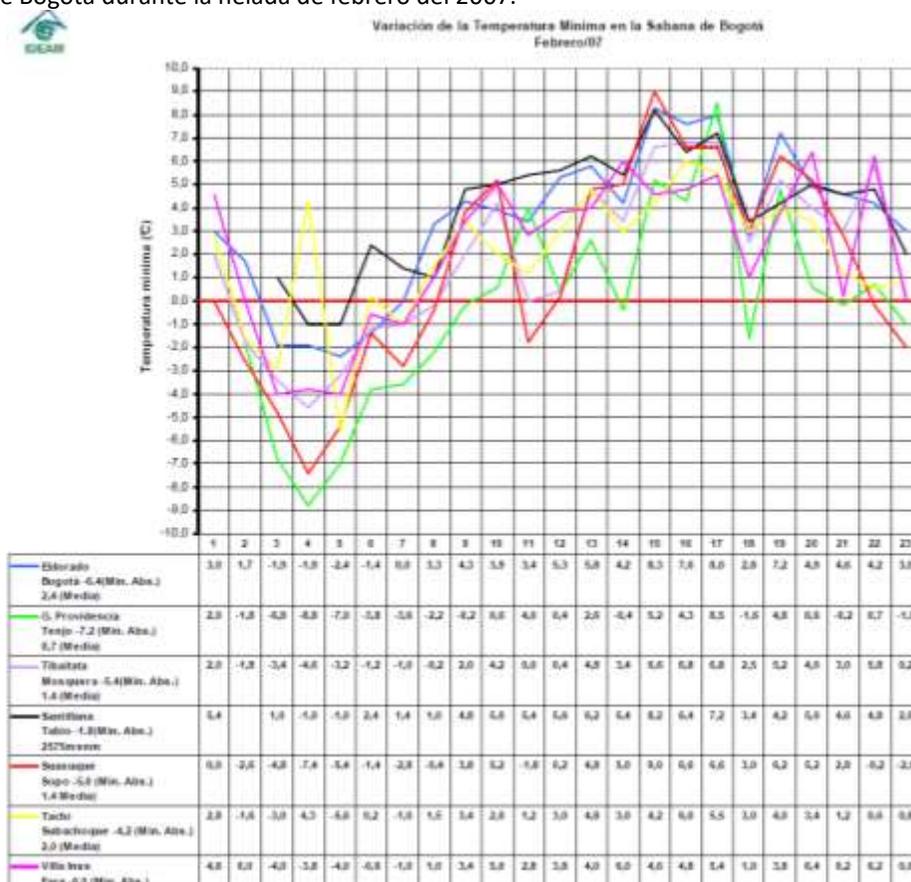
La duración de la helada fue de aproximadamente entre dos y cinco horas, además, se puede observar que durante los días en que se registraron los valores más bajos de temperatura mínima también se obtuvieron los más altos de la temperatura máxima. Estas variaciones en los extremos con una considerable amplitud, especialmente durante los periodos secos del año, constituye una característica de la presencia de heladas.

Figura 75. Distribución espacial de la temperatura mínima registrada en el altiplano Cundiboyacense para los días 2 y 3 de febrero de 2007.



Como se puede observar, se tiene representado a manera de distribución espacial la secuencia temporal de lo sucedido en el altiplano Cundiboyacense para la primera semana de febrero de 2007; Este evento se puede inferir como el más severo en las últimas décadas de las que se tiene registro en la zona vecina al municipio de Tenjo y alrededores de la sabana de Bogotá. Cabe resaltar las condiciones que propician las heladas, como el grado de inversión de temperatura resultante de la diferencia entre altas temperaturas durante el día y de bajas temperaturas durante la noche, además de las condiciones de nubosidad y nubosidad en la atmosfera durante estos días que coinciden con una condición estival marcada por factores antrópicos como la emisión de gases invernadero y alteración de la superficie debido a actividades agrícolas y ganaderas.

Figura 76. Temperatura mínima comparada con la temperatura promedio histórico y la mínima absoluta en la sabana de Bogotá durante la helada de febrero del 2007.



Fuente: IDEAM, 2007.

El grafico anterior evidencia el pico de la helada registrada en la estación de la Granja Providencia que fue a las 4 de la mañana del día 7 de febrero y su rápida caída y posterior subida de temperatura

en relación a la presencia y ausencia del sol, además se puede ver como máxima temperatura los 8°C a las 5 de la tarde del mismo día resultado de la acumulación de calor durante el día solar. Este comportamiento en la granja Providencia del municipio de Tenjo se comparte para las demás estaciones del altiplano, poniendo en evidencia la relación cuantitativa de fenómenos de temperatura y su relación con las condiciones topográficas y de altura según el lugar en estudio.

El seguimiento y monitoreo son acciones esenciales para elaborar un pronóstico de la amenaza por heladas, además del estudio de los factores que intervienen en el enfriamiento de la superficie terrestre, estos factores se resumen en las siguientes:

La época del año, Siendo las épocas secas, las de mayor probabilidad de ocurrencia de heladas. La determinación de la frecuencia de heladas y el porcentaje de probabilidades con que este fenómeno se presenta en una determinada época del año, se constituyen en el primer pronóstico, de tipo estadístico, con que se cuenta para predecir su ocurrencia a largo plazo.

Humedad del suelo Un suelo seco y suelto, generalmente agudiza el efecto de una baja temperatura.

Temperatura del aire. Se tiene en cuenta dos características: magnitud de la temperatura máxima durante el día la cual generalmente debe alcanzar valores por encima del promedio y velocidad del descenso de la temperatura después de la puesta del sol

Humedad del aire Los días con helada se caracterizan por alcanzar valores muy bajos durante el día.

Nubosidad Escasa nubosidad durante el día y especialmente en la noche, favorecen la presentación del fenómeno

Dirección y velocidad del viento Se requiere que el viento sea muy suave o en calma durante la noche.

Insolación refiere a la radiación solar directa para que tenga lugar la helada, el sol debe brillar la mayor parte del tiempo, especialmente en horas de la tarde. Adicionalmente, para el pronóstico de la ocurrencia de heladas, se debe considerar factores adicionales para evaluar la posibilidad de presentación de una baja temperatura y su impacto:

Características de la planta Tipo genético, la distinta sensibilidad al frío de las especies y sus respectivas variedades, los estados fenológicos y fisiológicos que tengan las plantas en el momento de la helada.

El análisis con imágenes satelitales, en bandas visible e infrarrojo (térmico y vapor de agua), para el monitoreo de advección de humedad procedente del océano Pacífico o de la cuenca Amazónica, la cual tiene un fuerte impacto en el comportamiento de la temperatura mínima y evita en muchos casos la ocurrencia de heladas. Por otro lado, los modelos numéricos permiten establecer la posible evolución de las condiciones meteorológicas a escala regional y son la base de modelos estadísticos para el pronóstico de la temperatura mínima y la probabilidad que ésta sea igual o menor que cero grados centígrados. Actualmente en el IDEAM se difunde información técnica a todo el país por

medio de boletines informativos, avisos y alertas, las cuales se transmiten por diferentes canales de comunicación, como son: Internet, fax, radio, televisión y prensa.

Para apoyar al sector agropecuario, el IDEAM produce información oportuna la cual se publica por diferentes medios, siendo la página Web el medio más común. La información agro meteorológica se diferencia en dos tipos: de seguimiento y de pronóstico. En lo relacionado al pronóstico, se elabora una proyección agro meteorológica semanal regional y nacional; en estas se muestran las tendencias pronosticadas del tiempo y se relacionan con los posibles efectos en el desarrollo de los cultivos y/o en relación de las labores agrícolas, en una visión general para las diferentes regiones naturales o específicamente para la Sabana de Bogotá. La información de seguimiento, comprende el comportamiento de la precipitación y otros parámetros meteorológicos como la temperatura (promedia, máxima, mínima), la humedad relativa, el brillo solar, la dirección y velocidad del viento; así como anomalías de la precipitación, índices de disponibilidad hídrica de los cultivos y de evaluación de fenómenos como la sequía. La información anterior se presenta en forma de gráficos, tablas y mapas, en varias escalas de tiempo (diaria, semanal, decadal y mensual).

Las estaciones agro meteorológicas deben recolectar la siguiente información de parámetros meteorológicos: precipitación, temperatura (instantánea, mínima y máxima diarias), humedad del aire, viento, radiación solar o brillo solar, evaporación y evapotranspiración.

Para el seguimiento, monitoreo y pronóstico de las heladas se requiere de una red de estaciones agro meteorológicas que cubra las tierras dedicadas a la agricultura en el territorio colombiano.

La implementación de una red de heladas debe cumplir los siguientes requisitos:

- Cubrimiento de las áreas agrícolas con estaciones agro meteorológicas. Las áreas agrícolas deben estar discriminadas por uso.
- Características del suelo (temperatura y humedad) y de los cultivos.
- Datos biológicos (cultivos, especies forestales, animales domésticos) Prácticas agrícolas.

Finalmente, Tenjo al estar en una zona con alta influencia de heladas debido a sus características topográficas podrá ver impactada su economía, en especial para el sector agropecuario, ya que las heladas generan pérdidas económicas de importancia para la producción económica del municipio. En este sentido, se recomienda formular soluciones a este fenómeno mediante medidas de adaptación y mitigación como retrasar la época de siembra, implementar sistemas silvopastoriles y hacer aspersión en el cultivo en las horas de la mañana.

6.1.2 Erosión

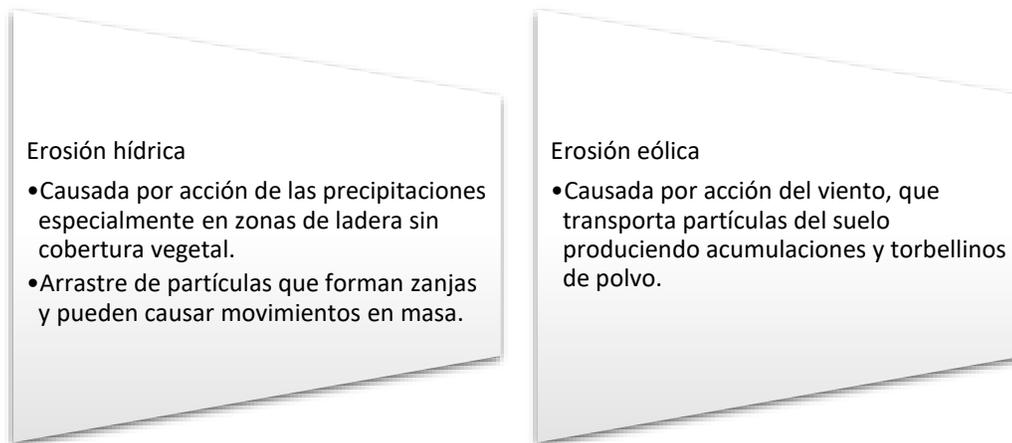
De acuerdo con el Sistema de Información Ambiental de Colombia- SIAC (2021), la erosión es la pérdida de la capa superficial de la corteza terrestre por acción de agentes externos, que es mediada por el hombre (actividad antrópica) de los suelos. En complemento a lo anterior, la definición de los suelos se define como la pérdida físico-mecánica del suelo con afectaciones sobre las funciones y servicios ecosistémicos de éste y en consecuencia la reducción de su capacidad productiva.

Dentro de sus causas, el SIAC (2021) encontró que ocurre por:

1. Deforestación.
2. Remoción de cobertura vegetal del suelo.
3. Excesivo laboreo especialmente en zonas de ladera.
4. Efectos naturales.
5. Eventos meteorológicos (Fenómeno del Niño y la Niña, y Cambio Climático).
6. Efecto Foehn o sombra de lluvias.
7. Canales de riego y drenajes mal diseñados o sin estabilización de taludes.
8. Vías sin mantenimiento.

Ahora bien, la amenaza por erosión puede generar en el territorio, la pérdida de un recurso no renovable como es el suelo, disminución de profundidad efectiva del suelo, alteración o pérdida de la materia orgánica, disminución de la fertilidad del suelo, sedimentación en cuerpos de agua, transporte de agroquímicos a fuentes de agua y peligro de derrumbes y daños en áreas habitadas.

Figura 77. Clasificación de la erosión

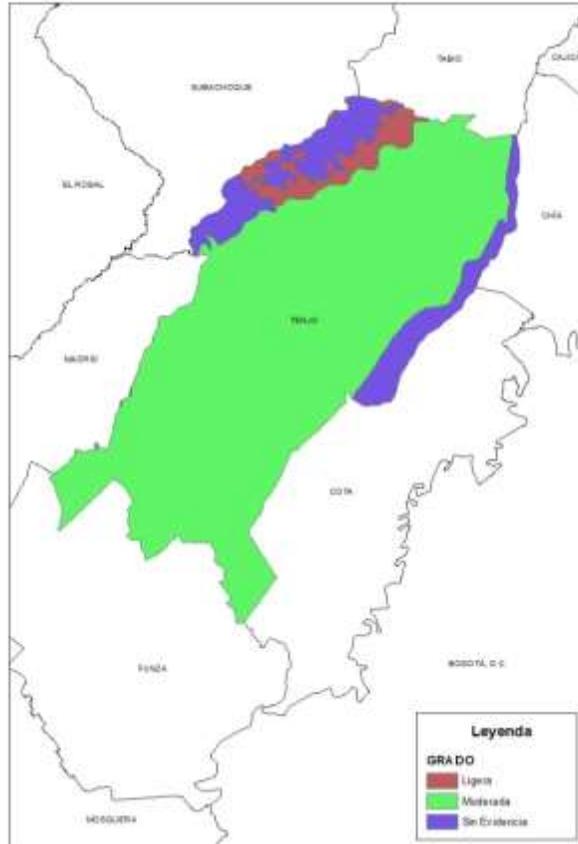


Fuente: Elaboración propia con base en el Sistema de Información Ambiental de Colombia- SIAC, 2021.

Según la Zonificación de la degradación de suelos por erosión. Línea base 2010 – 2011 reportada por el IDEAM y el SIAC (2021), para el municipio de Tenjo el tipo de erosión que se presenta es la

llevado a que las características dadas por la naturaleza cambien, en la mayoría de las ocasiones de manera drástica y negativa.

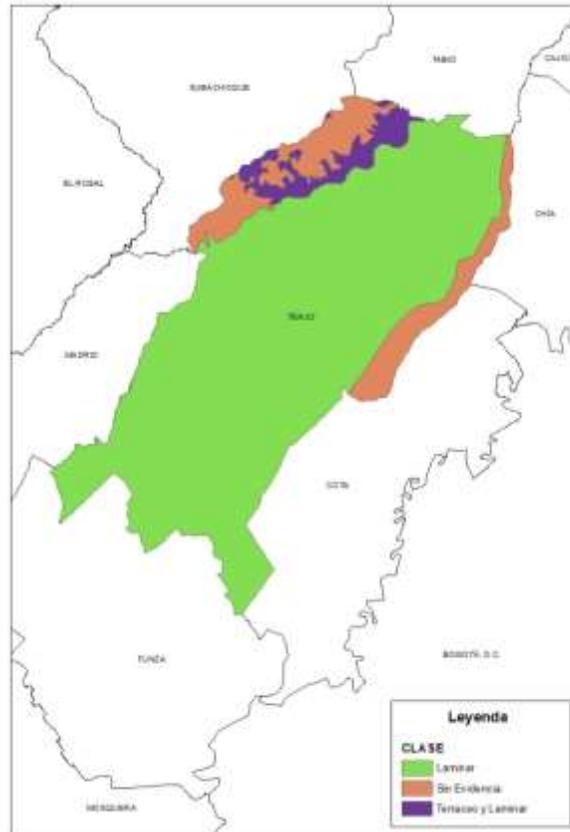
Figura 79. Grado de Erosión para Tenjo 2010-2011.



Fuente: Elaboración propia con base en la Zonificación de la degradación de suelos por erosión. Línea base 2010 – 2011 (SIAC, 2021).

El equilibrio natural del suelo puede alterarse por factores antrópicos, a este respecto la CAR menciona que la ganadería es el factor productivo que más genera degradación del suelo, ya que, en las zonas donde existe este sistema de producción se ha generado suelos con erosión laminar, formación de terracetos, generadoras de remociones en masa y deslizamientos, pisoteo de ganado sumado al monocultivo de pastos y deforestación que degrada la composición química y la estructura del suelo. Así, al observar la clase de erosión se identifica que Tenjo cuenta con erosión laminar en la mayor parte del territorio, además sobre la EEP se presenta erosión de clase terraceo y laminar principalmente asociada al factor ganadero.

Figura 80. Clase de Erosión para Tenjo 2010-2011.



Fuente: Elaboración propia con base en la Zonificación de la degradación de suelos por erosión. Línea base 2010 – 2011 (SIAC, 2021).

En consecuencia, la erosión representa un punto relevante en la producción agrícola del municipio de Tenjo, ya que al estar en la zona andina, los procesos de degradación de suelo están asociados a la compactación, pérdida de materia orgánica, salinización y contaminación por actividades agrícolas y ganaderas. La CAR (2021) precisa que esta serie de consecuencias son más visibles en tanto las administraciones municipales presenten debilidades en los procesos de seguimiento a la calidad de los suelos y desconocen la articulación institucional para la gestión sostenible del suelo.

6.1.3 Pérdida de productividad agrícola

Según el Plan de Abastecimiento Alimentario de la Región Central (2019) el municipio de Tenjo hace parte del segundo anillo de abastecimiento de alimentos con un aporte de 20.2% para Bogotá y del

4.08% para la Región Central, junto con Cajicá, Cogua, Facatativá, Madrid, Sibaté, Tabio, Bojacá, El Rosal, Subachoque, Zipaquirá, Tocancipá y Gachancipá. Es decir que Tenjo participa activamente como proveedor de productos agrícolas, condición que puede afectarse a futuro dados los escenarios de cambio climático explicados en el numeral 5.3 del presente documento.

Según el Documento de Seguimiento y Evaluación POT Tenjo 2014-2021 (2021), el municipio de Tenjo cuenta con un importante número de terrenos rurales para la producción agrícola y ganadera, además se caracteriza por contar entre su base económica actividades agropecuarias que se llevan a cabo en el 86% de las veredas (Alcaldía de Tenjo, 2021). Adicionalmente, el Acuerdo No. 010 de 2014 establece para el modelo de ordenamiento territorial que el municipio cuenta con zonas de producción agropecuaria sostenible con 151.75 Ha (1.37%), áreas de actividad agropecuaria intensiva con 7091.79 Ha (64.14%) y área de actividad agropecuaria tradicional con 114.09 Ha (1.03%). En este sentido, el cambio climático y sus consecuencias pueden llegar a impactar gran parte del territorio municipal clasificado como suelo rural con actividad agrícola.

El aumento de la precipitación y temperatura media en el municipio son los principales efectos del cambio climático, si bien al año 2100 ocurrirá una homogenización parcial de la precipitación positiva y una homogenización total de la temperatura media, durante el tránsito a este cambio, el territorio se dividirá en zonas con mayor o menor valor para ambas variables climáticas; condición que se traduce en afectaciones a los cultivos y alterarán las dinámicas económicas del mismo.

En términos de demanda hídrica en el sector agrícola de la Encuesta Nacional Agropecuaria (2014) el municipio de Tenjo presenta valores cercanos a los 100 y 200 millones de m³. El Ministerio de Ambiente señala que de acuerdo con el ENA (IDEAM, 2018), la demanda total del agua en Colombia para el año 2016 ascendió a 37.308 millones de metros cúbicos, con un incremento estimado con respecto a 2012 del 5 % es decir su comportamiento es creciente. Adicionalmente en la totalidad del país el mayor porcentaje de uso de agua corresponde a actividades agrícolas. Los escenarios proyectados estiman que la precipitación en Tenjo aumentará en los próximos años, no obstante, esto repercute sobre el carácter bimodal de la zona Andina donde pueden presentarse periodos con mayor intensidad en lluvias al igual que temporadas de sequía, en los valles interandinos de la Cuenca del Magdalena se aprecia que hacia el sur se hace más marcada la temporada seca de mitad de año y es más lluviosa la temporada seca de principios de año (IDEAM, 2012).

Como afirma la FAO (2021) la productividad del suelo depende de características físicas, hídricas, químicas y biológicas y de sus interacciones; al alterar dichas condiciones ocurrirá déficit de producción de alimentos, incremento de costos en cereales, leguminosas, entre otros. La producción por ramas de la economía (2016) menciona que la *Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca* en Tenjo es una de las cinco actividades principales donde la producción hortalizas sobrepasan las 600 toneladas por año. El segundo grupo lo conforma el brócoli y el tomate

de árbol con un mínimo de 100 toneladas por año. Finalmente, los cultivos que mayor ocupación de área sembrada en hectáreas ocupan son: papa, maíz y lechuga (Documento de Seguimiento y Evaluación POT Tenjo 2014-2021, 2021).

6.1.4 Desabastecimiento hídrico

El presente capítulo está construido con base en la información establecida en el documento *Síntesis Ambiental POMCA* (2018) y a partir de fuentes bibliográficas secundarias.

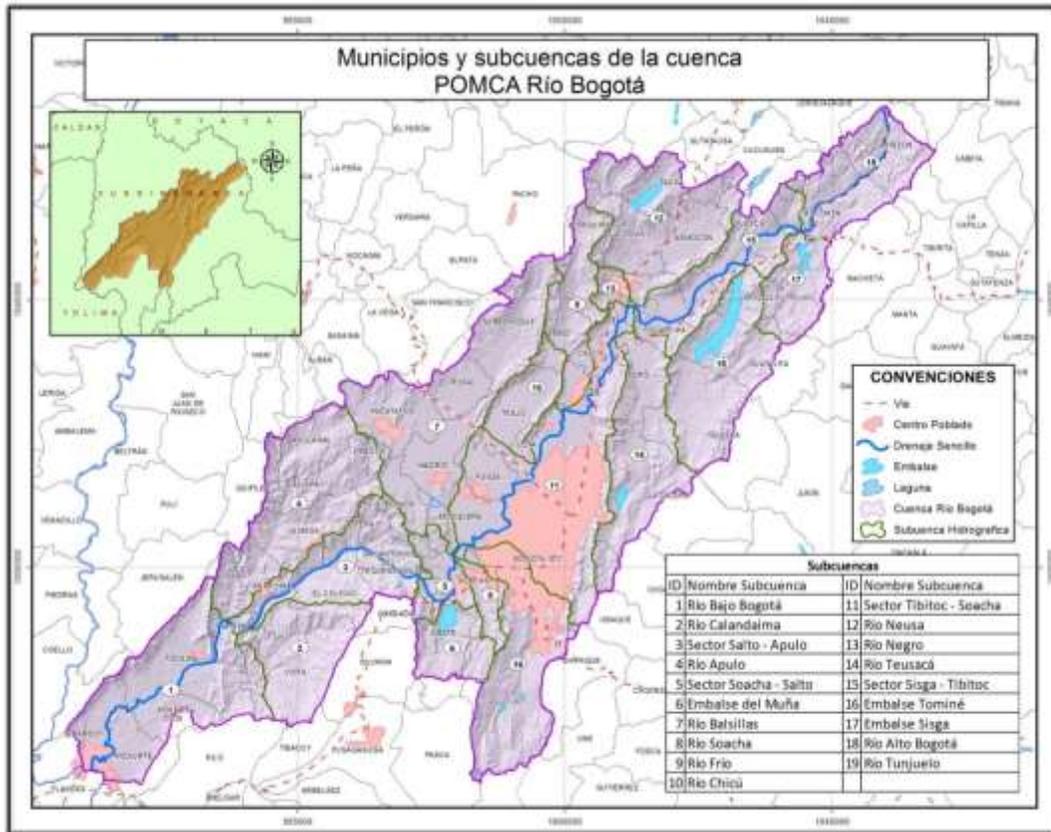
De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO (2021), el deterioro del abastecimiento de agua hace referencia a la disminución de la cantidad de agua subterránea y superficial y la pérdida de calidad del agua, a través de malas prácticas de manejo que dan lugar al transporte de materiales por escorrentía superficial.

El incremento de la escorrentía resulta de cambios en el uso de la tierra que reducen la cobertura protectora y disminuyen la porosidad superficial por el remplazo de áreas forestales en cultivos anuales que son manejados inadecuadamente, o por ganadería intensiva. A su vez, el incremento de los procesos de urbanización (expansión urbana: infraestructura vial, vivienda y equipamientos) contribuyen a disminuir la infiltración de agua y generar grandes volúmenes de escorrentía (FAO, 2021).

Como resultado, los altos niveles de escorrentía pueden afectar la calidad del agua por la carga de los sedimentos erosionados, y generan altos costos en el tratamiento de agua (FAO, 2021).

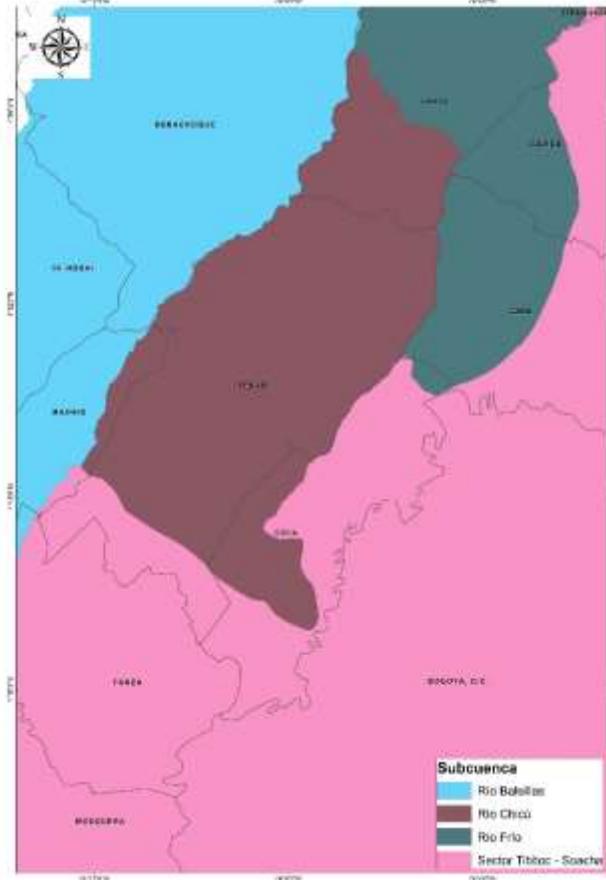
Ahora bien, a nivel macro la cuenca del río Bogotá cuenta con 46 municipios, sin contar a Bogotá D.C., en dónde cada uno imprime unas dinámicas particulares y propias de los territorios que usualmente generan procesos de inestabilidad al expandir sus áreas de influencia. (POMCA, 2017). La cuenca del Río Bogotá se divide en 19 subcuencas; para efectos de este documento, se identifica la subcuenca del Río Chicú la cual comprende los municipios de Tabio, Cota, Tenjo y, en menor medida, los municipios de Cajicá, Chía, Madrid y Subachoque (POMCA, 2017). Cabe resaltar de la misma manera que al sobreponer al municipio de Tenjo con la cartografía de las subcuencas hidrográficas del POMCA (2017), se identifica que parte del municipio (sector La Punta) su delimitación corresponde con la Subcuenca Sector Tibitoc- Soacha, como se observa en las siguientes figuras.

Figura 81. División de la cuenca del Río Bogotá en subcuencas hidrográficas.



Fuente: Consorcio Huitaca. Tomado de POMCA-Introducción y generalidades (2017, p.15).

Figura 82. Delimitación municipio de Tenjo con base en las subcuencas de la Cuenca hidrográfica del Río Bogotá.



Fuente: Elaboración propia con base en el documento síntesis ambiental (2017).

Tal como lo estipula el documento POMCA-Análisis situacional (2017), las subcuencas con las mayores áreas sin conflictos son río Chicú, río Candelaria, río bajo Bogotá y río Apulo.

Según el análisis hidrológico del documento POMCA-Análisis situacional, en términos de desabastecimiento el 26 % de la cuenca presenta una vulnerabilidad media, es decir, ante fenómenos de sequía extremos o periodos largos de estiaje, esta zona cuenta con una oferta hídrica para el abastecimiento. Ahora bien, el mismo documento precisa que:

“El 26% de las subcuencas de la cuenca evidencia que la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores oscila entre baja y moderada. Principalmente en la zona oriental de la cuenca, siendo las subcuencas Embalse Sisga, Embalse Tominé, río Calandaima, río Chicú y río Teusacá donde se registra la menor presión por el uso de agua en la cuenca del río Bogotá” (p.36).

Finalmente, el 73% de las subcuencas del río Bogotá presentan entre muy baja y baja retención y regulación de humedad. Para la subcuenca del río Chicú (zona occidental de la cuenca), entre otras, se presenta la más baja retención hídrica y la menor retención de humedad en la cuenca del río Bogotá. A continuación se presentan los índices de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico, uso del agua y retención y regulación hídrica para Tenjo según la información disponible del POMCA e insumos cartográficos.

Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico.

Este índice determina el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener la oferta de agua (abastecimiento). En la siguiente figura se definen los elementos del índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico definidos en el documento POMCA-Síntesis ambiental.

Figura 83. Ficha índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico.

INDICADORES TEMÁTICA HIDROLOGÍA	
ELEMENTO	DESCRIPCIÓN
Nombre y Sigla	Índice de Vulnerabilidad por Desabastecimiento Hídrico (IVH)
Objetivo	Determinar la fragilidad de mantener la oferta de agua para abastecimiento
Definición	Grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener la oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas –como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno Cálido del Pacífico (El Niño) – podría generar riesgos de desabastecimiento.
Fórmula	El <u>IVH</u> se determina a través de una matriz de relación de rangos del índice de regulación hídrica (IRH) y el índice de uso de agua (IUA) (Ver <u>ENA</u> , capítulo 8, numeral 8.1.4)
Variables y Unidades	Adimensional
Insumos	(La información básica requerida para el cálculo de este indicador son los índices de regulación hídrica (IRH) y de uso de agua (IUA).)
Metodología	Su cálculo se realiza a través de una matriz de relación de rangos entre el IRH e IUA tomado del ENA capítulo 8 sección 8.1.4.

Fuente: POMCA documento síntesis ambiental (2017).

A este respecto, para la definición del índice se requiere de dos índices adicionales, uso del agua y retención y regulación hídrica:

- Índice del Uso del Agua (IUA).

El documento POMCA (2017) al citar la hoja metodológica de la estimación del IUA presentada por el IDEAM, define al índice como la proporción de cantidad de agua que representan la demanda por las diferentes actividades humanas expresado en km^3 y cuyas categorías se establecen mediante la siguiente figura.

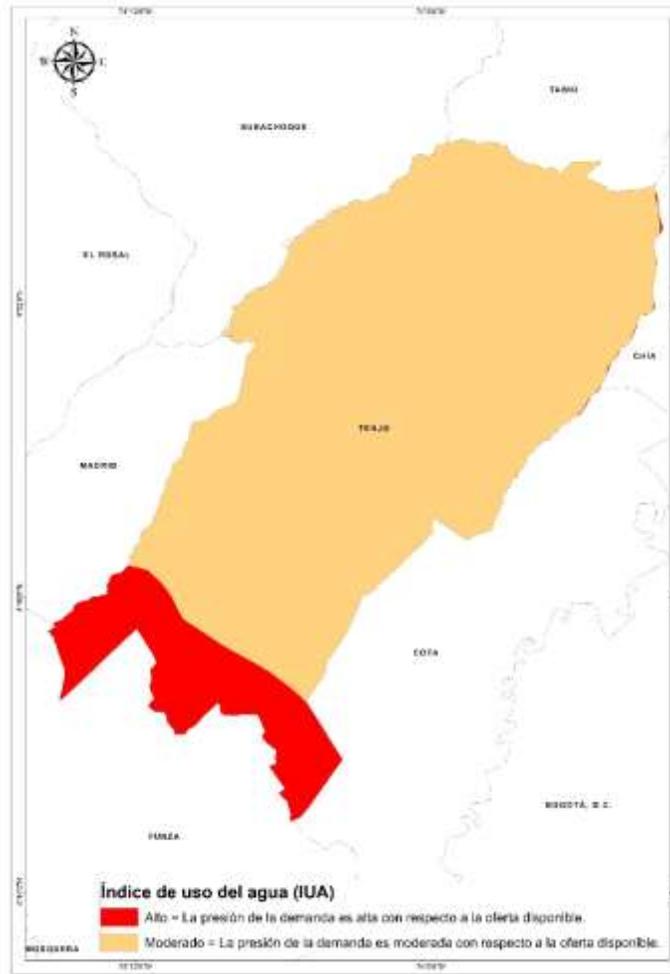
Figura 84. Categorías del índice de uso del agua.

INDICE DE USO DE AGUA	CATEGORIA IUA	OBSERVACIONES
>50%	MUY ALTO	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
20.01 – 50%	ALTO	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible
10.01-20%	MODERADO	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible
1-10%	BAJO	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible
< 1%	MUY BAJO	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible

Fuente: POMCA documento síntesis ambiental (2017, citando a Estudio Nacional del Agua 2010 (IDEAM, 2010)).

Para el caso de la subcuenca del Río Chicú el rango del IUA determinado por el POMCA (2017) es medio con un porcentaje de 11% que lo clasifica en categoría moderada con respecto a la oferta disponible. Con respecto a las demás subcuencas, la subcuenca del Río Chicú presenta uno de los valores más bajos en compañía de la S. del Río Calandaima, S. Río Teusacá, S. Embalse Tominé y S. Embalse del Sisga. En cuanto a la subcuenca sector Tibitoc- Soacha el rango se ubica en alto como se observa en la siguiente figura.

Figura 85. Índice del uso de agua para el municipio de Tenjo.



Fuente: Elaboración propia con base en el documento síntesis ambiental (2017).

- Índice del retención y regulación hídrica (IRH).

El IDEAM (2010) define al IRH como la curva de duración de caudales medios diarios, pues a partir de ésta permite reconocer las condiciones de regulación de la cuenca e interpretar, en forma general, las características del régimen hidrológico de un río, y el comportamiento de la retención y regulación de humedad de la cuenca (IDEAM, 2010). Se presenta la clasificación de los rangos por valor del IRH a continuación.

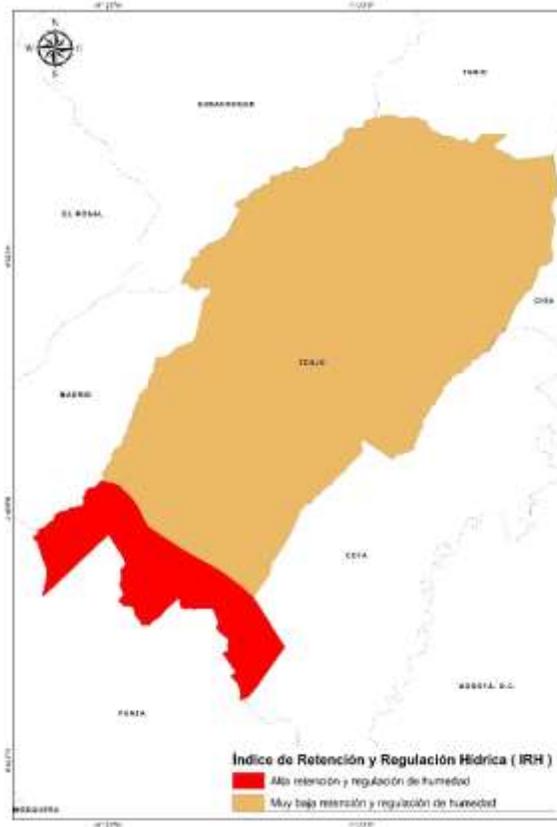
Figura 86. Clasificación de los rangos de valores por IRH.

RANGO DEL INDICADOR	CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
< 0.50	MUY BAJA	Muy baja retención y regulación de humedad
0.50-0.65	BAJA	Baja retención y regulación de humedad
0.65-0.75	MODERADA	Media retención y regulación de humedad media
0.75-0.85	ALTA	Alta retención y regulación de humedad
>0.85	MUY ALTA	Muy alta retención y regulación de humedad

Fuente: POMCA documento síntesis ambiental (2017, citando a Estudio Nacional del Agua 2010 (IDEAM, 2010)).

En este caso, la Subcuenca del Río Chicú, según los valores determinados por el POMCA (2017) el rango lo ubica en muy baja retención y regulación de humedad que puede retener la subcuenca. Es decir que la infiltración y retención (almacenamiento de agua) puede ser menor en esta zona particularmente por “las altas pendientes y las pérdidas de cobertura vegetal que originan flujos muy rápidos” (POMCA, 2017, p. 474). Finalmente, la Subcuenca del Río Chicú junto con la S. Embalse del Sisga representa uno de los dos valores más bajos de la Cuenca del Río Bogotá. Por su parte, la subcuenca Sector Sibitoc- Soacha presenta alta retención y regulación de humedad contrario a la parte norte del municipio.

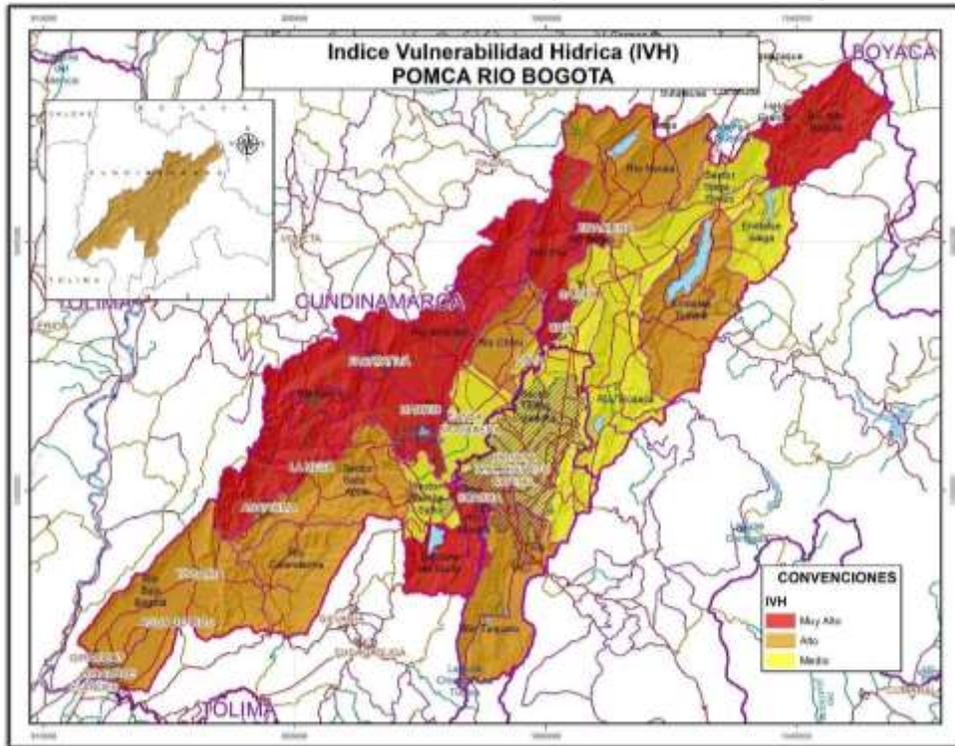
Figura 87. Índice del retención y regulación hídrica para el municipio de Tenjo.



Fuente: Elaboración propia con base en el documento síntesis ambiental (2017).

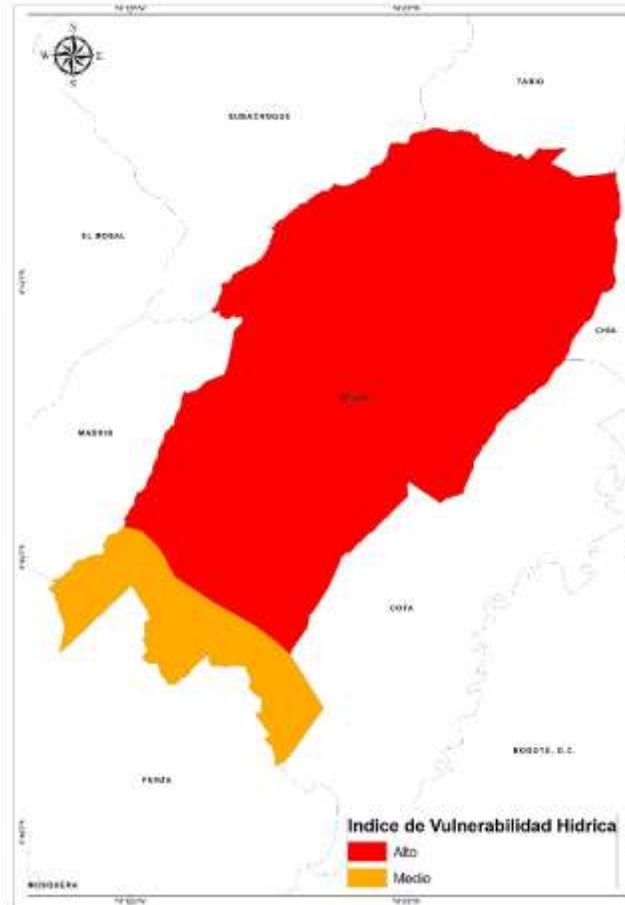
Ahora bien, la información anterior proporciona los datos para el cálculo del Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico. Como se observa en la siguiente figura las subcuencas localizadas al costado occidental de la cuenca del río Bogotá presentan un IVH entre alto y muy alto, lo cual contribuye al incremento del desabastecimiento hídrico en el territorio, y podría afectarse a futuro con los escenarios de cambio climático. Puntualmente, la subcuenca del río Chicú presenta un IVH alto, resultado de valores medio y muy bajo para los índices de uso de agua y regulación hídrica, respectivamente. En tanto la subcuenca del sector Tibitoc- Soacha tiene por IVH un rango medio. Como lo señala el documento POMCA-formulación (2017), en la subcuenca del río Chicú se consolida un escenario con altas demandas de agua por parte de múltiples usuarios, en la cual se hace explotación tanto de agua superficial como subterránea, con presencia de desarrollos urbanísticos, industriales y agrícolas.

Figura 88. Resultado del índice de vulnerabilidad hídrica IVH para la cuenca del río Bogotá.



Fuente: Tomado de POMCA-Síntesis ambiental (2017, p.38).

Figura 89. Índice de vulnerabilidad por desabastecimiento hídrico para el municipio de Tenjo.



Fuente: Elaboración propia con base en el documento síntesis ambiental (2017).

7 La Estructura Ecológica Principal y Cambio climático.

La Estructura Ecológica Principal en suelo rural del municipio de Tenjo está conformada por Área de Reserva Forestal protectora-productora de la Cuenca Alta del Río Bogotá, Área de Manejo Especial Distrito de Manejo Integrado- DMI Cerro de Juajica declarada por Acuerdo CAR No. 042 de 1999 y Áreas de Especial Importancia Ecosistémica (Artículo 14 del Acuerdo No. 010 de 2014).

De igual manera, el acuerdo municipal 10 de 2014 en su componente general incluye la categoría “Áreas de amortiguación de áreas de protección”, la cual no se observa claramente en los mapas

CG-01 y CG-05, sin embargo en el artículo 16 del Acuerdo 10/2014 se definen los usos principales, compatibles, condicionados y prohibidos para dicha categoría, por lo cual se hace necesario la claridad espacial de dicha categoría en los mapas mencionados anteriormente (Documento de Seguimiento y Evaluación POT Tenjo 2014-2021, 2021). De esta forma se presenta en la siguiente Tabla el comparativo entre el modelo de ocupación y el componente general.

Tabla 79. Comparativo de áreas de protección en suelo rural definidas en el componente general y Modelo de ocupación del POT.

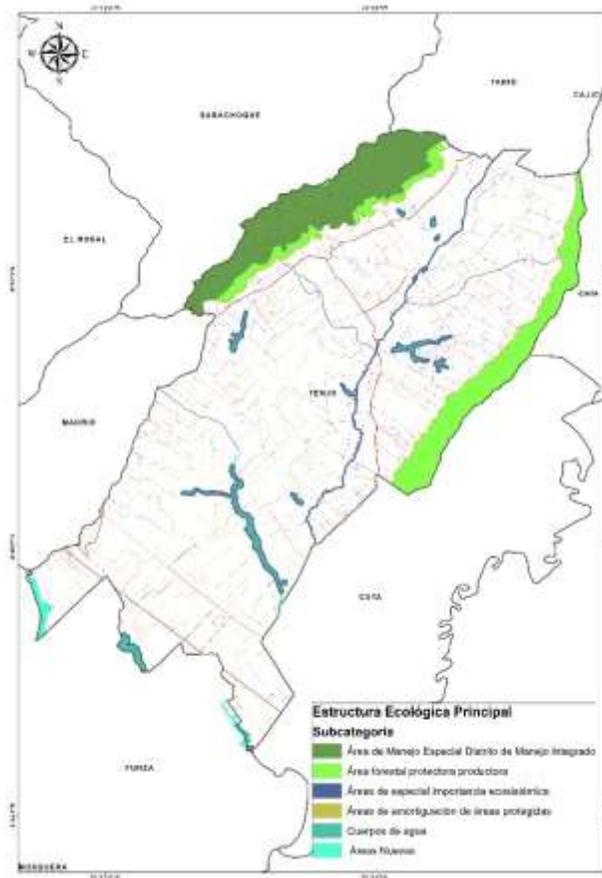
Categoría del suelo	Subcategoría	Nombre	Categorías de protección del componente general Área Has	Modelo de Ocupación del Territorio Área Has	Mapa CG-01 Modelo de Ocupación del Territorio Área Has
Áreas de conservación y protección ambiental	Reserva Forestal Protectora- Productora Cuenca Alta del río Bogotá	728,57	728,57	728,57	
	Áreas de Manejo Especial	DMI Cerro de Juaiuca	No se relaciona área	885,08	885,08
		Áreas de amortiguación de áreas de protección	No se relaciona área	No se relaciona área	No se relaciona área
	Áreas de especial importancia ecosistémica	Bosque protector	No se incluye	No se incluye	No se incluye
Áreas periféricas a nacimientos, cauces de ríos y quebradas, humedales y lagunas		181,99	181,99	181,99	
Áreas para la producción agrícola y ganadera y de explotación de recursos naturales	Suelos de alta capacidad agrológica	7103,66	7091,79	7103,66	

Fuente: Elaboración propia con base en el Acuerdo 10 de 2014.

De la misma manera, después de realizar el seguimiento y evaluación del POT de Tenjo, se concluye que no se incluye la categoría de protección DMI Gualí, Tres esquinas y Lagunas del Funzhé, no existe articulación entre dichas categorías de protección con las definidas en el POMCA del río Bogotá (2019) y sus respectivos lineamientos, no se precisa espacialmente la ubicación de la categoría áreas de amortiguación de áreas de protección en el mapa CG-01 del componente general y tampoco las áreas de protección para cuerpos de agua establecidas por la Resolución 1790 de 2017 por medio de la cual se determina la zona de protección del río Chicú; y Resolución 3106 de 2018, por medio de la cual se determina la zona de protección de la Quebrada La Chucua.

En este sentido, la Estructura Ecológica Principal determinada por los anteriores puntos se resalta en la siguiente figura cuyas observaciones ya fueron incluidas.

Figura 90. Estructura Ecológica Principal del municipio de Tenjo.



Fuente: Elaboración propia con base en el Acuerdo No. 010 de 2014.

La conservación de la Estructura Ecológica Principal es fundamental para la adaptación al Cambio Climático y la disminución a futuro de la variabilidad climática en el municipio. La funcionalidad ecológica de la EEP asegura la prestación de los servicios ecosistémicos para el bienestar de los habitantes, así como la preservación de la biodiversidad. A este respecto, la EEP es indispensable para asegurar el desarrollo sostenible a escala local y regional.

Al comparar la información de la EEP con la variación los escenarios de cambio climático al año 2100 se puede observar que sobre el territorio los menores cambios en términos de aumento de precipitación y temperatura media, o en términos de progresividad del cambio ocurren sobre la definición de la estructura (ver numeral 5.3). Es decir, su papel regulador del clima afianza la

importancia del papel que desempeña. El municipio de Tenjo no solo deberá implementar medidas frente al cambio climático a través de proyectos que permitan conservar la Estructura Ecológica Principal, también debe incluir dentro de dicha definición las áreas de amortiguación, áreas definidas en el POMCA, así como nuevas áreas de protección para establecer institucionalmente las zonas de resiliencia climática a futuro.

Es preciso mencionar que, con las alteraciones en la precipitación y temperatura media, el clima de la EEP paulatinamente se homogenizará al microclima del territorio en general al pasar a una precipitación de 30%-40% y una temperatura de 1.21 °C a 1.6 °C, situación que puede condicionar su función ambiental y social en el municipio. Así a nivel de administración local, Tenjo deberá formular acciones a corto, mediano y largo plazo para mitigar los impactos antrópicos sobre la estructura a fin de preservar y conservar los ecosistemas inherentes a las áreas de protección.

8 Áreas potenciales para la captura e implementación de sumideros.

Los sumideros también se conocen como áreas o zonas destinadas a la absorción, captura y almacenamiento de carbono (o de cualquier otro gas presente en la atmósfera). Identificar las potenciales zonas de sumideros es vital para la disminución de los gases de efecto invernadero, además de operar como una herramienta resiliente a largo plazo en la disminución de los potenciales efectos del cambio climático.

La identificación de sumideros en el municipio se realizó por medio de la Estructura Ecológica Principal, para tal fin se caracterizó la cobertura de estas áreas mediante la metodología Corine Land Cover encontrando la siguiente distribución en estas áreas:

Tabla 80. Áreas de coberturas en la Estructura Ecológica Principal.

Coberturas	Área (Has)	%
Arbustal	1.121,6	55,347
Bosque de galería y/o ripario	120,9	5,965
Canales	13,3	0,659
Cuerpos de agua artificiales	10,7	0,526
Cultivos agroforestales	7,9	0,391
Cultivos confinados	8,6	0,427
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	62,9	3,106
Mosaico de pastos con espacios naturales	6,0	0,294
Otros cultivos transitorios	23,3	1,150
Pastos arbolados	65,4	3,225
Pastos enmalezados	36,6	1,806
Pastos limpios	529,7	26,138
Plantación forestal	0,0	0,001
Tejido urbano continuo	0,0	0,001

Coberturas	Área (Has)	%
Tejido urbano discontinuo	15,5	0,763
Tierras desnudas y degradadas	2,3	0,113
Vegetación secundaria o en transición	1,8	0,089

Fuente: Elaboración propia.

De estas coberturas se consideran importantes para sumideros de CO₂ pues absorben el carbono de la atmósfera y ayudan a reducir la cantidad de CO₂ en el aire las siguientes:

- Bosque de galería y/o ripario
- Arbustal
- Plantación forestal
- Vegetación secundaria o en transición

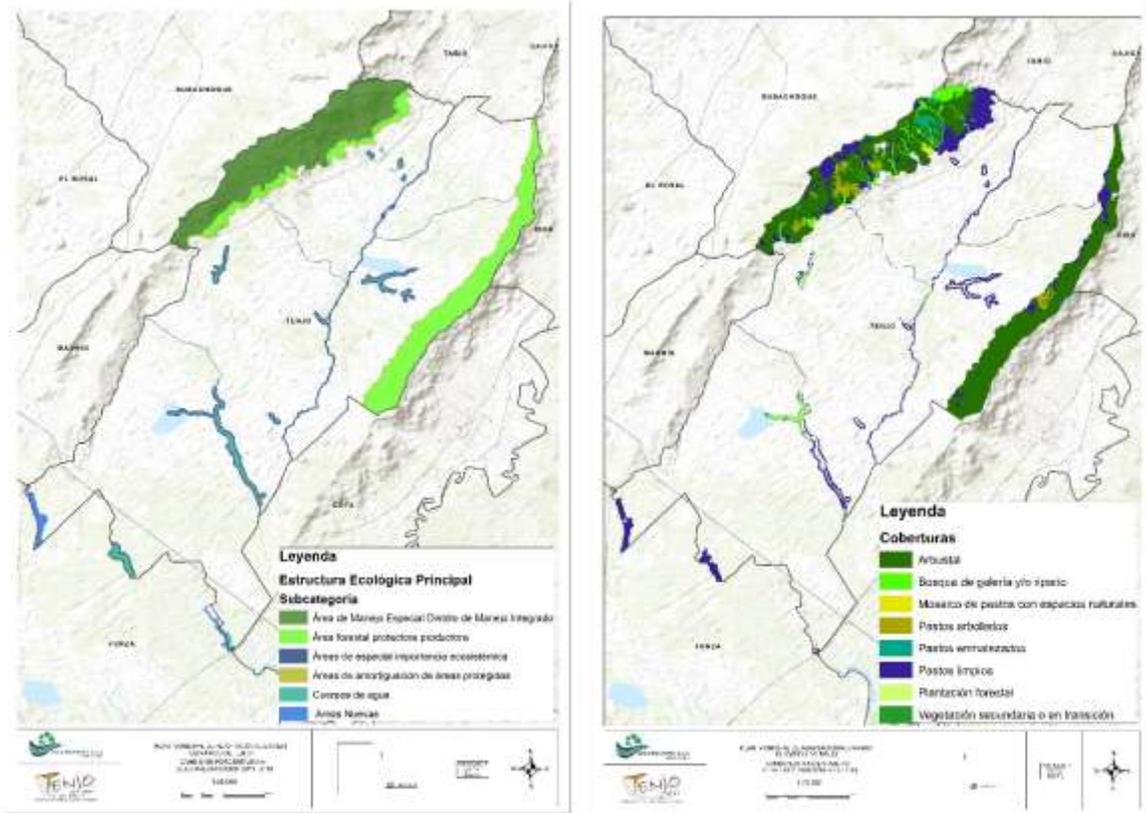
Estas categorías son las más importantes destacándose el bosque de galería y los arbustales que pueden consolidarse como bosques.

Las siguientes categorías en menor escala ayudan a reducir la cantidad de CO₂:

- Pastos arbolados
- Pastos enmalezados
- Pastos limpios
- Mosaico de pastos con espacios naturales

Estas categorías predominan en la zona sur y centro del municipio, y en las áreas de las rondas hídricas.

Figura 91. Áreas potenciales para la captura e implementación de sumideros



Fuente: Elaboración propia con base en el Acuerdo NO. 010 de 2014.

9 Etapa 3. Identificación y priorización de Medidas de adaptación

De acuerdo con la Guía CAR (2018) después de analizar la relación clima - territorio (etapa preliminar), la valoración de impactos por variabilidad climática y cambio climático para determinar la vulnerabilidad de aspectos socio-económicos y ambientales (etapa 1), y la estimación de GEI (etapa 2), se identifica, selecciona y prioriza, con participación de la comunidad local, las potenciales medidas de adaptación y mitigación a gestionar desde el POT. En esta tercera etapa confluyen los retos y oportunidades más relevantes para el municipio. Con respecto a las oportunidades frente al cambio climático se destacan, entre ellos, proyectos de cambio climático, bonos de carbono, negocios verdes que aumentan la competitividad de los sectores económicos.

La identificación, selección y priorización de medidas considera criterios tales como el beneficio a las comunidades locales (reducción de vulnerabilidad socio-económica y ambiental) y por ende al ente territorial, aporte al cumplimiento de las metas de país COP 21, compatibilidad de acciones con el objeto y alcance del POT y la capacidad técnica y económica municipal.

Es así que en el PMACC, como preámbulo a la identificación y priorización de medidas de adaptación al cambio climático apropiadas para el municipio de Tenjo, se ha realizado la recopilación y análisis de información cuantitativa y cualitativa, con enfoque participativo y científico, acerca de los impactos tendenciales y probables que puedan dejar el cambio climático sobre este territorio, basados en diferentes escenarios proyectados a 2100, bien sea sobre su población, sobre sus medios de subsistencia, biodiversidad y servicios ecosistémicos, su infraestructura, entre otros.

Una vez especializados los efectos de estos cambios del clima proyectados para Tenjo, la información se toma como base para definir las prioridades de adaptación a los eventos y efectos asociados a la variabilidad y al cambio climático, estructurándolas como un portafolio de medidas, que de acuerdo con la *Hoja de Ruta Para la Elaboración de los Planes de Adaptación* (DNP; MIN Ambiente, 2013), deben estar encaminadas a reducir el riesgo climático.

Dichas medidas, estarán enmarcadas en el Plan Municipal de Adaptación al Cambio Climático, para definir resultados esperados, apropiados con las realidades de los tenjanos, de forma que puedan ser aplicadas ampliamente, a través de diferentes programas y proyectos que defina los Planes de Desarrollo Municipal venideros, así como ser parte fundamental del Plan de Ordenamiento Territorial y ser tomado en cuenta en cualquier instrumento de planificación que tenga injerencia en el municipio, otorgándole un valor fundamental como articulador de políticas públicas locales y regionales, lo que a su vez lo logra posicionar de forma importante, jerárquica y financieramente.

Para ello, se consolidó como fundamental la priorización de la implementación y atención de vulnerabilidades, a través de herramientas de evaluación que provean argumentos para decidir de forma transparente y objetiva cuales serán desarrolladas y en qué orden o tiempo.

Como se ha expuesto en el capítulo anterior, son varios los componentes que contribuyen a la vulnerabilidad al clima. La exposición a factores de riesgo relacionados con el clima, así como el grado de “sensibilidad” que un sistema muestra, ante un estímulo climático, como factor determinante a que se desencadenen posibles efectos que el cambio climático tendría sobre un sistema. Por ejemplo, si aumentan las precipitaciones intensas en determinadas zonas del municipio, como se expone en la descripción de escenarios para Tenjo (exposición) y los cultivos sembrados tradicionalmente en dicha región no son resistentes a cantidades elevadas de precipitación (sensibilidad), esto conducirá a un descenso de su productividad (efectos potenciales).

No obstante, si la capacidad adaptativa de la región es muy elevada (por ejemplo, si los agricultores pueden emplear variedades de cultivos más resistentes), se reduce la vulnerabilidad, a pesar del alto grado de exposición y sensibilidad. En suma, la vulnerabilidad al clima está determinada por los posibles efectos del cambio climático y la capacidad de los sistemas naturales y humanos para adaptarse a ellos (Midgley, S.J.E., Davies, R.A.G. , & Chesterman, S, 2011).

Figura 92. Conformación de la vulnerabilidad



Fuente: PMACC, 2018 con base en Midgley, Davies y Chesterman 2011, pág. 3.

Una Política pública

De acuerdo con el PMACC, a fin de llevar a cabo una incorporación con éxito de la adaptación, cobra vital importancia, la articulación de acciones, planes, programas y proyectos, de modo que es pertinente que se logre efectuar desde los diferentes sectores y secretarías de la administración municipal (PNUD; PNUMA, 2011) lo siguiente:

- Acompañamiento a las medidas de política en materia de adaptación con asignaciones presupuestarias adecuadas, de forma sinérgica (co-beneficiarios), para gestionar recursos de fuentes nacionales (regalías, entre otras) y externas (Cooperación internacional, ONG's).
- Elegir un ente de coordinación general, dentro de la administración, con poder de convocatoria y de decisión con respecto a secretarías (en este caso) competentes.
- Fortalecer la coordinación a través de mecanismos intersectoriales (tales como los gremios, la comunidad en general, la institucionalidad, entre otros).
- Colaborar con los organismos nacionales, sectoriales y subnacionales para fomentar su capacidad a fin de aplicar medidas de política para la adaptación.
- Integrar los indicadores de la adaptación en el sistema de vigilancia municipal y compararlas con el orden nacional para realizar un seguimiento de las tendencias emergentes relacionadas con el cambio climático, así como la aplicación y el impacto de las políticas.

Finalmente, para dar paso al portafolio de medidas de adaptación al cambio climático, vale la pena mencionar que según el IPCC (2011): La adaptación es toda medida destinada a reducir el impacto o incluso beneficiarse de los efectos del cambio climático, La adaptación al cambio climático se refiere a los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a variaciones climáticas proyectadas o reales, a fin de moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos.

Los tipos de adaptación pueden ser:

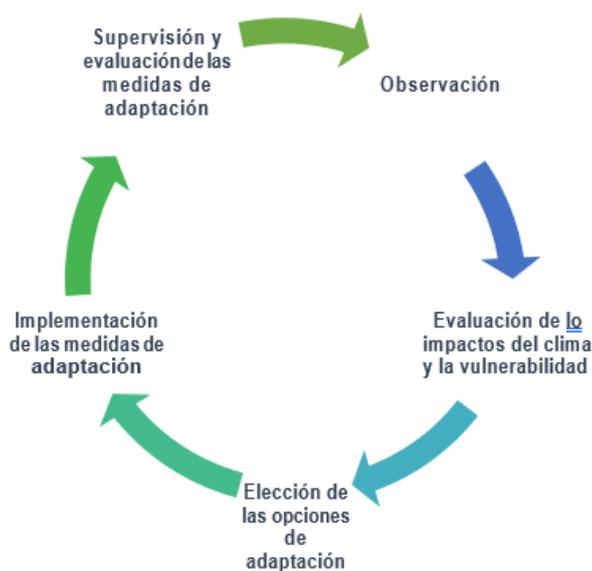
Tabla 81. Tipos de adaptación al CC.

Tipo	Acción
Adaptación preventiva	Tomar medidas para prepararse ante el cambio climático
Adaptación reactiva	Tomar medidas cuando se experimentan los efectos del cambio climático

Fuente: PMACC, 2018 con base en Curso Cambio climático Online FAO, (2018).

Así mismo, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, define como elementos Clave de un Proceso de Adaptación, lo siguiente:

Figura 93. Elementos Clave de un Proceso de Adaptación.



Fuente: PMACC, 2018 con base en CMNUCC 2011.

Así mismo las medidas de mitigación del cambio climático, se refiere al desarrollo de acciones que buscan estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. De forma más específica, la mitigación incluye (CMNUCC, 2009):

- Reducir las emisiones de GEI, p. ej. logrando una mayor eficiencia energética de los equipos antiguos.
- Impedir que se liberen nuevas emisiones de GEI a la atmósfera, p. ej. evitando que se construyan fábricas intensivas en emisiones.
- Preservar y potenciar los sumideros y reservorios de GEI, p. ej. protegiendo los sumideros naturales de carbono, como bosques y océanos, o creando nuevos sumideros (“captura de carbono”).

Opciones de Mitigación:

De acuerdo con la Plataforma de Conocimiento para el Desarrollo Sostenible (2011), en búsqueda de reducir o limitar las emisiones de GEI y/o aumentar la captura de carbono, se pueden adoptar diversas opciones de mitigación, que pueden llegar a ser tan sencillas como realizar cambios al interior de nuestras viviendas o establecimientos comerciales, entre otras. Sin embargo, las opciones de mitigación pueden variar mucho de un país a otro y es necesario adecuarlas a las circunstancias nacionales específicas (denominadas medidas de mitigación apropiadas para cada país –MMA) (Mulugetta Y. & Urban, F., 2010)

Economía con Bajas Emisiones de Carbono y Economía Verde:

Como propuesta de desarrollo con bajas emisiones de carbono, planteadas por Las Naciones Unidas, Lacónicamente implica “utilizar menos carbono para el crecimiento”. El término “economía verde” se trata de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y a su vez, incluye otras cuestiones ambientales que no están directamente relacionadas con el cambio climático tales como proteger la salud humana y el medio ambiente en general, poniendo énfasis en los beneficios sociales (Mulugetta Y. & Urban, F., 2010).

Lineamientos de la formulación de medidas de adaptación.

Conforme a lo expresado por el CONPES 3700 (DNP; DNP; Min Ambiente; DANE; Otros, 2011), los lineamientos que deberán orientar el diseño y formulación de la Estrategia Institucional para la Articulación de Políticas y Acciones en Materia de Cambio Climático en Colombia, son:

- Coordinación intersectorial
- Información para la toma de decisiones

- Comunicación y educación ambiental
- Armonía regional
- Complementariedad institucional, Articulación de Políticas y Acciones en Materia de Cambio Climático en Colombia.

Resultados esperados

Conforme a las condiciones de exposición y vulnerabilidad identificadas para el municipio de Tenjo, escenarios que se pueden transformar a partir de la implementación de medidas de adaptación y mitigación, se plantan los cambios anhelados por los habitantes y actores interesados del territorio.

Cabe resaltar que, como lo expresa la Hoja de Ruta Para la Elaboración de los Planes de Adaptación (DNP; MIN Ambiente, 2013), Un resultado esperado puede consistir en mantener en el futuro las condiciones actuales, dado las características del territorio les confieren una baja sensibilidad a eventos y/o efectos asociados al clima. Este es el objetivo de la adaptación basada en ecosistemas: partiendo del reconocimiento de que los ecosistemas en buen estado y en funcionamiento, aumentan la capacidad de superar los impactos del cambio climático, se reduce la vulnerabilidad de las personas.

Basados en las situaciones, impactos y efectos que son tendencia en el territorio, frente al cambio climático, durante los espacios participativos y retomando otros espacios de participación en los diferentes instrumentos de planificación que tienen injerencia en el territorio, los actores definieron los cambios o eventos presentidos o de los que se tiene evidencia de ocurrencia o vulnerabilidad, basado en este caso, en la no implementación de medidas de adaptación apropiadas (no implementación del PMACC). Y en contraste, se expusieron aquellos cambios anhelados o deseado por los actores, relacionados con el cambio y variabilidad climática a escala municipal.

Los cambios son los siguientes:

Tabla 82. Cambios presentidos y deseados.

<p>Cambios presentidos</p>	<ul style="list-style-type: none"> *No priorización acciones de adaptación al cambio climático, por parte de las Autoridades municipales. *Expansión industrial y urbana en el municipio sin control adecuado. *Actividad agropecuaria industrializada, no adecuada. * Inclusión de especies foráneas que desequilibren o modifiquen el ecosistema del municipio. * En general impactos en especies y ecosistemas * Aumento de pérdida de cobertura vegetal * Desarticulación Institucional
-----------------------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> * Ausencia de herramientas técnicas y académicas para la toma de decisiones * Bajo presupuesto para la gestión del cambio climático * Poca educación ambiental y gestión del conocimiento * Aumento de incendios forestales, olas de calor, granizadas, heladas, entre otras. * Aumento de enfermedades asociadas al cambio climático (ERA, Desnutrición, otras) * Aumento de vertimientos contaminantes, no controlados, así como de explotación de pozos profundos sin control. * Escasez de recurso hídrico y combustibles fósiles * Aumento de emisiones atmosféricas * Aumento de plagas por cambios en temperatura y precipitación * Afectación de cultivos y actividades agropecuarias en general por condiciones climáticas
<p>Cambios deseados</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Implementación de Sistemas agroecológicos, y otros sistemas productivos agropecuarios sostenibles, con enfoque de seguridad alimentaria * Recuperación de cuerpos de agua para amortiguar precipitaciones. * Arborización nativa e implementación de cercas vivas. * Plan de manejo ambiental en cumplimiento para el DMI. * Reglamentación del turismo, en aras de un desarrollo sostenible. * Priorizar en el presupuesto municipal, las acciones encaminadas a la gestión ambiental y el aumento de la productividad. * Banco de semillas y semillas adaptadas al cambio climático. * Establecer parámetros para un distrito de riego. * Recuperación de acueductos verdes * Recuperación de técnicas agropecuarias ancestrales. * Conectividad ecosistémica y aumento de resiliencia * Plan de ordenamiento territorial que incluya determinantes ambientales y PMACC, articulación de planes. * Planificación y lineamientos de construcción de infraestructura en áreas sin condición de riesgo a fenómenos naturales o afectación de ecosistemas * Deforestación cero * Aumento de áreas naturales protegidas * Definición, mantenimiento y ampliación de zonas verdes urbanas * Corredores ecológicos multipropósito (deporte y recreación) * Consolidación de espacios e instancias de concertación y articulación de proyectos de las diferentes instituciones * Monitoreo efectivo del ordenamiento territorial, la gestión ambiental y de desastres * Presupuesto permanente para proyectos ambientales y sociales educación ambiental como eje articulador de la gestión ambiental

- y transformador de cultura
- * Transporte alternativo
 - * Implementación de medidas de defensa contra inundaciones, mantenimiento y recuperación de vallados y cuerpos de agua del municipio
 - * Implementación de campañas de prevención de enfermedades
 - * Sistema de alertas tempranas funcionando
 - * Monitoreo y control de la calidad y disponibilidad de agua, de forma efectiva
 - * Programas de reconversión productiva de sistemas agropecuarios
 - * Uso adecuado de suelos en función de su capacidad productiva
 - * Implementación de buenas prácticas agrícolas
 - * Aprovechamiento de fuentes de energía alternativas
 - * Legislación e incentivos para el uso de energías alternativas en viviendas, empresas y en transporte público y privado
 - * Monitoreo específico y control de emisiones
 - * Cambios tecnológicos en infraestructura y equipos para la reducción de emisiones
 - * Implementación de tecnologías limpias en el sector transporte e industrial

Fuente: PMACC, 2018 con base en el taller participativo del PMACC, 2018

Visión del PMACC año 2030 – Tenjo

En el año 2030, el municipio de Tenjo, será un territorio adaptado al cambio climático, gracias a la gestión del conocimiento y la actualización permanente de los parámetros técnicos necesarios para mantener un sistema adaptado, con un sistema de alertas tempranas funcionando y de amplia divulgación, y actores sociales e institucionales sensibilizados ante sus funciones y aportes a este estado de adaptación que se mantiene y busca la mejora continua del mismo, dotados de infraestructura, asistencia técnica y extensión agropecuaria, que logra estar cada vez más adaptados al cambio climático.

Escenario apuesta del PMACC año 2030 – Tenjo

Tenjo, como municipio que se adapta al cambio y variabilidad climática, implementa sistemas agroecológicos y otros sistemas productivos agropecuarios sostenibles, con enfoque de seguridad alimentaria, Programas de reconversión productiva de sistemas agropecuarios, uso adecuado de suelos en función de su capacidad productiva; así mismo recupera y mantiene en óptimas condiciones sus cuerpos de agua para amortiguar precipitaciones, realiza siembra de especies nativas e implementación de cercas vivas. El Plan de manejo ambiental del DMI Cerro de Juaiça, es

implementado y el turismo allí y en todo el municipio, está reglamentado, aras de un desarrollo sostenible. Las administraciones municipales, priorizan en el presupuesto municipal, las acciones encaminadas a la gestión ambiental y el aumento de la productividad, contando con un banco de semillas y estudios de semillas que puedan ser adaptadas o que sean resilientes al cambio climático, así mismo se está gestionando y estableciendo parámetros para contar con un distrito de riego en el territorio, y así mismo se están implementando sistemas de riego alternativos, recuperación de acueductos verdes, así como recuperación de técnicas agropecuarias ancestrales, que a su vez proporcionen conectividad ecosistémica y aumento de resiliencia.

El Plan de ordenamiento territorial incluye determinantes ambientales y PMACC, articulándolos con el plan de desarrollo y planeas sectoriales, así mismo pues la planificación y lineamientos de construcción de infraestructura se realiza en áreas identificadas como sin condición de riesgo a fenómenos naturales o afectación de ecosistemas, fomentando la política de Deforestación cero, aumento y manteniendo las áreas naturales protegidas necesarias, así como una especial manutención de zonas verdes urbanas, que son continuidad de la conectividad ecosistémica, aunado con los corredores ecológicos, multipropósito (deporte y recreación).

La consolidación de espacios e instancias de concertación y articulación de proyectos de las diferentes instituciones, ha sido de gran importancia y se ha realizado un monitoreo efectivo del ordenamiento territorial, la gestión ambiental y de desastres, de modo que se ha logrado un presupuesto permanente para proyectos ambientales, sociales y de educación ambiental como eje articulador de la gestión ambiental y transformador de cultura.

Se ha venido fortaleciendo y apoyando el transporte alternativo, el deporte, campañas de prevención de enfermedades, monitoreo y control de la calidad y disponibilidad de agua, de forma efectiva, logrando así un sistema adaptado y en crecimiento.

Identificar medidas de adaptación apropiadas

Estos cambios, responden a 6 categorías o dimensiones, basadas en el análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático, como se expuso en el capítulo 3; mismas que, buscan ser adecuadas a las condiciones del territorio nacional (IDEAM,2017). Dichas categorías, se consolidan para este PMACC, en ejes estratégicos de acción, dentro de las cuales se ubican las diferentes medidas de adaptación al cambio climático, propuestas.

Estos ejes estratégicos o líneas estratégicas del Plan, representan las prioridades sobre las cuales deberán centrarse los esfuerzos de los actores públicos y privados departamentales para avanzar en el desarrollo agropecuario y rural departamental (ADR-FAO,2018), así mismo cada medida tendrá

la elación de la línea estratégica de nivel nacional, a la cual responde. Retomando algo de la definición de las seis categorías y a su vez exponiendo los alcances de eje estratégico, tenemos:

9.1 Ejes estratégicos

Eje estratégico N°1

- Seguridad alimentaria: La seguridad alimentaria y nutricional es definida por el gobierno nacional en el documento CONPES 113 de 2018 como la disponibilidad suficiente y estable de alimentos, el acceso y el consumo oportuno y permanente de los mismos en cantidad, calidad e inocuidad por parte de todas las personas, bajo condiciones que permitan su adecuada utilización biológica, para llevar una vida saludable y activa. En este caso se priorizó el componente de “Disponibilidad”, y con ello, se asocia a este eje estratégico, la producción agropecuaria de la región y en especial la del municipio de Tenjo.

Eje estratégico N°2

- Recurso hídrico: Esta dimensión busca identificar la relación de los asentamientos humanos con respecto al Recurso Hídrico, frente a su uso y disponibilidad. Es así que, para este eje, se consideran todas las acciones tendientes a manejar la calidad hídrica del territorio y los usos adecuados del recurso natural.

Eje estratégico N°3

- Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos: Esta dimensión relaciona el servicio ecosistémico de provisión, con especies categorizadas como de “uso” en análisis con especies Amenazadas, teniendo en cuenta el cambio de coberturas vegetales naturales al año 2040 bajo escenario RCP 6.0., en este eje estratégico se consideran medidas de recuperación y protección de los servicios ecosistémicos, estrategias de producción limpia, así como estrategias para aumentar la resiliencia de las personas, de las comunidades y de los ecosistemas frente a la variabilidad y el cambio climático, entre otras estrategias de ordenamiento y sostenibilidad del territorio.

Eje estratégico N°4

- Salud: Este componente identifica la relación climática con la salud humana, bien por las diferencias de temperatura y precipitación en lapsos climáticos, así como la relación con vectores de enfermedades asociadas. Las medidas estarán asociadas entonces a prevención y atención temprana de enfermedades y vectores.

Eje estratégico N°5

- Hábitat Humano: Esta dimensión busca identificar aquellas variables asociadas a las viviendas y servicios asociados a los asentamientos humanos. Aquí se recogen elementos de gestión territorial e interacción institucional.

Eje estratégico N°6

- Infraestructura: Bajo esta dimensión, se presentan estrategias relacionadas con vías, accesos, equipamientos sociales, disponibilidad de conexión eléctrica, y alternativas energéticas para la capacidad adaptativa.

Eje Transversal

- Gestión del conocimiento: En general, el desarrollo de medidas pertinentes y que se puedan mantener en el tiempo depende, en gran medida de la educación ambiental y la continua actualización de la información respecto a la gestión ambiental, del cambio climático y del riesgo a desastres naturales. Es así que, dentro de las anteriores líneas estratégicas, se incorporará la gestión del conocimiento como base estructuradora de las medidas.
- Ordenamiento Territorial y otros instrumentos de Planeación: De igual modo, el desarrollo de medidas que se puedan mantener en el tiempo y que puedan traspasar los cambios de administración, depende en gran medida de la articulación entre instrumentos de planificación, es así que diferentes medidas estarán direccionadas a contar con una transversalidad en los diferentes planes y programas que el municipio ejecute y que pueda atender a su vez, diferentes dimensiones del desarrollo.

Priorizar las medidas de adaptación

Durante el desarrollo del taller de construcción participativa del PMACC, se identificaron una serie de medidas de adaptación, junto con los actores sociales y la administración municipal, que pueden tener un impacto potencial sobre la gestión del cambio climático en el territorio que a su vez fueron evaluadas, en función de la probabilidad de ocurrencia y frecuencia de eventos climáticos y de los impactos y efectos potenciales que puedan causar, es así que, tal como se mostró en el capítulo 3, la calificación se trata de la multiplicación entre significancia y probabilidad, dando una priorización del riesgo por evento, conforme a la percepción de los actores claves. Dicha multiplicación da como resultado valores entre 1 y 9, dando 3 rangos de priorización la atención de los posibles efectos a través de medidas de adaptación al cambio climático. Los rangos están divididos así:

Tabla 83. Riesgo evento = Significancia * Probabilidad

Rango	Priorización
1-3	Baja
4-6	Media
7-9	Alta

Fuente: PMACC, 2018.

De allí que, los eventos con mayor categoría de riesgo, están a su vez catalogados como de alta importancia o de prioridad alta, toda vez que son aquellos para los cuales se deben implementar medidas inmediatas o de corto plazo, sin ser excluyente con las medidas que se den en el mediano y largo plazo, así mismo, las medidas prioridad baja, para este, significa que las medidas pueden ser implementadas paulatinamente y mantenerse en el tiempo; esto debido a que todas las medidas, bien sean de alta o baja prioridad, son necesarias y pertinentes en el territorio, y solo difieren en los tiempos y/o gradualidad en la implementación como medida regulatoria de asignación de presupuestos y esfuerzos para su implementación en diferentes planes, programas y proyectos que tengan injerencia en el municipio.

Tabla 84. Priorización de medidas, asociado a eventos más recurrentes.

Evento / Efecto	Impactos Potenciales	Rso	Acción de adaptación
Incendio forestal	Alteraciones sobre la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos	9	Gestión del conocimiento, Implementación de distrito de riego, Cortafuegos, Reservorios de agua. Reforestación, gestión del recurso hídrico.
	Afectación directa a la población		
	Daños en viviendas, cultivos e infraestructuras		
Olas de calor	Afectación de los sectores agropecuario, acuícola y piscícola	4	Cultivos inteligentes, Barreras vivas, Reservorios de agua, Arreglos agrosilvopastoriles, tanques de reserva
	Afectación a la salud humana		
Granizadas	Impactos sobre las actividades económicas	9	Mantenimiento y remplazo de canaletas domésticas, Refuerzo y mantenimiento de estructuras, Gestión del conocimiento.
	Daños en vivienda		
	Congestión vial en áreas urbanas		

Evento / Efecto	Impactos Potenciales	Rso	Acción de adaptación
Heladas	Pérdidas en el sector agropecuario	9	Cultivos inteligentes, arreglos ASP, alternativas de producción.
Vendavales	Afectación directa sobre la población	2	Reforzar infraestructura, Evaluación y mantenimiento de árboles en riesgo, Cercas vivas, Mantenimiento de cableado y postas.
	Daños en vivienda e infraestructura vital		
	Pérdida de cultivos		
Aguaceros o Chubascos	Pérdidas económicas por cortes en los servicios públicos	9	Recuperación de canales, Canalización de aguas lluvias, Conservación de suelos, Recuperación y conservación de lechos, humedales y vallados.
	Pérdidas en cultivos (plagas, pérdida de suelo, estrés sobre las plantas)		
	Pérdidas económicas por suspensión de actividades productivas		
	Daños en vivienda e infraestructura		
Inundaciones	Afectación directa a la población	6	Seguimiento a la construcción y licenciamiento de viviendas y demás infraestructuras, Mantenimiento y recuperación de vallados, Recuperación de cuerpos de agua, Mantenimiento de alcantarillado, Mantenimiento de infraestructura.
	Pérdida de zonas de esparcimiento		
	Aumento de la inseguridad alimentaria de la zona		
	Aumento de vectores y enfermedades como las IRA (infección respiratoria aguda) y las EDA (enfermedad diarreica aguda)		

Evento / Efecto	Impactos Potenciales	Rso	Acción de adaptación
Movimientos en masa	Alteración de la composición florística en las zonas inundadas, así como de su estructura y funciones	6	Reubicación de viviendas del DMI, Estabilización de taludes, muros de contención y barreras, Conservación de suelos, Mantenimiento del sistema de alcantarillado. Revisión junto con el plan de ordenamiento territorial la infraestructura que se ve amenazada por eventos climáticos.
	Eutrofización de cuerpos de agua y degradación de ecosistemas asociados, por arrastre de sustancias		
	Pérdida de suelos		
	Daños y/o pérdidas en vivienda e infraestructura vital		
	Emergencia institucional local por falta de recursos económicos y logísticos		
	Daños y/o pérdidas en viviendas e infraestructura vital		
	Pérdida de vidas		
	Pérdida de la cobertura vegetal y de la estructura del suelo, su función y composición		
	Afectación en el transporte terrestre		
Avenidas torrenciales	Afectación directa a la población	1	A pesar de que no lo consideran importante o probable, proponen implementar rejillas para sumideros, Recuperación de vallados, Manejo de aguas lluvias en vías y en general, Mantenimiento de vías.
	Pérdida de la cobertura vegetal y de la estructura del suelo, su función y composición		
	Daños en vivienda e infraestructura vital		

Evento / Efecto	Impactos Potenciales	Rso	Acción de adaptación
Sequías	Reducción de caudales en ríos y quebradas	3	Seguimiento al uso del agua en establecimientos comerciales, Buenas prácticas de manejo (BPM), Asistencia técnica.
	Afectación sobre la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos		
	Reducción de la productividad agrícola y pecuaria		
	Afectación de acueductos		
	Acidificación del suelo		
	Afectación de la población por riesgos en alimentación y salud		
Degradación de suelos	Pérdida de biodiversidad y de sus servicios ecosistémicos de regulación	9	Seguimiento al uso del suelo y el agua, Rotación de cultivos, adecuada mecanización, Agroecología.
	Seguridad alimentaria para la población de la región afectada		

Fuente: PMACC, 2018.

Luego, las medidas asociadas a cada nivel de priorización y eje estratégico son:

Tabla 85. Medidas según priorización de medidas y eje estratégico.

Aparte a prioridades de adaptación/mitigación	Medidas, acciones o proyectos de adaptación/priorización	Eje estratégico
Alta	Seguimiento al uso del suelo y el agua, gestión del recurso hídrico.	Eje 2
	Implementación de sistemas de riego, Reservorios de agua	Eje 2, Eje 1
	Mantenimiento y remplazo de canaletas domésticas, Refuerzo y mantenimiento de estructuras	Eje 5, Eje 6
	Recuperación de canales, Canalización de aguas lluvias, y conservación de lechos, humedales y vallados.	Eje 5, Eje 6

Aparte a prioridades de adaptación/mitigación	Medidas, acciones o proyectos de adaptación/priorización	Eje estratégico
	Cortafuegos, Reforestación	Eje 3, Eje 6
	Conservación y Recuperación de suelos, Rotación de cultivos, adecuada mecanización, Agroecología, cultivos inteligentes, arreglos ASP, Alternativas de producción, Buenas prácticas de manejo (BPM), Asistencia técnica (Extensión agropecuaria).	Eje 1, Eje 3
	Gestión del conocimiento	Eje transversal
	Cultivos inteligentes, Barreras vivas, Arreglos agrosilvopastoriles	Eje 1
	Reservorios de agua, Tanques de reserva	Eje 1, Eje 3
	Seguimiento a la construcción y licenciamiento de viviendas y demás infraestructuras, Reubicación de viviendas que se encuentren en el DMI	Eje 5, eje 6, eje 3
	Revisión junto con el plan de ordenamiento territorial la infraestructura que se ve amenazada por eventos climáticos.	Eje transversal, Eje 6
	Mantenimiento y recuperación de vallados, Recuperación de cuerpos de agua	Eje 2, Eje 3
	Mantenimiento del sistema de alcantarillado.	Eje 2, Eje 6
	Mantenimiento de infraestructura vial y equipamientos sociales	Eje 6
	Estabilización de taludes, muros de contención y barreras vivas, conservación de suelos	Eje 3, Eje 6
	Evaluación y mantenimiento de árboles en riesgo, Mantenimiento de cableado y postes.	Eje 3, Eje 6
	Reforzar infraestructura ante eventos de vendavales	Eje 5, Eje 6
	Mantenimiento de vías.	Eje 6
	Rejillas para sumideros, Recuperación de vallados, Manejo de aguas lluvias en vías y en general.	Eje 6, Eje 2
	Seguimiento al uso del agua en establecimientos comerciales	Eje 2

Fuente: PMACC, 2018.

9.2 Estrategias desde el suelo rural para la mitigación de los Gases de Efecto Invernadero.

De acuerdo con el parágrafo 1 del artículo 9 (Instrumentos municipales y distritales) de la Ley 1931 de 2018, por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático, los municipios y distritos implementarán medidas de mitigación de Gases de Efecto Invernadero en materia de transporte e infraestructura, desarrollo agropecuario, energía, vivienda y saneamiento, así como en comercio, industria y turismo, todo ello de acuerdo a sus competencias y según los lineamientos definidos por los respectivos Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales-PIGCT.

En este sentido, la siguiente tabla presenta las estrategias y su respectiva descripción, formulados desde el Plan Municipal de Adaptación al Cambio Climático de Tenjo (2018) para la disminución de Gases de Efecto Invernadero en el ámbito rural, valorados en materia de transporte, infraestructura, energía, vivienda, saneamiento, industria, comercio y turismo.

Tabla 86. Ejes estratégicos y programas desde el suelo rural para la mitigación de los Gases de Efecto Invernadero

Materia	Estrategia	Descripción
Transporte	Promover la movilidad baja en carbono para acceder a las zonas más apartadas del suelo rural.	Implementar programas y proyectos que permitan que los ciudadanos utilicen las vías terciarias no solo para vehículo de combustible fósil si no para movilidad activa y vehículos de combustible no fósil
Infraestructura	Adecuar las vías terciarias, para reducir congestión en las vías rurales	Mejorar las vías terciarias, para que no haya interrupción del flujo vehicular, garantizando la eficiencia de la movilidad en esta zona, evitando la generación de más GEI. Complementando la estrategia con programas de reforestación en las áreas con pérdida de cobertura vegetal nativa.
Energía	Promoción de proyectos de energía solar en el área rural, para aprovechar el potencial que tiene el municipio frente a este tipo de energía renovable	Teniendo en cuenta que según la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático, el municipio tiene un alto potencial de energía solar, esta estrategia permite generar energía sin afectar otros recursos naturales y mitigando GEI
Vivienda	Cambiar el uso de la leña en las estufas en el área rural, por estufas que generen menor GEI	Esta estrategia busca reducir las emisiones GEI debido al uso de leña en cocinas del área rural. Además, de mejorar la calidad de vida de las personas por la exposición de emisiones atmosféricas contaminantes.
Saneamiento	Fortalecer la reutilización de residuo orgánico para compostaje	Esta estrategia pretende implementar procesos de compostaje que ayuden a la disminución de residuos en el relleno sanitario e incorporar el producto del compostaje en la cadena de producción agrícola

Materia	Estrategia	Descripción
Comercio	Incentivar las buenas prácticas del uso de energía	Implementar programas de Conversión tecnológica de alta inversión para eficiencia energética alineado con lo propuesto con la nación
Industria	N/A	N/A
Turismo	Fomentar el ecoturismo en el municipio	Implementar rutas para la recreación y contemplación de las áreas destinadas a la protección y conservación de los recursos naturales. (Cerro de Juaica)

Fuente: Elaboración propia con base en el PMACC de Tenjo (2018)

9.3 Estrategias desde el suelo urbano para la mitigación de los Gases de Efecto Invernadero.

En consideración a lo establecido por el parágrafo 1 del artículo 9 de la Ley 1931 de 2018, tal como se estableció en el numeral anterior, la Tabla 87 presenta las estrategias y su descripción formulados por el Plan Municipal de Adaptación al Cambio Climático de Tenjo (2018) para la disminución de Gases de Efecto Invernadero en el ámbito urbano, valorados en materia de transporte, infraestructura, energía, vivienda, saneamiento, industria, comercio y turismo.

Tabla 87. Ejes estratégicos y programas desde el suelo urbano para la mitigación de los Gases de Efecto Invernadero

Materia	Estrategia	Descripción
Transporte	Promover la movilidad activa y movilidad sostenible en el casco urbano.	Implementar programas y proyectos que permitan que los ciudadanos utilicen las vías urbanas no solo para vehículo de combustible fósil si no para movilidad activa y vehículos de combustible no fósiles
Infraestructura	Ajustar las vías municipales que permita la diversidad de medios de transporte	Adecuar las vías con ciclo rutas para el transporte activo. Igualmente, generar espacio para vehículos de carga y transporte público, que permitan un flujo vehicular continuo
Energía	Promoción de proyectos de energías alternativa el área urbana	Teniendo en cuenta que según la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático, el municipio tiene un alto potencial de energía solar, esta estrategia permite generar energía sin afectar otros recursos naturales y mitigando GEI
Vivienda	Fortalecer programas de reciclaje, para reducir los residuos en el relleno sanitario	Se debe buscar esfuerzos para el manejo adecuado e los residuos sólidos, a través de educación ambiental con el fin de reducir emisiones de GEI.
Saneamiento	Promover la reutilización y no desperdicio del agua.	Esta estrategia pretende que la ciudadanía no desperdicie el recurso hídrico para prevenir desabastecimiento hídrico en el municipio.
Industria	Conversión tecnológica de baja inversión para eficiencia energética	Esta estrategia está alineada a las medidas establecidas por Colombia para la reducción de GEI, el cual es, Implementar un programa de inversiones pequeñas que permiten aumentar la eficiencia

Materia	Estrategia	Descripción
Turismo	Fomentar el ecoturismo en el municipio	Implementar rutas para la recreación y contemplación de las áreas destinadas a la protección y conservación de los recursos naturales.
Comercio	Incentivar las buenas prácticas del uso de energía	Implementar programas de Conversión tecnológica de alta inversión para eficiencia energética alineado con lo propuesto con la nación

Fuente: Elaboración propia con base en el PMACC de Tenjo (2018).

10 Etapa 4. Formulación de medidas de adaptación y mitigación

De acuerdo con la Guía CAR (2018), esta formulación establece las políticas, estrategias, programas y proyectos que el municipio implementará con base en la priorización de medidas de adaptación y mitigación en el CORTO, MEDIANO y LARGO PLAZO. Así mismo, señala que el programa de ejecución incluirá las medidas formuladas para cada componente, considerando los recursos con los que cuenta el municipio y las posibles fuentes de financiación que podrían vincularse en la vigencia del POT, para dar cumplimiento a las medidas de adaptación y mitigación propuestas. Así mismo, se debe consignar de manera clara los responsables y corresponsables de la ejecución, el cronograma planteado, indicadores, población beneficiada y demás información relevante que permita el seguimiento y la evaluación del cumplimiento de lo propuesto.

10.1 Programas y proyectos del POMCA 2019

En el documento del POMCA (2019) se incorporan los siguientes programas:

[...] Dentro de las medidas no estructurales se requiere de un programa del conocimiento y reducción del riesgo y del cambio climático en la cuenca que permita una toma de decisiones acertada, con proyectos tales como:

- Actualización y ampliación de las redes de monitoreo hidroclimatológico como parte esencial de los sistemas de alerta temprana y adaptación al cambio climático.
- Creación de un Sistema Integrado de Información Regional en Gestión del Riesgo de Desastres (GR) y del Cambio Climático (CC).

Así mismo, en el componente programático del POMCA, se incorpora (numeral 6.2.4), el Programa de Gestión Integral del Riesgo de Desastres y Adaptación al Cambio Climático. De acuerdo con el POMCA (1029), este programa es fundamental para la planificación del uso y ocupación del territorio que armonice su aprovechamiento y permita el fortalecimiento del capital social y ecosistémico disminuyendo su vulnerabilidad. Por ello, para lograr un territorio seguro y que esté

orientado a un desarrollo sostenible es necesario que se integre la gestión del riesgo, la gestión de adaptación al cambio climático y la gestión ambiental.

El programa tiene como objetivo general orientar las acciones gubernamentales y sectoriales en el conocimiento del riesgo y la adaptación al cambio climático, la reducción del riesgo y el manejo de desastres, con el fin de lograr una ocupación del territorio de forma segura, evitar la configuración de nuevas condiciones de vulnerabilidad y riesgo, y el logro de un desarrollo sostenible en la cuenca.

Ahora bien, de acuerdo con lo anterior, y teniendo en cuenta los resultados del análisis situacional y la síntesis ambiental realizada en la fase de diagnóstico, así como el ejercicio de Prospectiva y Zonificación realizados en el desarrollo de este POMCA; se definieron 3 líneas estratégicas que soportan y fortalecen el cumplimiento de los objetivos del programa:

1. El conocimiento del riesgo y del cambio climático en la cuenca como herramienta para la toma de decisiones,
2. La reducción del riesgo, una responsabilidad compartida y,
3. Por una Cuenca más resiliente.

El programa busca responder al fortalecimiento de los lineamientos de política planteados para la cuenca.

Así, el POMCA (2019), plantea un conjunto de proyectos para cada una de estas líneas estratégicas, así: el conocimiento del riesgo, la reducción del riesgo y el manejo de desastres. Específicamente sobre el primero, dicho Plan señala:

a. Realización de estudios detallados de amenaza, vulnerabilidad y riesgo (AVR).

Realizar estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgos (AVR) por eventos naturales en las Áreas con condición de riesgo en los municipios de la cuenca que no cuenten con ellos y armonizar con los resultados del POMCA los estudios que ya están ejecutados. Se pretende que los municipios de la cuenca cuenten con estudios detallados en las Áreas con condición de riesgo identificadas, que les sirvan de insumo para una adecuada planificación y manejo de su territorio. El medio de verificación es el número de estudios realizados en las Áreas con condición de riesgo identificadas. Una de las actividades identificadas para este proyecto es “Identificación de la vulnerabilidad de la cuenca al cambio climático”.

b. El conocimiento del riesgo y del cambio climático en la cuenca como herramienta para la toma de decisiones

El conocimiento del riesgo se logra a partir de la identificación de escenarios de riesgos, la medición y análisis del riesgo, la evaluación del riesgo, el tratamiento del riesgo, planificación y comunicación, y el monitoreo y seguimiento. El conocimiento y acciones permanentes para el conocimiento del riesgo y promoción para una mayor conciencia del mismo. Esta es una línea estratégica enfocada al avance en el conocimiento de las condiciones específicas de riesgo a escalas de detalle, para tener herramientas que permitan un mejor manejo y ocupación del territorio y faciliten la toma de decisiones ante los escenarios previstos de cambio climático en la cuenca, además de impulsar la apropiación del conocimiento de la prevención de riesgos y el manejo de emergencias en la comunidad escolar con énfasis en las condiciones locales; actualización y ampliación de las redes de monitoreo hidroclimatológico como parte esencial de los sistemas de alerta temprana y adaptación al cambio climático; realización de estudios detallados de amenaza, vulnerabilidad y riesgo (AVR) en 27 municipios de la cuenca del río Bogotá y armonización con los resultados del POMCA de los 19 estudios ya ejecutados en los demás municipios de la Cuenca. Creación de un Sistema Integrado de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres y el Cambio Climático de la Cuenca del Río Bogotá (SIGR-CC Cuenca Río Bogotá).

- **Creación de un Sistema Integrado de Información Regional en Gestión del Riesgo de Desastres (GR) y del Cambio Climático (CC).**

El objetivo es generar y mantener actualizado un sistema de información temática y cartográfica en gestión del riesgo de desastres y cambio climático para la Cuenca del Río Bogotá con el fin de disminuir la dispersión, desarticulación y duplicación de la información básica temática y cartográfica en gestión del riesgo y cambio climático de la Cuenca del Río Bogotá. Los objetivos específicos de este proyecto son:

- Diseñar e implementar el modelo de operación del sistema de información para la gestión del riesgo de desastres y de adaptación al cambio climático de la Cuenca del Río Bogotá.
- Promover el intercambio de información entre las entidades públicas del ámbito internacional, nacional, regional y municipal para su integración en el sistema de información en gestión del riesgo de desastres y del cambio climático de la cuenca del río Bogotá.
- Capacitar y mejorar las competencias técnicas de funcionarios municipales en el diligenciamiento, presentación y difusión de la información en línea sobre reportes de emergencias, datos y mapas generados en los diferentes procesos de gestión del riesgo de desastres.
- Diseñar y ejecutar la estrategia de divulgación y seguimiento del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo y el cambio climático de la Cuenca del Río Bogotá.

10.2 Programas y proyectos del PMACC Tenjo

En este apartado se presenta un compendio de los programas ajustados a cada uno de los siete ejes estratégicos del PMACC, a través de fichas con su respectiva descripción de objetivos y medidas. Estas constituyen una propuesta articuladora con la prospectiva territorial desarrollada por el municipio, que además se constituye en un insumo desde lo local, para la futura articulación de los contenidos programáticos que conformarán los planes de adaptación al cambio climático a escala regional.

A continuación, se presentan las medidas de adaptación para cada eje temático.

Convenciones de plazo (PMACC 2018-2030):

- I: Inmediato, a desarrollar antes de un año, durante el horizonte de planeación.
- C: Corto, a desarrollar entre uno y tres años durante el horizonte de planeación.
- M: Mediano, a desarrollar de tres años en adelante, hasta 6 años durante el horizonte de planeación.
- L: Largo plazo, de 6 años en adelante, durante el horizonte de planeación.

Convenciones de Escala (PMACC 2018-2030):

- Local: Municipio de Tenjo
- Regional: Tenjo con los municipios vecinos

En este sentido, la siguiente tabla presenta los ejes estratégicos, programas, metas e indicadores formulados por el Plan Municipal de Adaptación al Cambio Climático de Tenjo (2018).

Tabla 88. Ejes estratégicos y programas desde el suelo rural. PMACC, 2018

Materia	Eje estratégico	Objetivos	Programa		Ámbito
			Metas	Indicadores	
Industria Comercio	Seguridad alimentaria y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial)	Mejorar las capacidades de los sistemas agrícolas y pecuarios del municipio de Tenjo, con el ánimo de prestar apoyo a la seguridad Alimentaria,	100% de las zonas de interés agropecuario, evaluadas por su potencial productivo.	% de zonas agropecuarias evaluadas	Rural
			1 plan agropecuario municipal elaborado y en ejecución, basado en las evoluciones	Plan municipal agropecuario formulado y en implementación	Rural
			100% de los productores beneficiados con	% de productores beneficiados con asesorías y acciones	Rural

Materia	Eje estratégico	Objetivos	Programa		Ámbito
			Metas	Indicadores	
		bajo premisas de adaptación y desarrollo sostenible.	asesorías y acciones de extensión agropecuaria basado en ACI (Agrosistema Climáticamente Inteligente)	de extensión agropecuaria basado en ACI	
			Incentivos para implementar ACI al 60% de los productores del municipio	Tasa de productores beneficiados con incentivos a los ACI	Rural
			20 mecanismos de coordinación interinstitucional del PMACC implementados	N° de mecanismos de coordinación interinstitucional del PMACC implementados	Rural
Saneamiento	Recurso hídrico y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial)	Garantizar la disponibilidad, oferta y calidad del recurso hídrico en el municipio de Tenjo, frente a los escenarios de cambio climático, a través de gestión del conocimiento, ordenamiento y gestión del recurso, control y seguimiento de su adecuado uso y conservación	1 estudio y/o actualización de disponibilidad y calidad del recurso hídrico anual	N° de estudios y/o actualizaciones de disponibilidad y calidad del recurso hídrico anual	Urbano/Rural
			4 escuelas de uso racional del agua por año	N° de escuelas de uso racional del agua por año	Urbano/Rural
			100% de sistemas de alcantarillado y acueducto con reporte de acciones de mantenimiento o mejora	% de sistemas de alcantarillado y acueducto con reporte de acciones de mantenimiento o mejora	Urbano/Rural
			70% de vallado recuperados o reemplazados	% de vallados recuperados o reemplazados en el municipio	Urbano/Rural
			1 diagnóstico de condiciones de servicio y capacidades de los acueductos de Tenjo	N° diagnóstico de condiciones de servicio y capacidades de los acueductos de Tenjo	Urbano/Rural
			20 acciones de manejo y uso eficiente del agua a nivel rural	N° de acciones de manejo y uso eficiente del agua, a nivel rural y urbano	Urbano/Rural
			3 cuerpos de agua recuperados	N° de cuerpos de agua recuperados	Urbano/Rural

Materia	Eje estratégico	Objetivos	Programa		Ámbito
			Metas	Indicadores	
Vivienda Turismo	Biodiversidad y servicios ecosistémicos y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial)	Ecosistemas estratégicos de Tenjo como base para la adaptación y mitigación de la variabilidad y cambio climático	1 estudio de análisis de vulnerabilidad de ecosistemas estratégicos	N° de estudio de análisis de vulnerabilidad de ecosistemas estratégicos	Rural
			1 programa de restauración ecológica y reforestación en zonas degradadas o afectadas por incendios forestales, incluyendo obras contrafuegos	N° de programa de restauración ecológica y reforestación en zonas degradadas o afectadas por incendios forestales, incluyendo obras contrafuegos	Rural
			4 incentivos a la conservación de áreas de interés ambiental	N° incentivos a la conservación de áreas de interés ambiental	Rural
			1 plan de manejo ambiental de áreas protegidas formulado y/o actualizado e implementado	N° plan de manejo ambiental de áreas protegidas formulado y/o actualizados e implementado	Rural
			6 acciones de vigilancia y control de explotaciones ilegales de recursos renovables y no renovables, por año	N° acciones de vigilancia y control de explotaciones ilegales de recursos renovables y no renovables, por año	Urbano/Rural
			6 acciones de extensión rural en el uso eficiente del suelo y en general estrategias y acciones de sensibilización ambiental	N° acciones de extensión rural en el uso eficiente del suelo y en general estrategias y acciones de sensibilización ambiental	Urbano/Rural
			6 acciones de seguimiento a la construcción y licenciamiento de viviendas e infraestructuras en áreas protegidas del municipio, por año	N° acciones de seguimiento a la construcción y licenciamiento de viviendas e infraestructura en áreas protegidas del municipio, por año	Rural
Vivienda	Salud, Hábitat humano y	Generar hábitats	Atención de viviendas ubicadas en zonas de	% de las viviendas ubicadas en zonas de	Urbano/Rural

Materia	Eje estratégico	Objetivos	Programa		Ámbito
			Metas	Indicadores	
Infraestructura Saneamiento	Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial)	humanos saludables y adaptados al cambio climático, mediante la disminución de su vulnerabilidad y la atención temprana y prevención de enfermedades asociadas a la variabilidad del clima.	alto riesgo y 40% de las viviendas ubicadas en riesgo medio y bajo, con implementación de acciones de mantenimiento y mejora de su infraestructura, referente a su disminución de vulnerabilidad frente a amenazas naturales	alto riesgo atendidas con acciones de mantenimiento y mejora de su infraestructura.	Urbano/Rural
				% de las viviendas ubicadas en zonas de alto mediano y bajo riesgo, atendidas con acciones de mantenimiento y mejora de su infraestructura.	
			1 plan actualizado y en ejecución de Gestión de Riesgo de Desastres	Plan actualizado y en ejecución de Gestión del Riesgo de Desastres.	Urbano/Rural
			6 estudios o actualizaciones sobre entornos saludables y distribución futura de enfermedades asociadas al CC	N° de Estudios o actualizaciones sobre entornos saludables y distribución futura de enfermedades asociadas al CC.	Urbano/Rural
			Aumentar en un 40 % la recuperación de residuos susceptibles de reutilizar o reciclar.	% de incremento de recuperación de residuos susceptibles de reutilizar o reciclar.	Urbano/Rural
			1 Mesa de concertación y seguimiento de las estrategias de A al CC.	N° de Mesas de concertación y seguimiento de las estrategias de A al CC.	Urbano/Rural
			5% de las medidas de adaptación al cambio climático, tendientes al fortalecimiento del fondo local para la atención de desastres	% de medidas de adaptación al cambio climático, tendientes al fortalecimiento del fondo local para la atención de desastres	Urbano/Rural
Infraestructura Saneamiento Energía Transporte	Infraestructura y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial)	Implementar medidas de fortalecimiento de la infraestructura municipal, pública y privada, en	100% de estaciones hidrometeorológicas e hidroclimáticas modernizadas o reemplazadas	% de estaciones hidrometeorológicas e hidroclimáticas modernizadas o reemplazadas.	Urbano/Rural
			80% de canales y sumideros recuperados o con	% de canales y sumideros recuperados o con	Urbano/Rural

Materia	Eje estratégico	Objetivos	Programa		Ámbito
			Metas	Indicadores	
		búsqueda de disminuir su vulnerabilidad y aumentar la prevención	acciones de mantenimiento.	acciones de mantenimiento.	
			10 acciones de estabilización de taludes	N° acciones de estabilización de taludes	Rural
			5 incentivos para reconversión energética alternativa.	N° incentivos para reconversión energética alternativa.	Urbano/Rural
			80% de las vías con necesidades de mantenimiento, atendidas	% de las vías con necesidades de mantenimiento, atendidas	Urbano/Rural

Fuente: Elaboración propia con base en el PMACC de Tenjo (2018).

En consideración a lo establecido por el parágrafo 1 del artículo 9 de la Ley 1931 de 2018, tal como se estableció en el numeral anterior, la Tabla 89 presenta los ejes estratégicos, programas, metas e indicadores formulados por el Plan Municipal de Adaptación al Cambio Climático de Tenjo (2018) para la disminución de Gases de Efecto Invernadero en el ámbito urbano, valorados en materia de transporte, infraestructura, energía, vivienda, saneamiento, industria, comercio y turismo.

Tabla 89. Ejes estratégicos y programas desde el suelo urbano. PMACC, 2018

Materia	Eje estratégico	Objetivos	Programa		Ámbito
			Metas	Indicadores	
Saneamiento	Recurso hídrico y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial)	Garantizar la disponibilidad, oferta y calidad del recurso hídrico en el municipio de Tenjo, frente a los escenarios de cambio climático, a través de gestión del conocimiento, ordenamiento y gestión del recurso, control y seguimiento de su adecuado uso y conservación	1 estudio y/o actualización de disponibilidad y calidad del recurso hídrico anual	N° de estudios y/o actualizaciones de disponibilidad y calidad del recurso hídrico anual	Urbano/Rural
			4 escuelas de uso racional del agua por año	N° de escuelas de uso racional del agua por año	Urbano/Rural
			100% de sistemas de alcantarillado y acueducto con reporte de acciones de mantenimiento o mejora	% de sistemas de alcantarillado y acueducto con reporte de acciones de mantenimiento o mejora	Urbano/Rural
			70% de vallado recuperados o reemplazados	% de vallados recuperados o reemplazados en el municipio	Urbano/Rural
			1 diagnóstico de condiciones de	N° diagnóstico de condiciones de	Urbano/Rural

Materia	Eje estratégico	Objetivos	Programa		Ámbito
			Metas	Indicadores	
			servicio y capacidades de los acueductos de Tenjo	servicio y capacidades de los acueductos de Tenjo	
			100% de establecimientos comerciales, con revisiones y controles de uso de agua	Tasa de establecimientos comerciales, con revisiones y controles de uso del agua	Urbano
			20 acciones de manejo y uso eficiente del agua a nivel rural	N° de acciones de manejo y uso eficiente del agua, a nivel rural y urbano	Urbano/Rural
			3 cuerpos de agua recuperados	N° de cuerpos de agua recuperados	Urbano/Rural
Vivienda Turismo	Biodiversidad y servicios ecosistémicos y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial)	Ecosistemas estratégicos de Tenjo como base para la adaptación y mitigación de la variabilidad y cambio climático	6 acciones de vigilancia y control de explotaciones ilegales de recursos renovables y no renovables, por año	N° acciones de vigilancia y control de explotaciones ilegales de recursos renovables y no renovables, por año	Urbano/Rural
			6 acciones de extensión rural en el uso eficiente del suelo y en general estrategias y acciones de sensibilización ambiental	N° acciones de extensión rural en el uso eficiente del suelo y en general estrategias y acciones de sensibilización ambiental	Urbano/Rural
			4 acciones de evaluación, mantenimiento y consolidación de arbolado urbano y corredores ecológicos multipropósito	N° acciones de evaluación, mantenimiento y consolidación de arbolado urbano y corredores ecológicos multipropósito	Urbano
Vivienda Infraestructura Saneamiento	Salud, Hábitat humano y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial)	Generar hábitats humanos saludables y adaptados al cambio climático, mediante la disminución de su vulnerabilidad y	Atención de viviendas ubicadas en zonas de alto riesgo y 40% de las viviendas ubicadas en riesgo medio y bajo, con implementación de acciones de mantenimiento y mejora de su infraestructura,	% de las viviendas ubicadas en zonas de alto riesgo atendidas con acciones de mantenimiento y mejora de su infraestructura.	Urbano/Rural
				% de las viviendas ubicadas en zonas de alto mediano y bajo riesgo, atendidas con	Urbano/Rural

Materia	Eje estratégico	Objetivos	Programa		Ámbito
			Metas	Indicadores	
		la atención temprana y prevención de enfermedades asociadas a la variabilidad del clima.	referente a su disminución de vulnerabilidad frente a amenazas naturales	acciones de mantenimiento y mejora de su infraestructura.	
			1 plan actualizado y en ejecución de Gestión de Riesgo de Desastres	Plan actualizado y en ejecución de Gestión del Riesgo de Desastres.	Urbano/Rural
			6 estudios o actualizaciones sobre entornos saludables y distribución futura de enfermedades asociadas al CC	N° de Estudios o actualizaciones sobre entornos saludables y distribución futura de enfermedades asociadas al CC.	Urbano/Rural
			Aumentar en un 40 % la recuperación de residuos susceptibles de reutilizar o reciclar.	% de incremento de recuperación de residuos susceptibles de reutilizar o reciclar.	Urbano/Rural
			1 Mesa de concertación y seguimiento de las estrategias de A al CC.	N° de Mesas de concertación y seguimiento de las estrategias de A al CC.	Urbano/Rural
			5% de las medidas de adaptación al cambio climático, tendientes al fortalecimiento del fondo local para la atención de desastres	% de medidas de adaptación al cambio climático, tendientes al fortalecimiento del fondo local para la atención de desastres	Urbano/Rural
Infraestructura	Infraestructura y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial)		Implementar medidas de fortalecimiento de la infraestructura municipal, pública y privada, en búsqueda de disminuir su vulnerabilidad y aumentar la prevención	100% de estaciones hidrometeorológicas e hidroclimáticas modernizadas o reemplazadas	% de estaciones hidrometeorológicas e hidroclimáticas modernizadas o reemplazadas.
Saneamiento		80% de canales y sumideros recuperados o con acciones de mantenimiento.		% de canales y sumideros recuperados o con acciones de mantenimiento.	Urbano/Rural
Energía		5 incentivos para reconversión energética alternativa.		N° incentivos para reconversión energética alternativa.	Urbano/Rural
Transporte		80% de las vías con necesidades de		% de las vías con necesidades de	Urbano/Rural

Materia	Eje estratégico	Objetivos	Programa		Ámbito
			Metas	Indicadores	
			mantenimiento, atendidas	mantenimiento, atendidas	

Fuente: Elaboración propia con base en el PMACC de Tenjo (2018).

10.3 Medidas de mitigación y adaptación PMACC Tenjo

A continuación, se presentan las medidas de mitigación y adaptación por estrategia para el municipio de Tenjo establecidas en el PMACC (2018). Es de anotar que para algunas medidas no se identificaron metas e indicadores.

Eje estratégico No. 1. Seguridad Alimentaria y Transversal

Medidas de gestión	Descripción de la medida	Escala		Ámbito		Responsables	Colaboradores y Aliados	Plazo acorde a priorización				Meta	Indicador
		Local	Regional	Urbano	Rural			Inmediato	Corto	Mediano	Largo		
Evaluación del potencial de zonas de interés productivo agropecuario, conforme a los cambios proyectados para temperatura y precipitación (gestión del conocimiento).		X			X	UMATA, Gobernación de Cundinamarca	ADR y otras del Min Agricultura, RAPE, FAO	X					

Medidas de gestión	Descripción de la medida	Escala		Ámbito		Responsables	Colaboradores y Aliados	Plazo acorde a priorización				Meta	Indicador
		Local	Regional	Urbano	Rural			Inmediato	Corto	Mediano	Largo		
Ordenar las acciones de los habitantes del territorio respecto a las potencialidades físico- bióticas identificadas en la evaluación de estas, estableciendo tiempos de siembra y recolección, así como buenas prácticas agrícolas (cultivos inteligentes) (ordenamiento territorial).		X			X	UMATA, Gobernación de Cundinamarca	ADR y otras del Min Agricultura, RAPE, FAO		X				
Implementación de paquetes tecnológicos adecuados para los productos priorizados, según la evaluación del potencial agropecuario.		X			X	UMATA, Gobernación de Cundinamarca	ADR y otras del Min Agricultura, RAPE, FAO		X	X	X	No disponible	

Medidas de gestión	Descripción de la medida	Escala		Ámbito		Responsables	Colaboradores y Aliados	Plazo acorde a priorización				Meta	Indicador
		Local	Regional	Urbano	Rural			Inmediato	Corto	Mediano	Largo		
Implementación de estrategias de asesoría y extensión agropecuaria en implementación nuevos de cultivo de productos que cumpla con los parámetros de precipitación y temperatura actuales y proyectados (reconversión productiva), así como la mantención de los cultivos existentes que se puedan seguir implementando, trasferencia de conocimientos y tecnologías (gestión del conocimiento).		X			X	UMATA, Gobernación de Cundinamarca	ADR y otras del Min Agricultura, RAPE, FAO		X	X	X		
Implementación de estrategias de asesoría y extensión agropecuaria en inocuidad, calidad de alimentos y certificaciones para productos y organizaciones de productores, que cuenten con agrosistemas climáticamente inteligentes (gestión del conocimiento).	Desarrollo sostenible desde el sector agropecuario. A través de incentivos y asesorías, se pretende que el área agropecuaria se desarrolle de forma sostenible, garantizando la seguridad alimentaria que pueda verse afectada por el cambio climático.	X			X	UMATA, Gobernación de Cundinamarca	ADR y otras del Min Agricultura, RAPE, FAO		X	X	X	100% de los productores beneficiados con asesorías y acciones de extensión agropecuaria basado en AC.	% de productores beneficiados con asesorías y acciones de extensión agropecuaria basado en ACI.

Medidas de gestión	Descripción de la medida	Escala		Ámbito		Responsables	Colaboradores y Aliados	Plazo acorde a priorización				Meta	Indicador
		Local	Regional	Urbano	Rural			Inmediato	Corto	Mediano	Largo		
Elaboración del Plan Agropecuario Municipal (PAM), con premisas de agrosistemas climáticamente inteligentes, basado en la definición de productos aptos para ser producidos bajo los parámetros de clima y precipitación actuales y proyectados.	<p>Desarrollo sostenible desde el sector agropecuario.</p> <p>A través de incentivos y asesorías, se pretende que el área agropecuaria se desarrolle de forma sostenible, garantizando la seguridad alimentaria que pueda verse afectada por el cambio climático.</p>	X			X	UMATA, Gobernación de Cundinamarca	ADR y otras del Min Agricultura, RAPE, FAO		X	X	X	1 plan agropecuario municipal elaborado y en ejecución, basado en las evoluciones.	Plan municipal agropecuario formulado y en implementación.
Incentivos para implementación de sistemas agroecológicos, producción alternativa agropecuaria, arreglos Agrosilvopastoriles, generación de energía alternativa, biodigestores, compostaje, etc., que estén basados en los parámetros de agrosistemas climáticamente inteligentes (parámetros actuales y proyectados de T° y P (mm).	<p>Desarrollo sostenible desde el sector agropecuario.</p> <p>A través de incentivos y asesorías, se pretende que el área agropecuaria se desarrolle de forma sostenible, garantizando la seguridad alimentaria que pueda verse afectada por el cambio climático.</p>	X			X	Alcaldía de Tenjo (Secretarías de Desarrollo económico y Ambiente, De Hacienda, Gobernación de Cundinamarca	ADR, FAO		X	X		Incentivos para implementar ACI al 60% de los productores del municipio.	Tasa de productores beneficiados con incentivos a los ACI.

Medidas de gestión	Descripción de la medida	Escala		Ámbito		Responsables	Colaboradores y Aliados	Plazo acorde a priorización				Meta	Indicador
		Local	Regional	Urbano	Rural			Inmediato	Corto	Mediano	Largo		
Diseño e implementación de mecanismos de coordinación inter-institucional locales, departamentales y regionales que genere diálogo entre productores y mercados tradicionales, alternativos y agroalimentarios climáticamente adaptados.		X	X		X	Alcaldía de Tenjo Umata Cámara de comercio	ADR, Gremios, pequeños productores, comercializadoras, FAO, RAPE		X	X	X		
Elaborar un plan de seguridad alimentaria en Tenjo que tenga en cuenta la variabilidad climática en las zonas de cultivo.		X			X	Alcaldía de Tenjo	UMATA, Ministerio de agricultura	X	X				
Asistencia técnica, para la sustitución, la rehabilitación y la producción sostenible.	Producción agrícola sostenible. Controlar el área agropecuaria, a partir del control del uso del suelo y asistencia técnica para la producción sostenible.	X			X	Alcaldía de Tenjo Umata, CAR	Gobernación de Cundinamarca y ministerio de agricultura		X	X	X	1 asistencia técnica anual a la comunidad rural.	No. Asistencias técnicas a la comunidad rural por año.

Fuente: Elaboración propia con base en el PMACC, 2018.

Eje estratégico No. 2. Recurso Hídrico y Transversal

Medidas de gestión	Descripción de la medida	Escala		Ámbito		Responsables	Colaboradores y Aliados	Plazo acorde a priorización				Meta	Indicador
		Local	Regional	Urbano	Rural			Inmediato	Corto	Mediano	Largo		
Evaluación de la disponibilidad y calidad del agua que surte al municipio de Tenjo (estudio hidrológico), basados en las proyecciones de cambio en °T y P (mm).			X	X	X	Secretaría de Desarrollo, Económico, CAR, Gobernación de Cundinamarca	IDEAM, RAPE, FAO	X					
Puesta en marcha de una escuela de uso racional del agua basados en el estudio de disponibilidad y calidad del agua (Ej.:prácticas de recolección de agua lluvia, reservorios. Incluir drenaje y manejo y prevención de inundaciones, riego por aspersion, goteo, gravedad o bombeo, entre otras).	Infraestructura sostenible. Desarrollar infraestructura que mitigue el riesgo ante el cambio climático.	X		X	X	CAR, Secretaría Desarrollo Económico y ambiente	Academia, ADR, RAPE, FAP		X	X	X	4 escuelas de uso racional del agua por año.	N° de escuelas de uso racional del agua por año.
Obras de intervención para el control de vertimientos domésticos, industriales y agropecuarios, así como del uso del agua (inclusive mantenimientos de alcantarillados, acueductos,		X		X	X	CAR, Secretaría Desarrollo Económico y ambiente, Infraestructura, EMSER	Gobernación de Cundinamarca, ONG´s		X	X	X	70% de vallados recuperados o reemplazados.	% de vallados recuperados o reemplazados en el municipio.

Medidas de gestión	Descripción de la medida	Escala		Ámbito		Responsables	Colaboradores y Aliados	Plazo acorde a priorización				Meta	Indicador
		Local	Regional	Urbano	Rural			Inmediato	Corto	Mediano	Largo		
recuperación y mantenimiento de vallados, entre otros.													
Desarrollo de un diagnóstico de las condiciones de prestación del servicio y capacidades organizacionales y administrativas de cada uno de los acueductos locales con el fin de definir medidas específicas de mejoramiento, optimización y adaptación organizacional o infraestructural para cada sistema	<p>Gestión integral del recurso hídrico.</p> <p>Desarrollar estrategias que permitan el manejo y uso eficiente del agua, en varios sectores del municipio.</p>	X		X	X	CAR, Alcaldía de Tenjo, EMSER Tenjo	Gobernación de Cundinamarca		X			1 diagnóstico de condiciones de servicio y capacidades de los acueductos de Tenjo.	N° diagnóstico de condiciones de servicio y capacidades de los acueductos de Tenjo.
Gestión del recurso hídrico, a través de controles al uso del agua en establecimientos comerciales		X		X	X	Secretaría de Desarrollo económico y Ambiente, CAR	ONG, Academia, Gobernación de Cundinamarca		X	X	X		

Medidas de gestión	Descripción de la medida	Escala		Ámbito		Responsables	Colaboradores y Aliados	Plazo acorde a priorización				Meta	Indicador
		Local	Regional	Urbano	Rural			Inmediato	Corto	Mediano	Largo		
Gestión del recurso hídrico, a través de implementación de acciones de manejo y uso eficiente del agua con sistemas de riego sostenibles, reservorios de agua, basados en el estudio de disponibilidad y calidad del agua	Gestión integral del recurso hídrico.	X			X	Secretaría de Desarrollo económico y Ambiente, CAR		X			20 acciones de manejo y uso eficiente del agua, a nivel rural.	N° de acciones de manejo y uso eficiente del agua, a nivel rural y urbano.	
Gestión del recurso hídrico, a través de la recuperación de cuerpos de agua (quebradas, humedales, etc.) y control de vertimientos, de acuerdo a los objetivos de calidad de agua de la cuenca del río Bogotá (POMCA), basados en el estudio de disponibilidad y calidad del agua	Desarrollar estrategias que permitan el manejo y uso eficiente del agua, en varios sectores del municipio.	X	X	X	X	Secretaría de Desarrollo económico y Ambiente, CAR		X	X	X	3 cuerpos de agua recuperados.	N° de cuerpos de agua recuperados.	

Medidas de gestión	Descripción de la medida	Escala		Ámbito		Responsables	Colaboradores y Aliados	Plazo acorde a priorización				Meta	Indicador
		Local	Regional	Urbano	Rural			Inmediato	Corto	Mediano	Largo		
	Desarrollo de estudio de análisis de vulnerabilidad de ecosistemas estratégicos en general del municipio (DMI, humedales, lagunas, Célula Verde), y de acuerdo a la estructura ecológica principal definido en el POT, de acuerdo a los escenarios de T° y P establecidos para Tenjo.	X	X		X	CAR, Alcaldía de Tenjo		X	X				
	Conservación de ecosistemas estratégicos para la provisión de agua.	X	X		X	Alcaldía de Tenjo, CAR			X	X	X		
	Restaurar las rondas de los ríos y quebradas, permitiendo atenuar el efecto de las inundaciones y protegiendo su servicio ecosistémico	X			X	Alcaldía de Tenjo, CAR		X	X	X			

Fuente: Elaboración propia con base en el PMACC, 2018.

Eje estratégico No. 3. Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos y Transversal

Medidas de gestión	Descripción de la medida	Escala	Ámbito	Responsables	Colaboradores y Aliados	Plazo acorde a priorización	Meta	Indicador
--------------------	--------------------------	--------	--------	--------------	-------------------------	-----------------------------	------	-----------

		Local	Regional	Urbano	Rural			Inmediato	Corto	Mediano	Largo		
Extensión rural en el uso eficiente del suelo tanto en áreas de aprovechamiento agropecuario como en áreas protegidas y en general estrategias y acciones de sensibilización ambiental.	Producción agrícola sostenible. Controlar el área agropecuaria, a partir del control de los usos del suelo y asistencia técnica para la producción sostenible.	X		X	X	Secretaría de Desarrollo Económico, UMATA, CAR	ONG, Academia, Gobernación de Cundinamarca	X	X	X	X	6 acciones de Extensión rural en el uso eficiente del suelo y en general estrategias y acciones de sensibilización ambiental.	N° acciones de Extensión rural en el uso eficiente del suelo y en general estrategias y acciones de sensibilización ambiental.

Fuente: Elaboración propia a partir del PMACC, 2018.

Eje estratégico No. 4. Salud y transversal

Medidas de gestión	Descripción de la medida	Escala		Ámbito		Responsables	Colaboradores y Aliados	Plazo acorde a priorización				Meta	Indicador
		Local	Regional	Urbano	Rural			Inmediato	Corto	Mediano	Largo		

<p>Estudio sobre entornos saludables, el riesgo y distribución futura de enfermedades de la piel, enfermedades respiratorias y enfermedades transmitidas por vectores, cuyo ciclo biológico o distribución territorial pueda ser afectado por las condiciones climáticas e incorporación de los resultados en los diferentes instrumentos de gestión de la salud pública, incluidos el POT y el Plan de Desarrollo Municipal y la gestión eficiente en salud del municipio.</p>	<p>Infraestructura sostenible.</p> <p>Desarrollar infraestructura que mitigue el riesgo ante el cambio climático.</p> <p>Desarrollo de infraestructura resiliente.</p> <p>Desarrollar y mejorar infraestructura que resista ante los riesgos de inundación, movimientos en más, avenidas torrenciales e incendios forestales.</p>	X	X	X	Alcaldía de Tenjo, Secretaría de protección social	Gobernación de Cundinamarca	X	X	X	6 estudios o actualizaciones sobre entornos saludables y distribución futura de enfermedades asociadas al CC.	N° de Estudios o actualizaciones sobre entornos saludables y distribución futura de enfermedades asociadas al CC.
---	---	---	---	---	--	-----------------------------	---	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia a partir del PMACC, 2018.

Eje estratégico No. 5. Hábitat Humano y transversal

Medidas de gestión	Descripción de la medida	Escala		Ámbito		Responsables	Colaboradores y Aliados	Plazo acorde a priorización				Meta	Indicador
		Local	Regional	Urbano	Rural			Inmediato	Corto	Mediano	Largo		
Mejoramiento de la capacidad de respuesta administrativa y operativa de las instituciones y comunidades frente a eventos como incendios forestales, lluvias torrenciales, movimientos en masa, inundaciones y vendavales, mediante el fortalecimiento del fondo local para la atención de desastres y la adecuada capacitación y dotación de los organismos de respuesta.	<p>Gestión del cambio climático con las comunidades.</p> <p>Integrar la comunidad en la toma de decisiones relacionadas con cambio climático, desde el fomento del conocimiento de los factores que impactan al municipio hasta la capacidad de respuesta.</p>	X	X	X	X	Alcaldía de Tenjo	Gobernación de Cundinamarca, CAR, UNGRD	X	X			Atención de viviendas ubicadas en zonas de alto riesgo y 40% de las viviendas ubicadas en riesgo medio y bajo, con implementación de acciones de mantenimiento y mejora de su infraestructura, referente a su disminución de vulnerabilidad frente a amenazas naturales.	% de las viviendas ubicadas en zonas de alto riesgo atendidas con acciones de mantenimiento y mejora de su infraestructura.
Implementación de medidas de mantenimiento y mejora de infraestructura doméstica, como preparación ante eventos naturales extremos (Reemplazo de canaleta, ajuste de mantenimiento del cableado público, refuerzo de infraestructura ante	<p>Desarrollo de infraestructura resiliente.</p> <p>Desarrollar y mejorar infraestructura que resista ante los riesgos de inundación, movimientos en mas, avenidas torrenciales e incendios forestales.</p>	X		X	X	Comunidad en general, Líderes sociales, Alcaldía de Tenjo	Gobernación de Cundinamarca, CAR, ONG'S	X	X	X	X	Atención de viviendas ubicadas en zonas de alto riesgo y 40% de las viviendas ubicadas en riesgo medio y bajo, con implementación de acciones de mantenimiento y mejora de su infraestructura, referente a su disminución de vulnerabilidad frente a amenazas naturales.	% de las viviendas ubicadas en zonas de alto riesgo atendidas con acciones de mantenimiento y mejora de su infraestructura.

Medidas de gestión	Descripción de la medida	Escala		Ámbito		Responsables	Colaboradores y Aliados	Plazo acorde a priorización				Meta	Indicador
		Local	Regional	Urbano	Rural			Inmediato	Corto	Mediano	Largo		
vendavales, etc.)													
Fortalecer el plan de gestión de residuos sólidos municipal, incrementando la recuperación de residuos susceptibles de reutilizar o reciclar.	Infraestructura sostenible. Desarrollar infraestructura que mitigue el riesgo ante el cambio climático.	X		X	X	Secretaría Desarrollo económico y ambiente, EMSER	Gobernación de Cundinamarca, ONG's, CAR	X	X	X	X	Aumentar en un 40 % la recuperación de residuos susceptibles de reutilizar o reciclar.	% de incremento de recuperación de residuos susceptibles de reutilizar o reciclar.
Actualización y ejecución del Plan Local de Gestión del Riesgo de Desastres en función de las amenazas e impactos por eventos climáticos extremos de larga duración identificados, el cual deberá contener por lo menos las medidas de infraestructura necesarias para	Gestión del cambio climático con las comunidades. Integrar la comunidad en la toma de decisiones relacionadas con cambio climático, desde el fomento del conocimiento de los factores que impactan al municipio hasta la capacidad de respuesta.	X		X	X	Secretaría de Desarrollo Económico, CAR, Gobernación de Cundinamarca	IDEAM, UNGRD, FAO, Min ambiente	X	X	X	X	1 Plan actualizado y en ejecución de Gestión del Riesgo de Desastres.	No. Plan actualizado y en ejecución de Gestión del Riesgo de Desastres.

Medidas de gestión	Descripción de la medida	Escala		Ámbito		Responsables	Colaboradores y Aliados	Plazo acorde a priorización				Meta	Indicador
		Local	Regional	Urbano	Rural			Inmediato	Corto	Mediano	Largo		
la minimización del riesgo, así como las medidas de mitigación de riesgos por incendios forestales y por proliferación de enfermedades.													
Conformación de la mesa de concertación y seguimiento de proyectos de adaptación y mitigación del cambio climático a escala municipal con la participación de actores institucionales, privados, académicos y comunitarios.	<p>Gestión del cambio climático con las comunidades.</p> <p>Integrar la comunidad en la toma de decisiones relacionadas con cambio climático, desde el fomento del conocimiento de los factores que impactan al municipio hasta la capacidad de respuesta.</p>	X	X	X	X	Comunidad en general, líderes sociales, Alcaldía de Tenjo	Academia, Gobernación de Cundinamarca, CAR y ONG's	X	X	X	X	1 Mesa de concertación y seguimiento de las estrategias de A al CC.	N° de Mesas de concertación y seguimiento de las estrategias de A al CC.
Planes y estrategias para prevenir ocupaciones ilegales en especial en ecosistemas estratégicos.	<p>Protección y restauración de áreas verdes.</p> <p>Implementar estrategias que protejan y restauren las áreas verdes en el área rural y urbana.</p>	X		X		Alcaldía de Tenjo, Secretaría de planeación	CAR, Gobernación de Cundinamarca		X	X	X	1 plan con estrategia para prevenir ocupaciones ilegales.	No. Planes ejecutados.

Medidas de gestión	Descripción de la medida	Escala		Ámbito		Responsables	Colaboradores y Aliados	Plazo acorde a priorización				Meta	Indicador
		Local	Regional	Urbano	Rural			Inmediato	Corto	Mediano	Largo		
Mejoramiento de las viviendas de origen informal.		X		X		Alcaldía de Tenjo, Secretaría de planeación	Gobernación de Cundinamarca, ONG's	X	X	X	X		
Capacitar a la comunidad sobre las amenazas del cambio climático y aumentar en el conocimiento de cambio climático para la toma de decisiones en el municipio.	<p>Gestión del cambio climático con las comunidades.</p> <p>Integrar la comunidad en la toma de decisiones relacionadas con cambio climático, desde el fomento del conocimiento de los factores que impactan al municipio hasta la capacidad de respuesta.</p>	X		X	X	Alcaldía de Tenjo, CAR, UNGRD	Gobernación de Cundinamarca, Academia	X	X			70% de la comunidad capacitada en temas de cambio climático	% de personas capacitadas

Fuente: Elaboración propia a partir del PMACC, 2018.

Eje estratégico No. 6. Infraestructura y Transversal

Medidas de gestión	Descripción de la medida	Escala		Ámbito		Responsables	Colaboradores y Aliados	Plazo acorde a priorización				Meta	Indicador
		Local	Regional	Urbano	Rural			Inmediato	Corto	Mediano	Largo		
Fortalecimiento del sistema de monitoreo y vigilancia hidrometeorológicas e hidroclimático mediante la modernización gradual de las estaciones existentes y la ubicación de nuevas estaciones en cuerpos de agua y ecosistemas estratégicos.	Gestión del cambio climático con las comunidades. Integrar la comunidad en la toma de decisiones relacionadas con cambio climático, desde el fomento del conocimiento de los factores que impactan al municipio hasta la capacidad de respuesta.	X	X		X	CAR, Alcaldía de Tenjo	Gobernación de Cundinamarca, min ambiente, IDEAM	X	X	X	X	100% de estaciones hidrometeorológicas e hidroclimáticas modernizadas o reemplazadas.	% de estaciones hidrometeorológicas e hidroclimáticas modernizadas o reemplazadas
Recuperación de canales de aguas lluvia y mantenimiento de sumideros.	Infraestructura sostenible. Desarrollar infraestructura que mitigue el riesgo ante el cambio climático.	X		X		Secretaría de Desarrollo económico, Secretaría de infraestructura	Gobernación de Cundinamarca	X	X	X		80% de canales y sumideros recuperados o con acciones de mantenimiento.	% de canales y sumideros recuperados o con acciones de mantenimiento.
Reubicación de infraestructura en muy alta amenaza por eventos climáticos extremos.		X	X	X	X	Alcaldía de Tenjo	Gobernación de Cundinamarca, UNGRD		X	X	X		

Medidas de gestión	Descripción de la medida	Escala		Ámbito		Responsables	Colaboradores y Aliados	Plazo acorde a priorización				Meta	Indicador
		Local	Regional	Urbano	Rural			Inmediato	Corto	Mediano	Largo		
Desarrollo de obras de estabilización de taludes con medidas físicas y biológicas.		X			X	CAR, Alcaldía de Tenjo	Gobernación de Cundinamarca, min ambiente, IDEAM		X				
Incentivos a implementación de energías alternativas (reconversión energética) en establecimientos comerciales, industriales o actividades agropecuarias.	Desarrollo bajo en carbono. A partir de medidas de reducción de GEI en varios sectores, se pretende reducir la vulnerabilidad del municipio frente al cambio climático.	X			X	CAR, Alcaldía de Tenjo	Gobernación de Cundinamarca, FAO, ONG's, Ministerio de Minas y energías		X	X	X	5 incentivos para reconversión energética alternativa.	N° incentivos para reconversión energética alternativa.
Mantenimiento vial, como medida de disminución de emisiones.	Desarrollo bajo en carbono. A partir de medidas de reducción de GEI en varios sectores, se pretende reducir la vulnerabilidad del municipio frente al cambio climático.	X		X	X	Alcaldía de Tenjo	Gobernación de Cundinamarca, min de transporte	X	X			80% de las vías con necesidades de mantenimiento, atendidas.	% de las vías con necesidades de mantenimiento, atendidas.

Medidas de gestión	Descripción de la medida	Escala		Ámbito		Responsables	Colaboradores y Aliados	Plazo acorde a priorización				Meta	Indicador	
		Local	Regional	Urbano	Rural			Inmediato	Corto	Mediano	Largo			
Promoción de la movilidad eléctrica, como medida de disminución de emisiones.	Desarrollo bajo en carbono. A partir de medidas de reducción de GEI en varios sectores, se pretende reducir la vulnerabilidad del municipio frente al cambio climático.	X		X		Alcaldía de Tenjo	Gobernación de Cundinamarca, min de transporte		X	X	X	Aumentar al 5% las personas que usan la movilidad eléctrica o activa.	% de personas usando movilidad sostenible.	
Concentrar los usos industriales en las áreas que actualmente se encuentran ocupadas con estos, estén o no desarrolladas, impidiendo su expansión sobre suelos de alta capacidad agrológica, mediante la fijación de normas que estimulen y favorezcan estos usos en las áreas permitidas y los eviten radicalmente por fuera de ellas.	Producción agrícola sostenible. Controlar el área agropecuaria, a partir del control del usos del suelo y asistencia técnica para la producción sostenible.	X		X	X	Alcaldía de Tenjo Umata, CAR, Secretaría de Desarrollo económico y Ambiente,	Gobernación de Cundinamarca Y Cámara de comercio				X	X	1 seguimiento semestral del cumplimiento de la norma para los usos industriales.	No. De seguimientos anuales.

Fuente: Elaboración propia a partir del PMACC, 2018.

Con la adopción e implementación de estos programas y medidas por línea estratégica, en conjunto con los planes, programas y proyectos en marcha en el municipio y los que pueden acoger o trabajar

en sinergia con estas acciones, constituyen la plataforma para que el municipio de Tenjo, logre un alto índice de mitigación y adaptación al cambio climático.

10.4 Indicadores de evaluación y seguimiento

A continuación, se presentan los indicadores que definió el POMCA del Río Bogotá del año 2019 para cada uno de los proyectos y metas establecidos en dicho Plan, que deben tenerse en cuenta (en el caso que apliquen) en la definición de indicadores de seguimiento a los POT.

Tabla 90. Matriz de Marco Lógico: Programa de Gestión Integral del Riesgo de Desastres y Adaptación al Cambio Climático: hacia un territorio seguro y ambientalmente sostenible en la cuenca del Río Bogotá.

PROYECTO	META	INDICADORES OBEJTIIVAMENTE VERIFICABLES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
4.1.1. Actualización y ampliación de las redes de monitoreo hidroclimatológico como parte esencial de los sistemas de alerta temprana y adaptación al cambio climático	Tener un estudio actualizado e integrado entre las diferentes entidades (IDEAM, CAR, EAAB, etc.) sobre los sistemas de monitoreo hidroclimático y el plan de actualización y automatización.	Número de estudios	Informe de diseño de la red hidroclimática.
	Contar con una red que permita a las autoridades en todos los niveles obtener información hidroclimática oportuna para la toma de decisiones sobre el manejo de las condiciones de riesgo.	Porcentaje de estaciones instaladas y en funcionamiento.	Instrumentos instalados y puestos en funcionamiento.
	Instalar el 100% de las estaciones previstas en los sitios críticos.	Número de estaciones instaladas.	
4.1.2. Realización de estudios detallados de amenaza, vulnerabilidad y riesgo (AVR)	Realizar los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo a escala detallada en las áreas con condición de riesgo en el 100% de municipios de la cuenca.	Número de estudios realizados y aprobados.	Número de mapas de topografía básica levantados en cada municipio, acorde con los estándares del IGAC. Número de informes temáticos realizados y aprobados. Número de informes de amenaza, vulnerabilidad y riesgo realizados y aprobados.
	Actualizar y armonizar con los resultados del POMCA los estudios de amenaza, vulnerabilidad y riesgo a escala detallada disponibles en 19 municipios de la Cuenca (indicados en el numeral 5).	% de actualización de estudios de amenaza.	Número de estudios revisados y actualizados. Número de estudios armonizados con el POMCA. Informe de identificación de vulnerabilidad al cambio climático.

PROYECTO	META	INDICADORES OBEJTIIVAMENTE VERIFICABLES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
4.1.3. Creación de un Sistema Integrado de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres y el Cambio Climático de la Cuenca del Río Bogotá (SIGR-CC Cuenca Río Bogotá)	Consolidar el diseño del modelo conceptual y del diseño lógico del sistema de información en gestión del riesgo de desastres y cambio climático de la cuenca del río Bogotá.	Porcentaje de avance del diseño de modelo conceptual y del diseño lógico del sistema de información en gestión del riesgo de desastres y cambio climático de la cuenca del río Bogotá.	Informes y Soportes documentales sobre diagnóstico, estructura funcional, caracterización de usuarios, identificación de la información a ser integrada. Definición de flujos de intercambio de la información, infraestructura tecnológica requerida. Contrataciones realizadas.
	Consolidar acuerdos estratégicos interinstitucionales de intercambio de información básica, temática y cartográfica indispensable en el análisis de la gestión del riesgo de desastres.	Número de acuerdos interinstitucionales para intercambio de información.	Alianzas interinstitucionales realizadas para adelantar proyectos de intercambio de información. Documentos sobre reglas, Protocolos, volumen y presentación de datos, etc.
	Contribuir al fortalecimiento de la capacidad técnica de 200 funcionarios de las diferentes instituciones, para la generación y manejo de la información en línea de reportes, datos y cartografía, etc. relacionados con el proceso de gestión del riesgo.	Número de funcionarios preparados en la generación y manejo de la información en línea relacionada con la GR y CC.	Inventario y prueba de los equipos y software tecnológicos adquiridos.
	Diseñar y aplicar 5 estrategias para lograr amplia y adecuada utilización del Sistema de Información para la Gestión del Riesgo y el cambio climático de la Cuenca del Río Bogotá por parte de los diferentes actores internos y externos.	Número de estrategias de socialización y divulgación de las herramientas, aplicativos y usos de la información disponibles en el sistema integrado de información para la gestión del riesgo de la cuenca del Río Bogotá.	Documentos, informes de funcionamiento y operación, número de consultas de usuarios. Informe.
4.2.1. Capacitación técnica de funcionarios municipales en gestión del riesgo de desastres	Aumentar el número de municipios de la cuenca con alta capacidad institucional para incorporar la GR en los instrumentos de planificación	Número de municipios con un diagnóstico y evaluación en su capacidad institucional para la incorporación de la GR en los diferentes instrumentos de planificación.	Informes Informes y actas de asistencia a los cursos Informes de evaluación

PROYECTO	META	INDICADORES OBEJTIIVAMENTE VERIFICABLES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
	Consolidar un modelo pedagógico específico para mejorar las competencias técnicas de los miembros de los comités locales de Gestión del Riesgo de Desastres.	Documento con modelo pedagógico para adelantar los cursos de capacitación	
	Dictar 6 cursos anuales de gestión de riesgos de 40 horas de duración cada uno, durante 5 años, agrupando en cada curso personal de 7 a 8 municipios con características homogéneas.	Número de cursos dictados.	
	Optimizar el seguimiento y monitoreo de las estrategias y herramientas de capacitación y apoyo técnico en los municipios de la Cuenca.	Número de evaluaciones realizadas sobre el impacto de las estrategias de capacitación y apoyo técnico	
4.2.2. Sistemas comunitarios de alertas tempranas en la Cuenca del Río Bogotá	Aplicar el modelo de alertas tempranas comunitarias en 4 sitios de la cuenca.	Número de sistemas de alerta comunitaria implementados.	Documento con el diseño del Sistema Comunitario de Alertas Tempranas diseñado.
	Involucrar mínimo al 10% de los actores de la comunidad en el desarrollo de las alertas tempranas en los 4 sitios piloto seleccionados.	Número de personas involucradas en cada prototipo de SCAT.	Número de protocolos de actuación ante emergencias desarrollados.
	Realizar el análisis de los resultados de aplicación de los 4 prototipos de SCAT implementados.	Número de sistemas de alerta temprana evaluados a partir de los resultados obtenidos.	Número de talleres de difusión y de simulacros realizados.
4.3.1. Ajuste y actualización de los Planes Municipales de Gestión de Riesgo y estrategias de respuesta a emergencias en todos los municipios de la cuenca del Río Bogotá	Actualizar los planes municipales de gestión de riesgo en todos los municipios de la cuenca.	Número de planes actualizados por año.	Número de planes municipales de gestión de riesgo actualizados por año.
	Identificar las principales condiciones de riesgo por eventos naturales o por actividades humanas y elaborar protocolos de actuación para los casos en que se presenten emergencias por tales eventos.	Número de protocolos de actuación ante emergencias desarrollados.	Número de protocolos de actuación ante emergencias desarrollados.
	Efectuar jornadas anuales de difusión de los PMGR y simulacros de emergencias en todos los municipios.	Número de talleres de difusión y de simulacros realizados.	Número de talleres de difusión y de simulacros realizados.
4.3.2. Fortalecimiento de los organismos de apoyo de atención de emergencias en la la Cuenca del río Bogotá para la prevención y atención de emergencias por incendios forestales.	Dotar de equipos especiales para atención de incendios forestales a 8 municipios de la cuenca para prestar servicio de atención regional	Número de equipos de atención de incendios forestales adquiridos y puestos en funcionamiento	Informes de diagnóstico de cada municipio.
	Mejorar la infraestructura de las estaciones de bomberos en 8 municipios de la cuenca que deben prestar atención regional a incendios forestales	Número de estaciones de bomberos readecuadas y actualizadas	Informes sobre equipos adquiridos y en funcionamiento. Estaciones adecuadas y en funcionamiento.
	Realizar 20 cursos de capacitación y actualización de personal de bomberos	Número de cursos dictados	

PROYECTO	META	INDICADORES OBEJTIVAMENTE VERIFICABLES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
	delegados de todos los municipios de la cuenca, en temática de atención de incendios forestales y de trabajo coordinado con los municipios vecinos.		Informe de talleres y cursos realizados por año.

Fuente: Consorcio Huitaca, POMCA, 2019.

En el marco del Objetivo de Desarrollo Sostenible No. 13. Acción por el clima, se plantea la necesidad de “Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales”, así como “Incorporar medidas relativas al cambio climático en políticas, estrategias y planes nacionales” y “Mejorar la educación, sensibilización y capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana”.

Adicionalmente, el PMACC del municipio definió los siguientes indicadores:

Tabla 91. Indicadores PMACC, 2018.

Fuente	Meta	Indicador
Eje estratégico 1. Seguridad Alimentaria y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Agrosistemas climáticamente inteligentes para Tenjo - ACI	100% de las zonas de interés agropecuario, evaluadas por su potencial productivo	% de zonas de interés agropecuarias evaluadas por su potencial productivo
Eje estratégico 1. Seguridad Alimentaria y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Agrosistemas climáticamente inteligentes para Tenjo - ACI	1 Plan agropecuario municipal elaborado y en ejecución basado en las evoluciones	Número de Planes municipales agropecuarios formulados e implementados.
Eje estratégico 1. Seguridad Alimentaria y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Agrosistemas climáticamente inteligentes para Tenjo - ACI	100% de los productores beneficiados con asesorías y acciones de extensión agropecuaria basado en ACI	% de productores beneficiados con asesorías y acciones de extensión agropecuaria basado en ACI
Eje estratégico 1. Seguridad Alimentaria y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Agrosistemas climáticamente inteligentes para Tenjo - ACI	Incentivos para implementar ACI al 60% de los productores del municipio	Tasa de productores beneficiados con incentivos a los ACI

Fuente	Meta	Indicador
Eje estratégico 1. Seguridad Alimentaria y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Agrosistemas climáticamente inteligentes para Tenjo - ACI	20 mecanismos de coordinación interinstitucional des PMACC implementados	N° de mecanismos de coordinación interinstitucional del PMACC implementados
Eje estratégico 2. Recurso Hídrico y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Tenjo gestiona su recurso hídrico y se adapta al cambio y variabilidad climática	1 estudio y/o actualizaciones de disponibilidad y calidad del recurso hídrico anual	N° de estudios y/o actualizaciones de disponibilidad y calidad del recurso hídrico anual
Eje estratégico 2. Recurso Hídrico y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Tenjo gestiona su recurso hídrico y se adapta al cambio y variabilidad climática	4 escuelas de uso racional del agua por año	N° de escuelas de uso racional del agua por año
Eje estratégico 2. Recurso Hídrico y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Tenjo gestiona su recurso hídrico y se adapta al cambio y variabilidad climática	100% de sistemas de alcantarillado y acueducto con reporte de acciones de mantenimiento o mejora	% de sistemas de alcantarillado y acueducto con reporte de acciones de mantenimiento o mejora
Eje estratégico 2. Recurso Hídrico y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Tenjo gestiona su recurso hídrico y se adapta al cambio y variabilidad climática	70% de vallados recuperados o reemplazados	% de vallados recuperados o reemplazados en el municipio
Eje estratégico 2. Recurso Hídrico y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Tenjo gestiona su recurso hídrico y se adapta al cambio y variabilidad climática	1 diagnóstico de condiciones de servicio y capacidades de los acueductos de Tenjo	N° de diagnósticos de condiciones de servicio y capacidades de los acueductos de Tenjo
Eje estratégico 2. Recurso Hídrico y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Tenjo gestiona su recurso hídrico y se adapta al cambio y variabilidad climática	100% de establecimientos comerciales, con revisiones y controles de uso de agua	Tasa de establecimientos comerciales, con revisiones y controles de uso de agua

Fuente	Meta	Indicador
Eje estratégico 2. Recurso Hídrico y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Tenjo gestiona su recurso hídrico y se adapta al cambio y variabilidad climática	20 acciones de manejo y uso eficiente del agua, a nivel rural	N° de acciones de manejo y uso eficiente del agua, a nivel rural y urbano
Eje estratégico 2. Recurso Hídrico y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Tenjo gestiona su recurso hídrico y se adapta al cambio y variabilidad climática	3 cuerpos de agua recuperados	N° de cuerpos de agua recuperados
Eje estratégico 3. Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Ecosistemas estratégicos de Tenjo como base para la adaptación y mitigación de la variabilidad y cambio climático	1 estudio de análisis de vulnerabilidad de ecosistemas estratégicos	N° de estudio de análisis de la vulnerabilidad de ecosistemas estratégicos
Eje estratégico 3. Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Ecosistemas estratégicos de Tenjo como base para la adaptación y mitigación de la variabilidad y cambio climático	1 programa de restauración ecológica y reforestación en zonas degradadas o afectadas por incendios forestales, incluyendo obras contrafuegos	N° de programas de restauración ecológica y reforestación en zonas degradadas o afectadas por incendios forestales, incluyendo obras contrafuegos
Eje estratégico 3. Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Ecosistemas estratégicos de Tenjo como base para la adaptación y mitigación de la variabilidad y cambio climático	4 incentivos a la conservación de áreas de interés ambiental	N° de incentivos a la conservación de áreas de interés ambiental
Eje estratégico 3. Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Ecosistemas estratégicos de Tenjo como base para la adaptación y mitigación de la variabilidad y cambio climático	1 plan de manejo ambiental de áreas protegidas formulado y/o actualizado e implementado	N° de plan de manejo ambiental de áreas protegidas formulado y/o actualizado. Porcentaje de plan de manejo ambiental de áreas protegidas implementado.

Fuente	Meta	Indicador
Eje estratégico 3. Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Ecosistemas estratégicos de Tenjo como base para la adaptación y mitigación de la variabilidad y cambio climático	6 acciones de vigilancia y control de explotaciones ilegales de recursos renovables y no renovables, por año	N° de acciones de vigilancia y control de explotaciones ilegales de recursos renovables y no renovables, por año
Plan Municipal de Adaptación al Cambio Climático - Tenjo Cundinamarca Eje estratégico 3. Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Ecosistemas estratégicos de Tenjo como base para la adaptación y mitigación de la variabilidad y cambio climático	6 acciones de Extensión rural en el uso eficiente del suelo y en general estrategias y acciones de sensibilización ambiental	N° de acciones de extensión rural en el uso eficiente del suelo y en general estrategias y acciones de sensibilización ambiental
Eje estratégico 3. Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Ecosistemas estratégicos de Tenjo como base para la adaptación y mitigación de la variabilidad y cambio climático	6 acciones de seguimiento a la construcción y licenciamiento de viviendas e infraestructuras en áreas protegidas del municipio, por año	N° de acciones de seguimiento a la construcción y licenciamiento de viviendas e infraestructuras en áreas protegidas del municipio, por año
Eje estratégico 3. Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Ecosistemas estratégicos de Tenjo como base para la adaptación y mitigación de la variabilidad y cambio climático	4 acciones de evaluación, mantenimiento y consolidación de arbolado urbano y corredores ecológicos multipropósito	N° de acciones de evaluación, mantenimiento y consolidación de arbolado urbano y corredores ecológicos multipropósito
		Áreas de consolidación de arbolado urbano y corredores ecológicos multipropósito en el municipio.
Eje estratégico 4 y 5. Salud, Hábitat Humano y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Entornos saludables y adaptados al cambio climático	Atención de viviendas ubicadas en zonas de alto riesgo y 40% de las viviendas ubicadas en riesgo medio y bajo, con implementación de acciones de mantenimiento y mejora de su infraestructura, referente a su disminución de vulnerabilidad frente a amenazas naturales	% de las viviendas ubicadas en zonas de alto riesgo atendidas con acciones de mantenimiento y mejora de su infraestructura % de las viviendas ubicadas en zonas de alto mediano y bajo riesgo, atendidas con acciones de mantenimiento y mejora de su infraestructura

Fuente	Meta	Indicador
Eje estratégico 4 y 5. Salud, Hábitat Humano y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Entornos saludables y adaptados al cambio climático	1 Plan actualizado y en ejecución de Gestión del Riesgo de Desastres	Número de Planes de Gestión del riesgo de Desastres Formulados y/o actualizados.
Eje estratégico 4 y 5. Salud, Hábitat Humano y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Entornos saludables y adaptados al cambio climático	6 Estudios o actualizaciones sobre entornos saludables y distribución futura de enfermedades asociadas al CC	N° de estudios o actualizaciones sobre entornos saludables y distribución futura de enfermedades asociadas al CC
Eje estratégico 4 y 5. Salud, Hábitat Humano y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Entornos saludables y adaptados al cambio climático	Aumentar en un 40% de la recuperación de residuos susceptibles de reutilizar o reciclar	% de incremento de recuperación de residuos susceptibles de reutilizar o reciclar
Eje estratégico 4 y 5. Salud, Hábitat Humano y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Entornos saludables y adaptados al cambio climático	1 Mesa de concertación y seguimiento de las estrategias de A al CC	N° de mesas de concertación y seguimiento de las estrategias de A al CC
Eje estratégico 4 y 5. Salud, Hábitat Humano y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Entornos saludables y adaptados al cambio climático	5% de las medidas de adaptación al cambio climático, tendientes al fortalecimiento del fondo local para la atención de desastres	% me dedidas de adaptación al cambio climático, tendientes al fortalecimiento del fondo local para la atención de desastres
Eje estratégico 6. Infraestructura y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Tenjo preparado estructuralmente para adaptarse al cambio y variabilidad climática	100% de estaciones hidrometereológicas e hidroclimáticas modernizadas o reemplazadas	% de estaciones hidrometereológicas e hidroclimáticas modernizadas o reemplazadas (número?)
Eje estratégico 6. Infraestructura y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Tenjo preparado estructuralmente para adaptarse al cambio y variabilidad climática	80% de canales y sumideros recuperados o con acciones de mantenimiento	% de canales y sumideros recuperados o con acciones de mantenimiento

Fuente	Meta	Indicador
Eje estratégico 6. Infraestructura y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Tenjo preparado estructuralmente para adaptarse al cambio y variabilidad climática	10 acciones de estabilización de taludes	N° acciones de estabilización de taludes
Eje estratégico 6. Infraestructura y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Tenjo preparado estructuralmente para adaptarse al cambio y variabilidad climática	5 incentivos para reconversión energética alternativa	N° incentivos para reconversión energética alternativa
Eje estratégico 6. Infraestructura y Transversal (gestión del conocimiento y ordenamiento territorial) Programa: Tenjo preparado estructuralmente para adaptarse al cambio y variabilidad climática	80% de las vías con necesidades de mantenimiento atendidas	% de las vías con necesidades de mantenimiento, atendidas

Fuente: PMACC, 2018.

Finalmente, se identificaron algunos de los indicadores establecidos en los dos últimos Planes de Desarrollo Municipal en materia de seguimiento a la implementación del PMACC:

Tabla 92. Indicadores asociados al Cambio Climático. Planes de Desarrollo Municipal. Tenjo 2016 y 2020.

Fuente	Meta	Indicador
Acuerdo municipal 005 de 2020 "Por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo Municipal 2020 - 2023 "Tenjo es de todos" Programa: Tenjo por la sostenibilidad ambiental para todos Subprograma: Tenjo y el cambio climático	Formular un Plan Integral de Gestión de Cambio Climático e implementarlo al 50% en el cuatrienio	Número de planes integrales de Gestión de Cambio Climático formulado e implementado
Acuerdo municipal 005 de 2016 Por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo Denominado "Tenjo próspero, sostenible y constructor de paz", para la vigencia 2016 – 2019. Programa Cambio Climático		
Acuerdo municipal 005 de 2020 "Por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo Municipal 2020 - 2023 "Tenjo es de todos" Programa: Tenjo por la sostenibilidad ambiental para todos Subprograma: Tenjo y el cambio climático	Sembrar 15.000 árboles en rondas hídricas en el cuatrienio	Número de árboles sembrados en rondas hídricas

Fuente	Meta	Indicador
Acuerdo municipal 005 de 2020 "Por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo Municipal 2020 - 2023 "Tenjo es de todos" Programa: Tenjo por la sostenibilidad ambiental para todos Subprograma: Tenjo y el cambio climático	Realizar anualmente 1 campaña de promoción del Uso de Energías Sostenibles y Renovables	Número de campañas
Acuerdo municipal 005 de 2016 Por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo Denominado "Tenjo próspero, sostenible y constructor de paz", para la vigencia 2016 – 2019. Programa Cambio Climático	Capacitación 117 servidores públicos como responsables de la mitigación del cambio climático (Educación ambiental) durante el cuatrienio	Servidores públicos responsables de la mitigación del cambio climático capacitados
Acuerdo municipal 005 de 2016 Por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo Denominado "Tenjo próspero, sostenible y constructor de paz", para la vigencia 2016 – 2019. Programa Cambio Climático	Implementar un programa dirigido a la rehabilitación de 1 zona afectada por minería y generación de acciones en zonas de propiedad privada, durante el cuatrienio	Área de rehabilitación de zona afectada por minería.

Fuente: Elaborado con base en Planes de Desarrollo Municipal, 2016 y 2020.

Bibliografía

ABC del Cambio Climático. Una guía para entender el Cambio Climático, ACICAFOC –UICN 2009, Recuperado en 2018 de: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2009-092.pdf>

Agronet. (2017). Evaluación agropecuaria municipal 2017. Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>

Alcaldía Municipal de Tenjo y Soluciones FRANVEL S.A.S. (2018). *Plan municipal de adaptación al cambio climático - Tenjo Cundinamarca 2016 - 2019.*

Alcaldía Municipal de Tenjo. (2000). Plan de ordenamiento territorial 2000. Recuperado de: http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/T/tenjo_-_cundinamarca_-_pot_-_2000/tenjo_-_cundinamarca_-_pot_-_2000.asp

Alcaldía Municipal de Tenjo. (2016) Plan de Desarrollo Municipal 2016 -2019, Municipio de Tenjo. Documento Diagnóstico. Recuperado de: <http://sabanacentrocomovamos.org/wpcontent/uploads/2016/05/Diagn%C3%B3stico-PDMT-Tenjo.pdf>

Arango, C., Dorado, J., Guzmán, D. y Ruiz, J. F. (2012). Cambio climático más probable para Colombia a lo largo del siglo XXI respecto al clima presente. Recuperado de: shorturl.at/fnFI5
Artunduaga S., Rodrigo. 1980. Las Heladas y su control. TOA – Temas de Orientación Agropecuaria. Edición No. 147 del quinto bimestre de 1980. Bogotá – Colombia.

Artunduaga S., Rodrigo. 1982. Principios básicos de ocurrencia de heladas y su control. Boletín técnico No.97. ICA.

Atlas de radiación solar de Colombia. LASSO, E., Luis. 1987. Anotaciones sobre el fenómeno de las heladas.

Calderón R. Dayam S. & Lemus S. Laura M. 2016. Influencia del Cambio Climático en la dinámica de sedimentos del sistema hidrológico de la Cuenca del Neusa. Universidad Santo Tomás. Facultad de Ingeniería Ambiental. Bogotá, Recuperado en 2018 de: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2942/Calderondayan2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CAR- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (2021). Diagnóstico por Erosión. Recuperado de: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5b9045459a4e5.pdf>

Carrillo, R., Rodríguez, D., Tchikoué, H., Monterroso, A. y Santillan, J. (2012). Análisis espacial de peligro de incendios forestales en Puebla, México. *Interciencia*, vol. 37, núm. 9. Caracas, Venezuela.
Chen, C., Noble, I., Hellmann, J., Coffee, J., Murillo, M., & Chawla, N. (2015). *Country index technical report*. University of Notre Dame. Obtenido de https://gain.nd.edu/assets/254377/nd_gain_technical_document_2015.pdf

CMNUCC. (2009). Fact Sheet: The Need for Mitigation. PNUMA.

Concejo Municipal de Tenjo. (2011). Plan de Ordenamiento Territorial para el Municipio de Tenjo.

Congreso de la Republica de Colombia. (2018). *Ley 1931 de 2018. Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático.*

Consorcio Huitaca (2017). Ajuste del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Bogotá. Documento Introducción y Generalidades.

Consorcio Huitaca (2017). Ajuste del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Bogotá. Documento Análisis Situacional.

Consorcio Huitaca (2017). Ajuste del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Bogotá. Documento Síntesis Ambiental.

Consorcio Huitaca (2017). Ajuste del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Bogotá. Documento Formulación.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, Corporación Autónoma Regional del Guavio - CORPOGUAVIO, CORPORINOQUIA. (2019). *Resolución 09757 de 2019. Por medio de la cual se aprueba el ajuste y la actualización del Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca hidrográfica del Río Bogotá y se dictan otras disposiciones.*

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR. (s.f.). *Orientaciones para la inclusión del cambio climático en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT, PBOT, EOT).* Bogotá D.C.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) - Cartográfica de nuestro territorio, Recuperado en 2018 de: <https://www.car.gov.co/vercontenido/2430>

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), Planeación Ecológica Ltda., Ecoforest Ltda., (s.f). Elaboración del Diagnóstico, prospectiva y Formulación de la Cuenca Hidrográfica del Río Bogotá. Recuperado de: <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac252ab412f3.pdf>

DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). s.f. Colombia: Proyecciones de población municipales por área. Disponible en: <http://bit.ly/1bZjWwA>

Datos Abiertos. (2018). Promedios Precipitación y Temperatura media. Promedio de los años 1981-2010. Obtenido de <https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-DesarrolloSostenible/Promedios-Precipitaci-n-y-Temperatura-media-Promed/nsxu-h2dh/data>

Db-city. (2018). Tenjo, Cundinamarca, Colombia - Ciudades y pueblos del mundo. Recuperado de: <https://es.db-city.com/Colombia--Cundinamarca--Tenjo>

Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas-DANE. (2018). Proyecciones de población 2005-2020 Total por sexo y grupos de edad. Recuperado de:



<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

DESINVENTAR, S. (2018). Inventario histórico nacional de desastres. Obtenido de <http://online.desinventar.org>

DNP; DNP; Min Ambiente; DANE; Otros. (2011). CONPES 3700.

DNP; MIN Ambiente. (2013). Hoja de ruta para la elaboración de los planes de adaptación dentro del plan nacional de adaptación al cambio climático. Bogotá.

Documento de Seguimiento y Evaluación POT Tenjo 2014-2021 (2021).

EEA (European Environment Agency). 2009. EMEP/EEA air pollution emission inventory guidebook 2009. Copenhagen, Dinamarca. Disponible en: <http://bit.ly/1VX6yLk>

El Cambio Climático en Colombia s.f. Universidad del Rosario, Recuperado en 2018 de: <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/1052/80087794.pdf>

EMSERTENJO. (2017). Caracterización de residuos sólidos dispuestos en 2017 y reportes de afluente y efluente de aguas residuales municipales.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2015.

FAOSTAT Domains: Average protein supply (g/capita/day) (3-year average). Disponible en: <http://bit.ly/1X1fnDT>

FAO- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2021). *Capítulo 3. Agua de lluvia, productividad de la tierra y sequía*. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/y4690s/y4690s07.htm>

Fernández R., Jairo, 1995. Las heladas su definición y control. Bogotá, Colombia. HURTADO, Gonzalo. 1996. Estadísticas de la Helada Meteorológica en Colombia. METEO/007-96. Bogotá: IDEAM. IDEAM, 2005.

Alcaldía de Tenjo
WhatsApp: 3154335187
www.tenjo.cundinamarca.gov.co
alcaldesa@tenjo-cundinamarca.gov.co
Calle 3 No. 3 - 86 / Código Postal: 250201 / Tel: 8646471 - 8646806 - 8646337



SC-CER861170



SO-SC-CER861170

Tenjo - Cundinamarca



Fundación Biodiversidad; Oficina Española de Cambio Climático; Agencia Estatal de Meteorología; Centro Nacional de Educación Ambiental. 2013. Cambio Climático: Bases físicas. Guía resumida del Quinto Informe del IPCC. Disponible en: <http://bit.ly/1mc8yhK>

Geoportal IGAC, Visor de Mapas Nivel Nacional. Recuperado de: http://ssiglwps.igac.gov.co:8888/siga_sig/Agrologia.seam

Gobernación de Cundinamarca (2016). Anuario estadístico 2016. Disponible en: http://www.cundinamarca.gov.co/Home/SecretariasEntidades.gc/Secretariadeplaneacion/SecretariadeplaneacionDespliegue/aseestadisticas_contenidos/csecreplanea_estadisanuario

Gobernación de Cundinamarca (2017). Visor estadístico municipal. Recuperado de: http://www.cundinamarca.gov.co/Home/SecretariasEntidades.gc/Secretariadeplaneacion/SecretariadeplaneacionDespliegue/aseestadisticas_contenidos/csecreplanea_estadis_visor

Gómez A. Gina P. (2017). Evaluación de la vulnerabilidad hidrogeológica del acuífero Guadalupe en Tenjo Cundinamarca, con la implementación del Modelo drastic. Universidad de la Salle, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Bogotá D.C. Recuperado de: http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/22431/41122094_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

HIMAT. Bogotá. IDEAM, 2007. Banco de datos del IDEAM sobre las variables meteorológicas y Catálogo de la red de estaciones meteorológicas de Colombia.

Hurtado, G. (1996). *Estadísticas de la halada meteorológica en Colombia*. METEO-007-96. Bogotá: IDEAM.

ICA. (2017). Censo pecuario nacional 2017. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/Areas/Pecuaria/Servicios/EpidemiologiaVeterinaria/Censos-2016/Censo-2017.aspx>

IDEAM (2021). Consulta y descarga de datos hidrometeorológicos. Recuperado de: <http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>

IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia); Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) 2012a. Metodología para la

estimación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de actividades agropecuarias. Bogotá, Colombia.

IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia); Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2012b. Metodología para la estimación de gases de efecto invernadero de actividades pecuarias. Bogotá, Colombia.

IDEAM, I. d. (2012). Actualización nota Técnica Heladas.

IDEAM, I. d. (2017). Boletín agrometeorológico mensual del Altiplano Cundiboyacense. Obtenido de http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/boletin-agrometeorologicomensual-del-altiplano-cundiboyacense/-/document_library_display/FyyINAluVmop/view/10835395?_110_INSTANCE_FyyINAluVmop_redirect=http%3A%2F%2Fwww.ideam.gov.co%2Fweb%2Ftiempo-y-clima%2Fbole

IDEAM, PNUD, Alcaldía de Bogotá, Gobernación de Cundinamarca, CAR, Corpoguavio, Instituto Alexander von Humboldt, Parques Nacionales Naturales de Colombia, MADS, DNP. 2014. Gestión del Cambio Climático con Enfoque Territorial en la Región Capital: Apoyo al fortalecimiento institucional y a los tomadores de decisiones. Plan Regional Integral de Cambio Climático para Bogotá Cundinamarca (PRICC). Recuperado en 2018 de: <file:///C:/Users/Lizeth/Downloads/LIBRO%20DIPLOMADO.pdf>

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, & CANCELLERÍA. (2016). Inventario nacional y departamental de gases efecto invernadero - Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. (2015). *Nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011 - 2100. Herramientas científicas para la toma de decisiones - enfoque nacional - departamental: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.*

IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2015. Primer Informe Bienal de Actualización de Colombia. Bogotá D.C., Colombia. Recuperado en 2018 de: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023423/1_INFORME_BIENAL_ACTUALIZACION.pdf

IDEAM. (2014). *Estudio nacional del agua.*

IDEAM. (2021). *Amenazas Inundación*. Obtenido de IDEAM:
<http://www.ideam.gov.co/web/agua/amenazas-inundacion>

IDEAM; PNUD; MADS; DNP; CANCELLERÍA. (2017). Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático – Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Bogotá D.C., Colombia.

IDEAM; PNUD; MADS; DNP; Cancillería. 2015. Inventario nacional de gases de efecto invernadero (GEI) de Colombia. IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia); PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo); MADS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible); DNP (Departamento Nacional de Planeación); Cancillería; FMAM (Fondo para el Medio Ambiente Mundial). Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://bit.ly/1Rlh8fa>

IDIGER 2016, Instituto Distrital de Gestión de Riesgos y Cambio Climático, Ambiente, Caracterización General del Escenario de Riesgo por Cambio Climático en Bogotá. Recuperado en 2018 de: <http://www.idiger.gov.co/rcc>

IDIGER. (s.f.). *Avenidas torrenciales. Dinámicas de hídricas que inciden en los territorios*. Obtenido de <https://www.sire.gov.co/documents/82884/507561/AVENIDAS+TORRENCIALES.pdf/9afa875a-0fc0-47a1-86f4-62fad97d719c#:~:text=Las%20avenidas%20torrenciales%20son%20un,r%C3%A1pidos%20del%20nivel%20de%20agua>

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). 2008. Zonificación climática. Disponible en: <http://bit.ly/1nYI09N>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, Indicadores Climatológicos, promedios climatológicos disponibles de 1981- 2010, Recuperado de: <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/1772>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, Mapas de Clima. Recuperado en 2018 de: <http://institucional.ideam.gov.co/jsp/1772>

IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2006. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Disponible en: <http://bit.ly/1qwjL4g>

Libro de estudio detallado de suelos de la Sabana de Bogotá, IGAC, 2012.

Lineamientos orientadores para la formulación y pertinencia de proyectos en Gestión del Riesgo y Adaptación al Cambio Climático, MMADS 2016.

Midgley, S.J.E., Davies, R.A.G., & Chesterman, S. (2011). Climate Risk and Vulnerability Mapping in Southern Africa: Status Quo (2008) and Future (2050).

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2018. Publicaciones Página Web.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (2021). *Demanda del Recurso Hídrico*. Recuperado de: <https://www.minambiente.gov.co/gestion-integral-del-recurso-hidrico/demanda/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Política Nacional de Cambio Climático*. Bogotá D.C.

Montealegre, Edgar. 2012. Análisis de la variabilidad climática interanual (El Niño y La Niña) en la Región Capital, Bogotá Cundinamarca Plan Regional Integral de Cambio Climático Región Capital Bogotá – Cundinamarca (PRICC).

Mulugetta Y. & Urban, F. (2010). Deliberating on Low Carbon Development. Energy Policy. PNUMA.

Nieves, E. y Preciado, J. (2015). La problemática ambiental y territorial del municipio de Tenjo (Cundinamarca): último municipio verde de la Sabana de Bogotá. Recuperado de: <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/tecges/article/view/10562>

OCDE. (2009). Integración de la Adaptación en la Cooperación para el Desarrollo: Guía sobre Políticas.

Plan Distrital de Gestión de riesgo y Cambio climático para Bogotá D.C, 2015 – 2050 – Documento Soporte Técnico.

PNUD. (2010). *Gestión del Riesgo Climático*.

PNUD; PNUMA. (2011). *Mainstreaming Climate Change Adaptation into Development Planning: A Guide for Practitioners*.

PRICC, Plan Regional Integral de Cambio Climático para Bogotá Cundinamarca (2014). IDEAM, PNUD, Alcaldía de Bogotá, Gobernación de Cundinamarca, CAR, Corpoguvio, Instituto Alexander von Humboldt, Parques Nacionales Naturales de Colombia, MADS, DNP. *Vulnerabilidad de la región capital a los efectos del cambio climático*.

Pulido A. 2012. *Inventario de gases de efecto invernadero para Cundinamarca y Bogotá*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 107 p. Disponible en: <http://bit.ly/1YdCbSc>

Ramírez, O. E. (2015). *IMPLEMENTACIÓN DE LOS COMPROMISOS ASUMIDOS EN LA MARCO DE LA CONVENCIÓN DE NACIONES UNIDAS PARA EL CAMBIO*. Obtenido de http://olgaramirez.com/uploads/trabajo_investigacion_kioto.pdf

SIAC- Sistema de Información Ambiental (2021). *Erosión*. Recuperado de: <http://www.siac.gov.co/erosion>

SIAC- Sistema de Información Ambiental (2021). *Huella hídrica verde sector agropecuario 2012*. ENA 2014. *Catálogo de mapas*. Recuperado de: <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>

SIAC- Sistema de Información Ambiental (2021). *Zonificación de la degradación de suelos por erosión. Línea base 2010-2011*. *Catálogo de mapas*. Recuperado de: <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>

UNGRD, U. N. (2018). *Consolidado anual de emergencias reportadas por el SNGRD*. Obtenido de <http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Consolidado-Atencion-deEmergencias.aspx>

Visor Geográfico CAR. Recuperado de: <https://www.car.gov.co/vercontenido/2430>



WWF 2018, Glosario Ambiental: ¿Qué son los gases efecto invernadero (GEI)? Recuperado en 2018 de: <http://www.wwf.org.co/?uNewsID=325754>

Yepes A; Navarrete D; Phillips J; Duque A; Cabrera E; Galindo G. 2011. Estimación de las emisiones de dióxido de carbono generadas por deforestación durante el período 2005–2010. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Bogotá, Colombia. 32 p

Alcaldía de Tenjo
WhatsApp: 3154335187
www.tenjo.cundinamarca.gov.co
alcaldes@tenjo-cundinamarca.gov.co
Calle 3 No. 3 – 86 / Código Postal: 250201 / Tel: 8646471 – 8646806 – 8646337



SC-CER661170



SO-SC-CER661170

Tenjo - Cundinamarca

