

# Identificación y evaluación de servicios ecosistémicos en la microcuenca de la presa Situriachi en el municipio de Bocoyna, Chihuahua, para el Proyecto Tarahumara Sustentable



**Coordinación general del proyecto:**

Ing. Manuel Chávez Díaz, Coordinador General del Proyecto Tarahumara Sustentable

M.I. Enrique Prunes Soto, Coordinador de la base científica y herramientas para la toma de decisiones

Ing. Jaime Baray Terrazas, Director de las Áreas Naturales Protegidas, Adscrito a las APFF Tutuaca y Papigochic

Ing. Jesús Guerreo Parada, Presidente Técnico de la Unidad de Manejo Forestal San Juanito A.C.

**Personal técnico ejecutor del proyecto:**

- Ing. Daniel Alejandro García Silva
  - Ing. Víctor Alfonso Calzada Pinedo
  - M.C. Martín Gerardo García Romero
  - M.I. Celia Alejandra Ordoñez Rodríguez
  - M.C. Indira Diana Lozano de la Peña
  - Dr. Luis Ubaldo Castruita Esparza
  - M.C. Jesús Alejandro Prieto Amparan
  - Ing. José Antonio Banda
-

Identificación y evaluación de servicios ecosistémicos en la microcuenca de la presa Situriachi en el municipio de Bocoyna, Chihuahua, para el Proyecto Tarahumara Sustentable



## **Capítulo 1**

Diagnóstico de las condiciones del medio biofísico y socioeconómico de la Microcuenca de la presa Situriachi y su zona de influencia.

## **Capítulo 2**

Diagnóstico de las acciones de conservación, uso y aprovechamiento de los recursos naturales realizadas en la microcuenca y su impacto en la población y economía de la región

## **Capítulo 3**

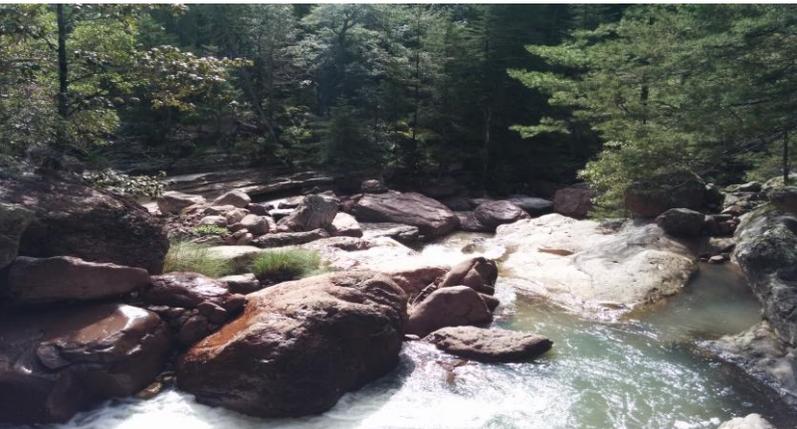
Identificación y evaluación de los principales servicios ecosistémicos de la microcuenca que favorecen el bienestar humano en la región.

## **Capítulo 4.**

Propuesta para la implementación de acciones locales y/o regionales que contribuyan al mantenimiento de los servicios ecosistémicos de la microcuenca



*UNIDAD DE MANEJO FORESTAL SAN JUANITO A.C*



# CONTENIDO

<b>CONTENIDO DE FIGURAS.....</b>	<b>v</b>
<b>CONTENIDO DE CUADROS.....</b>	<b>x</b>
<b>ACRÓNIMOS .....</b>	<b>xiii</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO.....</b>	<b>1</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>3</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>5</b>
<b>LOCALIZACION .....</b>	<b>9</b>
a. Microcuenca Situriachi .....	9
b. Áreas naturales protegidas.....	10
c. Presa Situriachi .....	11
<b>CAPITULO 1.....</b>	<b>13</b>
<b>Diagnóstico de las condiciones del medio biofísico y socioeconómico de la microcuenca de la presa Situriachi y su zona de influencia.....</b>	<b>13</b>
1.1. Diagnostico biofísico.....	13
1.1.1. Clima.....	13
1.1.2. Edafología .....	15
1.1.3. Erosión .....	18
1.1.4. Fisiografía .....	20
1.1.5. Geología.....	21
1.1.6. Geomorfología .....	21
1.1.7. Hidrografía .....	23
1.1.8. Morfometría .....	23
1.1.9. Uso de suelo y vegetación.....	32
1.1.10. Biodiversidad .....	36
1.1.11. Paisajes físico-geográficos .....	50
1.1.11.1. Unidades de paisaje .....	50
1.1.11.2. Potencial para actividades agropecuarias.....	1
1.2. Diagnostico socioeconómico.....	3
1.2.1. Característica histórica de los municipios de Bocoyna y Urique .....	3
1.2.2. Indicadores sociodemográficos de Bocoyna y Urique .....	5
1.2.3. Presencia de población indígena .....	11
1.2.4. Gobernadores Indígenas.....	12

Figura 33. Gobernadores Indígenas en la cuenca Situria .....	12
1.2.5. Índice de Rezago Social .....	13
1.2.6. Indicadores económicos .....	18
1.2.6.1. Producto interno bruto .....	19
1.2.6.2. Tasa de desempleo .....	20
1.2.6.3. Población económicamente activa .....	20
1.2.6.4. Población no Económicamente Activa .....	21
1.2.6.5. Población Ocupada .....	22
1.2.6.6. Población Desocupada .....	22
1.2.7. Coeficiente de Gini .....	23
1.2.8. Índice de desarrollo humano .....	25
<b>CAPITULO 2.....</b>	<b>28</b>
<b>Diagnóstico de las acciones de conservación, uso y aprovechamiento de los recursos naturales realizadas en la microcuenca y su impacto en la población y economía de la región. ....</b>	<b>28</b>
2.1. Acciones de conservación .....	28
2.2. Obras de conservación de suelo.....	31
2.2.1. Pago por servicios ambientales .....	34
2.3. Aprovechamiento de los recursos naturales .....	36
2.3.1. Manejo forestal.....	36
2.3.2. Sistema de manejo.....	41
2.3.2.1. Responsivas técnicas de los programas de manejo forestal maderable .....	42
2.3.2.2. Evaluación del buen manejo forestal en la microcuenca de la presa Situriachi..	43
2.3.3. Evaluación del inventario forestal.....	46
2.3.3.1. Actualización del uso de suelo y vegetación. ....	46
2.3.3.2. Actualización de los datos dasométricos de la vegetación arbórea en la microcuenca Situriachi .....	52
2.3.3.3. Valoración económica de la producción de recursos maderables del genero pinus en la microcuenca Situriachi. ....	61
2.3.3.4. Determinación de métricas de biodiversidad del arbolado en la microcuenca Situriachi. ....	62
2.3.4. Manejo agrícola.....	68
2.3.5. Recursos hídricos .....	70
2.3.5.1. Volumen de la presa .....	70
2.3.5.2. Calidad de agua.....	72
2.3.6. Evaluación del estado, funcionalidad y uso de las áreas ribereñas y afluentes de la microcuenca .....	78
2.3.6.1. Resultados de la evaluación de las áreas ribereñas .....	83
<b>CAPITULO 3.....</b>	<b>92</b>

<b>Identificación y evaluación de los principales servicios ecosistémicos de la microcuenca que favorecen el bienestar humano en la región.....</b>	<b>92</b>
3.1. Evaluación del turismo en la microcuenca y su área de influencia .....	92
3.1.1. Principales parajes turísticos .....	94
3.2. Tipo de turismo.....	101
3.2.1. Infraestructura turística y estado de la misma .....	101
3.3. Análisis situacional de los prestadores de servicios turísticos (encuestas levantas para el sector turístico. ....	111
3.4. Análisis de la implementación de metodologías participativas con actores de interés a nivel local y regional para la identificación de los principales SE .....	116
3.4.1. Entrevista grupal a la y los comisariados ejidales de la microcuenca Situriachi .....	117
3.4.2. Línea del tiempo de la presa Situriachi .....	120
3.5. Análisis de entrevistas en campo a familias dentro del área de la microcuenca para la identificación de los SE .....	122
3.6. Análisis de indicadores sociodemográficos en las localidades de la microcuenca.....	124
3.7. Análisis del taller de inducción al trabajo colaborativo en los SE y su impacto económico e inclusión social. ....	129
3.8. Modelo "Integrated valuation of environmental services and tradeoffs" (InVEST). ....	137
3.8.1. Carbono .....	137
3.8.2. Calidad del Hábitat.....	143
3.8.3. Sedimentos .....	149
3.8.4. Producción de Agua .....	156
3.8.5. Calidad Escénica .....	162
3.8.6. Resultados generales del modelo "Integrated valuation of environmental services and tradeoffs" (InVEST).....	168
3.9. Identificación y priorización de los servicios ecosistémicos dentro de la microcuenca Situriachi.....	170
3.10. Evaluación de la condición actual y tendencia de los servicios ecosistémicos identificados en la microcuenca Situriachi .....	173
<b>Capítulo 4.....</b>	<b>174</b>
<b>Propuesta para la implementación de acciones locales y/o regionales que contribuyan al mantenimiento de los servicios ecosistémicos de la microcuenca .....</b>	<b>174</b>
4.1. identificación de obras de conservación de suelo con potencial para su implementación .....	177
4.2. Propuesta de manejo de los recursos forestales sustentables de la microcuenca.....	180
4.3. Propuesta para la implementación de la venta del servicio ambiental hidrológico .....	184
4.4. Propuesta para la implementación de actividades turísticas .....	185
4.5. Propuesta para la implementación de área con potencial para la conservación de la biodiversidad .....	186

4.6. Propuesta de reconversión productiva para incorporar áreas degradadas al aprovechamiento forestal.....	187
4.7. Propuesta para la implementación del trazo keyline en parcelas agrícolas .....	188
4.8. Protección de áreas de alto valor para la conservación .....	189
<b>LECCIONES APRENDIDAS .....</b>	<b>192</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>195</b>

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Integración metodológica de la identificación y evaluación de los SE de la microcuenca de la presa Situriachi .....	5
Figura 2. Localización de la microcuenca de la presa Situriachi. ....	9
Figura 3. Localización de las áreas naturales protegidas. ....	10
Figura 4. Puntos de muestreo de calidad de agua de la CNA.....	12
Figura 5. Climas predominantes de la microcuenca Situriachi .....	13
Figura 6. Temperatura media de la microcuenca Situriachi.....	14
Figura 7. Edafología presente en la microcuenca Situriachi. ....	16
Figura 8. Textura del suelo.....	17
Figura 9. Profundidad del suelo .....	17
Figura 10. Grado de erosión en la microcuenca Situriachi .....	18
Figura 11. Grado de erosión en la microcuenca Situriachi, (Inventario del proyecto).....	19
Figura 12. Fisiografía de la microcuenca Situriachi.....	20
Figura 13. Geología.....	21
Figura 14. Geomorfología de la microcuenca Situriachi. ....	22
Figura 15. Hidrografía de la microcuenca de la presa Situriachi. ....	23
Figura 16. Longitud de la microcuenca Situriachi (Lc). ....	25
Figura 17. Rangos de distribución altitudinal de la microcuenca Situriachi. ....	26
Figura 18. Gráfico de la curva hipsométrica de la microcuenca Situriachi.....	27
Figura 19. Pendientes predominantes.....	28
Figura 20. Exposición de la pendiente .....	28
Figura 21. Principales modelos de drenaje.....	29
Figura 22. Mapa de tipos y orden de corriente.....	31
Figura 23. Uso de suelo y vegetación. ....	33
Figura 24. Uso de suelo y vegetación de la microcuenca de la presa Situriachi, 1990-2015.....	34
Figura 25. Cambio temporal de uso de suelo y vegetación 1990-2015.....	35
Figura 26. Unidades de paisaje .....	52
Figura 27. Potencial natural para las actividades agropecuarias en la microcuenca Situriachi.....	1
Figura 28. Potencia para la protección de la biodiversidad.....	2
Figura 29. Poblados principales y localidades de la microcuenca Situriachi. Fuente elaboración del proyecto, nov. 2017.....	5
Figura 30. % Población desagregada por sexo.....	8
Figura 31. Porcentaje de población desagregada por sexo en la microcuenca de Situriachi, municipio de Bocoyna.....	10
Figura 32. Presencia de población indígena.....	11
Figura 33. Gobernadores Indígenas en la cuenca Situria .....	12
Figura 34. Carencia de derechos sociales.....	13
Figura 35. Medición multidimensional de la pobreza en Bocoyna y Urique respectivamente. CONEVAL 2010.....	14
Figura 36. Indicadores de carencia social (porcentaje) de Bocoyna y Urique respectivamente 2010 .....	16
Figura 37. Índice de rezago social.....	18

Figura 38. Participación estatal en el Producto Interno Bruto (año 2016).	19
Figura 39. Población Económicamente Activa	21
Figura 40. Población no económicamente activa por PD.	21
Figura 41. Población ocupada	22
Figura 42. Población desocupada	23
Figura 43. Coeficiente de Gini a nivel estatal	24
Figura 44. Coeficiente de Gini	25
Figura 45. Índice de desarrollo humano	27
Figura 46. Obras de conservación de suelos	32
Figura 47. Predios con servicios ambientales hidrológicos	35
Figura 48. Áreas bajo manejo forestal maderable	37
Figura 49. Densidad de pino	38
Figura 50. Incremento corriente anual en metros cúbicos volumen total árbol (ICA_M3_VTA)	38
Figura 51. Incremento medio anual metros cúbicos volumen total árbol (IMA_m3_VTA)	39
Figura 52. Área basal en metros cuadrados por hectárea (AB m <sup>2</sup> /ha)	39
Figura 53. Cobertura de copa en porcentaje por hectárea (CC %/ha)	40
Figura 54. Ciclo de Corta	40
Figura 55. Turno	41
Figura 56. Porcentaje general de cumplimiento al PMF en la microcuenca.	44
Figura 57. Inventario forestal en la microcuenca de Situriachi Mpio., Bocoyna Chihuahua	47
Figura 58. Uso de suelo y vegetación actualizado al 14 de mayo del 2018 de la micro cuenca Situriachi Mpio., Bocoyna Chihuahua.	48
Figura 59. Uso de suelo y vegetación actualizado por inventario	52
Figura 60. Estadística de los sitios de muestreos de dimensiones fijas	52
Figura 61. Estadística de los sitios de muestreos de dimensiones variables.	53
Figura 62. Área Basal de pino, en metros cuadrados por hectárea AB m <sup>2</sup> /ha), de la microcuenca Situriachi	55
Figura 63. Existencias reales totales de pino, en metros cúbicos volumen total árbol por hectárea (ERT VTA m <sup>3</sup> ), de la microcuenca Situriachi	56
Figura 64. Cobertura de copa en porcentaje de pino (CC % /ha), de metros cuadrados cubiertos por hectárea, de la microcuenca Situriachi	57
Figura 65. Área Basal de encino, en metros cuadrados por hectárea (AB m <sup>2</sup> /ha), de la microcuenca Situriachi	58
Figura 66. Existencias reales totales de encino, en metros cúbicos volumen total árbol por hectárea (ERT VTA m <sup>3</sup> ), de la microcuenca Situriachi	59
Figura 67. Cobertura de copa en porcentaje de encino, de metros cuadrados cubiertos por hectárea CC % / ha), de la microcuenca Situriachi	60
Figura 68. Riqueza de especie del arbolado por sitio de 500 m <sup>2</sup> en la microcuenca Situriachi	63
Figura 69. Riqueza de especie del arbolado por sitio de 500 metros cuadrados (m <sup>2</sup> ) en la microcuenca Situriachi	64
Figura 70. Estadística para el cálculo del Índice de Simpson	66
Figura 71. Estadística para el cálculo del Índice de Shannon –Wiener	66
Figura 72. Parcelas agrícolas dentro de la microcuenca Situriachi	69
Figura 73. Batimetría	71

Figura 74. Análisis batimétrico de embalse .....	71
Figura 75. Índice de calidad de agua por parámetro en la microcuenca Situriachi .....	74
Figura 76. Sitios de muestreo de calidad de agua en la microcuenca Situriachi. ....	75
Figura 77. Muestreos de calidad de agua 4 -1 .....	75
Figura 78. Equipo de muestreo in situ.....	76
Figura 79. Muestreo de agua en la cuenca Situriachi.....	77
Figura 80. Etiquetado de muestras. ....	77
Figura 81. Análisis de turbidez. ....	78
Figura 82. Localización de áreas ribereñas en la microcuenca Situriachi.....	79
Figura 83. Gráfica de caudales y alturas de tramo No. 1. ....	80
Figura 84. Gráfica de caudales y alturas de tramo No. 2. ....	82
Figura 85. Mapa del índice de calidad de áreas ribereñas en la microcuenca Situriachi. ....	86
Figura 86. Mapa de caudales en las áreas ribereñas de la microcuenca Situriachi. ....	86
Figura 87. Recorrido de las áreas ribereñas en la microcuenca Situriachi.....	87
Figura 88. Sitios ribereños 1-3 y 2-5 de microcuenca Situriachi. ....	87
Figura 89. Medición del ancho del cauce y profundidad. ....	88
Figura 90. Canalización del cauce.....	88
Figura 91. Basura inorgánica y orgánica presente en las áreas ribereñas. ....	89
Figura 92. Vivienda al lecho de cauce secundario con noria. ....	89
Figura 93. Actividad pecuaria. ....	90
Figura 94. Deforestación y presa de contención. ....	90
Figura 95. Lavado doméstico en el cauce secundario. ....	90
Figura 96. Acumulación de alga, y presencia de insectos por estancamiento de agua, en sitio 1-16. .....	91
Figura 97. Corredores biológicos fauna. ....	93
Figura 98. Corredores biológicos de los genero <i>pinus</i> y <i>picea</i> .....	93
Figura 99. Atractivos turísticos de la región .....	94
Figura 100. Misión Sisoguichi .....	95
Figura 101. Vista panorámica del Sisoguichi.....	95
Figura 102. Cascada el Salto .....	96
Figura 103. Cabañas Situriachi, junto a la presa del mismo nombre .....	96
Figura 104. Vista panorámica de Creel junto con el ferrocarril CH-P .....	97
Figura 105. Lago Arareco con mujeres rarámuri y valle de los monjes.....	98
Figura 106. Misión de Cusárare .....	98
Figura 107. Cascada y mirador Cusárare .....	99
Figura 108. Parque ecoturístico Recowata .....	99
Figura 109. Barrancas del cobre.....	100
Figura 110. Parque Nacional Basaseachi .....	100
Figura 111. Área Natural Protegida .....	101
Figura 112. Recorrido del tren Chihuahua-Pacífico CH-P.....	102
Figura 113. Ruta comercial de los autobuses del Noroeste.....	103
Figura 114. Consumo turístico por formas de turismo y por motivos de viaje, preliminares 2016 .....	108
Figura 115. Principales actividades económicas en el estado .....	109

Figura 116. Flujo de pasajeros del chepe .....	110
Figura 117. Prestadores de servicios del sector turismo. ....	111
Figura 118. Tipo de SE de soporte y regulación identificado por el prestador de servicios. ....	113
Figura 119. Tipo de SE cultural y de provisión identificado por el prestador de servicios. ....	113
Figura 120. Testimonios de los prestadores de servicios turísticos.....	115
Figura 121. Entrevistas grupales con comisariados ejidales .....	117
Figura 122. Entrevista grupal con autoridades ejidales.....	118
Figura 123. Línea de tiempo de la construcción de la presa Situriachi .....	120
Figura 124. Línea del tiempo de la construcción de la presa Situriachi.....	121
Figura 125. Entrevistas en in situ de las comunidades de la microcuenca.....	122
Figura 126. Ganadería de subsistencia.....	123
Figura 127. Levantamiento del censo socioeconómico en la microcuenca.....	124
Figura 128. Viviendas habitadas y deshabitadas en la microcuenca de Situriachi.....	125
Figura 129. Tipo de viviendas.....	126
Figura 130. Infraestructura de viviendas .....	127
Figura 131. Conocimientos adquiridos en el taller de inducción al trabajo colaborativo .....	130
Figura 132. Participación por sectores productivos al taller de “Inducción al trabajo colaborativo en los SE y su impacto económico e inclusión social.....	130
Figura 133. Identificación de los SE .....	132
Figura 134. Uso de suelo y vegetación. ....	138
Figura 135. Carbono superficial.....	140
Figura 136. Carbono subterráneo .....	141
Figura 137. Carbono Muerto.....	141
Figura 138. Carbón en el suelo.....	142
Figura 139. Carbón total.....	142
Figura 140. Localidades rurales .....	145
Figura 141. Áreas agrícolas.....	146
Figura 142. Caminos principales.....	146
Figura 143. Caminos secundarios. ....	147
Figura 144. Calidad del hábitat. ....	148
Figura 145. Degradación del hábitat. ....	149
Figura 146. Modelo digital de elevaciones en metros sobre el nivel del mar (MDE msnm) .....	151
Figura 147. Pérdida de suelo .....	154
Figura 148. Transporte de sedimentos .....	155
Figura 149. Retención de sedimentos .....	155
Figura 150. Cuencas.....	159
Figura 151. Subcuencas.....	159
Figura 152. Producción de agua por cuencas. ....	160
Figura 153. Producción de agua por subcuencas. ....	161
Figura 154. Evapotranspiración .....	161
Figura 155. Objetos que impactan (áreas agrícolas) .....	163
Figura 156. Objetos que impactan (camino) .....	164
Figura 157. Modelo digital de elevaciones. ....	164
Figura 158. Ráster de población.....	165

Figura 159. Calidad visual respecto a áreas agrícolas.....	166
Figura 160. Calidad visual respecto al camino principal .....	166
Figura 161. Tipos de impactos de calidad visual respecto a áreas agrícolas.....	167
Figura 162. Tipos de impactos de calidad visual respecto al camino principal. ....	168
Figura 163. Propuesta para obra de zanja bordo .....	177
Figura 164. Propuesta de obra de barreras de piedra .....	178
Figura 165. Propuesta para obra de acomodo de material vegetativo muerto.....	178
Figura 166. Propuesta para obra de Chaponeo.....	179
Figura 167. Propuesta para obra de presas filtrantes.....	179
Figura 167. Propuesta de reforestación .....	180
Figura 168. Propuesta para cultivo foresta.....	181
Figura 170. Propuesta de área con potencial para plantaciones forestales comerciales.....	181
Figura 171. Áreas bajo manejo forestal maderable.....	182
Figura 172. Área con potencial para la implementación del manejo forestal .....	182
Figura 173. Servicio ambiental por captura de carbono.....	183
Figura 170. Propuesta para la venta del servicio ambiental .....	184
Figura 175. Propuesta para la implementación de actividades turísticas .....	185
Figura 176. Área con potencial para el estudio de biodiversidad.....	186
Figura 177. Propuesta de reconversión productiva para la incorporación de áreas degradadas al aprovechamiento forestal .....	187
Figura 178. Parcelas para la implementación keyline .....	188
Figura 179. Protección de áreas de alto valor para la conservación.....	189

## CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro 1. Muestréos anuales de calidad de agua.....	11
Cuadro 2. Tipo de clima en la microcuenca Situriachi. ....	14
Cuadro 3. Tipo de suelos en la microcuenca Situriachi. ....	16
Cuadro 4. Erosión del suelo .....	19
Cuadro 5. Geomorfología de la microcuenca de Situriachi. ....	22
Cuadro 6. Área y perímetro de la Microcuenca de Situriachi. ....	24
Cuadro 7. Rangos de distribución de alturas.....	26
Cuadro 8. Exposición y pendiente de la microcuenca de Situriachi. ....	29
Cuadro 9. Tipos de Corrientes según la permanencia de flujo y su longitud en la Microcuenca de Situriachi. ....	29
Cuadro 10. Orden de corriente y su longitud en la microcuenca de Situriachi. ....	30
Cuadro 11. Clasificación de uso de suelo y vegetación .....	33
Cuadro 12. Uso de suelo y vegetación de la microcuenca Situriachi, 1990-2015. (PTS).....	34
Cuadro 13. Flora de la microcuenca de la presa Situriachi .....	36
Cuadro 14. Flora presente en la microcuneca de la presa Situriachi y su area de influencia (Umafor San Juanito).....	37
Cuadro 15. Mamíferos en la microcuenca Situriachi. ....	41
Cuadro 16. Aves.....	43
Cuadro 17. Anfibios .....	49
Cuadro 18. Reptiles.....	49
Cuadro 19. Clases, familias y especies localizadas en la microcuenca Situriachi. ....	50
Cuadro 20. Unidades de paisaje .....	51
Cuadro 21. Potencial para actividades agropecuarias .....	1
Cuadro 22. Potencial para la protección de la biodiversidad .....	2
Cuadro 23. Cronología de hechos históricos.....	4
Cuadro 24. Población total, población en pobreza y pobreza extrema. Fuente: CONEVAL e INEGI 2010.....	6
Cuadro 25. Indicadores sociodemográficos del municipio de Bocoyna y el Estado de Chihuahua....	7
Cuadro 26. Población total de la zona de estudio “Poblados de abastecimiento” desagregados por sexo. ....	8
Cuadro 27. Zonas de atención prioritaria del municipio de Bocoyna. CONEVAL 2010. ....	9
Cuadro 28. Localidades y número de habitantes dentro de la microcuenca Situriachi. ....	10
Cuadro 29. Presencia de población Indígena. ....	11
Cuadro 30. Población total, índice y grado de rezago social a nivel nacional, estatal y por municipio, 2010.....	14
Cuadro 31. Indicador promedio de carencias por municipio y estatal .....	15
Cuadro 32. Indicadores de carencia social por municipio. CONEVAL 2010.....	15
Cuadro 33. Población total, índice y grado de rezago social por localidades en los poblados de abastecimiento, 2010.....	17
Cuadro 34. Tasa de desempleo.....	20
Cuadro 35. Población Económicamente Activa de la zona de estudio, INEGI 2010.....	20
Cuadro 36. Coeficiente Gini.....	24
Cuadro 37. Categorías de desarrollo humano y población en las entidades federativas (2012). ....	26

Cuadro 38. Proyectos apoyados por la Comisión Nacional Forestal, en el ejido El Retiro y Gumeachi. ....	28
Cuadro 39. Proyectos apoyados por la Comisión Nacional Forestal, en el ejido Piedra Bola, Guachavetavo y Anexa.....	29
Cuadro 40. Proyectos apoyados por la Comisión Nacional Forestal, en el ejido Ranchito. ....	29
Cuadro 41. Proyectos apoyados por la Comisión Nacional Forestal, en el ejido Bocoyna.....	30
Cuadro 42. Proyectos apoyados por la Comisión Nacional Forestal, en el ejido Ahuichique. ....	30
Cuadro 43. Proyectos apoyados por la Comisión Nacional Forestal, en el P.P. Guayeneachi. ....	30
Cuadro 44. Obras de conservación de suelo.....	33
Cuadro 45. Evaluación de estado y funcionamiento de las obras de conservación.....	33
Cuadro 46. Evaluación de estado y funcionamiento de presas filtrantes. ....	33
Cuadro 47. Predios con servicios ambientales hidrológicos. ....	36
Cuadro 48. Datos silvícolas promedios (genero pinus), de los PMFM en la microcuenca.....	37
Cuadro 49. Prestadores de servicios técnicos forestales en la microcuenca Situriachi. ....	43
Cuadro 50. Calificación de ATP en los ejidos Piedra Bola y Bocoyna. ....	44
Cuadro 51. Criterios para la determinación del tipo de bosque ....	46
Cuadro 52. Datos de tipo de bosque, resultado del inventario forestal determinado por su dominancia en AB.....	49
Cuadro 53. Intervalos de confianza de área basal y volumen ....	53
Cuadro 54. Datos dasométricos.....	54
Cuadro 55. Datos dasométrico del genero <i>pinus</i> para el cálculo de su intensidad de corta ....	61
Cuadro 56. Datos dasométrico del genero <i>pinus</i> y su recuperación sustentable de su manejo forestal .....	61
Cuadro 57. Distribución diamétrica del volumen de la especie de <i>pinus</i> en centímetros (cm), en la microcuenca Situriachi .....	61
Cuadro 58. Calculo del valor comercial de los recursos forestales maderables del genero pinus en la microcuenca Situriachi .....	62
Cuadro 59. Riqueza de especies arbóreas en la microcuenca Situriachi .....	63
Cuadro 60. Cálculo del Índice de Simpson de las especies arbóreas en la microcuenca Situriachi..	65
Cuadro 61. Cálculo del Índice de Shannon –Wiener de las especies arbóreas en la microcuenca Situriachi. ....	67
Cuadro 62. Parcelas agrícolas .....	68
Cuadro 63. Coordenadas y alturas de los sitios de muestreo de la microcuenca Situriachi. ....	73
Cuadro 64. Resultados de parámetros de calidad de agua y el ICA <sup>2</sup> en la microcuenca de Situriachi. ....	73
Cuadro 65. Caudales del área ribereña No. 1 .....	80
Cuadro 66. Caudales del área ribereña No. 2 .....	82
Cuadro 67. Evaluación del índice de área ribereña No. 1 .....	84
Cuadro 68. Evaluación del índice de área ribereña No. 2 .....	84
Cuadro 69. Hoteles más destacados en el municipio de Bocoyna. ....	104
Cuadro 70. Lista de restaurantes en Creel.....	105
Cuadro 71. Lista de restaurantes San Juanito.....	105
Cuadro 72. Producto interno bruto durante el tercer trimestre de 2017 .....	107
Cuadro 73. Producto interno bruto del tercer trimestre 2016.....	107

Cuadro 74. Análisis del uso, acceso y control de SE realizado por los Prestadores de Servicios...	133
Cuadro 75. Análisis del uso, acceso y control de SE realizados por el sector público. ....	134
Cuadro 76. Análisis del uso, acceso y control de SE realizados por las autoridades locales (comisariados ejidales).....	134
Cuadro 77. Análisis del uso, acceso y control de SE realizados por otras instituciones de la sociedad civil y ciudadanos.....	135
Cuadro 78. Acuerdos tomados en el taller de identificación de SE. ....	136
Cuadro 79. Uso de Suelo y Vegetación empleado para el modelo de carbono.....	138
Cuadro 80. Almacén de carbón para los usos de suelo y vegetación. ....	139
Cuadro 81. Uso de Suelo y Vegetación empleado para el modelo de PES.....	144
Cuadro 82. Sensibilidad de los hábitats respecto a las amenazas.....	144
Cuadro 83. Amenazas del hábitat.....	145
Cuadro 84. Uso de Suelo y Vegetación empleado para el modelo de PES.....	151
Cuadro 85. Factor de cobertura vegetal y prácticas de conservación por USV. ....	152
Cuadro 86. Ecuaciones de regresión lineal por región para obtener el Factor R. ....	152
Cuadro 87. Valores del Factor K para cada tipo de suelo de acuerdo a la FAO. ....	153
Cuadro 88. Profundidad de capa de restricción de raíz en mm. ....	157
Cuadro 89. Contenido de agua disponible en la planta. ....	158
Cuadro 90. Uso de Suelo y Vegetación empleado para el modelo de producción de agua. ....	158
Cuadro 91. Correlación lineal de Separman para los servicios ambientales de la cuenca Situriachi. .....	169
Cuadro 92. Identificación de los servicios ecosistémicos dentro de la microcuenca Situriachi.....	171
Cuadro 93. Priorización de los servicios ecosistémicos dentro de la microcuenca Situriachi .....	172
Cuadro 94. Evaluación de la condición actual y tendencia de los servicios ecosistémicos .....	173
Cuadro 95. Propuesta para la implementación de acciones de conservación y mantenimiento de los servicios ecosistémicos .....	175
Cuadro 96. Propuesta para el mantenimiento de obras de conservación de suelo .....	177
Cuadro 97. Propuesta de silvicultura forestal.....	180

## ACRÓNIMOS

ATP	Auditorías Técnicas Preventivas
C&I.	Criterios e Indicadores
CNA	Comisión Nacional del Agua
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
Ha	Hectáreas
ICA1	Incremento Corriente Anual
ICA2	Índice de Calidad de Agua
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
lps	Litros por segundo
MDE	Modelo digital de elevación
MMOBI	Método Mexicano de Ordenación del Bosque Irregular
OD	Oxígeno Disponible
P.P	Predio Particular
PEA	Población Económicamente Activa
pH	Potencial de hidrógeno
PIB	Producto Internos Bruto
PMFM	Programa de Manejo Forestal Maderable
PRONAFOR	Programa Nacional Forestal
	Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación
SAGARPA	
SAH	Servicios Ambientales Hidrológicos
SE	Servicio Ecosistémicos
SEMARNAT	Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SIG	Sistema de Información Geográfica
TS	Tarahumara Sustentable
UACH	Universidad Autónoma de Chihuahua
WQI	Water Quality Index
WTTC	Consejo mundial de viajes y turismo
USV	Uso de suelo y vegetación
InVEST	Integrated valuation of environmental services and tradeoffs
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto “Identificación y evaluación de servicios ecosistémicos en la Microcuenca de la presa Situriachi en el municipio de Bocoyna, Chihuahua, es una iniciativa del Proyecto Tarahumara Sustentable, que busca la conservación de la biodiversidad dentro del manejo de las áreas bajo protección y producción de la Sierra Tarahumara de Chihuahua, a través del desarrollo e implementación de una estrategia participativa que involucre a las comunidades y que pueda tener una funcionalidad para emprender acciones de conservación y aprovechamiento de los servicios ecosistémicos en 12 municipios de la Sierra Tarahumara.

El proyecto da comienzo el 1 de octubre del 2017, siendo responsable de la ejecución la Unidad de Manejo Forestal San Juanito A.C. La estrategia del proyecto tuvo como objetivo la identificación de los servicios ecosistémicos que se encuentran en la microcuenca de la presa Situriachi, con este fin el proyecto se realizó en cuatro capítulos, que se describen a continuación:

Dentro de la primera fase del proyecto se realizó un diagnóstico de las condiciones del medio biofísico y socioeconómico del área de estudio y su zona de influencia donde se determinó que la microcuenca cuenta con 13 localidades internas con una población de 50 habitantes, además de contar con poblados que fueron denominados “*Poblados de abastecimiento*” cuatro en el municipio de Bocoyna y dos en el municipio de Urique, considerados así por su ubicación y cercanía a la microcuenca y por abastecerse de agua proveniente de la Presa Situriachi. La microcuenca cuenta con una superficie de 11,019 ha, del cual su principal uso de suelo corresponde a los bosques de pino, ocupando el 73% de la superficie de la cuenca, el principal tipo de clima es el de templado, semifrío con verano fresco largo, subhúmedo con lluvias de verano mayores al 10.2% anual, su hidrología pertenece al sistema de la cuenca hidrográfica del Río Conchos, ubicada en la región 24 Río Bravo-Conchos,

Dentro de la estructura socioeconómica en los poblados de abastecimiento, se encontró un grado de marginación “alto” principalmente en los poblados de Areponapuchi, Babureachi y San Rafael, el grado de marginación es aun “muy alto” para los habitantes de la microcuenca ya que no cumplen con algunos de los 9 aspectos económicos que considera el CONEVAL, (salud, educación, empleo).

Durante la segunda fase del proyecto se realizó una evaluación de las acciones de conservación, uso y aprovechamiento de los recursos naturales realizadas en la microcuenca en los últimos 20 años, esto con el fin de coadyuvar a identificar y evaluar los principales servicios ecosistémicos presentes en la microcuenca, objetivo principal de este proyecto. Durante este proceso se realizaron diferentes trabajos de campo y de planeación participativa, con el fin de contar con información actualizada y fidedigna. Se llevó a cabo un

levantamiento de 110 sitios de dimensiones fijas y 4500 sitios de dimensiones variables, que ayudaron a mejorar la calidad de los insumos geográficos, que sirvieron para el análisis y evaluación de los servicios ecosistémicos a través de análisis espacial. También fueron evaluados los recursos hídricos de la microcuenca, esto a través de análisis de calidad de agua, batimétrico, evaluación de las áreas ribereñas y modelación espacial a través de SIG, encontrando que la presa cuenta a la fecha (2018) con una capacidad de almacenamiento de agua de 7.9 hm<sup>3</sup>, de acuerdo a CONAGUA la presa al fin de su construcción en el 2004 tenía una capacidad de almacenamiento de 9hm<sup>3</sup>, lo que indica que ha perdido el 13% de su capacidad en 14 años debido a azolvamiento, un índice de calidad de agua del 75% siendo esto un valor “Bueno”, sin embargo en lo referente a las áreas ribereñas, mostraron una calidad “regular” debido a la degradación física de sus cauces y orillas.

Una vez recabada toda la información antes mencionada fue utilizado el software "Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs" (InVEST), para evaluar los servicios ecosistémicos en cinco diferentes módulos; captura de carbón, sedimentos, calidad de hábitat, calidad escénica y producción de agua, a través de la generación de cartografía temática.

También se realizó trabajo de gabinete y campo, con el fin de conocer y evaluar las diferentes obras de conservación de suelos, que se han realizado en la microcuenca. Para este fin se realizó una consulta en las bases de datos de la Comisión Nacional Forestal, esto debido a que esta institución es la principal promotora de apoyos en concepto de conservación de suelos en la región, encontrando que desde el año de 2001 al 2017 se ha apoyado la cantidad 14,964 ha de superficie con un monto estimado de \$ 34,587,810.00 de pesos.

Durante este proceso fue muy importante contar con una visión integral de todos los actores que convergen en la región de la microcuenca Situriachi, como lo son sectores productivos, autoridades ejidales, instituciones y prestadores de servicios técnicos entre otros. Lo anterior se logró a través de un taller participativo “Inducción al trabajo colaborativo en los SE y su impacto económico e inclusión social”, una vez obtenida toda la información de los procesos anteriores, se pudo concluir que los servicios ecosistémicos de mayor presencia e importancia en la microcuenca, son el agua potable, ecoturismo, restauración y manejo de suelos, ciclo hidrológico, regulación de erosión, fiestas tradicionales, captura de carbón, madera, leña, formación de suelos, flora y fauna. La condición actual, en el 55% de los casos fue evaluada como mala y con una tendencia de mantenerse, y en unos casos a empeorar, por la acción de la inseguridad y clandestinaje imperante en la región. También se identificaron casos positivos, como son los trabajos de restauración, y los servicios ambientales hidrológicos y de captura de carbón que muestran un potencial gracias a los apoyos gubernamentales. Para mantener y mejorarlos los servicios ecosistémicos, a pesar de los resultados de la evaluación de su condición actual, y tendencia, se propusieron un total de 57 acciones estratégicas, encaminadas todas ellas, al manejo holístico de los recursos foréstales, la restauración de los ecosistemas y la organización de los poseedores de estos terrenos.

# INTRODUCCION

Todo ser vivo en el mundo depende completamente de los ecosistemas de la Tierra y de los servicios ecosistémicos que estos brindan, como alimentos, agua, manejo de enfermedades, regulación del clima, realización espiritual, disfrute escénico, entre otros. En los últimos 50 años, los seres humanos han cambiado estos ecosistemas de forma más rápida y extensa que en cualquier período de tiempo comparable en la historia de la humanidad, en gran medida para satisfacer la creciente demandas de alimentos, agua dulce, madera, fibra y combustible.

Durante la década de 1990, con la presión antropogénica sobre los recursos limitados de la tierra y en vista de las cargas crecientes sobre el equilibrio de la naturaleza, también se manifestó en la pérdida de biodiversidad y en el complejo problema de la energía y el clima, el concepto de servicios ecosistémicos (SE) integrado en una discusión ambiental internacional.

Aproximadamente el 60% de los servicios ecosistémicos examinados durante la Evaluación de Ecosistemas del Milenio están siendo degradados o utilizados insosteniblemente, incluyendo el agua dulce, la pesca, purificación de aire y agua, y la regulación del clima regional y local, los peligros naturales y las plagas. Los costos totales de la pérdida y degradación de estos servicios ecosistémicos son difíciles de medir, pero la evidencia disponible demuestra que son sustanciales y crecientes. Muchos servicios de los ecosistemas se han degradado como consecuencia de las medidas adoptadas para aumentar el suministro de otros servicios, como los alimentos.

La Sierra Tarahumara alberga una de las áreas boscosas más extensas de Norteamérica, cuenta con un singular y amplio sistema de profundos cañones. La heterogeneidad del paisaje y procesos naturales han resultado en una rica mezcla de ecosistemas templados y tropicales, que alojan una gran diversidad de especies de flora y fauna. Por lo tanto, esta eco-región se caracteriza por su alta biodiversidad y alto número de especies endémicas.

Este presente proyecto nace con la visión de poder identificar y evaluar los servicios ecosistémicos que convergen en la microcuenca de la presa Situriachi, situada en la parte alta de la Cuenca del Río Conchos, con estrategias que lleven a la conservación de la biodiversidad dentro del manejo de las áreas bajo protección y producción de la Sierra Tarahumara de Chihuahua, a través del desarrollo e implementación de una estrategia participativa que involucre a las comunidades y que pueda tener una funcionalidad para emprender acciones de conservación y aprovechamiento de los servicios ecosistémicos presentes en el área de estudio.

# OBJETIVOS

## **Objetivo general.**

- Identificar y evaluar los servicios ecosistémicos que brinda la microcuenca de la presa Situriachi en el municipio de Bocoyna, Chihuahua, para establecer acciones para su conservación y uso sustentable.

## **Objetivos específicos**

- Elaborar un diagnóstico de las condiciones del medio biofísico y socioeconómico de la microcuenca de la Presa Situriachi y su zona de influencia.
- Elaborar un diagnóstico de las acciones de conservación, uso y aprovechamiento de los recursos naturales realizadas en la microcuenca y su impacto en la población y economía de la región.
- Identificar y evaluar los principales servicios ecosistémicos de la microcuenca que favorecen el bienestar humano en la región.
- Elaborar una propuesta integral y establecer acciones locales y/o regionales para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos de la microcuenca.

# METODOLOGIA

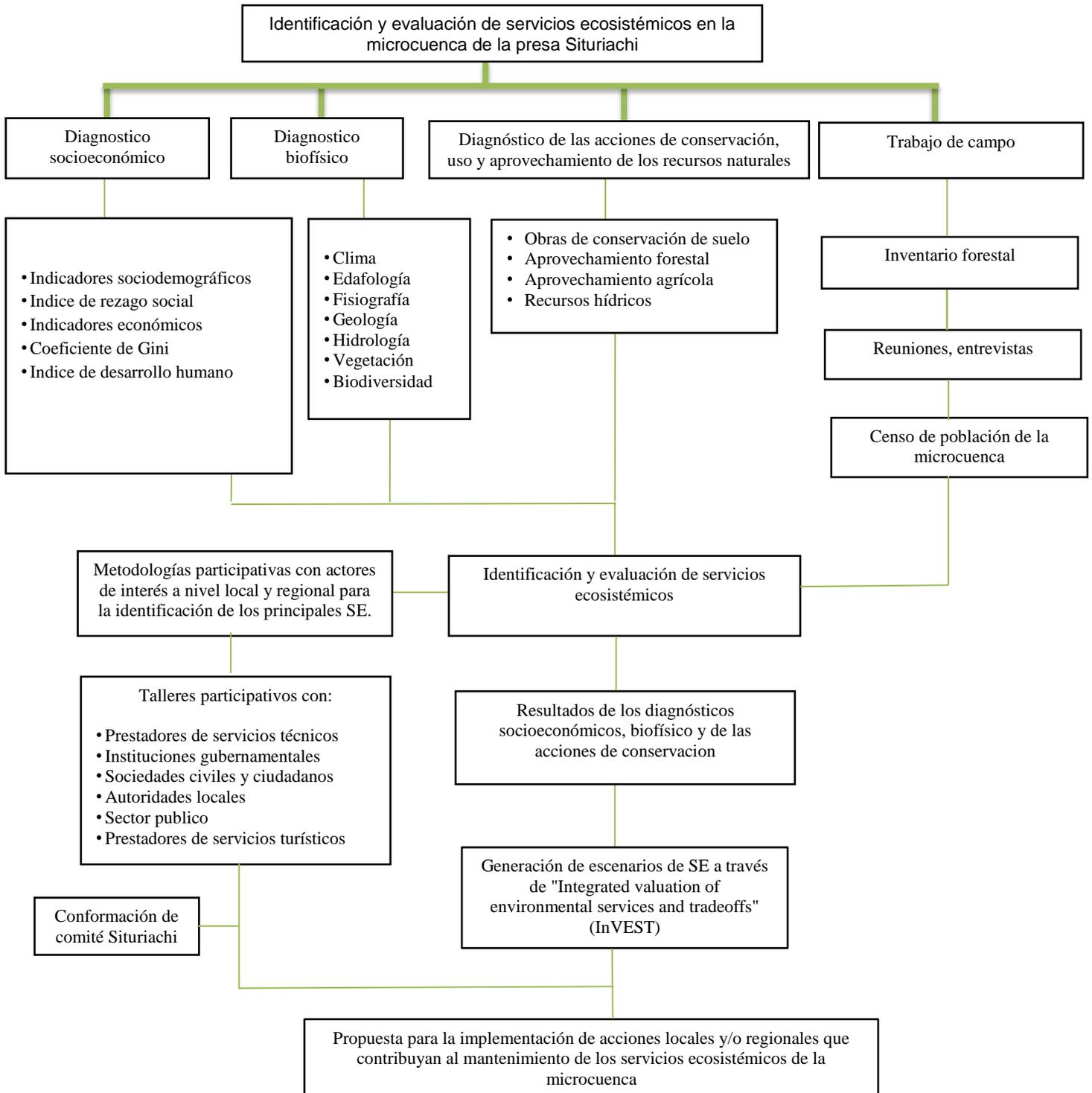


Figura 1. Integración metodológica de la identificación y evaluación de los SE de la microcuenca de la presa Situriachi

➤ **Diagnostico socioeconómico de la microcuenca Situriachi y su área de influencia.**

Para realizar el diagnostico socioeconómico, el principal insumo fue el sistema de integración territorial 2010 (ITER) del INEGI, siendo este una base de datos que describe todos los aspectos socioeconómicos de las localidades de la república mexicana, este sistema se encuentra geo referenciado en formato shapefile, por lo que fueron hechos recortes para extraer la información de las localidades que se encuentran dentro del polígono de la microcuenca de la presa Situriachi, con lo que respecta a las áreas de influencia de la microcuenca, fueron analizados los aspectos socioeconómicos de los poblados de San Juanito, Babureachi, Bocoyna, Creel, Areponapuchi y San Rafael, los indicadores socioeconómicos analizados abarcan: población total, población masculina/femenina, índice de marginación, escolaridad, servicios públicos, migración, índice de ruralidad, entre otros indicadores citados en el presente documento, además de esto algunos indicadores fueron validados en campo y fueron consultados varios estudios regionales que han analizado la dinámica socioeconómica de la región como “criterios e indicadores de desarrollo forestal sustentable en la unidad de manejo forestal San Juanito A.C”, “Estudio regional forestal”, “Estudio de cuenca de abasto”, además de evaluaciones rurales participativas y ordenamientos territoriales comunitarios, también fueron consultados anuarios estadísticos con información socioeconómica de organizaciones gubernamentales como INEGI Y CONEVAL.

➤ **Diagnóstico del medio biofísico de la microcuenca Situriachi y su área influencia**

Los insumos principales para realizar el diagnóstico del medio biofísico, estos abarcaron capas temáticas generadas en estudios como la cuenca de abasto, capas INEGI, capas del servicio geológico mexicano, estudio de criterios e indicadores de desarrollo forestal sustentable en la unidad de manejo forestal san Juanito A.C”, servidor cartográfico del Proyecto Tarahumara Sustentable, Además de tesis académicas y validaciones en campo de cierta información, esta información fue procesada, analizada y mapeada en el SIG ArcGIS, para hacer la integración del informe técnico del medio físico, que servirá como línea base para las siguientes actividades de identificación y valoración de los servicios ecosistémicos de la microcuenca de la presa Situriachi.

➤ **Obras de conservación de suelo**

La metodología consistió, en la compilaciones de información de obras de conservación de suelos que la CONAFOR apoya en sus diferentes programas, como son restauración integral, restauración focalizada, reforestación con obras de suelo, compensación ambiental, cuencas prioritarias y servicios ambientales hidrológicos, la información obtenida fue procesada con el programa ACCESS con el fin de tener una base de datos con todas las obras realizadas en el periodo de 1997 – 2017 para obtener de este resultados como cantidades por tipo de obra,

años de aplicación, superficie y monto asignado, la parte del estado de funcionalidad de las obras y sus efectos serán parte del análisis de la siguiente etapa del presente proyecto.

Por otra parte, en cuanto al trabajo físico, se levantaron un total de 4,500 sitios, en los cuales se define los trabajos de obras futuras que se requieren para mantener el estado de funcionalidad del sistema, en este sentido la información se tiene capturado y organizada como base de datos a la fecha.

#### ➤ **Aprovechamiento forestal**

La metodología consistió en la obtención de información directamente de los programas de manejo forestal autorizados donde se describe los volúmenes de estos predios que están sujeto a su aprovechamiento forestal sustentable, el grado de aplicación de los mismos, está sustentada con la obtención de información contenidas en la información de las Auditorias Técnicas Preventivas (ATP) donde se tiene una evaluación del nivel de aplicación de los mencionados programas de manejo

#### ➤ **Diagnóstico de los servicios hídricos**

La metodología contempla la caracterización de la cuenca de acuerdo a variables asociados con su forma, relieve y drenaje, monitoreo de la cantidad y calidad del agua y análisis de las áreas ribereñas en puntos estratégicos de los afluentes principales a la Presa Situriachi, para ello se emplearon SIG, recorridos de campo, análisis de laboratorio e información de CNA y de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Para la calidad de agua se implementó un índice de calidad de agua (ICA) desarrollado por La Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF-1970), en el cual interviene nueve parámetros. Para el muestreo de agua se utilizaron tres equipos de monitoreo para las variables *in situ*; un potenciómetro marca HANNA modelo HI 991301, oxímetro portátil marca HANNA modelo HI 9146 y un turbidímetro portátil marca HACH modelo 2100P, basándonos en las normas mexicanas; NMX-AA-003-1980, NMX-AA-014-1980, NMX-AA-089 / 2-SCFI-2010 y norma oficial mexicana NOM-230-SSA1-2002. Para el análisis químico se utilizaron las siguientes normas de referencia; NMX-AA-020-SCFI-2001, NMX-AA-026-SCFI-2010 y NMX-AA-034-SCFI-2015. En la cantidad de agua de la microcuenca Situriachi, se midieron los caudales en 31 sitios de las corrientes perennes y se realizó un análisis batimétrico del embalse, distribuido en 384 puntos cada 100 m. Por último, se llevó a cabo la evaluación visual de la calidad de las áreas ribereñas de la cuenca basándonos en un índice desarrollado por Rodríguez y Ramírez (2014).

#### ➤ **Identificación y evaluación los principales servicios ecosistémicos de la microcuenca que favorecen el bienestar humano en la región.**

Con relación a la evaluación de la apropiación social de los servicios ecosistémicos, se utilizó dos estrategias de evaluación, una de ellas consistente en la realización de talleres participativos donde se invitó a productores, técnicos forestales, instituciones de los tres

gobiernos, ONGS y demás interesados en aportar información, habiendo realizado dos talleres donde el principal método de obtención de información tiene el criterio de ser un proceso de abajo así arriba, es decir la información viene directamente de los actores o participantes de los taller, por otra parte el segundo procedimiento de obtención de información fue a través de dos tipos de entrevistas o encuestas, la primera dirigida a todos los habitantes que se encuentran al interior del área de influencia de la presa Situriachi y la segunda dirigida al área del turismo que tiene influencia regional con la presa Situriachi, donde fueron dirigidas estas entrevistas ha; hoteles, restaurantes, comerciantes, agencias de transporte, artesanos, museos, municipio.

➤ **Software especializado para la evaluación de los SE**

En relación a los resultados anteriores, adicionalmente se corrió el proceso de evaluación de SE en softwares especializados como "Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs" (InVEST), GLOBE Mapper y ArcGIS para la obtención de: captura de carbono; sedimentos, calidad de hábitat y producción de agua. Donde los principales insumos de cálculo fueron el uso de suelo y vegetación, MDE, edafología, geología, hidrología e información bibliográfica de parámetros para la generación de resultados descritos anteriormente. Puntualmente lo anterior esta detallado en el apartado correspondiente.

# LOCALIZACION

## a. Microcuenca Situriachi

La microcuenca Situriachi, tiene una superficie de 11,019 ha y está localizada en la parte oeste-central del estado de Chihuahua al norte del municipio de Bocoyna. Pertenece al sistema de la cuenca hidrográfica del Río Conchos, ubicada en la región hidrológica 24 Río Bravo-Conchos. Se ubica en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental. La microcuenca se encuentra en la parte norte del municipio de Bocoyna, al oeste de la Ciudad de San Juanito, la cual se puede observar en la Figura 2.

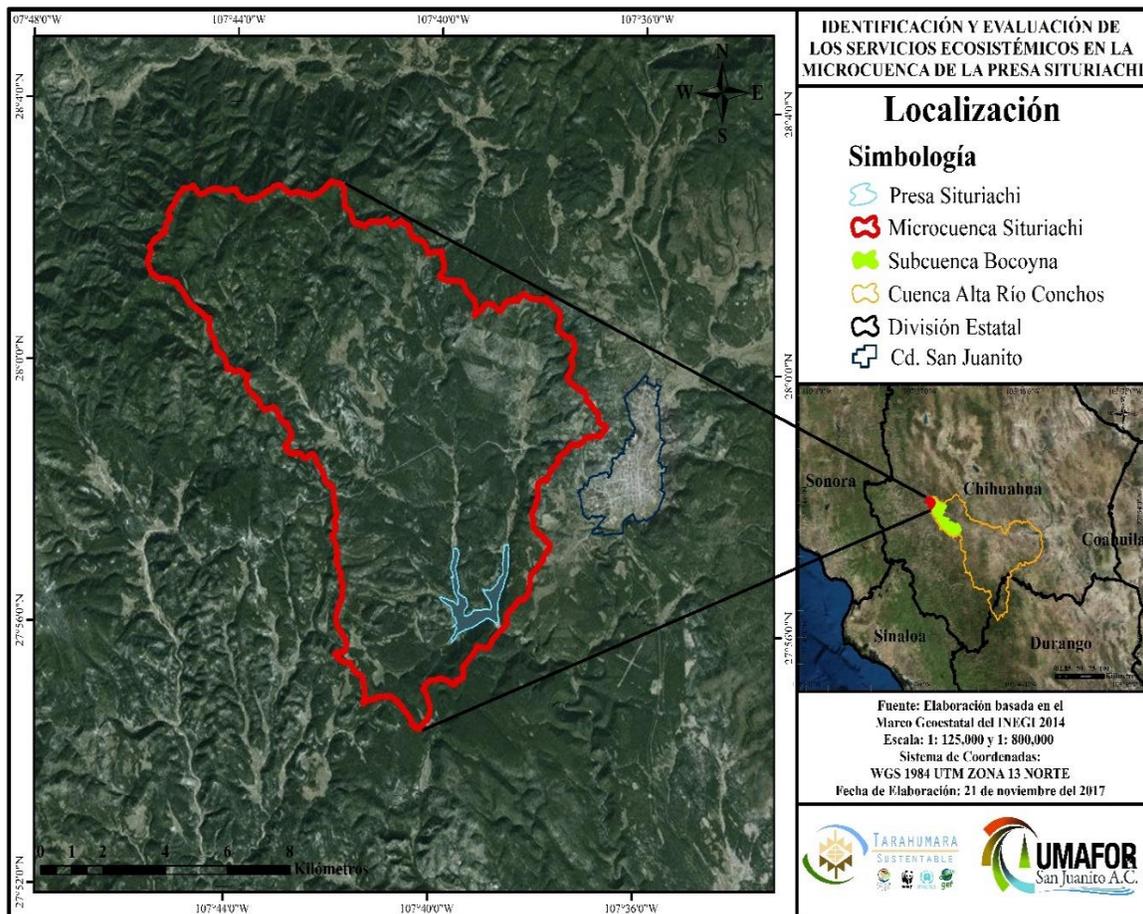


Figura 2. Localización de la microcuenca de la presa Situriachi.

b. Áreas naturales protegidas

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) define a las ANP (áreas naturales protegidas) como las zonas del territorio nacional a las cuales la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ecosistemas originales no han sido alterados significativamente por actividades humanas o que requieren ser preservados y restaurados, dentro de estas áreas existe la subdivisión de Área de Protección de Flora y Fauna (APFF). En la región de la Sierra Madre Occidental se localiza la APFF de Papigochic, decretada a nivel federal en 1939 que protege 222,763.85 ha. La APFF del Papigochic abarca 8,131.75 ha de la Microcuenca Situriachi que corresponde al 74% de su superficie (Figura 3).

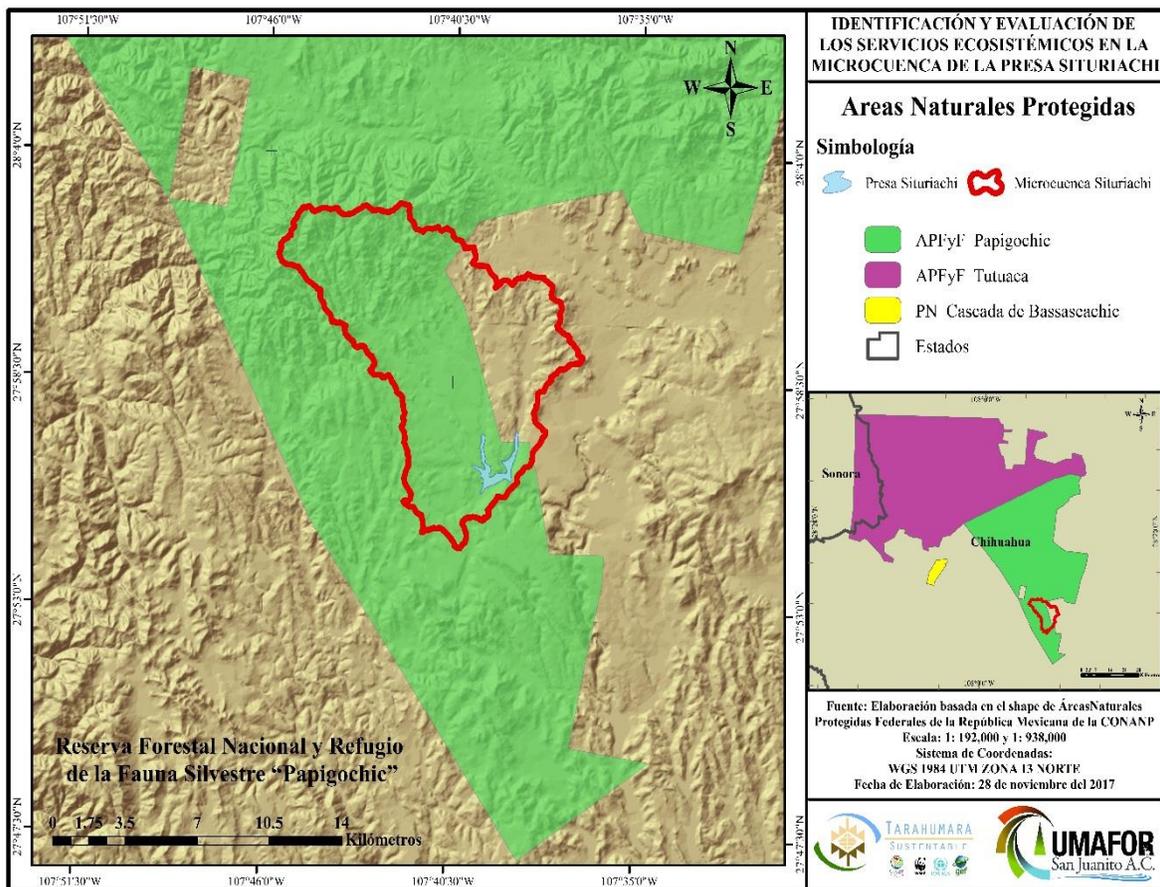


Figura 3. Localización de las áreas naturales protegidas.

### c. Presa Situriachi

Los escurrimientos generados en la microcuenca desembocan en la Presa Situriachi, esta tiene una superficie aproximada de 150 ha y una capacidad de almacenamiento de 9.0 hm<sup>3</sup> al NAMO, que es el máximo nivel con que se puede operar la presa para satisfacer las demandas. La presa está localizada en el municipio de Bocoyna, al suroeste de la Cd. de San Juanito. El uso de sus aguas es de tipo doméstico, para satisfacer las necesidades de las localidades de San Juanito y Creel. El uso de sus aguas es de tipo doméstico, para satisfacer las necesidades de las localidades de San Juanito y Creel, con un volumen medio de 1,200 m<sup>3</sup> en 6 horas y medias.

La CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) cuenta con 2 muestreos anuales de calidad de agua en 3 sitios de la presa, estos datos se describen en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Muestreos anuales de calidad de agua.

Sitio	LAT	LONG	Fecha	BCF	CE	COT	DBO	DQO	N	OD	P	pH	SDT	SST	TEMP	Turbiedad
1	27.9391	-107.66	12/5/2012			6.28										
			4/5/2013	<1	38	8.54	ND	14.554	0.6374		0.2361	0	14	13.17	20	
			8/21/2013	31	39	12.92	9.32	34.06	1.0213		0.0849	0	13	18.5	1.6	
			2/2/2014	320	47	4.30	4	31	0.49	96.5	0.0540	7.5	37.2	8.8	6.7	24
			8/1/2014	187	29	6.36	<LD	12.99		89.9	0.0260	7.5	19.84	CMC	20.6	14
			2/22/2015	20	29	4.96	CMC	15.96	0.384705	95.5	0.0407	7.4	20.35	20	9	28
2	27.936	-107.64	12/5/2012			4.60										
			4/5/2013	<1	45	8.27	3.03	15.32	0.4436		0.0758	0	15.5	14.06	24	
			8/21/2013	10	46	11.17	15.32	35.64	0.9415		0.1115	0	20	15.8	24	
			2/2/2014	320	46	4.11	3	17	0.56	95.4	0.0610	7.3	37.3	8.2	6.3	24
			8/1/2014	10	30	5.79	<LD	26.8	0.289	44.8	0.0250	7.3	24	CMC	19.1	13
			2/22/2015	20	31	5.56	CMC	CMC	0.571867	98.2	0.0404	7.6	19.57	13	9.7	29
3	27.94	-107.646	12/5/2012			16.09										
			4/5/2013	<1	41	7.77	3.93	13.79	0.4244		0.0738	0	18.5	11.97	18	
			8/21/2013	20	38	12.83	11.54	47.52	0.954		0.1583	0	5	18.6	32	
			2/2/2014	985	47	4.36	4	31	0.51	99.1	0.0630	7.8	37.8	11	6.2	24
			8/1/2014	10	31	4.34	2	14.62	0.037	87.7	0.0260	7.4	24.8	CMC	20.2	13
			2/22/2015	20	30	5.13	CMC	15.12	0.459928	97.8	0.0397	7.7	19.57	3	9.4	28

### Clasificación de unidades:

BCF: Coliformes Fecales (NMP/100 ml)

Ce: Conductividad Eléctrica (S/cm)

COT: Carbono Orgánico Total (mg/l)

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)

DQO: Demanda Química de Oxígeno (mg/l)

N: Nitrógeno Total (mg/l)

OD: Oxígeno Disuelto (% de saturación)

P: Fosforo Total (mg/l)

pH: Potencial de Hidrogeno (unidades de pH)

SDT: Solidos Totales Disueltos (mg/l)

SST: Solidos Totales Suspendidos (mg/l)

TEMP: Temperatura °C

Turbiedad: (NTU)



Figura 4. Puntos de muestreo de calidad de agua de la CNA.

El agua de la presa Situriachi es bombeada a la planta potabilizadora localizada en San Juanito la cual cuenta con dos módulos de tratamiento con capacidad de 70 lps cada una. El primer módulo suministra agua a San Juanito (1200m<sup>3</sup>) la segunda a Creel con (1200m<sup>3</sup>), en un horario de operación diaria de las 7 am a las 2 pm. Se tiene un proyecto de distribución a las localidades de Areponapuchi y San Rafael. En el 2007 empezó operaciones el primer módulo y en el 2010 el segundo, recibiendo financiamiento de la Junta Rural y Central de Saneamiento.

El proceso utilizado por la potabilizadora es de floculación, sedimentación, filtración y cloración. Este proceso se utiliza en la clarificación de aguas turbias con el propósito de aumentar el tamaño y peso de las partículas coloidales del agua. El principal equipo de este proceso es el Actifango, es un reactor-sedimentador con agitador y recirculador mecánico, que en una sola unidad realiza las siguientes operaciones: mezcla rápida, agitación lenta (floculación), recirculación de lodos, sedimentación y espesamiento de lodos. La floculación usa dos productos químicos: un coagulante sulfato de aluminio, y un polímero. Después de flocular el agua pasa al proceso de sedimentación, que es de tipo acelerada mediante placas paralelas a base de arena silica. La purificación bacteriológica se consigue con la adición de cloro gas.

## CAPITULO 1.

### Diagnóstico de las condiciones del medio biofísico y socioeconómico de la microcuenca de la presa Situriachi y su zona de influencia.

#### 1.1. Diagnostico biofísico

##### 1.1.1. Clima.

El clima es la estadística del tiempo, generalmente sobre un intervalo de 20 a 30 años, se difiere el tiempo del clima porque este solo describe las condiciones a corto plazo. El clima de una cuenca hidrográfica es afectado por su latitud, altitud, terreno, y vientos, como también los cuerpos de agua, sus corrientes y vegetación. Los climas se pueden clasificar de acuerdo al promedio y los rangos típicos de diferentes variables, más comúnmente la temperatura y precipitación. El esquema de clasificación de clima más utilizado en México es la de Köppen modificado por Enriqueta García en 1973. El clima que se presenta en toda la superficie de la Microcuenca de Situriachi es el templado semifrío (Cb'(w2)x'), este se caracteriza porque la temperatura media del mes más frío no excede los 18°C y es superior a los -3°C y la del mes más cálido es superior a 10°C, las precipitaciones exceden a la evaporización. La temperatura media anual va de los 5° a los 12°C, se identifica por tener condiciones de temperatura semifrío con verano fresco y largo, con lluvias mayores al 10.2% anual (INEGI, 2005).

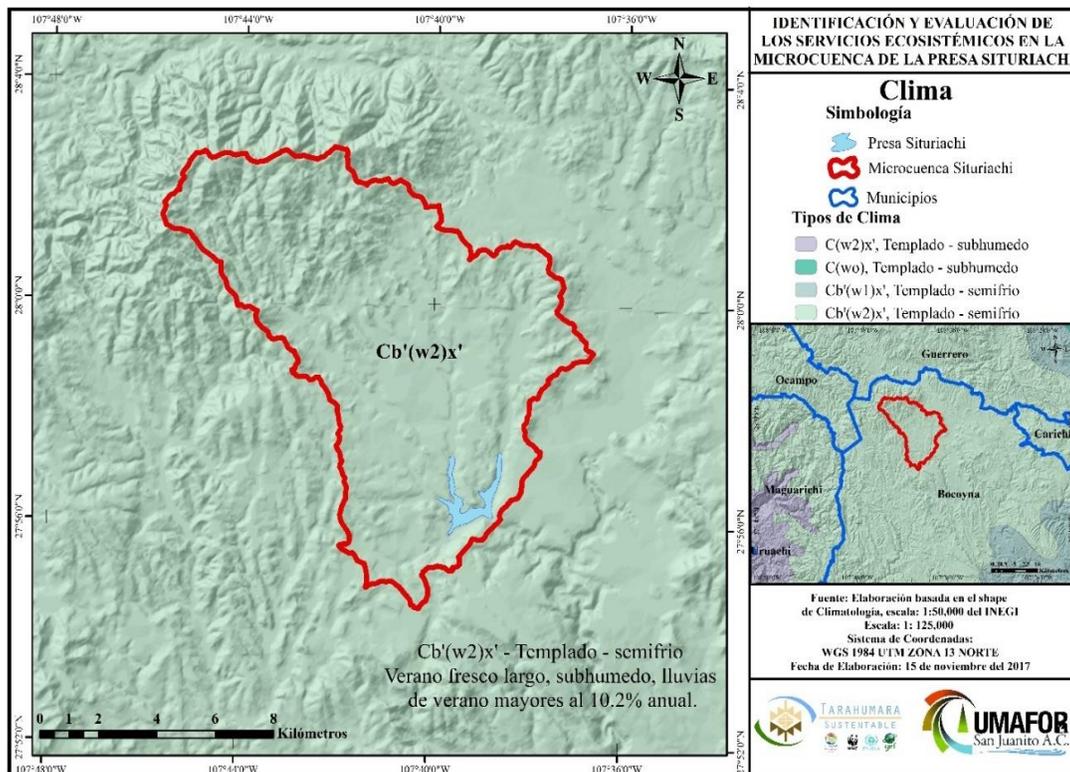


Figura 5. Climas predominantes de la microcuenca Situriachi

Cuadro 2. Tipo de clima en la microcuenca Situriachi.

Unidades Climáticas	Descripción	Área	
		ha	%
Cb'(w2)x'	Templado, semifrío con verano fresco largo, subhúmedo con lluvias de verano mayores al 10.2% anual	11,019.02	100

La estación meteorológica más cercana a la cuenca de Situriachi, es Creel de clave 08-014, perteneciente servicio meteorológico nacional dependiente de la CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), De acuerdo con los registros de la misma, la temperatura media anual es de 11°C, registrando a enero el mes más frío con una temperatura media de 4.9°C, y el más cálido Julio con 17.4°C, lo que nos da una oscilación térmica de 12.5°C. Así mismo, los registros de precipitación muestran que la zona tiene una precipitación media anual de 705 mm, aún y cuando se presentan lluvias la mayor parte del año existe una temporada muy bien definida durante los meses de junio a septiembre, concentrando el 68% del total de las precipitaciones, siendo julio el mes más lluvioso; la temporada seca (aunque presenta precipitaciones que representan el 5.2% del total) es durante los meses de marzo, abril y mayo; durante el invierno (de enero a marzo) se presentan precipitaciones considerables del 14.2%, lo que le da a la zona su condición de mayor humedad. En las Figuras 5 y 6 se muestran el tipo de clima, precipitación y temperaturas medias de la microcuenca.

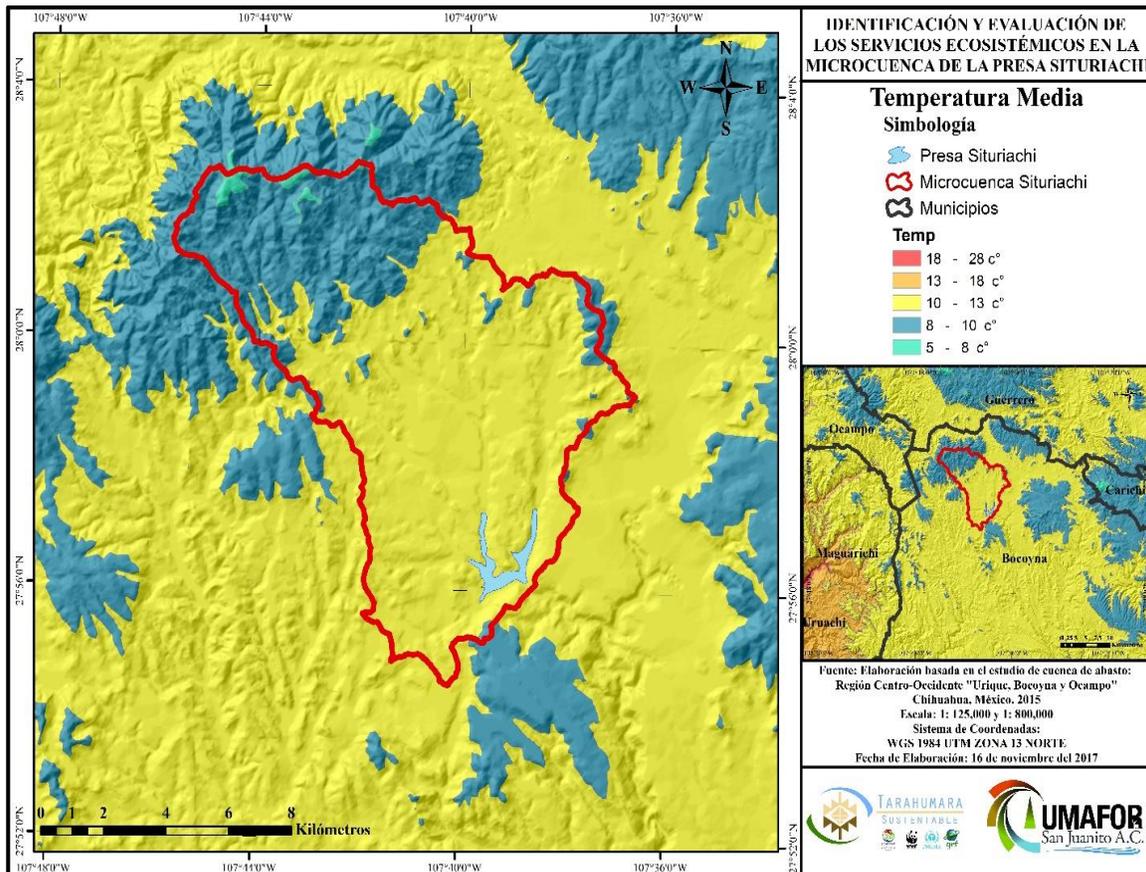


Figura 6. Temperatura media de la microcuenca Situriachi.

### 1.1.2. Edafología

La edafología es la ciencia que estudia el suelo, el cual es un cuerpo natural producto del intemperismo de la roca madre y que está afectado por el clima, organismos, relieve, vegetación, tiempo y el ser humano (COLPOS, 2015). En la clasificación del shape de edafología con escala de 1:50,000 del PTS (Proyecto Tarahumara Sustentable), se identificaron 5 unidades de suelo que se describen a continuación (Figura 7):

**Leptosoles:** Son los más predominantes, ocupando el 42.1% de la superficie de la Microcuenca de Situriachi. Los Leptosoles son suelos muy someros con varios tipos de roca continua o materiales no consolidados, con menos de 20% de tierra fina. Estos se pueden encontrar en todo tipo de regiones climáticas, son comunes en regiones montañosas particularmente en áreas fuertemente erosionadas (IUSS, 2007).

**Regosoles:** Ocupando el segundo lugar en superficie 40.2%, estos se caracterizan por ser poco desarrollados, sin estructura y de textura variable, muy parecidos a la roca madre. Estos suelos se encuentran en todas las zonas climáticas y todas las alturas, particularmente comunes en áreas áridas y en regiones montañosas (IUSS, 2007).

**Phaeozems:** Estos suelos ocupan el 10.8 del área de la microcuenca, cuentan con una capa superficial oscura, algo gruesa, suave y rica en materia orgánica, nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na). Son suelos abundantes en nuestro país, y los usos son variados, en función del clima, relieve y algunas condiciones del suelo. Muchos Phaeozems son profundos y están situados en terrenos planos, que se utilizan para agricultura de riego o de temporal, con altos rendimientos (INEGI, 2008).

**Cambisoles:** Ocupando 557 ha (5.1%) en el área de la Microcuenca de Situriachi estos suelos cuentan con un subsuelo estructurado, donde las características de las rocas que los originan han desaparecido casi por completo, o suelos con capa superficial oscura mayor de 25 cm de espesor, con buen contenido de materia orgánica, pero pobre en nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na). Permiten un amplio rango de posibles usos agrícolas (INEGI, 2008).

**Fluvisoles:** estos suelos son de menor área ocupando solo 65 ha (0.6%) de la microcuenca, son desarrollados en depósitos aluviales, que predominan depósitos recientes de tipo fluviales, lacustres y marinos. Se encuentran en todas las zonas climáticas, en planicies aluviales, abanicos de ríos, en valles y marismas costeras, muchos de estos suelos en condiciones naturales se inundan periódicamente (IUSS, 2007).

Existen 2 tipos de subsuelos, también conocidos como unidades de segundo nivel, estas se relacionan con los horizontes, propiedades y materiales de diagnóstico, atributos tales como color, condiciones químicas, textura, etc. El subsuelo Eútrico que ocupa el 52.1% de la superficie de la microcuenca, se caracteriza por ser rico o muy rico en nutrientes o bases (Ca, Mg, K y Na) (JA, 2017). El subsuelo que ocupa el 46.6% de la superficie es el esquelético, el cual contiene 40% o más en volumen de gravas u otros fragmentos gruesos (IUSS, 2007).

Cuadro 3. Tipo de suelos en la microcuenca Situriachi.

Suelo	Subsuelo	Área ha	Área %
Cambisol	Esquelético	557.17	5.1
Fluvisol	Eútrico	65.02	0.6
Leptosol	Eútrico	4640.42	42.1
Phaeozem	Esquelético	1186.56	10.8
Regosol	Eútrico	1039.40	9.4
Regosol	Esquelético	3392.95	30.8
Cuerpo de Agua	-	137.49	1.2
<b>Área Total</b>		<b>11019</b>	<b>100</b>

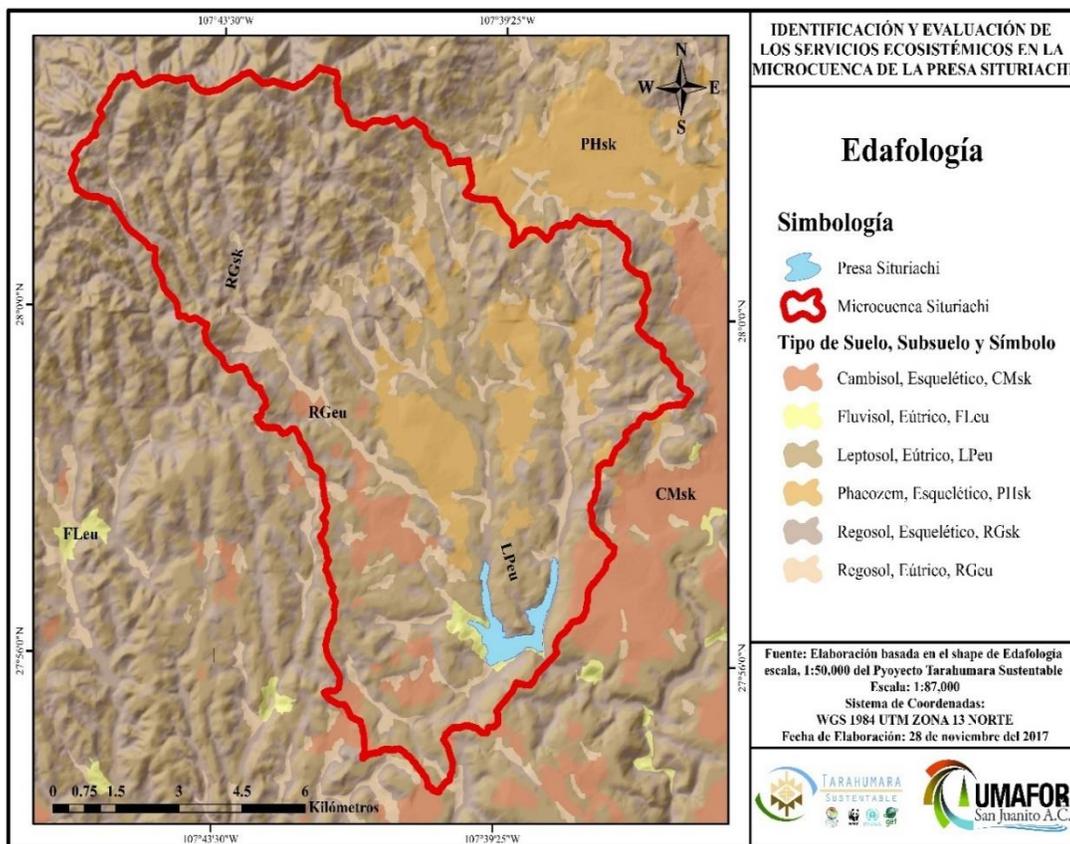


Figura 7. Edafología presente en la microcuenca Situriachi.

Fortaleciendo la clasificación de suelo y para dar mayor precisión a la información del proyecto, se identificó la profundidad de suelo y la textura dentro de la Microcuenca Situriachi, a través del inventario en campo realizado por el mismo proyecto, donde se encontró dos tipos de textura del suelo, franco arenoso con 7,85.7 ha y franco arenoso – arcilloso con 2,531.7 ha la profundidad de suelo varía entre los 0 – 65 cm con una profundidad media de 23 cm. Figura 8 y 9.

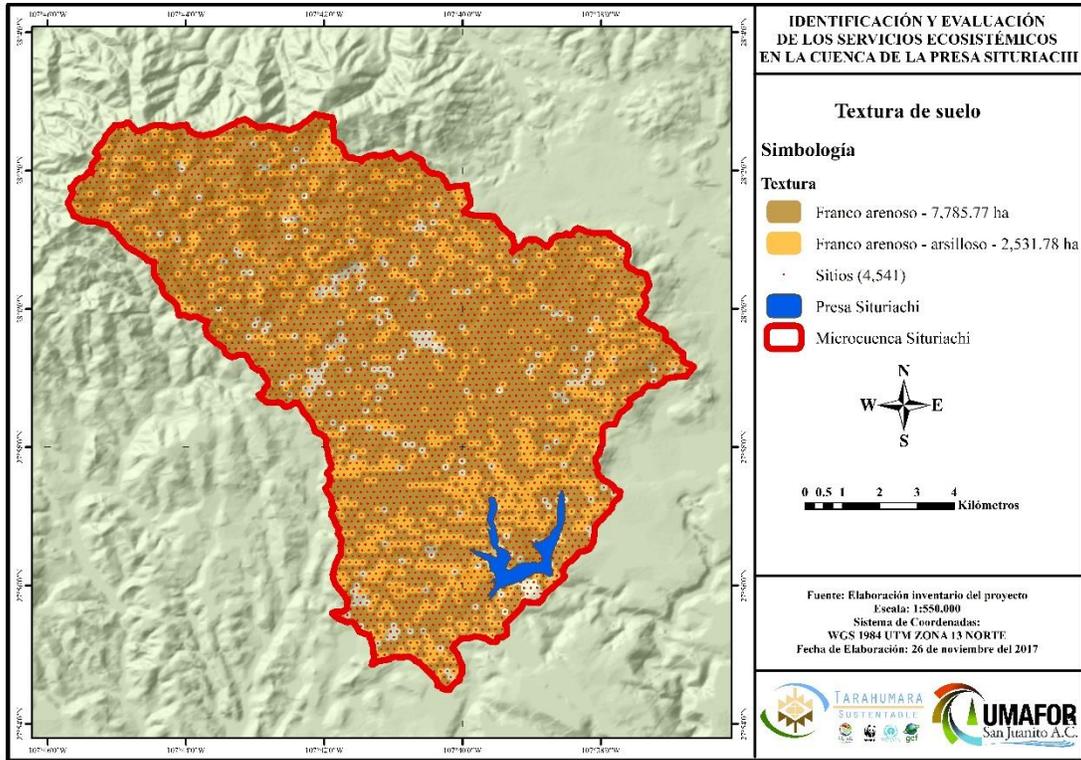


Figura 8. Textura del suelo

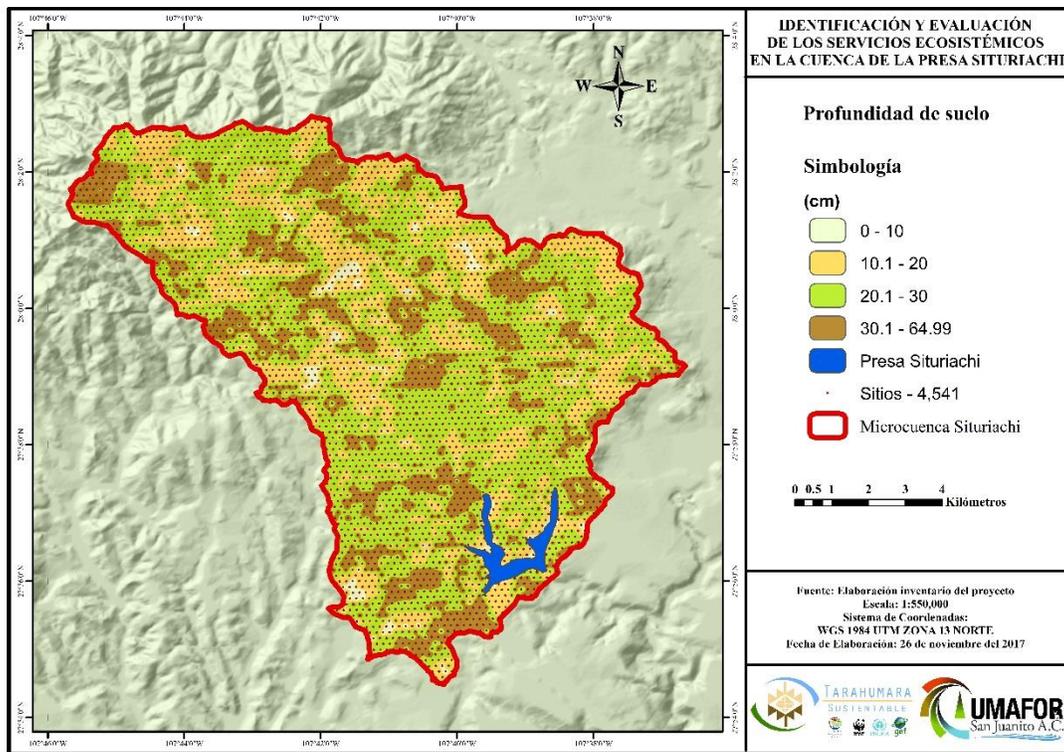


Figura 9. Profundidad del suelo

### 1.1.3. Erosión

La erosión del suelo es un fenómeno natural que se presenta en todas las superficies, las causas que la aceleran son tanto naturales como antropogénicas. En los suelos la erosión hídrica es la causa más importante de ésta (Saha, 2004) y se describe el proceso como la remoción de suelo, tanto por el impacto de la lluvia, como de la fuerza de corte de agua que fluye sobre su superficie (Kumar y Debjyoti 2010). Los sedimentos son transportados principalmente por el sistema fluvial, y la pendiente de los cauces influye en la velocidad, así como en la capacidad de transporte (Walling, 1988). El Colegio de Posgraduados, campus Montecillo, desarrollo el “Mapa Nacional de Erosión” a escala 1: 50,000, por medio de procesos de fotointerpretación a partir de información espectral contenida en imágenes de satélite para definir los polígonos de acuerdo al grado de erosión (Bolaños et al., 2016). Según el mapa nacional la mayoría de la microcuenca de Situriachi (63.9%) no presenta rasgos de erosión, 29.1% se encuentra con erosión moderada, 5% extrema y 2% fuerte (Figura 10).

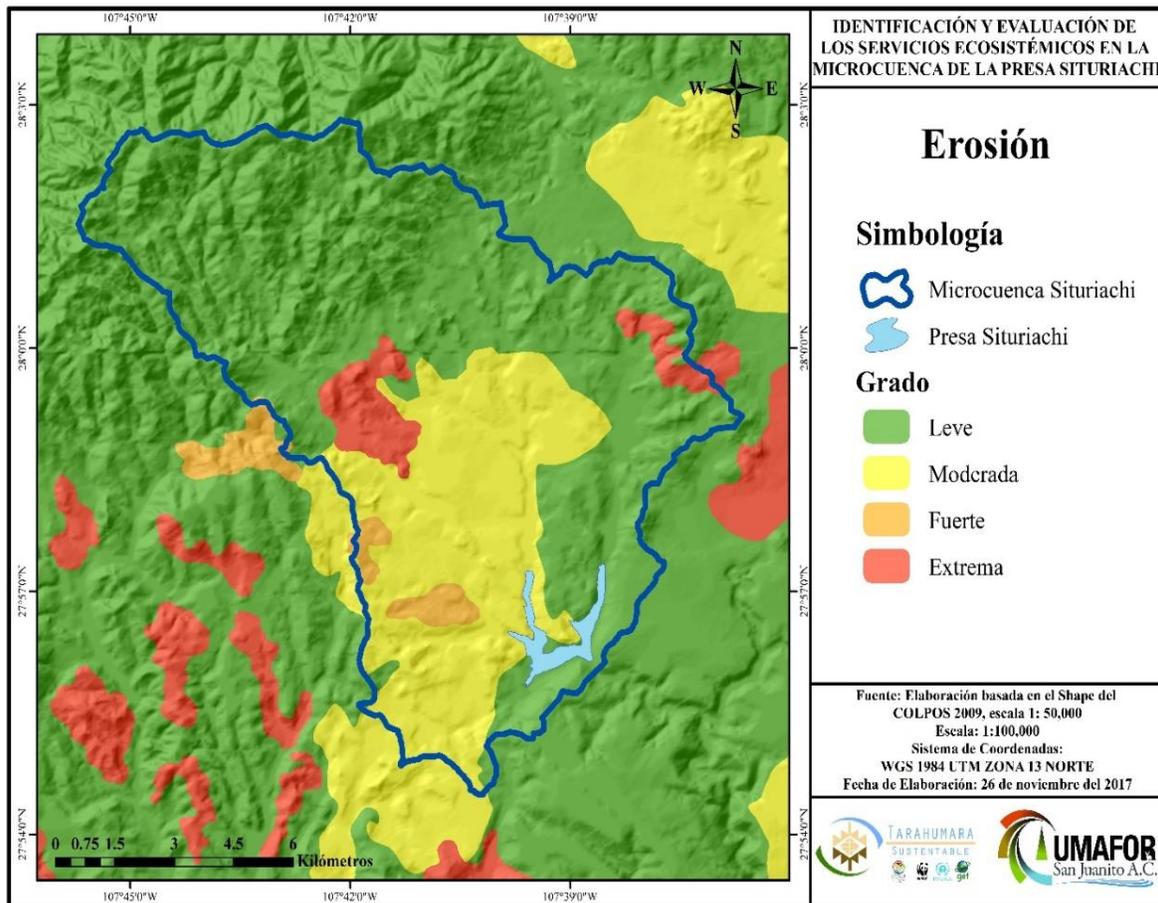


Figura 10. Grado de erosión en la microcuenca Situriachi

Para una información más precisa de degradación del suelo en la microcuenca, se obtuvo una identificación a través del inventario realizado por este proyecto, donde se encontró que la microcuenca Situriachi cuenta con 55% de la superficie con algún grado de erosión. Figura 11.

Cuadro 4. Erosión del suelo

Grado de erosión	Superficie ha	Porcentaje %
Sin erosión aparente	4,944.522	44.87 %
Erosión ligera	3,318.421	30.12 %
Erosión moderada	1,964.437	17.83 %
Erosión fuerte	791.666	7.18%

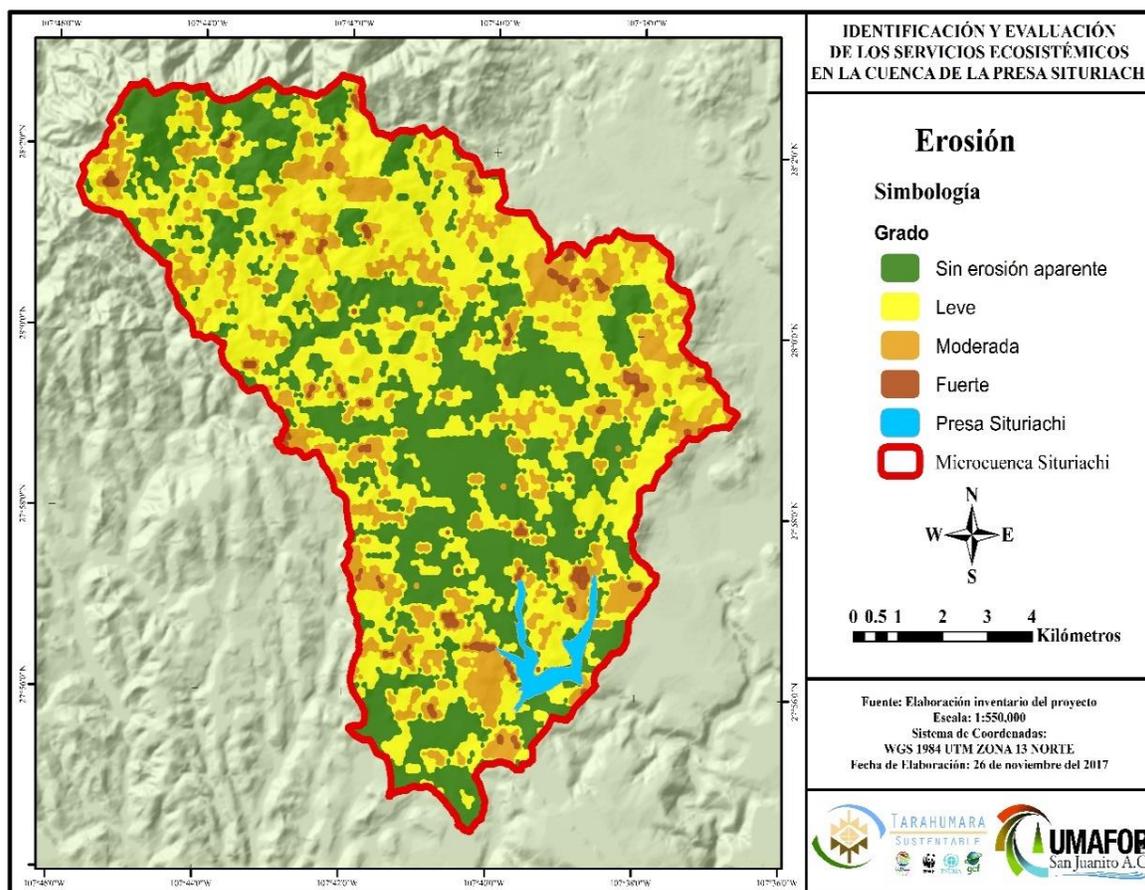


Figura 11. Grado de erosión en la microcuenca Situriachi, (Inventario del proyecto).

### 1.1.4. Fisiografía

La microcuenca Situriachi pertenece a la provincia fisiográfica III “Sierra Madre Occidental”, la cual inicia con una pequeña porción dentro de los Estados Unidos de América, y abarca los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Nayarit, Aguascalientes y Jalisco.

A su vez se encuentra en la Subprovincia Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses (Figura 12), esta área está enclavada en la parte alta de la sierra tarahumara, el origen de este lugar data de formaciones geológicas del periodo cenozoico medio volcánico, su topografía está compuesta en su mayor parte por cerriles, laderas y lomeríos altos que están considerados como escarpadas.

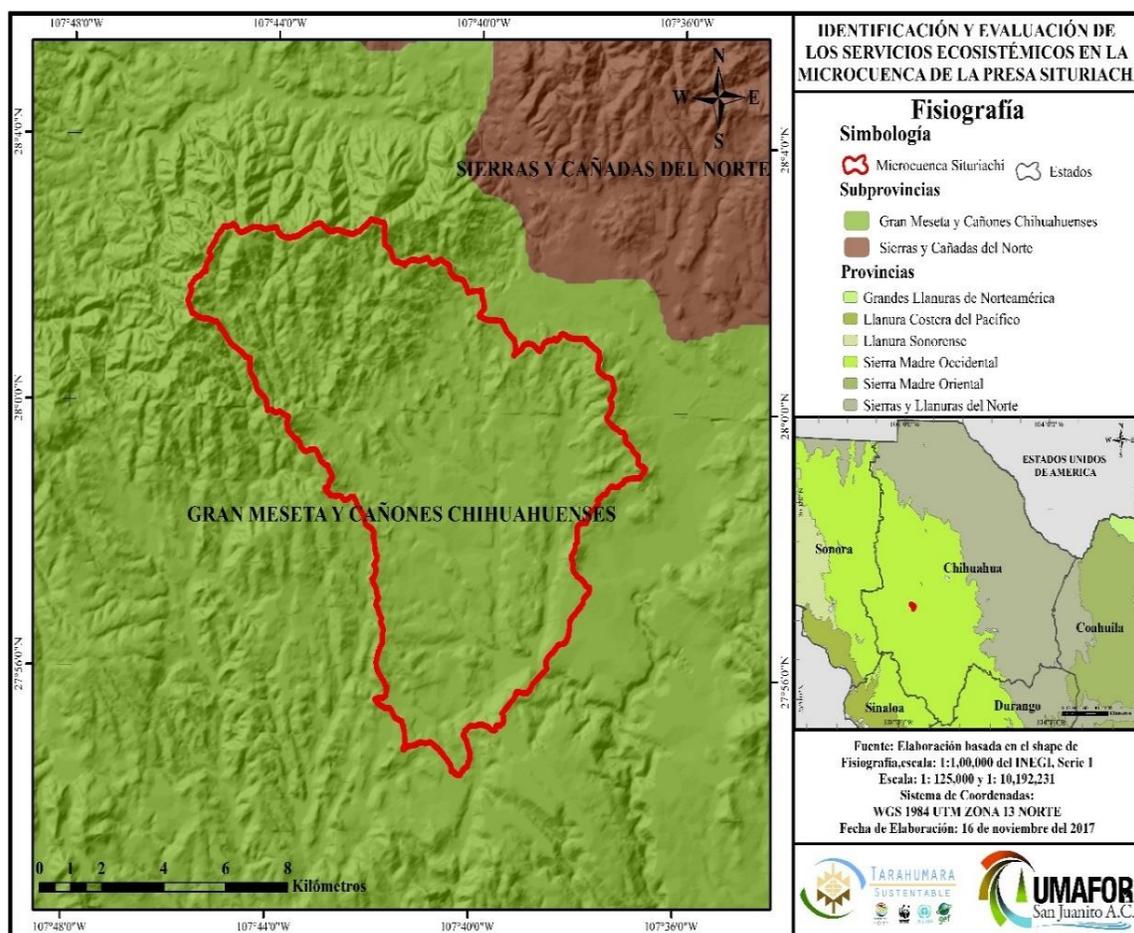


Figura 12. Fisiografía de la microcuenca Situriachi.

### 1.1.5. Geología

Las rocas ígneas son predominantes en la microcuenca, procedentes del periodo del neógeno y terciario, esta clase litológica es formada por la solidificación del magma fundida, las cuales pueden ser intrusivas o extrusivas, estas últimas son expulsadas sobre la superficie de la tierra (Lanza, et al., 1999). El 81% de la geología de la cuenca son de tipo extrusivas estas dadas por la composición química del magma, siendo ejemplos las rocas como las ignimbritas, riolitas y andesitas. En segundo lugar, quedan las rocas sedimentarias, provenientes del periodo terciario. Encontramos rocas de tipo conglomerado, el cual presenta matriz arcillosa – arenosa. En la Figura 13 se puede observar con más detalle los tipos de rocas en la cuenca.

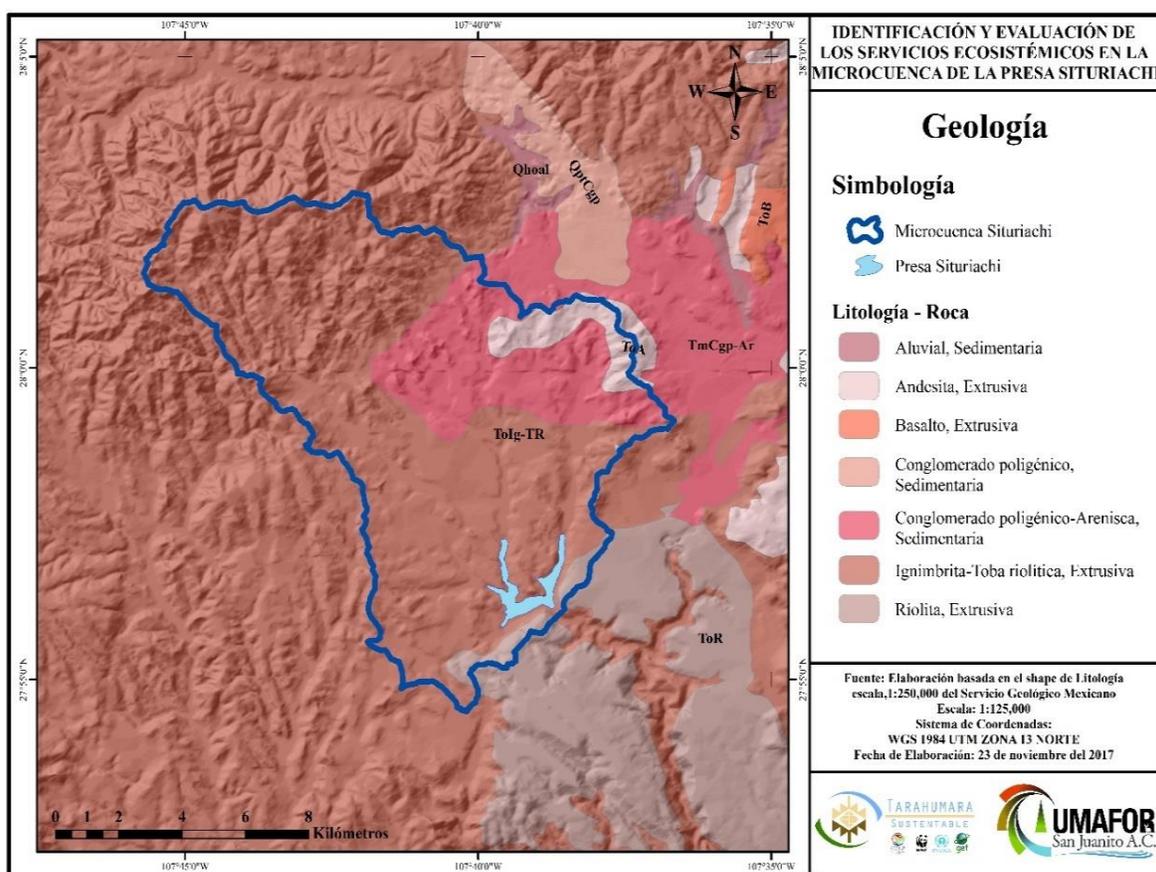


Figura 13. Geología

### 1.1.6. Geomorfología

La geomorfología es una rama de la geografía y la geología que estudia las formas de la superficie terrestre, en una cuenca hidrográfica los rasgos físicos inciden directamente en la transformación de la precipitación en escurrimientos (Estrada, 2008). Dentro de la microcuenca se encontraron 7 unidades geomorfológicas de las cuales la de mayor presencia son los lomeríos, fuertemente diseccionados que ocupan el 29.64% de la superficie total de la cuenca, seguida por las montañas medianamente diseccionadas con el 26%, otras unidades de menor área se pueden observar en la Figura 14 y Cuadro 5.

Cuadro 5. Geomorfología de la microcuenca de Situriachi.

Geomorfología	Área ha	Área %
Lomeríos, fuertemente diseccionados	3,266.34	29.64
Lomeríos, ligeramente diseccionados	1,572.62	14.27
Lomeríos, medianamente diseccionados	374.85	3.40
Montañas, ligeramente diseccionadas	2,152.36	19.53
Montañas, medianamente diseccionadas	2,885.84	26.18
Planicies acolinadas, de medianamente a fuertemente diseccionadas	758.17	6.88
Planicies onduladas, medianamente diseccionadas	8.84	0.08
<b>TOTAL</b>	<b>11019</b>	<b>100</b>

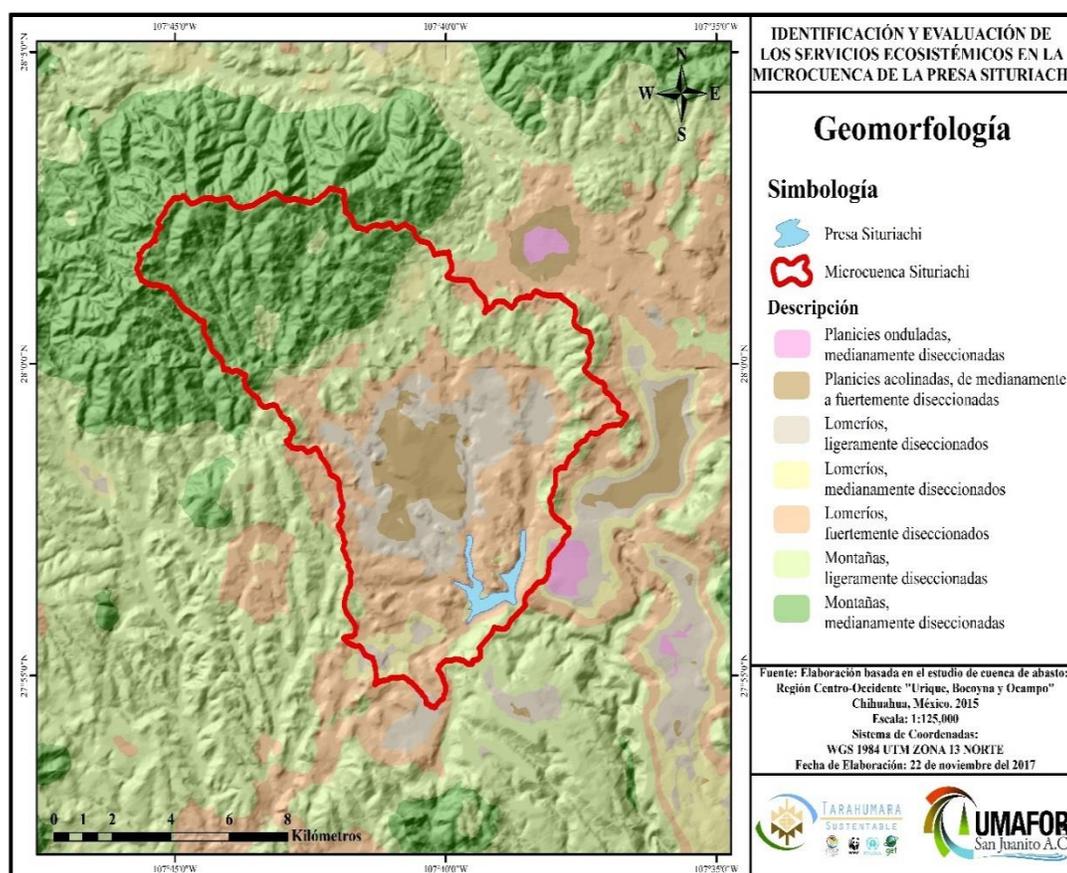


Figura 14. Geomorfología de la microcuenca Situriachi.

### 1.1.7. Hidrografía

Hidrológicamente la microcuenca se ubica en la Subcuenca del Río Bocoyna, región hidrológica No. 24 (RH24Id) el cual es la corriente principal, también llamado Río Conchos que nace en el área de estudio, al norte de San Juanito. Las corrientes se clasifican según la permanencia del flujo sobre el terreno natural. En la microcuenca se presentan un 86% del tipo intermitente, que son corrientes que conducen agua en determinadas épocas del año, y un 13% perennes, que tienen presencia de agua permanente. La microcuenca presenta un orden de corriente de número 4, esta es una clasificación del grado de ramificación dentro de ella, la cual se puede observar en la Figura 15.

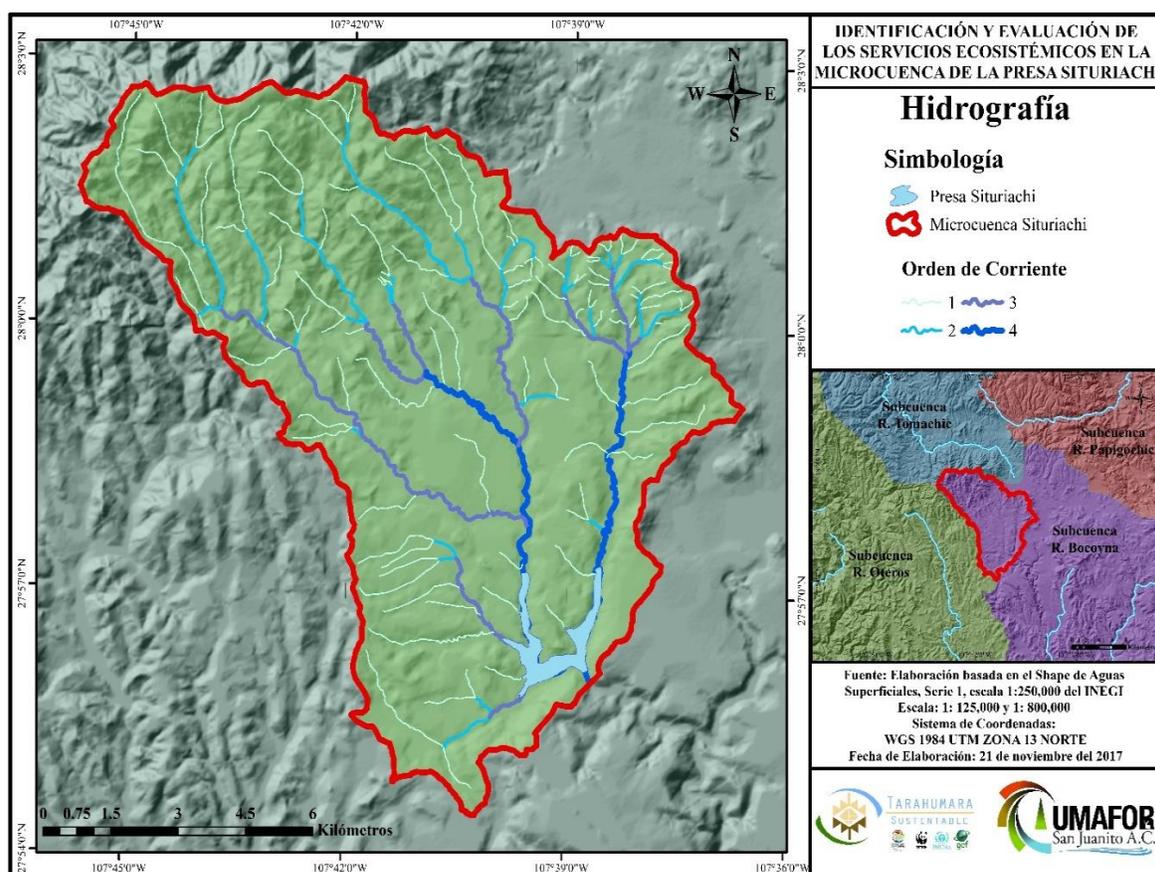


Figura 15. Hidrografía de la microcuenca de la presa Situriachi.

### 1.1.8. Morfometría

Hidrológicamente la cuenca funciona como un gran colector que recibe las precipitaciones y las transforma en escurrimientos, esta acción es función de las características físicas de una cuenca que influyen en su comportamiento hidrológico (Estrada, 2008). La morfometría de cuencas hidrográficas se relaciona con la medición de su forma o figura, la cual condiciona la velocidad del escurrimiento superficial. Dicha herramienta puede servir como análisis espacial en el manejo y planeación de los recursos naturales (Tapia y López, 1998) al

permitirnos conocer diversos componentes como el tamaño de la cuenca, la red de drenaje, la pendiente media, el escurrimiento, etcétera.

1. Parámetros asociados con la forma de la cuenca:

- Área ( $A_c$ ) y perímetro ( $P_c$ )

El área de una cuenca está definida como la proyección horizontal de toda la superficie de drenaje del sistema de escorrentías, delimitada por la línea divisora de aguas (parteaguas). Esta variable se mide generalmente en  $\text{km}^2$ , excepto para cuencas pequeñas, las cuales se miden en hectáreas.

El perímetro es igual a la longitud del parteaguas de la cuenca, medido normalmente en metros o kilómetros.

Según la clasificación de Campos, A. (1992) se encuentra en el rango de 25 a 250 km describiéndola como “pequeña”.

Cuadro 6. Área y perímetro de la Microcuenca de Situriachi.

$A_c$	$P_c$	Tamaño de cuenca
<b>11,019 ha</b>   110.19 $\text{km}^2$	57,240.05 m   57.24 km	Pequeña

- Longitud de la cuenca ( $L_c$ ) y diámetro ( $D$ )

$L_c$  es una línea recta, paralela al cauce principal que va desde la salida del drenaje hasta otro punto aguas arriba en el parteaguas, es decir la longitud máxima de la cuenca. (Figura 16).

$D$  se refiere al diámetro de un círculo con área igual a la cuenca en kilómetros, este se calcula de la siguiente manera:

Ec. 1  $A_c = \frac{\pi D^2}{4}$  Despejando  $D$ : Ec. 2  $D = \sqrt{\frac{4 * A_c}{\pi}}$  Sustituyendo los valores en la

fórmula:  $D = \sqrt{\frac{4 * 110.19 \text{km}^2}{3.14159 \text{km}}}$

Cuadro X. Longitud y Diámetro de la Microcuenca de Situriachi.

$L_c$	$D$
15.97 km	11.84 km

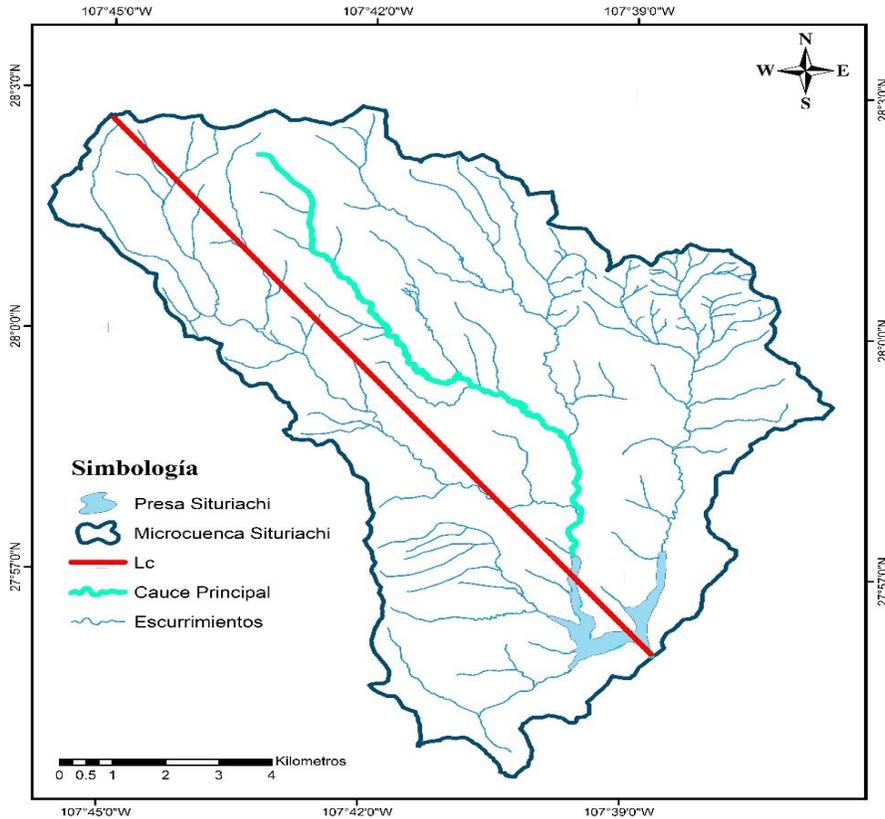


Figura 16. Longitud de la microcuenca Situriachi ( $L_c$ ).

- Tipo de vertiente

Para la microcuenca de Situriachi el tipo de vertiente es exorreica.

Coefficiente de compacidad  $C_c$

El coeficiente de compacidad propuesto por Gravelius compara la figura de la cuenca con una circunferencia y permite establecer su forma, se expresa como:

$$\text{Ec. 3 } C_c = 0.282 \frac{P_c}{\sqrt{A_c}} \text{ Sustituyendo: } 0.282 \frac{57.24}{\sqrt{110.19}} = 1.54$$

Dentro de la clasificación de Campos (1992) el valor se encuentra en el rango de 1.50 a 1.75, tomando una forma ovalada oblonga a rectangular oblonga.

Relación de elongación  $R_e$

Esta relación fue introducida por Schumm en 1956, como el cociente entre el diámetro de un círculo con la misma superficie de la cuenca y la longitud máxima de la cuenca. Los valores de  $R_e$  varían entre 0.6 y 1.0. Los valores cercanos a la unidad se relacionan con regiones con

bajo relieve, y los valores entre 0.6 y 0.8 se asocian a cuencas con pendientes fuertes. Su expresión matemática es:

$$\text{Ec. 3 } R_e = \frac{D}{L_c} \quad \text{Sustituyendo: } R_e = \frac{11.84 \text{ km}}{15.97 \text{ km}} = 0.74$$

2. Parámetros relativos al relieve:

- Altura y elevación

La microcuenca de Situriachi exhibe un rango altitudinal que varía desde 2,360 msnm hasta los 2,862 msnm, presentando una media de 2,487 msnm (Figura 17).

Cuadro 7. Rangos de distribución de alturas.

Altitud	Área ha	Área %
2200 - 2500	7,755.4	70.4
2500 >	3,263.6	29.6
<b>Área Total</b>	<b>11,019</b>	<b>100</b>

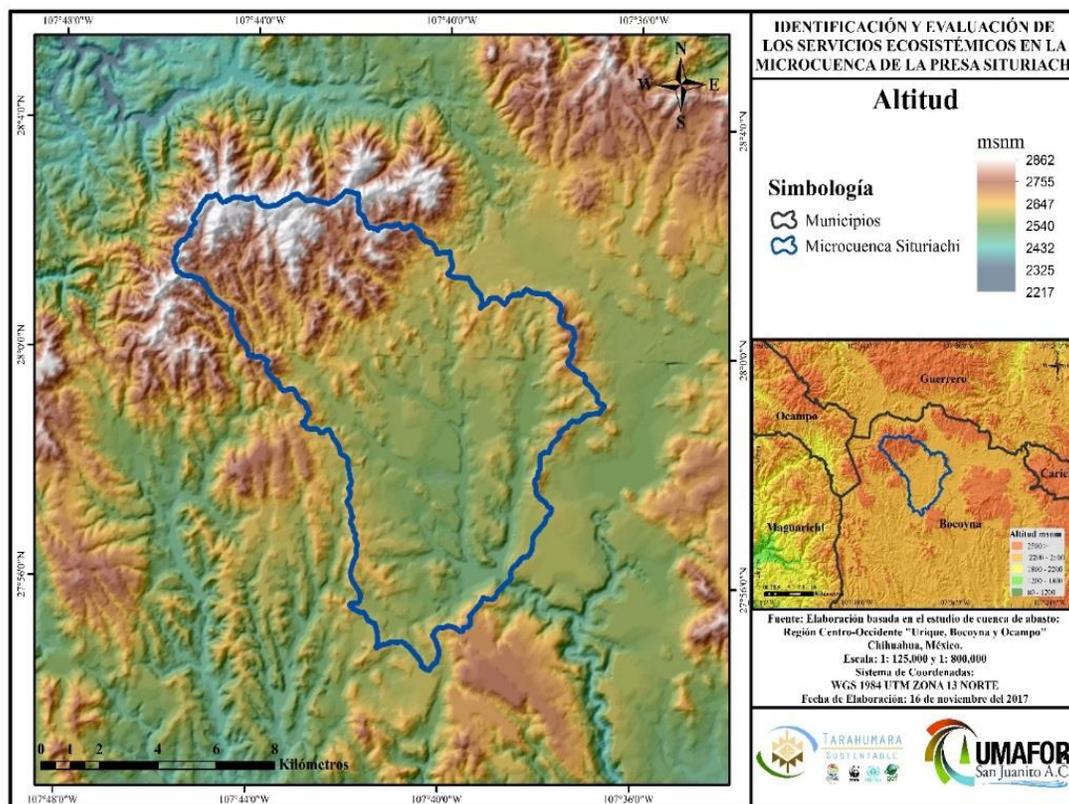


Figura 17. Rangos de distribución altitudinal de la microcuenca Situriachi.

- Curva hipsométrica

La curva hipsométrica representa las distintas cotas del terreno en función de la superficie de la cuenca que está al menos a esa altitud. La forma de la curva hipsométrica es de forma cóncava (Figura. 18), esta nos indica que es una cuenca donde predominan los procesos sedimentarios fluviales y aluviales (fase de vejez), gran parte del material ha sido erosionado y depositado en las partes más bajas.

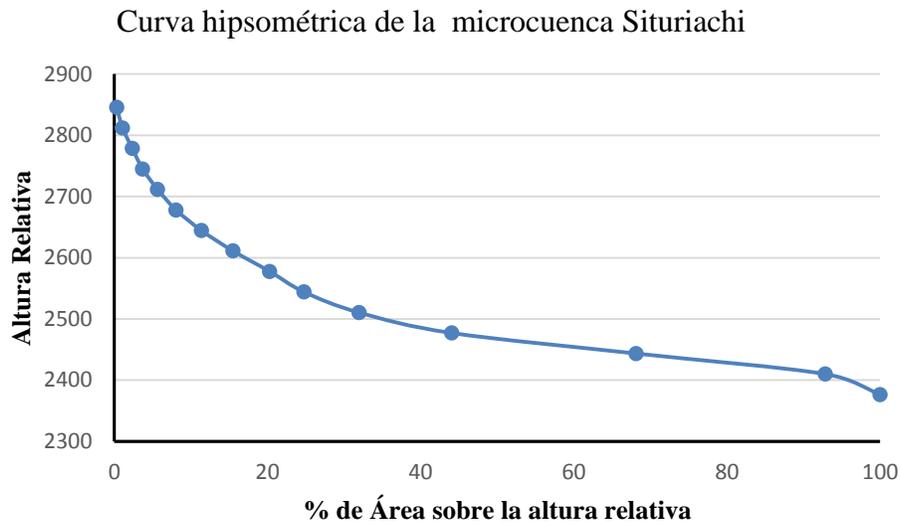


Figura 18. Gráfico de la curva hipsométrica de la microcuenca Situriachi.

- Pendiente (S)

La pendiente de la cuenca es uno de los factores geomorfológicos que afectan la duración del flujo sobre el terreno e influye directamente en la magnitud de las avenidas, esta caracteriza el relieve y permite hacer comparaciones entre cuencas para observar fenómenos erosivos que se manifiestan en la superficie (Viramontes, 2007). El rango de pendientes en la Microcuenca de Situriachi va del 0% al 111%, con una media de 16.70% considerada por la FAO (2009) moderadamente ondulada. El 33% de la superficie de la cuenca se encuentra en el rango de 20 a 60%, con relieve fuertemente ondulado (Figura 19, 20 y Cuadro 8). La mayoría de la exposición de las pendientes fueron hacia el este (15.98%) y sureste (13.09).

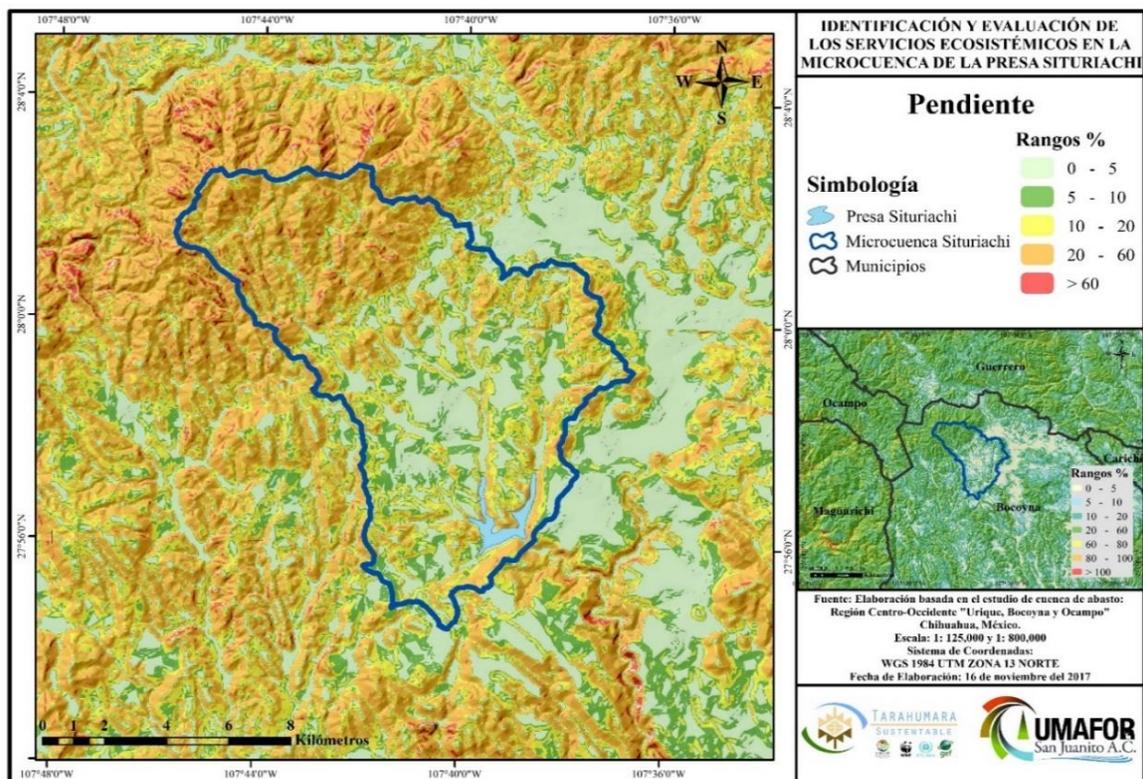


Figura 19. Pendientes predominantes.

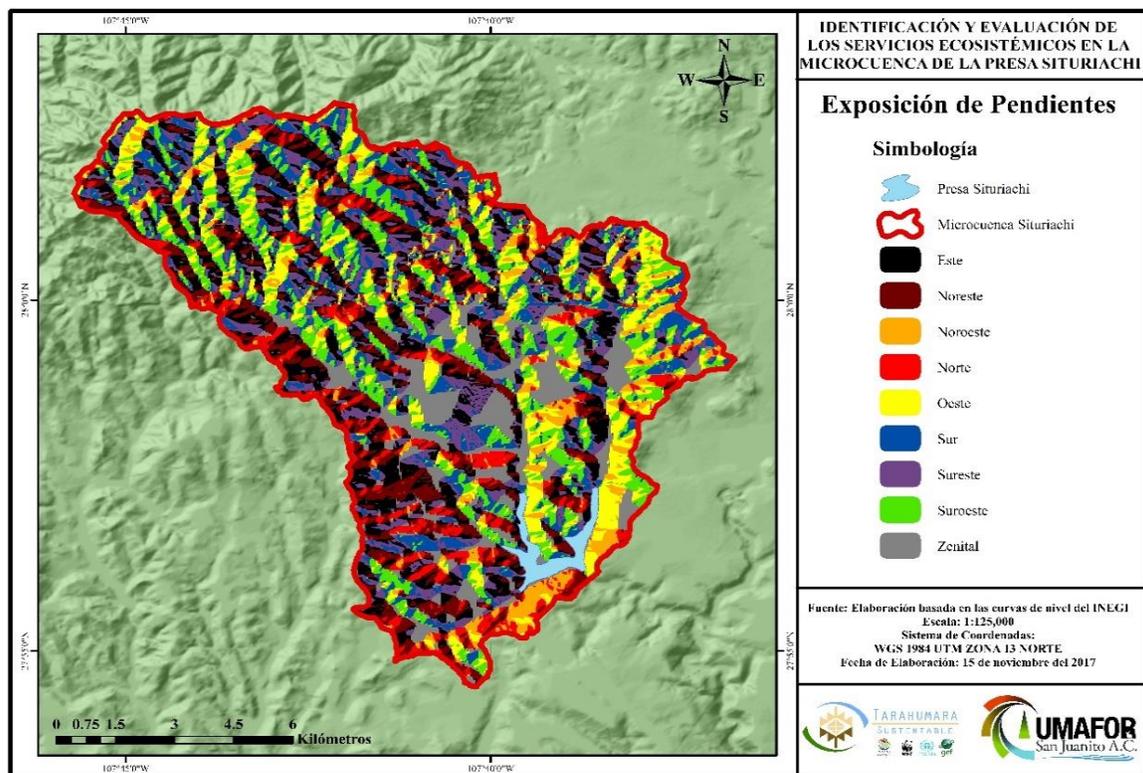


Figura 20. Exposición de la pendiente

Cuadro 8. Exposición y pendiente de la microcuenca de Situriachi.

Exposición	Área ha	Área %	Pendiente	Área ha	Área %
<b>Este</b>	1,760.69	15.98	0 a 5	2,782.36	25.25
<b>Suroeste</b>	1,442.52	13.09	5 a 10	1,750.81	15.89
<b>Sureste</b>	1,415.35	12.84	10 a 20	2,720.49	24.69
<b>Noreste</b>	1,336.46	12.13	20 a 60	3,667.60	33.28
<b>Sur</b>	1,236.01	11.21	60 a 80	90.36	0.82
<b>Oeste</b>	1,219.19	11.06	80 a 100	6.91	0.06
<b>Zenital</b>	1,137.85	10.32	Mayor de 100	0.51	0.005
<b>Noroeste</b>	705.55	6.40			
<b>Norte</b>	764.06	6.93			
	11,017.67	100		11,019	100

### 3. Parámetros relativos al drenaje

- Tipos de corriente

#### a) Según la permanencia del flujo sobre el terreno natural

En la microcuenca se presentan un 90% del tipo intermitente, que son corrientes que conducen agua en determinadas épocas del año, y un 10% perenne, que tienen presencia de agua permanente (Figura 21).

Cuadro 9. Tipos de Corrientes según la permanencia de flujo y su longitud en la Microcuenca de Situriachi.

Tipo	Longitud km	%
<b>Intermitente</b>	169.00	90
<b>Perenne</b>	18.77	10

#### b) Según su forma de drenaje

Los tipos más comunes son: drenaje dendrítico, paralelo, enrejado y rectangular (Figuras 21).

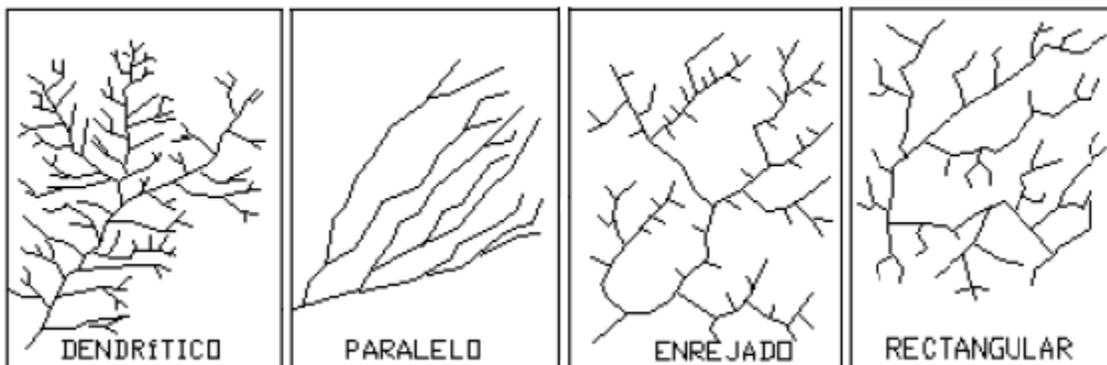


Figura 21. Principales modelos de drenaje.

Para la microcuenca de Situriachi el drenaje es de tipo dendrítico, el cual tiene ramificación tipo árbol, los arroyos tributarios se reúnen al cause principal con ángulos agudos (Zernitz, 1977).

- Orden de corriente

La Microcuenca presenta un orden de corriente de numero 4, esta es una clasificación del grado de ramificación dentro de ella, la cual se puede observar en la Figura 22.

Cuadro 10. Orden de corriente y su longitud en la microcuenca de Situriachi.

<b>Orden</b>	<b>Longitud</b>	<b>%</b>
<b>1</b>	115.54	61.5
<b>2</b>	32.43	17.3
<b>3</b>	27.39	14.6
<b>4</b>	12.41	6.6

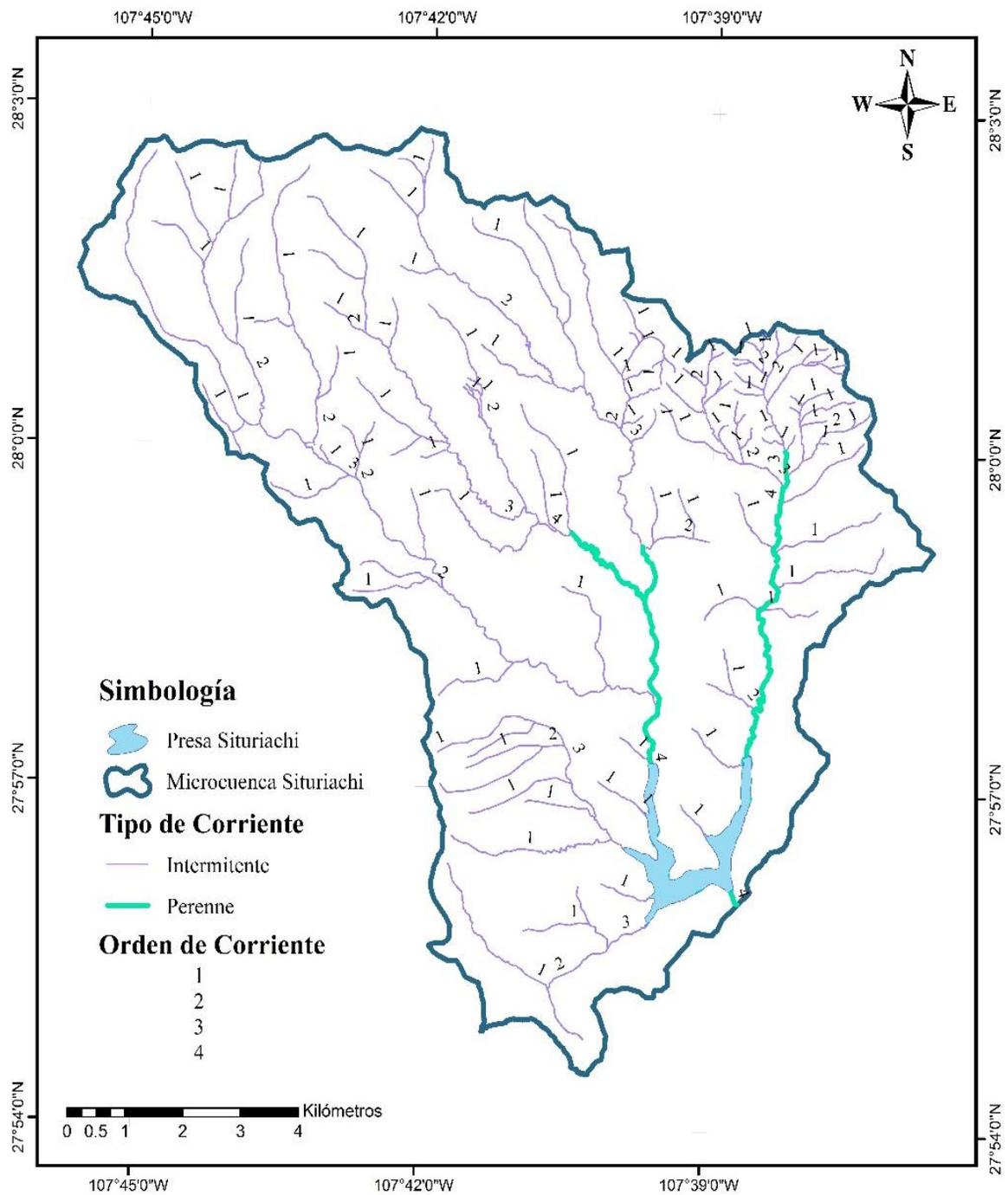


Figura 22. Mapa de tipos y orden de corriente

- Densidad de drenaje  $D_d$

Este índice relaciona la longitud de la red de drenaje y el área de la cuenca sobre la cual drenan las corrientes hídricas.

$$D_d = \frac{\sum \text{longitud de drenaje}}{A_c} = \frac{187.77 \text{ km}}{110.19 \text{ km}^2} = 1.7 \text{ km/km}^2$$

Valores que se alejan a  $0.5 \text{ km/km}^2$  corresponden a grandes volúmenes de escurrimientos, como a mayores velocidades de desplazamiento de las aguas, produciendo ascensos de las corrientes. Según IBAL (2009), los valores entre 0.1 y 1.8 se clasifican en una densidad de drenaje “baja”.

- Longitud del cauce principal  $L_{cp}$

13.18 km

- Longitud del cauce hasta la divisoria  $L_f$

14.26 km

- Pendiente promedio del cauce  $S_0$

9.3%

-Altitud mínima y máxima del cauce principal

2,303 y 2,766 msnm

### **1.1.9. Uso de suelo y vegetación**

Debido a las condiciones topográficas, edáficas, litológicas y climáticas previamente descritas, en la microcuenca de Situriachi presenta los siguientes tipos de uso de suelo y vegetación (Figura 23 y Cuadro 11); Las más abundantes son los bosques de pino, ocupando el 73% de la superficie de la cuenca. El 2.1% de la cuenca está compuesta por vegetación secundaria de bosque de pino, esta se lleva acabo cuando un tipo de vegetación es eliminado o alterado por diversos factores antropogénicos o naturales, el resultado es una comunidad significativamente diferente en composición florística y heterogénea (INEGI, 2015), por estas condiciones el 2.6% del terreno esta impactado por comunidades de manzanilla (*Arctostaphylos pungens*). Solo el 7.8% del suelo de la cuenca tiene uso agrícola, los principales cultivos sembrados son el maíz y el frijol.

Cuadro 11. Clasificación de uso de suelo y vegetación

Uso de suelo y vegetación	Área ha	Área %
Agricultura de Temporal	857.69	7.8
Asentamientos humanos	0.19	0.002
Bosque Bajo-Abierto	123.31	1.1
Bosque de Pino	8,039.17	73.0
Bosque de Pino-Encino y/o Encino-Pino	1,225.78	11.1
Pastizal Natural	8.03	0.1
Vegetación secundaria arbustiva pino	228.10	2.1
Bosque impactado manzanilla e incendios forestales	285.89	2.6
Cuerpos de agua	143.36	1.3
Sin vegetación aparente	107.53	1.0
<b>Total</b>	<b>11,019</b>	<b>100</b>

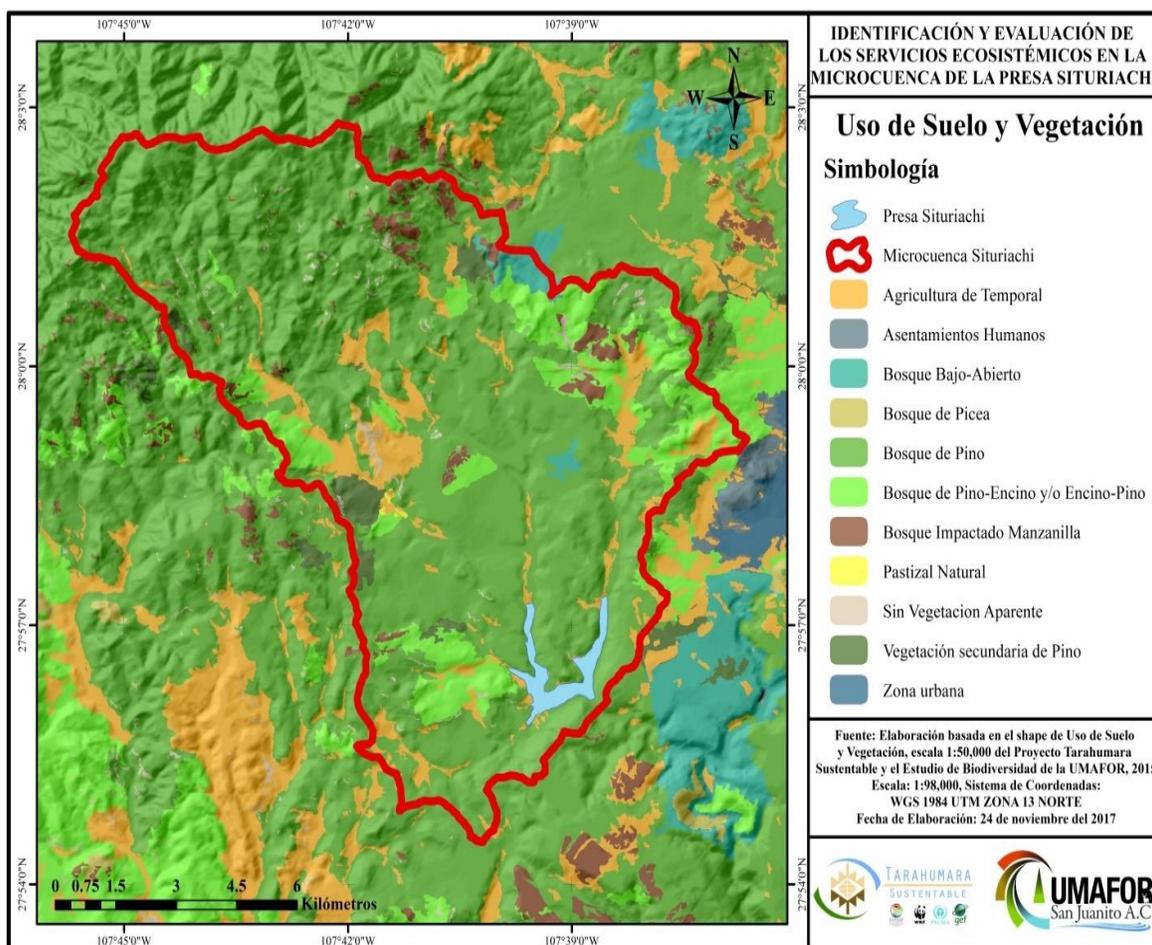


Figura 23. Uso de suelo y vegetación.

## A. Cambios de uso de suelo y vegetación 1990-2015

Durante el periodo comprendido de 1990 al 2015, el área de estudio presento cambios en sus usos de suelo y vegetación, el más destacable es el cambio registrado de pastizal natural a cuerpo de agua, esto debido a la construcción de la presa Situriachi en el año 2004.

Cuadro 12. Uso de suelo y vegetación de la microcuenca Situriachi, 1990-2015. (PTS)

Tipo de Uso de Suelo y Vegetación	1990		2015		Diferencia ha	
	ha	%	Ha	%		
<b>Agricultura de Temporal</b>	416.24	3.8	341.63	3.1	-74.61	↓
<b>Bosque Bajo-Abierto</b>	136.39	1.2	136.39	1.2	0	
<b>Bosque de Pino</b>	8,539.41	77.5	8,633.26	78.3	93.85	↑
<b>Bosque de Pino-Encino (Encino-Pino)</b>	1,392.39	12.6	1,441.72	13.1	49.33	↑
<b>Pastizal Natural</b>	270.33	2.4	15.94	0.14	-254.39	↓
<b>Vegetación secundaria arbustiva pino</b>	264.28	2.4	267.75	2.43	3.47	↑
<b>Cuerpos de agua</b>			182.16	1.65	182.16	
<b>Asentamientos humanos</b>			0.19	0.002	0.19	

Fuente: Tarahumara sustentable

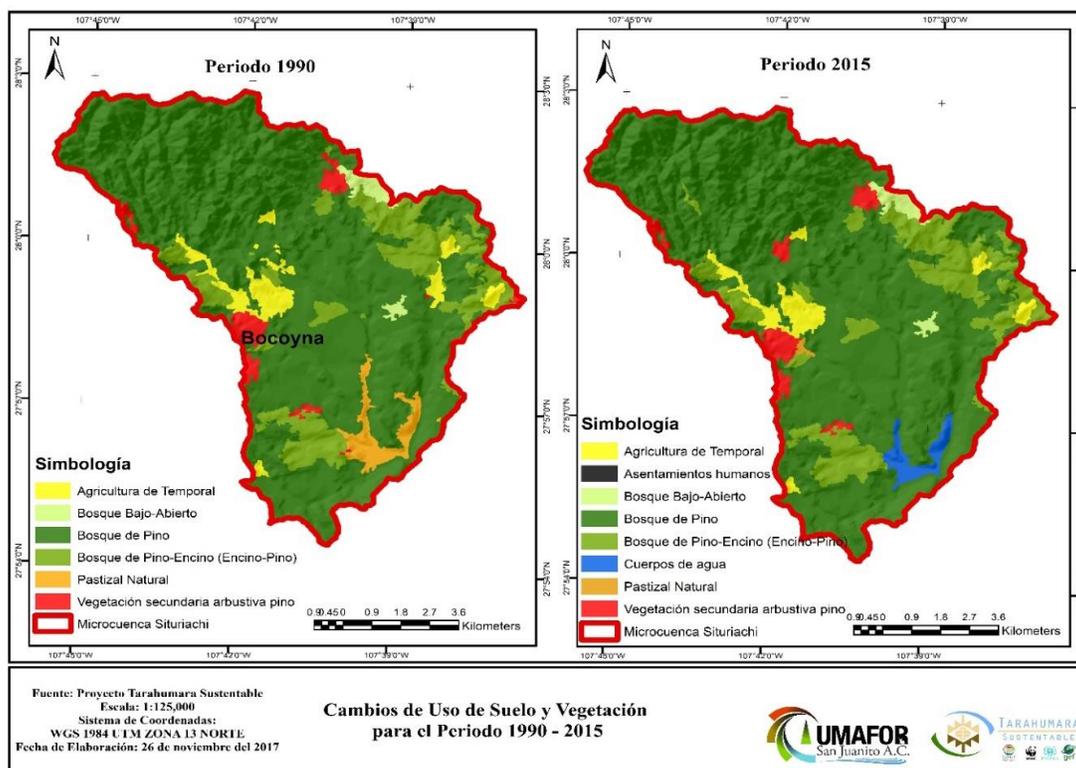


Figura 24. Uso de suelo y vegetación de la microcuenca de la presa Situriachi, 1990-2015.

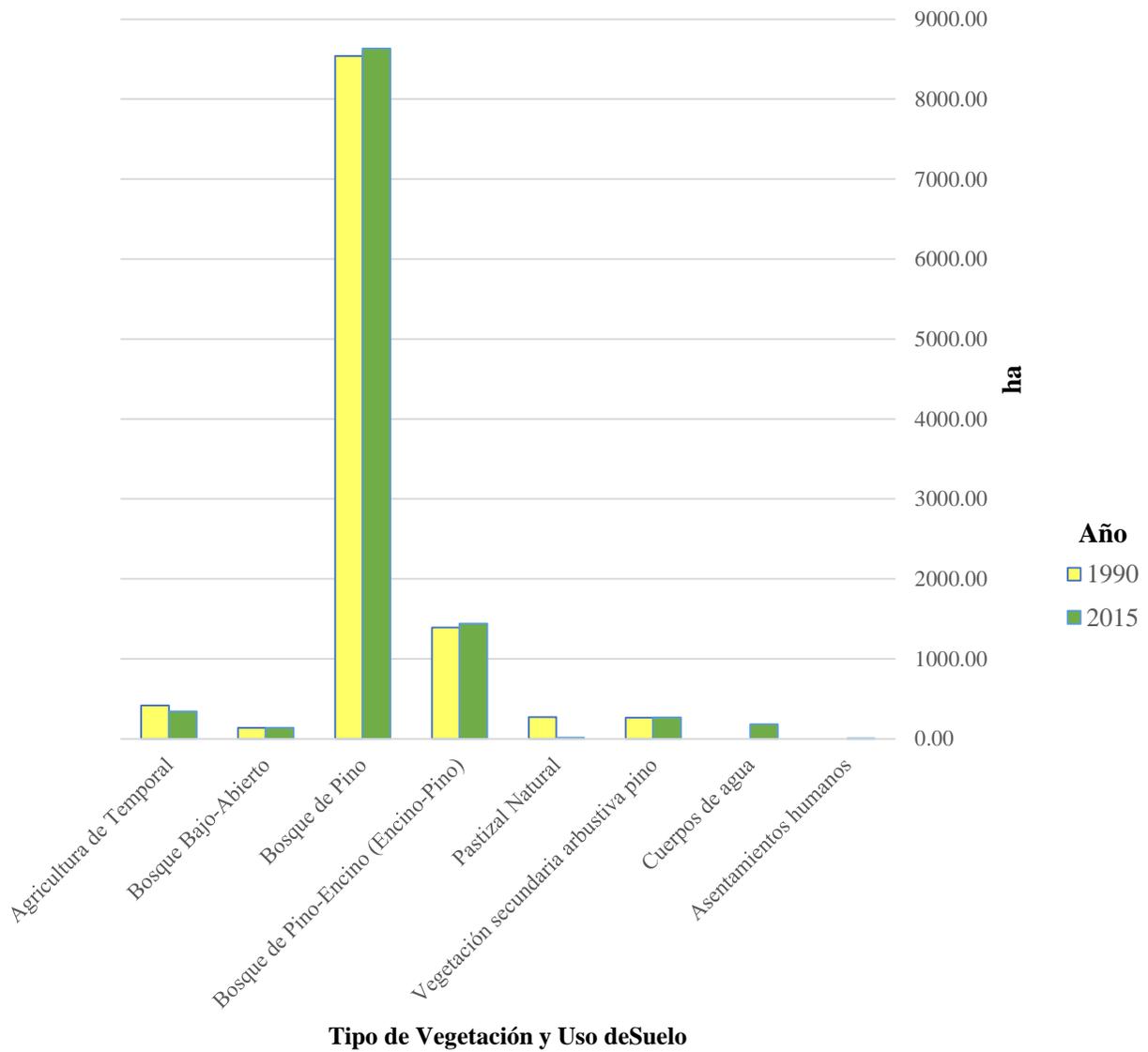


Figura 25. Cambio temporal de uso de suelo y vegetacion 1990-2015

### 1.1.10. Biodiversidad

- **Flora**

Este apartado considera datos actuales provenientes del estudio del estudio regional de biodiversidad realizado por la Unidad de Manejo Forestal San Juanito A.C, en agosto de 2015 a marzo de 2016, además de información reciente del inventario forestal nacional para esta región, datos fidedignos de reportes de investigadores y estudiosos de las plantas realizados en tiempos recientes y datos históricos de la flora regional. Dentro de la microcuenca Situriachi se identifican especies de flora importantes para el ecosistema, siendo las hierbas, arbustos y arbolados, de acuerdo al uso de suelo y vegetación, con mayor superficie predomina el Bosque de pino donde las principales especies corresponden a *Pinus arizonica*, *Pinus durangensis*, *Pinus lumholtzii*, *Pinus engelmannii* y *Pinus strobiformis* especie protegida por la NOM-059 además de contar con especies de *Quercus*. El *Picea chihuahuana*. aunque no se encuentren presentes en la microcuenca, es una especie de gran valor en la región de la sierra tarahumara y podemos encontrarla en la cercanías de la microcuenca.

A continuación, se presentan la flora presente en la microcuenca de la presa Situriachi.

Cuadro 13. Flora de la microcuenca de la presa Situriachi

Especie	Nombre Común	NOM-059- SEMARNAT- 2010
<b>Hierba</b>		
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Altísima	
<i>Chenopodium graveoleus</i>	Hierba del zorrillo	
<i>Fragaria mexicana</i>	Fresa	
<i>Geranium mexicanum</i>	Pata de león	
<i>Hieracium fendeleri</i>	Oreja de conejo	
<i>Monarda citroidora austromontana</i>	Orégano	
<i>Packera candidissima</i>	Chucaca	
<i>Pteridium aquilinum</i>	Pata de cuervo	
<i>Rumex crispus</i>	Lengua de vaca	
<i>Taraxacum campyloides</i>	Diente de león	
<b>Arbustos</b>		
<i>Arbutus arizonica</i>	Madroño de Arizona	
<i>Arctostaphylos pungens</i>	Manzanilla	
<i>Quercus depressipes</i>	Encinillo	
<b>Arbolado</b>		
<i>Juniperus deppeana</i>	Táscate	
<i>Pinus arizonica</i>	Pino blanco	
<i>Pinus durangensis</i>	Pino real	

<i>Pinus engelmannii</i>	Pino apache	
<i>Pinus leiophylla</i> var. <i>chihuahuana</i>	Pino prieto	
<i>Pinus lumholtzii</i>	Pino triste	
<i>Pinus strobiformis</i>	Pino huiyoco	<b>Pr</b>
<i>Quercus arizonica</i>	Encino blanco	
<i>Quercus crassifolia</i>	Encino peludo	
<i>Quercus oblongifolia</i>	Encino azul	
<i>Quercus rugosa</i>	Encino roble	
<i>Quercus sideroxyla</i>	Encino colorado	

Cuadro 14. Flora presente en la microcuneca de la presa Situriachi y su area de influencia (Umafor San Juanito)

No.	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Forma Biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010
1	APIACEAE	<i>Eryngium calaster</i>	Hierba del sapo	Hierba	
2	ASPARAGACEAE	<i>Agave parry</i> var. <i>neomexicana</i>	Maguey	Arbusto rosetófilo	
3	ASPARAGACEAE	<i>Nolina microcarpa</i>	Pasto del oso	Arbusto rosetófilo	
4	ASTERACEAE	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Hierba del venado	Hierba	
5	ASTERACEAE	<i>Ambrosia dumosa</i>	Hierba del burro	Hierba	
6	ASTERACEAE	<i>Artemisia ludoviciana</i>	Estafiate	Hierba	
7	ASTERACEAE	<i>Baccharis pterionioides</i>	Hierba del pasmo	Arbusto	
8	ASTERACEAE	<i>Barkleyanthus salicifolia</i>	Jarilla ruín	Arbusto	
9	ASTERACEAE	<i>Bidens bigelovii</i>	Jube	Hierba	
10	ASTERACEAE	<i>Brickellia eupatorioides</i> var. <i>chlorolepis</i>	Brickelia	Hierba	
11	ASTERACEAE	<i>Helianthella quinquenervis</i>	Arareso	Hierba	
12	ASTERACEAE	<i>Hieracium fendeleri</i>	Oreja de conejo	Hierba	
13	ASTERACEAE	<i>Packera candidissima</i>	Chukaka	Hierba	
14	ASTERACEAE	<i>Pseudognaphalium arizonica</i>	Gordolobo	Hierba	
15	ASTERACEAE	<i>Roldana hartwegii</i>	Sopépare	Hierba	
16	ASTERACEAE	<i>Stevia Serrata</i>	Rotonino	Hierba	
17	ASTERACEAE	<i>Tagetes lucida</i>	Yerbaníz	Hierba	

No.	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Forma Biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010
18	ASTERACEAE	<i>Taraxacum officinale</i>	Diente de león	Hierba	
19	BRASSICACEAE	<i>Lepidium densiflorum</i>	Mastuerzo, rochíware*	Hierba	
20	CARYOPHYLLACEAE	<i>Cerastium fontanum vulgare</i>	Oreja de ratón	Hierba	
21	CHENOPODIACEAE	<i>Chenopodium graveolens</i>	Hierba del zorrillo	Hierba	
22	CUCURBITACEAE	<i>Cucurbita foetidissima</i>	Calabacilla	Hierba	
23	CUPRESSACEAE	<i>Juniperus coahuilensis</i>	Tascate robusto	Árbol	
24	CUPRESSACEAE	<i>Juniperus deppeana</i>	Táscate	Árbol	
25	CUPRESSACEAE	<i>Juniperus durangensis</i>	Tascate rastrero	Árbol - arbusto	
26	CUPRESSACEAE	<i>Juniperus monosperma</i>	Tascate de una semilla	Árbol	
27	DENNSTAEDTIACEAE	<i>Pteridium aquilinum</i>	Pata de cuervo	Hierba	
28	ERICACEAE	<i>Arbutus arizonica</i>	Madroño de Arizona	Árbol	
29	ERICACEAE	<i>Arbutus glandulosa</i>	Madroño	Árbol	
30	ERICACEAE	<i>Arbutus xalapensis</i>	Madroño texano	Árbol	
31	ERICACEAE	<i>Arctostaphylos pungens</i>	Manzanilla, manzanita	Arbusto	
32	ERICACEAE	<i>Chimaphila maculata</i>	Hierba del hígado	Hierba	
33	FABACEAE	<i>Cologania broussonettii</i>	Frijolillo	Hierba	
34	FABACEAE	<i>Cologania obovata</i>	Hierba del conejo	Hierba	
35	FABACEAE	<i>Dalea leucostachya</i>	Moradita	Hierba	
36	FABACEAE	<i>Lupinus huachucanus</i>	Frijolillo	Hierba	
37	FABACEAE	<i>Mimosa occidentalis</i>	Gatuño	Arbusto	
38	FAGACEAE	<i>Quercus arizonica</i>	Encino blanco	Árbol	
39	FAGACEAE	<i>Quercus candicans</i>	Encino rojo	Árbol	
40	FAGACEAE	<i>Quercus chihuahuensis</i>	Encino barril	Árbol	
41	FAGACEAE	<i>Quercus crassifolia</i>	Encino peludo	Árbol	
42	FAGACEAE	<i>Quercus depressipes</i>	Encino enano	Arbusto	
43	FAGACEAE	<i>Quercus durifolia</i>	Encino saucillo	Árbol	

No.	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Forma Biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010
44	FAGACEAE	<i>Quercus emoryi</i>	Encino bellotero	Árbol	
45	FAGACEAE	<i>Quercus fulva</i>	Encino pera	Árbol	
46	FAGACEAE	<i>Quercus hypoleucoides</i>	Encino plateado	Árbol	
47	FAGACEAE	<i>Quercus jonesii</i>	Encino capulincillo	Árbol	
48	FAGACEAE	<i>Quercus mcvaughii</i>	Encino lanudo	Árbol	
49	FAGACEAE	<i>Quercus oblongifolia</i>	Encino azul	Árbol	
50	FAGACEAE	<i>Quercus rugosa</i>	Encino roble	Árbol	
51	FAGACEAE	<i>Quercus sideroxyla</i>	Encino colorado	Árbol	
52	FAGACEAE	<i>Quercus tarahumara</i>	Encino hueja	Árbol	
53	FAGACEAE	<i>Quercus toumeyii</i>	Encino hojuela	Árbol	
54	FAGACEAE	<i>Quercus viminea</i>	Encino laurelillo	Árbol	
55	GERANIACEAE	<i>Geranium mexicanum</i>	Mano de león	Hierba	
56	GERANIACEAE	<i>Geranium richardsonii</i>	Geranio	Hierba	
57	GERANIACEAE	<i>Geranium wislizenii</i>	Pata de león	Hierba	
58	LAMIACEAE	<i>Monarda citriodora</i> var. <i>austromontana</i>	Orégano silvestre	Hierba	
59	OLEACEAE	<i>Fraxinus uhdei</i>	Fresno	Árbol	
60	OLEACEAE	<i>Fraxinus velutina</i>	Fresno	Árbol	
61	OXALIDACEAE	<i>Oxalis alpina</i>	Agritos	Hierba	
62	PINACEAE	<i>Picea chihuahuana</i>	Pinabete espinoso	Árbol	P
63	PINACEAE	<i>Pinus arizonica</i>	Pino blanco	Árbol	
64	PINACEAE	<i>Pinus cembroides</i>	Pino piñonero	Árbol	
65	PINACEAE	<i>Pinus douglasiana</i>	Pino ocote	Árbol	
66	PINACEAE	<i>Pinus durangensis</i>	Pino real	Árbol	
67	PINACEAE	<i>Pinus engelmannii</i>	Pino apache	Árbol	
68	PINACEAE	<i>Pinus herrerae</i>	Pino chino	Árbol	
69	PINACEAE	<i>Pinus leiophylla</i> var. <i>chihuahuana</i>	Pino prieto	Árbol	
70	PINACEAE	<i>Pinus leiophylla</i> var. <i>leiophylla</i>	Pino saguaco	Árbol	
71	PINACEAE	<i>Pinus lumholtzii</i>	Pino triste	Árbol	
72	PINACEAE	<i>Pinus strobiformis</i>	Pino huiyoco	Árbol	Pr

No.	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Forma Biológica	NOM-059-SEMARNAT-2010
73	PINACEAE	<i>Pinus teocote</i>	Pino rosillo	Árbol	
74	PINACEAE	<i>Pseudotsuga menziesii</i> var. <i>glauca</i>	Pinabete	Árbol	
75	POACEAE	<i>Bouteloua gracilis</i>	Zacate navajita	Hierba (pasto)	
76	POLYGONACEAE	<i>Eriogonum atrorubens</i>	Baliguchi	Hierba	
77	POLYGONACEAE	<i>Rumex crispus</i>	Lengua de vaca	Hierba	
78	RHAMNACEAE	<i>Ceanothus buxifolius</i>	Chaboko	Arbusto	
79	ROSACEAE	<i>Cercocarpus montanus</i>	Arbusto venadero	Arbusto	
80	ROSACEAE	<i>Fragaria mexicana</i>	Fresa silvestre	Hierba	
81	ROSACEAE	<i>Potentilla thurberi</i> var. <i>sanguinea</i>	Hierba colorada	Hierba	
82	RUBIACEAE	<i>Galium mexicanum</i>	Hierba pimienta	Hierba	
83	SALICACEAE	<i>Populus deltoides</i>	Álamo, chopo americano	Árbol	
84	SALICACEAE	<i>Populus tremuloides</i>	Alamillo, álamo temblón	Árbol	
85	SALICACEAE	<i>Salix lasiolepis</i>	Jarilla de río	Arbusto	
86	VERBENACEAE	<i>Glandularia bipinnatifida</i>	Moradilla	Hierba	
87	VERBENACEAE	<i>Verbena neomexicana</i>	Verbena	Hierba	
88	VIOLACEAE	<i>Viola hookeriana</i>	Viola	Hierba	

- **Fauna silvestre**

Al igual que en cualquier ecosistema, la fauna difiere en diversidad de acuerdo al tipo de ecosistema; pero, curiosamente las especies presentes en uno u otro sistema ecológico, realizan funciones semejantes.

Como es de suponer y dada la variabilidad de especies o biodiversidad de la vegetación presente en los bosques de la zona, corresponde una biodiversidad amplia de la fauna de este ecosistema; pero, también se presentan especies de amplia distribución regional en diferentes ecosistemas vegetales como los zorrillos, conejos, auras y zopilotes entre otros.

La determinación de estas especies se hizo a la par del levantamiento de datos de campo a través de observaciones directas, interpretación de rastros, huellas, excretas, cráneos, y de acuerdo a informes bibliográficos a través del estudio Regional de Biodiversidad.

La fauna silvestre es un componente del ecosistema bosque, radicando su importancia en funciones que no se deben alterar, pues se afectaría a todo el ecosistema, entre las que podemos mencionar la de polinizadores y dispersores de especies vegetales, como mejorador del suelo, entre otras, también se conoce como recurso natural renovable, el cual al ser manejado adecuadamente mediante las técnicas apropiadas puede proporcionar a los habitantes del bosque alimentos, recreación e ingresos económicos.

Algunas de las especies de fauna más comunes que se reportan para la microcuenca son las siguientes: cacomixtle, coyote, murciélago, chichimoco, puma, gato montés, liebre, zorrillo comadreas, rata, chalugo, venado cola blanca, mapache, zorras, oso negro, auras, zopilotes, cuervos, chontes, correcaminos, carpinteros, palomas, ranas, sapos, culebras, lagartijas, entre otros.

#### a) Mamíferos

En el Cuadro 15 se realizó un concentrado de la información de mamíferos localizado mediante los levantamientos en campo encontrando desde murciélagos hasta gatos montes y venados. Cabe indicar que en dicha lista de especies se encuentra la ardilla voladora y la terrestre con estatus de protección.

Cuadro 15. Mamíferos en la microcuenca Situriachi.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM 059-SEMARNAT-2010
<i>Natalidae</i>	<i>Natalus stramineus mexicanus</i> Miller	Murciélago, Mexican funnel eared bat	
<i>Vespertilionidae</i>	<i>Corynorhinus mexicanus</i> G.M. Allen	Murciélago mexicano orejón	
<i>Leporidae</i>	<i>Lepus californicus texianus</i> Waterhouse	Liebre cola negra, Rowé*, black tailed jackrabbit	
	<i>Sylvilagus floridanus holzneri</i> (Mearns)	Conejo cola de algodón, conejo cola blanca, Rowí*. cotton tail rabbit	
<i>Sciuridae</i>	<i>Sciurus aberti phaeurus</i> J.A. Allen	Ardilla arbórea gris, chimorí*, ardilla voladora, Abert's squirrel, Tassel-eared squirrel	Pr Endémica
	<i>Spermophilus madrensis</i> (Merriam)	Ardilla terrestre-Chikaka*, chalote, chipmunk	Pr Endémica

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM 059-SEMANRNAT-2010
	<i>Spermophilus variegatus rupestris</i> (J.A. Allen)	Ardillón de las rocas-Chalote*	
	<i>Tamias dorsalis dorsalis</i> (Baird)	Ardilla terrestre-Chichimoko*-chalote	
<i>Geomyidae</i>	<i>Thomomys umbrinus chihuahuae</i> Nelson y Goldman	Tuza de los bosques del centro-sur, topo	
<i>Heteromyidae</i>	<i>Perognathus flavus flavus</i> Baird	Ratón canguro sedoso	
	<i>Neotoma mexicana mexicana</i> Baird	Rata maderera mexicana, Rorí*, mexican wood rat	
<i>Muridae</i>	<i>Peromyscus difficilis difficilis</i> (J.A. Allen)	Ratón patas blancas de las rocas, rock mouse	
	<i>Peromyscus maniculatus rufinus</i> (Merriam)	Ratón venado de las montañas, chikurí*	
	<i>Canis latrans impavidus</i> J.A. Allen	Coyote del Sur del Edo. de Chihuahua	
<i>Canidae</i>	<i>Urocyon cinereoargenteus madrensis</i> Burt y Hooper	Zorra gris del Oeste y Soroeste de Chih., Kiyochi*	
<i>Procyonidae</i>	<i>Procyon lotor mexicanus</i> Baird	Mapache, tejón, osito del agua, osito lavador, Batú*, batuko*	
<i>Mustelidae</i>	<i>Mephitis macroura milleri</i> Mearns	Zorrillo encapuchado, zorrillo listado, Pasuchi*, hooded skunk	
<i>Felidae</i>	<i>Lynx rufus baileyi</i> Merriam	Gato montés, lince, rochí*, bobcat	
<i>Cervidae</i>	<i>Odocoileus virginianus couesi</i> (Coues y Yarrow)	Venado cola blanca, Chomarí*, cuernudo, white tailed deer	

b). Aves

Como se ha mencionado anteriormente en la microcuenca se encuentra habitada por gran diversidad de aves dentro de las cuales las especies como *Meleagris gallopavo mexicana* Gould y *Cyrtonyx montezumae* (Vigors) se encuentran catalogadas como especies en peligro de extinción.

Cuadro 16. Aves

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM. 059- SEMARNAT- 2010
<i>Ardeidae</i>	<i>Ardea herodias</i> Linnaeus	Garza azul – Wachoko*, Garzón cenizo, garza morena, great blue heron	
	<i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus)	Avetoro nocturno de corona negra, martinete, pedrete corona negra, black crowned heron	
	<i>Anas americana</i> Gmelin	Pato americano, pato chalcuán, american wigeon	
	<i>Mergus merganser</i> Linnaeus	Mergo copetón, mergo común, mergo mayor, common merganser	
	<i>Oxyura jamaicensis</i> (Gmelin)	Pato zambullidor, pato tepalcate, malvasía canela, ruddy duck	
<i>Cathartidae</i>	<i>Cathartes aura</i> Linnaeus	Aura-Wilú*, buitre, zopilote, turkey vulture	
	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein)	Zopilote-Wilú, buitre, buitre negro, black vultures	
<i>Accipitridae</i>	<i>Accipiter cooperii</i> (Bonaparte)	Gavilán, Halcón de Cooper- Rawiwi* Gavilán de Cooper, Cooper's hawk	Pr
	<i>Buteo jamaicensis</i> (J.F. Gmelin)	Halcón cola roja-Kusaka*, aguililla cola roja	
	<i>Buteogallus anthracinus</i> (Deppe)	Águila negra, aguililla negra, gavilán, Nowí*, common black hawk	Pr
<i>Falconidae</i>	<i>Falco sparverius sparverius</i> Linnaeus	Cernícalo, kirichike*, kirichí*, gavilancillo, halcón gorrión, quiriquiri, halconcito colorado, american kestrel	
<i>Phasianidae</i>	<i>Meleagris gallopavo mexicana</i> Gould	Guajolote, cócono, Chiwí*, guajolote norteño, guíjolo, wild turkey	Pr

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM. 059- SEMARNAT- 2010
<i>Odontophoridae</i>	<i>Cyrtonyx montezumae</i> (Vigors)	Codorniz pinta, rechorí*, perdíz, codorniz moctezuma, codorníz mascarita, codorniz arlequín, montezuma quail	Pr
<i>Rallidae</i>	<i>Fulica americana</i> Gmelin	Gallareta-bisikuri*, gallareta americana, American coot	
<i>Charadriidae</i>	<i>Charadrius vociferus</i> Linnaeus	Tildillo, chorlito, chorlo gritón, frailecillo gritón, chorlitejo, chorlo tildío, killdeer	
<i>Columbidae</i>	<i>Columba fasciata</i> Say	Paloma de collar, makawi*, paloma bellotera, paloma gorda, paloma patas amarillas, paloma collareja, pichón grande, band-tailed pigeon	
	<i>Zenaida macroura</i> (Linnaeus)	Paloma madrugadora-paloma habanera, paloma huilota, makawi*	
<i>Cuculidae</i>	<i>Geococcyx californianus</i> (Lesson)	Correcaminos-paisano-faisán- Wipú, correcaminos norteño	
<i>Stringidae</i>	<i>Aegolius acadicus</i> (Gmelin)	Mochuelo cabezón, buho cabezón, tecolote afilador, northern saw whet owl	
	<i>Bubo virginianus</i> (Gmelin)	Búho cornudo, tutúguri*, tigre del aire, tecolote cornudo, great horned owl	
<i>Caprimulgidae</i>	<i>Caprimulgus vociferus</i> A. Wilson	Tapacaminos-chotacabras- Corcoví	
<i>Apodidae</i>	<i>Aeronautes saxatalis</i> (Woodhouse)	Avioncito-vencejo, avioncito de collar, vencejo pecho blanco, white throated swift	
<i>Trochilidae</i>	<i>Amazilia violiceps</i> (Gould)	Colibrí cabeza violeta, violet crowned hummingbird	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM. 059- SEMARNAT- 2010
	<i>Lampornis clemenciae</i> (Lesson)	Colibrí cuello azul, colibrí garaganta azul, blue throated hummingbird	
Picidae	<i>Colaptes auratus cafer</i> (Gmelin)	Goa*, Gallinilla, Agoga, ayogue*, carpintero de pechera, carpintero bruñido, northern flicker	
	<i>Melanerper formicivourus bairdi</i> (Ridgway)	Carpintero bellotero-Koracha*	
Tyranidae	<i>Contopus pertinax</i> Cabanis & Heine	Gran tirano, pedríz, Pedrito iiiio, piwi*, pibí tengo frío, greater pewee	
	<i>Empidonax affinis</i> (Swainson)	Mosquero de los pinos, mosquero pinero, pine flycatcher	
	<i>Myiarchus cinerascens</i> (Lawrence)	Papamoscas cenizo, ash throated flycatcher	
	<i>Pyrocephalus rubinus</i> (Boddaert)	Cardenalito, mosquero cardenal, vermellón, coloradillo, vermilion flycatcher	
	<i>Tyrannus vociferans</i> (Swainson)	Tirano, Choguelo*, madrugador, tirano gritón, Cassin´s kingbird	
Alcedinidae	<i>Megaceryle alcyon</i> (Linnaeus) = <i>Ceryle alcyon</i> (Linnaeus)	Martín pescador, martín pescador norteño, belted kingfisher	
Trogonidae	<i>Trogon elegans</i> Gould	Pájaro bandera-galán-Koa*, elegant trogon	
Picidae	<i>Colaptes auratus cafer</i> (Gmelin)	Goa*, Gallinilla, Agoga, ayogue*, carpintero de pechera, carpintero bruñido, northern flicker	
	<i>Melanerpes formicivourus bairdi</i> (Ridgway)	Carpintero bellotero, Koracha*, carpintero almacenador, acorn woodpecker, pic flamboyant	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM. 059- SEMARNAT- 2010
	<i>Picoides villosus</i> (Linnaeus)	Pajaro carpintero veloso, carpintero veloso mayor, hairy woodpecker	
<i>Hirundinidae</i>	<i>Hirunda rustica</i> (Linnaeus)	Golondrina, golondrina tijereta, Soépari*, Barn swallow	
	<i>Tachycineta thalassina</i> (Swainson)	Golondrina verde-violeta, golondrina verde mar, violet-green swallow	
<i>Cavidae</i>	<i>Cyanocitta stelleri</i> (J.F. Gmelin)	Azulejo copetón- Chuyaka(o)*, chara crestada, Steller´s Jay	
	<i>Aphelocoma ultramarina</i> (Bonaparte)	Azulejo, Chuín-Resachuri*, chismoso, chismosa, chara pecho gris, gray breasted (mexican) jay	
	<i>Corvus corax</i> Linnaeus	Cuervo, Korachi*, cuervo común, common raven	
<i>Paridae</i>	<i>Poecile sclateri</i> (Kleinschmidt) = <i>Parus sclateri</i> Kleinschmidt	Paro enmascarado, Chirírika*, carbonero, paro mexicano, mexican chickadee	
<i>Sittidae</i>	<i>Sitta carolinensis</i> Latham <i>nelsoni</i>	Trepatroncos pecho blanco	
<i>Certhiidae</i>	<i>Certhia americana</i> Bonaparte	Trepador café, Chuyépare*, trepador americano, brown creeper	
<i>Troglodytidae</i>	<i>Catherpes mexicanus</i> (Swainson)	Saltaparedes, saltaparedes mexicano, ripiliwi*, chivirín barranqueño, canyon wren	
	<i>Troglodytes aedon</i> Vieillot	Saltaparedes, matraquita, chivirín saltapared, troglodita, house wren	
<i>Regulidae</i>	<i>Regulus calendula</i> (Linnaeus)	Reyezuelo, reyezuelo copete rojo-, mansita, ruby crowned kinglet	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM. 059- SEMARNAT- 2010
<i>Turdidae</i>	<i>Catharus guttatus</i> (Pallas)	Tordo ermitaño, zorzal cola rufa, hermit thrush	
	<i>Sialia mexicana</i> Swainson	Azulejo mexicano-malicioso-Okichahui*, azulejo garganta azul, western bluebird	
	<i>Turdus migratorius</i> Linnaeus	Primavera, chigüiyoa, chiyohui*, chirioi*, mirlo, primavera, petirrojo, zorzal pecho rojo, cuitas, american robin	
<i>Mimidae</i>	<i>Mimus polyglottos</i> (Linnaeus)	Cenzontle, chonte, cenzontle norteño, northern mockingbird	
	<i>Toxostoma curvirostre</i> Swainson	Cuitlacoche-cuitacoche*	
<i>Vireonidae</i>	<i>Vireo huttoni</i> Cassin	Vireo, vireo reyezuelo, Hutton's vireo	
	<i>Vireo solitarius</i> (Wilson)	Vireo solitario, vireo con anteojos, blue headed vireo	
<i>Parulidae</i>	<i>Cardellina rubrifrons</i> Giraud	Gorjeador cara rojinegra, chipe cara roja, red faced warbler	
	<i>Ergaticus ruber</i> (Swainson)	Gorjeador rojo, chipe rojo, chipe orejas de plata, red warbler	
	<i>Parula superciliosa</i> Hartlaub	Canario con mancha en el pecho, chipe de pecho manchado, parula ceja blanca, canario ceja blanca, crescent chested warbler	
	<i>Chondestes grammacus</i> (Say)	Gorrión arlequín	
	<i>Junco hyemalis</i> (Linnaeus)	Junco ojos negros, Tochapi*, junco ojo oscuro, dark eyed junco	
	<i>Junco phaeonotus</i> Wagler <i>palliatus</i>	Junco ojos amarillos-ojilumbre-Tochapi*	

Familia	Nombre científico	Nombre común	Estatus NOM. 059- SEMARNAT- 2010
	<i>Oriturus superciliosus</i> (Swainson)	Gorrión de la montaña, zacatonero rayado, zorzal rayado, gorrión serrano cachetioscuro, gorrión tigrillo, gorrión del zacate, striped sparrow	
	<i>Pipilo erythrophthalmus</i> (Linnaeus)	Pipilo de ojos rojos, toquí pinto, towí*, rufous sided towhee	
	<i>Pipilo fuscus</i> Swainson	Pipilo café-vieja-viejita	
	<i>Spizella passerina</i> (Bechstein)	Gorrión chipe, Chipi*, gorrión ceja blanca, chipping sparrow	
<i>Cardinalidae</i>	<i>Guiraca caerulea</i> (Linnaeus)	Pinzón azul, picogordo azul, azulejo real, blue grosbeak	
	<i>Agelaius phoeniceus</i> (Linnaeus)	Tordo de alas rojas, tordo sargento, Red winged blackbird	
<i>Icteridae</i>	Quiscalus mexicanus (J.F.Gmelin)	Chanate, zanate mexicano, tordo negro, tángara cantadora, great tailed grackle	
	<i>Sturnella neglecta</i> Audobon	Calandria, pradero occidental, western meadowlark	
<i>Fringillidae</i>	<i>Carduelis pinus</i> (Wilson)	Jilguerillo de los pinos, jilguero pinero pine siskin	
	<i>Carduelis psaltria</i> (Say)	Jilguerillo, dominico dorado, jilguero dominico, lesser goldfinch	
<i>Passeridae</i>	<i>Passer domesticus</i> (Linnaeus)	Chirino, chirulo, villista, gorrión casero, gorrión inglés, house sparrow	



De manera general se realizó un concentrado de la información para tener en total el número de especies, familias y clases de la fauna silvestre existente en la microcuenca Situriachi, (Cuadro 19).

Cuadro 19. Clases, familias y especies localizadas en la microcuenca Situriachi.

Clases	Familias	Especies
Mamíferos	12	19
Aves	42	90
Anfibios	4	6
Reptiles	3	5
<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>120</b>

### 1.1.11. Paisajes físico-geográficos

Como parte de la base científica del Proyecto Tarahumara Sustentable se realizó el proyecto “Bases biofísicas para el Ordenamiento Ecológico de los 12 municipios de influencia del PTS” con apoyo de investigadores del Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA) de la UNAM, con el objetivo de conocer la estructura, composición y distribución espacial de los paisajes físico-geográficos del territorio y sus potenciales naturales, como base biofísica de las etapas posteriores del ordenamiento ecológico y manejo integrado del paisaje. A la fecha se tienen los resultados finales de dicho trabajo el cual incluye la cartografía de unidades de paisaje, indicadores de riqueza, diversidad, unicidad, complejidad y dominancia a nivel geográfico, conectividad del paisaje entre Áreas Naturales Protegidas, así como los potenciales naturales para distintas actividades socioeconómicas como producción agropecuaria; protección de la biodiversidad y ecoturismo.

#### 1.1.11.1. Unidades de paisaje

De acuerdo con Mateo (1984, 1991), los paisajes del nivel local son complejos naturales tipológicos que se caracterizan por poseer rasgos comunes de la naturaleza; propios no solo de unidades vecinas, sino también de unidades lejanas. Son repetibles en el espacio y el tiempo, es decir, ellos se distinguen de acuerdo con los principios de analogía, homogeneidad relativa, repetibilidad y existencia de muchos contornos con desunión territorial de los mismos, aunque pertenezcan al mismo tipo. El mosaico de geocomplejos del nivel local, se crea en el proceso de desmembración erosiva del relieve, de penetración de la humedad en las rocas madre, de su lixiviación, disolución y gracias a la actividad vital de las comunidades biológicas. Así, tenemos que el relieve desempeña el papel de factor de redistribución de energía, sustancias y humedad.

En la microcuenca de la Presa Situriachi, se encontraron tres clases de unidades de paisaje, siendo la de mayor superficie la A.1.2. lomeríos en clima templado semifrío subhúmedo, luego de la A.1.2. lomeríos en clima templado semifrío subhúmedo y por último la A.1.3. planicies en clima templado semifrío subhúmedo

Cuadro 20. Unidades de paisaje

Paisaje	Categoría	Categoría	Área ha	Área %
<b>A.1.1. Montañas en clima templado semifrío subhúmedo</b>	2	Fuerte mente inclinado (>30°)	749.96	6.81
	3	Medianamente inclinado (10° - 30°)	3362.82	30.52
	4	Ligeramente inclinada (5° -10°)	604.82	5.49
	5	Suavemente inclinado (3° - 5°)	57.29	0.52
	7	Medianamente inclinado (10°- 20°)	185.31	1.68
	8	Ligeramente inclinado (5° - 10°)	101.28	0.92
	14	Medianamente inclinado (10°-20)	173.02	1.57
	15	Ligeramente inclinado (5° -10°)	233.41	2.12
<b>A.1.2. Lomeríos en clima templado semifrío subhúmedo</b>	17	Ligeramente inclinado (5° - 10°)	2533.81	22.99
	18	Suavemente inclinado (3° 5°)	783.87	7.11
	19	Muy suavemente inclinado (1° -3°)	44.52	0.40
	20	Ligeramente inclinado (5° - 10°)	176.10	1.60
	28	Ligeramente inclinado (5°-10°)	1279.14	11.61
	29	Suavemente inclinado (3° - 5°)	368.86	3.35
	30	Muy suavemente inclinado (1°- 3°)	24.47	0.22
<b>A.1.3. Planicies en clima templado semifrío subhúmedo</b>	32	Muy suavemente inclinado (1° - 3°)	137.99	1.25
<b>Cuerpo de agua</b>	-	Presa Situriachi	202.30	1.84
<b>TOTAL</b>			11,019.05	100.00

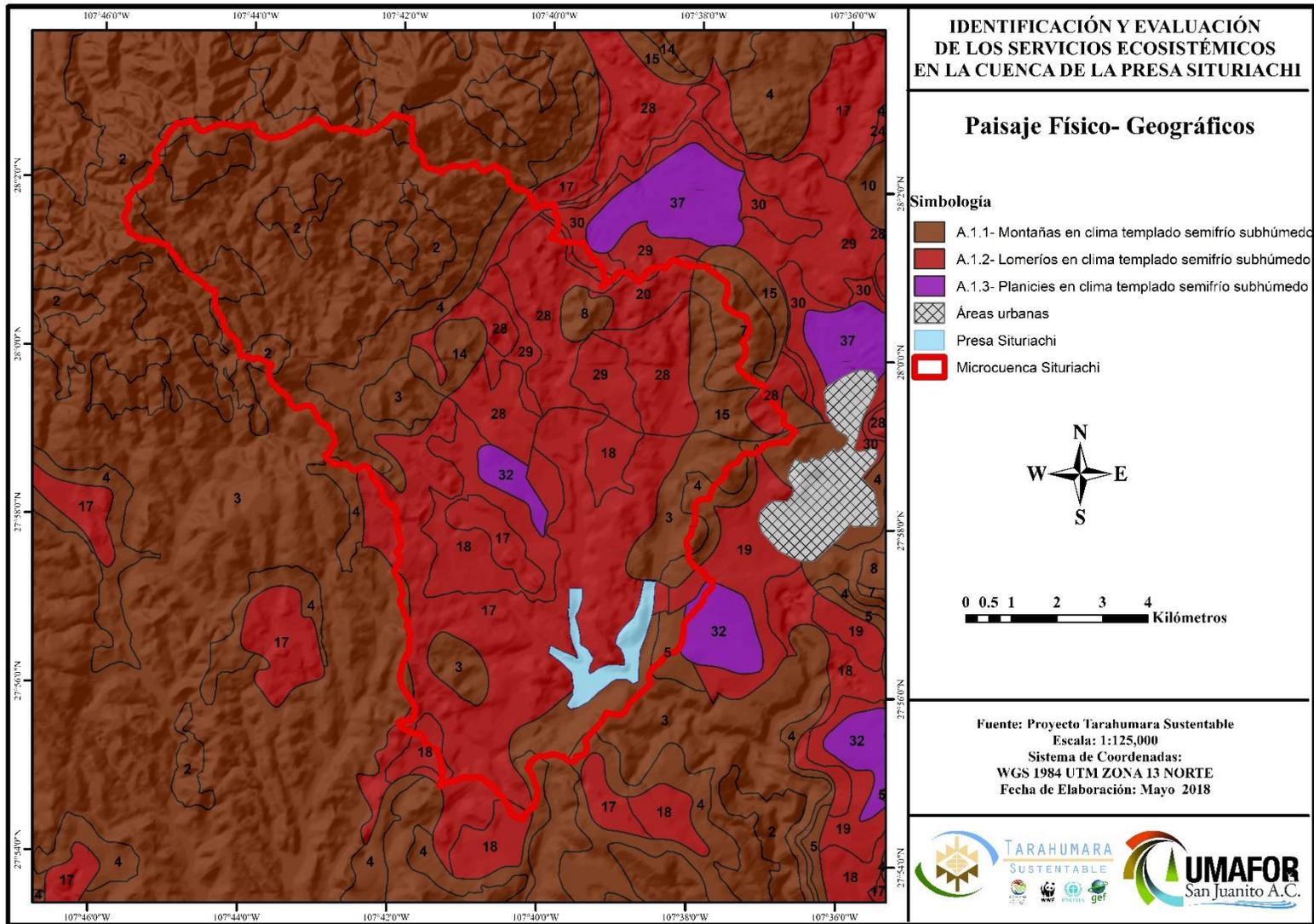


Figura 26. Unidades de paisaje

### 1.1.11.2. Potencial para actividades agropecuarias

La microcuenca de la presa Situriachi, muestra un nivel medio para la implementación de actividades agropecuarias, debido a que gran parte de su superficie pertenece a usos forestales, como se puede observar en la figura 27.

Cuadro 21. Potencial para actividades agropecuarias

Potencial	Área ha	Área %
Alto	3689.09	33.48
Medio	6248.518	56.71
Bajo	879.12	7.98
Presa	202.307	1.84
<b>TOTAL</b>	<b>11,019</b>	<b>100</b>

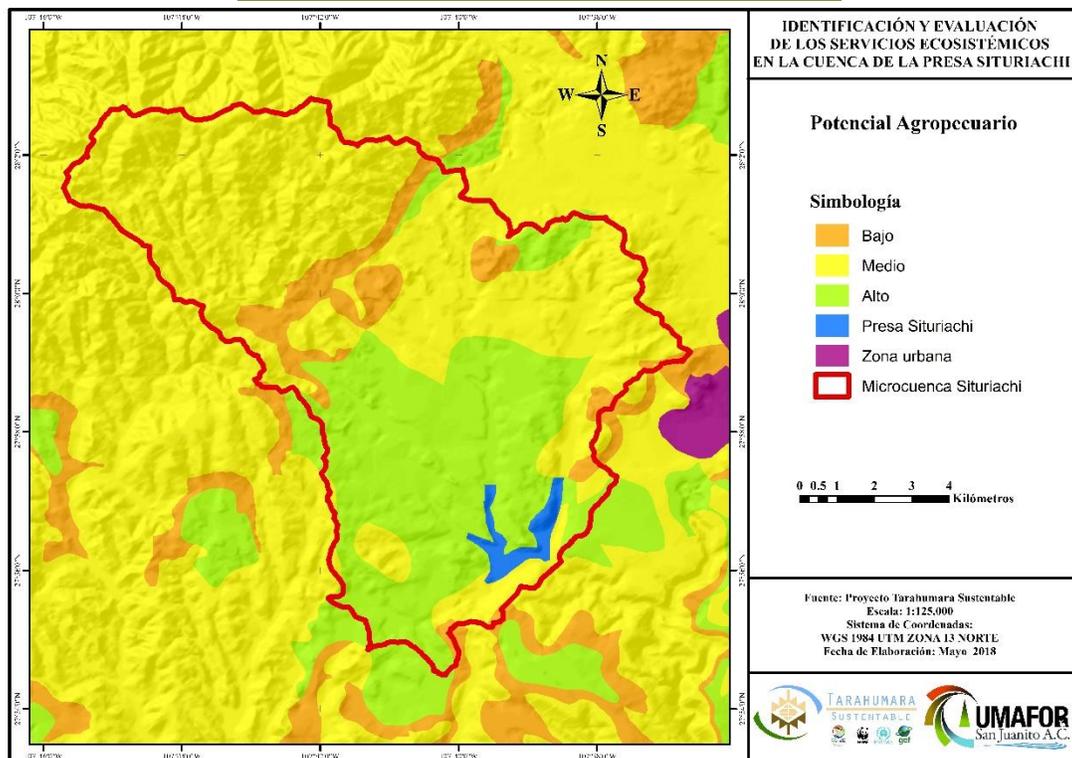


Figura 27. Potencial natural para las actividades agropecuarias en la microcuenca Situriachi

Bajo: Predominio de combinaciones de medio a alto potencial climático; bajo a medio potencial del relieve y bajo a muy bajo potencial edáfico.

Medio: Predominio de combinaciones de alto potencial climático; bajo a medio potencial del relieve y bajo a medio potencial edáfico.

Alto: Predominio de combinaciones de alto a muy alto potencial climático; potencial del relieve medio y potencial edáfico medio.

Muy Alto: Predominio de combinaciones de alto a muy alto potencial climático; potencial del relieve medio y alto a muy alto potencial edáfico.

Cuadro 22. Potencial para la protección de la biodiversidad

Potencial	Área ha	Áreas %
Muy Bajo	2,242.144	20.348
Bajo	137.198	1.245
Medio	329.232	2.988
Alto	3,298.302	29.933
Muy Alto	4,747.405	43.084
Presa	264.719	2.402
<b>TOTAL</b>	<b>11019</b>	<b>100</b>

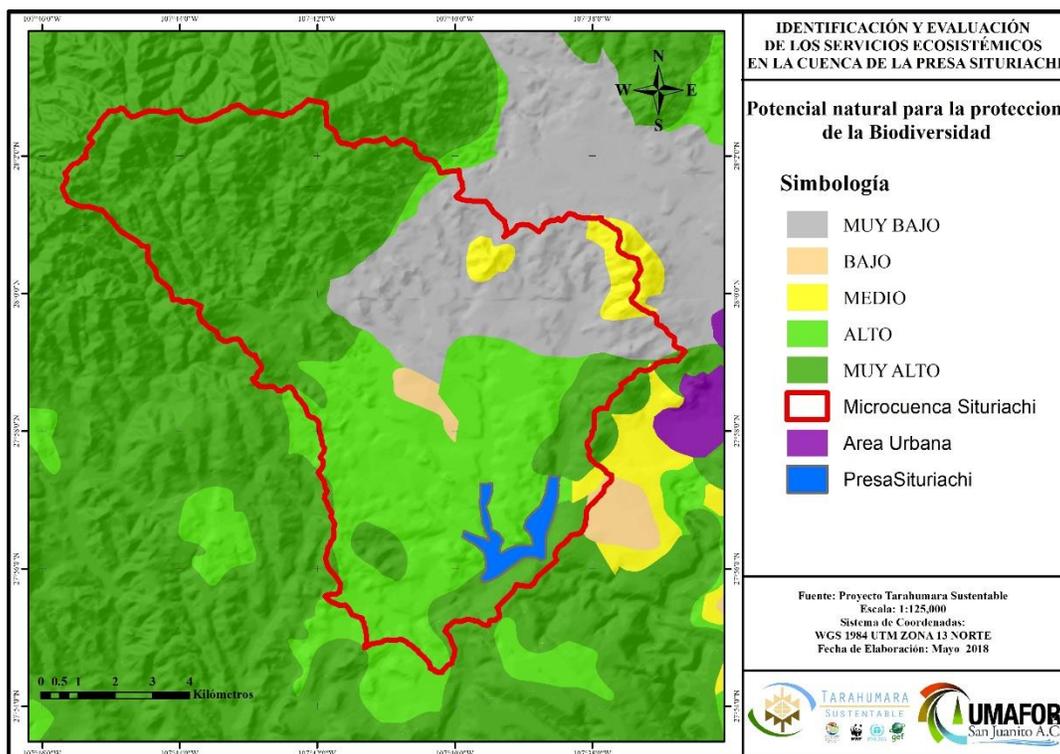


Figura 28. Potencia para la protección de la biodiversidad

POTENCIAL	DEFINICIÓN
Muy Alto	Paisajes con máxima biodiversidad; muy alta riqueza de fauna (mayor a 219 especies) y muy alta riqueza de flora (mayor a 610 especies).
Alto	Paisajes con elevada presencia de biodiversidad; alta riqueza de fauna (hasta 219 especies) y alta riqueza de flora (hasta 610 especies).
Medio	Paisajes con valores medios de presencia de biodiversidad; media riqueza de fauna (en promedio hasta 97 especies) y media riqueza de flora (en promedio hasta 199 especies).
Bajo	Paisajes con valores bajos de presencia de biodiversidad; baja riqueza de fauna (en promedio hasta 42 especies) y baja riqueza de flora (en promedio hasta 79 especies).
Muy Bajo	Paisajes con mínima biodiversidad; muy baja riqueza de fauna (en promedio hasta 15 especies) y muy baja riqueza de flora (en promedio hasta 23 especies).

## 1.2. Diagnostico socioeconómico

La finalidad de este estudio es evaluar problemas y potencialidades que se identifiquen en el área de influencia desde la perspectiva socio-económica con enfoque de género e inclusión social para el Proyecto Tarahumara Sustentable.

El alcance del área de estudio comprende los municipios de Bocoyna y Urique que se abordarán en lo general, para posteriormente enfocarnos al área de influencia con seis “poblados de abastecimiento” de la presa Situriachi; quienes reciben el servicio del abasto de agua entubada para uso doméstico, los cuales se describirán más adelante.

### 1.2.1. Característica histórica de los municipios de Bocoyna y Urique

**Bocoyna** significa “lugar de pinos en Rarámuri” y fue fundada en 1702 por los misioneros jesuitas con el nombre de Nuestra Señora de Guadalupe de Bocoyna, en honor a la Virgen de Guadalupe y al arroyo Bocoyna, región que dependía de Sisoguichi hasta octubre de 1886 año en que perdió su categoría de municipio y pasó a formar parte de Carichi, y por decreto el 20 de noviembre de 1911 ( ((INEGI), I1997) se elevó al rango de municipio.

**Urique** significa "lugar de barrancas", región ocupada por la etnia tarahumara, los jesuitas llegaron a ella en el siglo XVII; se dice que de la rancharía indígena Cuiteco se tenía conocimiento desde 1601, por misioneros que procedían de Durango y Sinaloa.

Urique, cabecera municipal, tiene origen minero. La mina fundadora se llamó El Rosario o La Patrona, fue descubierta por los tarahumaras, pero la denunció el español Juan Tarango Vallejo, el 12 de enero de 1690.

El 14 de diciembre de 1860 fue creado el municipio de Urique, del que fue designada cabecera y al cual dio su nombre, en diciembre de 1866 por decreto del presidente Benito Juárez recibió la categoría de Villa.

---

<sup>1</sup> Rarámuri. Es el pueblo indígena que predomina en la sierra Tarahumara del Estado de Chihuahua y significa “corredor a pie” proviene de las raíces rara (pie) y muri (correr)

En el siguiente cuadro se aprecian los acontecimientos históricos de mayor relevancia en los municipios de estudio.

Cuadro 23. Cronología de hechos históricos

<b>Año</b>	<b>Acontecimiento Bocoyna</b>	<b>Año</b>	<b>Acontecimiento Urique</b>
<b>1676</b>	El misionero Jesuita Antonio Oreña, funda el poblado de Sisoguichi.	1680	Fundación de la Misión de Cerocahui.
<b>1702</b>	Fundación de la misión de Nuestra Señora de Guadalupe de Bocoyna.	1702	Fundación de la Misión de Tubares.
<b>1884</b>	Instalación de un aserradero en San Juanito.	1740	Fundación de la Misión de Guaguachiqui.
<b>1906</b>	En febrero, se funda el pueblo de San Juanito y se instala la Estación del Ferrocarril Chihuahua al Pacífico.	1847	La misión pasó a formar parte del Municipio de Guazapares.
<b>1911</b>	El 20 de noviembre, se da el Decreto de la Legislatura local que crea el municipio de Bocoyna.	1859	La misión se convirtió en Sección Municipal.
<b>1915</b>	El 28 de agosto, las fuerzas villistas, derrotan al Ejército constitucionalista en este municipio.	1860	El 14 de diciembre obtuvo su autonomía municipal.
<b>1922</b>	San Juanito recibe categoría de Sección Municipal.	1866	Perteneció ya como tal al Cantón de Arteaga.
		1866	En diciembre, Don Benito Juárez le otorgó el título de Villa.
<b>1944</b>	El 8 de mayo, se decretó la creación de la Sección Municipal de Creel.	1871	El 22 de diciembre fue proclamado el Plan de Urique.
		1872	Acción de guerra librada el 12 de septiembre en el mineral de Piedras Verdes.

Fuente: Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Estado de Chihuahua.

## 1.2.2. Indicadores sociodemográficos de Bocoyna y Urique

- Cobertura territorial y social

En la figura 29 se muestra la microcuenca Situriachi con sus localidades (donde se profundizará más adelante y en el segundo capítulo de este proyecto).

Los principales poblados del municipio de Bocoyna son; San Juanito, Babureachi, Bocoyna y Creel; mientras que los poblados de abastecimiento de Urique son Areponapuchi y San Rafael.

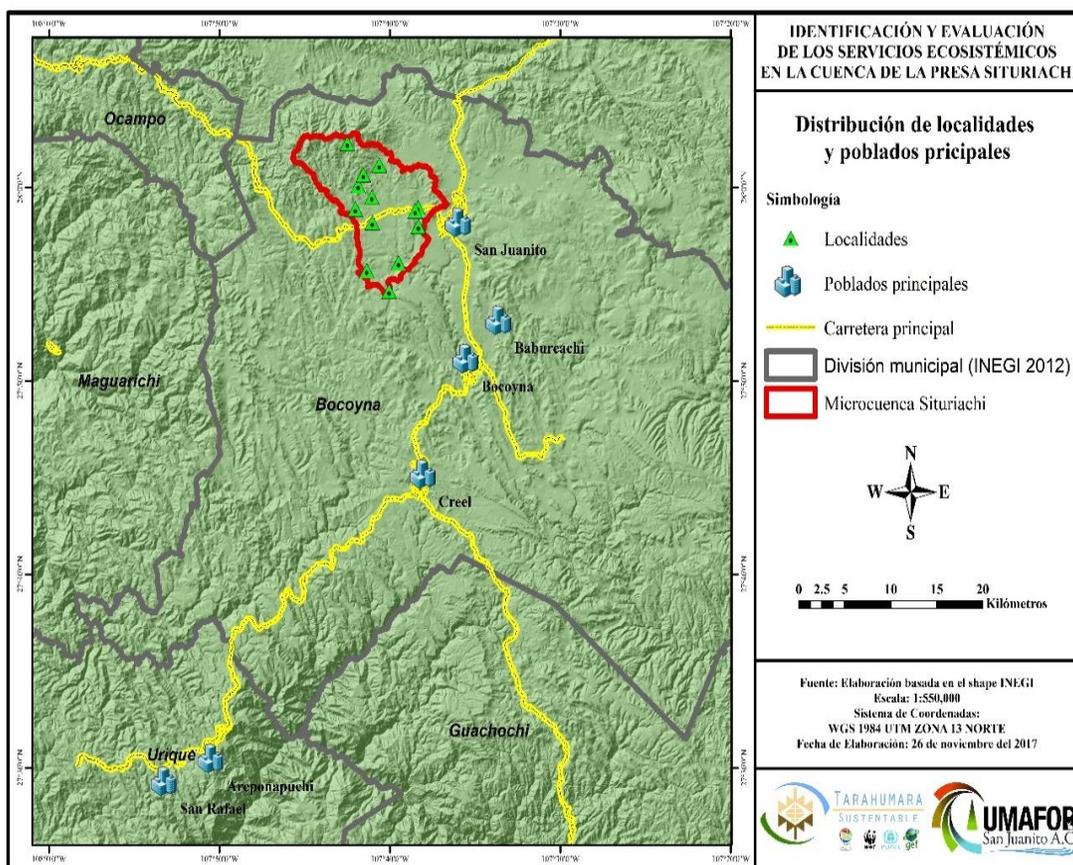


Figura 29. Poblados principales y localidades de la microcuenca Situriachi. Fuente elaboración del proyecto, nov. 2017

Se describirá la población por municipio, poblado de abastecimiento y finalmente localidades que comprenden la microcuenca de Situriachi.

Cuadro 24. Población total, población en pobreza y pobreza extrema. Fuente: CONEVAL e INEGI 2010

Municipio	Población total estatal	Población total del municipio de Bocoyna		Población total en pobreza estatal	Población total en pobreza municipio de Bocoyna y Urique			Población total en pobreza extrema estatal	Población total en pobreza extrema municipio de Bocoyna y Urique		
		Personas	% respecto a la población total estatal		Personas	% respecto de la población total estatal	% respecto de la población total estatal en pobreza		Personas	% respecto de la población total estatal	% respecto de la población total estatal en pobreza extrema
Bocoyna	3,406,465			1,371,600			231,900				
		28,766	0.84		17,125	0.5		1.2	4,592	0.13	1.9
Urique		20,386	0.59		18,205	0.53		1.3	9,043	0.26	3.8

De acuerdo a los datos del (INEGI, 2010) tanto Bocoyna como Urique representan menos del 1% de la población con respecto a la población total en el Estado de Chihuahua. Bocoyna al igual que Urique representan el 0.5% de la población en pobreza<sup>2</sup> y, 0.13% y 0.26% en pobreza extrema<sup>3</sup> respectivamente. Cuadro 24.

La composición de personas por hogar Urique tiene 0.5 veces más personas con respecto a Bocoyna. Un dato interesante a remarcar es el alto porcentaje de jefas de familia en Urique con un 21% mientras que Bocoyna representan sólo el 2% de hogares con una jefatura femenina.

<sup>2</sup> “Una persona se encuentra en situación de pobreza cuando: presenta al menos una carencia social y no tiene un ingreso suficiente para satisfacer sus necesidades. Medición de la pobreza de acuerdo a la Ley Gral. de Desarrollo Social

<sup>3</sup> Una persona se encuentra en situación de pobreza extrema cuando presenta tres o más carencias sociales y su ingreso es menor al valor de la canasta alimentaria. Medición de la pobreza de acuerdo a la Ley Gral. de Desarrollo Social

Cuadro 25. Indicadores sociodemográficos del municipio de Bocoyna y el Estado de Chihuahua.

Indicador	Bocoyna (Municipio)	Urique (Municipio)	Chihuahua (Estado)
<b>Población total, 2010</b>	28,766	20,386	3,406,465
<b>Total de hogares y viviendas particulares habitadas, 2010</b>	7,852	4,804	910,647
<b>Tamaño promedio de los hogares (personas). (2010)</b>	3.6	4.1	3.6
<b>Hogares con jefatura femenina, 2010</b>	174	990	6,488
<b>Grado promedio de escolaridad de la población de 15 o más años. 2010</b>	6.6	4.9	8.8
<b>Total, de escuelas en educación básica y media superior. 2010</b>	174	136	6,488
<b>Personal médico (personas). 2010</b>	65	17	6,285
<b>Unidades médicas. 2010</b>	17	17	575

Fuente: elaboración propia con información del INEGI y CONEVAL.

## Población

- **Población en localidades que influyen en la microcuenca Situriachi**

A continuación, se presenta la población total (INEGI, 2010) desagregada por municipio, localidad y sexo; donde se puede constatar que es relativamente equitativa la relación de hombres y mujeres.

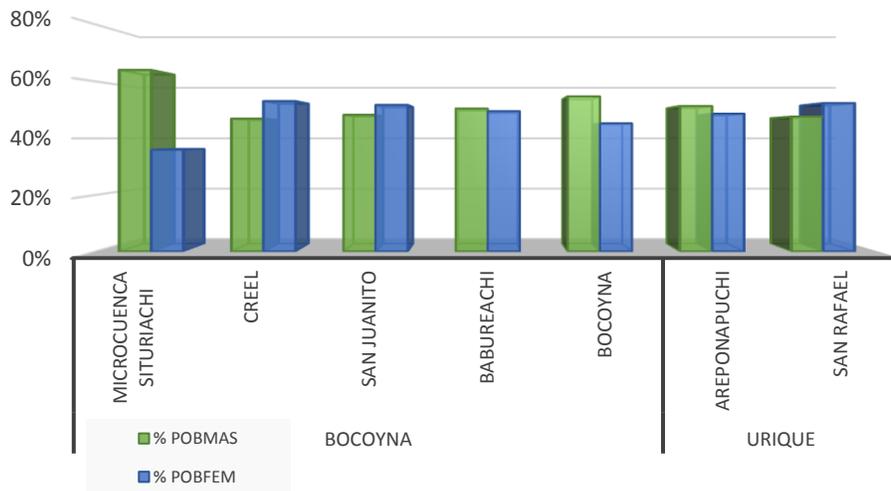
En cuanto al grupo de población de 60 años y más representa el 7.6% de la población total de los poblados de abastecimiento. (INEGI, 2010)

Cuadro 26. Población total de la zona de estudio “Poblados de abastecimiento” desagregados por sexo.

Municipio	Localidad	Pob. Total	Pob. mas	%Pob. mas	Pob. fem	%Pob. fem
Bocoyna	Microcuena Situriachi	50	32	64%	18	36%
	Creel	5,026	2,359	47%	2,667	53%
	San Juanito	10,535	5,084	48%	5,451	52%
	Babureachi	109	55	50%	54	50%
	Bocoyna	212	116	55%	96	45%
Urique	Areponapuchi	224	115	51%	109	49%
	San Rafael	2,160	1,029	48%	1,131	52%

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos del INEGI 2010

% Población desagregada por sexo en la zona de estudio



Fuente Elaboración propia a partir de la base de datos del INEGI 2010. Nov. 2017

Figura 30. % Población desagregada por sexo.

El total de población en la zona de influencia es de 18,316 habitantes, el 48% representado por hombres y el 52% por mujeres, sin embargo; los poblados de abastecimiento dan servicio a una población mayor, ya que los poblados se localizan en el corredor turístico de las Barrancas del Cobre, siendo Creel uno de los tres pueblos mágicos del Estado de Chihuahua junto con Batopilas y Casas Grandes; por lo tanto, el abasto de agua atiende a una población mayor a los habitantes locales, ésta población depende de la temporalidad y afluencia turística, aunado a ello la región tiene una afluencia constante de visitantes por ONG y dependencias de gobierno entre otros.

San Juanito, Bocoyna y Creel poblados de abastecimiento de la presa Situriachi son considerados Zonas de Atención Prioritaria ZAP<sup>4</sup>, por el CONEVAL, por tal motivo se consideró importante destacarlo en este apartado, en el siguiente cuadro 27 se presentan los asentamientos o colonias como ZAP de estos poblados.

Cuadro 27. Zonas de atención prioritaria del municipio de Bocoyna. CONEVAL 2010.

Colonias en (ZAP) <sup>5</sup>					
Localidad	Asentamiento o colonia	Localidad	Asentamiento o colonia	Localidad	Asentamiento o colonia
Bocoyna	Cabecera	San Juanito	Centro	Creel	Centro
	La PilaLos		El Gimnasio		Chapultepec
	La Presa		El Llanito		Cristo Rey
	Músicos		El Panteón		Elevación
San Juanito	Magisterial	San Juanito	El Pinal	Creel	Gran Visión
	Peñitas		El Pozo		La Quinta
	Profortarha		El Seguro		Los Pinos
	Puente viejo		Kilómetro 80		Panteón
	Satélite	Creel	Terminal		Profortarha

- **Población de la microcuenca Situriachi**

Situriachi está conformada por 13 localidades con una población de 50 habitantes de los cuales 32 son hombres y 18 mujeres; distribuidos de la siguiente manera. (INEGI, 2010).

<sup>4</sup> Zona de atención prioritaria.

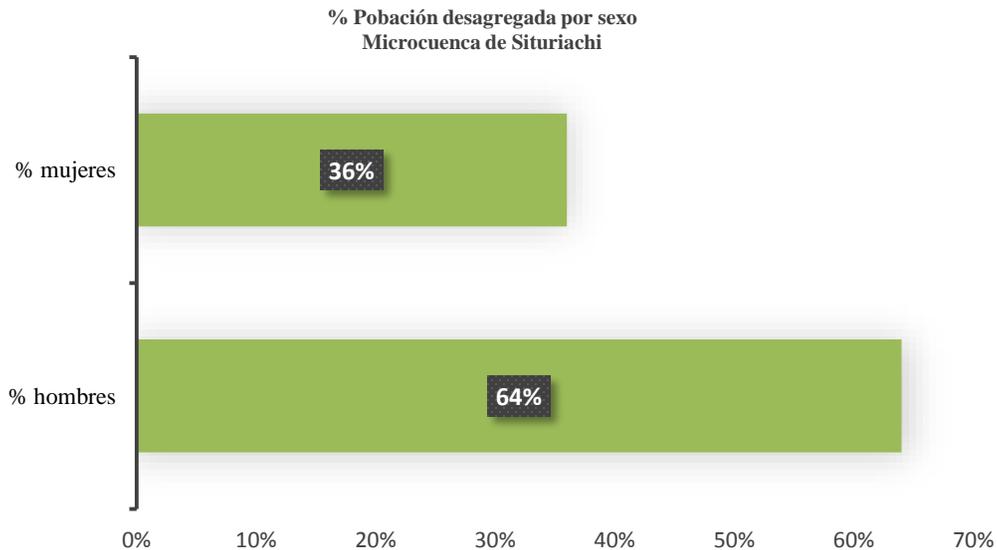
<sup>5</sup> Censo de Población y Vivienda INEGI 2010. • Estimaciones del CONEVAL con base en el MCS-ENIGH 2010 y la muestra del Censo de Población y Vivienda 2010. • Medición Municipal de la Pobreza 2010, CONEVAL

Cuadro 28. Localidades y número de habitantes dentro de la microcuenca Situriachi.

Localidades	Número de Habitantes	Localidades	Número de Habitantes
Mascaritas	4	Los Viveros	1
Guperachi	4	Santa Rita	5
San Isidro	6	Alamillo	3
Situriachi	1	Gomeachi	3
Setiapachi	2	Noritari	4
El Guajolote	1	Guacateachi	2
El Yerbanis	14		

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos del INEGI 2010

El 64% de la población en la microcuenca son hombres y como puede observarse en la figura 31 el número de familias por comunidad es muy pequeño van desde una familia hasta 14 familias.



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos del INEGI 2010 y datos internos de la UMAFOR. Nov. 2017

Figura 31. Porcentaje de población desagregada por sexo en la microcuenca de Situriachi, municipio de Bocoyna.

### 1.2.3. Presencia de población indígena

La mayor presencia de población indígena según el Proyecto Tarahumara Sustentable corresponde a los municipios de Guachochi y Guadalupe y Calvo con un muy alto número de habitantes de la etnia Tarahumara, sin embargo, para el municipio de Bocoyna, área de interés para este proyecto se estima un grado medio de presencia de población indígena con un total de 7,908 habitantes; mientras que Urique se clasifica en grado muy alto. Figura 32 y Cuadro 29.

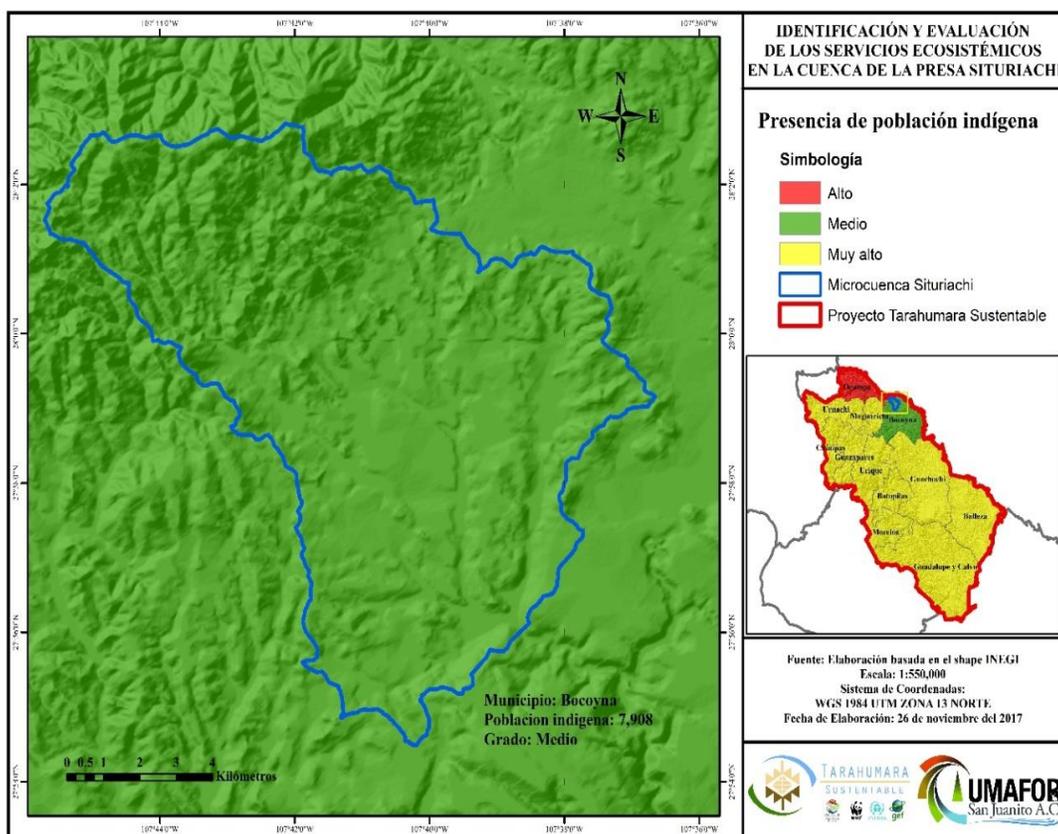


Figura 32. Presencia de población indígena

Cuadro 29. Presencia de población Indígena.

Nombre de Municipio	Población Total	Población Indígena	Presencia	Grado
Bocoyna	28766	7908	Población con presencia indígena	Medio
Urique	20386	11546	Población indígna	Muy alto

### 1.2.4. Gobernadores Indígenas

Los gobernadores indígenas juegan un papel importante en su organización ya que este modo de gobierno lleva poco más de 300 años en la práctica de juicios orales, en la actualidad sigue habiendo gobernadores que convocan a la población, a escuchar a la gente, plantean los problemas a la comunidad y advierten de los peligros que acechan la tranquilidad de los pueblos, también dan consejo a quienes actuaron mal y advierten de ese comportamiento a los demás. En las comunidades los gobernadores son puente entre la comunidad y las autoridades ejidales.

En la microcuenca Situriachi, según datos de la Coordinación Estatal de la Tarahumara (CET), de Gob., del Estado de Chihuahua, se tiene identificados cuatro gobernadores Indígenas. Al momento de los trabajos de campo, de las entrevistas realizada, solo fue identificada, en el lugar señalado, a la gobernadora indígena del ejido Piedra Bola en la ranchería los Tapastes mpio., Bocoyna Chihuahua. Quien responde al nombre de Rosa Cruz Escobar.

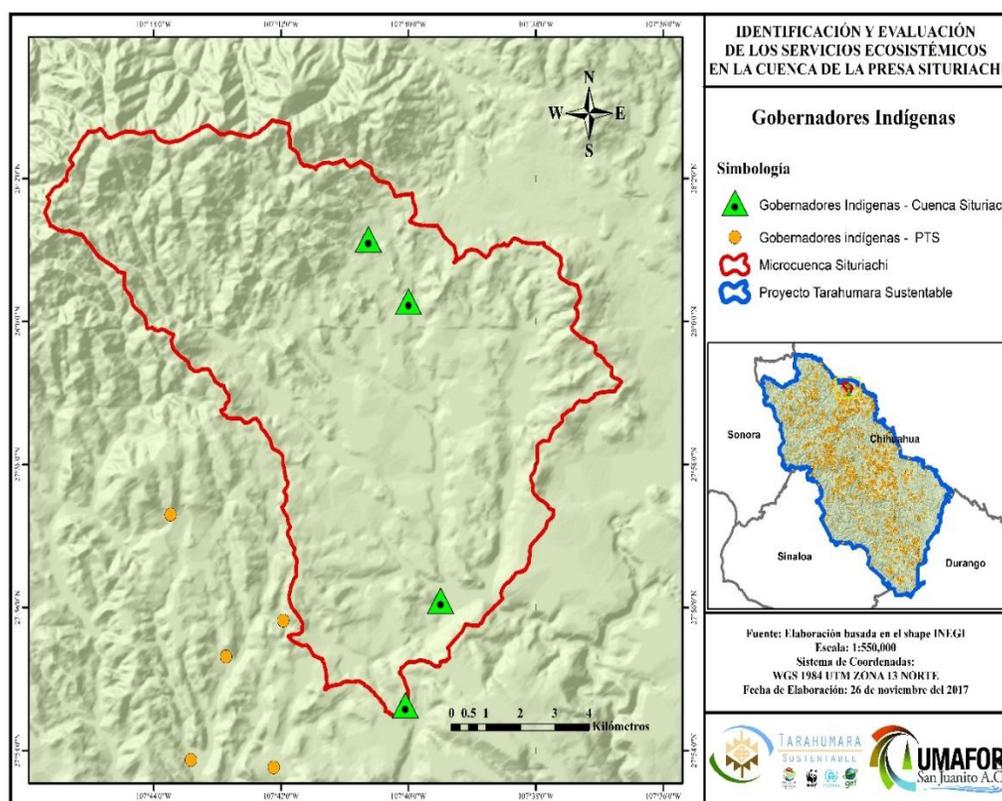


Figura 33. Gobernadores indígenas en la microcuenca Situriachi

### 1.2.5. Índice de Rezago Social

Es una medida que agrega varias variables, es decir, proporciona el resumen de las carencias sociales de la medición de pobreza del CONEVAL; *rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, acceso a los servicios básicos de la vivienda, y acceso a la alimentación*, en un solo índice que tiene como finalidad ordenar a las unidades de observación según sus carencias sociales.

En la figura 34 se muestra a nivel estatal los porcentajes de pobreza extrema y moderada; el 3.6% son personas en pobreza extrema y el 31.5% de personas en pobreza moderada.

El porcentaje de población vulnerable por carencias sociales fue de 27.4, es decir, aproximadamente 989,000 personas, las cuales, aun cuando tuvieron un ingreso superior al requerido para cubrir sus necesidades, presentaron una o más carencias sociales; 10.7 por ciento correspondió a la población vulnerable por ingreso, lo que se tradujo en aproximadamente 387,000 personas sin carencias sociales, pero con un ingreso inferior o igual al ingreso mínimo para cubrir sus necesidades básicas.

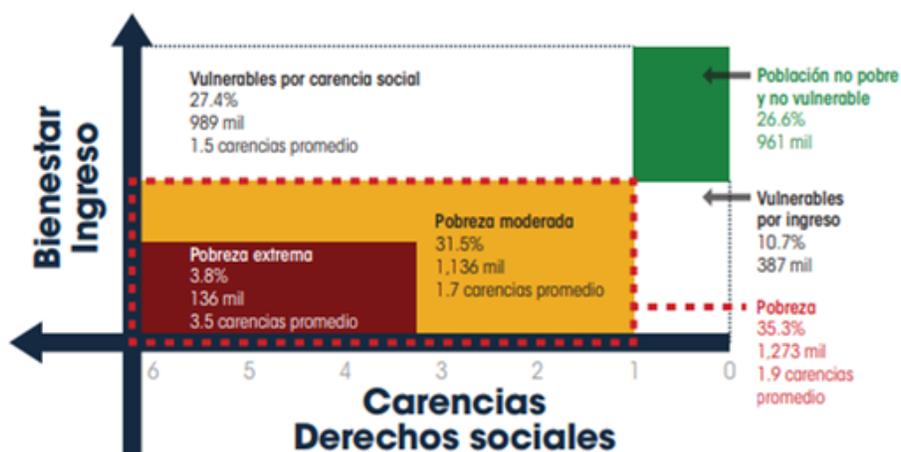


Figura 34. Carencia de derechos sociales

#### Bocoyna:

- En el 2010 se estimó un 65.9% de la población en condiciones de pobreza, esto es, 18,956 personas
- Poco más de la mitad 9,009 personas en condiciones de pobreza moderada y el 17% en pobreza extrema, lo que equivale a 3,222 personas casi dos tercios de la población de Creel.

**Urique:**

- En 2010, 18,205 individuos (86.8% del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 9,162 (43.7%) presentaban pobreza moderada y 9,043 (43.1%) estaban en pobreza extrema.
- Es notorio que las condiciones de Urique son más críticas que las de Bocoyna., por lo que aún falta mucho por hacer.



Figura 35. Medición multidimensional de la pobreza en Bocoyna y Urique respectivamente. CONEVAL 2010

En los siguientes cuadros podemos ver el índice comparativo de rezago y grado social, así como el lugar que ocupan los municipios y localidades a nivel nacional.

Cuadro 30. Población total, índice y grado de rezago social a nivel nacional, estatal y por municipio, 2010

Tipo	Población total	Índice de rezago social	Grado de rezago social	Lugar que ocupa en el contexto nacional
Nacional	112,336,538	-	-	-
Chihuahua	3,406,465	-0.4991516	Bajo	23
Bocoyna	28,766	0.82217	Alto	500
Urique	20,386	2.28555	Muy alto	52

Fuente: elaboración propia con información del CONEVAL.2010<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Nota1: para los indicadores de rezago social se consideran únicamente las viviendas particulares habitadas  
 Nota2: el cálculo de los indicadores, índice y grado de rezago social se realiza con la base de datos "Principales resultados por localidad (ITER)"

Fuente: estimaciones del CONEVAL con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

Cuadro 31. Indicador promedio de carencias por municipio y estatal

Indicador	Bocoyna (Municipio)	Urique (Municipio)	Chihuahua (Estado)
Numero promedio de carencias para la población en situación de pobreza, 2010	2.5	3	2.1
Numero promedio de carencias para la población en situación de pobreza extrema. 2010	3.8	3.9	3.7

Para el caso de Bocoyna una carencia promedio de 2.5 para una población en situación de pobreza; significa que la población no cuenta con al menos dos y medio de los indicadores arriba mencionados. Toda vez, que Urique carece de tres indicadores en la misma situación de pobreza.

En el siguiente cuadro se puede apreciar el tipo de la carencia social por municipio y su porcentaje con respecto al total de personas por municipio.

Cuadro 32. Indicadores de carencia social por municipio. CONEVAL 2010

<b>Bocoyna</b>		
<i>Indicadores de carencia social</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Número de personas</i>
Rezago educativo	23.6	6,143
Acceso a los servicios de salud	25.5	6,631
Acceso a la seguridad social	74.6	19,383
Calidad y espacios de la vivienda	17.1	4,446
Acceso a los servicios básicos en la vivienda	31.6	8,201
Acceso a la alimentación	33.4	8,677
<b>Urique</b>		
<i>Indicadores de carencia social</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Número de personas</i>
Rezago educativo	39	8,172
Acceso a los servicios de salud	26.8	5,609
Acceso a la seguridad social	91.7	19,224
Calidad y espacios de la vivienda	26	5,441
Acceso a los servicios básicos en la vivienda	69.4	14,546
Acceso a la alimentación	28.8	6,038

De acuerdo a los datos del CONEVAL 2010 para el caso del municipio de Bocoyna los indicadores con mayor carencia social son el acceso a la seguridad social con una población de 19,383 personas, seguido por el acceso a la alimentación con un 33.4% el caso de Urique la situación se vuelve más crítica ya que todos sus indicadores están arriba del 26%

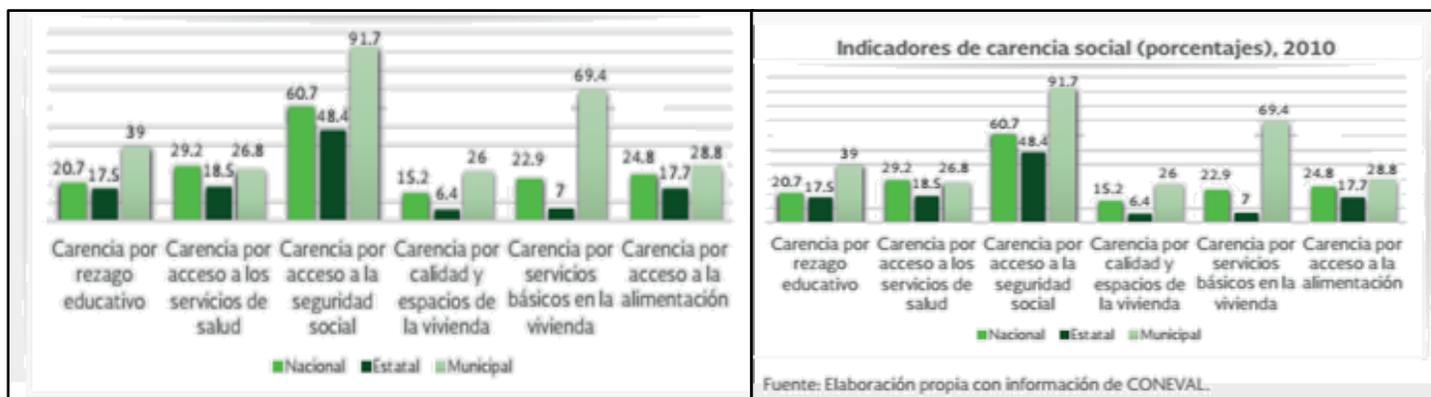


Figura 36. Indicadores de carencia social (porcentaje) de Bocoyna y Urique respectivamente 2010

### Bocoyna;

- La carencia por acceso a la alimentación representa un 74.6% equivalente a 21,459 personas, el déficit alimentario es muy alto a pesar de ser un municipio muy intervenido por instituciones, gobierno y ONG
- Otro indicador que sobre pasa el 30% es la carencia a los servicios básicos en la vivienda y el acceso a la alimentación. Situación crítica para el municipio.

### Urique:

- En 2010, la condición de rezago educativo afectó a 39% de la población, lo que significa que 8,172 individuos presentaron esta carencia social.
- En el mismo año, el porcentaje de personas sin acceso a servicios de salud fue de 26.8%, equivalente a 5,609 personas.
- La carencia por acceso a la seguridad social afectó a 91.7% de la población, es decir 19,224 personas se encontraban bajo esta condición.
- El porcentaje de individuos que reportó habitar en viviendas con mala calidad de materiales y espacio insuficiente fue de 26% (5,441 personas).
- El porcentaje de personas que reportó habitar en viviendas sin disponibilidad de servicios básicos fue de 69.4%, lo que significa que las condiciones de vivienda no son las adecuadas para 14,546 personas.
- La incidencia de la carencia por acceso a la alimentación fue de 28.8%, es decir una población de 6,038 personas.

En el siguiente cuadro 33 tenemos desagregados los datos por municipio y localidad, así como el lugar que ocupan a nivel nacional, si bien de acuerdo al CONVEVAL el grado de rezago es bajo y muy bajo no significa que los poblados tengan todos los servicios de educación, salud, vivienda y alimentación cubiertos al cien por ciento.

Cuadro 33. Población total, índice y grado de rezago social por localidades en los poblados de abastecimiento, 2010

Municipio	Localidad	Población total	Índice de rezago social	Grado de rezago social	Lugar que ocupa en el contexto nacional
	Bocoyna	796	-0.88212	Bajo	85,963
	Creel	5,026	-1.272172	Muy bajo	100,929
Bocoyna	San Juanito	10,535	-0.868182	Bajo	85,295
	Babureachi	109	-0.39422	Bajo	63,184
Urique	Areponapuchi	224	-0.516172	Bajo	68,704
	San Rafael	2,160	-0.6312	Bajo	74,118

Fuente: elaboración propia con información del CONEVAL.2010<sup>7</sup>

El 54% de la población del municipio de Bocoyna se concentra en San Juanito y Creel con un 37% y 17% respectivamente sin considerar la población flotante que hay en Creel.

Siendo Creel Pueblo Mágico es muy importante contar con todos los servicios básicos que garanticen el abasto y suministro para el desarrollo del turismo en la región.

El índice de rezago social en la microcuenca de Situriachi que aquí se presenta se calculó a nivel municipal definidos por nivel Alto y Muy alto, donde se puede apreciar que el nivel de rezago para el municipio de Bocoyna es de Alto, para la microcuenca se calculó a nivel localidad donde los datos muestran un grado medio de rezago social. Figura 37.

<sup>7</sup> Nota1: para los indicadores de rezago social se consideran únicamente las viviendas particulares habitadas  
Nota2: el cálculo de los indicadores, índice y grado de rezago social se realiza con la base de datos "Principales resultados por localidad (ITER)"

Fuente: estimaciones del CONEVAL con base en el Censo de Población y Vivienda 2010

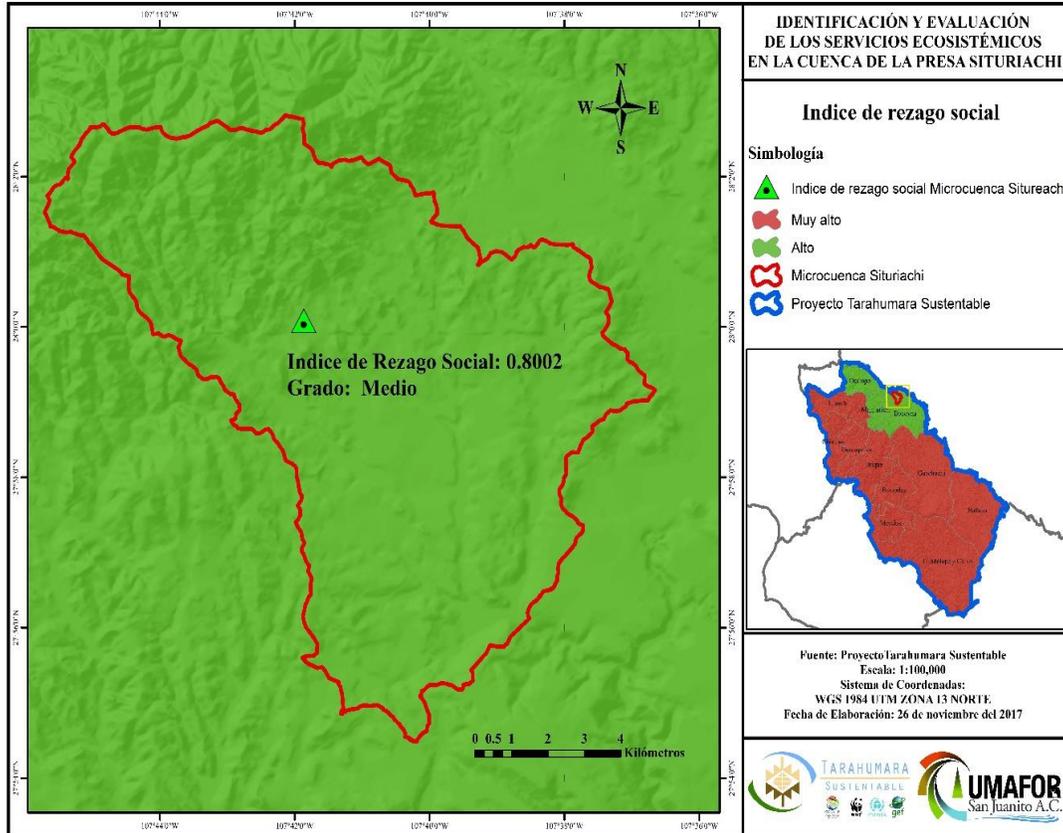


Figura 37. Índice de rezago social

En el segundo capítulo de este proyecto se abordará más sobre las características socioeconómicas de las localidades dentro de la microcuenca Situriachi.

### 1.2.6. Indicadores económicos

Los indicadores económicos son una serie de datos estadísticos que permiten evaluar y predecir las tendencias económicas de un país, siendo señales resultantes del comportamiento de las principales variables económicas, financieras y monetarias que a través de un análisis comparativo se observa entre un período de tiempo determinado y otro. Identificando así aquellas variables que inciden en el incremento y disminución de los indicadores y su relevancia en la economía nacional.

En economía, se manejan seis indicadores (PIB, Tasas de interés, Índice de Precios y Cotizaciones, Tasa de Desempleo, Balanza de Pago) por su complejidad y datos insuficientes para todos los indicadores a nivel local, sólo nos centraremos en el PIB y tasa de desempleo

estatal, se complementará la información económica con datos de la PEA<sup>8</sup>, coeficiente de Gini<sup>9</sup> y el índice de desarrollo humano para el área de estudio

### 1.2.6.1. Producto interno bruto

El PIB es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un período determinado, la variación porcentual del estado en 2016 es de 5.1%, por arriba de la media nacional que es de 2.7% y su contribución al crecimiento de la valoración nacional es de 0.16%

La participación por actividad económica, en valores corrientes, 2016

- Sector primario representa un 6.7%
- Sector secundario con un 43.7%
- Sector terciario en un 49.6%

Teniendo una participación porcentual en valor corriente<sup>10</sup> de 3.4% en el 2016, que se muestra en la siguiente figura 38.

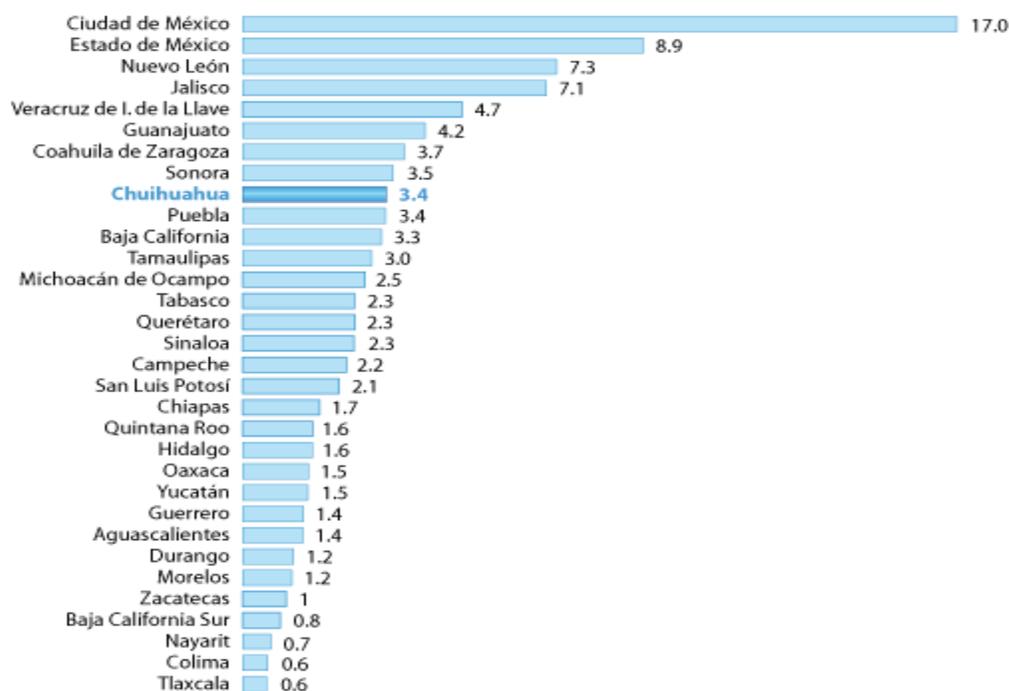


Figura 38. Participación estatal en el Producto Interno Bruto (año 2016).

<sup>8</sup> Población económicamente activa

<sup>9</sup> Es una medida de la desigualdad ideada por el estadístico italiano Corrado Gini. Normalmente se utiliza para medir la desigualdad en los ingresos, dentro de un país, pero puede utilizarse para medir cualquier forma de distribución desigual. Es un número entre 0 y 1, en donde 0 se corresponde con la perfecta igualdad

<sup>10</sup> PIB nominal (o a precios corrientes): Es el valor monetario de todos los bienes y servicios de *consumo final producidos por una economía durante un periodo determinado de tiempo (un trimestre, un semestre o un año), calculado utilizando los precios de mercado de ese mismo periodo*

### 1.2.6.2. Tasa de desempleo

La tasa de desempleo es entendida como el número de desempleados dividido por la población activa, y se expresa en forma de porcentaje.

Es decir, no es una proporción entre el total de la gente desempleada y el total de la población, sino el de aquella que se denomina "económicamente activa".

En la actualidad en el país la TD es de 4.8%, a nivel estatal es de 3.9 y a nivel local (pobladitos que se abastecen de la microcuenca Situriachi) 4.1% lo que se considera por arriba de la TD estatal. Véase a continuación.

Cuadro 34. Tasa de desempleo.

Poblados principales	Tasa de desempleo
Creel	2.3%
San Juanito	3.5%
Babureachi	6.6%
Bocoyna	4%
Areponapuchi	5.6%
San Rafael	7.3%
Estado de Chihuahua	3.9%
República Mexicana	4.8%

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos del INEGI 2010

### 1.2.6.3. Población económicamente activa

La PEA en la zona de estudio es de 6,781 personas; el 66% corresponden a hombres mientras que el 34% son mujeres. El 88% de la población total pertenece o se ubica en el municipio de Bocoyna lo que representan el 35,52% del total de los habitantes de los poblados de abastecimiento, de estas 6,781 personas 4,482 corresponden al sexo masculino y 2,299 al femenino, en el siguiente cuadro 35 y figura 39 se observa el porcentaje de PEA en relación a la población total de los poblados principales.

Cuadro 35. Población Económicamente Activa de la zona de estudio, INEGI 2010

Nom. Localidad	PEA	PEA_M	PEA_F
Creel	2,002	1,197	805
San Juanito	3,888	2,658	1,230
Babureachi	30	28	2
Bocoyna	25	12	13
Areponapuchi	108	67	41
San Rafael	728	520	208

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos del INEGI 2010

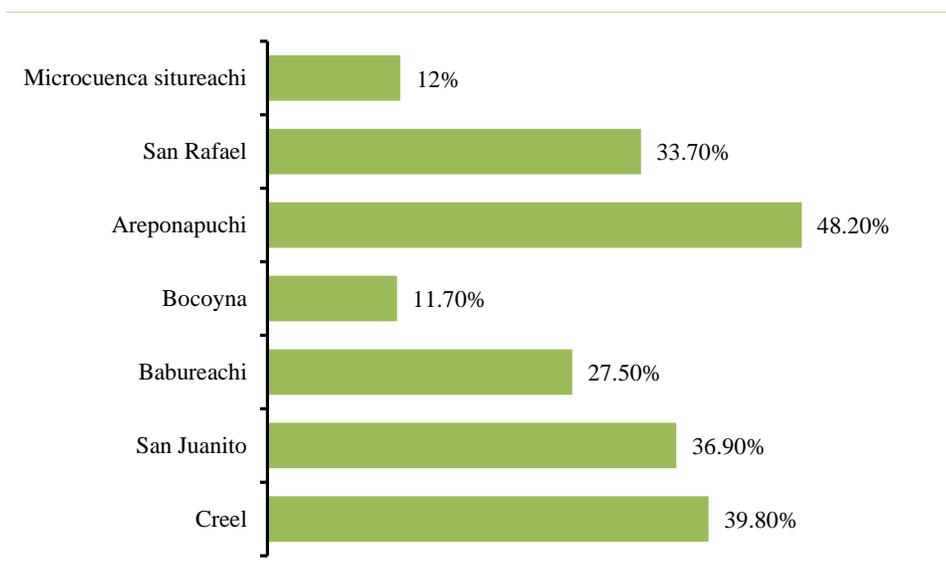


Figura 39. Población Económicamente Activa

#### 1.2.6.4. Población no Económicamente Activa

Se define como las personas de 12 años y más, pensionadas o jubiladas, estudiantes, dedicadas a los quehaceres del hogar, que tienen alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar. Por lo tanto, se estimó que en los poblados principales existe un total de 6,660 personas no económicamente activas, que representa el 34.85% del total de los habitantes, de estas 6,660 personas 1,833 corresponden al sexo masculino y 4,827 al femenino. A continuación, se presenta el porcentaje de este concepto en relación a la población total.

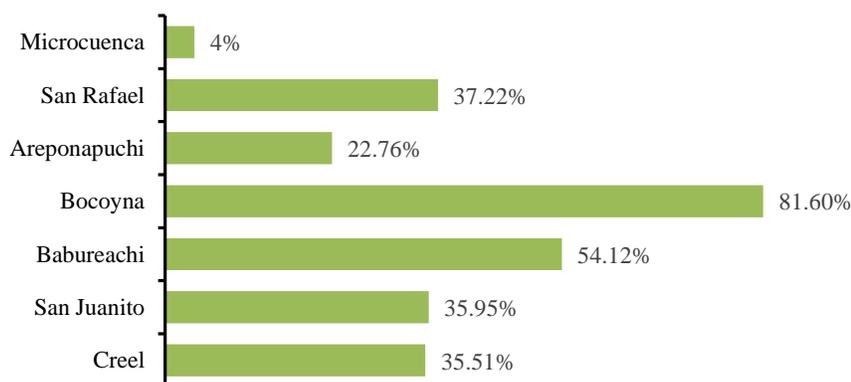


Figura 40. Población no económicamente activa por PD<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Poblados de Abastecimiento

### 1.2.6.5. Población Ocupada

Personas de 12 a 130 años de edad que trabajaron o que no trabajaron, pero si tenían trabajo en la semana de referencia, de acuerdo al INEGI 2010 se determinó un total de 6,552 personas ocupadas, que representan el 34.29% del total de los habitantes de los poblados principales, de estas 6,552 personas 4,293 corresponden son hombres y 2,259 mujeres, a continuación, se presenta el porcentaje de población ocupada, en relación a la población total de cada uno de ellos.

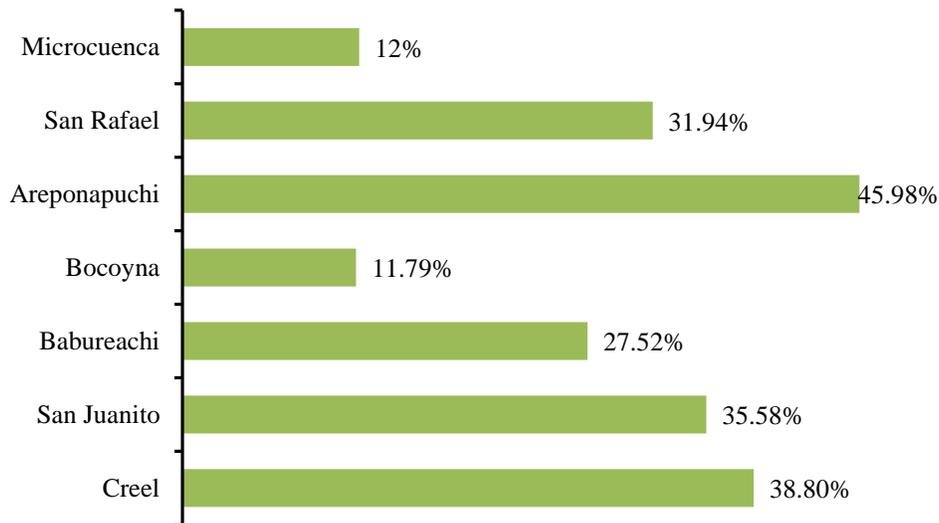


Figura 41. Población ocupada

### 1.2.6.6. Población Desocupada

Personas de 12 a 130 años de edad que no tenían trabajo, pero buscaron trabajo en la semana de referencia, para los PD se encontró un total de 421 personas en población desocupada, que representa el 1.5% del total de los habitantes, de estas 421 personas 347 corresponden al sexo masculino y solo 74 personas al sexo femenino. A continuación, se presenta el porcentaje de población desocupada.

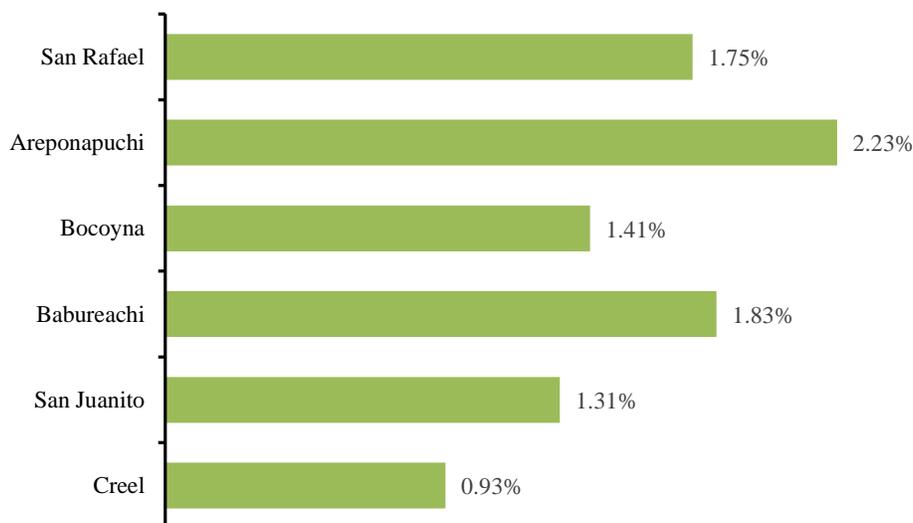


Figura 42. Población desocupada

### 1.2.7. Coeficiente de Gini

De acuerdo al Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), el coeficiente de Gini, mide la desigualdad económica de una sociedad, mediante la exploración del nivel de concentración que existe en la distribución de los ingresos entre la población. El coeficiente de Gini toma valores entre 0 y 1; un valor que tiende a 1 refleja mayor desigualdad en la *distribución* del ingreso. Por el contrario, si el valor tiende a cero, existen mayores condiciones de equidad en la distribución del ingreso. Para 2010, la información se construyó tomando en cuenta el ingreso corriente per cápita que se utiliza para la medición multidimensional de la pobreza.

Somos un estado con un alto grado de cohesión social, lo que significa que existen grandes diferencias entre las condiciones de vida de la población de un mismo municipio. El indicador utiliza la información del Índice de marginación calculado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) y genera la siguiente clasificación. Ver a continuación.

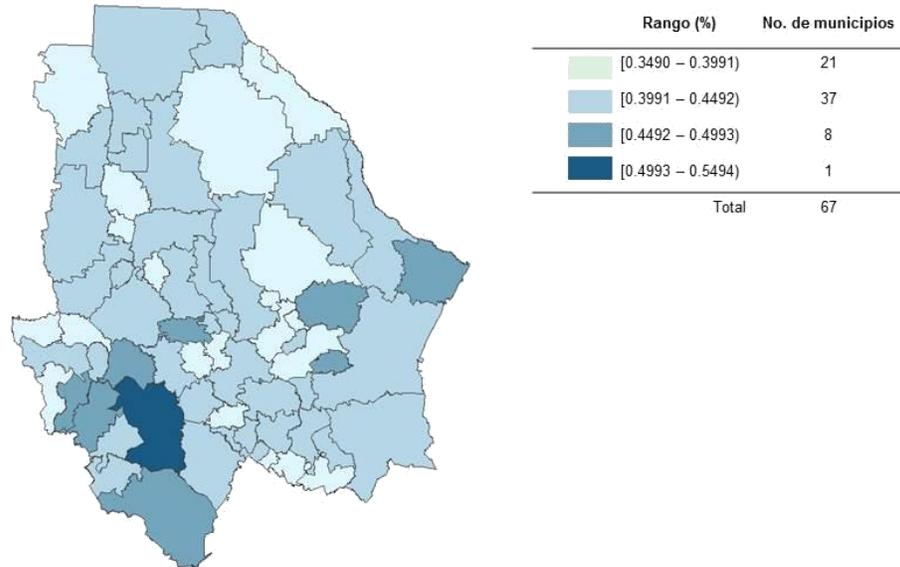


Figura 43. Coeficiente de Gini a nivel estatal

La desigualdad es evidente a nivel estatal, para el Municipio de Bocoyna el coeficiente es de 0.462992, es seguro que se requiere aún de una gran labor para disminuir este coeficiente hacia una distribución más igualitaria entre los habitantes de un mismo municipio. Figura 43 y Cuadro 36.

Cuadro 36. Coeficiente Gini

Municipio	Coefficiente de Gini	Razón de ingreso <sup>1</sup>	Grado de cohesión social <sup>2</sup>
Chihuahua Estado	0.473	0.09	Alta cohesión social
Bocoyna	0.463	0.10	Alta cohesión social
Chihuahua	0.422	0.13	Alta cohesión social
Urique	0.485	0.09	Baja cohesión social

Una sociedad igualitaria y justa tendrá un alto grado de cohesión social, ya que sus integrantes forman parte de un mismo colectivo con intereses y necesidades comunes. En cambio, si la **sociedad** tiene una gran desigualdad, no habrá cohesión y los ciudadanos tendrán conductas enfrentadas.

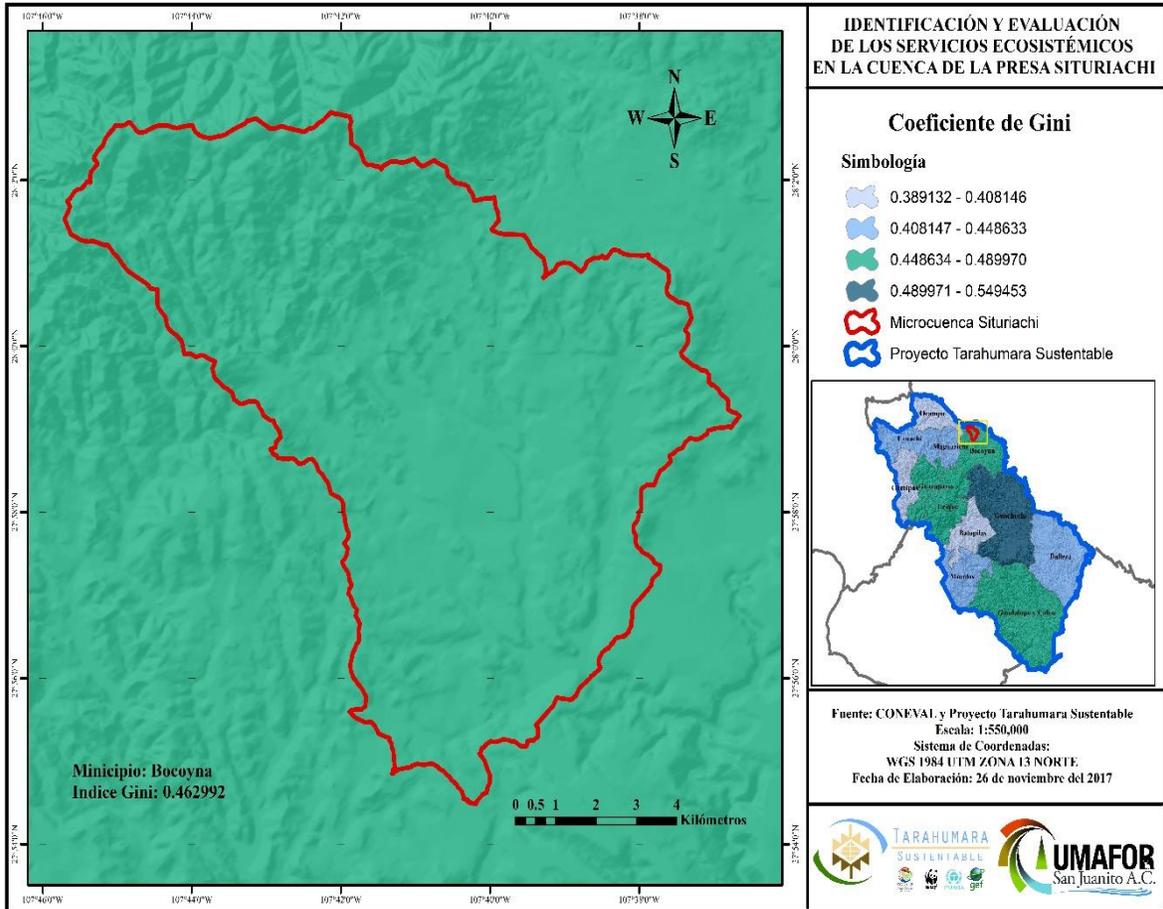


Figura 44. Coeficiente de Gini

En esta imagen se puede apreciar la distribución de la riqueza mediante el coeficiente de Gini en el área de estudio de este proyecto.

### 1.2.8. Índice de desarrollo humano

El índice de desarrollo humano determina tres indicadores, salud, educación e ingresos, esto con el fin de determinar el nivel de desarrollo de un país. De acuerdo al Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, (PUND). Fue ideado con el objetivo de conocer, no sólo los ingresos económicos de las personas en un país, sino también para evaluar si el país aporta a sus ciudadanos un ambiente donde puedan desarrollar mejor o no su proyecto y condiciones de vida.

Cuadro 37. Categorías de desarrollo humano y población en las entidades federativas (2012).

<b>Categoría de IDH</b>	<b>Población</b>	<b>% de población</b>
Muy alto (0.760 - 0.830)	26,081,655	22.2
Alto (0.745 - 0.760)	35,589,276	30.3
Medio (0.723 - 0.742)	17,528,743	14.9
Bajo (0.667 - 0.720)	38,110,829	32.5

El índice de desarrollo humano en Chihuahua para el 2012 fue de 0.734 colocándose en la categoría de Medio.<sup>12</sup>

Chihuahua ocupa las siguientes posiciones de acuerdo a los siguientes índices para el 2012.

- Índice de salud: 0.779 en la posición 32
- Índice de educación: 0.620 en la posición 16, bajando una posición con respecto al 2010
- Índice de ingreso: 0.820 ubicado en 7ma posición.

Se estima que para alcanzar un IDH comparable al de CD. De Mex.le llevaría al estado unos 200 años.

Para el municipio de Bocoyna se determinó un Índice de Desarrollo Humano de 0.626 lo que representa un grado Muy alto. Figura 45.

---

<sup>12</sup> Índice de Desarrollo Humano para las entidades federativas, México 2015 Avance continuo, diferencias persistentes. PNUD 2015

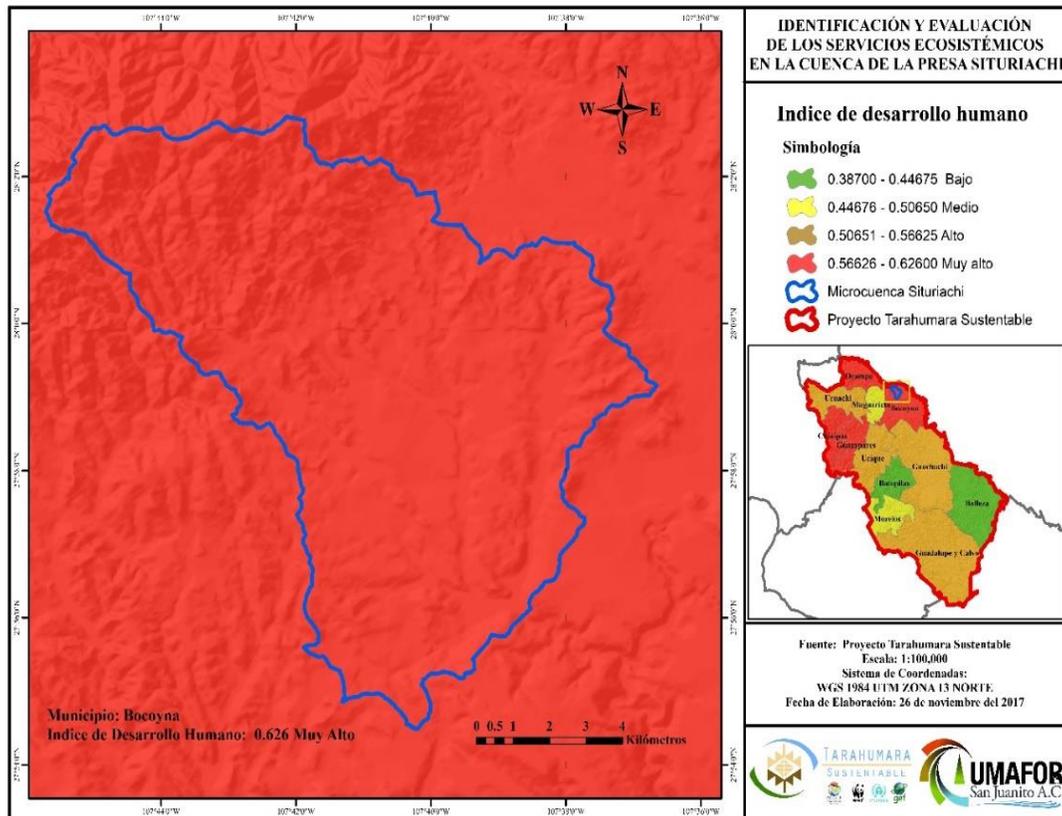


Figura 45. Índice de desarrollo humano

### Conclusiones del diagnóstico socioeconómico

El diagnóstico socioeconómico nos indica que en el territorio de intervención el rezago social es de alto a muy alto, con al menos tres carencias sociales siendo una de las más altas el acceso a la seguridad social y el acceso a la alimentación, además de estar por debajo de la línea de bienestar económico (para zonas rurales es de \$ 800.00/mes).

La educación, salud, seguridad social, vivienda, servicios básicos y alimentación son derechos de cada uno de las y los ciudadanos que conformamos una comunidad, si se niegan estos derechos o no son atendidos por el Estado, difícilmente podremos superar el índice de rezago social.

La PEA se sitúa en Creel con un 39.8% seguido de San Juanito con un 36.9% entre estos dos poblados se concentra la mayor actividad económica del municipio; en contraste con Bocoyna que representa el 86 % de su población no es activa económicamente.

Es necesario encontrar mecanismos que coadyuven al desarrollo de los pueblos respetando su soberanía y tradiciones, buscando condiciones de igualdad o minimizando las brechas de desigualdad en todos los ámbitos socioeconómicos.

## CAPITULO 2.

### Diagnóstico de las acciones de conservación, uso y aprovechamiento de los recursos naturales realizadas en la microcuenca y su impacto en la población y economía de la región.

#### 2.1. Acciones de conservación

Durante los últimos 20 años, la región de la microcuenca de la presa Situriachi, ha emprendido acciones de conservación uso y aprovechamiento de los recursos naturales, los primeros permisos de aprovechamientos maderables datan de los años 70 y siguen constituyendo hasta la fecha el principal sustento económico de los habitantes de la región. Desde la creación de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) se han logrado captar recursos para realizar trabajos complementarios al aprovechamiento maderable, principalmente enfocados a restauración de suelos, combate y prevención de incendios forestales, combate de plagas forestales, industria forestal, capacitación, certificación forestal, cultivo forestal, compensación ambiental, además de diferentes estudios regionales avocados a apoyar el desarrollo forestal sustentable de la región. Sin embargo, los esfuerzos aún siguen siendo insuficientes, la región sigue teniendo graves problemas de pobreza, suelos erosionados, una creciente ola de incendios forestales que han azotado a la región en los últimos años, el sector forestal aún sigue siendo un gremio carente de industria y tecnificación en los procesos de transformación de materias primas, además en los últimos años la región ha sido azotada por un grave problema de clandestinaje de madera, que a acabo con gran parte de los activos forestales de los predios de la región y desarticulando los tratamientos silvícolas que se siguen de los programas de manejo forestal maderable.

En los últimos años se encuentran organizaciones apoyadas por organismos internacionales que buscan una agenda común para el desarrollo sustentable en la región de la tarahumara, un claro ejemplo de esto el Proyecto Tarahumara Sustentable. En los siguientes cuadros se enlistan todos los proyectos que han sido apoyados por el programa nacional forestal (PRONAFOR) en los predios que tienen influencia en la microcuenca, en el periodo comprendido de 2001-2017.

Cuadro 38. Proyectos apoyados por la Comisión Nacional Forestal, en el ejido El Retiro y Gumeachi.

PREDIO	MUNICIPIO	APOYO	SUPERFICIE	MONTO TOTAL	APORTACION PRODEFOR	APORTACION SOLICITANTE
Ejido El Retiro Y Gumeachi	Bocoyna	Capacitación	-	\$ 65,902		
Ejido El Retiro Y Gumeachi	Bocoyna	Cuencas Prioritarias	156	\$ 1,153,347		
Ejido El Retiro Y Gumeachi	Bocoyna	Cultivo Forestal	4,382	\$ 3,963,517	\$ 2047929.20	\$ 1,283,354.30
Ejido El Retiro Y Gumeachi	Bocoyna	Prevención y Combate de incendios	-	\$ 16,400		
Ejido El Retiro Y Gumeachi	Bocoyna	Programa de Manejo Forestal	8,613	\$ 2,540,428	\$ 1,888,117.20	\$ 1,212,304.80
Ejido El Retiro Y Gumeachi	Bocoyna	Programa de Manejo Silvestre	-	\$ 13,750		
Ejido El Retiro Y Gumeachi	Bocoyna	Promotor Forestal Comunitario		\$ 107,030		

Ejido El Retiro Y Gumeachi	Bocoyna	Reforestación	111	313,901		
Ejido El Retiro Y Gumeachi	Bocoyna	Servicios Ambientales Hidrológicos	3,344	3,347,811		
<b>TOTAL</b>			<b>16,606</b>	<b>11,522,086</b>		

Fuente: Elaboración propia, a partir de las asignaciones de los apoyos de COANFOR.

**Cuadro 39. Proyectos apoyados por la Comisión Nacional Forestal, en el ejido Piedra Bola, Guachavetavo y Anexa.**

PREDIO	MUNICIPIO	APOYO	SUPERFICIE	MONTO TOTAL	APORTACION PRODEFOR	APORTACION SOLICITANTE
Ejido Piedra Bola, Guachavetavo y Anexas	Bocoyna	Áreas de alto Valor para la Conservación	-	\$ 100,000.00		
Ejido Piedra Bola, Guachavetavo y Anexas	Bocoyna	Auditoría Técnica Preventiva	1,258.00	\$ 55,899.55		
Ejido Piedra Bola, Guachavetavo y Anexas	Bocoyna	Capacitación		\$88,089.60	\$ 57,111.60	\$ 31,930.80
Ejido Piedra Bola, Guachavetavo y Anexas	Bocoyna	Certificación Nacional		\$ 110,260.00		
Ejido Piedra Bola, Guachavetavo y Anexas	Bocoyna	Acompañamiento a la Certificación		\$ 140,000.00		
Ejido Piedra Bola, Guachavetavo y Anexas	Bocoyna	Cultivo Forestal	45	\$ 54,000.00		
Ejido Piedra Bola, Guachavetavo y Anexas	Bocoyna	Equipamiento al Silvicultor		\$ 315,000.00		
Ejido Piedra Bola, Guachavetavo y Anexas	Bocoyna	Prevención y Combate de incendios		\$134,454.50	\$ 26,000.00	\$ 14,000.00
Ejido Piedra Bola, Guachavetavo y Anexas	Bocoyna	Programa de Manejo	5,096	\$410,790.00	\$ 124,095.00	\$73,799.00
Ejido Piedra Bola, Guachavetavo y Anexas	Bocoyna	Programa Predial de Desarrollo Integral de Mediano Plazo		\$ 58,000.00		
Ejido Piedra Bola, Guachavetavo y Anexas	Bocoyna	Promotor Forestal Comunitario		\$119,927.00		
Ejido Piedra Bola, Guachavetavo y Anexas	Bocoyna	Reforestación	66.8	\$169,956.00		
Ejido Piedra Bola, Guachavetavo y Anexas	Bocoyna	Restauración Integral	271	\$678,643.50		
Ejido Piedra Bola, Guachavetavo y Anexas	Bocoyna	Servicios Ambientales Hidrológicos	1,075.742	\$1,363,556.43		
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 7,812.542</b>	<b>\$ 3,798,577</b>		

Fuente: Elaboración propia, a partir de las asignaciones de los apoyos de COANFOR (2007 – 2016).

**Cuadro 40. Proyectos apoyados por la Comisión Nacional Forestal, en el ejido Ranchito.**

PREDIO	MUNICIPIO	APOYO	SUPERFICIE	MONTO TOTAL	APORTACION PRODEFOR	APORTACION SOLICITANTE
Ejido Ranchito	Bocoyna	Compensación Ambiental		\$ 3,020,796.00		
Ejido Ranchito	Bocoyna	Cultivo Forestal	3805.3	\$3,315,776.00	\$ 135,375.00	\$ 76,000.00
Ejido Ranchito	Bocoyna	Prevención y Combate de Incendios		\$65,741.00		
Ejido Ranchito	Bocoyna	Programa de Manejo de la Vida Silvestre		\$ 1,220,400		
Ejido Ranchito	Bocoyna	Programa de Manejo		\$ 2,105,656	\$ 219,250.00	\$ 164,750.00
Ejido Ranchito	Bocoyna	Reforestación	116	\$328,344.00		
Ejido Ranchito	Bocoyna	Restauración	79	\$160,119.30		
Ejido Ranchito	Bocoyna	Sanidad	56	\$33,245.80		
Ejido Ranchito	Bocoyna	Servicios Ambientales Hidrológicos	3981.96	\$3,652,306.10		
<b>TOTAL</b>			<b>8,038.26</b>	<b>13,902,384.20</b>		

Fuente: Elaboración propia, a partir de las asignaciones de los apoyos de COANFOR.

Cuadro 41. Proyectos apoyados por la Comisión Nacional Forestal, en el ejido Bocoyna.

PREDIO	MUNICIPIO	APOYO	SUPERFICIE	MONTO TOTAL	APORTACION PRODEFOR	APORTACION SOLICITANTE
Bocoyna	Bocoyna	Auditoría Técnica Preventiva	2,354.00	\$ 100,854.00		
Bocoyna	Bocoyna	Capacitación		\$189,696.00	\$ 67,500.00	\$ 40,500.00
Bocoyna	Bocoyna	Certificación		\$252,529.30		
Bocoyna	Bocoyna	Compensación Ambiental	80	\$2,047,250.70		
Bocoyna	Bocoyna	Equipamiento al Silvicultor		\$ 315,000.00	\$ 23,6250.00	\$ 141,750.00
Bocoyna	Bocoyna	Evaluación Rural Participativa		\$ 50,000.00		
Bocoyna	Bocoyna	Prevención y Combate de Incendios		\$85,268.50		
Bocoyna	Bocoyna	Programa de Manejo de la Vida Silvestre		\$ 75,000.00		
Bocoyna	Bocoyna	Programa de Manejo Forestal		\$ 186,570.00	\$ 134,704.00	\$ 78,734.00
Bocoyna	Bocoyna	Programa Predial de Desarrollo Integral de Mediano Plazo		\$ 58,000.00		
Bocoyna	Bocoyna	Promotor Forestal Comunitario		\$149,972.00		
Bocoyna	Bocoyna	Reforestación	164	\$311,580.00		
Bocoyna	Bocoyna	Restauración	200	\$344,696.00		
Bocoyna	Bocoyna	Servicios Ambientales Hidrológicos	2,700.00	\$ 3,955,245.00		
<b>TOTAL</b>			<b>5,498</b>	<b>8,121,661.50</b>		

Fuente: Elaboración propia, a partir de las asignaciones de los apoyos de COANFOR.

Cuadro 42. Proyectos apoyados por la Comisión Nacional Forestal, en el ejido Ahuichique.

PREDIO	MUNICIPIO	APOYO	SUPERFICIE	MONTO TOTAL	APORTACION PRODEFOR
Ejido Ahuichique	Bocoyna	Auditoría Técnica Preventiva		\$ 240,000.00	
Ejido Ahuichique	Bocoyna	Caminos Forestales	51.667	\$366,065.00	
Ejido Ahuichique	Bocoyna	Capacitación		\$ 45,000.00	
Ejido Ahuichique	Bocoyna	Cultivo Forestal		\$1,257,840.00	
Ejido Ahuichique	Bocoyna	Equipamiento al Silvicultor		\$1,046,361.40	
Ejido Ahuichique	Bocoyna	Prevención y Combate de Incendios		\$42,930.00	
Ejido Ahuichique	Bocoyna	Programa de Manejo Forestal		\$3,365,650.00	
Ejido Ahuichique	Bocoyna	Promotor Forestal Comunitario		\$150,000.00	
Ejido Ahuichique	Bocoyna	Restauración	16,636	\$960,236.00	\$876,908.00
Ejido Ahuichique	Bocoyna	Servicios Ambientales Hidrológicos	3,989.1765	\$6,254,069.00	
<b>TOTAL</b>				<b>13,728,151.40</b>	

Fuente: Elaboración propia, a partir de las asignaciones de los apoyos de COANFOR.

Cuadro 43. Proyectos apoyados por la Comisión Nacional Forestal, en el P.P. Guayeneachi.

PREDIO	MUNICIPIO	AÑO	APOYO	SUPERFICIE	MONTO TOTAL	APORTACION PRODEFOR	APORTACION SOLICITANTE	APOYO
P.P. Guayeneachi	Bocoyna	2005	15.-ECO		\$687,668.00	\$ 34 3834.00	\$ 343834.00	Ecoturismo
P.P. Guayeneachi	Bocoyna	2005	1.-EPMF	400.00	\$ 24,000.00	\$ 1,8000.00	\$ 6,000.00	Programa De Manejo
<b>TOTAL</b>				<b>400</b>	<b>\$711,668.00</b>	<b>\$ 876,908.00</b>		

Fuente: Elaboración propia, a partir de las asignaciones de los apoyos de COANFOR.

## **2.2. Obras de conservación de suelo**

El suelo es un recurso natural considerado como no renovable por lo difícil y costoso que resulta recuperarlo o mejorar sus propiedades después de haber sido erosionado o deteriorado física o químicamente. Sin embargo, en México el suelo ha sido un patrimonio subestimado, un recurso que hemos dilapidado y cuya pérdida, de continuar, pone en peligro nuestra viabilidad como nación. La falta de atención y regulación de su uso se refleja en altos niveles de degradación y las repercusiones sociales, económicas y ambientales, aunque graves, no han sido valoradas en su totalidad (*CONAFOR*)

Estudios recientes muestran que 64% de los suelos de México presentan problemas de degradación en diferentes niveles que van de ligera a extrema, 13% son terrenos desérticos o rocosos y zonas abandonadas o improductivas y tan sólo el 23% del territorio nacional cuenta con suelos que mantienen actividades productivas sustentables o sin degradación aparente. (*CONAFOR*)

La Comisión Nacional Forestal, organismo público descentralizado del gobierno federal, constituido por Decreto Presidencial del 4 de abril del 2001, tiene entre sus funciones la de: “ejecutar y promover programas productivos de restauración, de conservación y de aprovechamiento sustentable de los suelos forestales y de sus ecosistemas”. La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable faculta a la CONAFOR para diseñar, ejecutar y promover programas de prevención, conservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los suelos forestales, así como para elaborar programas de desarrollo forestal atendiendo a la situación que guardan los suelos. Durante los últimos años la microcuenca de la presa Sutiariachi ha sido susceptible a apoyos en concepto de restauración de suelos forestales, principalmente en los componentes, de restauración integral, cuencas prioritarias, compensación ambiental y pago por servicios ambientales hidrológico. La microcuenca cuenta con una superficie de 11,019 ha donde se han realizado obras de conservación como barreras de piedra acomodada, zanja bordo, presas filtrantes y acomodo de material muerto en una superficie estimada de 14,964 ha en un periodo de 16 años desde 2001; lo que significa un promedio de 737.2 ha de obras de conservación de suelo por año, sin embargo, es importante mencionar que en algunos años la superficie varía de acuerdo a las asignaciones apoyadas por la CONAFOR.

Para obtener una mejor información y valorar el estado de funcionalidad de las obras de conservación se realizó una evaluación en campo, donde se pudieron georreferenciar 2,674.527 ha de obras de conservación, observando que la mayoría de las obras se encuentran en un estado funcional medio, ha e. Figura 46 y Cuadros 44 – 46.

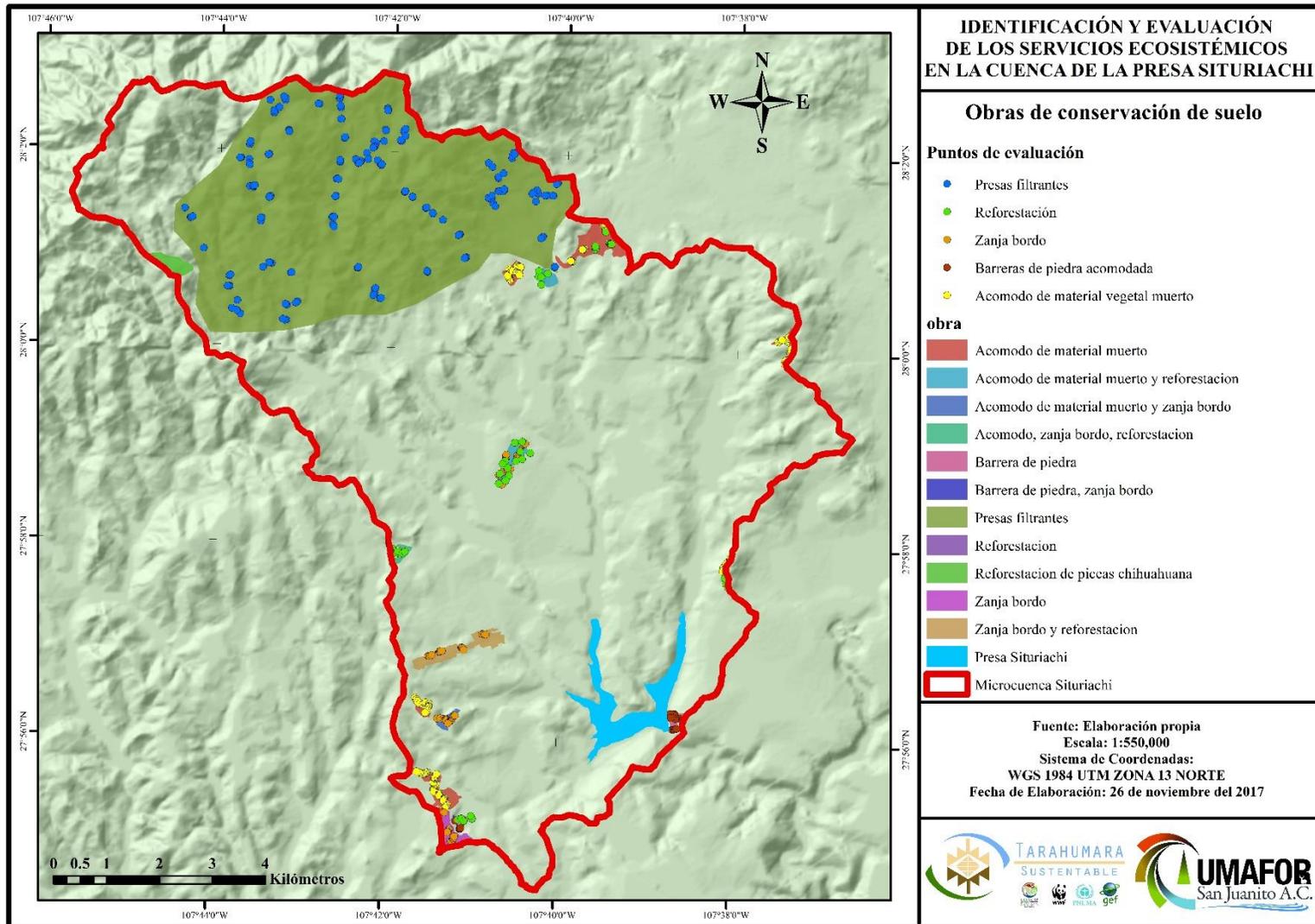


Figura 46. Obras de conservación de suelos

Cuadro 44. Obras de conservación de suelo.

Obras	Superficie (ha)
Reforestación - zanja bordo	43.049
Reforestación picea	20.539
Barrera de piedra - zanja bordo	1.419
Barrera de piedra	6.949
Acomodo material vegetativo muerto	105.985
Acomodo material vegetativo muerto – zanja bordo	7.92
Acomodo material vegetativo muerto - Reforestación	33.409
Acomodo material vegetativo muerto - zanja bordo - Reforestación	9.720
Zanja bordo	20.937
Presas filtrantes	2,424.60
<b>TOTAL</b>	<b>2,674.527 ha</b>

Cuadro 45. Evaluación de estado y funcionamiento de las obras de conservación.

Obra	Distancia entre líneas (mts)	Alto (cm)	Ancho (cm)	Distancia entre camas (mts)	Desgaste de obra (%)	Vida útil de obra(%)
Acomodo de material vegetal muerto	17.69	35	56.69	5.57	31%	69%
Barreras de piedra	16.07	37.69	41.28	5.38	29%	71%
Zanja bordo	16.48	19.14	41.98	44.39	64%	36%

Cuadro 46. Evaluación de estado y funcionamiento de presas filtrantes.

Obra	Distancia ente presa	Ancho	Alto	largo	Degradación de obra (%)	Vida Útil (%)
Presas filtrantes	16.81	0.75	4.14	3.14	87.04%	12.96%

### **2.2.1. Pago por servicios ambientales**

Los servicios ambientales hidrológicos (SAH) comprenden los beneficios sociales y ambientales que prestan los ecosistemas de una cuenca hidrológica, en términos de regulación de flujos hidrológicos y filtración de aguas, (Hernández, 2012).

Por su parte, la fracción XLIX del artículo 3 de la Ley de Aguas Nacionales define a los servicios ambientales del agua como “Los beneficios de interés social que se generan o se derivan de las cuencas hidrológicas y sus componentes, tales como regulación climática, conservación de los ciclos hidrológicos, control de la erosión, control de inundaciones, recarga de acuíferos, mantenimiento de escurrimientos en calidad y cantidad, formación de suelo, captura de carbono, purificación de cuerpos de agua, así como conservación y protección de la biodiversidad”.

No obstante, con la superficie apoyada por la Comisión Nacional Forestal se han logrado incrementar estos servicios a través de obras de conservación de suelo y agua, siendo estas zanjas bordo, barreras de piedra, acomodo de material muerto y represas filtrantes.

En la microcuenca de presa Situriachi durante los últimos 15 años se han presentado diferentes apoyos en concepto de servicios ambientales hidrológicos, accediendo a este recurso a través del mecanismo asignado por el programa nacional forestal de la CONAFOR, estos operan por un periodo de 5 años, dirigidos por una guía de mejores prácticas, que plasma las actividades que deberán realizar los predios apoyados y que deben ser verificadas por las gerencias estatales de la CONAFOR durante los primeros años de aplicación, las guías de mejores prácticas de manejo estaban enfocadas a la conservación y restauración de suelos, sin embargo en las últimas asignaciones del programa, ya es posible hacer inversiones en industria forestal, cultivo forestal, combate a plagas e incendios forestales, entre otras cosas.

El programa de servicios ambientales tiene beneficios directos para los poseedores de los predios apoyados, la generación de empleo es un beneficio directo del programa, pues en la mayoría de los predios las obras y acciones de conservación son realizadas por los habitantes del predio, Además de que se contemplan la operación de brigadas contra incendios, en la temporada de marzo-junio y recorridos para encontrar problemas de plagas forestales.

Desde los inicios de operación del programa por pago de servicios ambientales, la región de la microcuenca ha recibido un apoyo total de \$19,275,112.00 en 17, 257 ha, esto dividido en siete predios, siendo la asignación del ejido Bocoyna en el año 2016 la de mayor monto económico con 3,955,245.00 en 2,700 ha.

En la siguiente Figura 47 se observan las superficies apoyadas por el programa de Servicios Ambientales Hidrológicos y Cuadro 47 se muestran la asignación de recursos por concepto y año.

Los principales beneficios que ha traído este programa, es la recuperación de suelos, cuidado de los bosques a través de la brigada contra incendios y los recorridos para encontrar plagas forestales, además del empleo directo que se genera en las obras de conservación.

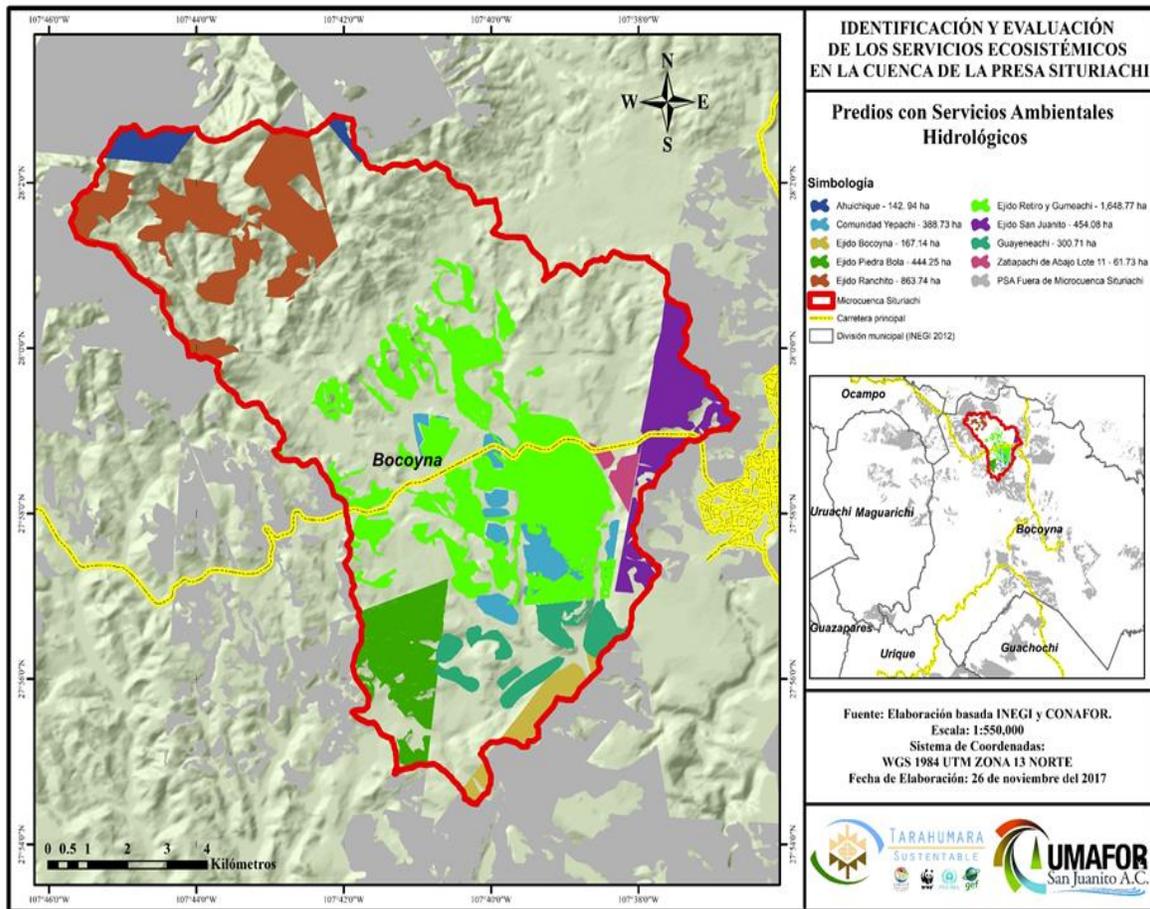


Figura 47. Pedios con servicios ambientales hidrológicos

Cuadro 47. Predios con servicios ambientales hidrológicos.

Predio	Municipio	Asignación	Concepto	Superficie	Monto Apoyado	Apoyo
Ejido Ranchito	Bocoyna	2011	B2.1 Servicios Ambientales Hidrológicos	1,481.96	\$ 2,830,543.60	Servicios Ambientales Hidrológicos
Ejido Ahuichique	Bocoyna	2011	B2.1 Servicios Ambientales Hidrológicos	1,312.20	\$ 2,506,302.00	Servicios Ambientales Hidrológicos
Ejido San Juanito	Bocoyna	2007	C5.1 Hidrológicos	2,066.00	\$ 679,114.86	Servicios Ambientales Hidrológicos
Ejido Piedra Bola, Guachavetavo Y Anexas	Bocoyna	2007	C5.1 Hidrológicos	133.00	\$ 43,718.43	Servicios Ambientales Hidrológicos
Ejido El Retiro Y Gumeachi	Bocoyna	2007	C5.1 Hidrológicos	1,850.00	\$ 608,104.25	Servicios Ambientales Hidrológicos
Ejido Ranchito	Bocoyna	2007	C5.1 Hidrológicos	2,500.00	\$ 821,762.50	Servicios Ambientales Hidrológicos
María Soledad Zesati Del Villar	Bocoyna	2007	C5.1 Hidrológicos	70.00	\$ 23,009.35	Servicios Ambientales Hidrológicos
Ejido El Retiro Y Gumeachi	Bocoyna	2012	B2.1 Servicios Ambientales Hidrológicos	1,494.25	\$ 2,739,707.38	Servicios Ambientales Hidrológicos
Ejido Piedra Bola, Guachavetavo Y Anexas	Bocoyna	2016	SA.1.1 Servicios Ambientales Hidrológicos	942.74	\$ 1,319,838.00	Servicios Ambientales Hidrológicos
Ejido Bocoyna	Bocoyna	2016	SA.1.1 Servicios Ambientales Hidrológicos	2,700.00	\$ 3,955,245.00	Servicios Ambientales Hidrológicos
Ejido Ahuichique	Bocoyna	2016	SA.1.1 Servicios Ambientales Hidrológicos	2,676.98	\$ 3,747,767.00	Servicios Ambientales Hidrológicos
<b>TOTAL</b>				<b>17,227.13</b>	<b>\$ 19,275,112.37</b>	

Fuente: Elaboración propia, a partir de las asignaciones de los apoyos de CONAFOR (2007 – 2016).

## 2.3. Aprovechamiento de los recursos naturales

### 2.3.1. Manejo forestal

El Método Mexicano de Ordenación de Bosque Irregular (MMOBI), es el método silvícola empleado en los Programas de Manejo Forestal autorizados a los predios ubicados en el área de la microcuenca de la presa Soturiachi, este sistema se basa en la corta selectiva, una intensidad de corta variable según el incremento corriente de volumen de cada predio o rodal y un ciclo de corta fijo respetando la intensidad máxima de corta de las existencias.

El método se dirige a la modificación de las características de las masas forestales a fin de obtener una composición balanceada de edades en los rodales con tantas clases de edad como años tenga el turno y conservando la densidad del bosque utilizando como criterio de regulación los incrementos volumétricos, y la estructura de diámetros. También se busca mejorar el estado sanitario y la calidad de los rodales aprovechando el arbolado dañado, defectuoso, enfermo o plagado. Una vez logrado una estructura balanceada de los rodales se espera un reclutamiento continuo de una categoría de edad a otra que permitiría un rendimiento sostenido.

En el cuadro 48 se presentan los datos dasométricos promedio para el género *Pinus*, por predio que sustenta el (MMOBI) para los PMF en la microcuenca de la presa Situriachi. En esta información se aprecia *que el turno silvícola oscila entre los 70 a los 90 años, con ciclos de corta que van de los 10 a los 15 años e incremento corriente anual de 1.9 a 4.7 metros cúbicos por hectárea e intensidades de corta de 21a 28%*. (Figuras, 48 - 55).

Cuadro 48. Datos silvícolas promedios (genero pinus), de los PMFM en la microcuenca.

Nombre	Superficie	ICA_M <sup>3</sup> _VTA	Cobertura	Cobertura de copa	Ciclo de corta	Turno	Especie	IC (%)	IMA_m <sup>3</sup> _VTA
Ejido Bocoyna	10,025.59	1.9	0.396	39.6	10	70	Pino	27.30	0.83
Guayeneachi	756.00	2.4	40.000	40.0	10	90	Pino	23.31	0.24
Ejido Piedra Bola	2,767.46	3.7	0.522	52.2	15	100	Pino	22.70	0.55
Ejido El Retiro Y Gumeachi Dotación	4,919.32	2.1	0.439	43.9	10	90	Pino	24.19	0.61
Ejido San Juanito	2,300.55	2.8	0.480	48.07	10	80	Pino	33.26	0.74
Ejido El Ranchito Ampliación	11,106.70	1.8	48.610	48.6	10	80	Pino	21.69	0.79
Ejido Ahuichique	11,795.15	4.7	0.583	58.3	15	70	Pino	25.79	0.93

Fuente: Elaboración propia, a partir de los programas de manejo forestal (2003 – 2018).

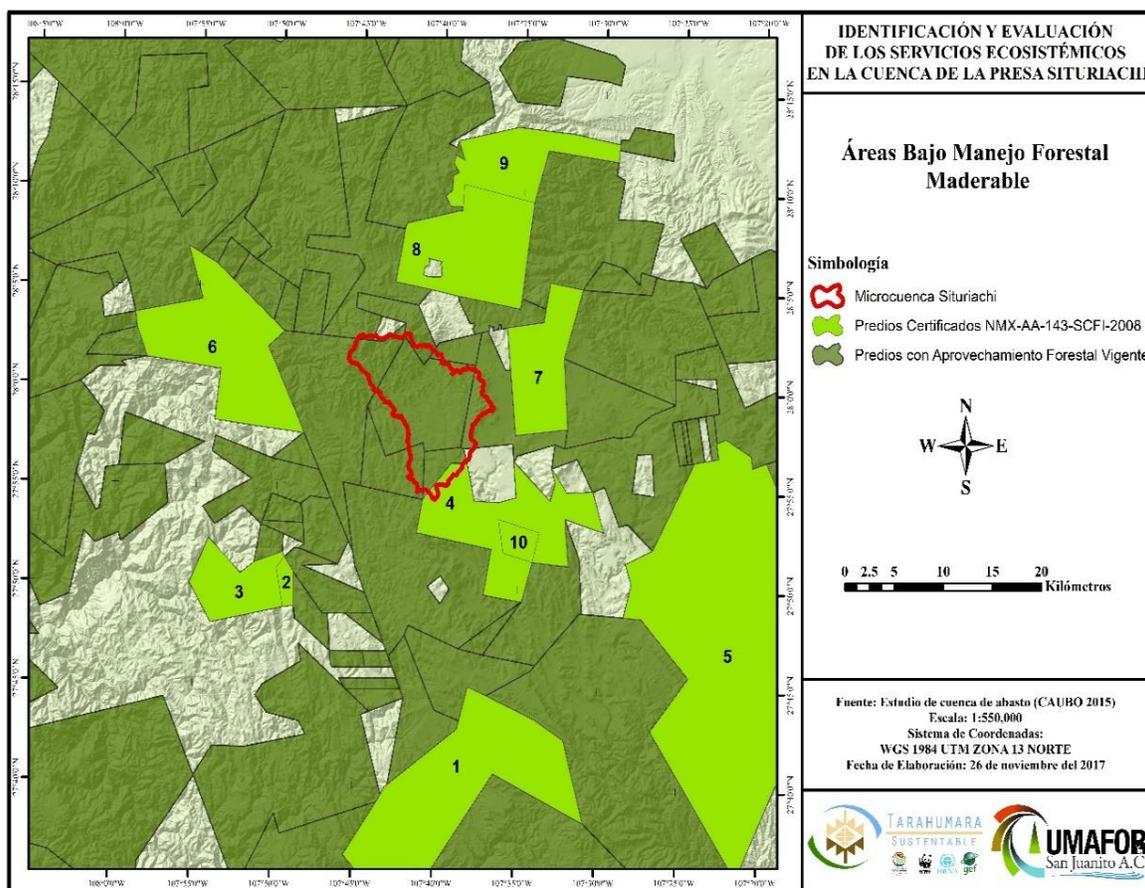


Figura 48. Áreas bajo manejo forestal maderable

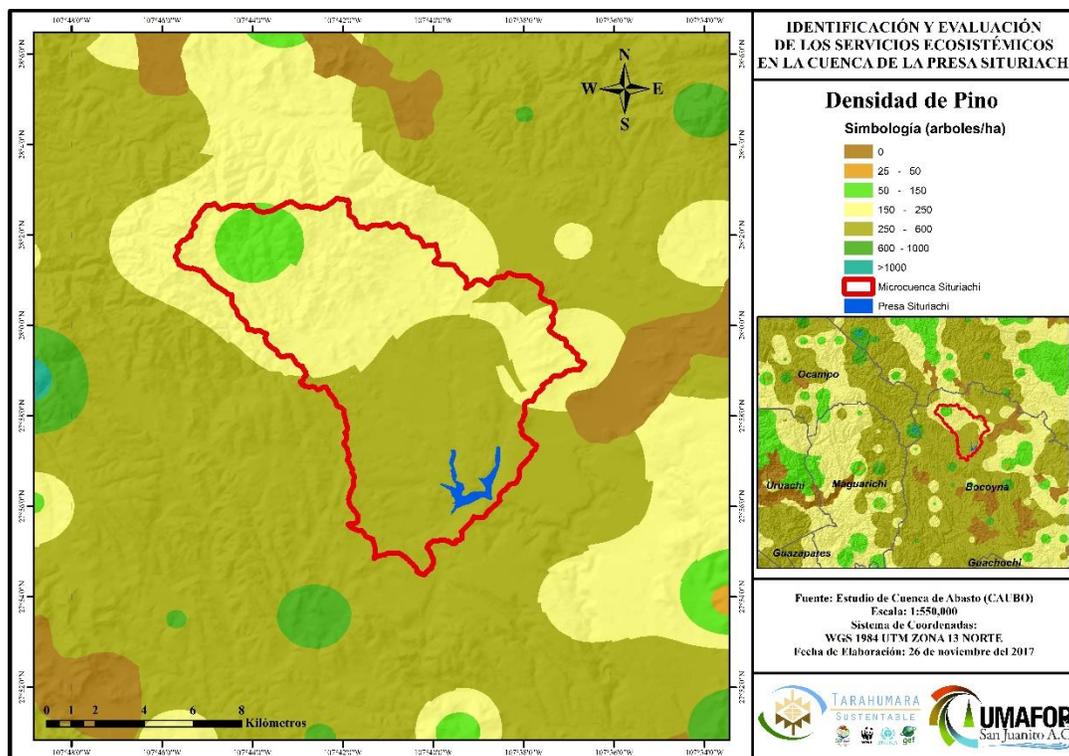


Figura 49. Densidad de pino

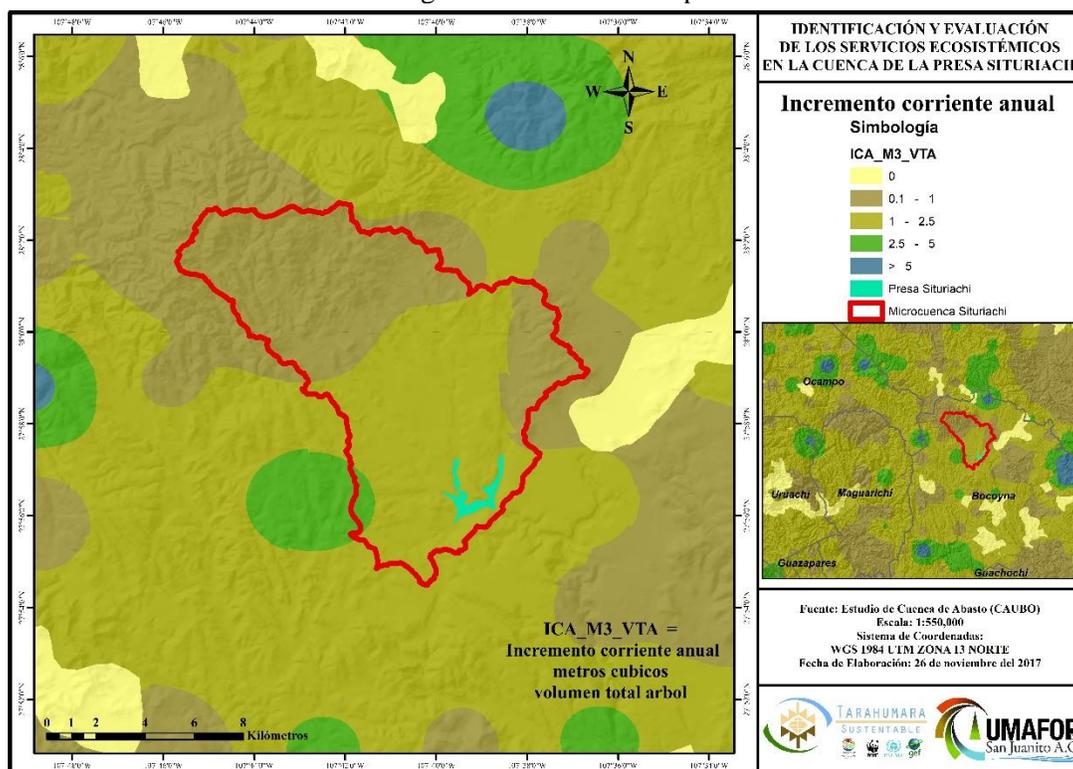


Figura 50. Incremento corriente anual en metros cúbicos volumen total árbol (ICA\_M3\_VTA)

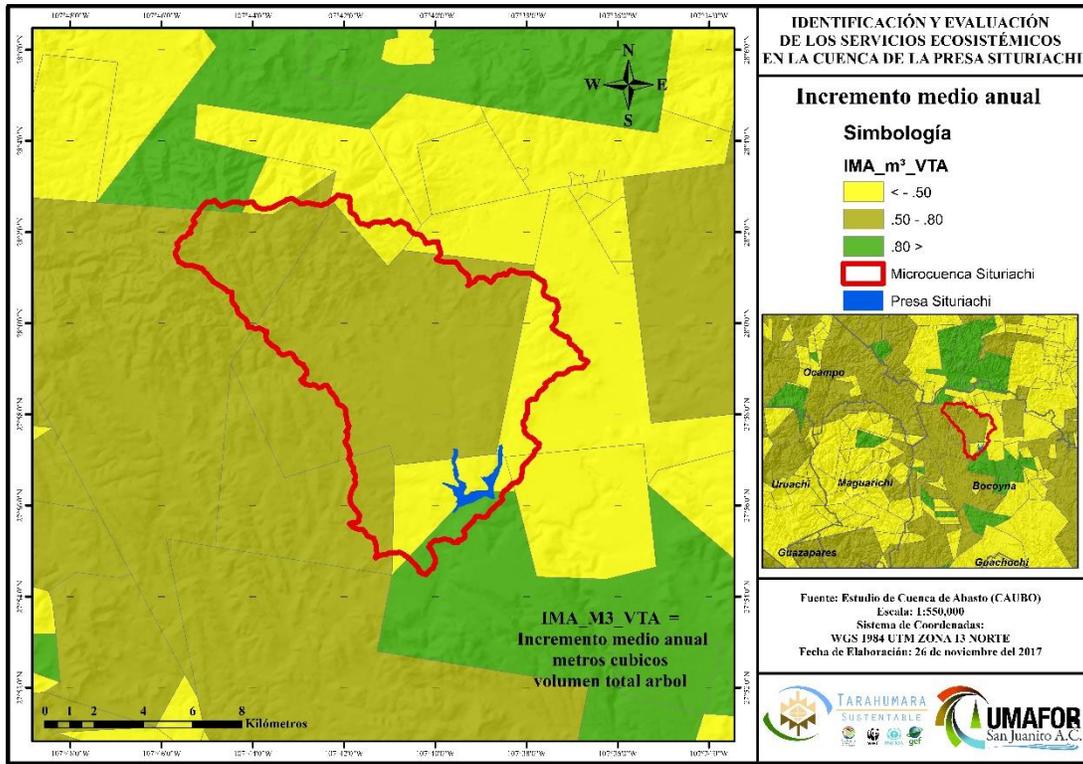


Figura 51. Incremento medio anual metros cúbicos volumen total árbol (IMA\_m3\_VTA).

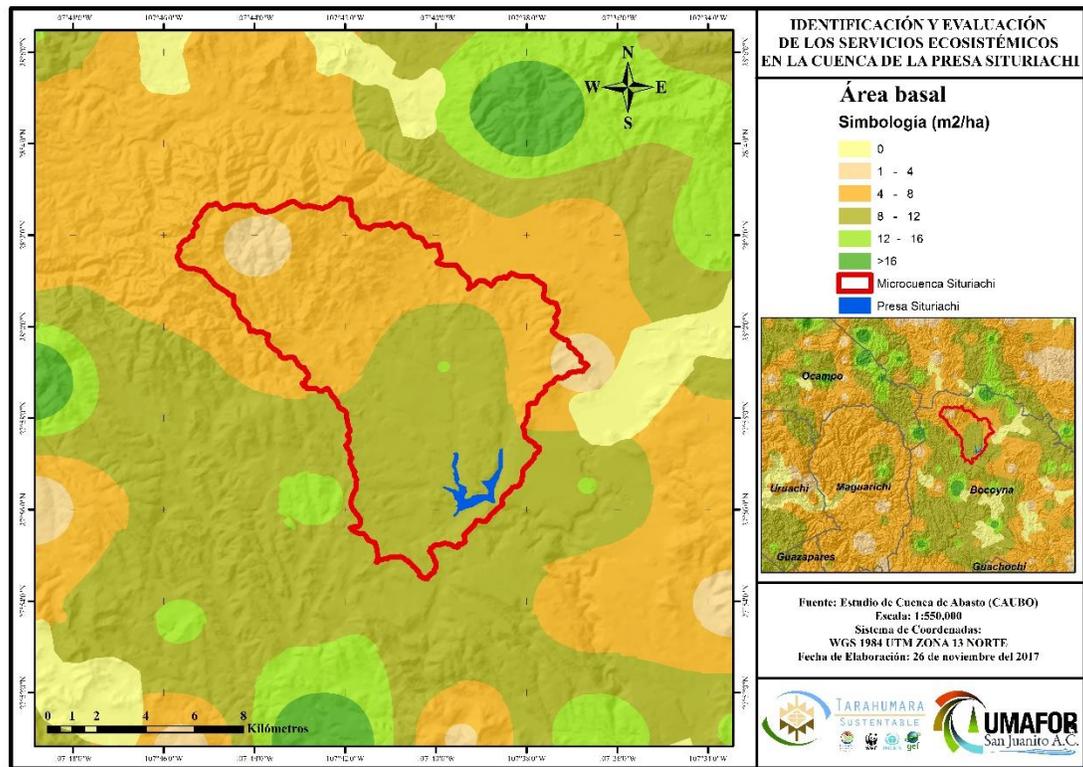


Figura 52. Área basal en metros cuadrados por hectárea (AB m2/ha)

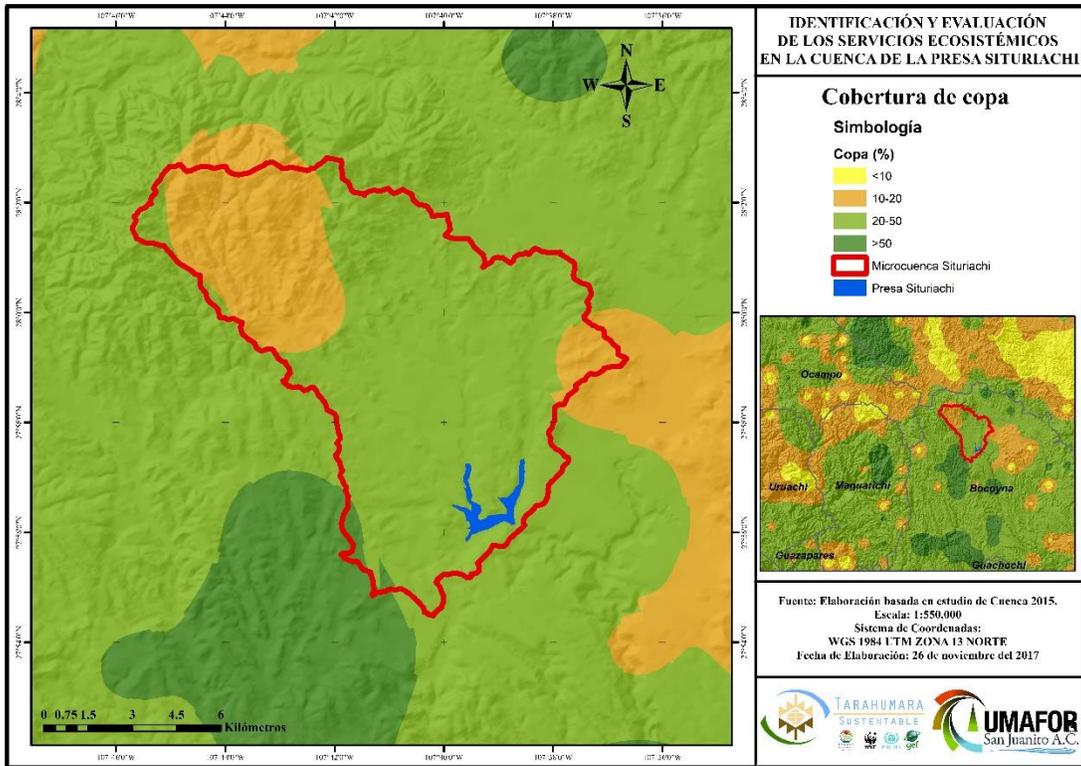


Figura 53. Cobertura de copa en porcentaje por hectárea (CC %/ha)

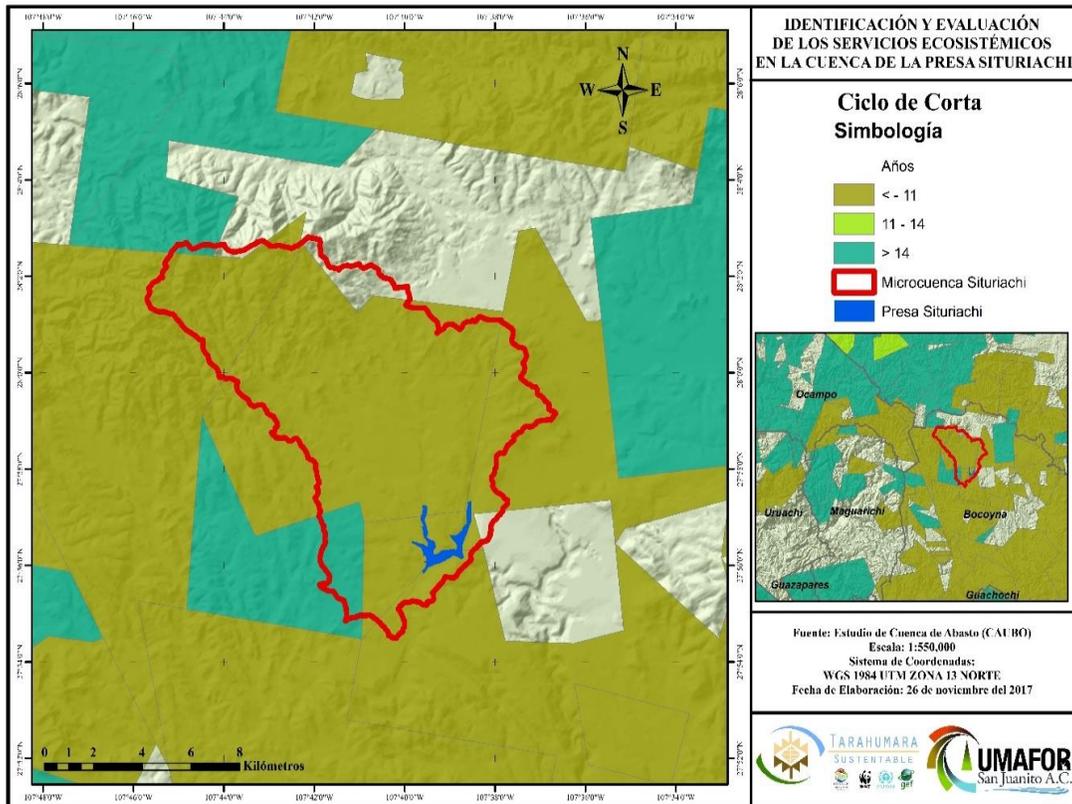


Figura 54. Ciclo de Corta

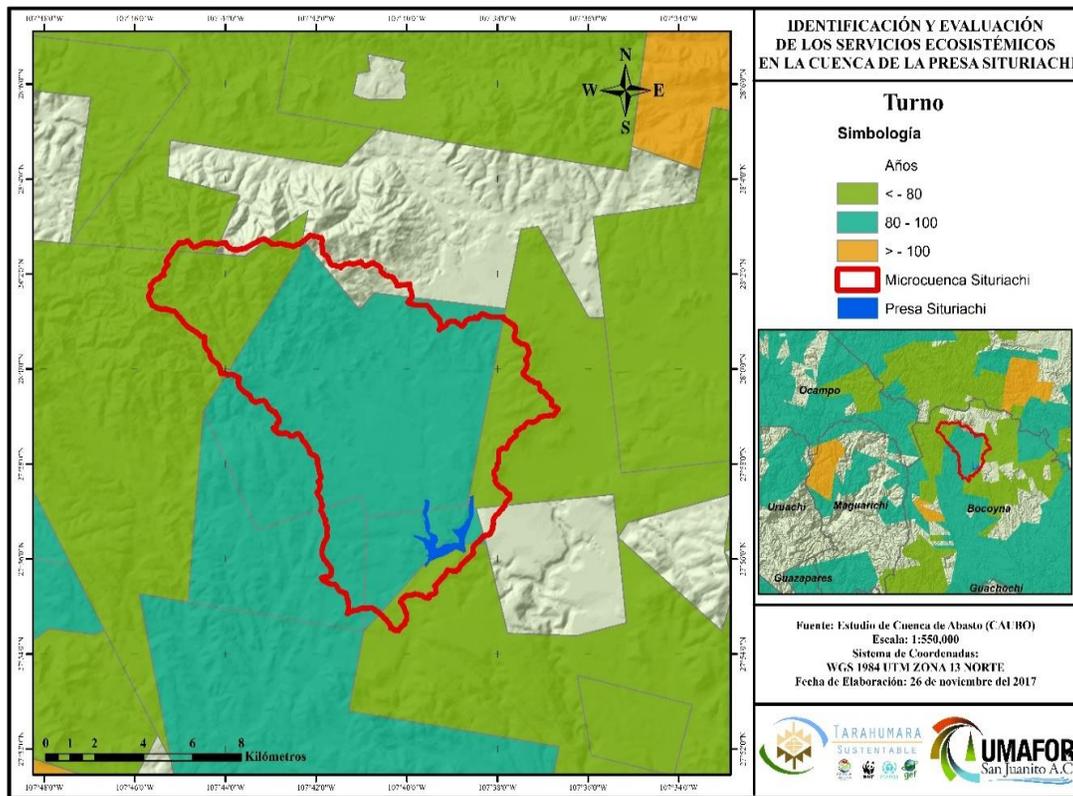


Figura 55. Turno

### 2.3.2. Sistema de manejo

El sistema silvícola irregular, se caracteriza principalmente por la indefinición de la edad de las masas, por lo que las cortas se basan en mantener las existencias dentro de un intervalo ideal de volumen o área basal. En estos sistemas se aplican cortas selectivas buscando la regeneración natural y el mantenimiento de una cubierta forestal permanente favoreciendo las masas mixtas irregulares y las especies nativas (Diéguez-Aranda *et al.*, 2009).

Para el caso del área de estudio el empleo de este sistema de manejo lo han justificado con las siguientes razones:

1. Su uso se remonta en esta región forestal desde mediados del siglo XIX, periodo durante el cual los responsables del marqueo y silvicultores han acumulado ya una importante experiencia en su práctica.
2. Los bosques de la región son mixtos e irregulares cubiertos por diversas especies nativas y se regeneran de manera natural, consecuentemente los sistemas de manejo son más adecuados para su manejo porque favorecen la conservación de la biodiversidad.
3. En general los dueños y habitantes de los bosques de la región prefieren tratamientos poco intensivos por bajo impacto visual que estos ocasionan.

4. La estructura diamétrica residual en términos generales corresponde con una *j*-invertida, lo cual la hace adecuada para este tipo de manejo.
5. Su puesta en práctica ha demostrado ser un sistema de manejo económicamente rentable en la región.

La regeneración en este sistema de manejo se obtiene por el método de beneficio de monte alto para el género *Pinus* y de monte bajo para el género *Quercus*, otras coníferas *Juniperus* monte alto y monte bajo, es decir por semilla y brotes vegetativos.

### **2.3.2.1. Responsivas técnicas de los programas de manejo forestal maderable**

En el estado de Chihuahua, de manera general, las prestaciones de servicios técnicos forestales constan de dos servicios denominados genéricamente: “*Servicios técnicos y servicios complementarios*”. Esta denominación, en su momento fue establecida en el seno del Consejo Técnico Consultivo Forestal y de Suelos del Estado de Chihuahua en los años 90’s. El objetivo de establecer esta división, tuvo la finalidad de atender la problemática que impera a razón de la libre contratación de los servicios técnicos, decretada en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable del año 1992. El efecto de esta disposición trajo beneficios como inconvenientes, en este sentido, al menos en el estado de Chihuahua, se dejó de realizar a un 100% las actividades forestales que por tradición se desarrollaban, atendiendo básicamente la aplicación del manejo forestal y sus correspondientes informes. Aunado a esto, el cobro de la prestación del servicio técnico se vio disminuida ya que la competencia generada para obtener, o mantener, según el caso la responsiva técnica forestal, se centró en el precio de los servicios técnicos generándose precios en el orden de los tres a seis pesos por metro cúbico. Esta economía no les permitió a los responsables técnicos forestales realizar las actividades de protección y fomento al bosque que de ley contempla la responsiva técnica. Ya que las unidades de manejo, recién desaparecidas para estos años tasaban ya el servicio técnico forestal entre los 25 a 30 pesos por metro cúbico. Para poder cumplir con todas las obligaciones de ley que representa la prestación del servicio técnico forestal.

Ante la problemática descrita, como ya se indicó, el consejo Técnico Consultivo Forestal y de Suelos, en un acuerdo de buena voluntad, decidieron realizar esta división, la cual fue consolidada con la conformación del Fidecomiso Forestal, formando las asociaciones civiles de silvicultores de Chihuahua que tendrían la facultad principal de atender el servicio técnico complementario, es decir, todas las tareas de conservación y fomento al bosque. Tales medidas trascendieron de forma importante a nivel nacional, y para la publicación de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable del año 2003, se crea la figura de las unidades forestales, sin embargo, su conformación quedó sin definirse un pago formal u obligatorio para su operación. Actualmente ya no opera el Fidecomiso Chihuahua Forestal, sin embargo, en el estado de Chihuahua siguen operando 14 asociaciones regionales de silvicultores.

Por otra parte, en la microcuenca actualmente existen un total de 5 prestadores de servicios técnicos forestales que realizan la prestación del servicio técnico forestal como se detalla en el cuadro 49.

Cuadro 49. Prestadores de servicios técnicos forestales en la microcuenca Situriachi.

Nombre del Predio	Prestador de Servicio Técnicos	Superficie Autorizada	Fecha de Autorización	Oficio de Autorización
Ejido El Ranchito	Beltrán Bustamante Baldemar	11,106.70	11-sep.-2003	SGPARN.08/2003/1849
Ejido Piedra Bola, Guachavetavo y Anexas	Silva Rodríguez Saúl	2,767.46	07-oct.-2004	SG.FO.08-2004/084
Ejido Retiro y Gumeachi	Beltrán Bustamante Baldemar	4,919.32	12-jul.-2010	SG.FO.08-2010/092
Ejido Bocoyna	Segura Marioni Jacobo Adrián	10,025.59	27-nov.-2012	SG.FO.08-2012/257
Ejido Ahuichique	González Carmona Timoteo	11,795.15	12-oct.-2010	SG.FO.08.2010/108
P.P. Guayeneachi	Beltrán Bustamante Baldemar	756	09-nov.-2006	SG.FO.08-2006/209
Ejido San Juanito	Martin Gerardo García Romero	5,012.55	16, ene.- 2018	SG.FO.08-2018/03

Fuente: Elaboración propia, a partir de los programas de manejo forestal (2003 – 2018).

### 2.3.2.2. Evaluación del buen manejo forestal en la microcuenca de la presa Situriachi.

En este rubro, se obtuvo información de los ejidos que han realizado esta evaluación a través de la Auditorias Técnicas Preventivas (ATP), que es un esquema voluntario al cual se someten los predios para buscar la certificación del buen manejo forestal. Las metodologías de ejecución se sustentan en el manual de ejecución de ATP publicado por la CONAFOR. Al respecto en la zona de influencia de la Presa Situriachi existen dos ATP, en el ejido Piedra Bola y ejido Bocoyna, ambos del municipio de Bocoyna Chihuahua. Los resultados de la auditoria fueron ordenados en un Sistema de Criterios e Indicadores, diseñados para calificar cualitativamente como cuantitativamente el nivel de manejo. En este sentido, *el nivel de manejo alcanzo una calificación promedio de 7.2, lo que coloca al manejo forestal en un rango de Regular a bueno* (Figura 56 – Cuadro, 50).

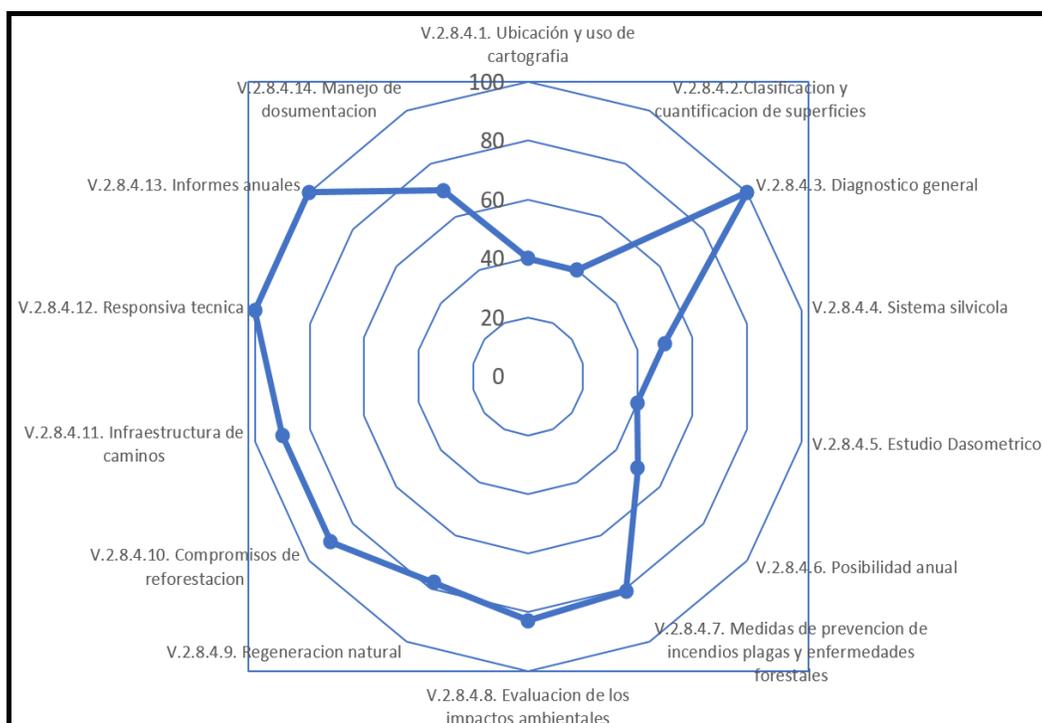


Figura 56. Porcentaje general de cumplimiento al PMF en la microcuenca.

Cuadro 50. Calificación de ATP en los ejidos Piedra Bola y Bocoyna.

Áreas de verificación	Ejido Bocoyna	Ejido Piedra Bola y Guachavetavo	Calificación %
V.2.8.4.1. Ubicación y uso de cartografía	40	40	40
V.2.8.4.2. Clasificación y cuantificación de superficies	40	40	40
V.2.8.4.3. Diagnostico general	100	100	100
V.2.8.4.4. Sistema silvícola	60	40	50
V.2.8.4.5. Estudio Dasometrico	20	60	40
V.2.8.4.6. Posibilidad anual	60	40	50
V.2.8.4.7. Medidas de prevención de incendios plagas y enfermedades forestales	68	93.3	80.65
V.2.8.4.8. Evaluación de los impactos ambientales	83.3	82.1	82.7
V.2.8.4.9. Regeneración natural	60	95	77.5
V.2.8.4.10. Compromisos de reforestación	100	80	90
V.2.8.4.11. Infraestructura de caminos	80	100	90
V.2.8.4.12. Responsiva técnica	100	100	100
V.2.8.4.13. Informes anuales	100	100	100
V.2.8.4.14. Manejo de documentación	80	60	70

Fuente: Elaboración propia, de la ATP. 2018

Los resultados anteriores muestran los valores promedio obtenidos de la evaluación al manejo forestal mediante la ATP, aquí se puede observar que la cartografía forestal ha sido manejada ineficientemente, en particular con la georreferenciación de la rodalización. Así mismo, también con un nivel deficiente es la aplicación del tratamiento silvícola, donde la práctica de pre aclareos no se ha realizado, trayendo como consecuencia el estacionamiento de los volúmenes en las categorías diamétricas menores de 27.5 centímetros. Otro punto adverso del nivel de manejo es que la posibilidad anual no es aprovechada al 100 %, habiendo casos donde el arbolado autorizado para el aprovechamiento de encino sólo es aprovechado parcialmente. Otra problemática encontrada es la presencia de basura, residuos sólidos y peligrosos como son: plásticos, bolsas, cartones, ropa, botellas, envases de aceites lubricantes, estos últimos por lo general quedan esparcidos en las áreas de corta una vez que abastecieron de lubricante a las motosierras empleadas para el derribo y troceo de la madera en rollo.

Por otra parte, también se encontraron aspectos positivos, como la cantidad de reforestación realizada, misma que es en mayor que los compromisos establecidos en el Programa de Manejo. En cuanto a los caminos generalmente no se aplica programas de conservación y mantenimiento, en general los caminos tienen una densidad adecuada y solo se hacen planes para su rehabilitación cuando el ciclo de corta así lo demanda. Una situación muy positiva es la atención de las plagas, enfermedades y, sobre todo, los incendios forestales, donde estos ejidos tienen una brigada permanente para su monitoreo y control y combate, además de ser socios de la Unidad de Manejo Forestal San Juanito AC., con que tienen un programa permanente de atención a estas contingencias. En el caso del aspecto documental, anualmente muestran evidencia documental del cumplimiento, en tiempo y forma, del informe anual ante SEMARNAT. Finalmente, la documentación empleada para acreditar la legal procedencia de en general es manejada de regular a bien.

Los resultados de las Auditorias Técnicas Preventivas han provocado en los ejidos analizados preocupación por las medidas correctivas emitidas al respecto, sin embargo, con ayuda de los apoyos de CONAFOR y de Gobierno del estado de Chihuahua este apartado se ha solventado de forma gradual con la implementación del plan de medidas correctivas derivado de la ATP.

El resultado de lo anterior, es haber alcanzado para el ejido Bocoyna la certificación Nacional del adecuado cumplimiento de su programa de manejo bajo la NOM-143-MNX. Y para el caso del ejido Piedra Bola y Guachavetavo, el certificado de la ATP por el buen manejo forestal al haber cumplido con sus medidas correctivas.

### 2.3.3. Evaluación del inventario forestal

El presente apartado, a diferencia del que antecede, los resultados obtenidos están basados en un inventario forestal realizado en dos etapas. La primera de ella consistió en el levantamiento de 113 sitios circulares de 500 metros cuadrados, donde se tomaron datos como especie, diámetro en centímetros, altura en metros, longitud de copa en metros, tiempo de paso, sanidad. Así mismo, se levantó información adicional como pendiente del terreno en porcentaje, orientación del terreno, profundidad del terreno en centímetros, textura, materia orgánica entre otros.

La segunda etapa del inventario consistió en el levantamiento de 1,135 sitios de dimensiones variables mediante la técnica denominada relascopia, donde el dato dasométrico principal recae en el área basal (AB) en metros cuadrados por hectárea. Como en el caso anterior se levantaron los mismos datos adicionales.

El objetivo del inventario, con la técnica realizada, cumple la finalidad de tener información que cumpla con parámetros estadísticos de confiabilidad y precisión aceptables, para la superficie de 11,019 ha., de la microcuenca Situriachi.

#### 2.3.3.1. Actualización del uso de suelo y vegetación.

Otro resultado de importancia, relevante del inventario, es la actualización del uso de suelo y vegetación (USV) a mayo del 2018 donde los datos de las especies de la vegetación de los sitios levantados proporcionaron información del tipo de bosque a través del siguiente criterio de ocupación de las especies conforme a su AB:

Cuadro 51. Criterios para la determinación del tipo de bosque

<b>Bosque de pino</b>	<b>Masas con una mezcla superior al 80% de pino o bien masas puras de pino</b>
<b>Bosque de pino encino</b>	Masas con un 60 a 80% de pino y el resto de encino
	Masas con una mezcla entre el 40 y 60 % de pino y el resto de encino o táscate
<b>Bosque de encino pino</b>	Masas con un 60 a 80% de encino y el resto de pino o táscate
<b>Bosque de encino</b>	Masas con una mezcla superior al 80 % de encino o bien masas puras de encino

Adicionalmente a lo anterior, se utilizó la técnica de foto identificación a través del Google Earth, más visitas de campo de verificación, con lo que se obtuvo el presente mapa de USV que se presenta a continuación, así como el inventario forestal realizado.

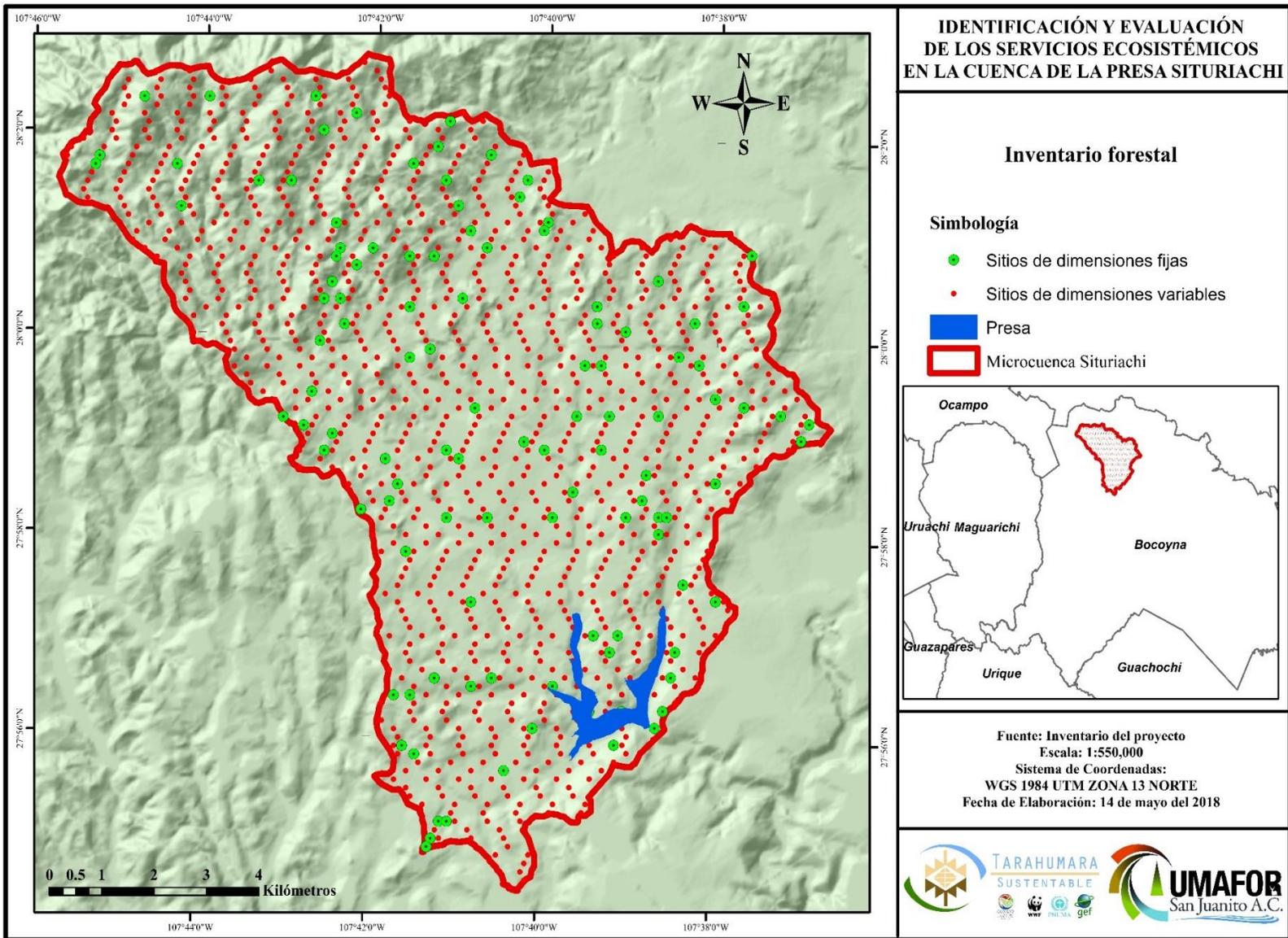


Figura 57. Inventario forestal en la microcuenca de Situriachi Mpio., Bocoyna Chihuahua

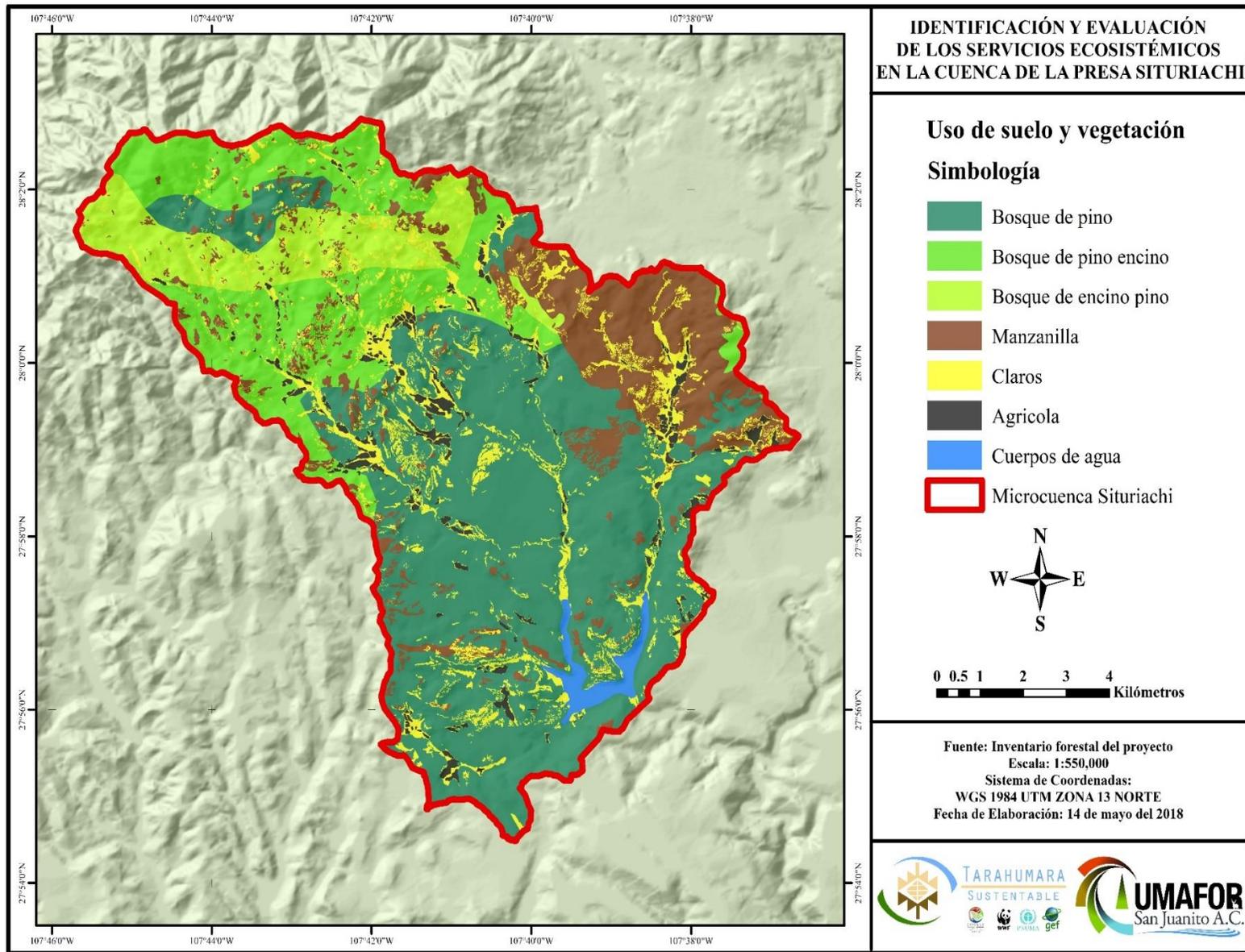


Figura 58. Uso de suelo y vegetación actualizado al 14 de mayo del 2018 de la micro cuenca Situriachi Mpio., Bocoyna Chihuahua.

La cartografía del mapa de USV, como ya se indicó, se sustentó conforme al cuadro de criterios de tipo de bosque. Al respecto, se muestra en el siguiente las AB en porcentaje de las especies arbóreas que dan lugar a la presente actualización del USV.

Cuadro 52. Datos de tipo de bosque, resultado del inventario forestal determinado por su dominancia en AB.

Sitio	Coordenadas UTM		AB										Tipo de bosque	
			m <sup>2</sup> ha					% ha						
	X	Y	Pino	Encino	Otras hojosas	Táscate	Total	Pino	Encinos	Otras hojosas	Táscate	total		
486	230717.77	3103324.53	39.18	0.57	3.78	0.91	44.43	88.2	1.3	8.5	2.1	100	Bosque de pino	
3985	240143.67	3093820.73	37.32	0.00	0.00	0.00	37.32	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino	
3869	240221.57	3094288.13	33.18	0.00	0.00	0.00	33.18	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino	
1100	233833.77	3101766.53	31.58	0.00	0.00	4.78	36.35	86.9	0.0	0.0	13.1	100	Bosque de pino	
1546	236170.77	3100831.73	27.52	0.00	0.00	0.59	28.11	97.9	0.0	0.0	2.1	100	Bosque de pino	
202	234145.37	3104259.33	26.82	11.76	0.72	0.00	39.30	68.2	29.9	1.8	0.0	100	Bosque de pino encino	
1170	233755.87	3101610.73	26.11	0.00	0.00	1.13	27.24	95.8	0.0	0.0	4.2	100	Bosque de pino	
4009	237884.57	3093664.93	24.50	0.00	0.00	0.13	24.62	99.5	0.0	0.0	0.5	100	Bosque de pino	
3956	235625.47	3093820.73	24.01	0.23	0.00	1.60	25.84	92.9	0.9	0.0	6.2	100	Bosque de pino	
4344	236949.77	3092106.93	23.67	0.00	0.00	0.31	23.99	98.7	0.0	0.0	1.3	100	Bosque de pino	
2520	238351.97	3098650.53	23.18	0.00	0.00	0.27	23.44	98.9	0.0	0.0	1.1	100	Bosque de pino	
4130	239208.87	3093197.53	21.32	0.00	0.00	0.00	21.32	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino	
1104	234456.97	3101766.53	20.77	3.49	0.26	2.66	27.17	76.4	12.8	0.9	9.8	100	Bosque de pino encino	
3017	241000.57	3097404.13	20.12	0.00	0.00	0.16	20.28	99.2	0.0	0.0	0.8	100	Bosque de pino	
2524	238975.17	3098650.53	20.07	0.00	0.00	0.00	20.07	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino	
4267	239053.07	3092574.33	19.86	0.00	0.00	0.00	19.86	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino	
2551	233132.67	3098494.73	19.45	6.35	4.41	0.23	30.44	63.9	20.9	14.5	0.7	100	Bosque de pino encino	
1613	235158.07	3100675.93	18.76	0.56	0.00	0.19	19.51	96.2	2.9	0.0	1.0	100	Bosque de pino	
1182	235625.47	3101610.73	18.65	5.31	0.39	0.91	25.26	73.8	21.0	1.6	3.6	100	Bosque de pino encino	
3074	234768.57	3097092.53	17.80	0.00	0.00	0.45	18.25	97.5	0.0	0.0	2.5	100	Bosque de pino	
2123	238507.77	3099585.33	17.52	0.00	0.00	0.00	17.52	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino	
3049	238274.07	3097248.33	17.45	0.00	0.00	0.00	17.45	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino	
4126	238585.67	3093197.53	17.30	0.00	0.00	0.64	17.94	96.4	0.0	0.0	3.6	100	Bosque de pino	
2475	241545.87	3098806.33	16.92	0.00	0.00	1.04	17.96	94.2	0.0	0.0	5.8	100	Bosque de pino	
4135	239987.87	3093197.53	16.79	0.16	0.40	1.69	19.04	88.2	0.8	2.1	8.9	100	Bosque de pino	
476	229159.77	3103324.53	16.66	5.38	0.00	0.00	22.04	75.6	24.4	0.0	0.0	100	Bosque de pino encino	
2290	233288.47	3099117.93	16.64	0.00	0.00	0.13	16.76	99.2	0.0	0.0	0.8	100	Bosque de pino	
2825	236092.87	3097871.53	16.24	0.00	0.00	0.51	16.75	97.0	0.0	0.0	3.0	100	Bosque de pino	
3780	239130.97	3094599.73	15.24	0.00	0.00	0.63	15.87	96.0	0.0	0.0	4.0	100	Bosque de pino	
3283	239909.97	3096469.33	14.73	0.00	0.00	0.00	14.73	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino	
2125	238819.37	3099585.33	14.71	0.00	0.00	0.00	14.71	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino	
3105	239598.37	3097092.53	14.68	0.00	0.00	0.00	14.68	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino	
102	230094.57	3104570.93	14.43	5.98	0.00	0.00	20.40	70.7	29.3	0.0	0.0	100	Bosque de pino encino	

Sitio	Coordenadas UTM		AB									Tipo de bosque	
			m <sup>2</sup> ha					% ha					
	X	Y	Pino	Encino	Otras hojosas	Táscate	Total	Pino	Encinos	Otras hojosas	Táscate	total	
3589	236326.57	3095222.93	13.67	0.00	0.00	0.00	13.67	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino
1529	233522.17	3100831.73	13.64	1.10	0.62	0.09	15.45	88.3	7.1	4.0	0.6	100	Bosque de pino
2442	236404.47	3098806.33	12.68	0.00	0.00	0.29	12.97	97.8	0.0	0.0	2.2	100	Bosque de pino
3177	236638.17	3096780.93	12.63	0.00	0.00	0.00	12.63	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino
617	232275.77	3103012.93	12.45	2.04	0.00	0.31	14.79	84.1	13.8	0.0	2.1	100	Bosque de pino
2619	233677.97	3098338.93	12.01	0.00	0.00	0.16	12.16	98.7	0.0	0.0	1.3	100	Bosque de pino
2978	234924.37	3097404.13	11.95	0.00	0.00	1.41	13.36	89.5	0.0	0.0	10.5	100	Bosque de pino
3198	239909.97	3096780.93	11.74	0.00	0.00	0.00	11.74	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino
110	231340.97	3104570.93	11.52	5.27	2.15	4.92	23.86	48.3	22.1	9.0	20.6	100	Bosque de pino encino
2741	242636.47	3098183.13	11.19	0.00	0.00	0.00	11.19	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino
3117	234223.27	3096936.73	11.13	2.79	0.00	0.37	14.28	77.9	19.6	0.0	2.6	100	Bosque de pino encino
3531	240377.37	3095534.53	11.12	0.00	0.00	0.00	11.12	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino
2762	235859.17	3098027.33	11.11	0.00	0.00	0.00	11.11	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino
2959	239676.27	3097559.93	10.83	0.00	1.72	0.00	12.55	86.3	0.0	13.7	0.0	100	Bosque de pino
3199	240065.77	3096780.93	10.43	0.00	0.00	0.00	10.43	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino
3999	236326.57	3093664.93	10.28	0.00	0.00	0.00	10.28	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino
989	236326.57	3102078.13	9.80	0.09	0.00	1.00	10.90	90.0	0.8	0.0	9.2	100	Bosque de pino
3861	238975.17	3094288.13	9.72	0.00	0.00	5.01	14.74	66.0	0.0	0.0	34.0	100	Bosque de pino táscate
1386	233677.97	3101143.33	9.70	3.48	0.16	0.00	13.34	72.7	26.1	1.2	0.0	100	Bosque de pino encino
2545	242246.97	3098650.53	9.66	0.00	0.00	0.10	9.76	99.0	0.0	0.0	1.0	100	Bosque de pino
4030	235158.07	3093509.13	9.56	0.00	0.13	0.51	10.20	93.7	0.0	1.2	5.0	100	Bosque de pino
3335	235080.17	3096157.73	9.48	0.00	0.00	0.00	9.48	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino
3963	236716.07	3093820.73	9.37	0.00	0.00	0.68	10.05	93.2	0.0	0.0	6.8	100	Bosque de pino
123	233366.37	3104570.93	9.31	6.49	2.75	1.14	19.69	47.3	33.0	14.0	5.8	100	Bosque de pino encino
4478	235703.37	3091172.13	9.22	0.00	0.00	1.14	10.36	89.0	0.0	0.0	11.0	100	Bosque de pino
2774	237728.77	3098027.33	9.19	0.00	0.00	0.00	9.19	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino
1531	233833.77	3100831.73	8.94	2.45	0.00	2.40	13.79	64.8	17.8	0.0	17.4	100	Bosque de pino encino
4516	235469.67	3090704.73	8.79	0.46	0.00	5.79	15.05	58.4	3.1	0.0	38.5	100	Bosque de pino
2747	233522.17	3098027.33	8.64	1.15	1.14	2.51	13.44	64.3	8.5	8.5	18.7	100	Bosque de pino encino
1891	233444.27	3100052.73	8.62	1.71	0.22	3.64	14.19	60.8	12.1	1.5	25.7	100	Bosque de pino encino
4503	235547.57	3098060.53	8.07	0.00	0.00	2.49	10.56	76.4	0.0	0.0	23.6	100	Bosque de pino táscate
1179	235158.07	3101610.73	7.75	2.23	2.75	1.71	14.45	53.6	15.5	19.0	11.8	100	Bosque de pino encino
2484	232743.17	3098650.53	7.69	2.11	0.00	0.13	9.92	77.5	21.2	0.0	1.3	100	Bosque de pino encino
4189	237495.07	3092885.93	7.67	0.00	0.00	0.10	7.77	98.7	0.0	0.0	1.3	100	Bosque de pino
3185	237884.57	3096780.93	7.62	0.00	0.00	0.00	7.62	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino
2707	237339.27	3098183.13	7.60	0.00	0.00	0.00	7.60	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino
286	233522.17	3103947.73	7.46	0.38	0.40	0.00	8.24	90.5	4.6	4.9	0.0	100	Bosque de pino
1118	236638.17	3101766.53	7.26	4.67	0.00	0.45	12.38	58.6	37.7	0.0	3.7	100	Bosque de pino encino
3194	239286.77	3096780.93	7.25	0.00	0.00	0.45	7.70	94.1	0.0	0.0	5.9	100	Bosque de pino

Sitio	Coordenadas UTM		AB										Tipo de bosque	
			m <sup>2</sup> ha					% ha						
	X	Y	Pino	Encino	Otras hojosas	Táscate	Total	Pino	Encinos	Otras hojosas	Táscate	total		
1654	241545.87	3100675.93	6.79	4.45	0.19	2.62	14.05	48.4	31.6	1.4	18.7	100	Bosque de pino encino	
405	235703.37	3103636.13	6.54	2.90	0.76	1.61	11.81	55.4	24.5	6.4	13.6	100	Bosque de pino encino	
1751	233911.67	3100364.33	6.16	2.44	0.00	1.00	9.59	64.2	25.4	0.0	10.4	100	Bosque de pino encino	
2816	234690.67	3097871.53	5.73	0.00	0.00	0.00	5.73	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino	
4204	239832.07	3092885.93	5.70	0.00	0.00	0.00	5.70	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino	
3777	238663.57	3094599.73	5.63	0.00	0.00	0.23	5.86	96.1	0.0	0.0	3.9	100	Bosque de pino	
2530	239909.97	3098650.53	5.08	0.00	0.00	0.00	5.08	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino	
4028	234846.47	3093509.13	4.89	0.00	0.00	0.00	4.89	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino	
817	236092.87	3102545.53	4.62	7.61	1.28	3.05	16.56	27.9	45.9	7.8	18.4	100	Bosque de encino pino	
2406	241000.57	3098962.13	4.25	0.00	0.00	0.10	4.35	97.7	0.0	0.0	2.3	100	Bosque de pino	
2613	242792.27	3098494.73	3.76	0.66	1.15	0.00	5.56	67.6	11.8	20.6	0.0	100	Bosque de pino encino	
2137	240688.97	3099585.33	3.74	0.00	0.00	0.00	3.74	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino	
2347	242636.47	3098183.13	3.72	1.07	0.76	0.00	5.54	67.1	19.2	13.7	0.0	100	Bosque de pino encino	
650	237417.17	3103012.93	3.71	0.00	0.51	0.00	4.22	87.9	0.0	12.1	0.0	100	Bosque de pino	
769	237261.37	3102701.33	3.61	0.00	0.00	1.41	5.01	72.0	0.0	0.0	28.0	100	Bosque de pino táscate	
941	237806.67	3102233.93	3.55	1.15	0.00	0.92	5.62	63.2	20.4	0.0	16.4	100	Bosque de pino encino	
1857	239286.77	3100208.53	2.62	0.00	0.00	0.00	2.62	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino	
2069	240299.47	3099741.13	2.12	0.00	0.00	0.00	2.12	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino	
4479	235859.17	3091172.13	2.00	0.00	0.00	0.00	2.00	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino	
1972	235547.57	3099896.93	1.39	0.00	0.00	0.55	1.94	71.5	0.0	0.0	28.5	100	Bosque de pino táscate	
420	229237.67	3103480.33	1.32	4.23	0.00	0.59	6.14	21.5	68.9	0.0	9.6	100	Bosque de encino pino	
1426	239909.97	3101143.33	1.31	2.39	0.00	0.00	3.71	35.4	64.6	0.0	0.0	100	Bosque de encino pino	
1794	240611.07	3100364.33	1.16	0.00	0.00	0.00	1.16	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino	
783	230795.67	3102545.53	1.15	2.08	0.00	0.00	3.22	35.5	64.5	0.0	0.0	100	Bosque de encino pino	
1245	234145.37	3101454.93	0.90	0.45	1.18	0.10	2.64	34.2	17.2	44.8	3.8	100	Bosque de encino pino	
1636	238741.47	3100675.93	0.89	3.51	0.00	0.10	4.50	19.8	78.0	0.0	2.2	100	Bosque de encino pino	
1782	238741.47	3100364.33	0.84	0.00	0.00	0.00	0.84	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino	
640	235859.17	3103012.93	0.83	1.47	0.00	0.20	2.50	33.2	58.8	0.0	8.0	100	Bosque de encino pino	
2781	238819.37	3098027.33	0.64	0.00	0.00	0.00	0.64	100.0	0.0	0.0	0.0	100	Bosque de pino	
252	235937.07	3104103.53	0.23	0.38	0.27	0.00	0.87	26.0	43.5	30.5	0.0	100	Bosque de encino pino	
621	232898.97	3103012.93	0.00	5.83	1.15	4.07	11.05	0.0	52.8	10.4	36.9	100	Bosque de encino táscate	
998	237728.77	3102078.13	0.00	1.99	0.00	1.12	3.11	0.0	64.0	0.0	36.0	100	Bosque de encino pino	
915	233755.87	3102233.93	0.00	5.58	0.00	0.13	5.70	0.0	97.8	0.0	2.2	100	Bosque de encino	

Para el mapeo del USV se tomó el criterio, en los casos donde se presenta la presencia de táscate y otras hojosas, de cartografiar con el tipo de bosque predominante en el área. En el caso del bosque de encino, solo se detectó un sitio con esta proporción de dominancia, y para el Táscate, solo se encontraron cuatro sitios.

De acuerdo a lo anterior, se tiene que el bosque de pino es el USV con mayor superficie en la microcuenca Situriachi, con una superficie de 4,908.38 ha., lo que representa el 44.54 % de la superficie total, información que se presenta a continuación:

Figura 59. Uso de suelo y vegetación actualizado por inventario

Uso de suelo y vegetación	Superficies	
	Ha	%
Agrícola	303.85	2.76
Bosque de Encino pino	909.46	8.25
Bosque de pino	4,908.38	44.54
Bosque de pino encino	1,973.87	17.91
Claros (Terrenos preferentemente forestales).	1,144.17	10.38
Cuerpos de agua	147.8	1.34
Manzanilla	1,631.52	14.82
<b>Total</b>	<b>11,019</b>	<b>100</b>

### 2.3.3.2. Actualización de los datos dasométricos de la vegetación arbórea en la microcuenca Situriachi

Para llevar a cabo la descripción de la información dasométricos del arbolado de la microcuenca Situriachi, primeramente, se describe a continuación la información estadística de precisión y confianza sustentada por estos resultados:



Figura 60. Estadística de los sitios de muestreos de dimensiones fijas



Figura 61. Estadística de los sitios de muestreos de dimensiones variables.

La información estadística descrita nos determina que en el área de la microcuenca Situriachi existe un AB para el arbolado de pino de 11.88 m<sup>2</sup>/ha., y un volumen de 84 m<sup>3</sup>/ha. La función de razón del volumen por AB es de 7.07. Esto es, que por cada metro cuadrado de AB existe 7.07 m<sup>3</sup>/ha de volumen de pino. Esta información tiene los siguientes intervalos de confianza.

Cuadro 53. Intervalos de confianza de área basal y volumen

<ul style="list-style-type: none"> <li>AB de pino con una precisión del 4.64 % y una confianza del 95%</li> </ul>	<b>11.30</b>	<b>11.88</b>	<b>12.45</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Volumen de pino con una precisión del 5.52 % y una confianza del 95%</li> </ul>	<b>79.36</b>	<b>84</b>	<b>88.65</b>

Continuando con la presentación de información, se detalla los demás datos de caracterización dasométricos y su correspondiente mapeo cartográfico (Cuadro 54 y figuras 62 - 67)

Cuadro 54. Datos dasométricos

ESPECIE	Sitios	Densidad	Altura	Dg	AB	Vol	Fab Vol	Cobertura copa (CC)	Fab CC	TP	ICA	
		arb/ha	m	cm	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> VTA				Años	%	M <sup>3</sup> /ha
<b>Pino</b>	102	422.15	8.31	19.65	11.88	84	7.07	50.27	4.33	14	3.24	2.7
<b>Táscate</b>	60	77.33	4.39	13.22	1.13	4.03	3.57	7.15	6.33	-	-	-
<b>Encino</b>	42	148.09	4.99	16.14	2.96	13.9	4.70	12.95	4.38	-	-	-
<b>Madroño</b>	20	35	5.03	18.15	0.96	2.46	2.56	3.74	3.90	-	-	-
<b>Pseudotsuga</b>	3	66.66	10.2	16.72	1.85	15.74	8.51	9.3	5.03	-	-	-
<b>Álamo</b>	3	60	10.98	23.25	2.34	16.73	7.15	8.47	3.62	-	-	-
<b>Fresno</b>	1	20	5.2	27	1.14	4.62	4.05	3.83	3.36	-	-	-
<b>Otras hojosas</b>	1	40	10.45	23.42	1.72	11.49	6.68	6.13	3.56	-	-	-

arb/ha: Árboles por hectárea

m: Metros

cm: Centímetros

Vol. Volumen

m<sup>2</sup>: Metros cuadrados

m<sup>3</sup> VTA: Metros cúbicos Volumen total arbol

Ha: Hectáreas

AB: Área basal

Dg: Diámetro cuadrático

TP: Tiempo de paso

ICA: Incremento corriente anual

Fab vol: Factor de área basal volumen

Fab CC: Factor de área basal cobertura de copa

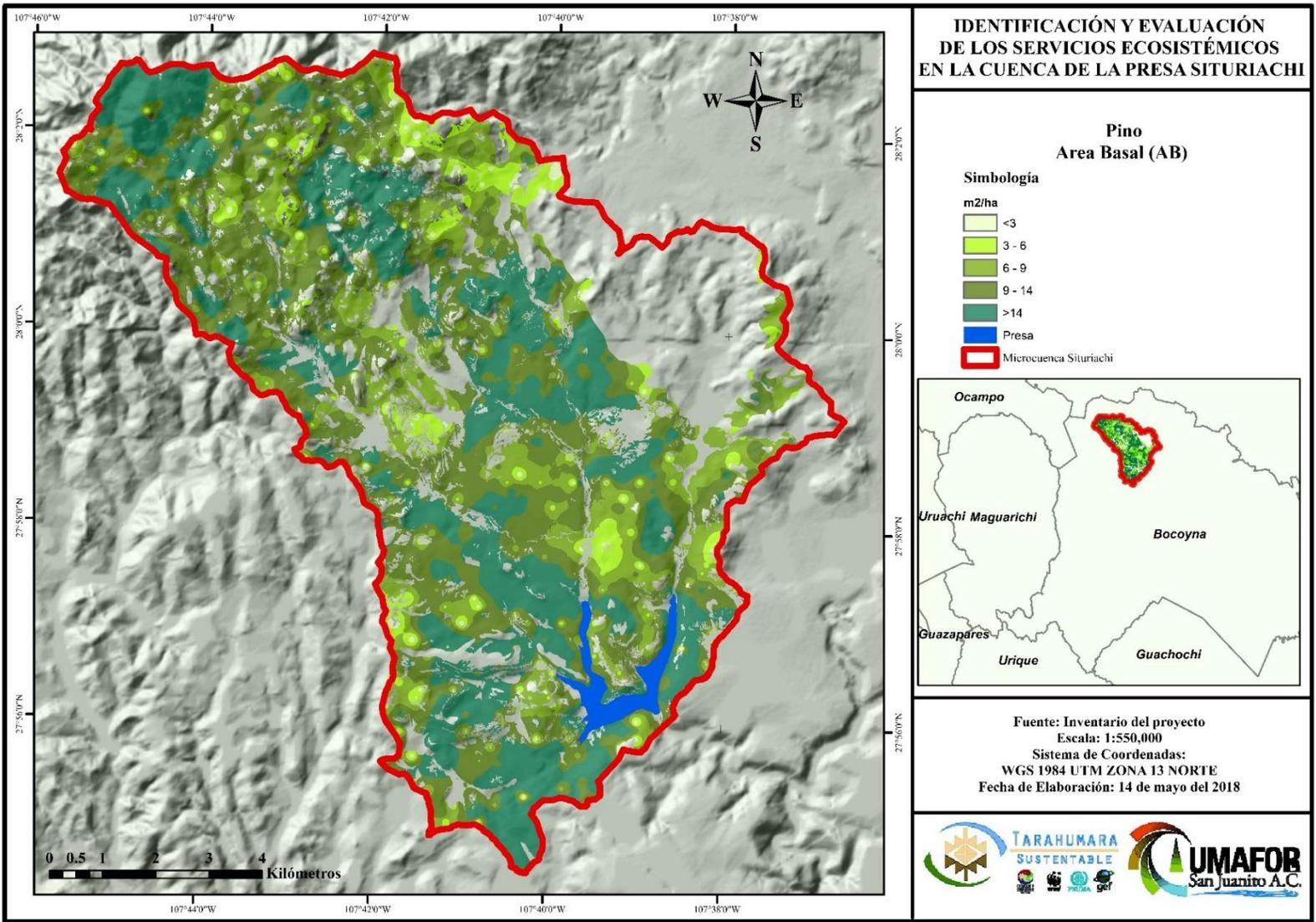


Figura 62. Área Basal de pino, en metros cuadrados por hectárea AB m2/ha), de la microcuenca Situriachi

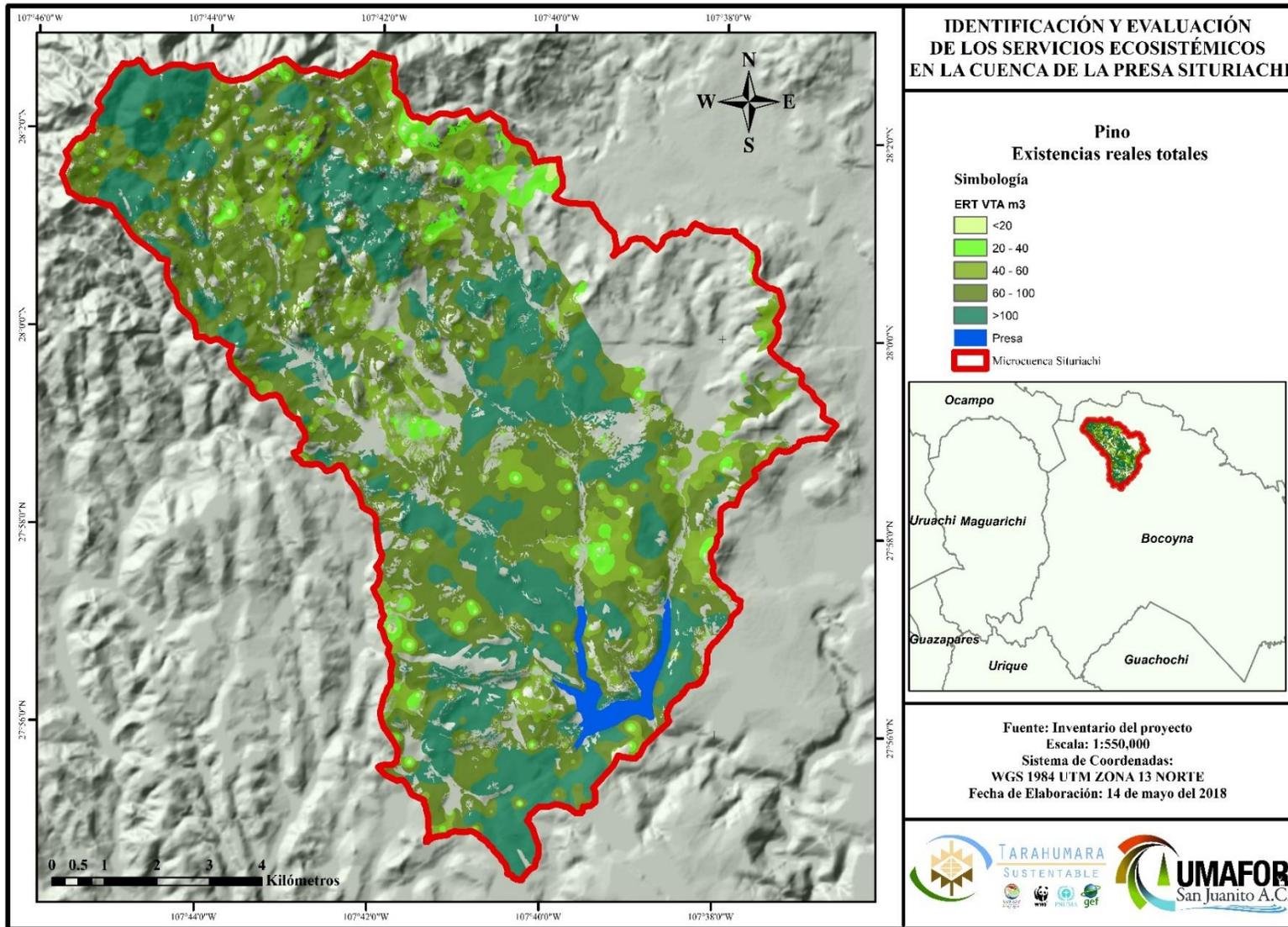


Figura 63. Existencias reales totales de pino, en metros cúbicos volumen total árbol por hectárea (ERT VTA m3), de la microcuenca Situriachi

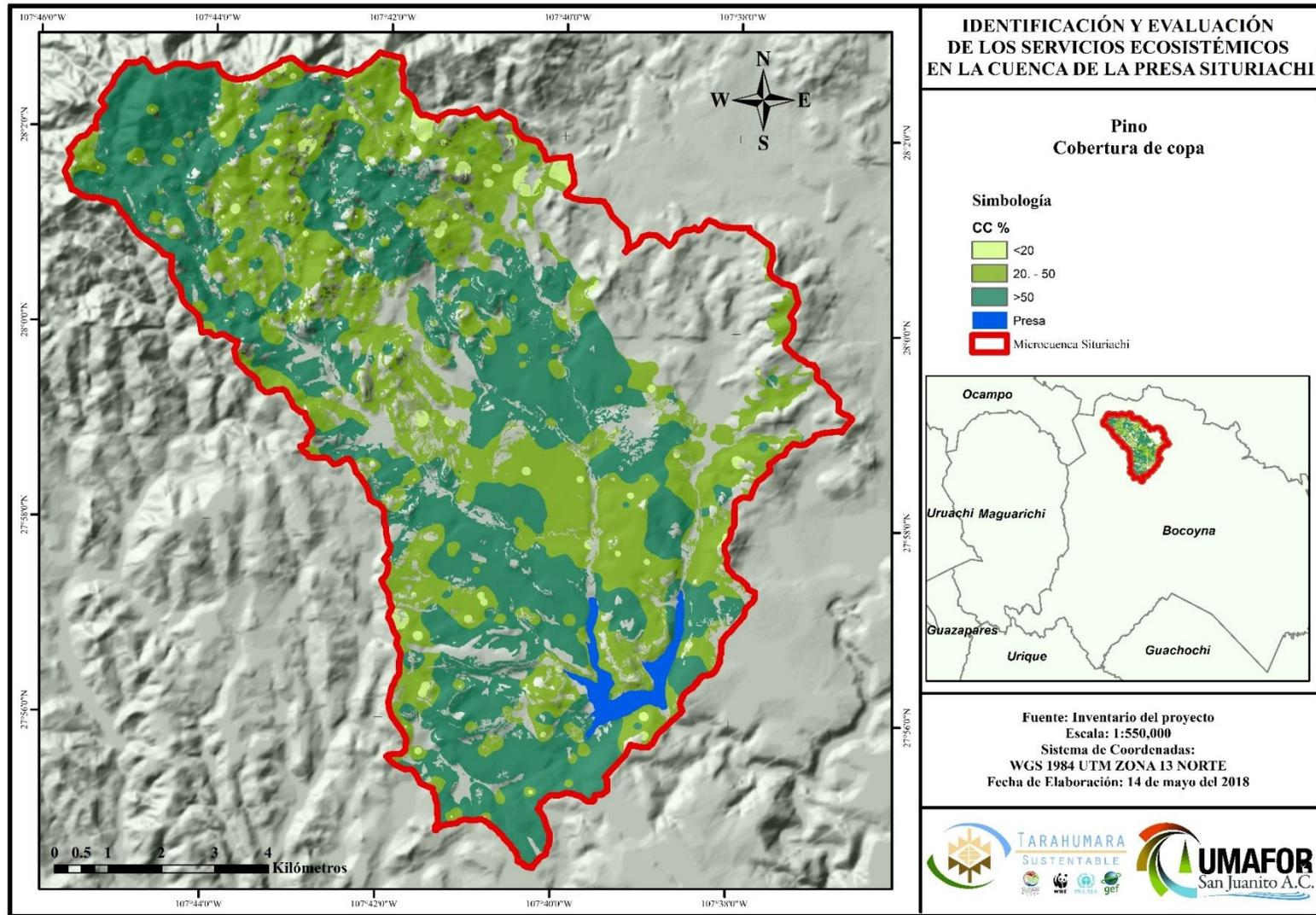


Figura 64. Cobertura de copa en porcentaje de pino (CC % /ha), de metros cuadrados cubiertos por hectárea, de la microcuenca Situriachi

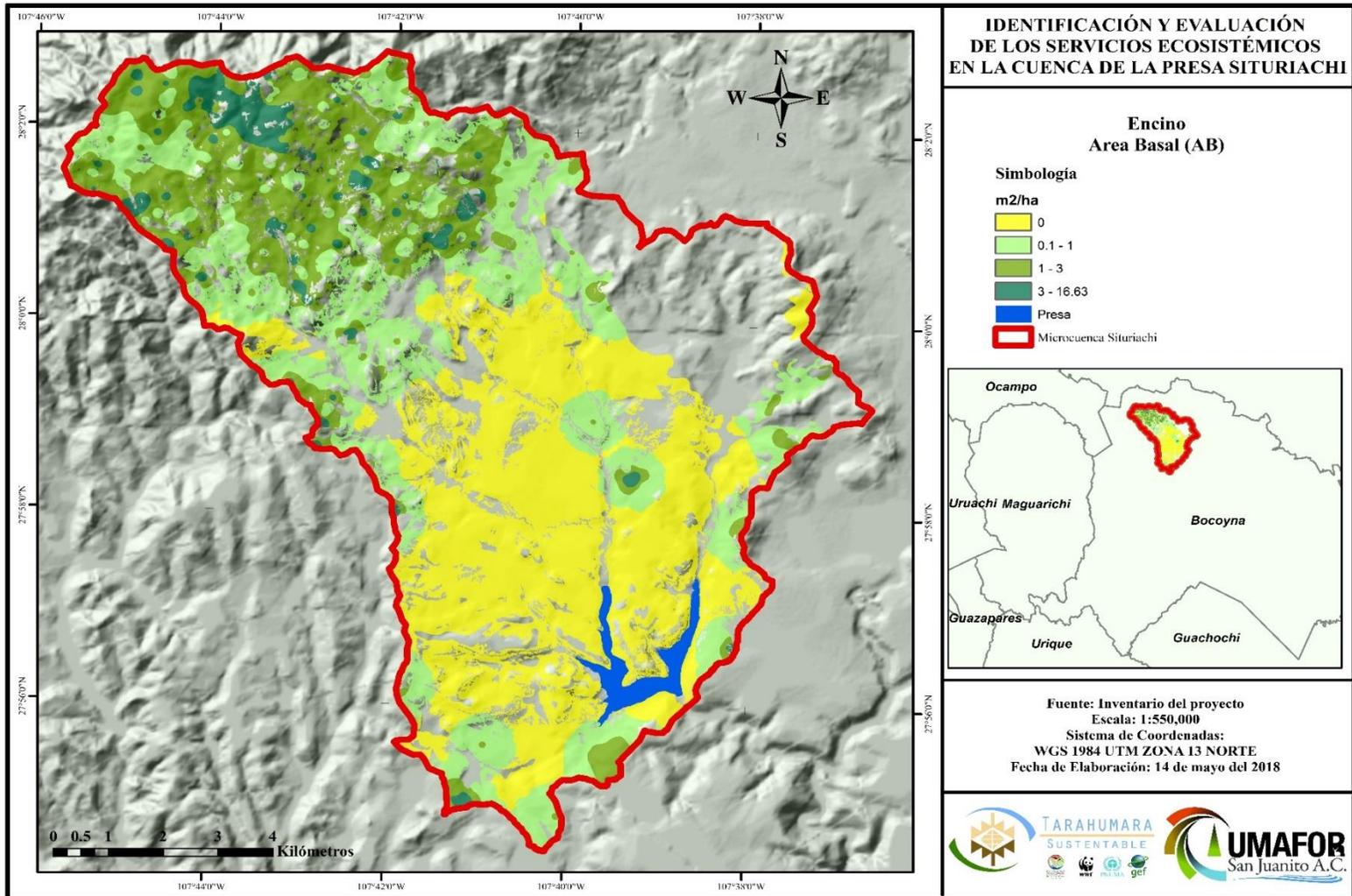


Figura 65. Área Basal de encino, en metros cuadrados por hectárea (AB m2 /ha), de la microcuenca Situriachi

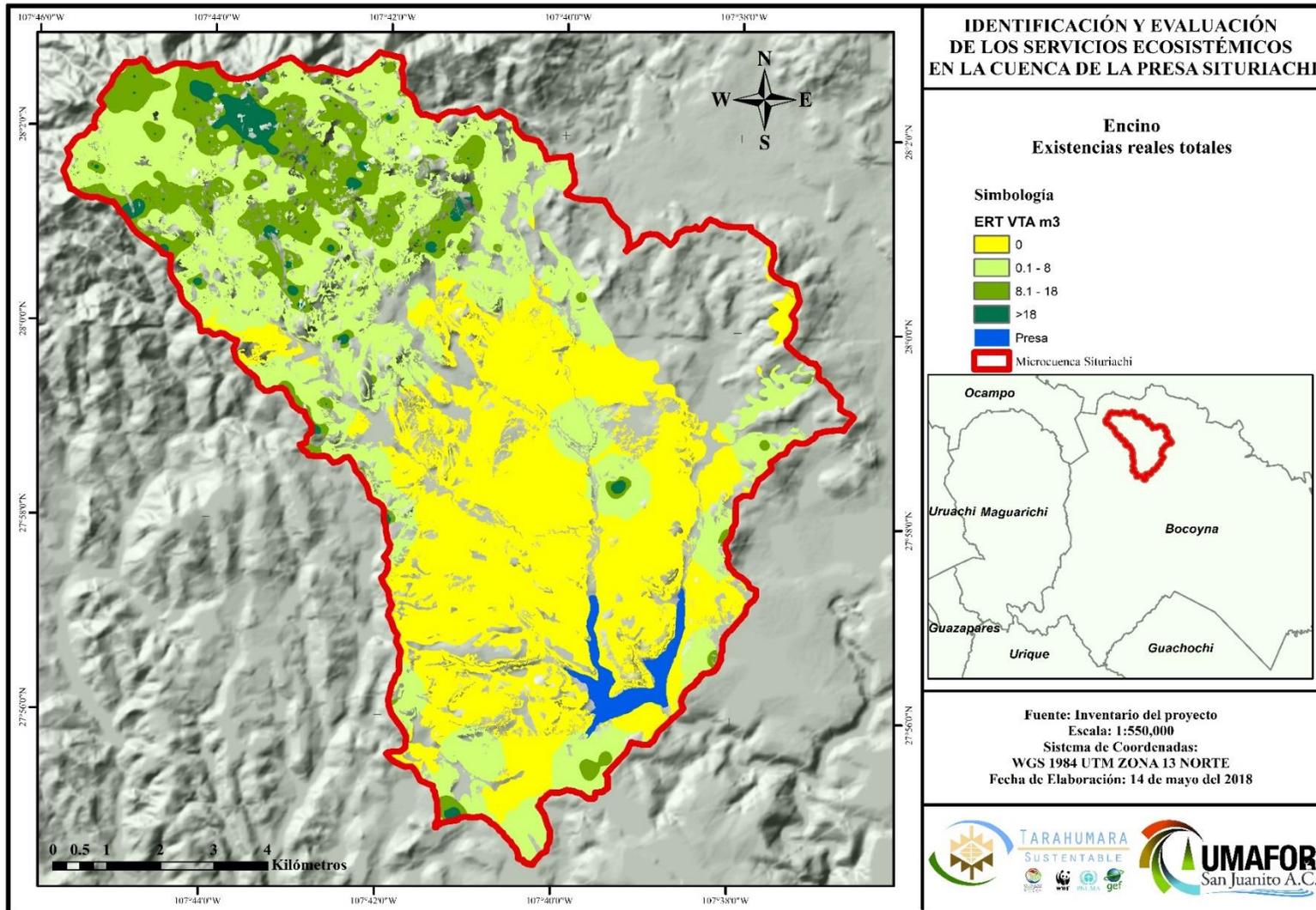


Figura 66. Existencias reales totales de encino, en metros cúbicos volumen total árbol por hectárea (ERT VTA m3), de la microcuenca Situriachi

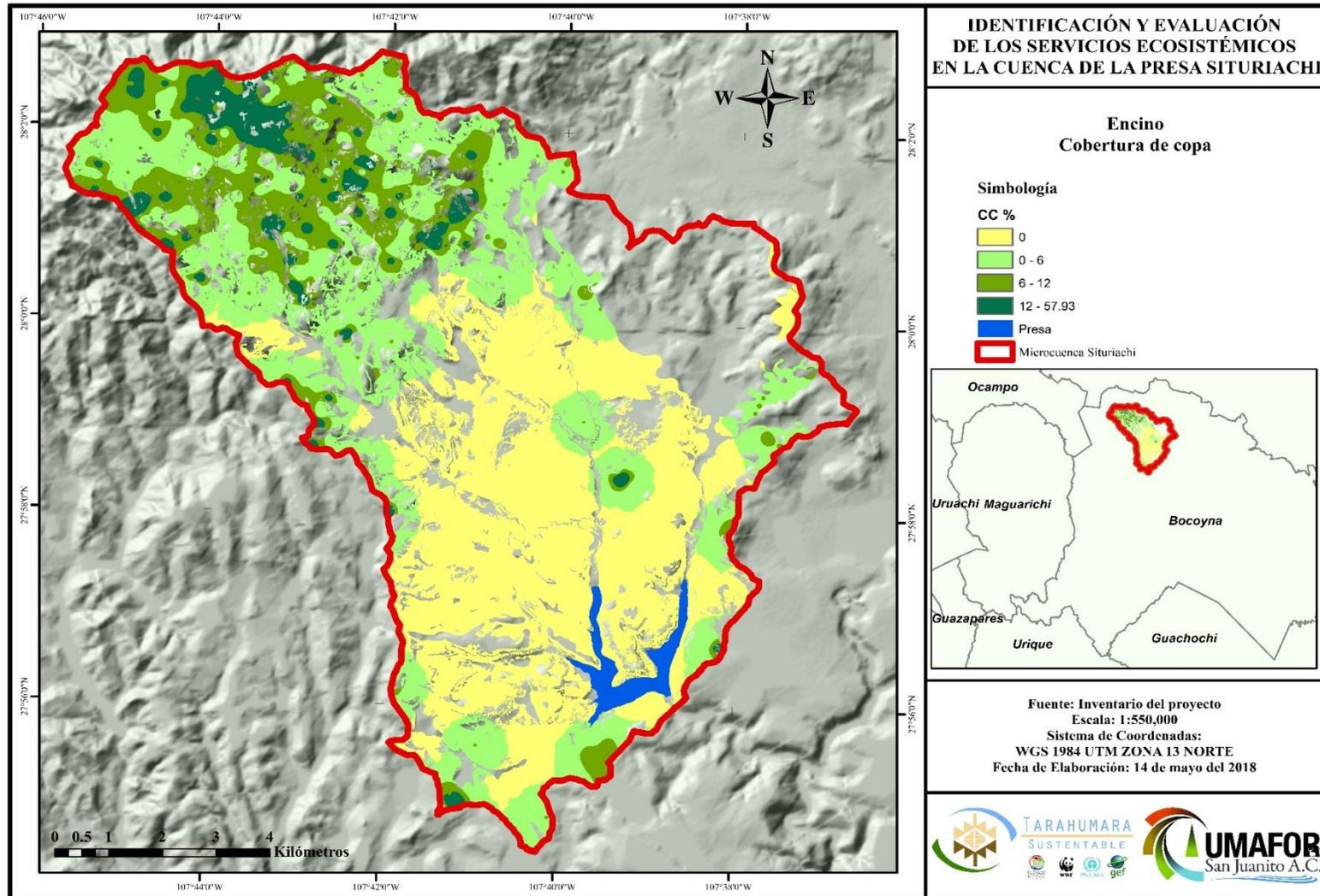


Figura 67. Cobertura de copa en porcentaje de encino, de metros cuadrados cubiertos por hectárea CC % / ha), de la microcuenca Situriachi

### 2.3.3.3. Valoración económica de la producción de recursos maderables del genero *pinus* en la microcuenca Situriachi.

Con la información dasométrico para la especie “*pinus*”, se estima a continuación la valoración potencial económica, que generaría el aprovechamiento maderable, si se realizara al 100% su potencial, es decir, si se intervinieran una superficie de 7,791.7 ha de bosque de pino, pino encino y encino pino. Para el cálculo se considerará un turno de 80 años, con un ciclo de corta de 10 años, y una intensidad de corta del 27.3%, misma que fue calculada en base a la información siguiente

Cuadro 55. Datos dasométrico del genero *pinus* para el cálculo de su intensidad de corta

Volumen	ICA	Intensidad de corta (IC)	
m <sup>3</sup> VTA	M <sup>3</sup> /ha	%	%
84	2.7	3.24	27.3

Con la intensidad de corta estimada, se determina el volumen residual, así como su cálculo de recuperación en 10 años, como se muestra a continuación.

Cuadro 56. Datos dasométrico del genero *pinus* y su recuperación sustentable de su manejo forestal

Vol Actual VTA m <sup>3</sup>	IC	Vol Aprov Anual/ha VTA m <sup>3</sup>	Vol Residual Anual/ha En VTA m <sup>3</sup>	Años									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
				Vol de recuperación en VTA m <sup>3</sup> /ha									
84	27.3	22.93	61.07	63.04	65.09	67.20	69.37	71.62	73.94	76.34	78.81	81.36	84.00

Con el volumen de aprovechamiento calculado (22.93 m<sup>3</sup> VTA por hectárea), se estima el valor comercial de los recursos maderables, en función de la distribución diamétrica, y la correspondiente distribución de producto que resulta de esto.

Cuadro 57. Distribución diamétrica del volumen de la especie de *pinus* en centímetros (cm), en la microcuenca Situriachi

Total de Vol./ha	Distribución diamétrica cm		
	<17_5	17_5 y 27_5	>27_5
	84.00	13.30	23.61

Cuadro 58. Calculo del valor comercial de los recursos forestales maderables del genero pinus en la microcuenca Situriachi

Rubros	Productos	Categoría diamétricas cm		
		<17.5	17.5 - 27.5	>27.5
Distribución De Productos %	Primarios	0	20	70
	secundarios	0	50	20
	tutores o celulósicos	70	10	0
	desperdicios	30	20	10
	Total	100	100	100
Distribución de Volumen Por productos m3	Primarios	0	1.29	9.00
	secundarios	0	3.23	2.57
	tutores o celulósicos	2.54	0.65	0.00
	desperdicios	1.09	1.29	1.29
	Totales	3.63	6.45	12.85
Valor comercial De los productos Maderables \$	Primarios	0	2,187.84	15,255.52
	secundarios	0	2,741.25	2,184.50
	tutores o celulósicos	1,906.32	322.50	0.00
	desperdicios	0.00	0.00	0.00
	Totales	1,906.32	5,251.59	17,440.02
	Total ha	<b>\$24,597.93</b>		
Total con sup 779.17 ha		<b>\$19,165,967.62</b>		

#### 2.3.3.4. Determinación de métricas de biodiversidad del arbolado en la microcuenca Situriachi.

Basados en los resultados obtenidos del inventario forestal realizado, se estimaron tres mediciones de la biodiversidad, estas son: La riqueza de especies; el Índice de Simpson; el Índice de Sannon y Weeber y su valor de equidad, y finalmente el valor de dominancia.

- **Riqueza de especies**

La riqueza de especies (número de unidades taxonómicamente distintas que cohabitan en una fracción de Espacio en Un tiempo Determinado). Es la medida más simple e intuitiva para medir diversidad de una comunidad. Para la microcuenca Situriachi, las riquezas de especies arbóreas se encontraron en 20 especies como se muestra en el cuadro siguiente

Cuadro 59. Riqueza de especies arbóreas en la microcuenca Situriachi

Especies	ni
<i>Pinus arizonica</i>	1235
<i>Pinus durangensis</i>	393
<i>Juniperus deppeana</i>	232
<i>Pinus leiophylla</i>	218
<i>Pinus strobiformis</i>	202
<i>Quercus fulva</i>	93
<i>Pinus lumholtzii</i>	89
<i>Quercus sideroxyla</i>	81
<i>Quercus rugosa</i>	50
<i>Quercus arizonica</i>	44
<i>Arbutus xalapensis</i>	35
<i>Quercus grisea</i>	21
<i>Quercus coccolobifolia</i>	21
<i>Pseudotsuga spp</i>	10
<i>Pinus engelmannii</i>	10
<i>Populus tremuloides</i>	9
<i>Pinus leiophylla var chihuahuana</i>	6
Otras hojosas	2
<i>Fraxinus spp</i>	1
Otras coníferas	1
N	2,753
<b>Riqueza</b>	<b>20</b>

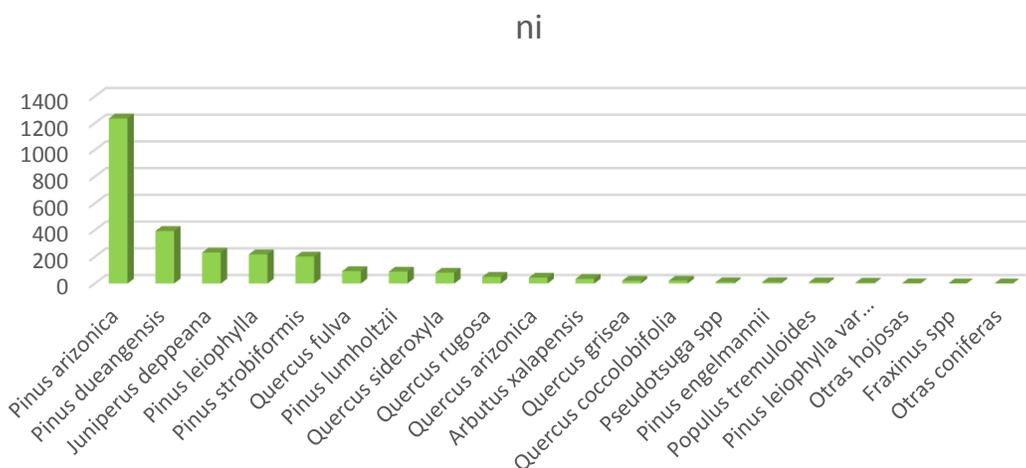


Figura 68. Riqueza de especie del arbolado por sitio de 500 m<sup>2</sup> en la microcuenca Situriachi

Continuando con la información de la Riqueza de especies, se mapeo a nivel de sitio levantado, la cantidad de especies resultate para cada uno de ellos, información que se presenta en el mapa que se presenta a continuación

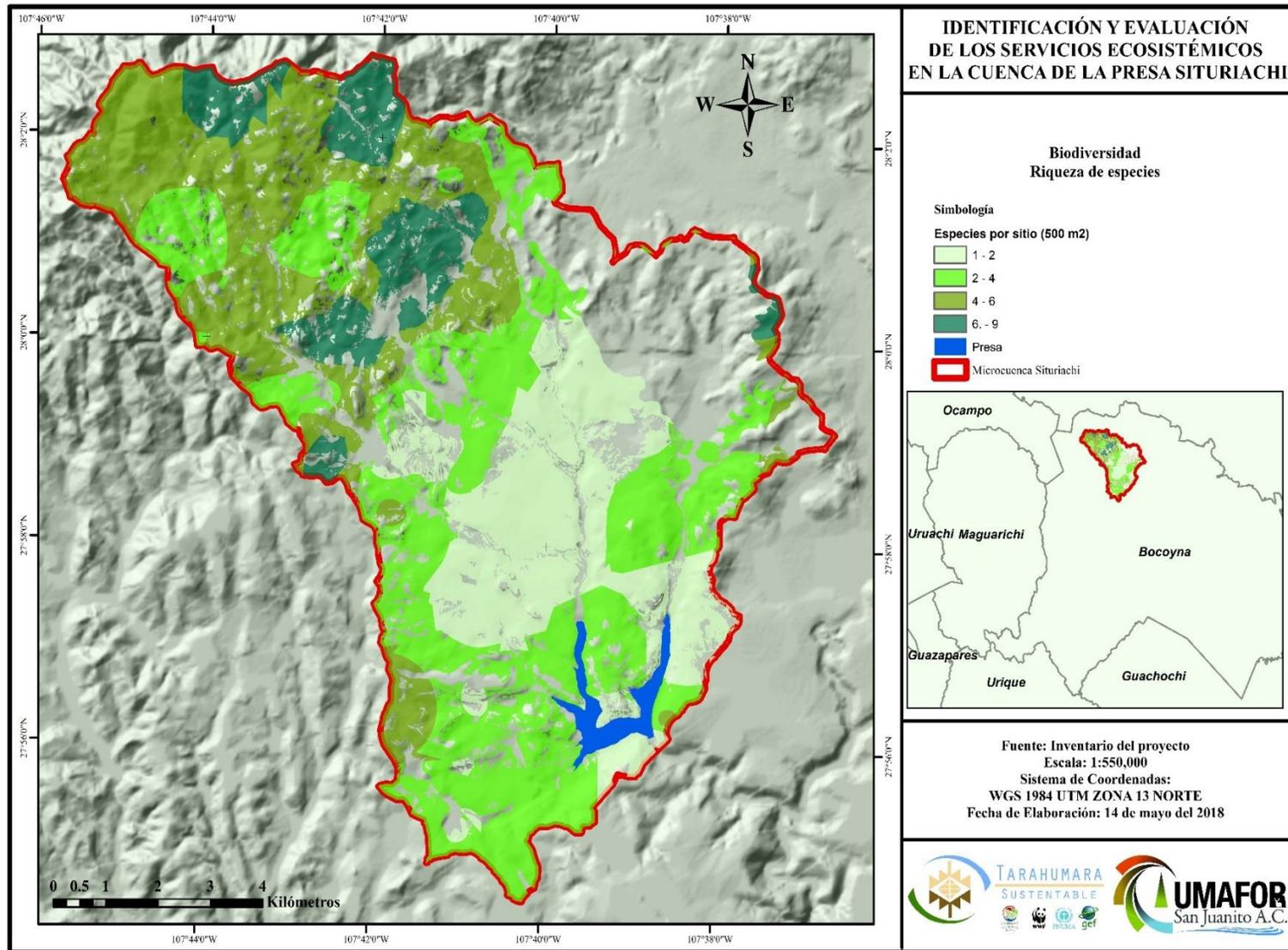


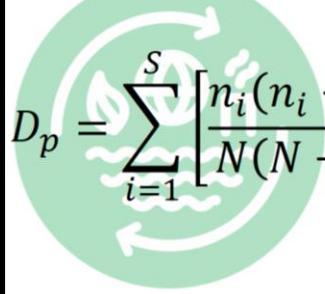
Figura 69. Riqueza de especie del arbolado por sitio de 500 metros cuadrados (m<sup>2</sup>) en la microcuenca Situriachi

- **Índice de Simpson**

Edward Simpson (1949) Sugirió Que La diversidad de una comunidad esta inversamente relacionada a la probabilidad de que dos individuos seleccionados aleatoriamente de ella pertenezcan a la misma especie. Al respecto, al calcular este índice para la microcuenca Situriachi el resultado es del índice es de 24.40. De acuerdo a lo ante dicho, el índice nos indica que existe una probabilidad del 24.4% al seleccionar dos especies en el rearea de la cuenca Situriachi. En este mismo sentido esto nos indica que al seleccionar dos especies de la cuenca, existe una probabilidad del 75.6 de seleccionar especies diferentes. Lo anterior está fundamentado en los siguientes datos de cálculo procesados del inventario forestal.

Cuadro 60. Cálculo del Índice de Simpson de las especies arbóreas en la microcuenca Situriachi

<b>ni</b>	<b>ni-1</b>	<b>ni(ni-1)</b>	<b>N(N-1)</b>	<b>ni(ni-1)/N(N-1)</b>
35	34	1,190	7,576,256	0.00016
232	231	53,592		0.00707
2	1	2		0.00000
1,235	1234	1,523,990		0.20115
393	392	154,056		0.02033
10	9	90		0.00001
218	217	47,306		0.00624
6	5	30		0.00000
89	88	7,832		0.00103
202	201	40,602		0.00536
9	8	72		0.00001
10	9	90		0.00001
44	43	1,892		0.00025
21	20	420		0.00006
93	92	8,556		0.00113
21	20	420		0.00006
50	49	2,450		0.00032
81	80	6,480		0.00086
				0.244
<b>Índice de Simpson</b>				<b>24.4</b>



$$D_p = \sum_{i=1}^S \left[ \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right]$$

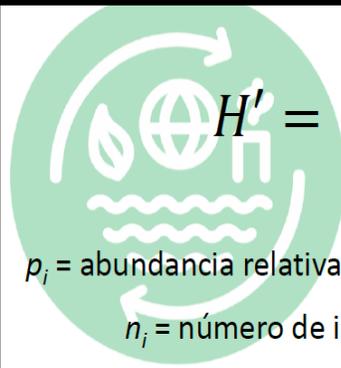
$n_i$  = número de individuos de la especie  $i$  en la muestra  
 $N$  = número total de individuos en la muestra.  
 $S$  = número total de especies en la muestra

Figura 70. Estadística para el cálculo del Índice de Simpson

- **Índice de Shannon -Wiener**

Margalef (1959) propuso que el índice de Shannon cumplía todas las condiciones necesarias para convertirse en una métrica adecuada para cuantificar la diversidad de sistemas tan complejos como son las comunidades bióticas. En el sentido más básico, simplemente había que asociar el factor  $p(x)$  de la ecuación a la probabilidad, o incertidumbre, de encontrar a la especie “ $i$ ” en el área de estudio, lo cual estaría directamente ligado a su abundancia.

Esta forma, la diversidad de una comunidad se vería reflejada en la cantidad de información que contiene. Para el cálculo de esta métrica de biodiversidad, se presenta a continuación:



$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log(p_i)$$

$p_i$  = abundancia relativa de la especie  $i$  en la muestra =  $n_i/N$   
 $n_i$  = número de individuos de la especie  $i$  en la muestra.  
 $N$  = numero total de individuos en la muestra.  
 $S$  = Número total de especies en la muestra  
 $H'$  = Cantidad de información (entropía) contenida en la muestra.

Figura 71. Estadística para el cálculo del Índice de Shannon –Wiener

Cuadro 61. Cálculo del Índice de Shannon –Wiener de las especies arbóreas en la microcuenca Situriachi.

<b>ni</b>	<b>N</b>	<b>pi</b>	<b>Ln (pi)</b>	<b>Ln pi (pi)</b>
35	2,753	0.0127	-4.3651	0.0555
1		0.0004	-7.9204	0.0029
232		0.0843	-2.4737	0.2085
1		0.0004	-7.9204	0.0029
2		0.0007	-7.2273	0.0053
1,235		0.4486	-0.8016	0.3596
393		0.1428	-1.9466	0.2779
10		0.0036	-5.6179	0.0204
218		0.0792	-2.5360	0.2008
6		0.0022	-6.1287	0.0134
89		0.0323	-3.4318	0.1109
202		0.0734	-2.6122	0.1917
9		0.0033	-5.7232	0.0187
10		0.0036	-5.6179	0.0204
44		0.0160	-4.1363	0.0661
21		0.0076	-4.8759	0.0372
93		0.0338	-3.3878	0.1144
21		0.0076	-4.8759	0.0372
50		0.0182	-4.0084	0.0728
81		0.0294	-3.5260	0.1037
<b>Índice de Shannon –Wiener</b>				<b>1.92</b>

Con la información calculada hasta este momento, del índice de Shannon –Wiener, se determina a continuación la equidad y dominancia, para lo cual se calcula el Índice de Shannon –Wiener máximo (H max), mismo que se obtiene con el logaritmo natural de el índice de Riqueza ya obtenido calculado en 20. Dándonos un resultado de H max 2.9957. Ahora bien, la equidad resulta del cociente del Índice observado de Shannon –Wiener (H) entre el H max. Con lo que obtenemos una equidad de especies de 0.64., y final mente, una dominancia, que resulta de restar el valor anterior a 1, de 0.36, de la especie más abundante. Estos resultados nos identifican, un índice de biodiversidad medio

### 2.3.4. Manejo agrícola

Se denomina tierra agrícola a la porción del área de tierra cultivable, afectada a cultivo permanente y a pradera permanente. La tierra cultivable incluye aquellos terrenos definidos por la FAO como afectados a cultivos temporales (las zonas de doble cosecha se cuentan una sola vez), los prados temporales para segar o para pasto, las tierras cultivadas como huertos comerciales o domésticos, y las tierras temporalmente en barbecho. (index mundi, 2012).

Desde 2001, la política agrícola y su aplicación han sido la base de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable que apoya la generación y la diversificación del empleo, garantiza la incorporación y la participación del sector agrícola en pequeña escala en el desarrollo nacional, y asigna prioridad a las zonas marginadas y a los sectores económicamente débiles de la economía rural. En el área de la investigación y el extensionismo, la Ley delega su aplicación a la SAGARPA, la cual coordina a los diversos órganos ejecutores, cuyos cometidos son la investigación agrícola, la generación de tecnología, la realización de pruebas y el extensionismo.

Para la Sierra Tarahumara las parcelas agrícolas se destinan para la agricultura de temporal en donde los principales cultivos sembrados son frijol, maíz, avena habas, chicharos, sorgo y calabazas, lo cual estas actividades son llevadas de una forma no tecnificadas siendo solo agricultura de autoconsumo obteniendo bajos rendimientos.

Para la microcuenca Situriachi se georreferenciaron 304 parcelas agrícolas siendo la de menor tamaño de 0.044 ha y la de mayor de 9.303 ha obteniendo una media de parcelas agrícolas que varían de 1.015 ha, los cultivos encontrados fueron avena con 92.13 ha y maíz con 62.12 ha. Figura 72 y Cuadro 62.

Cuadro 62. Parcelas agrícolas

Tipo de cultivo	No. de parcelas	Superficie (ha)
Avena	88	92.13
Maíz	93	62.113
Tierra abandonada	10	97.631
No sembrada	42	49.161
No identificada	71	5.833
TOTAL	304	306.872

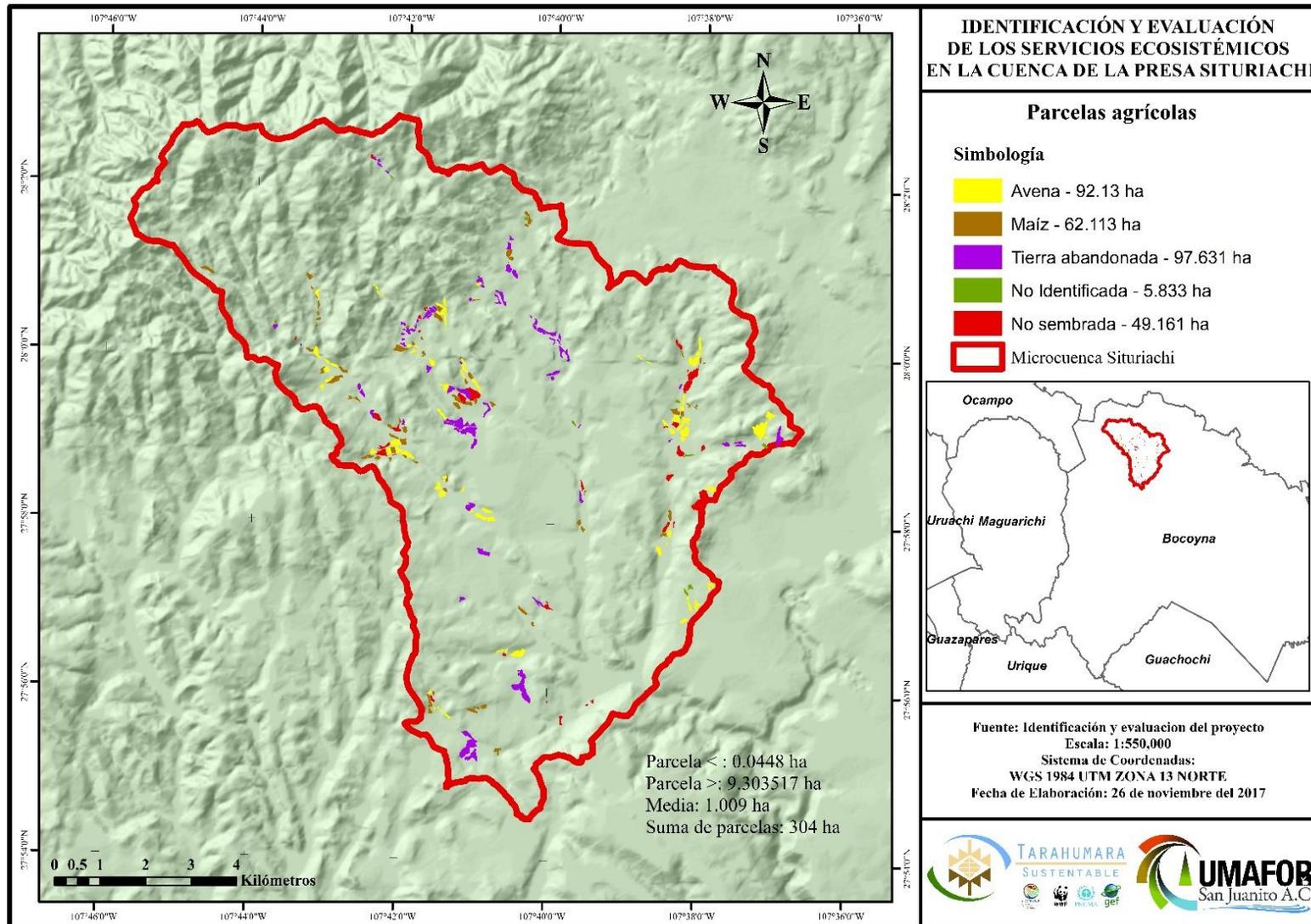


Figura 72. Parcelas agrícolas dentro de la microcuenca Situriachi

## **2.3.5. Recursos hídricos**

### **2.3.5.1. Volumen de la presa**

#### **A. Análisis Batimétrico del embalse**

Los escurrimientos generados en la microcuenca desembocan en la presa Situriachi, la cual está localizada en las coordenadas centrales, 27°56'26.06"N y 107°39'25.42"O al oeste de la localidad de San Juanito. Este embalse tiene una superficie de 150.62 ha y un perímetro de 14.71 km (los dos valores tomados a su máximo nivel de agua), y una capacidad de almacenamiento de 9hm<sup>3</sup> al Nivel de Aguas Máximo Ordinario (NAMO) (Conagua, 2018).

La batimetría es la medición de profundidades, en la ciencia de la topografía este término se refiere al levantamiento de superficies subacuáticas, tanto levantamiento del fondo del mar, embalses y cursos de agua, también se le denominada, topografía hidrográfica o cartografía náutica (Farjas, 1996). En este tipo de estudio la finalidad es obtener las coordenadas en X, Y y Z, de los sitios del fondo. Conocer la batimetría de un embalse nos ayuda hacer análisis de cambios de volumen de almacenamiento de agua al igual que de su tasa de azolvamiento, y de este modo determinar los años de vida útil del vaso.

#### **B. Batimetría del embalse**

Para este análisis batimétrico se realizaron los siguientes pasos:

1. Recorrido alrededor del vaso de la presa Situriachi para trazar geográficamente el perímetro actual del embalse (6 de marzo del 2018).
2. Realización de una malla de puntos a cada 100 m.
3. Usando una balsa y GPS, se ubicaron los puntos en campo y se midieron las profundidades de cada sitio. Los instrumentos que se utilizaron para llevar acabo el muestreo de la profundidad fueron, una cuerda acotada a cada metro de distancia y un contrapeso de aproximadamente de 5 kg.
4. Se realizó una base de datos de la información levantada en campo (profundidades y elevaciones).
5. Vinculación de la base de datos a la malla previamente mencionada.
6. Finalmente se creó un modelo de elevaciones digitales para calcular el volumen del embalse con la ayuda de las herramientas de información geográficas.

A continuación, en la figura 61 se puede observar el perfil de profundidades de los 384 sitios medidos. El rango de profundidad fue de los 0 a 17 m con un valor medio de 4.61 m. Se observó que la zona de mayor profundidad fue en la parte central del vaso de la presa. El volumen medido del embalse fue de 7.93 hm<sup>3</sup>, existe un cambio de almacenamiento del 2004 al 2018 (14 años) de 1.07 hm<sup>3</sup> reduciéndose la capacidad de almacenamiento en un 11.89%.

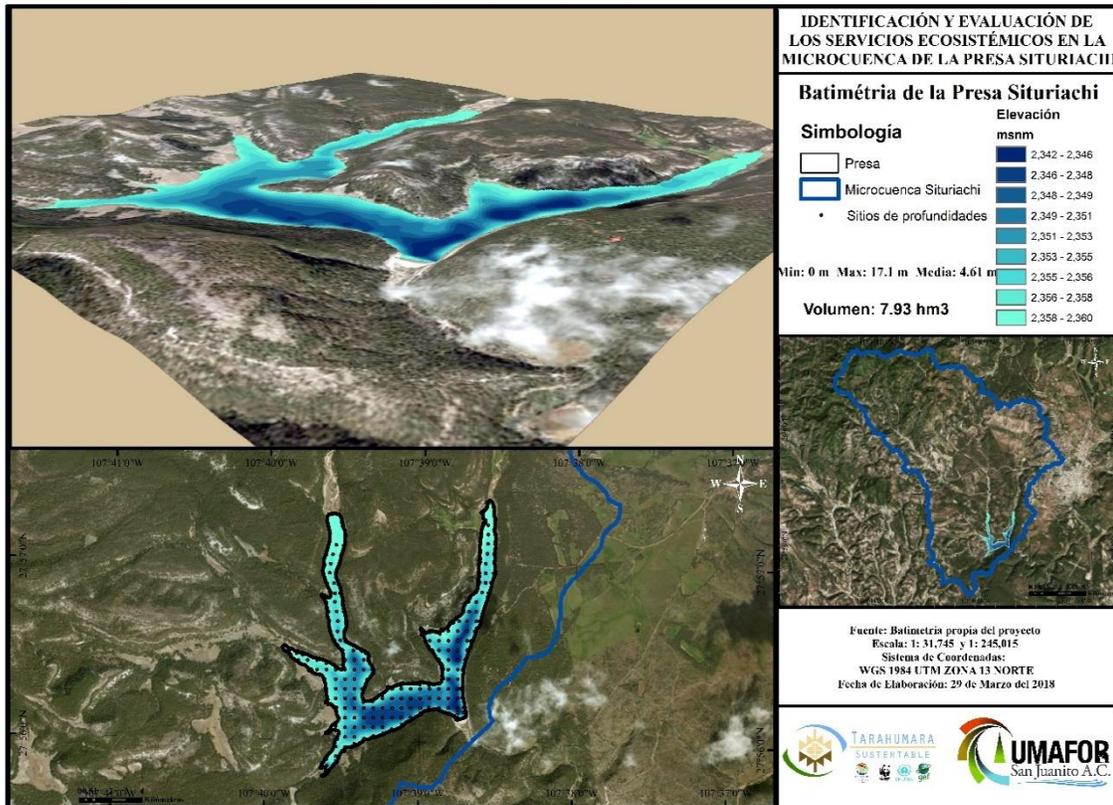


Figura 73. Batimetría



Figura 74. Análisis batimétrico de embalse

### 2.3.5.2. Calidad de agua

La calidad de agua es el principal factor que controla la salud y las enfermedades en humanos, fauna y flora (Wen-Cheng et al., 2011). Los valores obtenidos de calidad de agua permiten resolver conflictos como el uso del agua y la integridad ecológica de los sistemas acuáticos, los cuáles involucran también aspectos socioeconómicos (Fernández y Solano, 2005).

La Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF-1970), que, en un esfuerzo por idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del mundo, creó y diseñó un índice estándar llamado WQI (Water Quality Index) que en español se conoce como: Índice de Calidad del Agua (ICA<sup>13</sup>). Es ampliamente utilizado entre todos los índices de calidad de agua existentes siendo diseñado en 1970, y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río y hasta con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo (Hallock, 2002).

Según la NSF-1970 para la determinación del “ICA” interviene nueve parámetros, los cuales son:

1. Coliformes Fecales (en NMP/100 ml)
2. pH (en unidades de pH)
3. Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5 en mg L-1)
4. Nitratos (NO<sub>3</sub> en mg L-1)
5. Fosfatos (PO<sub>4</sub> en mg L-1)
6. Temperatura (en °C)
7. Turbidez (en NTU)
8. Sólidos disueltos totales (en mg L-1)
9. Oxígeno disuelto (OD en % saturación)

Acorde con el índice obtenido, la calidad de un cuerpo de agua queda definida como:

Excelente: 90 – 100

Buena: 70 – 90

Media: 50 – 70

Mala: 25 – 50 y

Pésima: 0 – 25

Se utilizaron 3 fuentes de datos de calidad de agua para este proyecto, los cuales se describen a continuación: 4 muestreos de agua en los afluentes principales de la microcuenca, en el mes de marzo del 2018 (UMAFOR). La CNA proporcionó 3 sitios de muestreos en la presa Situriachi que fueron tomados en el mes de septiembre del 2017, y recopilación de 2 sitios del “Protocolos de Indicadores Biológicos, Forestales, Ambientales y Socioeconómicos” realizado por la Facultad de Zootecnia y Ecología de la UACH, los cuales se llevaron a cabo en los meses de marzo y noviembre del 2016.

---

<sup>13</sup> Índice de calidad del agua (ICA<sup>2</sup>)

Cuadro 63. Coordenadas y alturas de los sitios de muestreo de la microcuenca Situriachi.

Sitio	UTM X	UTM Y	Altitud msnm
1 <sup>1</sup>	237754.47	3098024.26	2,401
2 <sup>1</sup>	238352.91	3096362.42	2,385
3 <sup>1</sup>	240509	3097833.99	2,394
4 <sup>1</sup>	240379.13	3096456.09	2,380
5 <sup>2</sup>	238262.08	3093304.18	2,361
6 <sup>2</sup>	239697.70	3093291.87	2,363
7 <sup>2</sup>	239633.75	3092930.63	2,354
8 <sup>3</sup>	238297.99	3097401.99	2,394
9 <sup>3</sup>	240177.99	3092581	2,352

<sup>1</sup>UMAFOR <sup>2</sup>CNA <sup>3</sup>FZE

Fuente: Elaboración propia, levantamiento de datos en campo

Cuadro 64. Resultados de parámetros de calidad de agua y el ICA<sup>2</sup> en la microcuenca de Situriachi.

Sitio	Mes	Año	OD %	BCF NMP/ 100ml	pH	DBO mg/l	Temp °C	P mg/l	N mg/l	Tb NTU	STD mg/l	ICA	Calidad
1	Mar	2018	80.7	9.2*	6.23	0	15.4	0.81	1.2	32.7*	120	73	Buena
2	Mar	2018	89.6	9.2*	6.5	0	20	0	1.2	36.2*	120	80	Buena
3	Mar	2018	98.5	9.2*	7.99	0	15.3	1.32	1.2	23.1*	90	77	Buena
4	Mar	2018	86.1	9.2*	6.55	0	17.2	0.7	1.2	14.7*	100	76	Buena
5	Sep	2017	96.3	10*	7.6	0	17.1	0.053	0.44	20*	28.93	84	Buena
6	Sep	2017	91.6	0.9*	7.8	0	17	0.044	0.37	19*	30.09	88	Buena
7	Sep	2017	94.5	31*	7.9	0	17.5	0.055	0.46	23*	29.45	81	Buena
8	Nov	2016	65.33	-	7.7	15	20.5	0	6.8	33.6*	27.1	64	Media
9	Mar	2016	94	-	8.6	8.6	14.1	0	26*	28.9*	170	63	Media

\*No cumplen con el límite máximo permisible de la NOM-127-SSA1-1994 (uso y consumo humano). Fuente: Elaboración propia, a través de resultados de laboratorio.

Los sitios de muestreos cumplen con la norma oficial mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, esta establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, esta norma toma en cuenta los usos del agua como es el agrícola, el uso público y para la protección de la vida acuática. Para la norma NOM-127-SSA1-1994 que estipula; los límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización, en este caso rebasan los límites permisibles en los parámetros de coliformes fecales, la turbidez y el nitrógeno total para el sitio 9. Por lo mencionado anterior no se recomienda el consumo sin antes darle un tratamiento, ya se sea mínimo por ebullición y filtrado. El ICA<sup>2</sup> media de la microcuenca de Situriachi es de 75% designándole una calidad buena de agua. De los 9 parámetros analizados dos están en excelente calidad, el OD y pH, el resto de los parámetros se encuentran en el rango de calidad buena y el más bajo es la turbidez en el agua con un valor de 56% media (Figura 75).

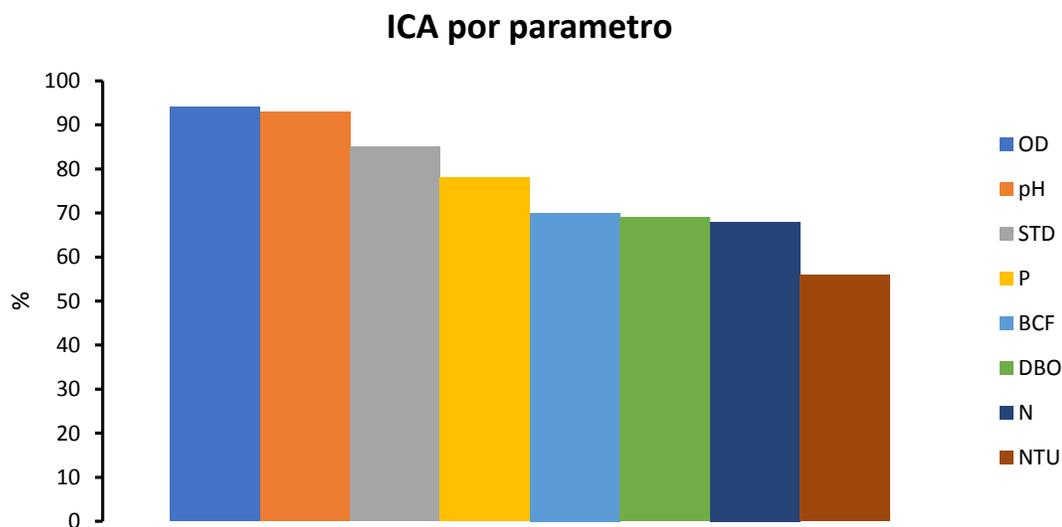


Figura 75. Índice de calidad de agua por parámetro en la microcuenca Situriachi

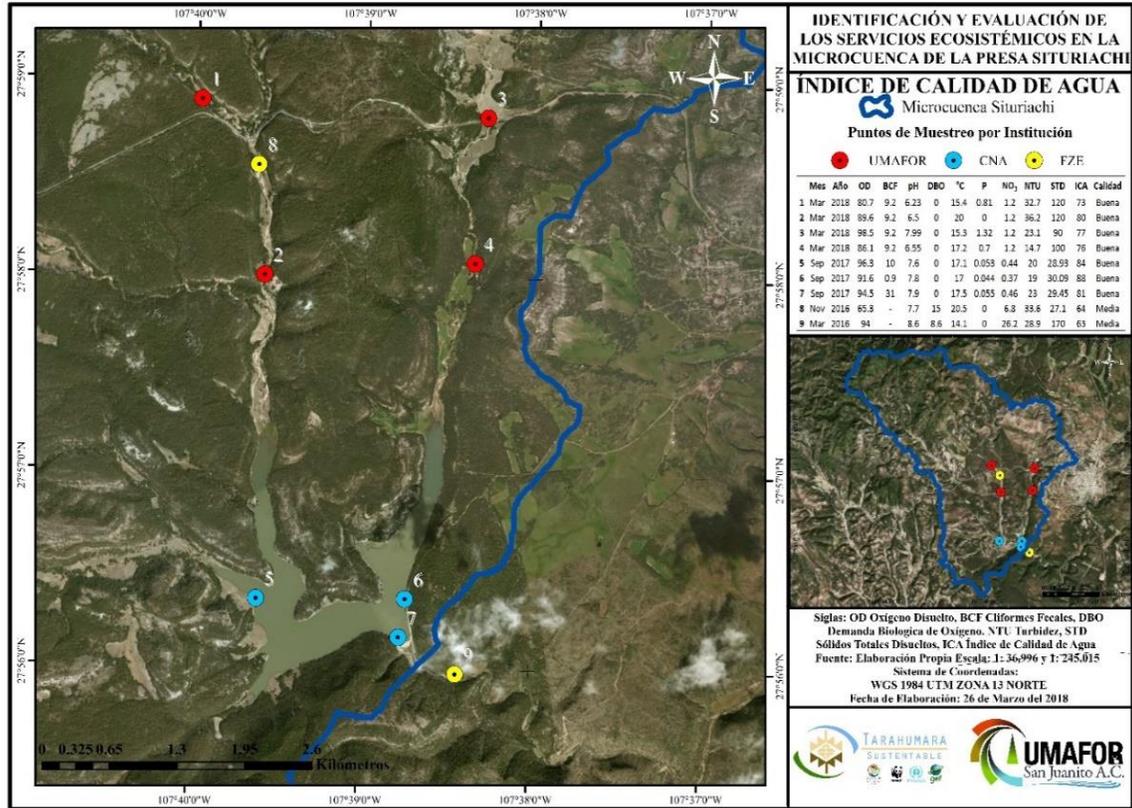


Figura 76. Sitios de muestreo de calidad de agua en la microcuenca Situriachi.



Figura 77. Muestras de calidad de agua 4-1



Figura 78. Equipo de muestreo in situ.



Figura 79. Muestreo de agua en la cuenca Situriachi.



Figura 80. Etiquetado de muestras.



Figura 81. Análisis de turbidez.

### **2.3.6. Evaluación del estado, funcionalidad y uso de las áreas ribereñas y afluentes de la microcuenca**

Las áreas ribereñas proporcionan funciones esenciales para la preservación de los ecosistemas y su relación espacial dado por la riqueza de especies y la influencia natural de sus escenarios, al igual promoviendo bienes y servicios para la biodiversidad y el humano. Por lo tanto, es significativo la evaluación de la calidad y de la relevancia de estas áreas en cualquier unidad territorial, dado a su importancia como recurso económico y proveedor de servicios ecosistémicos (Romero *et al.*, 2014). Estas zonas son trascendentes para la ecología, el manejo ambiental y la ingeniería civil, ya que juegan un gran papel en la conservación de suelos, y en la influencia que tienen en los distintos ecosistemas como el acuático, pastizales, bosques y humedales.

Dentro de la microcuenca Situriachi se ubicaron dos áreas ribereñas (Figura 82), para la evaluación. Se llevó acabo un recorrido de campo caracterizando detalladamente cada corriente por sitios (tramos de 200 a 300 m), a continuación, se presenta el análisis de cada una:

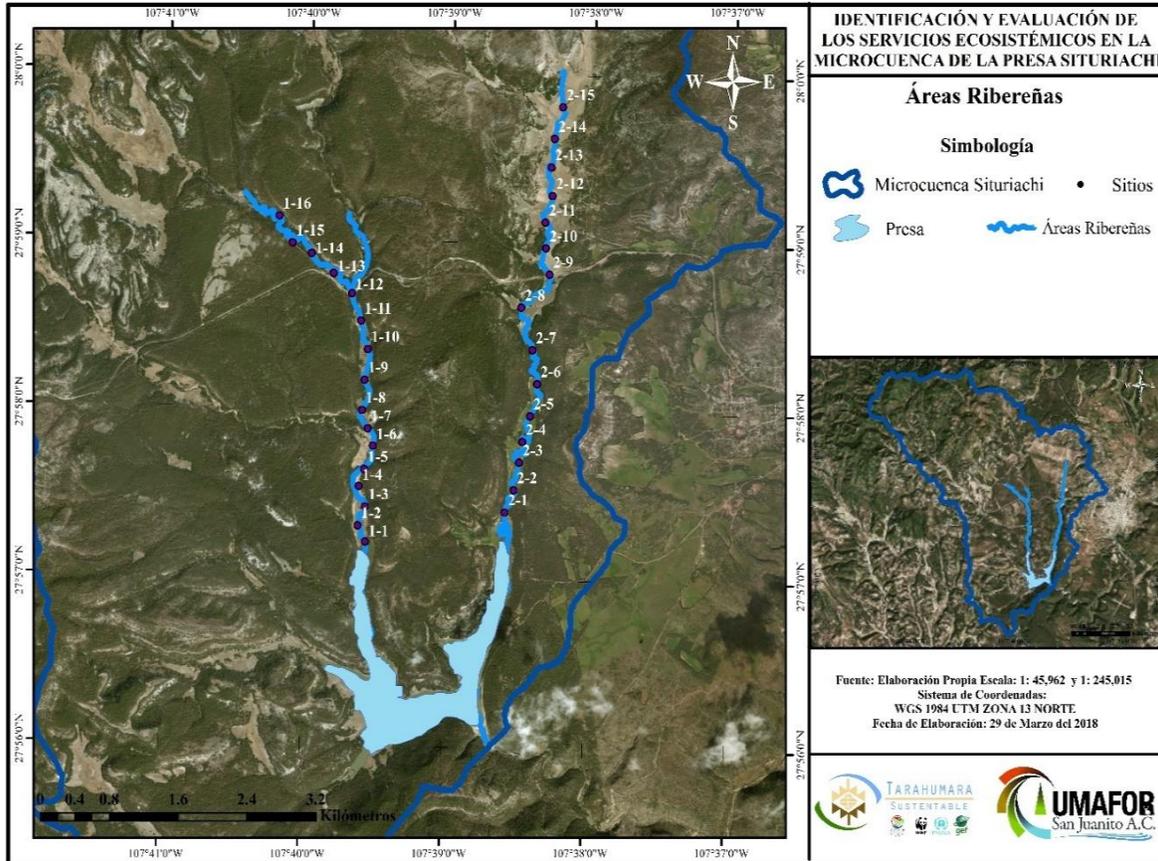


Figura 82. Localización de áreas ribereñas en la microcuenca Situriachi.

### A. Área Ribereña No. 1

- 1) **Orden de corriente;** 4
- 2) **Tipo de corriente;** la mayoría de los tramos se encontraron con un flujo continuo, y solo en tres sitios fue intermitente.
- 3) **Longitud;** 4,714 m.
- 4) **Temperatura;** máxima 29 °C, mínima 16 °C.
- 5) **Rango de altitud;** 2,362 a 2,410 msnm.
- 6) **Composición de sustrato;** el sustrato predominante en el área ribereña es la grava con un 59 % y en segundo lugar arena con 28% y en pequeñas porciones la roca madre (11.5%) y arcilla (2 %).
- 7) **Vegetación en los bancos;** El 56.6% del área ribereña se encontró sin vegetación, y predominado las herbáceas con 21.3%, seguido por; 9.4% de arbustos, 7.5% de árboles y 5.3% de hojarasca.
- 8) **Anchura promedio actual;** 6.6 m
- 9) **Profundidad promedio;** 9.8 cm

**10) Caudal;** El estado del flujo se consideró bajo principalmente con un valor medio de 76.44 lps, el valor máximo fue de 114.8 lps. En la Figura 83. se observan los caudales en cada sitio de medición contra su elevación.

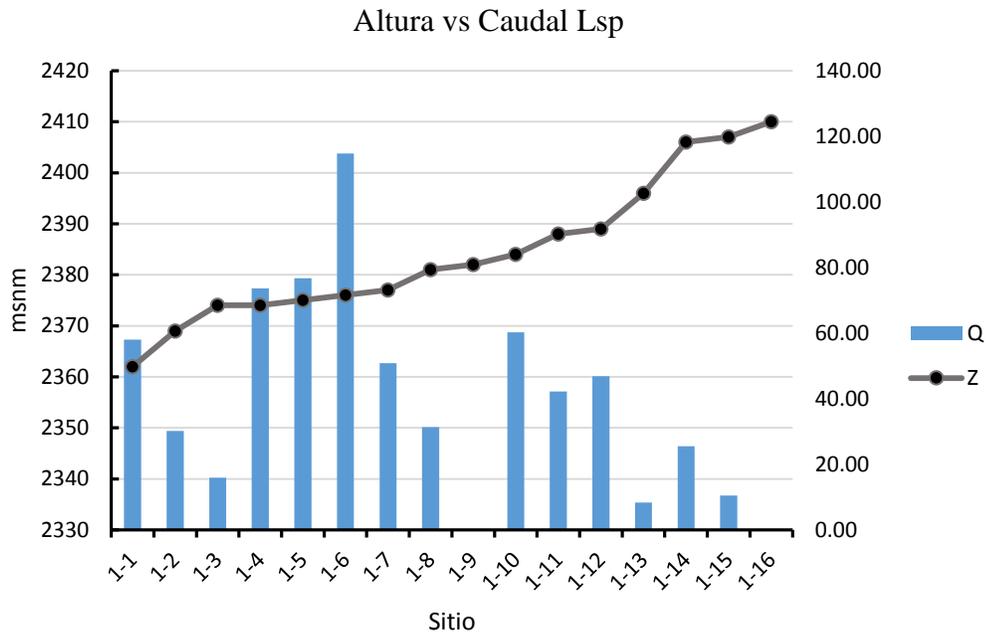


Figura 83. Gráfica de caudales y alturas de tramo No. 1.

Cuadro 65. Caudales del área ribereña No. 1

Tramo	Caudal Lps
1-1	58.00
1-2	30.13
1-3	15.92
1-4	77.61
1-5	76.71
1-6	114.80
1-7	50.80
1-8	31.35
1-9	0.00
1-10	60.28
1-11	42.21
1-12	46.90
1-13	8.31
1-14	25.48
1-15	10.49
1-16	0.00

Fuente: Elaboración propia a partir de la medición de flujo tomada en campo en la época de estiaje, mes de marzo del 2018.

- 11) **Turbidez;** en general la claridad del agua del afluente se encontró regular esto quiere decir que en la mayoría de los sitios se pudo observar los objetos en el fondo del agua.
- 12) **Crecimiento de Algas y plantas;** para este indicador se encuentra en un índice muy alto, ya que no se encontró grandes acumulaciones de algas, con excepción del último sitio del río foto.
- 13) **Condición del canal;** bancos naturales sin concreto.
- 14) **Alteración del flujo,** No existe cambio en el flujo u obstáculos en la corriente principal excepto por el sitio 1-9, el cual presenta alta alteración por ser zona explotación de materiales de río.
- 15) **Porcentaje de encrustamiento,** este apartado se refiere al porcentaje de sedimento que las rocas están cubiertas, ayudándonos a evaluar la carga de sedimentos en el tramo. El nivel de encrustamiento en el área ribereña se encuentra en un rango de 11 a 25%, siendo presente 3 tipos de sustrato. Este rango representa una carga regular de sedimentos.
- 16) **Estabilidad de los bancos,** la evaluación se hizo en la temporada seca, el ancho promedio como fue mencionado anteriormente fue de 6.6 m, los bancos en temporada de lluvias podría alcanzar hasta los 170 m, se le otorgo la puntuación de baja estabilidad, con solo el 20 al 50% de bancos estables.
- 17) **Sombra;** mencionado anteriormente más de la mitad de la superficie se encontró con suelo desnudo, ocasionando que la mayor parte del tramo no cuente con sombra natural, con un rango de 0 a 19 % de cobertura.
- 18) **Condición ribereña;** la condición ribereña se calificó como baja, ya que presenta signos de degradación, baja estabilidad de bancos, el crecimiento de vegetación está limitado, existen caminos de terracería que cruzan el cauce en varias ocasiones del tramo.
- 19) **Disponibilidad de hábitats para especies nativas,** baja disponibilidad.
- 20) **Presencia de basura,** la basura tanto inorgánica como orgánica no fue evidente durante el tramo 1.

## **B. Área Ribereña No. 2**

- 1) **Orden de corriente;**4
- 2) **Tipo de corriente;** la mayoría de los tramos se encontraron con un flujo continuo, y solo en dos sitios fue intermitente.
- 3) **Longitud;** 5845 m.
- 4) **Temperatura;** máxima 29 °C, mínima 16 °C.
- 5) **Rango de altitud;** 2368 a 2409 msnm.

- 6) **Composición de sustrato;** el sustrato predominante en el área ribereña es la grava con un 51 % y en segundo lugar arena con 35% y en pequeñas porciones la roca madre (8.3%) y arcilla (6 %).
- 7) **Vegetación en los bancos;** el 48% del área ribereña se encontró sin vegetación, y predominado las herbáceas con 21.7%, seguido por; 11% de hojarasca, 7% de árboles y 3% de arbustos.
- 8) **Anchura promedio actual;** 3.2 m
- 9) **Profundidad promedio;** 12.4 cm
- 10) **Caudal;** el estado del flujo se consideró muy bajo con un valor medio de 12.54 Lps, el valor máximo fue de 34.30 Lps. En la Figura 84. se observan los caudales en cada sitio de medición contra su elevación.

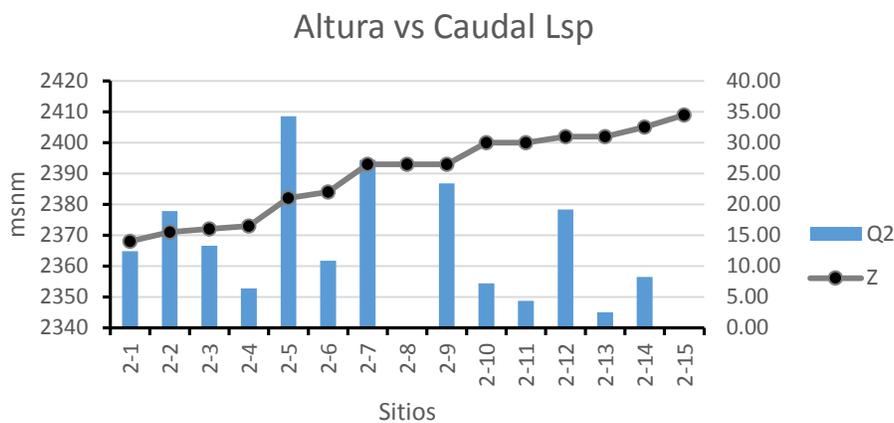


Figura 84. Gráfica de caudales y alturas de tramo No. 2.

Cuadro 66. Caudales del área ribereña No. 2

Tramo	Caudal Lps
2-1	6.52
2-2	9.55
2-3	6.42
2-4	3.5
2-5	16.84
2-6	5.41
2-7	13.57
2-8	0.00
2-9	11.55
2-10	3.52
2-11	2.37
2-12	3.60
2-13	1.27
2-14	3.94
2-15	0.00

Fuente: Elaboración propia a partir de la medición de flujo tomada en campo en la época de estiaje, mes de marzo del 2018.

- 11) **Turbidez;** en general la claridad del agua del afluente se encontró regular esto quiere decir que en la mayoría de los sitios se pudo observar los objetos en el fondo del agua.
- 12) **Crecimiento de Algas y plantas;** para este indicador se encuentra en un índice muy alto, ya que no se encontró grandes acumulaciones de algas.
- 13) **Condición del canal;** bancos naturales sin concreto, con excepción al sitio 2-12 el cual presenta canalización con bordes de concreto y fondo natural.
- 14) **Alteración del flujo;** no existe cambio en el flujo u obstáculos en la corriente principal excepta por los sitios 2-12 el cual presenta una presa que fue destruida por la corriente, y el 2-15, existe estancamiento de agua por la obstrucción de un tronco.
- 21) **Porcentaje de encrustamiento;** este apartado se refiere al porcentaje de sedimento que las rocas están cubiertas, ayudándonos a evaluar la carga de sedimentos en el tramo. El nivel de encrustamiento en el área ribereña se encuentra en un rango de 11 a 25%, siendo presente 3 tipos de sustrato. Este rango representa una carga regular de sedimentos.
- 15) **Estabilidad de los bancos;** la evaluación se hizo en la temporada seca, el ancho promedio como fue mencionado anteriormente fue de 3.2 m, los bancos en temporada de lluvias podría alcanzar hasta los 100 m, se le otorgo la puntuación de baja estabilidad, con solo el 20 al 50% de bancos estables.
- 16) **Sombra;** mencionado anteriormente la mitad de la superficie se encontró con suelo desnudo, ocasionando que la mayor parte del tramo no cuente con sombra natural, con un rango de 0 a 19 % de cobertura.
- 17) **Condición ribereña;** la condición ribereña se calificó como baja, ya que presenta signos de degradación, baja estabilidad de bancos, el crecimiento de vegetación está limitado, existen caminos de terracería que cruzan el cauce en varias ocasiones del tramo, la zona está limitada por actividades agrícolas y ganadería, y la tala del bosque.
- 18) **Disponibilidad de hábitats para especies nativas;** baja disponibilidad.
- 19) **Presencia de basura;** la basura tanto inorgánica como orgánica no fue evidente durante los sitios del 1 al 8, rio arriba se observó basura evidente, como botellas de plástico y excremento de animales.

### 2.3.6.1. Resultados de la evaluación de las áreas ribereñas

Se implementó un índice de áreas ribereñas baso en El Protocolo de Evaluación Visual de Quebradas, el cual fue desarrollado por el Servicio de Recursos Naturales de EEUU en 1998 (Rodríguez, 2014). El Protocolo evalúa 10 elementos físicos a los cuales se les da una puntuación del 0 al 2 evaluados en la corriente. A continuación, se presenta el resumen de evaluación de las dos áreas ribereñas en la microcuenca de Situriachi:

Cuadro 67. Evaluación del índice de área ribereña No. 1

Elementos Evaluados	Puntuación Adjudicada	Calificación
1. Turbidez	1.2	Regular
2. Crecimiento de algas	1.7	Muy Alto
3. Condición del canal	1.9	Muy Alto
4. Alteración del flujo	1.9	Muy Alto
5. Porcentaje de encrustamiento	1.1	Regular
6. Estabilidad de los bancos	0.9	Bajo
7. Sombra	0.3	Bajo
8. Condición ribereña	0.6	Bajo
9. Disponibilidad de Habitas	0.2	Bajo
10. Basura	1.7	Muy Alto
<b>IAR</b>	<b>1.2</b>	<b>Regular</b>

Cuadro 68. Evaluación del índice de área ribereña No. 2

Elementos Evaluados	Puntuación Adjudicada	Calificación
1. Turbidez	1.6	Alto
2. Crecimiento de algas	1.9	Muy Alto
3. Condición del canal	1.9	Muy Alto
4. Alteración del flujo	2.0	Muy Alto
5. Porcentaje de encrustamiento	1.4	Regular
6. Estabilidad de los bancos	1.0	Bajo
7. Sombra	0.7	Bajo
8. Condición ribereña	0.8	Bajo
9. Disponibilidad de Habitas	0.3	Bajo
10. Basura	1.5	Alto
<b>IAR</b>	<b>1.3</b>	<b>Regular</b>

Las dos áreas ribereñas evaluadas presentaron características muy similares, el resultado del índice realizado las califico con una calidad regular, nos indica que las áreas muestran señales claras de degradación física en los causes y las orillas (Figura 85).

Los sustratos principales en las áreas ribereñas fueron las gravas y áreas y en menos proporción la arcilla y roca madre. El 50 % de las áreas se encuentran con suelo desnudo, indicando poca sombra la cual es importante para mantener la temperatura del agua fresca y mejorar el hábitat de la fauna tanto silvestre como acuática. Se observó que hay acumulación de sedimento en los ríos entre un 11 y 15 %, este es indicador de la erosión en la microcuenca.

El caudal depende de diversos factores como fuentes que lo alimentan, del grado de permeabilidad de los terrenos que atraviesa, del coeficiente de evaporación, entre otros (Rojas, 2007). El flujo también es importante porque define la forma, el tamaño y el curso de

la corriente. Las fuentes de alimento, zonas de expulsión y rutas de migración de los peces y otros animales se ven afectados y se define por el flujo de la corriente y velocidad. El caudal determina los tipos de organismos que pueden vivir en la corriente (algunos necesitan zonas de corriente rápida, mientras que otros necesitan depósitos de baja velocidad). También los diferentes tipos de vegetación requieren diferentes flujos y velocidades (EPA, 2006). En las dos zonas ribereñas se calcularon caudales bajos, sin superar los 115 lps, y en varias zonas existe estancamiento de agua, ya sea por obstrucción o por explotación de materiales. Las mediciones se realizaron en la temporada seca (mes de marzo), el río principal obtuvo una anchura media de 6.6m y una profundidad de 9.8cm, el río secundario fue de 3.2m y 12.4cm

La turbidez es causada por partículas de arcilla y limo, al igual por microorganismos (Marín, 2003), es elemento es indicador de la erosión presente en la zona. Una muy alta turbiedad en los ríos puede afectar a la vegetación acuática disminuyendo la capacidad el proceso de fotosíntesis al no dejar el paso de los rayos solares. La mayoría de los sitios presento agua clara y se podía observar el fondo. El indicador de eutrofización fue muy bajo ya que no se presentaron grandes acumulaciones de algas, con excepción al sitio 16 en el afluente principal, donde fue el último lugar donde se encontró con agua.

En las áreas ribereñas de la Microcuenca Situriachi no se encuentra canalizada, solo en el sitio 2-12. No se observaron tomas de agua existente durante los recorridos de campo, sin embargo, en un sitio intermedio del segundo afluente existe una noria (Figura 92). También se puede observar actividades de explotación de materiales de río, como la gravilla, arena, y rocas, la tala de árboles a las orillas de las corrientes y quema del bosque. La condición ribereña se calificó como baja, ya que presenta signos de degradación, baja estabilidad de bancos, el crecimiento de vegetación está limitado al igual que la disponibilidad de habitas de especies nativas, existen caminos de terracería que cruzan el cauce en varias ocasiones de los tramos, la zona está limitado por la actividad agrícola y pastoreo de ganado, esto generando basura tanto inorgánica como orgánica, algunos ejemplos son las botellas de plástico y excremento de animales.

Algunos de los usos observados en la evaluación de las áreas ribereñas fueron el turismo, pastoreo de ganado, agricultura, explotación de materiales (arena, grava y madera) y lavado doméstico.

Gracias a los protocolos de valoración de ríos posibilitan la evaluación de su condición a través del tiempo, esto permitiendo la identificación de cambios que puedan estar experimentando, problemas a atender, y con ello proporcionar acciones prioritarias del manejo y de restauración de áreas ribereñas.

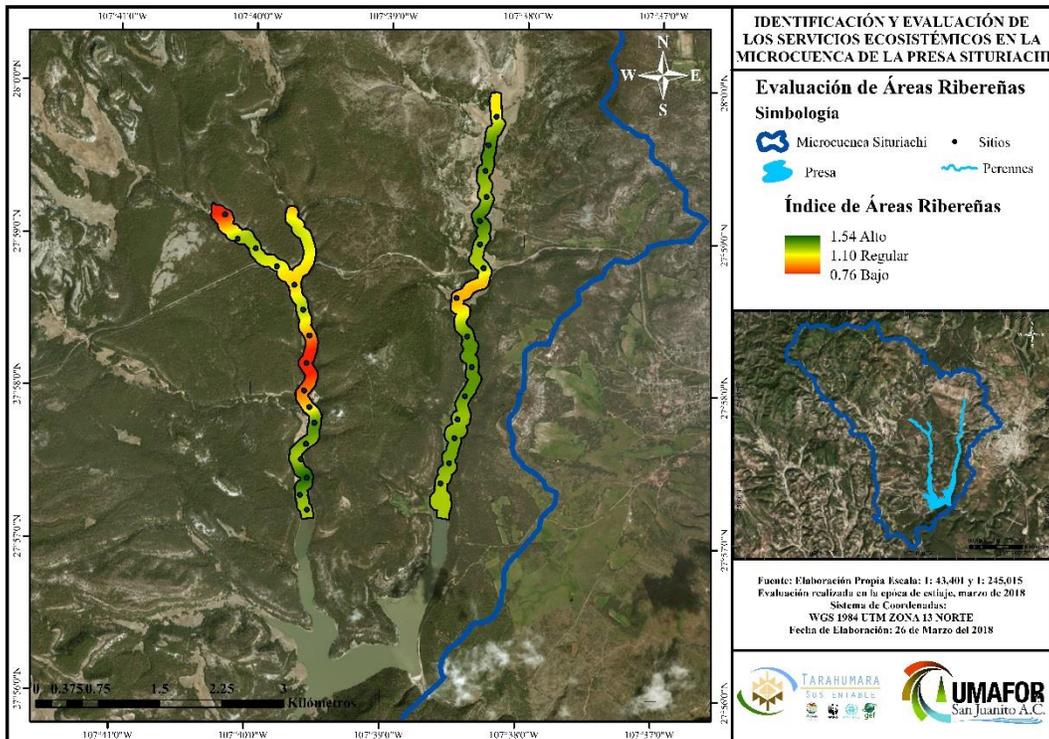


Figura 85. Mapa del índice de calidad de áreas ribereñas en la microcuenca Situriachi.

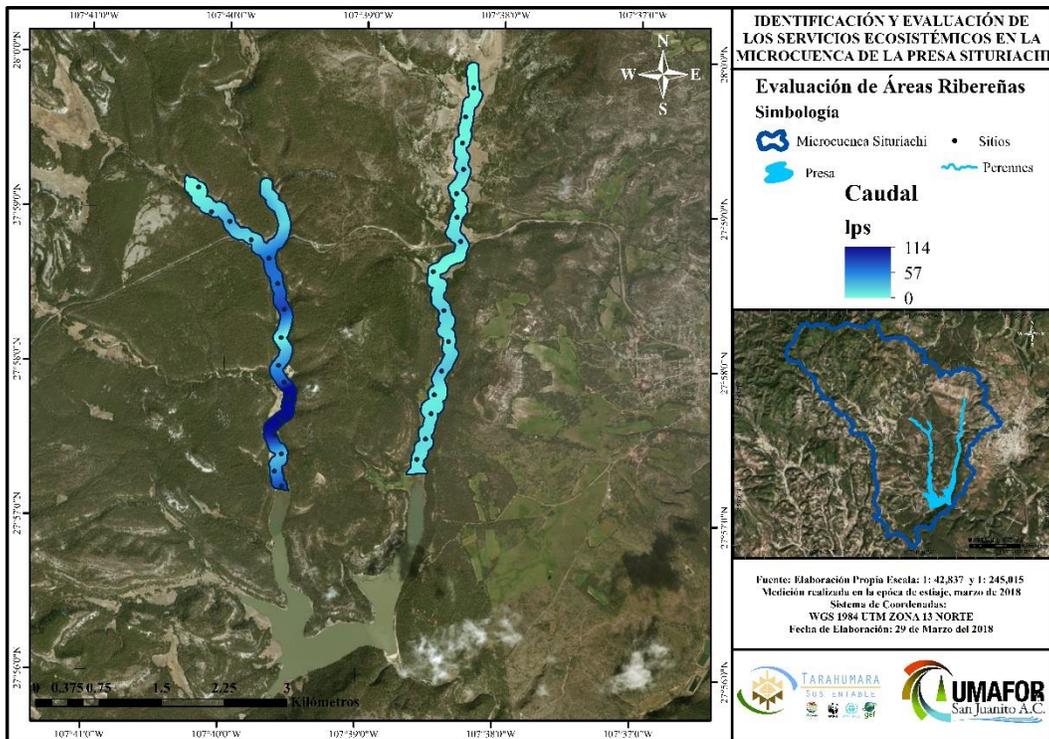


Figura 86. Mapa de caudales en las áreas ribereñas de la microcuenca Situriachi.



Figura 87. Recorrido de las áreas ribereñas en la microcuenca Situriachi.



Figura 88. Sitios ribereños 1-3 y 2-5 de microcuenca Situriachi.



Figura 89. Medición del ancho del cauce y profundidad.



Figura 90. Canalización del cauce.



Figura 91. Basura inorgánica y orgánica presente en las áreas ribereñas.



Figura 92. Vivienda al lecho de cauce secundario con noria.



Figura 93. Actividad pecuaria.



Figura 94. Deforestación y presa de contención.



Figura 95. Lavado doméstico en el cauce secundario.



Figura 96. Acumulación de alga, y presencia de insectos por estancamiento de agua, en sitio 1-16.

## CAPITULO 3.

### **Identificación y evaluación de los principales servicios ecosistémicos de la microcuenca que favorecen el bienestar humano en la región.**

En este capítulo se presenta los resultados obtenidos, conforme a la propuesta descrita en la figura 1 del apartado de metodología. Es decir, por medio de reuniones, entrevistas, encuestas con el sector turístico, censo realizados in situ en las localidades de la microcuenca, taller participativo con presencia del sector empresarial, asociaciones civiles, sector público, autoridades municipales y locales, además de ciudadanos de las diferentes comunidades de la microcuenca. Otra fuente de identificación de los servicios ecosistémicos, descrita en la metodología, es la compilación de información de estudios, estadísticas gubernamentales e información de los medios electrónicos como el INTERNET. Así mismo, Se realizaron trabajos de campo con el levantamiento de inventarios: forestales; de suelo; definición de obras; Batimetría y evaluación del estado de funcionalidad de áreas rivereñas. También se utilizaron, softwares especializados como el InVEST y sistemas de información geográfica, mediante los cuales, se generó información espacial, con todos los métodos de obtención de información antes referidos.

#### **3.1. Evaluación del turismo en la microcuenca y su área de influencia**

México posee grandes bellezas naturales, arquitectónicas, gastronómicas y culturales que puede ofrecer al mundo, es un país privilegiado por su biodiversidad y se encuentra en los primeros lugares en las listas de especies tanto de flora como de fauna, ya que se han encontrado 26 mil tipos de plantas, 282 especies de anfibios, 707 variedades de reptiles y 439 mamíferos hasta el momento. (hidroponia.mx, 2014)

Debido a su ubicación geográfica y a su diverso relieve, México tiene una gran diversidad de ecosistemas, que van desde lo más alto de las montañas hasta los mares profundos, pasando por desiertos y arrecifes de coral, bosques nublados y lagunas costeras.

Uno de los estados con gran diversidad geográfica es Chihuahua, llamado “el estado grande” y es de suponerse que cuente con una gran biodiversidad, ya que posee una superficie de 247,460 km<sup>2</sup> lo que representa el 12.62% de la superficie del país. En las figuras 97 y 98 se pueden apreciar las principales especies de flora y fauna emblemáticas que se encuentran en el área de influencia de la microcuenca, pudiendo ser aprovechadas como atractivo turístico generando ingresos en las familias locales mediante los servicios ecosistémicos, tales como el oso negro, la cotorra serrana y el *picea Chihuahuana* especie endémica. Al respecto, se presenta en la figura 97 los corredores biológicos que la CONANP ha identificado en el área de influencia de la microcuenca Situriachi, en el municipio de Bocoyna Chihuahua.

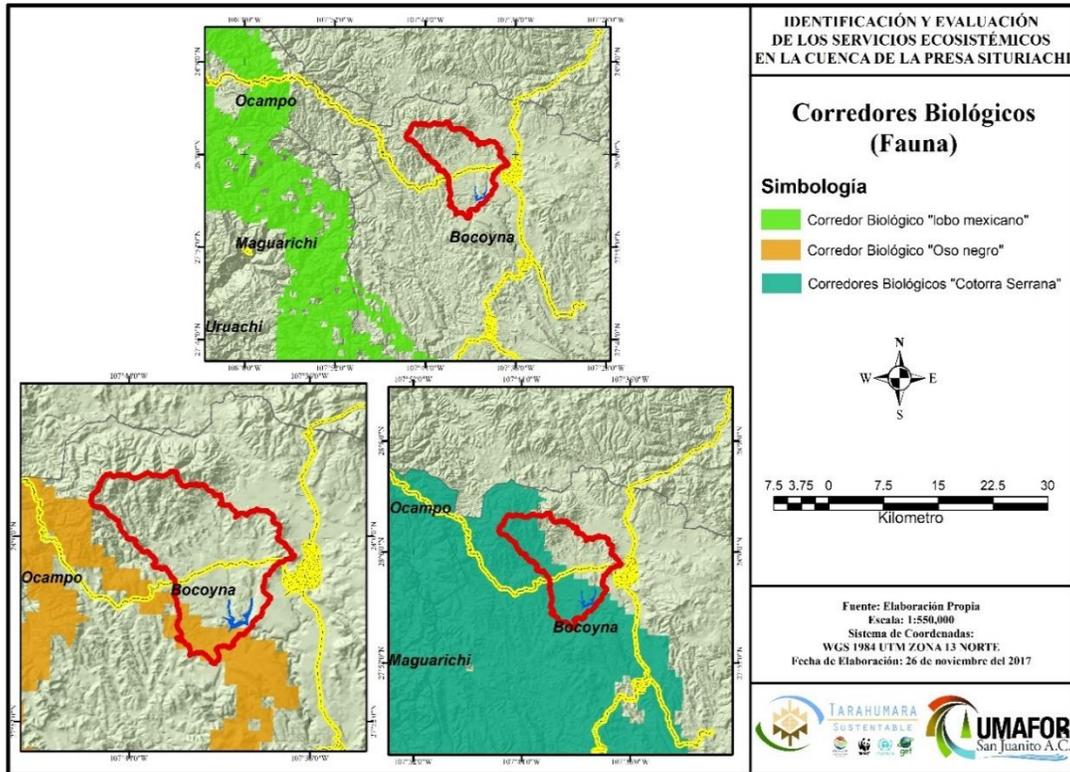


Figura 97. Corredores biológicos fauna.

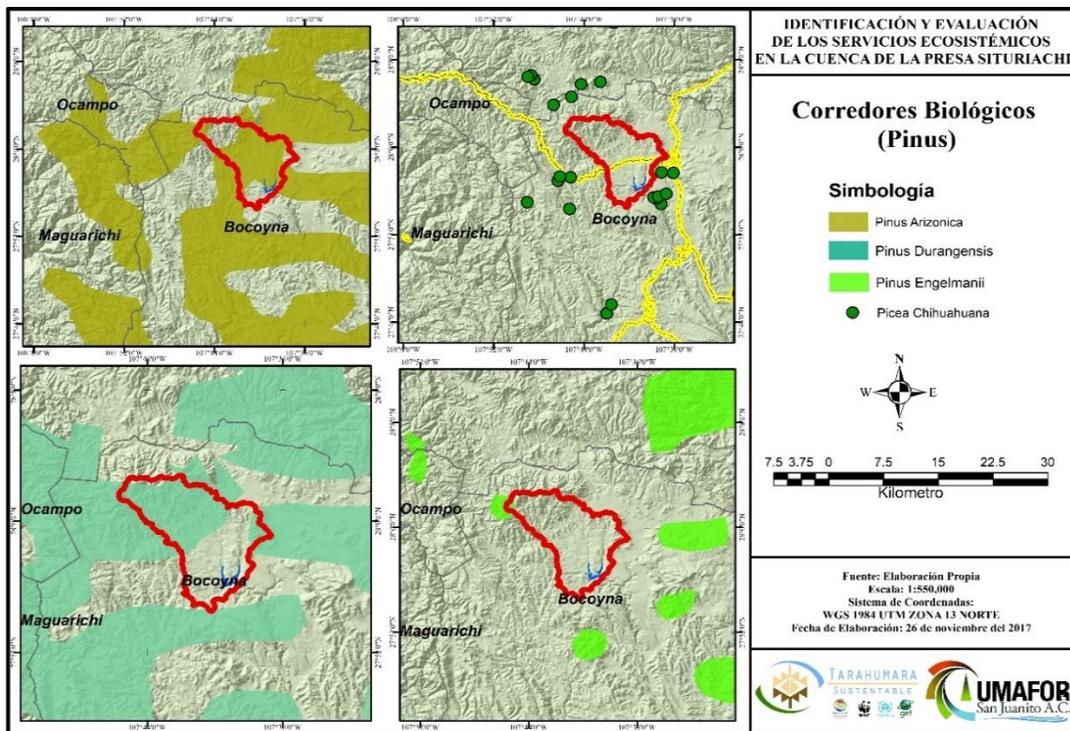


Figura 98. Corredores biológicos de los genero *pinus* y *picea*

### 3.1.1. Principales parajes turísticos

Paraje es el término que se utiliza en los pueblos de habla hispana, para *denominar un punto geográfico* de una provincia, o estado, puede estar habitado o no, generalmente son habitados por pobladores dispersos en el área rural.

Un paraje puede ser un pueblo, una aldea o simplemente una zona determinada en el camino de los viajeros o turistas. Los parajes normalmente están separados entre sí por distancias que varían según la geografía del lugar, mayoritariamente cuentan con abundante agua para las personas que allí habitan.

Nos centraremos principalmente en el municipio de Bocoyna, en particular en la microcuenca Sitoriachi y sus alrededores como San Juanito, Sisoguichi, Creel y Arareco, los tres valles (monjes, hongos y las ranas) y las Barrancas del Cobre. También haremos referencia a las cascadas de Cusárare del municipio de Guachochi; Areponapuchi y San Rafael del municipio de Urique y finalmente la Cascada de Basaseachi del municipio de Ocampo.

En la figura 99 se representan los principales atractivos turísticos de mayor importancia por el número de visitantes y derrama económica que deja en la región

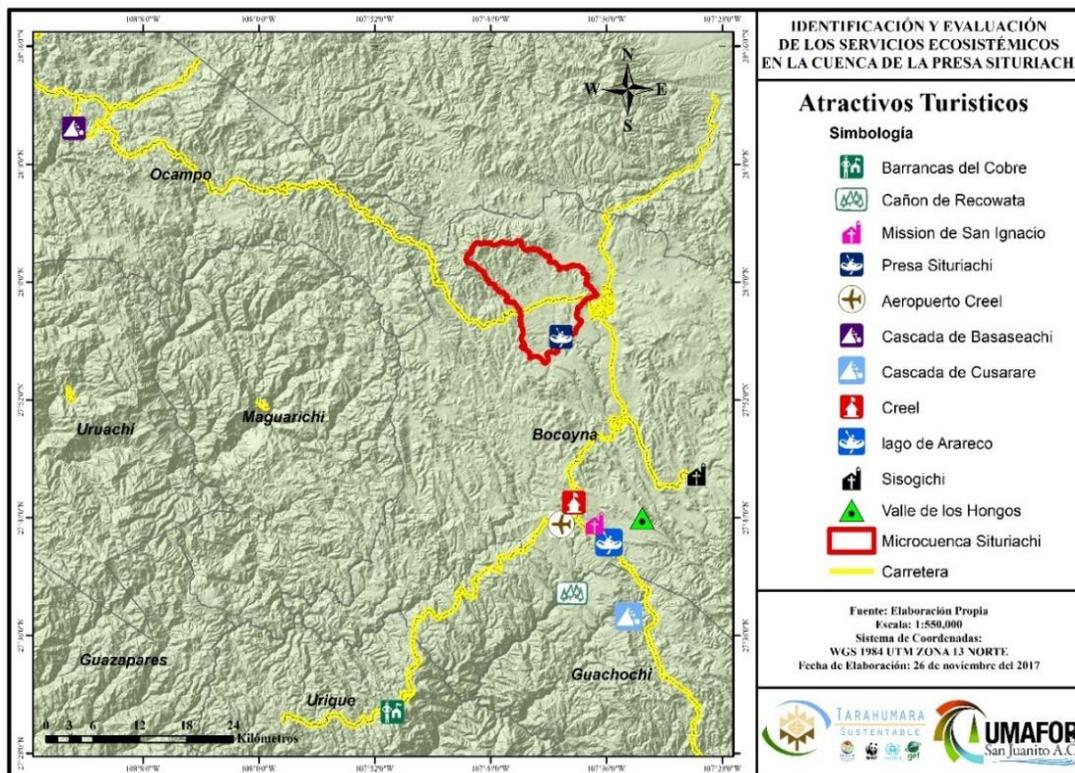


Figura 99. Atractivos turísticos de la región

*A continuación, se presentan algunos de los parajes de mayor relevancia en la zona: Sisoguichi de Bocoyna (lugar de setas en Rarámuri) con una población mayormente indígena, uno de sus atractivos culturales es la Misión de Sisoguichi fundada en 1676. Figura 100*

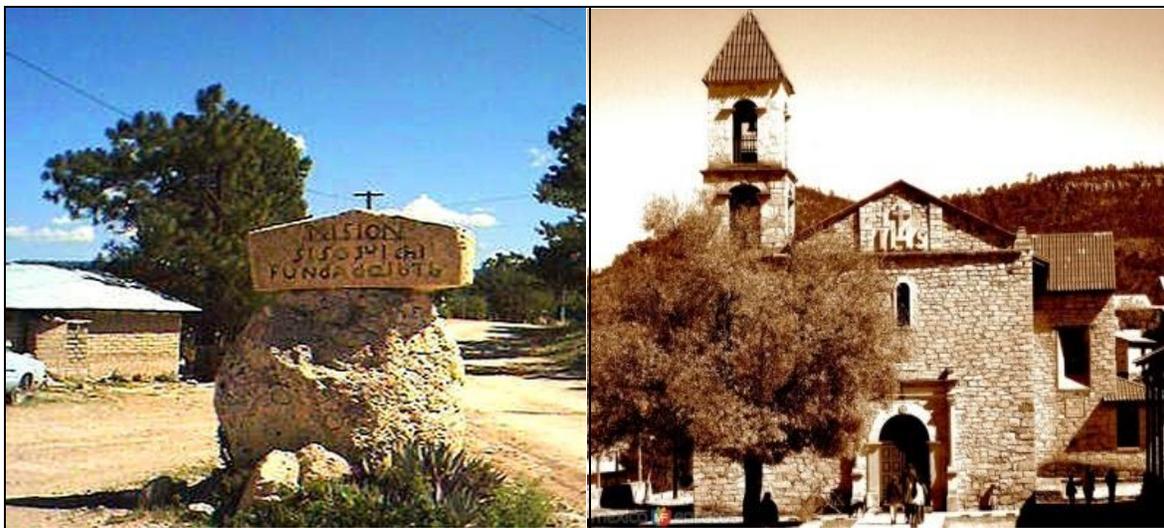


Figura 100. Misión Sisoguichi

En la siguiente figura se puede apreciar desde una vista panorámica el poblado de Sisoguichi, característico de la Sierra Tarahumara.

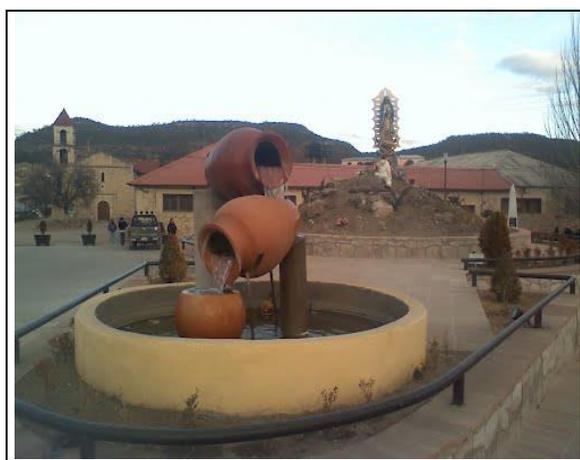


Figura 101. Vista panorámica del Sisoguichi

El salto se ubica a 5 km del poblado de Sisoguichi, su cascada es un atractivo natural para los visitantes que en tiempos de lluvias nos ofrece un gran espectáculo. Figura 102



Figura 102. Cascada el Salto

El ejido Retiro y Gumeachi se encuentra dentro de la cuenca donde hay un complejo ecoturístico con un hostel de 10 habitaciones, áreas de descanso y miradores, dos puentes colgantes, una tirolesa, áreas de estacionamiento, zona para acampar, pescar y remar, además de 38 kilómetros de senderos pedestres (observación de aves) y senderos para bicicleta de montaña. Este complejo se localiza a 4 kilómetros del poblado de San Juanito, (Figura 103)

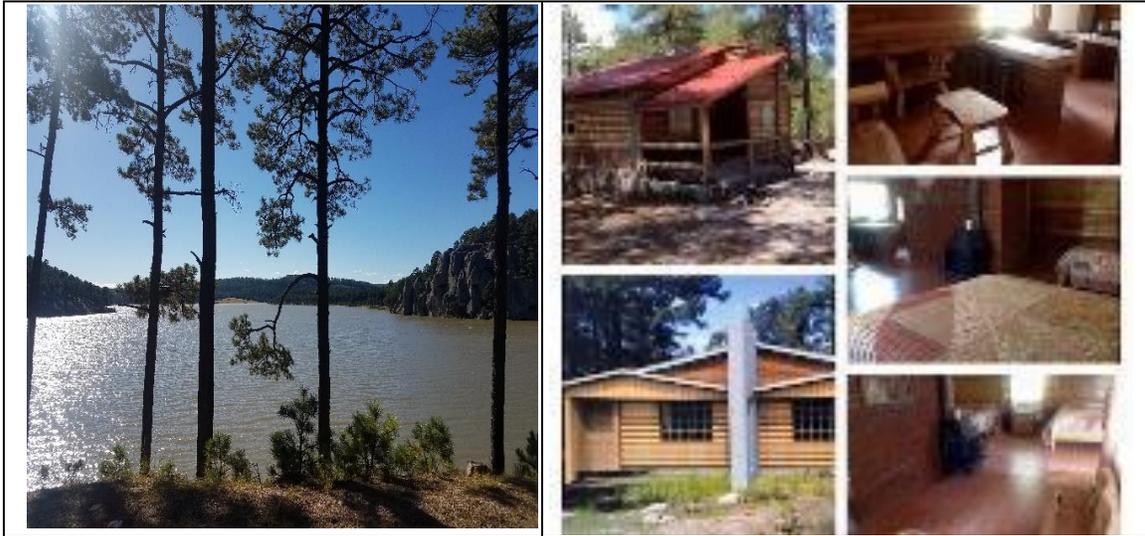


Figura 103. Cabañas Situriachi, junto a la presa del mismo nombre

Otro sitio que visitar cerca de San Juanito es el Parque Ecoturístico Sehuereachi. Se localiza a 10 kilómetros de San Juanito por la carretera a San Pedro, cuenta con 5 cabañas totalmente equipadas, dos puentes colgantes sobre el arroyo, áreas verdes, miradores, zona para acampar, y pescar, amplias rutas de caminata por el bosque y de bicicleta de montaña.

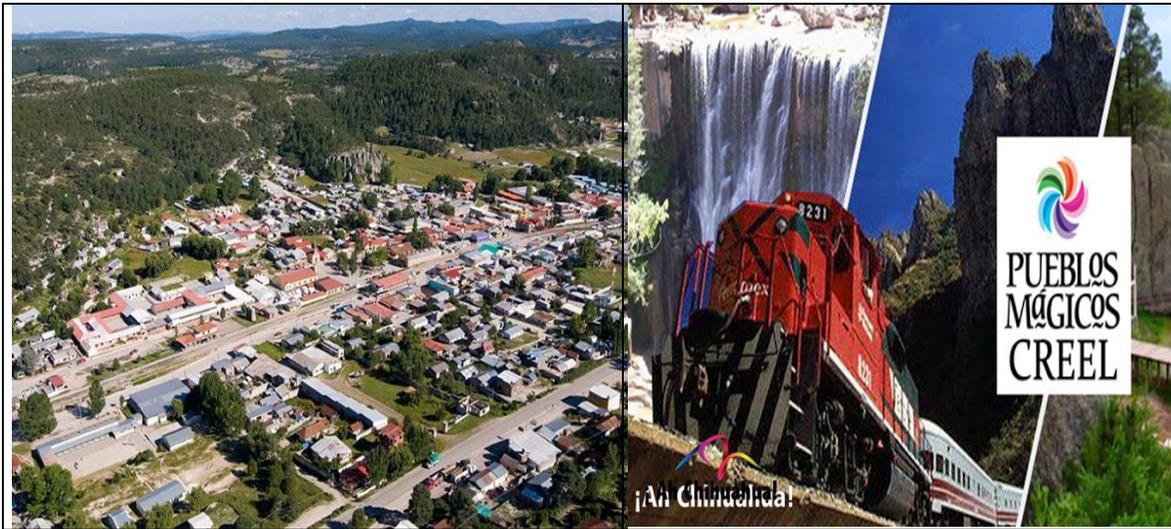


Figura 104. Vista panorámica de Creel junto con el ferrocarril CH-P

La estación Creel, fue fundada el 26 de mayo de 1907 en lo que era una ranchería tarámuri llamada Nariachi. Tiene su origen como estación del ferrocarril que partiendo de la ciudad de Chihuahua, culmina en el puerto sinaloense de Topolobampo. Esta línea férrea, conocida actualmente como Chihuahua al Pacífico, era antiguamente conocida como Ferrocarril Kansas City, México y Oriente y durante muchos años culminaba en Creel, hasta que en la década de los años 60 su trazo actual fue terminado por el gobierno mexicano. La población debe su nombre al gobernador de Chihuahua Enrique Creel Cuiilty, principal impulsor de los ferrocarriles en el estado. Creel fue nombrado pueblo mágico en 2007 por la Secretaría de Turismo, es la entrada a una de sus zonas más sorprendentes, las Barrancas del Cobre, hogar del tarahumara. Figura 104

San Ignacio de Arareco, es una típica comunidad Tarahumara. Su iglesia de adobe es del siglo XIX; presenta sus valles con numerosas formaciones rocosas nombradas según las formas preponderantes; hongos, ranas y monjes, entre otros. El Lago de Arareco está rodeado de un bosque de pino-encino, cuenta con cabañas y zona de acampar. En el sitio se rentan bicicletas, lanchas y caballos y se venden artesanías. El parque ecoturístico de Arareco está administrado por un comité indígena, para beneficio de la población de San Ignacio. Figura 105

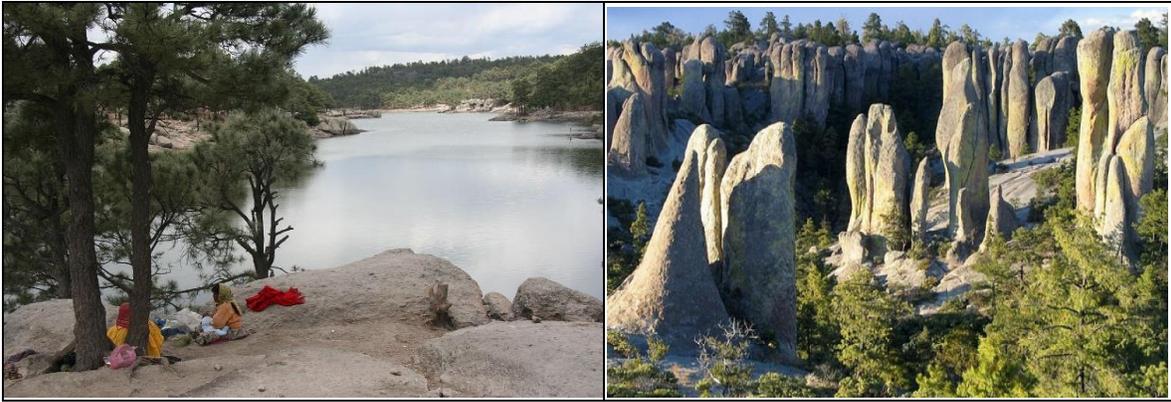


Figura 105. Lago Arareco con mujeres rarámuri y valle de los monjes

Misión Cusárare del municipio de Guachochi construida a mediados del siglo XVII dedicada a los "Cinco Santos Señores". Esto es Jesús, María y San José, Santa Ana y San Joaquín sus abuelos. Fue reconstruida en los 70's y tiene culto en la actualidad. Conserva gran parte de la arquitectura original y la decoración interior fue hecha por los tarahumaras.



Figura 106. Misión de Cusárare

Cascada de Cusárare ubicada a unos 25 km., al sureste de la ciudad de Creel, y a 2 km de la misión y comunidad con el mismo nombre, para llegar a la cascada hay que caminar una vereda de 2 a 3 km, Figura 107.

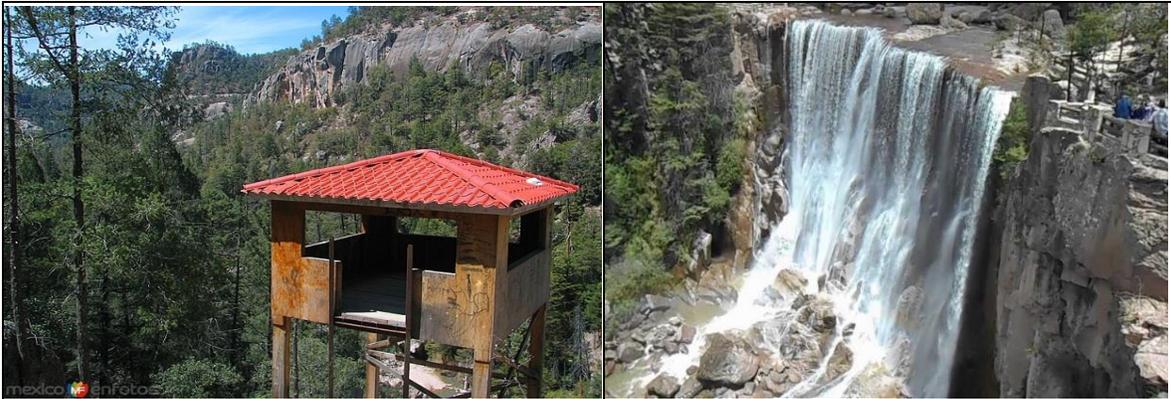


Figura 107. Cascada y mirador Cusárare

Aguas termales de Recowata (voladero en rarámuri) a 30 kilómetros de Creel en el municipio de Urique, se encuentran un conjunto de albercas con aguas termales a una temperatura de 35°C, las cuales están rodeadas de bosques de pinos, álamos y encinos, Recowata forma parte del complejo turístico de Arareco, Figura 108.



Figura 108. Parque ecoturístico Recowata

Las Barrancas del Cobres son un majestuoso sistema conformado por siete barrancas entre las más importantes destacan: Urique, la más profunda de México (1.879 m); La Sinforosa, por cuyas laderas caen las cascadas Rosalinda y San Ignacio y Batopilas (declarado Pueblo Mágico el 19 de octubre de 2012 por el gobierno de la república). Las Barrancas deben su nombre a las minas de cobre que hay en la región, en las barrancas se puede visitar el parque de aventuras que cuenta con un conjunto de siete tirolesas y dos puentes colgantes para sumar casi 5 km de recorrido, una vía ferrata que consta de rappel, escalada en roca y un pequeño puente colgante al que se accede por medio de un “salto de Tarzán”, que alberga uno de los teleféricos más grandes del mundo con longitud de 2 mil 750 metros; circuito de tirolesas con 3 mil 723 metros de recorrido y altura hasta de 430 metros, un restaurante con espectaculares terrazas y piso de cristal, senderos para caminar, renta de bicicletas de montaña, espacios para acampar, paseos a caballo y el tercer teleférico más largo del mundo, con 3 km de cable sin torres intermedias.



Figura 109. Barrancas del cobre

Cascada de Basaseachi, con una altura de 246 metros de caída libre siendo la segunda más alta del país después de la cascada de piedra bolada. El Parque Nacional Cascada de Basaseachi (1981) es un área protegida.



Figura 110. Parque Nacional Basaseachi

Área de Protección de Flora y Fauna Papigochic es un Área Natural Protegida, se encuentra entre los municipios de Guerrero, Bocoyna y Témosachic, tiene una dimensión de 222 mil 767.85 hectáreas y tiene una recategorización a partir del 26 de diciembre de 2012. Tiene características geográficas que le permiten ser un refugio de importantes especies.



Figura 111. Área Natural Protegida

### 3.2. Tipo de turismo

Además del turismo de negocios que ocupa aproximadamente el 10% el turismo de placer se divide en los siguientes tipo

1. Ecoturismo<sup>14</sup>
2. Turismo de aventura
3. Turismo cinegético
4. Agroturismo

Dentro de estos tipos las actividades turísticas demandas son: campismo, senderismo, montañismo, escalada en roca, ciclismo de montaña, rafting y kayak, salto base, observación de aves, pesca, caza, motocross, paseos a caballo, paseo en lancha entre otros.

#### 3.2.1. Infraestructura turística y estado de la misma

En esta apartado es importante hacer mención que la presa Situriachi tiene contemplado abastecer de agua a los poblados de San Juanito, Bocoyna; Babureachi, Creel, Divisadero-Barrancas y San Rafael estos últimos del municipio de Urique; a través del acueducto que se concluyó en el 2012, pero por alguna razón aún no se ha suministrado el agua a los poblados de Urique; por lo que el abordaje de la infraestructura se centrará mayormente en las localidades que actualmente se provee del vital líquido.

---

<sup>14</sup> El ecoturismo es la actividad turística que se desarrolla sin alterar el equilibrio del medio ambiente y evitando los daños a la naturaleza. Se trata de una tendencia que busca compatibilizar la industria turística con la ecología.

El municipio de Bocoyna por su ubicación geográfica y entrada a la Sierra Tarahumara tiene grandes oportunidades de desarrollo ecoturístico<sup>15</sup>; es decir con un buen manejo de los recursos naturales se puede explotar el turismo en la región, sin embargo, aún falta mucho por hacer en cuanto a infraestructura.

**Vías de comunicación (3,4 y 5)**, Chihuahua cuenta con una infraestructura aceptable en caminos ocupando el 7o lugar a nivel nacional, en cuanto a longitud se refiere en líneas férreas es la entidad con más kilómetros construidos, posee dos aeropuertos que dan servicio a vuelos nacionales e internacionales, aunado a esto las regiones más alejadas de la entidad son enlazadas mediante aeródromos. (Chihuahua G. d., 2003)

Se puede llegar al municipio de Bocoyna por vía férrea, en el tren llamado CH-P ya que recorre el estado de Chihuahua hasta el Pacífico, pasando por Cd. Cuauhtémoc, San Juanito, Creel, Pitorreal, Divisadero, Posada Barrancas, San Rafael, Cuiteco, Bahuichivo, Témoris, El Fuerte y Los Mochis, para darnos una idea del costo por personas saliendo de Chih a Creel es de \$1,490.00 en primera clase, con un tiempo estimado de 5:30 min. La figura 100 nos muestra el recorrido que realiza el tren a través de un mapa.



Figura 112. Recorrido del tren Chihuahua-Pacífico CH-P.  
Fuente propiedad de <http://www.chepe.com.mx/mapas/ruta.html>

También se puede llegar a Bocoyna por carretera, la Estatal a 258 km de la capital del estado, en un tiempo estimado de 3:30 min pasando por la carretera federal Chih-Cuauhtémoc y posteriormente tomar la estatal 16 y llegar a nuestro destino. La cuota de peaje Chih-Cuauhtémoc es de \$ 102.00 en automóvil más el costo de la gasolina.

<sup>15</sup> El ecoturismo es la actividad turística que se desarrolla sin alterar el equilibrio del medio ambiente y evitando los daños a la naturaleza. Se trata de una tendencia que busca compatibilizar la industria turística con la ecología.

Si bien aún no se cuenta con el aeropuerto, existen cuatro pistas ubicadas en Bocoyna, Creel, Sisoguichi y Pitorreal.

**Transporte**, existen dos líneas de autobuses con corridas diarias, los autobuses del Noroeste con salidas desde las 6:00 am. Esta línea llega hasta el municipio de Urique, para hacer un comparativo con el CH-P el costo del pasaje Chih-Creel es de \$260.00 La figura 101 muestra la ruta de la línea comercial.



Figura 113. Ruta comercial de los autobuses del Noroeste.  
Fuente propiedad de  
<http://www.turisticosnoroeste.com/salidasdiarias.html>

La línea de Rápidos Cuauhtémoc que tiene una ruta similar llegando hasta Creel y de ahí continúa a Guachochi. El costo de Chih-Creel es de \$294.00  
Para el 2015 se estimó una afluencia de 600 mil visitantes a Barrancas del Cobre. (Chih, 2015)

**Hoteles y restaurantes**, debido a la constante demanda de turistas que visitan las bellezas naturales que ofrece la región, el municipio de Bocoyna ha tenido un crecimiento en cuanto a infraestructura hotelera; según datos de la Secretaria de Turismo del Estado de Chihuahua del 2010, en Bocoyna se tienen registrados 62 hoteles, 891 cuartos, 28 establecimientos de alimentos y bebidas. Los segmentos de mercado son turismo de aventura, ecoturismo, turismo de placer en un 90% y 10% turismo de negocios. Cuadro 69 -71.

Cuadro 69. Hoteles más destacados en el municipio de Bocoyna.

ID	Restauran	ID	Restauran	ID	Restauran	ID	Restauran
1	Best Western Plus The Lodge At Creel Hotel & Spa	10	Casa Margarita's	19	Hotel Real de Chapultepec	28	Hotel Temazcal
2	Villa Mexicana Creel Mountain Lodge	11	Hotel Mansión Tarahumara	20	Hotel Los Valles	29	Hotel Doña Crucita
3	Hotel Misión	12	Hotel posada del cobre	21	Hotel del Centro	30	Hotel Paraíso del Oso Cerocahui
4	Posada Barrancas Mirador	13	Cascada Inn	22	Hotel Taramuri	31	Sierra Bonita
5	Quinta Misión	14	Cabañas Claro De Luna	23	Hacienda del Río	32	Cabañas Noritari
6	Hotel Divisadero Barrancas	15	Cusárare River Sierra Lodge	24	Wilderness Lodge at Cerocahui	33	Hotel Los Pinos
7	Plaza Mexicana Margarita's Hotel	16	Hotel St Cruz Creel	25	Copper Canyon Riverside Lodge	34	Hotel Korachi St. Cruz
8	Hotel Barrancas del Cobre	17	Cabañas Pueblo Viejo	26	Hacienda Bustillos	35	Cusárare River Sierra Hiking Lodge
9	Hotel Ejecutivo Temoris	18	Hotel La Estación	27	Hotel Puesta del Sol	36	-

Cuadro 70. Lista de restaurantes en Creel.

ID	Contactos	ID	Contactos	ID	Contactos
1	Restaurant – Bar La Estufa Avenida López Mateo No. 49 Centro Tel: 01 (635) 456 0255 Fax 01 (635)456 0151	6	Restaurante nuevo barrancas del cobre Av. Francisco Villa No. 121 Centro Tel: 01(635) 456 0022 Fax: 01(635) 4560043	11	Restauran parador la montaña Av. López Mateo y Chapultepec. No. 44 Centro Tel. 01 (635)4560075
2	Salon Comedor Best Western Creel Av. Lopes Mateo No. 61	7	Restaurante Burger Creel Av. López Mateo y Chapultepec Centro	12	Restaurante la cabaña Av. López Mateo No. 56 Centro Tel. 01(635)4560068
3	Restaurante verónica Av. López Mateo No. 34 Centro	8	Restaurante Tío Molcas Av. López Mateo No. 35 Centro Tel: 01(635) 456 0033	13	Restaurante posado de Creel Av. Francisco Villa s/n Centro Tel. 01(635)4560142
4	Restaurante la lupita Av. López Mateo No. 44 Centro Tel: 01 (635) 456 0228	9	Restaurante Estela Av. López Mateo No. 65 Centro Tel: 01(635) 456 0158	14	Restaurante el caballo bayo Av. López Mateo No. 25 Centro Tel. 01(635)4560136 Fax. 01(635)4560142
5	Restaurante mi café Av. López Mateo No. 21 Tel: 01 (635) 456 0033	10	Pizza del Rey Av. López Mateo	15	-

Cuadro 71. Lista de restaurantes San Juanito.

ID	Contactos	ID	Contactos	ID	Contactos
1	Parque ecoturístico Shuereachi Restauran Camping Km 12 carretera. San Juanito, San Pedro Tel. 01(635)5880228 parqueecoturisticosehuerachi@yahoo.com.mx	4	Restaurante cabaña Noritari Av. Gran Visión km 4 San Juanito, Basaseachi Tel. 01(635)5880041 y 5897503 noritari@yahoo.com.mx	7	Café piolín Aldama y teporaca
2	Súper pollo Prolongación Juárez y Sexta	5	Burger frient Calle M. Irigoyen Tel. 01(635)5880337	8	Maguechi Av. Gran Visión S/n Carretera Basaseachi Tel. 01(635)5880041
3	Restaurante Bar Carla Av. Juárez y Cuarta	6	Marisco Playa azul Calle M. Irigoyen Tel. 01(635)5880337	9	-

En Urique de acuerdo a los datos de la Sec. de Turismo del estado de Chihuahua del 2010, hay registro de 27 hoteles, 505 cuartos, 13 establecimientos de alimentos y bebidas, en los mismos segmentos de mercado que Bocoyna.

**Comercio en Bocoyna;** los principales poblados (Creel, San Juanito y Bocoyna) podemos encontrar tiendas de abarrotes, carnicerías, panaderías, ferreterías, farmacias, tiendas de artesanías, artículos para el hogar, tiendas de ropa, vinos y licores, hay ciber café, papelerías y hasta un centro de alto rendimiento en Creel, entre otros.

Se cuenta con hospitales y clínicas para un total de 3, además de universidades y tecnológicos (2) así mismo se cuenta con el Banco Santander.

### **Relación del turismo y la economía regional**

Según la revista Forbes y un estudio realizado por World Travel & Tourism Council (Consejo mundial de viajes y turismo), WTTC, México posiciona al turismo como su sector más grande. El estudio colocó al turismo en el país a la cabeza de aportaciones al producto interno bruto, y a la creación de empleos para este sector en segundo lugar entre las industrias que proveen trabajos en México. (Parcerisa, 2017).

### **Producto Interno Bruto**

Es el valor monetario de todos los bienes y servicios producidos en una determinada región, durante un período determinado, normalmente un año.

El PIB es uno de los indicadores más utilizados en la macroeconomía ya que tiene como objetivo principal medir la actividad económica, tomando en cuenta únicamente los bienes y servicios producidos dentro de la economía formal de un determinado territorio sin importar el origen de las empresas, excluyendo todo aquello que se produce en el marco de la economía informal, o de negocios ilícitos.

**El PIB per cápita**, es la división del PIB por el número de habitantes de un país. El respectivo indicador como medida de bienestar social o de calidad de vida de los habitantes que conforman un país es fuertemente criticado porque ignora las desigualdades económicas que existe entre los habitantes ya que le atribuye el mismo nivel de rentas a todos (indicador económico excluyente).

De acuerdo a los resultados presentados por el INEGI el PIB en términos reales tuvo una disminución del -0.3% con respecto al mismo período del año anterior. (INEGI, 2017).

Por componentes de los tres sectores el PIB disminuyó -0.1% de las actividades terciarias; donde se ubica el Turismo.

Sin embargo, con respecto al año anterior las actividades terciarias tuvieron un incremento porcentual del 2.5

Cuadro 72. Producto interno bruto durante el tercer trimestre de 2017

<b>Concepto</b>	<b>Variación % real con respecto al trimestre previo</b>	<b>Variación % real con respecto a igual trimestre de 2016</b>
PIB Total	(-) 0.3	1.8
Actividades primarias	0.5	0.8
Actividades secundarias	(-)0.6	(-) 0.7
Actividades terciarias	(-)0.1	2.5

La participación del PIB en el Sector turístico a nivel nacional en 2016 tuvo un incremento del 8.7% se puede apreciar en el siguiente cuadro 73.

Cuadro 73. Producto interno bruto del tercer trimestre 2016.

<b>Valores corrientes</b>	
<b>Concepto</b>	<b>2016 p</b>
<b>Participación del PIB turístico</b>	8.8
<b>Valoración porcentual anual del PIB turístico</b>	8
<b>Composición del PIB turístico</b>	
<b>Total</b>	100
<b>Transporte de pasajeros</b>	19.5
<b>Restaurantes, bares y centros nocturnos</b>	15.4
<b>Alojamiento</b>	28.8
<b>Agencias de viajes y otros servicios de reserva</b>	0.8
<b>Bienes y artesanías</b>	10.6
<b>Comercios</b>	7.4
<b>Servicios culturales</b>	1.1
<b>Servicios deportivos y recreativos</b>	1.1
<b>Otros</b>	15.3
<b>Valores constantes</b>	
<b>Concepto</b>	<b>2016 p</b>
<b>Total turístico</b>	8.5
<b>Valoración porcentual</b>	4.2

Mientras que el porcentaje de participación de los puestos de trabajo en el sector turístico ocupados remunerados en el total nacional, 2016 se estimó del 5.9% y el consumo turístico nacional por formas de turismo se observa en la siguiente figura 114.

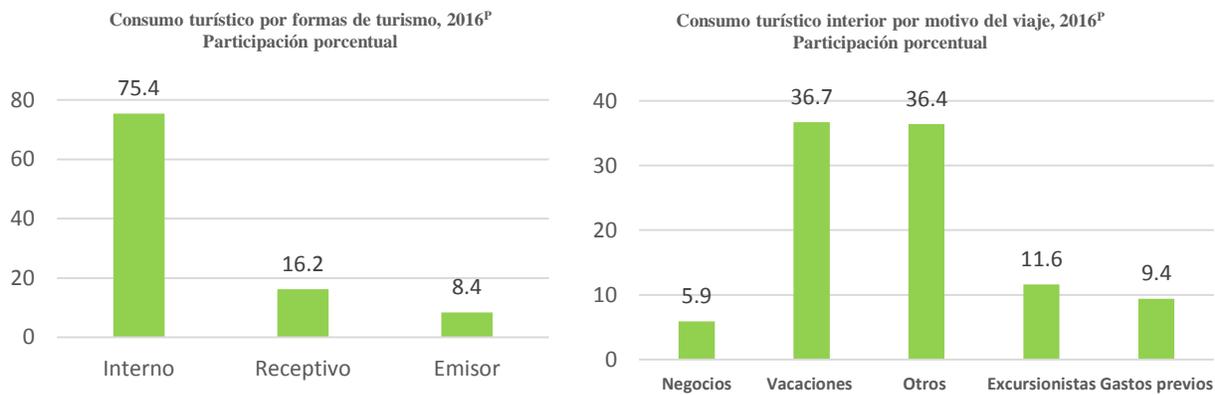


Figura 114. Consumo turístico por formas de turismo y por motivos de viaje, preliminares 2016

A nivel estatal Chihuahua tuvo un crecimiento (preliminar) del 5.1% en 2016.

- En el 2015 las actividades primarias tuvieron un crecimiento de 6.4% (integradas por la agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza)
- En ese mismo año 2015 las actividades secundarias alcanzaron un 3.5% (minería, industria manufacturera, construcción y la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica y suministro de gas por ductos al consumidor final)
- En 2015 para la actividades terciarias<sup>16</sup> del 2.6%

El PIB total en Chihuahua en 2015 fue de 4.8; mientras que por actividad se reportó en el mismo año:

- Actividades primarias: -0.1
- Actividades secundarias: 6.7
- Actividades terciarias: 4.2

<sup>16</sup> Incluye. comercio; transportes, correos, y almacenamiento; información en medios masivos; servicios financieros y de seguros; servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles; servicios profesionales, científicos y técnicos; corporativos; servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación; servicios educativos; servicios de salud y de asistencia social; servicios de esparcimiento, culturales y deportivos, y otros servicios recreativos; servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas; otros servicios excepto actividades del gobierno, y actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales.

La PEA<sup>17</sup> ascendió a 1,627,360 personas, lo que representó el 60.8% de la población en edad de trabajar. Del total de la PEA, el 96.6% está ocupada y el 3.4% desocupada (Chihuahua S. d., 2015)

Los sectores estratégicos son: Turismo, minería, agroindustria, automotriz y autopartes, eléctrico y electrónico, ciencias de la vida, tecnologías de información y aeroespacial

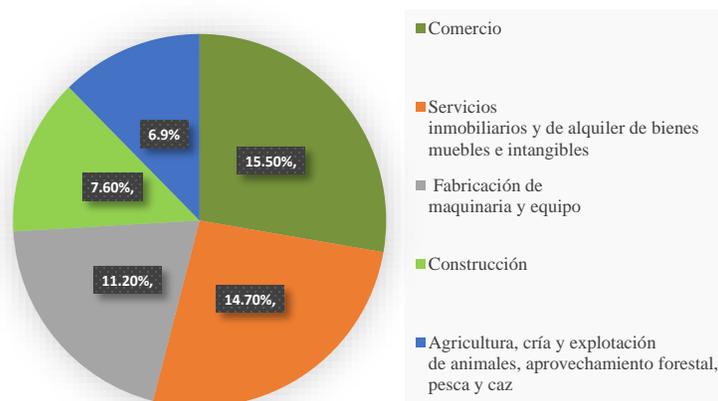


Figura 115. Principales actividades económicas en el estado

El informe estadístico del Estado de Chihuahua de abril 2017 da a conocer los siguientes datos del sector turismo en el Estado (Económico, 2017):

- Reducción del 5% en el número de visitantes en el primer trimestre de 2017, con respecto al mismo periodo de 2016.
- El porcentaje promedio de ocupación hotelera en el Estado fue de 54.18% en marzo de 2017
- El número de pasajeros por vía aérea en el primer trimestre de 2017 fue 15% mayor a la cifra del mismo periodo de 2016.
- En el periodo 2016/2017 la derrama económica en el programa paisano fue superior 11% al periodo 2015/2016.
- En el primer trimestre de 2017, el aforo carretero en las casetas fue menor en 14% a la cifra del mismo periodo de 2016

De acuerdo a los indicadores del sector turismo en el Estado en el 2016 hubo un incremento del 11% y 25 % más en cuanto a derrama económica. (Económico, 2017) .

<sup>17</sup> Población Económicamente Activa

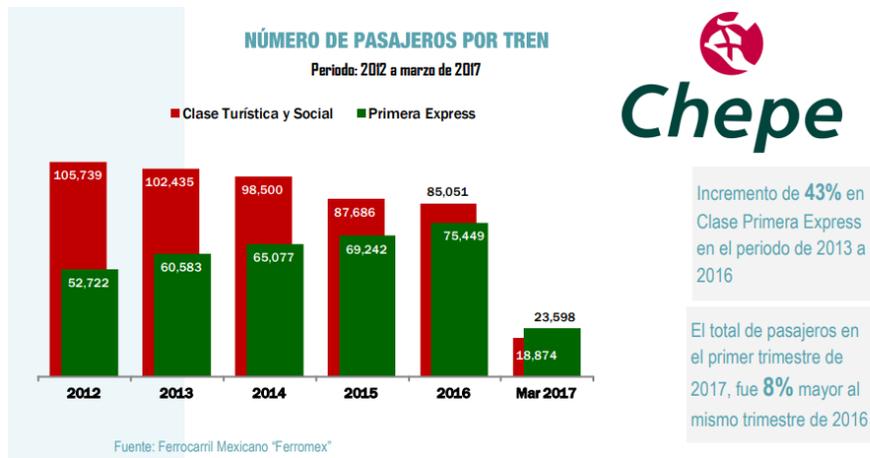


Figura 116. Flujo de pasajeros del chepe

En el 2009 de acuerdo a la Secretaria de Turismo del Estado, Creel tuvo una derrama económica de \$214.63 millones de pesos, mientras que Divisadero de \$199.98 millones de pesos. En enero de 2017 se recibieron 6 millones de turistas en el estado, con una derrama económica de \$13,486 millones de pesos ocupando el 4<sup>to</sup> lugar a nivel nacional.

De los 6 millones de visitantes registrados en 2016, **694 mil 913** eligieron como destino la Sierra Tarahumara y generaron una derrama económica solo en esta zona de **mil 562 millones** de pesos.

Mientras que la región del Divisadero Barrancas recibió **132 mil 764 visitantes**, que representaron una inyección de **299 millones de pesos** a la región como producto de su estancia. (Vazquez, 2017).

No cabe duda que el turismo es una de las principales fuentes de empleo en el país, en el estado y en la Sierra Tarahumara.

Una de las regiones que registra un importante crecimiento y se consolida como destino turístico es Barrancas del Cobre y gran parte de la Sierra de Chihuahua, gracias a sus tirolesas, teleférico, lagos, ríos y cascadas además de los espectaculares escenarios contenidos en los más de 60 mil kilómetros de montaña en el estado.

### 3.3. Análisis situacional de los prestadores de servicios turísticos (encuestas levantadas para el sector turístico).

Se aplicaron 19 encuestas de los diferentes prestadores de servicios en el sector turismo, en las localidades de Areponapuchi, Creel, Bocoyna y San Juanito, se enlista a continuación los tipos de empresas, así como el sector.

1. Hotel y Cabañas Pueblo Viejo
2. Cascada Inn
3. Cabañas arepo, Barrancas de Lolita
4. Parador Santa Cruz
5. Souvenir
6. Artesanías Los Valles
7. Best Wester Plus
8. Hotel Mansión Tarahumara
9. Villa Mexicana
10. Museo Fomento y Desarrollo Artesanal
11. Asuntos Indígenas del municipio de Bocoyna
12. Dirección de turismo de Bocoyna
13. Hotel y restaurante de la sierra
14. El Supercito, parque ecoturísticos Sehuereachi
15. Andreas restaurant
16. Noritari
17. Hotel Da-Para
18. Rápidos Cuauhtémoc
19. Exclusivas Eclipse



Figura 117. Prestadores de servicios del sector turismo.

- La edad promedio de los entrevistados es de 48.7 años, el 21% son dueños del negocio y de este porcentaje el 75% son mujeres dueñas del negocio mayores de 50 años y el 100% mestizas.

- El 37% de los entrevistados tiene un puesto gerencial y el 59% es empleado o encargado del negocio. Sólo el 16% es indígena de la etnia Tarahumara y el 63% de las entrevistadas son mujeres.
- Esto indica que la mujer ocupa un lugar importante en el desempeño de este sector;
- El 47% de las empresas se dedica al hospedaje, alimentación y tiene algún paquete o producto turístico que ofertar, son realmente pocos los prestadores de servicios que sólo manejan hospedaje o alimentación.
- El 42% mencionó que sus ingresos más altos provienen del hospedaje, seguido de la alimentación y la venta de algún producto turístico
- El 42% también comentó que ofrece algún tipo de producto turístico, estos se dividieron en tres tipos:
  - a) Recorridos
  - b) Culturales
  - c) Flora y fauna
- En cuanto a los recorridos, están muy equilibrados ya que en promedio el 40% menciona que tiene los 4 recorridos principales que ofrece la región:
  1. Barrancas
  2. Senderismo
  3. Parque aventura
  4. Visitas al lago

También mencionaron recorridos a Urique, Batopilas, Cerocahui y Basaseachi, haciendo uso de los SE que otorga la naturaleza.

- El turismo cultural está menos explotado, o bien no se sabe con certeza como promoverlo, ya que los prestadores de servicios solo mencionan las fiestas tradicionales rarámuri, pero no existen acuerdos de promoción para dar a conocer la cultura local, por lo que este tipo de SE es desaprovechado.
- En cuanto a flora y fauna el 31% dice tener paseos a caballo, y solamente el 15% menciona el avistamiento de aves; siendo éste un SE de gran potencial ya que se cuenta con algunas especies como la cotorra serrana, oso negro y el lobo mexicano que sólo se ve en ciertas partes de la sierra Tarahumara.
- El 26% considera que el ofertar un paquete turístico más hospedaje les deja mayores ingresos, pero no contribuyen al desarrollo de esos SE, es decir sólo son “llevadores de turistas a los espacios que ofrece la naturaleza” mientras no se desarrollen más servicios la oferta será limitada.

Del análisis de las encuestas levantadas en los diferentes sectores que prestan servicios a sector turismo la precedencia varía, de manera global, los principales visitantes a la región son locales o regionales, Sin embargo, sólo en el ramo hotelero el turismo nacional ocupa el 78% y el extranjero el 22%.

Por otro lado, mencionan que el ingreso que perciben se distribuye en la misma proporción, de visitas locales y nacionales; esto significa que un visitante local paga el mismo valor de

los servicios que un extranjero. Por lo que la derrama económica es la misma independientemente de la procedencia.

El 58% de las y los entrevistados menciona conocer al menos dos SE, los cuales se pueden apreciar en la siguiente gráfica.

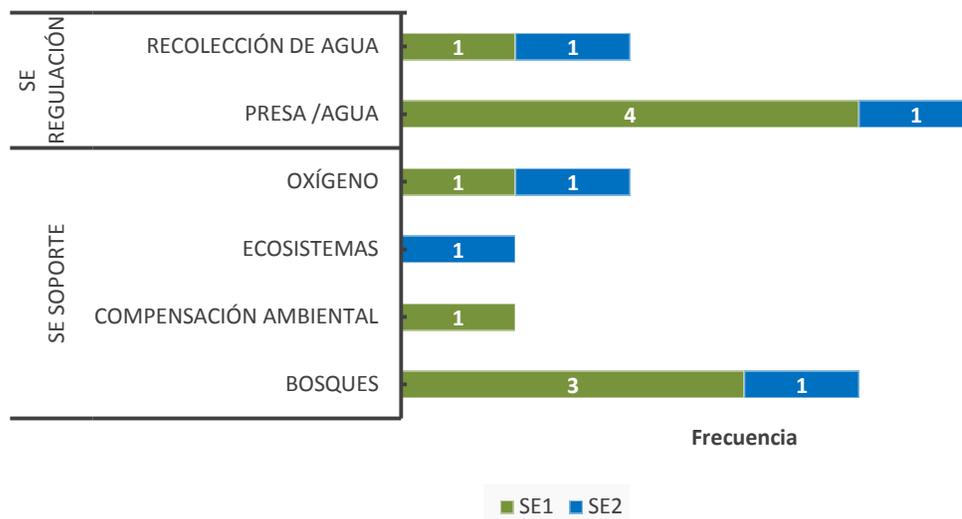


Figura 118. Tipo de SE de soporte y regulación identificado por el prestador de servicios. Fuente. Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en las encuestas de campo. 2018

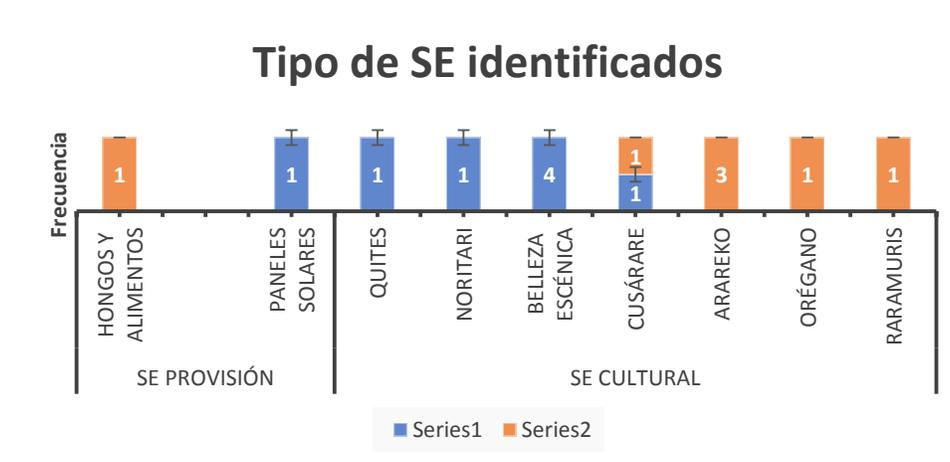


Figura 119. Tipo de SE cultural y de provisión identificado por el prestador de servicios. Fuente. Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en las encuestas de campo. 2018

Del análisis de estas gráficas deducimos que los SE más utilizados son los culturales, particularmente aquellos que tienen que ver con la belleza escénica, habiendo un potencial

para aquellos SE de regulación y soporte, con el afán de hacer sustentable el recurso que les provee de ingresos. Aún nos queda mucho trabajo por hacer.

El 69% conoce al menos una fuente de agua para el abastecimiento de su negocio, el 42% identifica a la presa Situriachi como la principal fuente de suministro del agua, mientras que resto mencionó que proviene de Ahuatos, pozos o bien compran pipas porque hay desabasto en el servicio.

El costo del servicio del agua varía en función del tipo de negocio, pero podemos decir que para los pequeños negocios como tiendas de souvenir, museo y otros similares, el pago por el servicio puede ir desde los \$150.00 a los \$500.00 por mes, mientras, que, si hablamos de un hotel, restaurante o ambos el pago se eleva desde los \$2,000.00 hasta los \$ 20,000.00 al mes y a ello le sumamos que adquieren pipas de 2 a 4 pipas según la temporada vacacional. Evidentemente el costo por el servicio comparado con la entrada de ingresos que perciben es caro, no siendo rentable para el negocio.

Se les preguntó qué ¿cómo cuantifican el valor de los recursos naturales? a lo que el 79% concordó en que su valor es muy alto, (agua, bosque, flora, fauna y belleza escénica).

A continuación, se presentan algunos testimonios de los prestadores de servicios turísticos: ¿Qué haría si ya no contara con el recurso natural, como afectaría a su economía y a su familia?

- *“Que nos entierre.” Javier Barriga*
- *“Mucho, sería bancarota” María del Carmen Mansinas Villegas*
- *“Dejar la empresa” Patricia Pérez Villalobos*
- *“No habría turismo” Silvia Lorena Quezada*
- *“Me muero” Carlos Noé Batista Villalobos*
- *“Empezaría a afectar la salud, no habría visitas y se acabarían los paisajes y no habría trabajo” Miguel Alvarado Menzoza V.*
- *“Emigrar” Carlos Alberto Davalos Beltrán*

Algunos de éstos testimonios son crudos y bastante fuertes, lo que nos indica que los habitantes si tienen conciencia de que los recursos naturales no son renovables, o bien pueden tardar siglos en recuperarse, de ahí la importancia de su cuidado.



Figura 120. Testimonios de los prestadores de servicios turísticos.

Algunas de las acciones que propone son las siguientes:

¿Qué estaría Ud. Dispuesto hacer para cuidar los recursos naturales?

1. Reciclar, cuidado del agua
2. Promover la sustentabilidad
3. Cuidar el agua
4. Reciclar y reutilizar, captación de agua de lluvia
5. Seguir protegiéndolo, se evita el uso de leña
6. Cuidar el medio ambiente
7. Informarme sobre los proyectos
8. En caso de tala una denuncia
9. Cuidar la naturaleza pinos administrando el agua, no contaminar
10. Donación de las tapaderas para niños con cáncer
11. Trabajar en conjunto con personas del medio ambiente
12. Reforestar
13. Vigilancia, educación y cultura
14. Reciclar hojas, periódico, papel, plástico
15. No quemar bosques y no quemar árboles
16. Utilizar lo orgánico, por ejemplo, suampo, jabón
17. Si se hiciera una reunión para preservar la presa

Los prestadores de servicios están dispuestos a pagar una compensación por SE o servicios ambientales que fueran necesarios para preservar los recursos naturales, expresan que el pago puede ser desde el 2% hasta el 50% del costo del servicio, también estarían de acuerdo de pagarlo en el recibo del agua siempre y cuando se garantice un servicio de calidad.

### **3.4. Análisis de la implementación de metodologías participativas con actores de interés a nivel local y regional para la identificación de los principales SE**

Desde el punto de vista socioeconómico las personas entrevistadas de la microcuenca mencionan la siguiente problemática, sus situaciones limitantes y variables restrictivas.

**Problemática:** No existen fuentes de ingresos que permitan mejorar el bienestar de las familias, debido al poco o nulo conocimiento de los SE como soporte y regulación que ofrece la microcuenca Situriachi.<sup>18</sup>

#### **Situación limitante:**

1. Suelos pobres con bajos rendimientos para la agricultura y ganadería de subsistencia
2. No existe un pago por los servicios ambientales que proporciona la microcuenca; en el caso específico del abasto del agua
3. Los servicios ambientales que se generan en la microcuenca provienen en su mayoría de la actividad forestal
4. El bajo nivel cultural de la población no les permite tener una visión empresarial,
5. Limitado acceso a programas sociales, pagos por servicios ambientales y toma de decisiones de mujeres indígenas.
6. Desconocimiento entre la población de la microcuenca del potencial agroecológico y de los diferentes servicios ecosistémicos en la región.
7. La inseguridad que hay en la región

#### **Variables restrictivas:**

1. Suelos con bajo contenido de materia orgánica
2. Prácticas agrícolas deficientes que disminuyen la calidad de los suelos como falta de rotación de cultivos, exceso de fertilizantes químicos, etc.
3. No existe un convenio de colaboración entre la JCAS, la JMAS y ejidos de la microcuenca Situriachi para el pago de servicios ambientales a las familias por el abasto del agua.
4. La población voltea a ver el bosque sólo como materia prima sin darle un valor agregado, son el eslabón más débil dentro de la cadena de valor; obteniendo bajos ingresos.

En consecuencia, a esta problemática las familias principalmente mujeres e hijos migran a pueblos más grandes con mejores servicios e infraestructura como clínicas, comercios, escuelas, red de agua potable, y comunicación buscando mejores oportunidades de empleo;

---

<sup>18</sup> Las y los ejidatarios se concentran en los SE de aprovisionamiento y culturales, las gestiones de estos servicios ambientales se dan principalmente en esos dos rubros.

dejando a los jefes de familia en los ranchos sembrando en las labores y participando en los programas de manejo forestal. En su mayoría son hombres mayores de 50 años

### 3.4.1. Entrevista grupal a la y los comisariados ejidales de la microcuenca Situriachi

Durante las entrevistas grupales se tuvo la participación de una comisariada ejidal indígena, cinco comisariados ejidales, un secretario ejidal, cuatro invitados de los diferentes ejidos y dos técnicos de la UMAFOR; para un total de 13 asistentes, (2 mujeres y 11 hombres)

Como ya se mencionó anteriormente se citó a dicha reunión a la y los ejidatarios de la zona de influencia de la microcuenca Situriachi, asistiendo 1 mujer y cinco hombres de los ejidos de a) Piedra Bola b) El Retiro y Gumeachi c) San Ignacio de Arareco, d) Bocoyna e) Talayotes y f) San Juanito; así como algunos secretarios e invitados.



Figura 121. Entrevistas grupales con comisariados ejidales

La poca participación de mujeres en la toma de decisiones nos indica una brecha en el acceso a puestos de poder esto puede ser que ellas asistan a las reuniones debido a su cargo, pero no son activas al momento de la toma de los acuerdos; o bien asisten a pesar de no contar con un cargo ejidal, pero de igual manera sin tomar decisiones en el desarrollo de las sesiones.

Se observa también una brecha en la condición por ser indígenas ya que sólo dos personas representan a la etnia Rarámuri (un hombre y una mujer) siendo una minoría en la sesión.



Figura 122. Entrevista grupal con autoridades ejidales

Durante la entrevista el grupo dio pie a la reflexión y discusión, la cual se desarrolla a continuación.

- Comisariado Ejidal de Bocoyna, menciona que hay una población de 2 mil habitantes con un 50% de mujeres, 20% son adultos mayores (incluidas algunas mujeres) y 30% son niños
- El Retiro y Gumeachi, con 53 ejidatarios y una población estimada en 100 personas, 12 adultos y de 20 a 22 niños
- En el ejido Piedra Bola, comenta la Comisaria ejidal que hay una población de 60 familias, pero éstas salen a trabajar fuera.

En las comunidades de la microcuenca la población ha disminuido a causa de la falta de empleo, servicio médico y escuelas lo que ha provocado la migración de las familias. Las madres acompañan a sus hijos a poblados como San Juanito, Gutemare o Sagoachi para que los niños puedan continuar sus estudios en educación básica y media superior.

En el ejido de Piedra Bola hay primaria y secundaria, siendo éste un ejido mayormente indígena, donde sus oportunidades derivadas de la actividad forestal son de las más desfavorecidas debido a las condiciones propias del ejido, el abastecimiento de agua proviene de agujas acarreado el vital líquido para las necesidades básicas del hogar, a esto le sumamos que las mujeres no realizan artesanías, lo que agrava su situación obligando a las familias a migrar.

La y los comisarios ejidales coinciden en que las principales fuentes de ingresos son aquellas que derivan de las actividades forestales, como marqueo, aclareo, zanjas-bordo para la retención de agua, acomodo de material muerto, plantaciones, cercado, madera, apoyados por los programas que maneja la UMAFOR y otros apoyos de programas sociales como PROSPERA, seguido de la agricultura<sup>19</sup> y ganadería de subsistencia.

Cabe mencionar que en el caso del Ejido de San Juanito tuvieron veda forestal por 25 años, obteniendo los permisos este 2018 para su aprovechamiento.<sup>20</sup>

Por ejemplo, el marqueo es una vez al año llegando a durar de uno a tres meses según el ejido y volumen que le corresponda; lo que implica que cada persona puede trabajar de una a dos semanas y de esta manera rotar para abarcar un mayor número de ejidatarios., siendo insuficiente para una familia promedio de 5 integrantes y con hijos en la escuela. El marqueo es una actividad realizada principalmente por los hombres, ya que requiere de mucho esfuerzo físico, los hombres jóvenes ayudan a los mayores.

En algunos casos las mujeres se benefician del empleo temporal siempre y cuando sea un trabajo que requiere menor esfuerzo físico.

La familias aprovechan el encino para la leña del hogar, ya que para la venta no es rentable, una cuerda<sup>21</sup> que en el mercado tiene un costo de \$700.00 lo cual es muy bajo, por lo que la gente a penas compran entre \$300 y \$400 pesos.

Cuando las familias no cuentan con ninguno de los ingresos anteriores salen a trabajar fuera, ya sea a la pizca de la manzana y otras actividades ilícitas.

Los ejidos que tienen agua potable proveniente de la presa Situriachi son Retiro y Gumeachi, Bocoyna y San Juanito.

La Presa de Situriachi abarca 5 ha del ejido de Bocoyna, según comenta José Ángel Parra comisariado ejidal de Bocoyna ahí se ha encontrado trucha nativa “aparique”

---

<sup>19</sup> La agricultura es una de las principales actividades económicas siendo el maíz, la avena y el frijol los principales sistemas agrícolas.

<sup>20</sup> XI permiso de aprovechamiento forestal en el ejido de San Juanito.

<sup>21</sup> Una cuerda equivale a 4 pies (1,2 m) de ancho, por 4 pies (1,2 m) de alto, por 8 pies (2.4 m) de largo. Su volumen total debe ser igual a 128 pies cúbicos (3,5 metros cúbicos).

### 3.4.2. Línea del tiempo de la presa Situriachi

La línea del tiempo es una herramienta metodológica que se utiliza para describir un suceso a través del tiempo a partir de un evento específico u objeto de estudio; para este caso se analiza la línea del tiempo del antes y después de la construcción de la presa Situriachi, donde cada uno de los presentes aportaron su conocimiento. Figura 123.



Figura 123. Línea de tiempo de la construcción de la presa Situriachi

Se estima que la gestión, construcción e inicio de operaciones de la presa y acueducto Situriachi-San Rafael fue un proyecto que abarcó tres administraciones; desde el Ex. Gobernador C. Patricio Martínez, pasando por el Ex-Gobernador C. Reyes Baeza hasta el Ex. Gobernador C. César Duarte; hoy en día el suministro de agua no llega al poblado de Divisadero ni San Rafael a pesar de estar concluido el acueducto.

Las comunidades que se encuentran aguas arriba de la presa y se han realizado obras de conservación son; Gupereachi, Santa Rita, San Isidro; El Yerbanis y Mascaritas ésta última tiene pocas obras.

Según los comisariados ejidales los ejidos con mayor superficie en la presa son Bocoyna con 5ha, El Retiro y Gumeachi, El Ranchito de Guachavetavo, el predio Guayeneachi, el ejido de San Juanito, Lagunita y Situriachi (como comunidad ya desapareció).



Figura 124. Línea del tiempo de la construcción de la presa Situriachi.

Fuente: Elaboración propia a partir de las entrevistas con la y los ejidatarios de la microcuenca. Enero de 2018

### 3.5. Análisis de entrevistas en campo a familias dentro del área de la microcuenca para la identificación de los SE

Se entrevistó a las siguiente personas

- a) Manuel Ramos Sánchez del Yerbanis
- b) Alberto Ramos Sánchez del Yerbanis
- c) Feliciano de Santa Rita
- d) Rafael Pérez Pérez de Mascaritas
- e) Juvencia Torres Rascón de Mascaritas



Figura 125. Entrevistas en in situ de las comunidades de la microcuenca

Todos ellos del ejido del Retiro y Gumeachi, la principal actividad económica es la agricultura de temporal para autoconsumo y subsistencia, los principales cultivos son maíz, frijol, tecómame, habas, papa, calabaza y avena. Las familias siembran en promedio de 4 a 5 decalitros de maíz. Sin embargo, *“las tierras ya no dan el mismo rendimiento” Rafael Pérez.*

En el Yerbanis hay entre 4 a 5 familias para un total de 8 habitantes mayores de 50 años; de los cuales el 50% son mujeres de acuerdo a la información proporcionada por los entrevistados, además de ser parientes entre ellos, los pocos niños que hay viven en San Juanito con sus madres para continuar con sus estudios ya que la única escuela primaria que había en el poblado cerró por falta de infantes.

Mientras que en Santa Rita hay 3 familias y 9 habitantes, y en Mascaritas son encontramos con una sola familia, el jefe de familia de 70 años y su cónyuge de 50 años.

Don Manuel como muchos otros pobladores es uno de los 120 ejidatarios que hay en el Retiro; y uno de los beneficios a los que tienen derecho son los programas de empleo

temporal como trincheras, zanja bordo, material acomodado y el marqueo actividad que puede durar de 10 días a 3 meses por año según el número de metros cúbicos que le corresponda a cada quien, el precio de la madera varía y la venta es libre. Esta actividad la realizan principalmente los hombres por el esfuerzo físico que implica.

El resto del año los hombres se quedan en los ranchos a cuidar los animales, en algunas ocasiones venden sus becerros llevándolos a San Juanito<sup>22</sup> para su venta. Figura 126.



Figura 126. Ganadería de subsistencia

Para las mujeres tener un trabajo remunerado en el campo es aún más difícil, ya que ellas dedican la mayor parte de su tiempo a actividades reproductivas y siguen a los hijos donde están las escuelas. La labor que llegan a desempeñar es la recolección de basura con la finalidad de que los arroyos no lleve agua sucia a la presa, los aclareos y trasplantes de pino pues son actividades “más livianas físicamente”

***Las mujeres no tienen acceso a la toma de decisiones*** siendo los hombres quienes acuden a las reuniones ejidales y las mujeres que participan no expresan sus necesidades siendo excluidas. En total hay 20 mujeres ejidatarias lo que representa el 17% del total.

En cuanto al proyecto de la presa Situriachi la población que se entrevistó lo conoce parcialmente o desconoce en su totalidad, sin embargo, mencionan que el arroyo del Yerbanis es uno de los afluentes que alimenta la presa, pero ellos no tienen beneficio alguno pues el agua es para el pueblo de San Juanito,

---

<sup>22</sup> El precio del becerro en San Juanito estuvo a \$60.00/kg en el 2017 y el precio de la vaca a\$40.00/kg

La comunidad de Mascaritas se abastece del aguaje de Rosavare, el agua se trae con manguera por gravedad, sin embargo, los aguajes se están secando por la falta de invierno y deforestación.

Don Rafael expresa que es necesario hacer obras de conservación para la retención de sólidos asegurando de esta manera agua de mayor calidad para la presa Situriachi; mientras no se hagan estos trabajos no hay garantía de la calidad del agua.

### 3.6. Análisis de indicadores sociodemográficos en las localidades de la microcuenca

En el capítulo 1 se describieron a nivel municipio y de poblados de mayor importancia los indicadores sociodemográficos obtenidos del INEGI 2010, no encontrándose datos a nivel microcuenca, por tal motivo se realizó un censo sociodemográfico para contar con información actualizada del área de estudio.

Se censaron un total de 39 viviendas de los ejidos del Retiro y Gumeachi, San Juanito y Piedra Bola, en la siguiente figura 127 se puede apreciar la distribución de las casas habitadas y deshabitadas, el ejido del Retiro y Gumeachi se ubican el 54% de las viviendas habitadas, mientras que en el ejido de Piedra Bola se concentra el 38% de las viviendas quedando éstas en el límite del área de la microcuenca, por último, el ejido de San Juanito ocupa el 8%.



Figura 127. Levantamiento del censo socioeconómico en la microcuenca

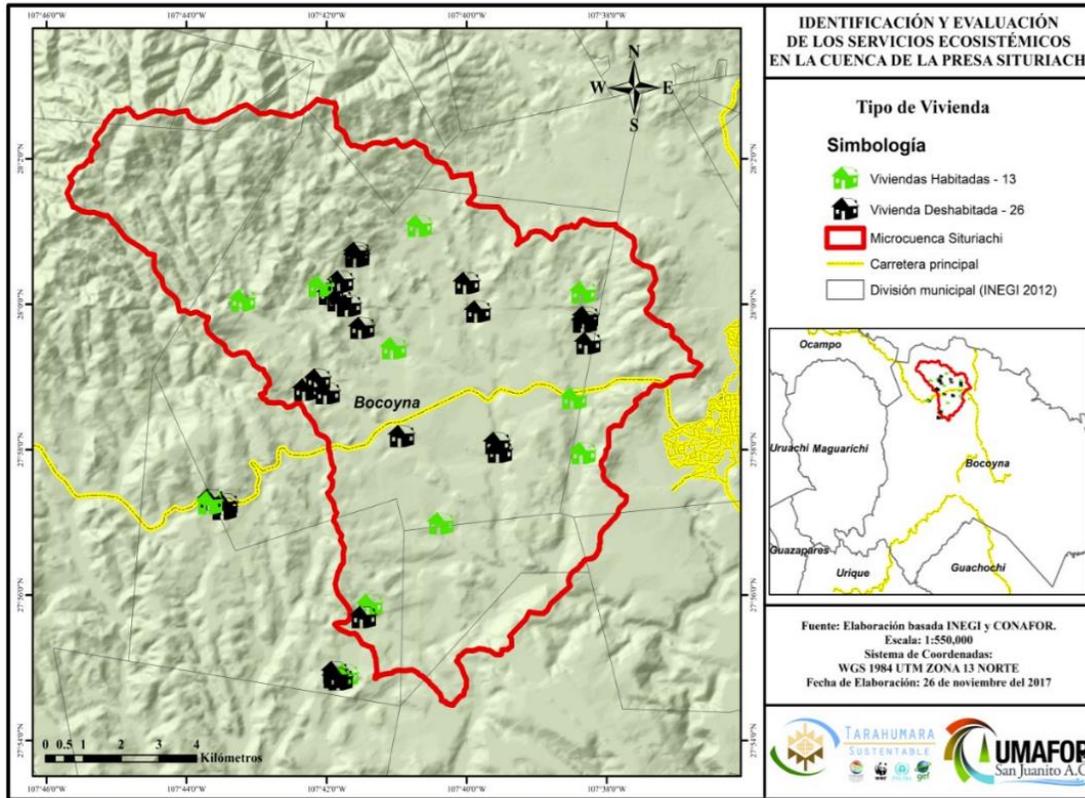


Figura 128. Viviendas habitadas y deshabitadas en la microcuenca de Situriachi.  
Fuente UMAFOR San Juanito a partir del censo levantado en campo. Enero de 2018.

Este censo hace referencia a:

- A. Datos generales: como población, comunidad, sexo, edad, etnia, integrantes de las familias, etc.
- B. Vivienda, características físicas de la vivienda, pisos, techos y paredes y tipo de propiedad
- C. Servicios e infraestructura
- D. Salud
- E. Educación
- F. Organización
- G. Empleo
- H. Medio ambiente (referente a obras de conservación).

## A. Datos generales

Datos desagregados por sexo y edad:

- 19 habitantes censados en la microcuenca en los tres ejidos arriba mencionados
- Promedio de habitantes por familia 1.9 (generalmente es la pareja, cuando ésta no está en San Juanito u otro poblado para que los hijos puedan ir a la escuela)
- El promedio de edad es de 61.3 años
- Promedio de hijos en el hogar 4.4

Jefes de familia:

- 85% de los hombres son jefes de familia, mientras que las mujeres ocupan el 15%

## B. Vivienda

Tipo de propiedad. Figura 129

- El tipo de propiedad es ejidal
- El 77% son viviendas de madera
- El 92% tiene techo de lámina con piso de cemento



Figura 129. Tipo de viviendas



Figura 130. Infraestructura de viviendas

### C. Servicios e infraestructura.

La falta de oportunidades como empleo, infraestructura, servicios, educación y salud se ha visto reflejada en la disminución de la población, de acuerdo a los testimonios recabados el número de familias en las comunidades era superior a 30, hoy en día de acuerdo al censo el 50% de la población ha migrado en busca de mejores oportunidades, por ejemplo;

- El 46% de las viviendas habitadas tiene agua proveniente de alguna fuente de abastecimiento (agua potable)
- Las principales fuentes de agua son; pozo, pila, aguaje, noria y arroyos
- Sólo el 15% cuenta con luz eléctrica

### D. Salud

- Los principales servicios de salud son las brigadas en los Ejidos de Piedra Bola y El Retiro y Gumeachi, el IMSS y la clínica en San Juanito.

### E. Educación

- Escuela primaria en Piedra Bola, el promedio de escolaridad es la primaria

### F. Organización. Ejidal mediante las asambleas de los ejidos

### G. Empleo y ocupación

Las principales actividades económicas son:

- Forestal
- Agricultura
- Ganadería
- Empleo temporal
- La pizca

- Programas de gobierno como PROSPERA y 60 y más.

El ingreso promedio de las familias es de \$2,187.00 pesos al mes, esto es un salario diario de \$72.00 insuficiente para mantener una familia promedio de 5 integrantes.

## H. Medio ambiente

A continuación, se enuncian algunos testimonios sobre la percepción de las obras de conservación que se han realizado en la microcuenca y sí éstas se han realizado

- ✓ María Soledad Zesati del Retiro *“Considero que las obras han sido buenas ya que ayudan a retener la humedad, y el suelo”*.
- ✓ Francisco Zamarrón de San Juanito *“Si y son buenas ya que ocupan personas para realizar los trabajos, y esto nos ayuda a retener la humedad en el suelo”*
- ✓ Luis Ramón Chávez Del Retiro *“Si y sirven para retener la tierra y la humedad”*
- ✓ Vicente Chávez G. del Retiro *“No se ha realizado nada”*
- ✓ Juan Miguel Moreno del Retiro *“Si y ayudan a retener la tierra y la humedad”*
- ✓ Rafael Pérez Pérez de Mascaritas *“Si se recoge la basura y se retiene la humedad”*
- ✓ Andrés Zamarrón *“Si y retienen el suelo y la humedad”*
- ✓ German González Soto de Piedra Bola *“Si y fomentan empleo”*
- ✓ Alicia Rodríguez Cruz de Piedra Bola *“Generan empleo”*
- ✓ Carlos Rodríguez Cruz de Piedra Bola *“Fomenta empleo”*
- ✓ Seberiano Rodríguez Cruz *“Si, ayuda a retener basura y fomenta empleos”*
- ✓ Guadalupe Rodríguez Caraveo *“Si, los trabajos no son suficientes para emplear”*

Ya que el objeto de estudio es la “Identificación y evaluación de los SE en la microcuenca de la presa Situriachi” se consideró de suma importancia conocer el sentir de los habitantes si la presa Situriachi les ha traído algún beneficio en su economía o bienestar del hogar.

Se enlistan algunas de las respuestas.

- ✓ No me beneficia en nada.
- ✓ No tenemos ningún beneficio
- ✓ Sin beneficios
- ✓ No, nos beneficia en nada en lo particular porque los arroyos están secos
- ✓ No, porque no tengo agua potable

Los habitantes no identifican el potencial que puede aportar la microcuenca como fuentes de empleo a través de los diferentes servicios ecosistémicos que ofrece la cuenca.

### **3.7. Análisis del taller de inducción al trabajo colaborativo en los SE y su impacto económico e inclusión social.**

El objetivo del taller:

Favorecer *la identificación, acceso y uso de los Servicios Ecosistémicos* en los poblados de abastecimiento de manera sostenible a través del fortalecimiento del trabajo colaborativo desde una perspectiva de inclusión social y su impacto.

El ingeniero Jaime Baray, Director de las Áreas de Protección de Flora y Fauna Tutuaca y Papigochic de la CONANP abrió la sesión de trabajo presentando el proyecto de Tarahumara Sustentable.

Este taller permitió socializar el proyecto de Tarahumara Sustentable gracias a la participación del Ingeniero Jaime Baray, Director de las Áreas de Protección de Flora y Fauna Tutuaca y Papigochic de la CONANP.

En un segundo momento el MI. Enrique Prunes dio a conocer el Proyecto Tarahumara Sustentable y sus componentes.

Por parte de la UMAFOR de San Juanito, el M.C. Martín García presentó los primeros resultados del medio biofísico de la microcuenca.

Este taller se elaboró con la finalidad de que todos los actores involucrados conocieran los SE que ofrece la microcuenca de la Presa Situriachi, generar conciencia crítica de la importancia de cuidar los ecosistemas y los servicios que pudieran generar ingresos en la población de la microcuenca.

Con este taller se buscó que los usuarios del agua reconocieran la importancia de cuidar los recursos naturales y de qué forma poder contribuir al buen uso de los SE que ofrece la microcuenca de la Presa Situriachi para seguirse beneficiando del vital líquido.

Se buscó que las instituciones como CONAGUA y la JCAYS fueran conscientes de la problemática sentida por las y los comisarios ejidales; voz de las comunidades.

Se sensibilizó sobre el acceso, uso y control de los SE que se encuentran en manos de unos cuantos, dejando de lado a los grupos más vulnerados para la toma de decisiones.



Figura 131. Conocimientos adquiridos en el taller de inducción al trabajo colaborativo

• **Participantes**

En el taller estuvieron presentes los representantes del sector empresarial, sociedad civil, instituciones públicas, autoridades municipales y autoridades ejidales de la microcuenca de Sitúriachi. En la siguiente gráfica se puede observar el interés por parte de los comisarios ejidales, representando el 37% de la asistencia al evento. Este primer encuentro nos permitió dar a conocer el Proyecto TS, presentar los primeros resultados y sensibilizar a los participantes de la importancia de los SE, en particular el uso del agua.

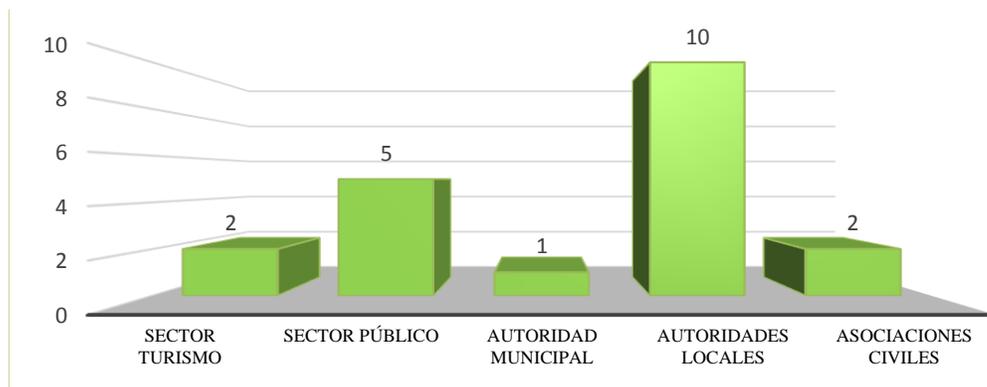


Figura 132. Participación por sectores productivos al taller de “Inducción al trabajo colaborativo en los SE y su impacto económico e inclusión social.

Fuente: Elaboración de la UMAFOR San Juanito a partir de las listas de asistencia. Enero 2018

En la figura 132 se puede apreciar los diferentes sectores que participaron en este taller: autoridades municipales, autoridades locales quienes tiene principal interés en la valoración de los SE, el sector público como CONAGUA, la JCAS, la JMAS, el sector privado con la presencia de los representantes de las cabañas Noritari y las cabañas Sehuereachi, por parte de las asociaciones civiles tenemos a la UMAFOR y Machi-Ko AC además de la participación de ciudadanos.

- **Dinámica identificación de factores ecosistémicos**

Con apoyo de herramientas andragógicas y partiendo del conocimiento previo de los asistentes se llevaron a cabo una serie de actividades con materiales didácticos (videos, fotografías, dinámicas y recortes de revista) que fomentaron el trabajo colaborativo y reflexivo.

Los participantes pudieron identificar de una manera analítica y de forma desagregada el acceso y control de los recursos entre hombres y mujeres; se observó el cómo primero ponían a los grupos en condiciones de igualdad, sin embargo, cuando se promovía la reflexión comenzaban a identificar las necesidades y desigualdades entre hombres y mujeres en su comunidad, utilizando así la perspectiva de género en su análisis.

Durante las reflexiones se observó el como la incursión de las mujeres en un ambiente igualitario aumentaría la producción, uso sustentable de recursos, economía y disminución de problemas sociales.

- **Identificación de los SE, mediante la dinámica del cofre de los recursos**

Este ejercicio permitió el abordaje en la identificación de los SE desde la perspectiva y quehacer de cada sector, mediante la discusión, reflexión y análisis.

- ✓ Sector público
- ✓ Prestadores de servicios
- ✓ Autoridades municipales y ejidales
- ✓ Otras instituciones de la sociedad civil y ciudadanos

Se solicitó a cada grupo identificar los diferentes SE, con apoyo de un video y la presentación, a partir de ahí con el apoyo de la herramienta didáctica del “cofre de los recursos” cada grupo procedió a identificar los cuatro tipos de SE

1. Soporte y apoyo
2. Regulación
3. Abastecimiento
4. Culturales

En todos los grupos externaron que tuvieron dificultad en identificar los SE de soporte y los de regulación. Este proceso es normal y se esperaba, ya que dichos SE están enfocados a la regulación del estado de la biósfera, son la representación del equilibrio entre los procesos del ecosistema y el buen funcionamiento del mismo y los de soporte son la base para la producción de las otras tres categorías. Figura 133.

En plenaria se reflexionó sobre el comentario, todos son de gran importancia, sin embargo, es pertinente enfatizar que éstos dos son los que aportan el equilibrio al ecosistema y si no ponemos especial atención en ellos, podríamos prescindir del resto.



Figura 133. Identificación de los SE

- **Uso, acceso y control de los SE de soporte**

+

Se indujo a los participantes a la reflexión y análisis crítico en el uso, acceso y control de los SE, analizando si la mujer tiene las mismas condiciones de igualdad que el hombre al uso, acceso y control.

Al igual que el ejercicio anterior los grupos de trabajo se dividieron por áreas afines.

Los resultados son los siguientes:

**SE de Soporte:** Un dato importante que se observó es la apreciación que tienen los hombres hacia el uso, acceso y control de los SE, de cualquier forma, la mujer aún está en desventaja, cabe mencionar que el 95% de los participantes al taller que asistieron eran hombres por lo que esta percepción podría cambiar si el ejercicio se realiza con una mayoría de mujeres.

**SE de Regulación:** El acceso para las mujeres sigue siendo menor, así como el control de los mismos por lo que es vital incluir a los grupos más vulnerados en la toma de decisiones que involucra el uso de los RN

**SE de Provisión:** Se observa claramente el poco acceso al uso de leña y/o madera para las mujeres, siendo esta la principal actividad de la región, que aporta ingresos a los hombres, dejando en una posición desfavorecida a la mujer.

-Como segundo SE es el agua, sin embargo, los habitantes no tienen una retribución por este servicio, a pesar de que dicen tener acceso falta infraestructura para los habitantes de la microcuenca.

-En cuanto a alimentos no especifican que tipo de alimentos pueden producir, ya que la agricultura está en decadencia debido a la erosión de los suelos además de pobres en nutrientes.

**SE Culturales:** La percepción en cuanto al acceso y control de los SE culturales de las mujeres que participan en el taller pareciera igual que la opinión de los hombres, según las mujeres ellas están más implicadas en el sector turismo que los hombres, es aquí donde ambos concuerdan.

-Los usos y costumbres parecen ocupar el segundo lugar en importancia, sin embargo, no se ve reflejado en los ingresos o bienestar de las familias, o en la autonomía financiera de las mujeres.

Podemos observar a continuación las matrices que realizaron cada uno de los grupos conformados

Cuadro 74. Análisis del uso, acceso y control de SE realizado por los Prestadores de Servicios.

Análisis del uso, acceso y control de SE realizado por los Prestadores de Servicios							
SE	Tipo de SE	Uso	Acceso		Limitaciones al acceso	Control	
			Mujeres	Hombres		Mujeres	Hombres
<b>Turismo</b>	Culturales	Esparcimiento y vacaciones	2	2	* Inseguridad *Servicios de comunicación * Falta de publicidad	3	3
<b>Cultura</b>	Culturales	Fomento de uso y costumbres	3	3	* Falta de interés de las nuevas generaciones	3	3
<b>Leña</b>	Provisión	Calentar vivienda y los alimentos	3	3	*Incendios *Clandestinaje	1	3
<b>Agua</b>	Provisión	Uso potable e industrial	3	3	*Contaminación e infraestructura para disponibilidad	3	3
<b>Silvicultura</b>	Soporte	Maderable	1	3	*Incendios *Clandestinaje * Plagas	1	3
<b>Biodiversidad</b>	Soporte	Múltiple de los RN	3	3	*Incendios *Clandestinaje * Plagas	3	3
<b>Ciclo del agua</b>	Regulación	Apoyos de servicios ambientales y ___ en el área	3	3	*Degradación de los RN *Mal manejo del área	1	1
<b>Ciclo del carbón</b>	Regulación	Apoyos de servicios ambientales y ___ en el área	3	3	*Degradación de los RN *Mal manejo del área	1	1

Cuadro 75. Análisis del uso, acceso y control de SE realizados por el sector público.

Análisis del uso, acceso y control de SE realizados por el sector público							
SE	Tipo de SE	Uso	Acceso		Limitaciones al acceso	Control	
			Mujeres	Hombres		Mujeres	Hombres
Recreación	Culturales	Fomentar el desarrollo económico de la región	2	2	*Inseguridad *Infraestructura	2	3
Agua potable	Provisión	Consumo humano (riego)	2	2	*Infraestructura	2	2
Madera	Provisión	* Leña * Madera * Aserraderos * Tabla	1	3	* Transporte * Manejo	1	3
Cantidad de erosión	Regulación	*Retención del suelo *Captación de humedad	3	3	* Manejo de los recursos	1	3
Tratamiento de agua	Regulación	*Restituir la calidad del agua	3	3	* Infraestructura	3	3
Biodiversidad	Soporte	* Conservación * Aprovechamiento	3	3	* Permisos	1	3
Formación de suelos	Soporte	* Agrícola *Producción de agua	3	3	* Propiedad de la tierra * Cambio de uso de suelo	1	3

Cuadro 76. Análisis del uso, acceso y control de SE realizados por las autoridades locales (comisariados ejidales).

Análisis del uso, acceso y control de SE realizados por las autoridades locales (comisariados ejidales)							
SE	Tipo de SE	Uso	Acceso		Limitaciones al acceso	Control	
			Mujeres	Hombres		Mujeres	Hombres
Leña	Provisión	*Doméstico *Comercial	3	3	* Permiso ejidal	3	3
Alimento	Provisión	*Doméstico *Comercial	3	2	* Pastoreo	3	3
Bosque	Regulación	* Comercial	3	3	*Conservación * Permisos forestales	2	3
Tradición	Culturales	* Fiestas	3	3	* Respeto a las culturas	3	3
Agua	Soporte	* Potable	3	3	* Basura * Tala * Mal uso * Agua sequía. (Diestros los hombres)	3	3
Agricultura	Soporte	* Doméstico * Comercial	2	3	* Fenómenos naturales	2	3

Cuadro 77. Análisis del uso, acceso y control de SE realizados por otras instituciones de la sociedad civil y ciudadanos.

Análisis del uso, acceso y control de SE realizados por otras instituciones de la sociedad civil y ciudadanos							
SE	Tipo de SE	Uso	Acceso		Limitaciones al acceso	Control	
			Mujeres	Hombres		Mujeres	Hombres
Artesanías	Culturales	* Venta *Autoconsumo	3	3	* No hay un ciclo de producción y distribución	3	3
Belleza escénica	Culturales	* Venta de servicios	3	3	* Falta de infraestructura *Falta de seguridad *Falta de apoyos y recursos	3	3
Biodiversidad	Soporte	*Autoconsumo *Comercialización * Medicinal * Ecoturismo * Sustentabilidad *Bienestar	3	3	* La distribución de los recursos * Acceso a los RN * Regulación equitativa consiente y satisfactoria	2	3
Ordenamiento territorial	Soporte	*Lograr un mejor aprovechamiento de los RN * Manejos sustentable de los RN	3	3	* Falta de cultura y educación ambiental	2	3
* Control y manejo de plagas *Incendios forestales	Regulación	* Protección * Evitar la destrucción de los recursos	1	3	* Falta de equidad de género	1	3
* Tala	Regulación	* Destrucción de los recursos	1	3	* Falta de seguridad y aplicación de las leyes	1	3
Alimentos	Provisión	* Autoconsumo * Comercialización	3	3	*Falta de recursos	3	2
*Medicinal	Provisión	* Venta * Consumo	3	3	*Falta de información *Ciclo de producción *Mercadotecnia *Sustentabilidad	3	3

Cuadro \_\_\_ Análisis del uso, acceso y control de SE realizados por cada uno de los grupos de interés. Enero 2018

- **Conocer la importancia de la organización comunitaria, el uso sustentable de los recursos naturales y la biodiversidad en los SE**

Si bien la convocatoria al taller se extendió a todas aquellas personas que son parte de la microcuenca, servidores públicos que son parte esencial para la toma de decisiones, también se invitó a las y los técnicos que forman parte de este proyecto, así como personas de la sociedad civil; sin embargo, la participación de los habitantes de la microcuenca fue baja.

- Por ende, estas familias estuvieron representadas por los comisariados ejidales, es importante destacar que las familias son de vital importancia para la toma de decisiones que se lleven a cabo dentro de la microcuenca.
- Es necesario incluir a este grupo de personas tomando en cuenta sus usos y costumbres con la finalidad de favorecer y mejorar sus condiciones de vida.
- La asistencia del sector público como CONAGUA y la Junta Central de Agua y Saneamiento se sumaron al interés que presentaron los comisariados en sus propuestas.

## Acuerdos del taller

Dentro de los acuerdos del taller, los y las participantes se mostraron positivos para conformar un comité llamado “comité Situriachi” con la finalidad de dar seguimiento a las propuestas resultantes de este proyecto y otras acciones que pudieran surgir derivadas de reuniones posteriores. Ver anexo de acta de conformación del comité.

Cuadro 78. Acuerdos tomados en el taller de identificación de SE.

Organización	* Formación de comité Situriachi
	* Organización comunitaria para cuidarse entre sí
	* Expandir acuerdos a otros ejidos
Coordinación interinstitucional	* Establecer de grupos de instituciones, sociedad civil, ONG con el fin de expresar propuestas y acordar con gobiernos
	* Proponer y llevar a cabo mesas de trabajo para áreas protegidas para toma de decisiones
Educación (Las personas migran por motivo de falta de escuela en rancherías.)	* Fortalecer programas de servicios básicos a las comunidades
	* Sensibilización a la ciudadanía para recibir capacitaciones
	* Educación sobre el cuidado del medio ambiente
	* Educación para crear conciencia de la problemática y conservación de los RN
Inclusión social	* Disminuir la violencia social
	* Escuchar y observar lo que dice cada quien, para una toma de decisiones incluyentes
Manejo Forestal	* Restauración de los bosques de la microcuenca
	* Obras para conservar los recursos naturales de la microcuenca Situriachi
	* Investigar como conservar y que se puede hacer si se azolva la presa
Servicios ambientales (SE)	* Uso múltiple de recursos de la cuenca (turismo, biodiversidad)
	* Determinar las necesidades del usuario del recurso natural
	* Promover el servicio del agua en la microcuenca no solo a las comunidades grandes
	* Proponer y llevar a cabo mesas de trabajo para áreas protegidas para toma de decisiones
	* Buscar los compromisos morales para la conservación de los servicios ecosistémicos
	* Llevar a cabo procesos económicos para general trabajos, fuentes de empleo

### **3.8. Modelo "Integrated valuation of environmental services and tradeoffs" (InVEST).**

InVEST es software de modelado a gran y pequeña escala empleado para simular las variaciones en la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Desde la escala global hasta la escala de paisaje, InVEST se ha utilizado recientemente para explorar los posibles impactos del cambio de la cobertura de uso de suelo en escenarios de política alternativos, así como también para evaluar las implicaciones ambientales y financieras de los servicios ecosistémicos entre diferentes escenarios de planificación, y para evaluar el impacto de las políticas de conservación en la biodiversidad y la calidad del hábitat.

En Europa, el modelo InVEST se ha aplicado principalmente para evaluar los servicios de regulación de cuencas en la República Checa y los servicios de polinización a escala del paisaje. Muchos estudios se han llevado a cabo en la región mediterránea. Por ejemplo, en España InVEST se ha aplicado a la evaluación de servicios hidrológicos, i.e. calidad y cantidad de agua.

#### **3.8.1. Carbono**

En el sector forestal, uno de los servicios ecosistémicos más estudiados es el almacenamiento. El carbono se considera como uno de los indicadores de los servicios de suministro y regulación que proveen los bosques. La posibilidad de mapear el servicio ecosistémico del carbono en una escala espacial es crucial, especialmente en la región de la Sierra Tarahumara que se caracteriza por contar una estructura forestal fragmentada.

##### *Metodología*

Para evaluar el secuestro de carbono forestal de 2017 se utilizó el modelo de almacenamiento y secuestro de carbono de InVEST. Este modelo estima la cantidad neta de carbono almacenada en una superficie de uso de suelo y vegetación. Para cada clase, el modelo requiere una estimación de la cantidad de carbono almacenado por cada uno de los depósitos de carbono, siendo estos, la biomasa viva, superficial, subterránea, materia orgánica muerta (incluyendo madera muerta hojarasca) y materia orgánica del suelo.

Los datos empleados en el modelo de almacenamiento fueron, el uso de suelo y vegetación (Cuadro 79, Figura 134) así como un cuadro biofísico de almacén de carbono (Cuadro 80). El uso de suelo y vegetación (USV), proviene del Proyecto Tarahumara Sustentable y fue modificado con trabajo de campo. El USV se clasificó en 7 clases:

Cuadro 79. Uso de Suelo y Vegetación empleado para el modelo de carbono.

ID	Usos de Suelo y Vegetación
1	Agrícola
2	Bosque de encino pino
3	Bosque de pino
4	Bosque de pino encino
5	Claros
6	Cuerpos de agua
7	Manzanilla

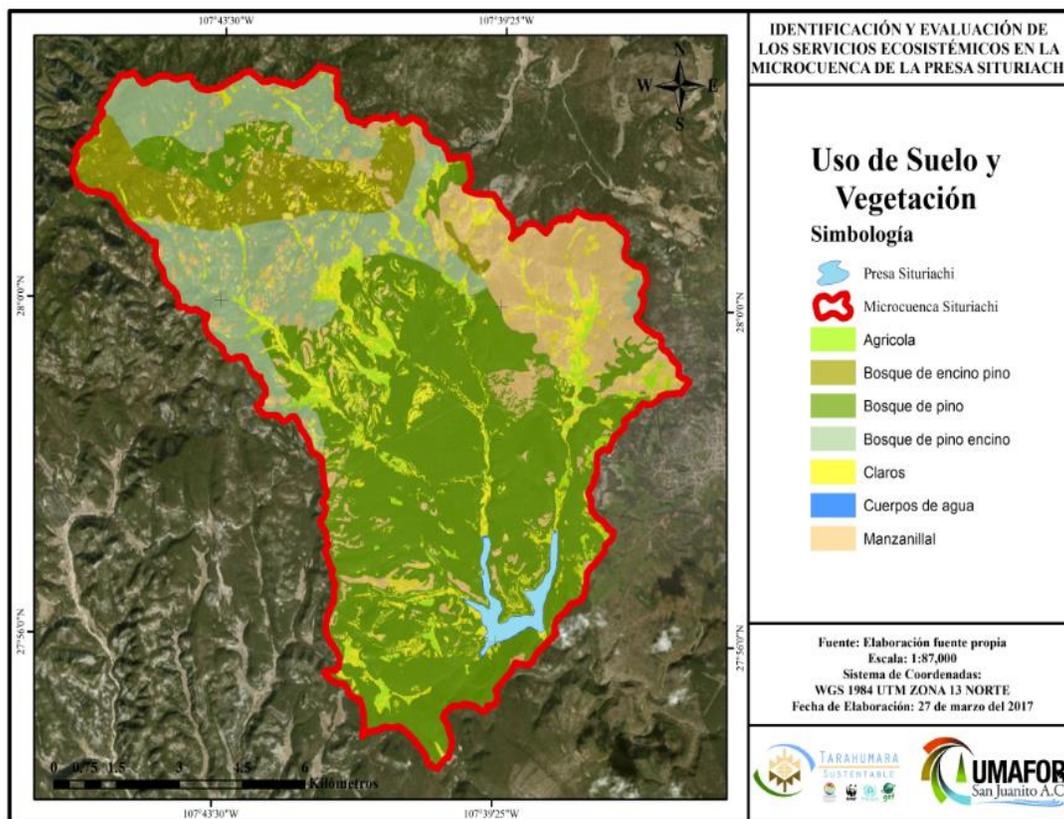


Figura 134. Uso de suelo y vegetación.

Los datos de carbono utilizados fueron los que el software InVEST provee como muestra. Se cotejaron los usos de suelo y vegetación de muestra que el programa InVEST incluye con los que el Proyecto Tarahumara Sustentable proporcionó. Los datos de carbono se almacenaron en una tabla para su manejo en InVEST.

Cuadro 80. Almacén de carbón para los usos de suelo y vegetación.

Uso de Suelo y Vegetación	Carbón aéreo	Carbón subterráneo	Carbón en el suelo	Carbón muerto
Agrícola	0.25	0.5	20	2.4
Bosque de encino pino	80	60	20	10
Bosque de pino	100	70	35	12
Bosque de pino encino	10	20	60	12
Claros	15	35	30	4
Cuerpos de agua	0	0	0	0
Manzanilla	8	8	20	5

El almacén de carbón total se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$C_t = C_{above} + C_{below} + C_{dead} + C_{soil}$$

Dónde:  $C_t$  = Densidad total de carbono por cada pixel,  $C_{above}$ ,  $C_{below}$ ,  $C_{dead}$  y  $C_{soil}$  corresponden al carbono aéreo, carbono subterráneo, carbono muerto y carbono en el suelo, respectivamente.

#### Resultados

Los mapas de carbono superficial, subterráneo, en el suelo y muerto muestran la cantidad actual de carbono almacenado en Ton/ha en cada pixel (Figura 135-139). El mapa de carbono total corresponde a la suma de todos los distintos almacenes provistos en el cuadro biofísico (Figura 139).

Los resultados muestran que el carbono aéreo se distribuyó espacialmente entre los 0 y 17.5 Toneladas/ha (Ton/ha) por pixel en la cuenca Situriachi. La distribución fue principalmente en superficies de bosque de pino. El carbón subterráneo (Figura 136) mostró valores mínimos de 0 y máximo de 17.5. Los valores máximos se distribuyen principalmente en la zona forestal de la cuenca. El mismo comportamiento se presentó para el carbono muerto (Figura 137), sin embargo, los valores máximos fueron menores (3 Ton/ha), en comparación del carbono aéreo y subterráneo. El carbón en el suelo (Figura 138) mostró una distribución distinta, presentándose las mayores densidades de carbono por pixel en el bosque de pino encino/encino-pino. El potencial de carbón o carbón total (Figura 139) almacenado se mostró principalmente en las zonas forestales con un valor máximo de 54.25 Ton/ha por pixel.

El potencial de las zonas forestales para el almacenamiento de carbono es de gran importancia, su distribución permite enfocar esfuerzos de conservación y protección para estas superficies. Los cálculos realizados por el modelo de almacenamiento de carbono de InVEST son simples en relación con los modelos de ciclo de carbono basados en procesos, haciendo una suma directa de los grupos de carbono de entrada para cada clase de uso de suelo y vegetación. Sin embargo, la capacidad de visualizar y examinar rápidamente los patrones espaciales del almacenamiento de carbono en el área de estudio tiene utilidad en su capacidad para crear una imagen visualmente comunicativa que muestra las áreas de interés para el almacenamiento de carbono dentro de la cuenca Situriachi. Las zonas de interés son claramente las áreas boscosas más grandes; sin embargo, otras zonas como los bosques de pino-encino/encino pino o bajo abierto también son importantes para el almacenamiento de carbono.

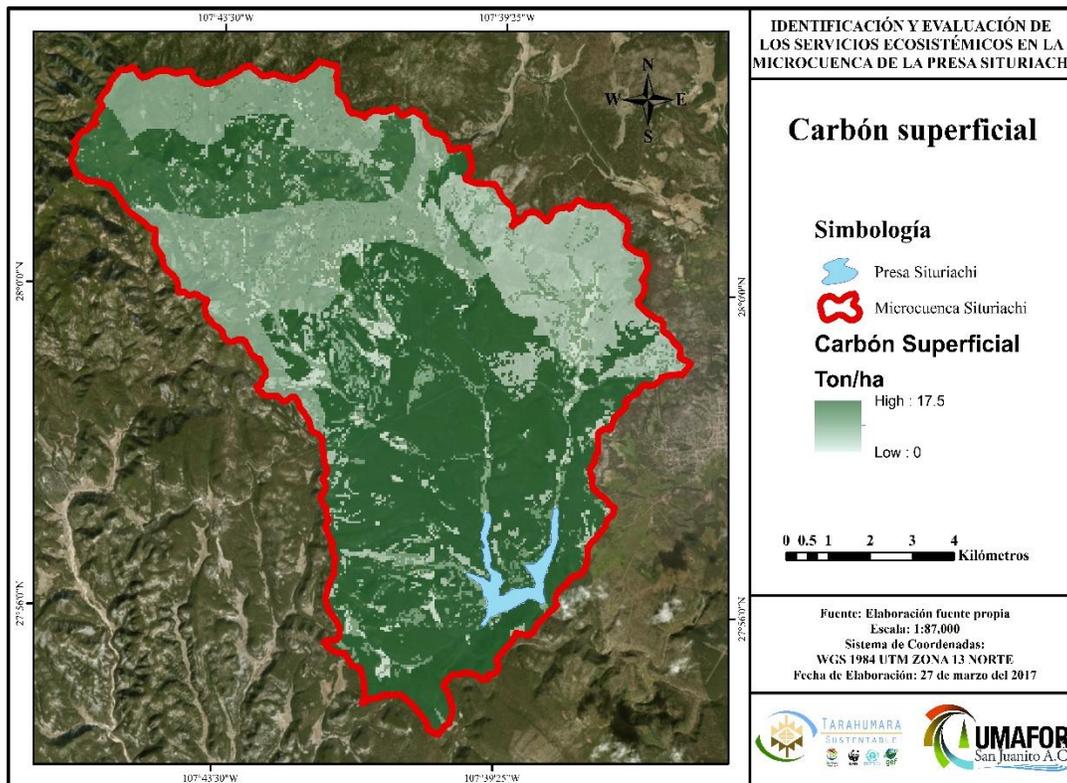


Figura 135. Carbono superficial

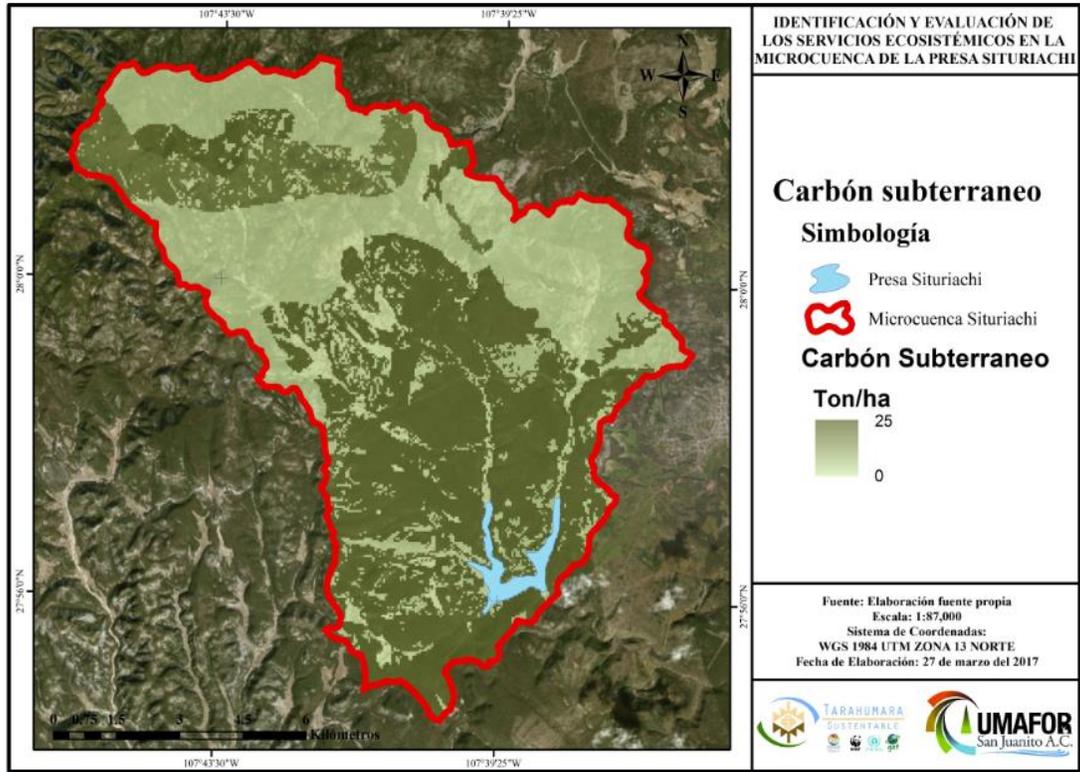


Figura 136. Carbono subterráneo

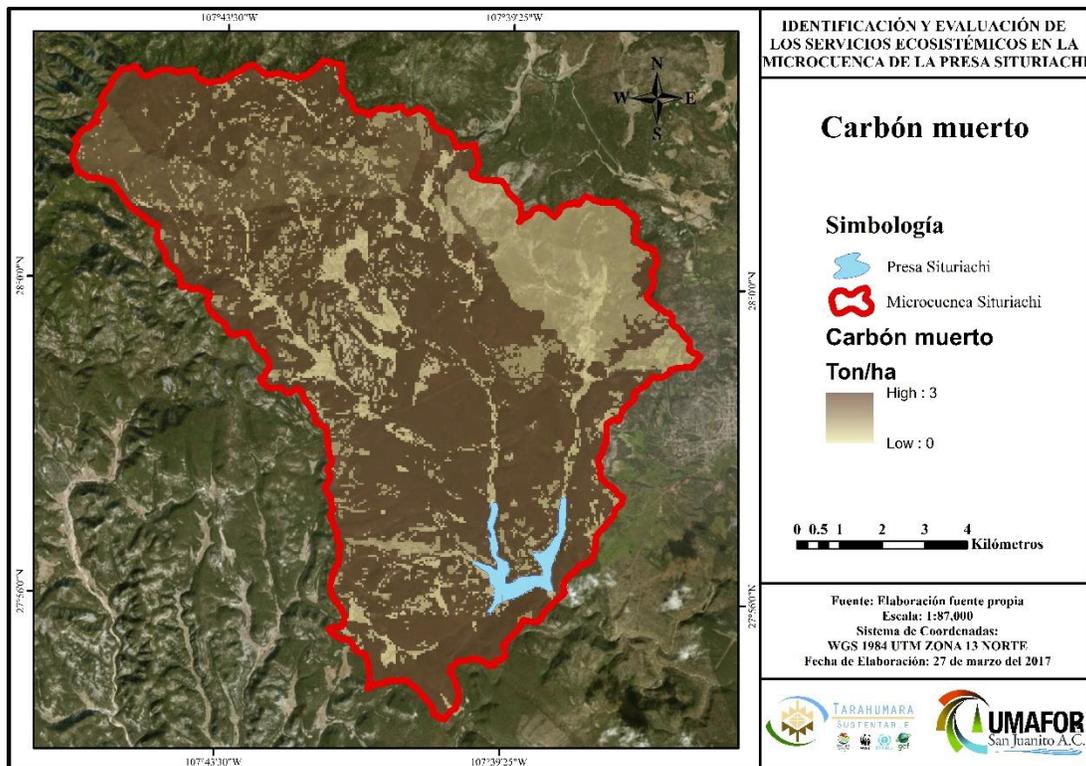


Figura 137. Carbono Muerto

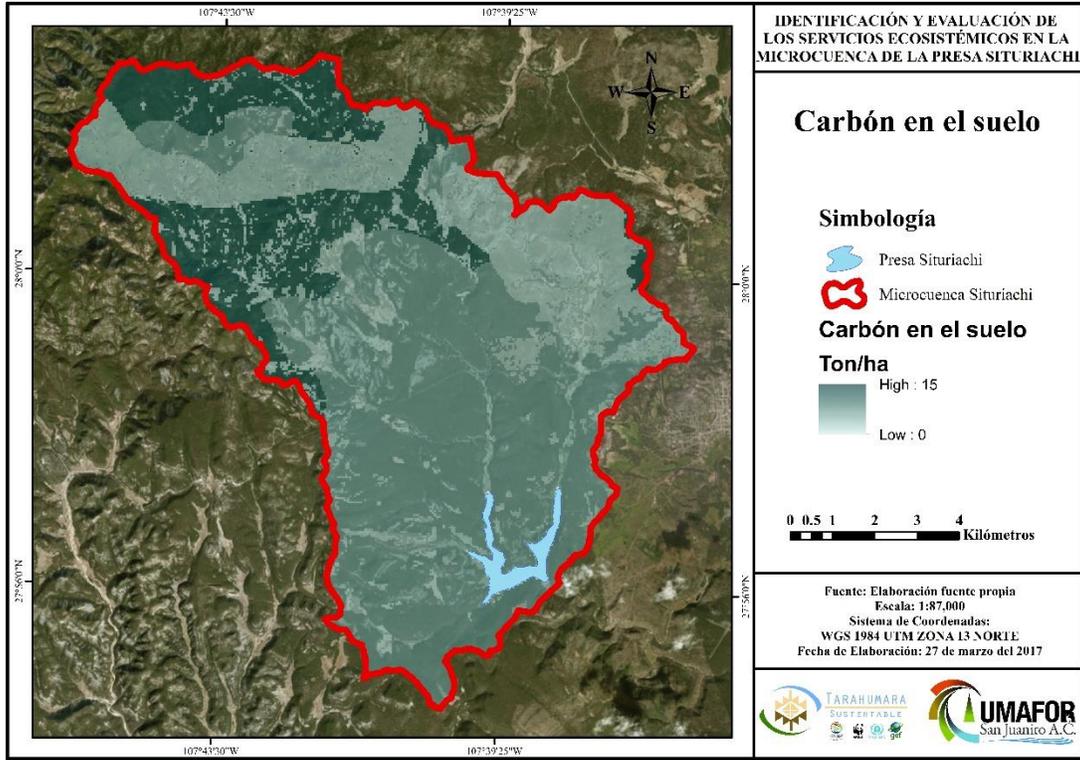


Figura 138. Carbón en el suelo

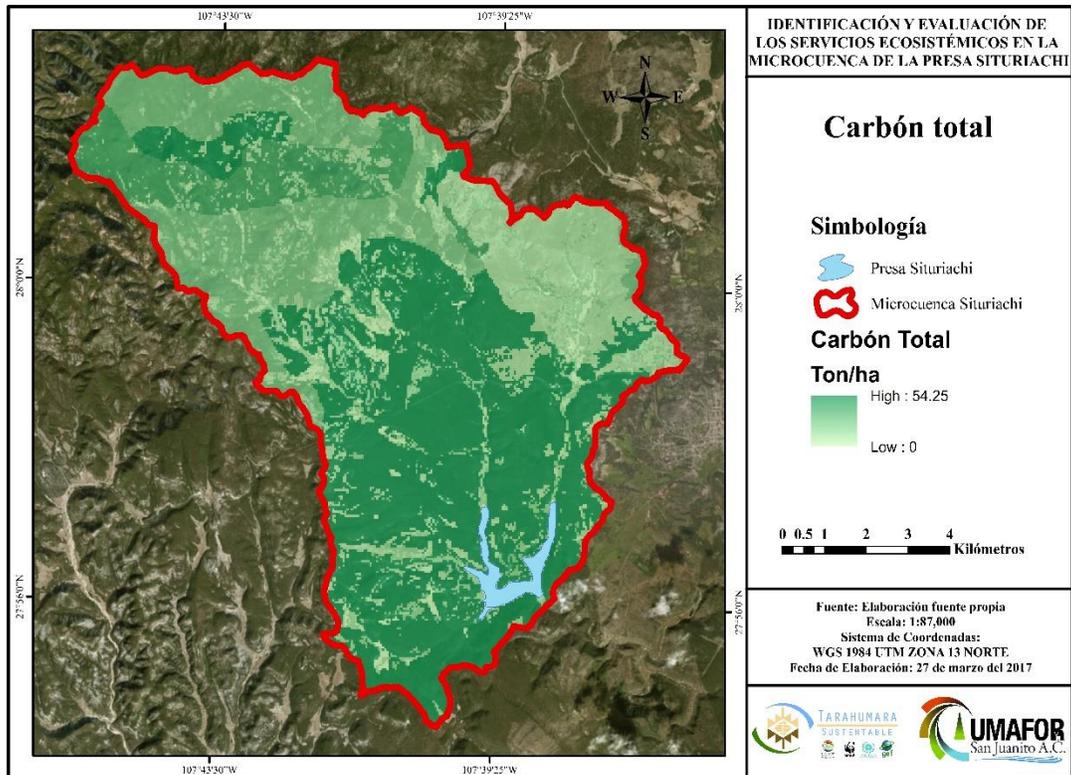


Figura 139. Carbón total

### **3.8.2. Calidad del Hábitat**

El impacto de las actividades antropogénicas en el uso de la tierra en todo el mundo incluye la deforestación acelerada y la fragmentación del hábitat causada por la conversión para otros usos del uso y el desarrollo de infraestructura, lo que contribuye a la disminución de la biodiversidad local.

El principal desafío en la conservación de la biodiversidad es mantener la calidad del hábitat y frente a las actividades antropogénicas. El desarrollo de los caminos puede ser un factor principal para desencadenar una serie de acciones que desencadenen la degradación del hábitat. Varios estudios han demostrado el impacto negativo de las carreteras, como la pérdida de hábitats debido a la conversión, el aumento de la perturbación humana, incluida la invasión debido a la facilidad de acceso, la mortalidad causada por accidentes de tráfico y las carreteras que obstaculizan el movimiento de las especies.

Este enfoque genera información sobre la extensión relativa y la degradación de diferentes tipos de hábitats en una región que puede ser útil para hacer una evaluación inicial de las necesidades de conservación y para proyectar cambios a lo largo del tiempo.

#### *Metodología*

El modelo de calidad del hábitat InVEST, es una herramienta para describir espacialmente la sensibilidad del hábitat y las amenazas de perturbación antropogénica hacia el hábitat de la vida silvestre. El modelo de calidad del hábitat es uno de un grupo de modelos que tienen por utilidad describir y cuantificar los servicios del ecosistema (carbono, rendimiento hídrico, retención de sedimentos purificación del agua). Esta herramienta geoespacial ayuda a evaluar la distribución espacial de la calidad del hábitat a través de los diferentes usos de suelos.

La biodiversidad no se considera como un servicio ecosistémico, pero se reconoce que es importante para los procesos del ecosistema y para el mantenimiento de varias funciones y servicios ecológicos (por ejemplo, producción primaria, control de enfermedades y plagas). Los supuestos de InVEST sobre calidad del hábitat fueron utilizados para este proyecto: i) existe una relación positiva entre la calidad del hábitat y la biodiversidad; ii) la calidad del hábitat es un indicador de la cantidad y calidad de los recursos disponibles; iii) la calidad del hábitat disminuye con la proximidad del uso antropogénico del suelo, pero la intensidad de esta disminución varía de acuerdo con la clase de uso de suelo. En otras palabras, el modelo se basa en la hipótesis de que las áreas con hábitat de mayor calidad soportan una mayor riqueza de especies nativas, y que las disminuciones en la extensión y calidad del hábitat conducen a una disminución en la persistencia de las especies.

Los insumos necesarios para el modelo InVEST son el uso de suelo y vegetación (Cuadro 81) así como mapas de amenazas. El uso de suelo y vegetación (USV), proviene del Proyecto Tarahumara Sustentable y fue modificado con trabajo de campo. El USV se clasifico en 7 clases:

Cuadro 81. Uso de Suelo y Vegetación empleado para el modelo de PES.

Usos de Suelo y Vegetación
Agrícola
Bosque de encino pino
Bosque de pino
Bosque de pino encino
Claros
Cuerpos de agua
Manzanilla

Los mapas de amenazas de localidades rurales, áreas agrícolas, así como un cuadro de sensibilidad (Cuadro 82) y de amenazas (Cuadro 83) también fueron necesarias para llevar a cabo el módulo de calidad de hábitat. En esta tabla de sensibilidad se definen las clases de uso de suelo y vegetación utilizando un sistema binario en el que cero correspondía a una cobertura de suelo sin vegetación natural (asentamientos humanos) y el uno correspondía a coberturas del suelo con vegetación natural (bosque, pastizal). El valor de sensibilidad se encuentra entre 0 y 1, donde mientras más cercano a 0, el uso de suelo y vegetación es menos sensible a la amenaza, de lo contrario mientras más se acerca al 1 mayor es la sensibilidad.

Cuadro 82. Sensibilidad de los hábitats respecto a las amenazas.

Uso de suelo y vegetación	Hábitat	Áreas de Cultivos	Localidades Rurales	Caminos Principales	Caminos Secundarios
Agrícola	0	0.3	0.5	0.3	0.4
Bosque de encino pino	1	0.8	1	0.8	0.9
Bosque de pino	1	0.6	0.8000	0.6	0.8
Bosque de pino encino	1	0.6	0.8000	0.6	0.8
Claros	1	0.4	0.6000	0.4	0.6
Cuerpos de agua	0	0	0	0	0
Manzanilla	1	0.3	0.5	0.3	0.7

El modelo InVEST considera la distancia entre la fuente de la amenaza y el hábitat. La intensidad del impacto en la calidad del hábitat causada por una amenaza específica disminuye con la distancia de acuerdo con una función exponencial o lineal decreciente.

Cuadro 83. Amenazas del hábitat.

MAX_DIST	WEIGHT	THREAT	DECAY
8	0.7	Áreas de Cultivos	linear
10	1	Localidades Rurales	exponential
3	1	Caminos Principales	linear
5	0.5	Caminos Secundarios	exponential

Las amenazas consideradas preliminarmente para el modelo de calidad de hábitat fueron: Localidades Rurales, Caminos y Áreas Agrícolas (Figura 140-143).

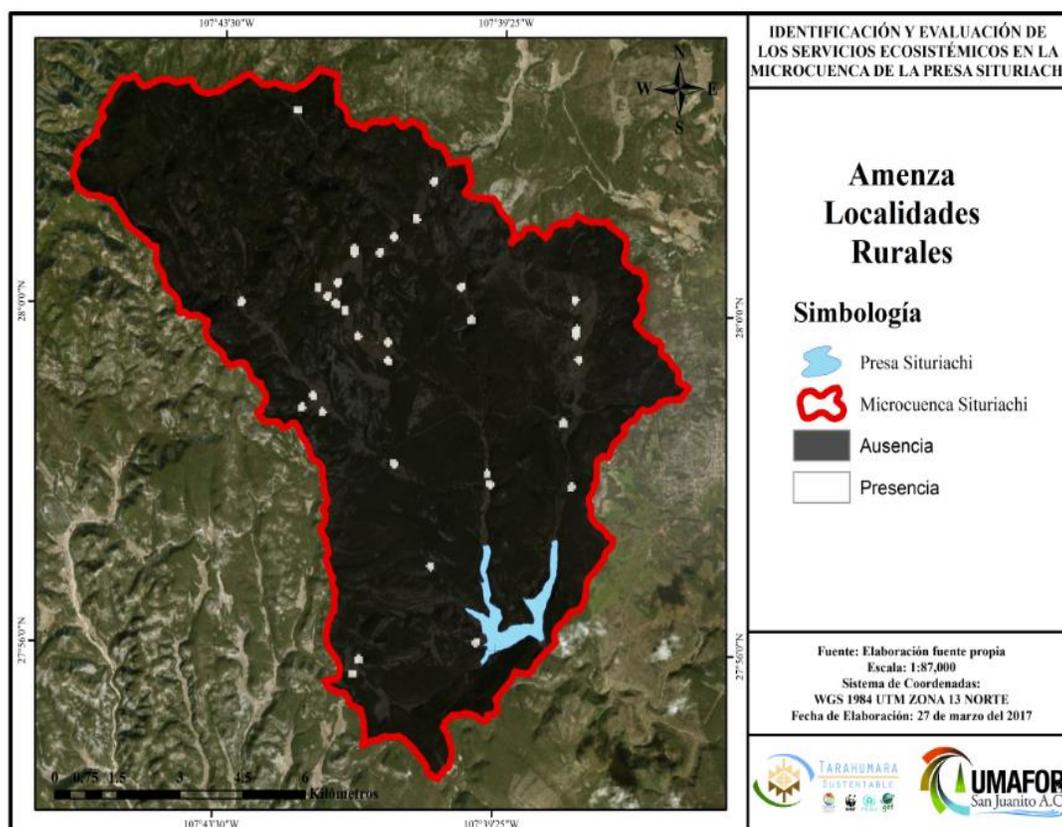


Figura 140. Localidades rurales

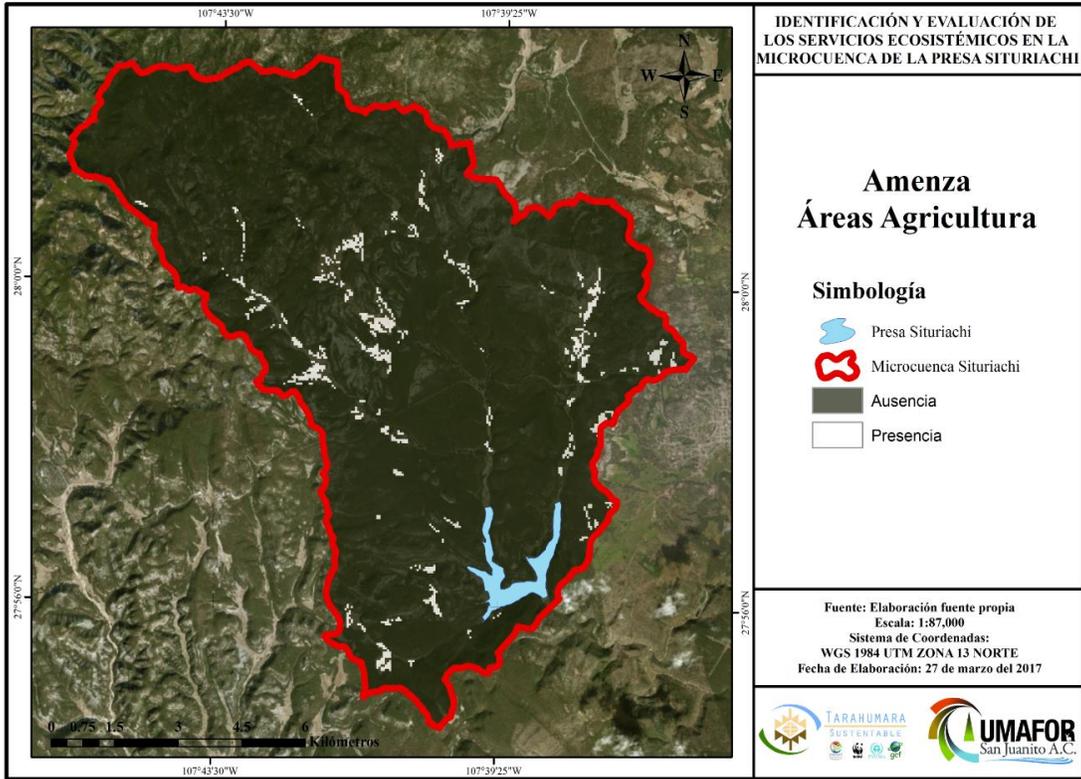


Figura 141. Áreas agrícolas.

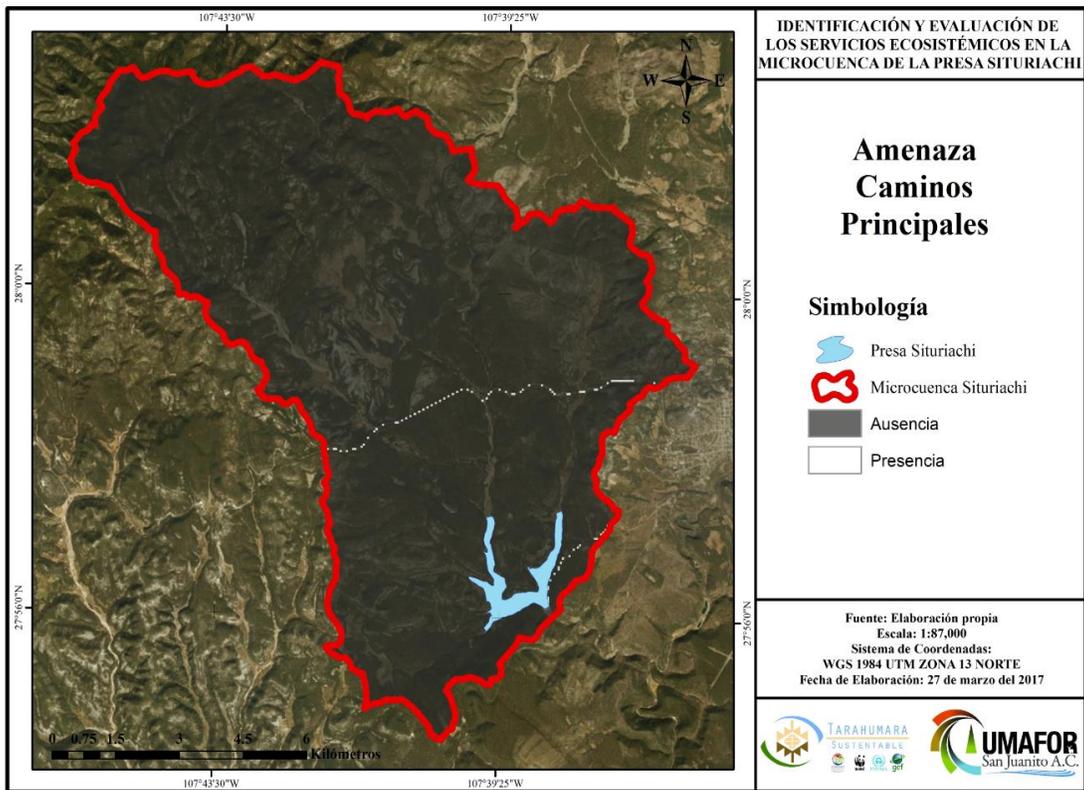


Figura 142. Caminos principales.

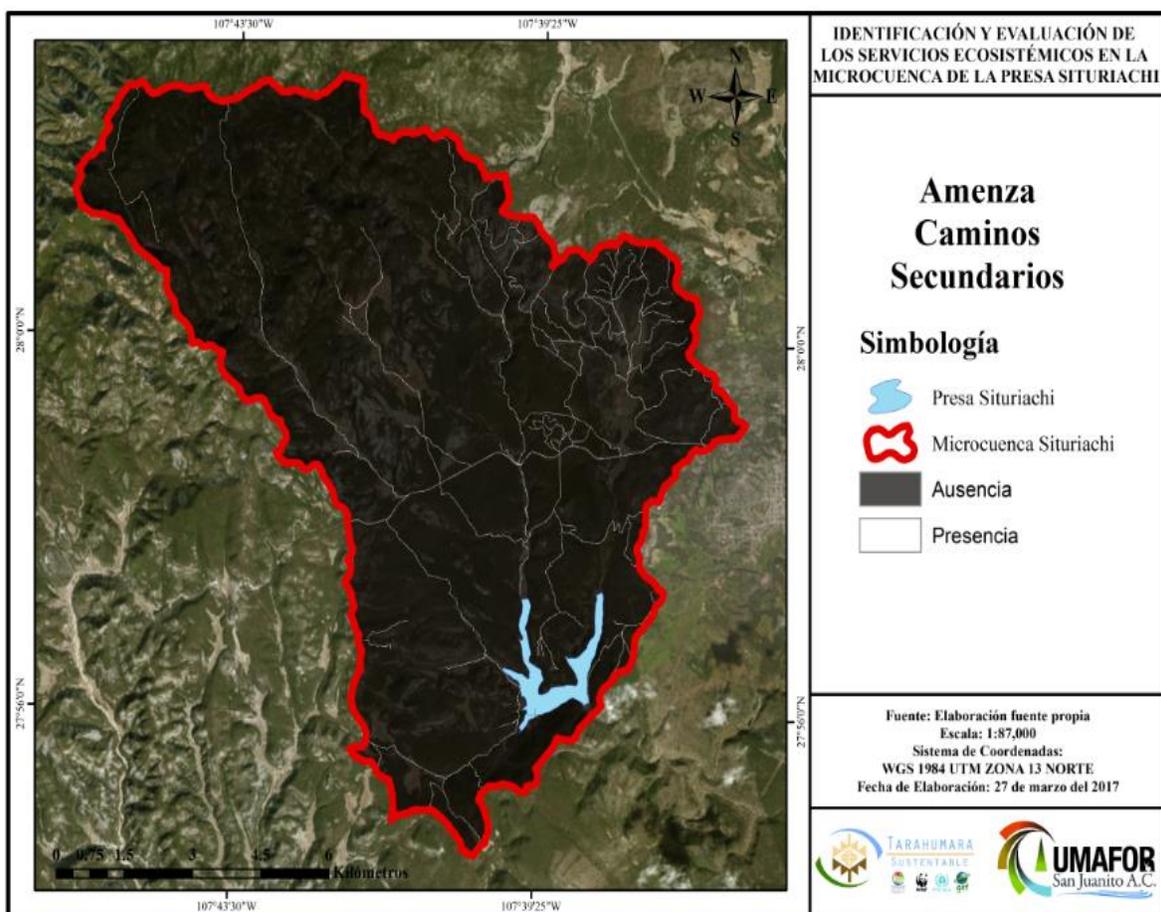


Figura 143. Caminos secundarios.

### Resultados

El mapa de degradación del hábitat (Figura 145) se refiere al nivel relativo de degradación del hábitat actual. Un valor alto corresponde a alto nivel de degradación (píxeles oscuros), mientras que, del otro lado, píxeles claros corresponden a bajos niveles de degradación. El mapa de calidad de hábitat (Figura 144) indica la calidad actual del hábitat en la cuenca. Altos valores (píxeles oscuros) indican una mejor calidad del hábitat. De forma contraria, bajos valores (cercano a 0, píxeles claros) indican una mala calidad del hábitat. Superficies que no son hábitat obtienen un valor de 0. Esta valoración no tiene unidades y no se refiere a ninguna medida de biodiversidad en particular.

El mapa de degradación del hábitat (Figura 145) mostró valores que oscilan entre 0 y 0.005. Este mapa representa la degradación del hábitat en base a los usos de suelo y vegetación y su interacción con las amenazas probadas. Las áreas más oscuras corresponden a las zonas menos degradadas. Estas superficies se distribuyen principalmente en la zona central. Las zonas más claras corresponden a las superficies con mayor degradación, estas se distribuyen en los extremos de la cuenca o las zonas cercanas al parteaguas de la cuenca Situriachi.

Por otro lado, el mapa de calidad del hábitat (Figura 144) mostró valores de píxel entre 0 (calidad baja) y 1 (calidad alta) para el hábitat de vida silvestre. El resultado del mapa representa la condición actual basada en los datos del mapa de uso de suelo y vegetación. Las áreas oscuras se vieron influenciadas por las buenas condiciones del bosque y el menor acceso por carretera. El área clara estuvo influenciada por los patrones de uso de suelo (áreas de cultivos) son las superficies con calidad de hábitat bajo. El estado del uso de suelo para el color oscuro corresponde principalmente a los bosques, se recomienda su monitoreo ya sea como área de conservación o como bosque protegido para mantener los sistemas hidrológicos.

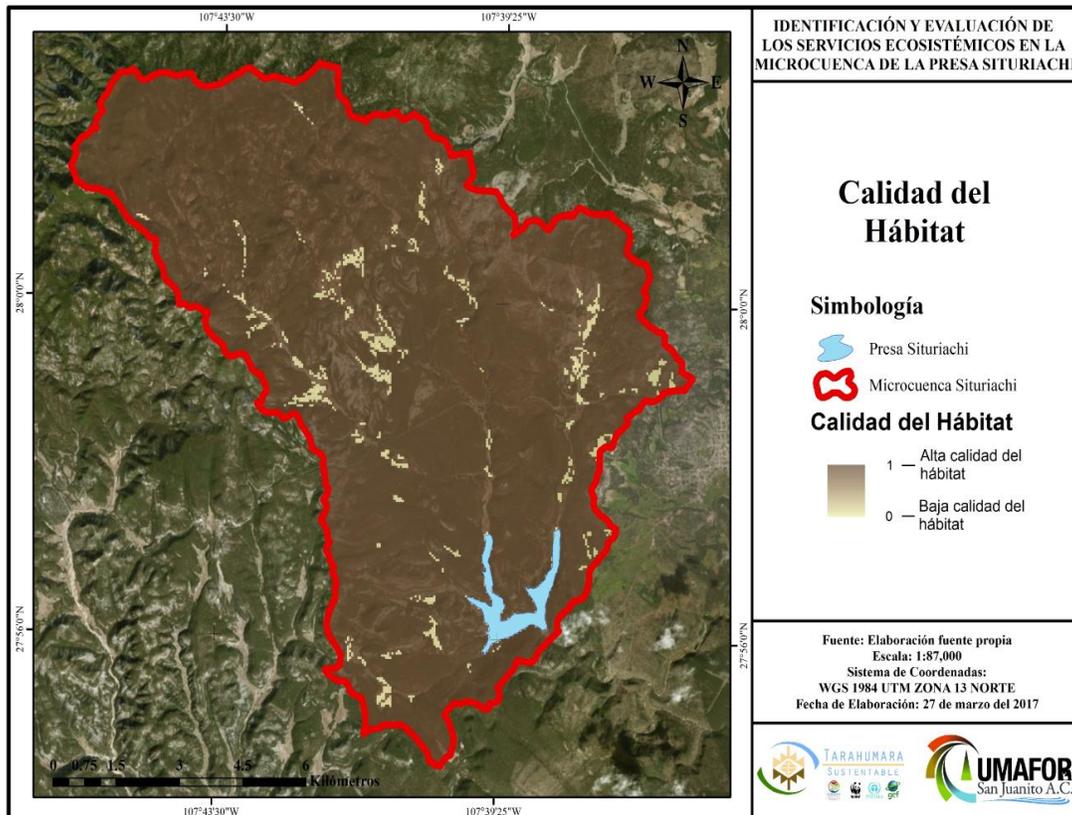


Figura 144. Calidad del hábitat.

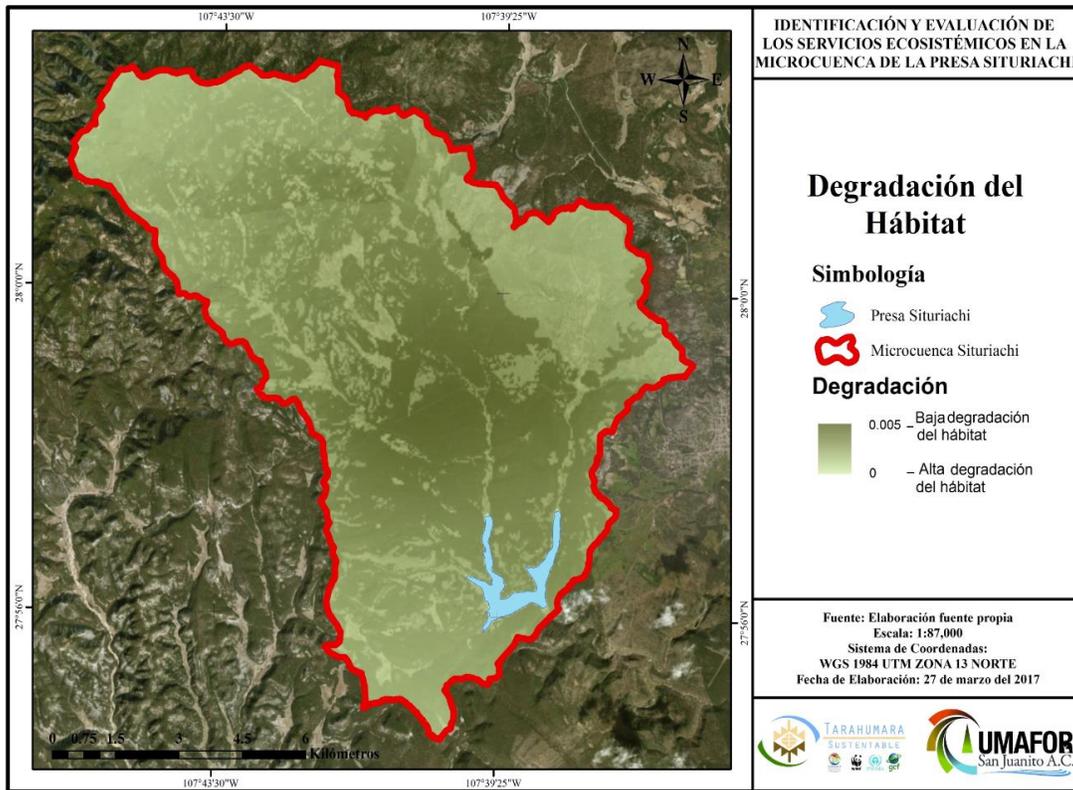


Figura 145. Degradación del hábitat.

### 3.8.3. Sedimentos

La erosión del suelo es un problema grave que amenaza la sostenibilidad de la productividad agrícola y los ecosistemas. Esta induce la pérdida en la capacidad de agua del cauce y la disminución en el agua disponible para riego. La pérdida de suelo es crítica en los países en desarrollo donde los agricultores no pueden reemplazar los suelos y nutrientes perdidos.

En ecosistemas semiáridos, este fenómeno es la razón más importante de la degradación de los recursos de suelos y agua. De hecho, estas regiones se caracterizan por un clima específico, una cubierta vegetal deficiente, además de la intensificación de las actividades humanas y las prácticas agrícolas. La estimación de la erosión del suelo es importante para evaluar la posible pérdida de suelo y estimar la sedimentación de los embalses. Aunado a las condiciones de clima y suelo, laderas empinadas son altamente susceptibles al deslizamiento y contribuyen al aumento de la erosión y la exportación de sedimentos en la cuenca, y por lo tanto la vegetación es crucial para mantener la estabilidad de las laderas debido al consumo de agua.

#### *Metodología*

El módulo de proporción de entrega de sedimentos (PES) está diseñado para mapear la generación de sedimentos terrestres y su entrega a los escurrimientos. Este módulo calcula la pérdida de suelo de una unidad de tierra usando la ecuación universal de pérdida de suelo (USLE), con datos de entrada que incluyen topografía, clima, vegetación y prácticas de

manejo. Luego, el modelo InVEST aplica un análisis iterativo para estimar en todos los píxeles, el volumen de suelo erosionado y atrapado por la vegetación aguas abajo y las prácticas de control de la erosión dada su capacidad de captura y retención.

El modelo calcula la cantidad anual promedio de sedimento erosionado o pérdida de suelo y la PES que corresponde a la proporción de pérdida de suelo que realmente llega a la corriente. La cantidad promedio anual de pérdida de suelo se calcula mediante la ecuación universal de pérdida de suelo. Para obtener la ecuación la ecuación universal de pérdida del suelo se utiliza la siguiente ecuación:

$$USLE=R*K*L*S*C*P$$

Donde:

USLE= Pérdida de suelo (ton/ha/año).

R= Erosividad de la lluvia (MJ mm/ha hr año).

K= Erosionabilidad del suelo (ton/hr/Mj mm).

L= Factor por longitud de pendiente (adimensional).

S= Factor por grado de pendiente (adimensional).

C= Factor por cubierta vegetal (adimensional).

P = Factor por prácticas de manejo (adimensional).

El modelo PES requiere del modelo digital de elevación (MDE), el uso de suelo y vegetación, el factor de erosividad del suelo (Factor R) y el factor de erosionabilidad del suelo (Factor K), los límites de las subcuencas y una la tabla biofísica con características de las cuencas hidrográficas.

Utilizamos el MDE (Figura 146) con resolución de 50 metros, donde las impurezas fueron corregidas con la herramienta *Fill* de la caja de herramientas Hydrology de ArcGis.

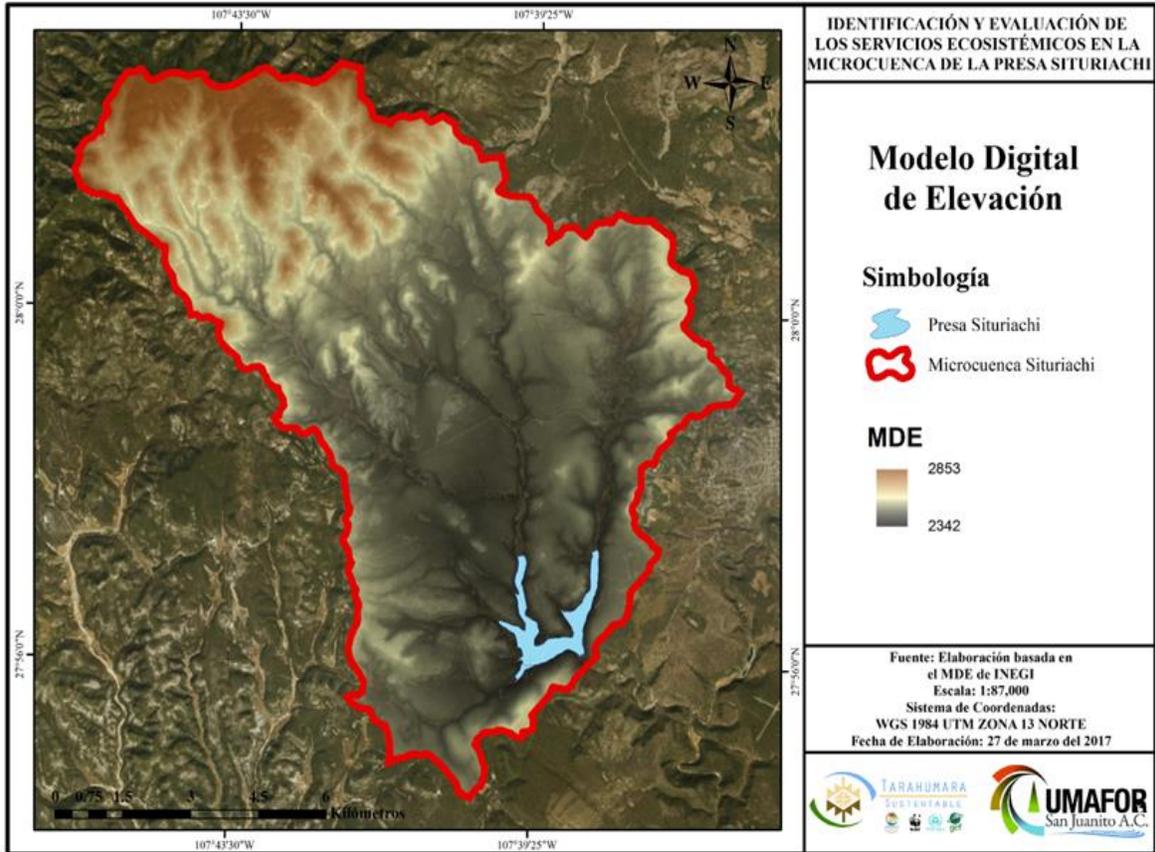


Figura 146. Modelo digital de elevaciones en metros sobre el nivel del mar (MDE msnm)

El uso de suelo y vegetación (USV), proviene del Proyecto Tarahumara Sustentable en su primera fase y fue modificado con trabajo de campo (Cuadro 84). El USV se usó como insumo para asignar los Factores C y P para uso de suelo y vegetación. El USV se clasificó en 7 clases:

Cuadro 84. Uso de Suelo y Vegetación empleado para el modelo de PES.

Usos de Suelo y Vegetación
Agrícola
Bosque de encino pino
Bosque de pino
Bosque de pino encino
Claros
Cuerpos de agua
Manzanilla

El Factor C de cobertura vegetal se asignó a cada clase de USV utilizando los valores de Factor C disponibles en la literatura para la región (Cuadro 85). El Factor P depende del tipo de medidas de conservación implementadas. En el área de estudio actual, el valor de P se utilizó con base en los datos de muestra de InVEST.

Cuadro 85. Factor de cobertura vegetal y prácticas de conservación por USV.

Usos de Suelo y Vegetación	Factor C	Factor P
Agrícola	0.800	0.9
Bosque de encino pino	0.010	0.2
Bosque de pino	0.010	0.2
Bosque de pino encino	0.010	0.2
Claros	0.019	0.3
Cuerpos de agua	0.000	0.0
Manzanilla	0.100	0.3

El Factor R (erosividad de la lluvia) es la habilidad o agresividad de la lluvia para producir erosión; es decir, la energía cinética de la lluvia necesaria para remover y transportar las partículas del suelo. Cuando la precipitación excede la capacidad de infiltración, se presenta el escurrimiento superficial, el cual también tiene la habilidad de remover y transportar las partículas del suelo.

Para obtener el valor del Factor R, se utilizaron las ecuaciones de regresión Cortés y Figueroa (1991). De acuerdo con este procedimiento se utilizaron los modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R de la ecuación de pérdida de suelo, estos modelos de regresión son aplicados para 14 diferentes regiones del país. El Factor R fue calculado con el rango de valores de precipitación de 685.007 a 701.2 de un conjunto de estaciones meteorológicas (1990-2016). La ecuación de regresión utilizada para obtener el Factor R corresponde a la región 6, de acuerdo al cuadro de valores de regresión (Cuadro 86).

Cuadro 86. Ecuaciones de regresión lineal por región para obtener el Factor R.

Región	Ecuaciones	R <sup>2</sup>
1	$Y= 1.20785x + 0.002276X^2$	0.92
2	$Y= 3.45552x + 0.006470X^2$	0.93
3	$Y=3.67516x - 0.001720X^2$	0.94
4	$Y=2.89594x + 0.002983X^2$	0.92
5	$Y=3.48801x - 0.000188x^2$	0.94
6	$Y=6.68471x + 0.001680x^2$	0.90
7	$Y=0.03338x + 0.006661x^2$	0.98
8	$Y=1.99671x + 0.003270x^2$	0.98
9	$Y=7.04579x - 0.002096x^2$	0.97
10	$Y=6.89375x + 0.000442x^2$	0.95
11	$Y=3.77448x + 0.004540x^2$	0.98
12	$Y=2.46190x + 0.006067x^2$	0.96
13	$Y=10.74273x - 0.001008x^2$	0.97
14	$Y=1.50046x + 0.002640x^2$	0.95

El Factor K es una estimación de la erosión del suelo en función del porcentaje de limo, estructura de arena, permeabilidad del suelo y porcentaje de materia orgánica. Este factor se basa en los tipos de suelo. Considerando los diferentes tipos de suelo y la cartografía disponible de INEGI, utilizamos valores disponibles de la FAO, asignando de acuerdo al tipo de suelo y textura en el archivo vectorial el factor de erosionabilidad para cada tipo de suelo (Cuadro 87).

Cuadro 87. Valores del Factor K para cada tipo de suelo de acuerdo a la FAO.

Tipo de Suelo	Subsuelo	Textural	Factor K
Cambisol	Esquelético	Fina	0.013
Cambisol	Esquelético	Gruesa	0.026
Fluvisol	Eútrico	Fina	0.013
Fluvisol	Eútrico	Gruesa	0.026
Leptosol	Eútrico	Fina	0.013
Leptosol	Eútrico	Gruesa	0.026
Phaeozem	Esquelético	Fina	0.026
Phaeozem	Esquelético	Gruesa	0.053
Regosol	Esquelético	Fina	0.013
Regosol	Esquelético	Gruesa	0.026
Regosol	Eútrico	Fina	0.013
Regosol	Eútrico	Gruesa	0.026

### Resultados

La Figura 147, muestra el mapa de pérdida de suelo sobre la cantidad total de pérdida potencial de suelo en cada cuenca calculada por la ecuación USLE. La Figura 148 corresponde al total de sedimentos transportados por pixel, mientras que a Figura 149 corresponde al mapa de retención de sedimentos.

La multiplicación de los diferentes factores usando el modelo transporte de sedimentos de InVEST es equivalente a la ecuación universal de pérdida de suelo. Este procedimiento proporciona la cantidad de suelo erosionado en cada píxel (50 mx 50 m) en toda el área de captación y en cada cuenca introducida inicialmente considerando que solo una parte de las partículas erosionadas encuentra su camino hacia la salida y forma los sedimentos hacia la corriente. Los mapas y la tabla biofísica se integraron también en el modelo transporte de sedimentos de InVEST. El modelo fue calibrado usando el parámetro  $K=0.8$ , siendo el valor predeterminado por el programa. La Figura 147 presenta el mapa de erosión anual del área de estudio el cual ayuda en la identificación de áreas vulnerables. La pérdida de suelo estimada máxima para las cuencas hidrográficas fue de 5,543.41 ton/ha. La mayor pérdida de suelo se distribuye en las áreas impactadas incendios y la tala.

El transporte de sedimentos (Figura 148) muestra que el mayor transporte se distribuye principalmente en los suelos desnudos o de uso agrícola. La retención de sedimentos (Figura 149) corresponde a la diferencia en la cantidad de sedimentos entregados por la cuenca hidrográfica actual y una cuenca hidrográfica hipotética en la que todos los tipos de han sido removidos. El mapa de retención de sedimentos mostró que la parte norte de la cuenca es la que retiene mayor cantidad de sedimentos.

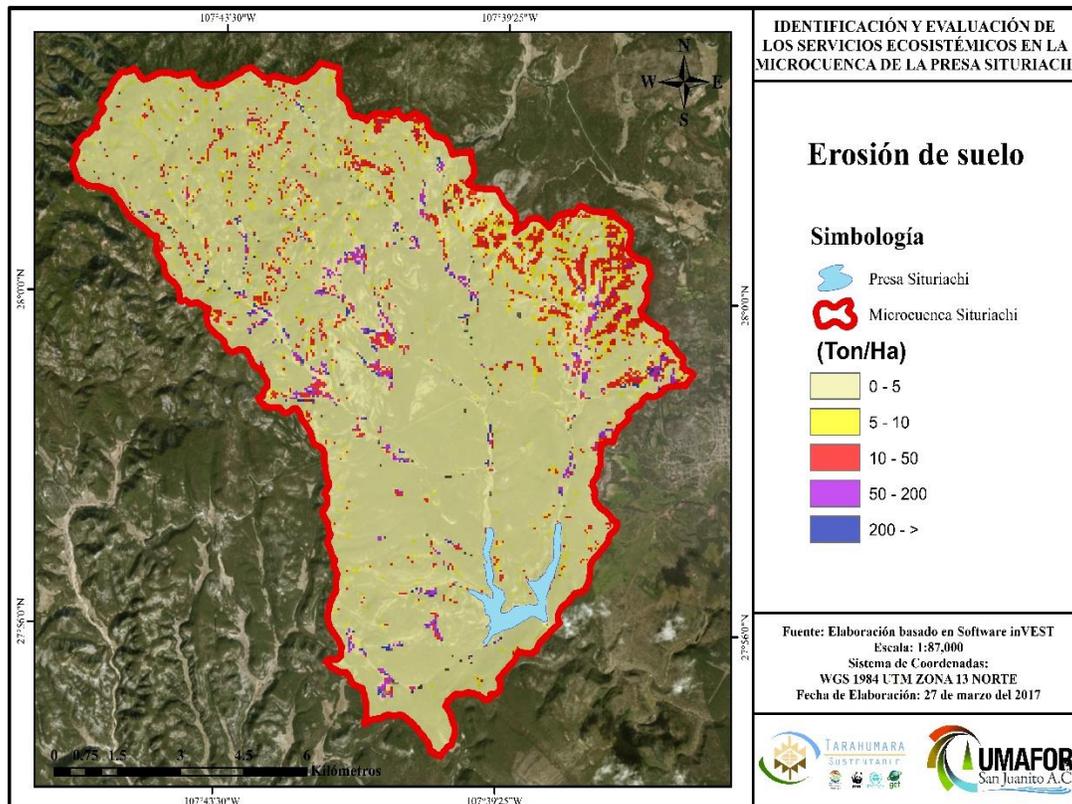


Figura 147. Perdida de suelo

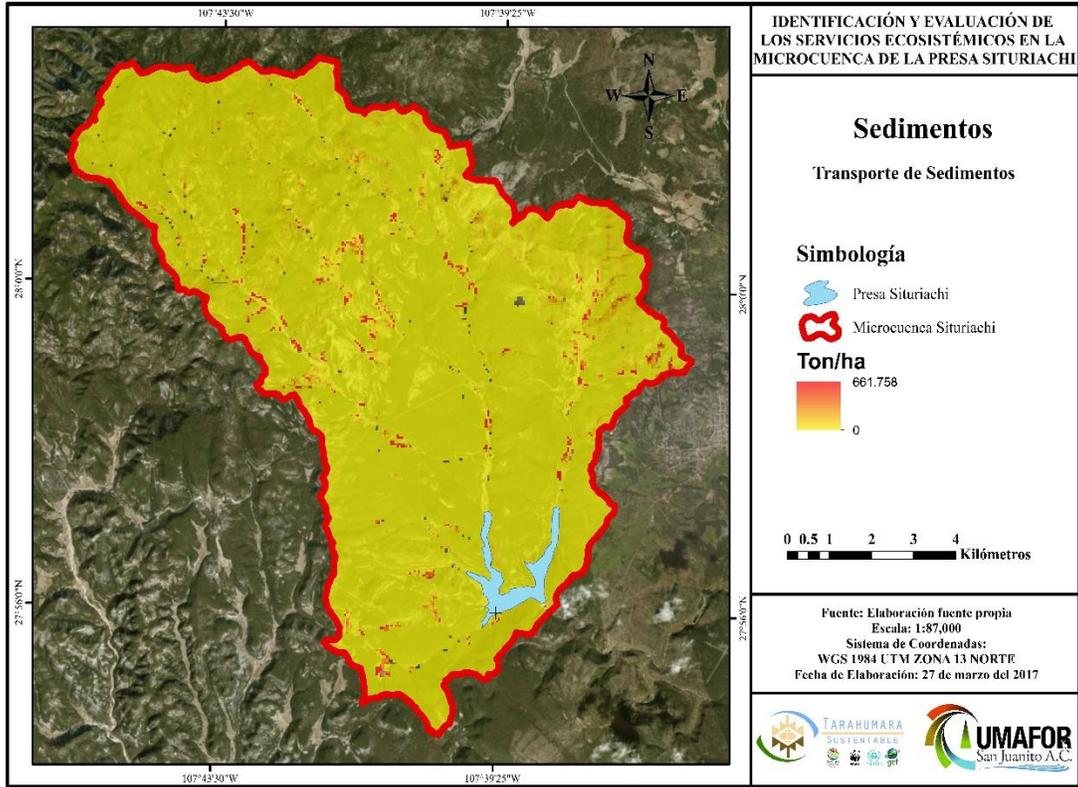


Figura 148. Transporte de sedimentos

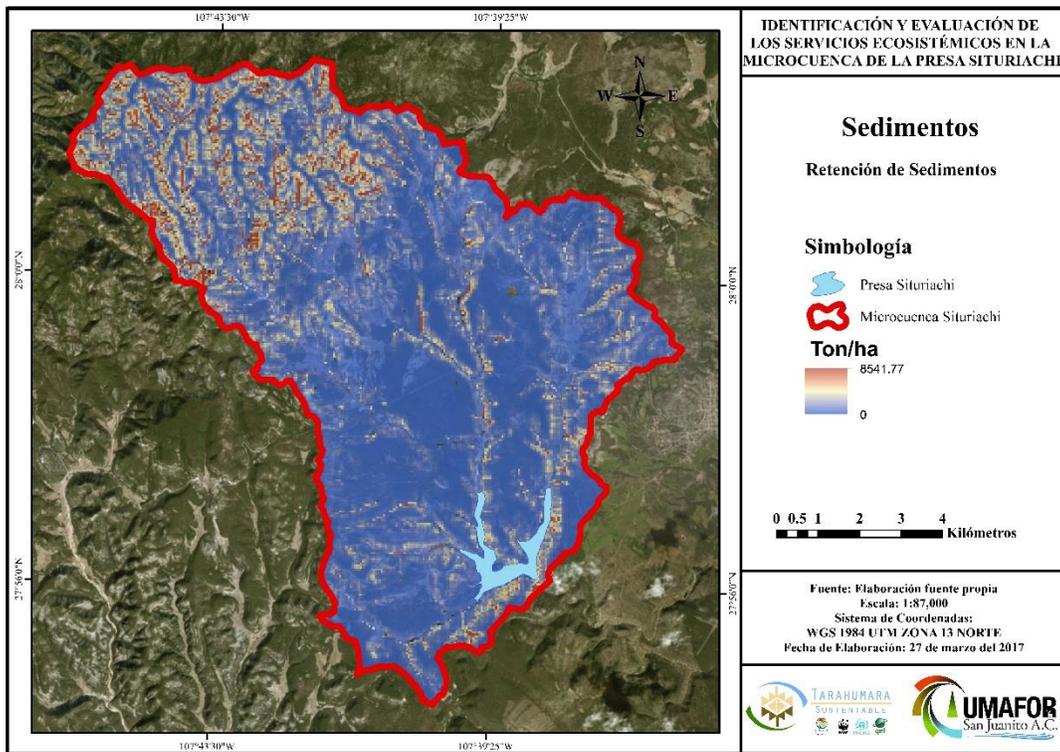


Figura 149. Retención de sedimentos

### **3.8.4. Producción de Agua**

Los bosques son las unidades más grandes de servicios ecosistémicos que brindan funciones importantes, incluidas la conservación natural, la reducción de desastres, el suministro de agua, la recreación y la producción de madera. Los bosques han sido tradicionalmente importantes para almacenar y suministrar agua en la superficie de la Tierra y proteger el suelo a través de la capa de raíces, evitando así la pérdida de suelo por el viento y la precipitación. Algunos estudios han investigado los efectos de los cambios en el área forestal y el almacenamiento, que es la densidad del bosque, en los servicios del ecosistema en el suministro de agua o la rehabilitación y la prevención de la erosión del suelo. Tanto el rendimiento de agua como las funciones de prevención de pérdida de suelo se modifican no solo por los cambios en el bosque, sino también por los cambios en la cobertura del suelo y el clima.

#### *Metodología*

El suministro de agua en los bosques cuenta con varios términos tales como recursos hídricos, suministro de agua y producción de agua. El recurso hídrico significa la cantidad total como un concepto estático, y el suministro de agua y el rendimiento del agua pueden entenderse como la cantidad suministrada (dinámico). Específicamente, el rendimiento hídrico está incluido teóricamente en el suministro de agua y es efectivo para expresar la cantidad de agua suministrada. La producción de agua del bosque es un concepto para cuantificar la funcionalidad de un bosque que tiene para proporcionar recursos hídricos. En este sentido, el concepto de rendimiento de agua del bosque se utilizó para explicar el suministro de agua en los bosques. Los bosques son los ecosistemas terrestres más grandes que suministran agua; sin embargo, los bosques con la densidad de vegetación más alta tienen las tasas de transpiración reales más altas. Por lo tanto, el potencial de los bosques para proporcionar recursos hídricos es menor que otros tipos usos de suelo y vegetación. Sin embargo, los bosques con raíces profundas y baja escorrentía directa proporcionan la mayor parte del suministro de agua, y los rendimientos de agua del bosque se pueden utilizar para determinar la cantidad de suministro total.

El módulo de producción de agua de InVEST es uno de los módulos de InVEST para estimar el suministro de agua, la demanda y la energía hidroeléctrica. Este proyecto tiene como objetivo identificar el suministro de agua del bosque y los demás tipos de usos de suelo y vegetación. Este modelo estima el rendimiento anual total de agua para cada pixel del área de estudio. La cantidad de suministro de agua, calculada a partir de cada píxel del modelo producción de agua, sigue la función de precipitación anual promedio de la curva de Budyko.

Los ocho insumos necesarios para el modelo producción de agua son los siguientes: precipitación anual, evapotranspiración, capa de restricción de profundidad de raíz, contenido de agua disponible de la planta (PAWC, por sus siglas en inglés), el uso de suelo y vegetación, cuencas y subcuencas hidrográficas, tabla biofísica y el factor de estacionalidad ( $z$ ). En el cuadro biofísica es el parámetro básico que estima el rendimiento hídrico, que incluye los usos de suelo y vegetación y la profundidad máxima de la raíz por uso de suelo y vegetación. Los datos de entrada se adecuaron de acuerdo con la guía del usuario y el

formulario de datos de muestra proporcionado por el modelo InVEST. Si no se pudieron encontrar los datos de entrada solicitados, se usaron los datos predeterminados en el modelo InVEST.

La precipitación fue obtenida del valor de precipitación media anual (1990-2016) de 699 mm de la estación San Juanito, la cual está actualmente en operación. El mapa de precipitación fue construido con una resolución de 50 m. La evapotranspiración fue estimada con el método de Turc (1954), utilizando un valor de 13.2°C. La ecuación para obtener la evapotranspiración es la siguiente:

$$ET = \frac{PA}{\sqrt{0.9 + \frac{PA^2}{L^2}}}$$

$$L = 300 + 25 T + 0.05T^2$$

Dónde: P = precipitación media anual, A= área de la cuenca, L= Función de T, T= Temperatura media anual.

La capa de restricción de profundidad a raíz es la profundidad del suelo en la que se inhibe la penetración de la raíz debido a las características físicas o químicas, y actualmente los datos se encuentran en trabajo de depuración. Utilizamos los datos predeterminados de InVEST, cotejando los usos de suelo con los del Proyecto Tarahumara Sustentable.

Cuadro 88. Profundidad de capa de restricción de raíz en mm.

Uso de suelo y Vegetación	Profundidad de Raíz
Agrícola	1000
Bosque de encino pino	4750
Bosque de pino	7000
Bosque de pino encino	7000
Claros	2000
Cuerpos de agua	0
Manzanilla	1000

El PAWC es la proporción de espacio de poro en el suelo de la planta y se refiere al rango de porosidad del suelo que contiene agua dividida en arcilla, limo y arena uniforme. Utilizamos los datos predeterminados de InVEST (Cuadro 89).

Cuadro 89. Contenido de agua disponible en la planta.

Uso de suelo y Vegetación	PAWC
Agrícola	0.6
Bosque de encino pino	0.85
Bosque de pino	1
Bosque de pino encino	1
Claros	0.65
Cuerpos de agua	0
Manzanilla	0.3

El uso de suelo y vegetación (USV), proviene del Proyecto Tarahumara Sustentable fue modificado con trabajo de campo. El USV se clasifico en 7 clases:

Cuadro 90. Uso de Suelo y Vegetación empleado para el modelo de producción de agua.

Usos de Suelo y Vegetación
Agrícola
Bosque de encino pino
Bosque de pino
Bosque de pino encino
Claros
Cuerpos de agua
Manzanilla

Las cuencas (Figura 150) y subcuencas (Figura 151) fueron obtenidas con el software SWAT para ArcGis.

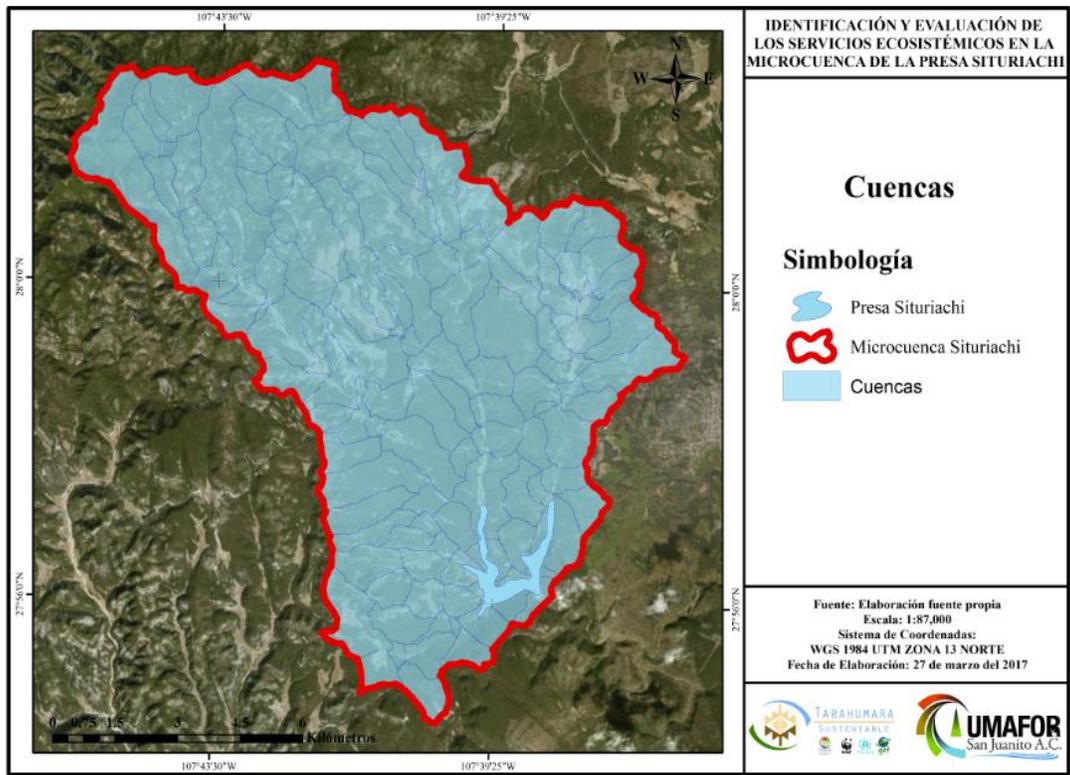


Figura 150. Cuencas

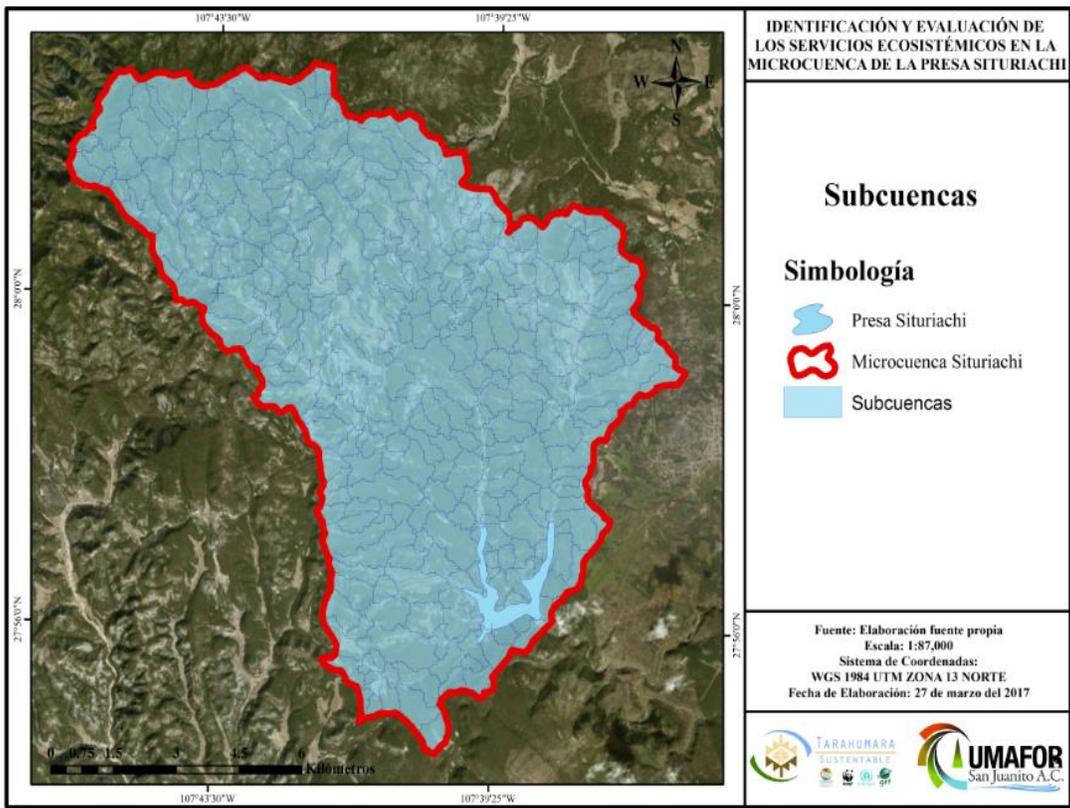


Figura 151. Subcuencas

## Resultados

El mapa de producción de agua por cuencas y subcuencas (Figura 152 y 153) muestra el volumen de rendimiento de agua por cuenca. En el caso de las cuencas (Figura 152), hubo una distribución de producción de agua que oscila entre los 126,916 m<sup>3</sup> y los 1,485,528 m<sup>3</sup> (cuencas en color azul más oscuro). Esta distribución se encuentra principalmente en la zona noreste de la cuenca Situriachi. La distribución espacial la producción del agua mostró un comportamiento disperso. En el área forestal se muestran las subcuencas (Figura 153) con mayores producciones de agua, sin embargo, no hay una distribución geográfica homogénea en la cuenca como hubiésemos pensado. A pesar de que el patrón espacial de precipitación y evapotranspiración no vario, esto no influencio la dispersión geográfica del rendimiento de agua en las diferentes subcuencas. El valor mínimo de producción de agua fue de 31,371.06 m<sup>3</sup>, mientras que el máximo fue de 682,843.83 m<sup>3</sup>.

El comportamiento en la distribución dispersa de cuencas con baja producción de agua se relaciona directamente con los altos valores de evapotranspiración (Figura 154), ya que estos se distribuyen principalmente a las zonas forestales, las cuales ocupan la mayor superficie dentro de la cuenca Situriachi.

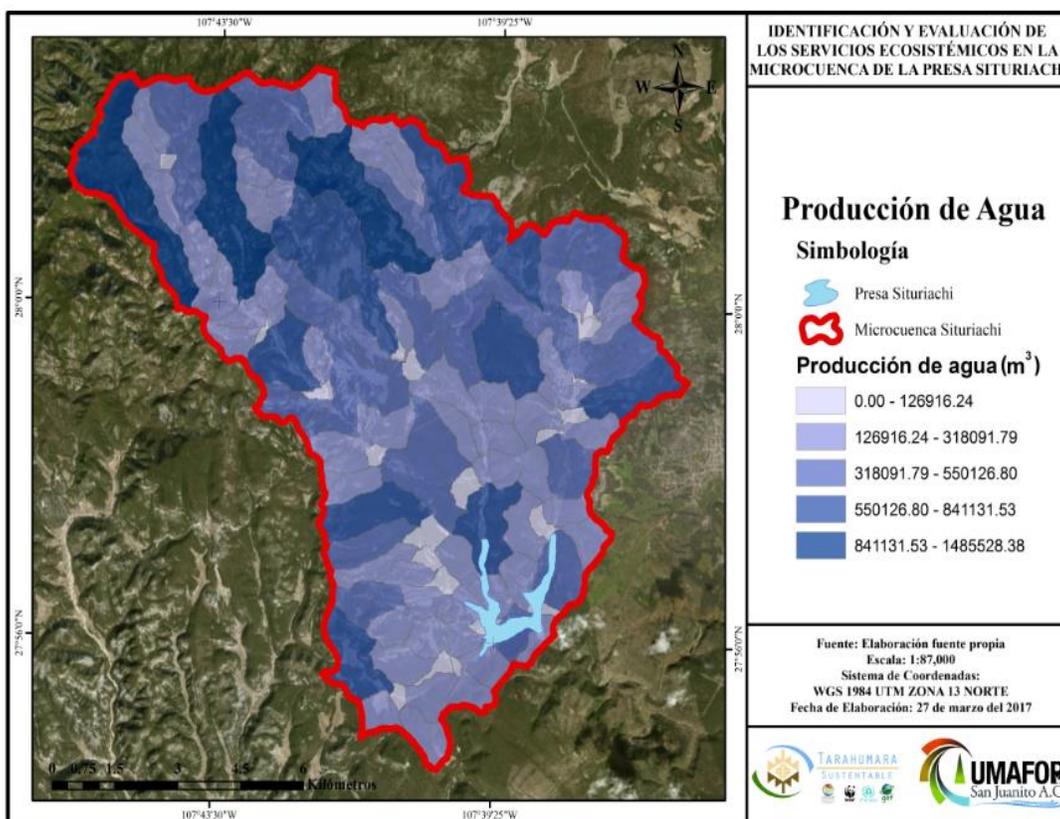


Figura 152. Producción de agua por cuencas.

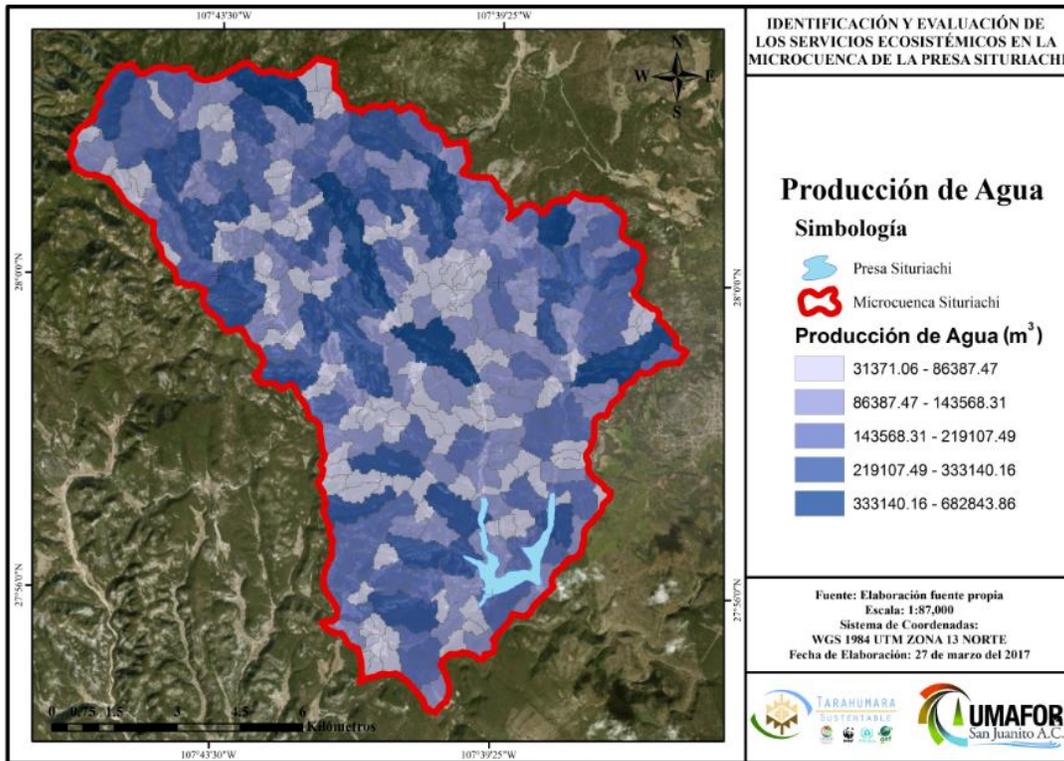


Figura 153. Producción de agua por subcuencas.

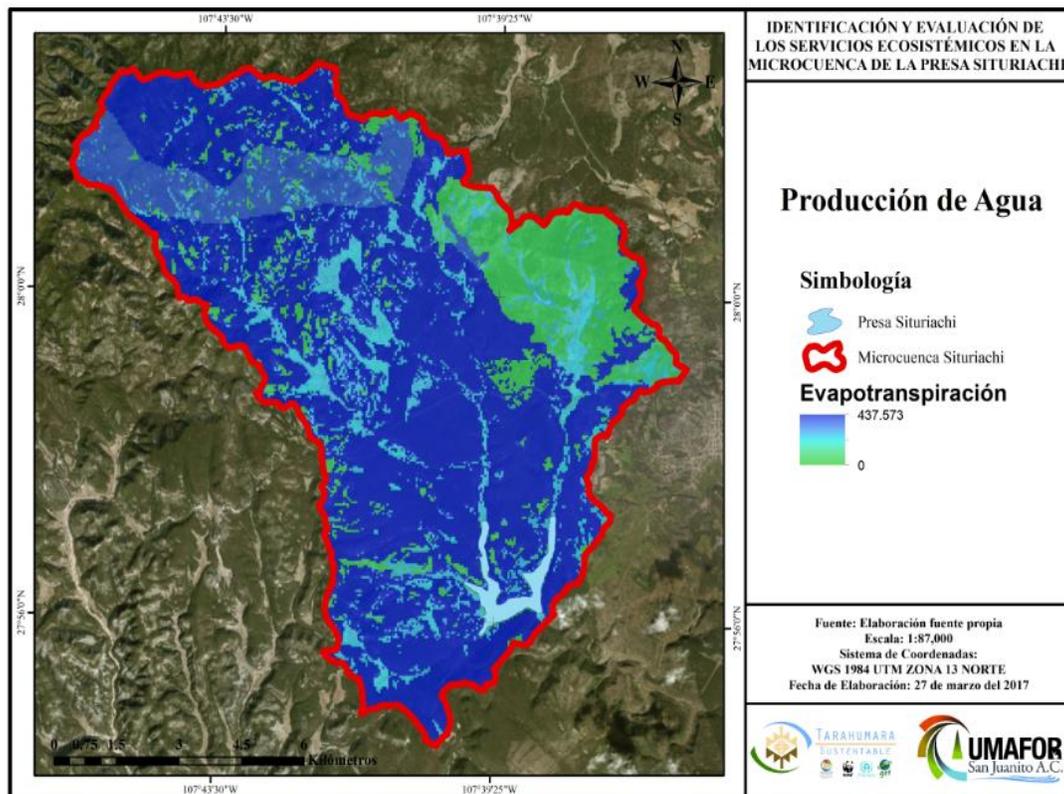


Figura 154. Evapotranspiración

### **3.8.5. Calidad Escénica**

Las características visuales en el paisaje desempeñan un papel significativo en la vida de las personas. La investigación ha encontrado vínculos entre la visualización de la naturaleza y muchos aspectos del bienestar humano y una preferencia del público general por los puntos de vista naturales y agrícolas acompañados por niveles modestos de desarrollo. Las vistas naturales y escénicas de los paisajes pueden contribuir al bienestar de las comunidades locales de varias maneras. Las vistas escénicas juegan un papel importante en el aumento de las economías locales atrayendo visitantes que apoyan a las empresas locales. El valor de la propiedad local depende parcialmente de los atributos de su ubicación y las vistas panorámicas, las cuales a menudo aumentan el valor de las propiedades de la región. Las comunidades locales y sus residentes a menudo se apegan fuertemente a los paisajes sin alteración, oponiéndose al desarrollo de actividades que puedan modificar la condición del paisaje, sin embargo, esto disminuye los beneficios derivados de esos paisajes.

Los recursos naturales y los espacios abiertos son parte integral de la calidad escénica de la presa Situriachi. La configuración de paisajes dentro de la cuenca contribuye al carácter rural y paisajístico de la cuenca, proporcionando áreas para la recreación, manteniendo áreas necesarias para hábitats y ecosistemas críticos. El modelo de calidad escénica InVEST permite a los usuarios determinar las ubicaciones desde las cuales se pueden considerar atributos del paisaje atractivos y donde las actividades de recreación, fotografía, caminata entre otras son potencialmente elevadas.

El modelo de calidad escénica provee la planificación por ejemplo de caminos escénicos, siendo aquellos que no impacten con la experiencia de visitantes. Estos proporcionan acceso visual a otros recursos escénicos como espacios abiertos, recursos naturales, que se suman y son característicos de la calidad escénica de la cuenca.

#### *Metodología*

El modelo de calidad escénica InVEST provee a los usuarios una manera sencilla de proporcionar información sobre posibles compensaciones entre las propuestas de desarrollo en paisajes y los impactos visuales de esos proyectos. Los mapas de calidad escénica producidos por el modelo se pueden usar para identificar las superficies que tienen más probabilidades de verse directamente afectadas por las adiciones al paisaje. Pueden servir como aporte valioso en análisis más amplios que consideran una gama de servicios proporcionados por el entorno. El módulo de calidad escénica de InVEST es uno de los módulos utilizados para determinar las ubicaciones desde las cuales se pueden ver las características del paisaje atractivo. El modulo permite la generación de mapas visuales que se pueden utilizar para identificar la huella visual de algún nuevo desarrollo turístico.

Se utilizó el modelo de calidad escénica de InVEST para evaluar la contribución relativa del impacto de las áreas de agricultura cercanas a la presa Situriachi y así resaltar la variación espacial del impacto visual en relación con la altura. Al documentar este enfoque en un estudio de caso real es posible proporcionar recomendaciones para mejorar la calidad del paisaje, en conjunto de la incorporación del conocimiento local, ofreciendo a las

comunidades de la cuenca Situriachi y otras similares un enfoque basado en la ciencia para tomar decisiones de gestión y desarrollo más informadas.

Los insumos necesarios para el modelo de calidad escénica son los siguientes: área de interés, tamaño de celda, objetos que impactan la calidad escénica, el modelo digital de elevaciones, el coeficiente de refractividad y un ráster de población. Los datos de entrada se adecuaron de acuerdo con la guía del usuario proporcionado por la guía de InVEST.

El área de interés considerada para el modulo fue la cuenca Situriachi, el tamaño de celda fue definida en 750, este valor fue sugerido por el software luego de prueba y error en la ejecución del modelo. Los objetos que impactan la calidad escénica del paisaje fueron las áreas de agricultura (Figura 155), estas fueron convertidas de un formato vectorial de polígono a un formato vectorial de punto. El modelo digital de elevaciones utilizado fue el proporcionado el INEGI (Figura 157). El coeficiente de refractividad fue de 0.13 y fue el sugerido por la guía de InVEST. La opción de corrección de curvatura de la tierra corrige la curvatura de la tierra y la refracción de la luz visible en el aire. Los cambios en la densidad del aire curvan la luz hacia abajo haciendo que el observador vea más lejos y la tierra parezca menos curvada. Si bien la magnitud de este efecto varía con las condiciones atmosféricas, una regla general es que la refracción de la luz visible reduce la curvatura aparente de la Tierra en un séptimo. Por defecto, este modelo corrige la curvatura de la tierra y establece el coeficiente de refractividad en 0.13. El ráster de población fue generado a partir del censo llevado a cabo en campo. La información puntual se interpola para espacializar la información de la población y así contar un panorama estimado de la población (Figura 158).

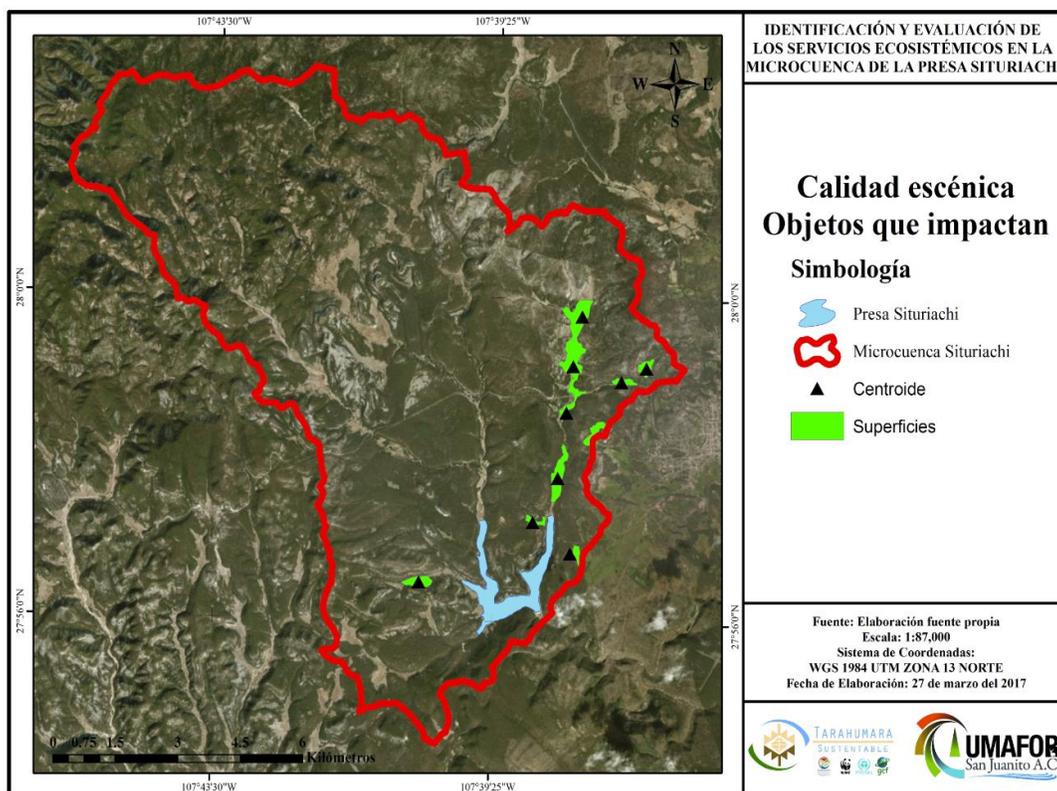


Figura 155. Objetos que impactan (áreas agrícolas)

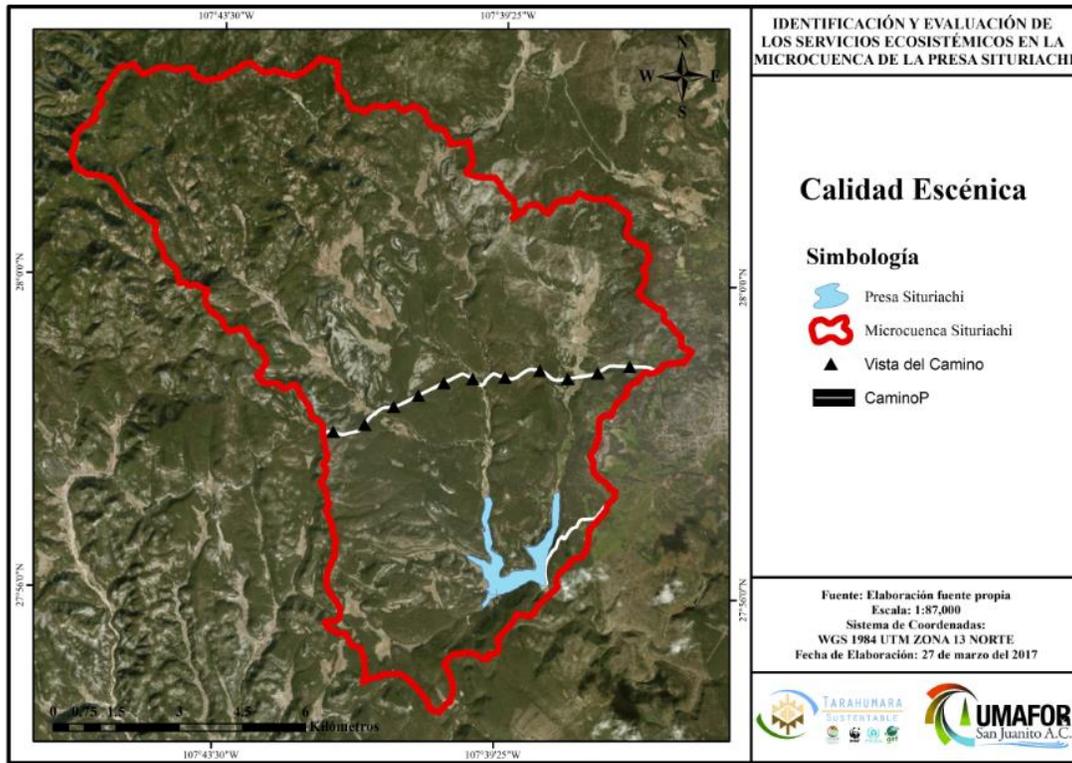


Figura 156. Objetos que impactan (camino)

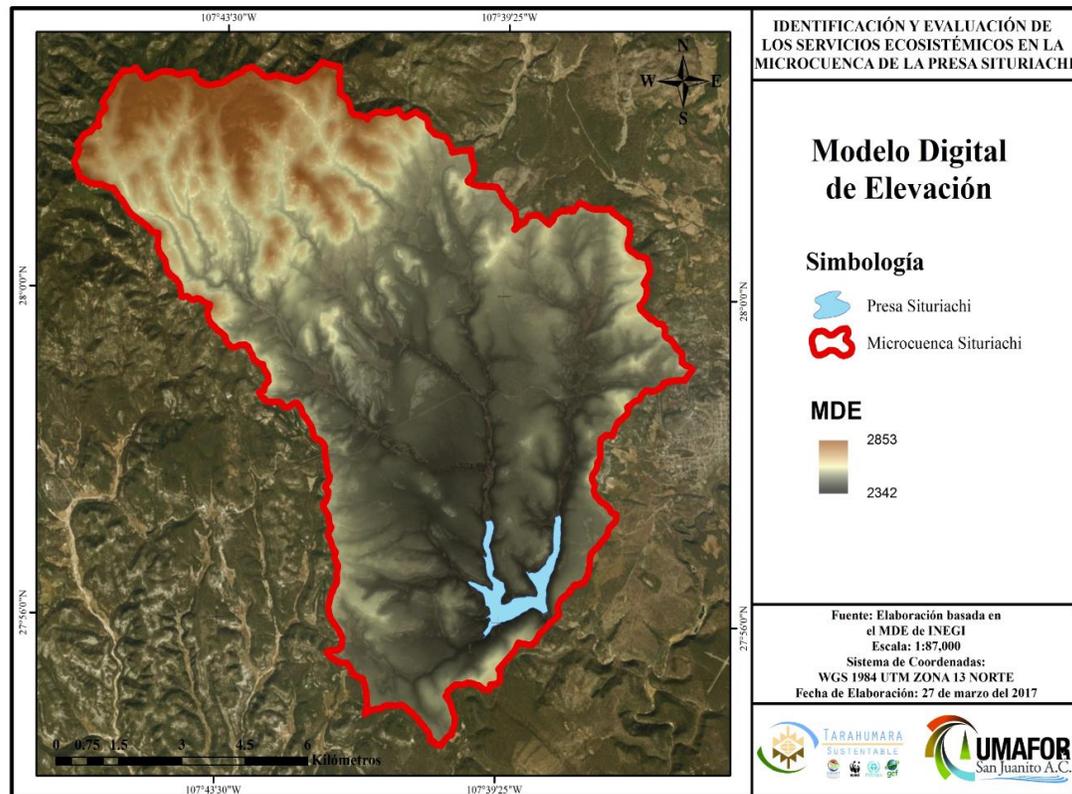


Figura 157. Modelo digital de elevaciones.

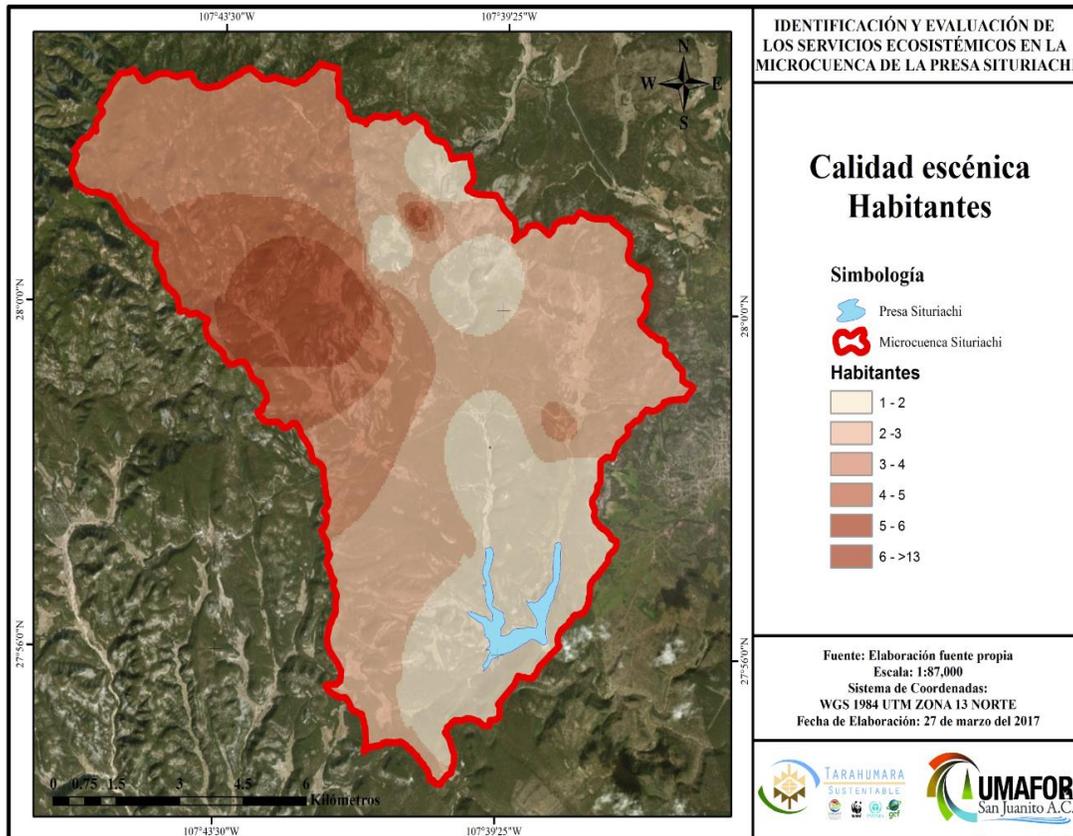


Figura 158. Ráster de población

### **Resultados**

El mapa de calidad escénica se muestra en las Figura 159 - 160. El módulo de calidad escénica cuantifico la cantidad de pixeles con impacto visual y sin impacto visual en la presa Situriachi con respecto a dos ubicaciones (área de agricultura y caminos). La distribución de los pixeles impactados visualmente se distribuye principalmente en la zona centro sur de la cuenca, donde la mayoría de las tierras de cultivo y sin vegetación aparente se encuentran. Por otro lado, los pixeles con impacto visual respecto al camino principal se distribuyen en el centro de la cuenca (pixeles color café). Los pixeles no impactados se distribuyen principalmente en la zona norte donde el gradiente altitudinal tiene un cambio con respecto a las superficies visibles para ambos casos.

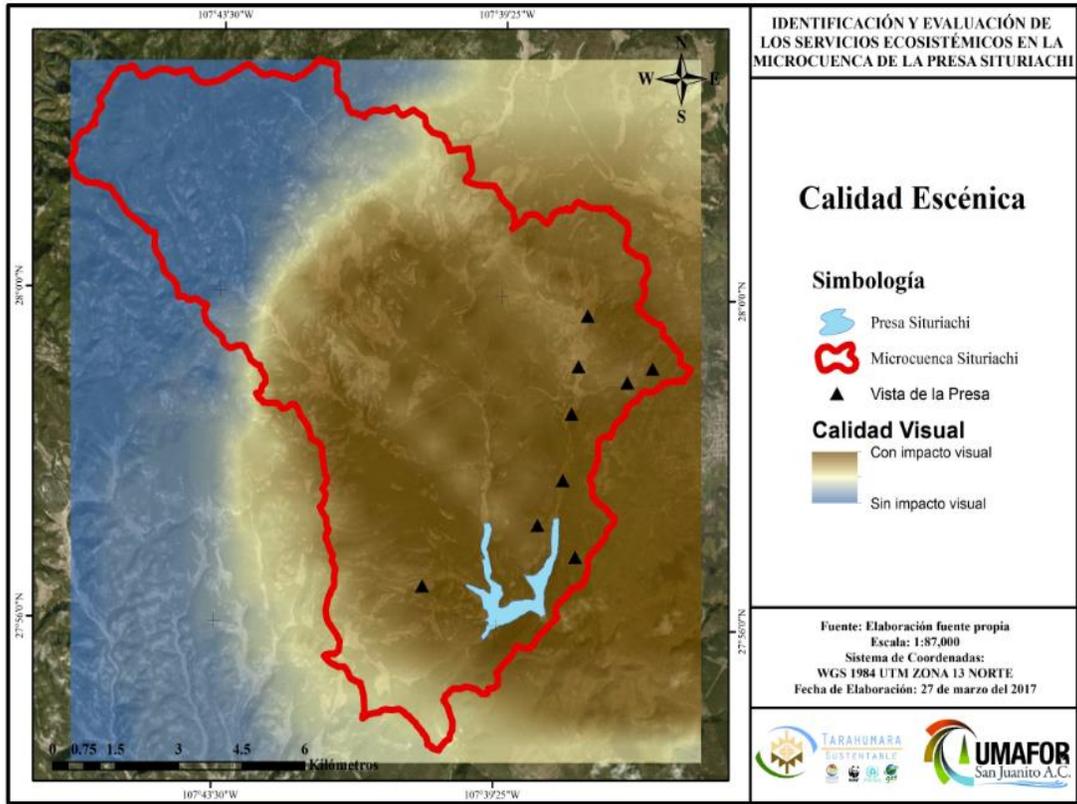


Figura 159. Calidad visual respecto a áreas agrícolas

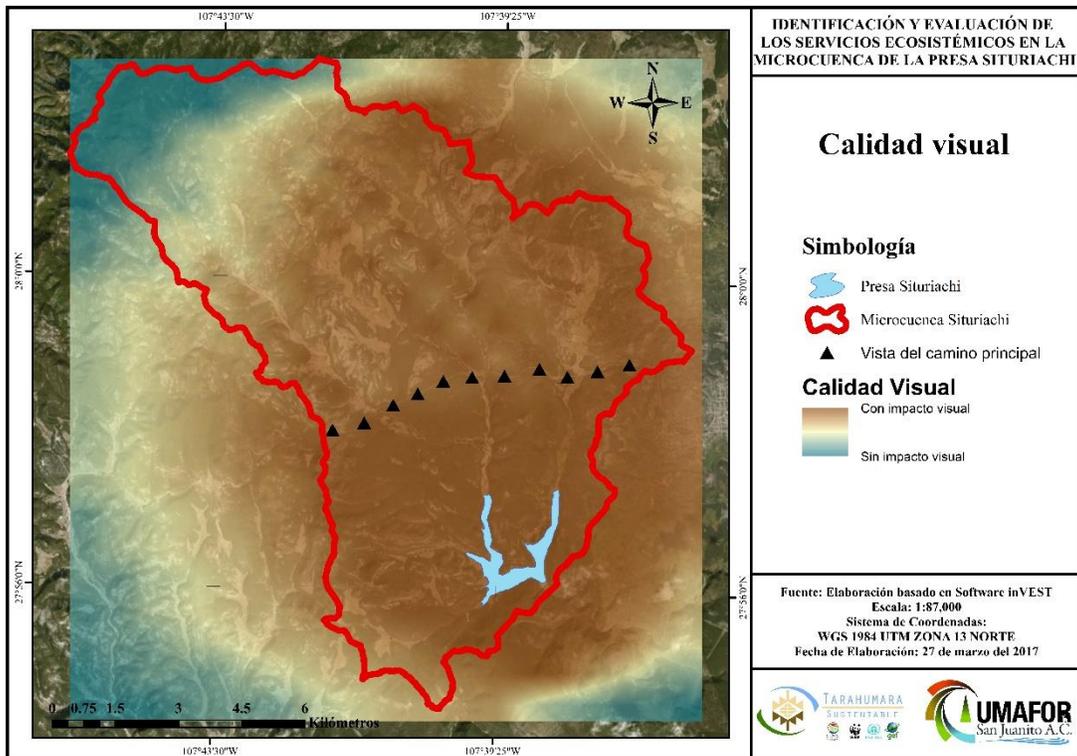


Figura 160. Calidad visual respecto al camino principal

Respecto a los tipos de impactos de calidad visual, el software sugiere una clasificación: sin impacto visual, bajo impacto visual, moderado impacto visual y alto impacto visual. Las superficies de acuerdo con la clasificación con impacto visual se distribuyen en las zonas verde oscuro (Figura 161). A continuación, las zonas de bajo y moderado impacto visual se distribuyen en una zona de transición en la cuenca, donde el gradiente altitudinal comienza a cambiar. Finalmente, las zonas sin impacto visual o no visible se encuentran en la parte alta de la cuenca, donde el cambio en altitud hace que no sea posible apreciar esta zona.

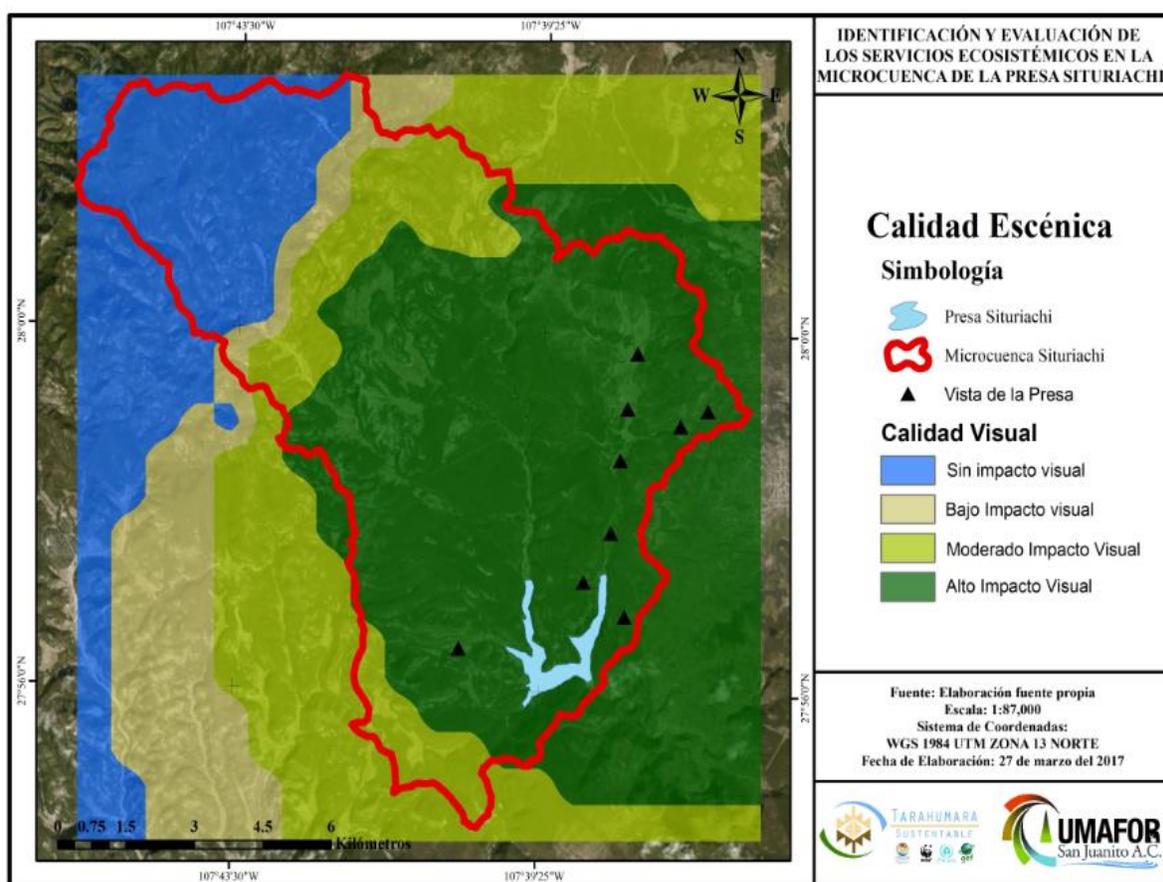


Figura 161. Tipos de impactos de calidad visual respecto a áreas agrícolas

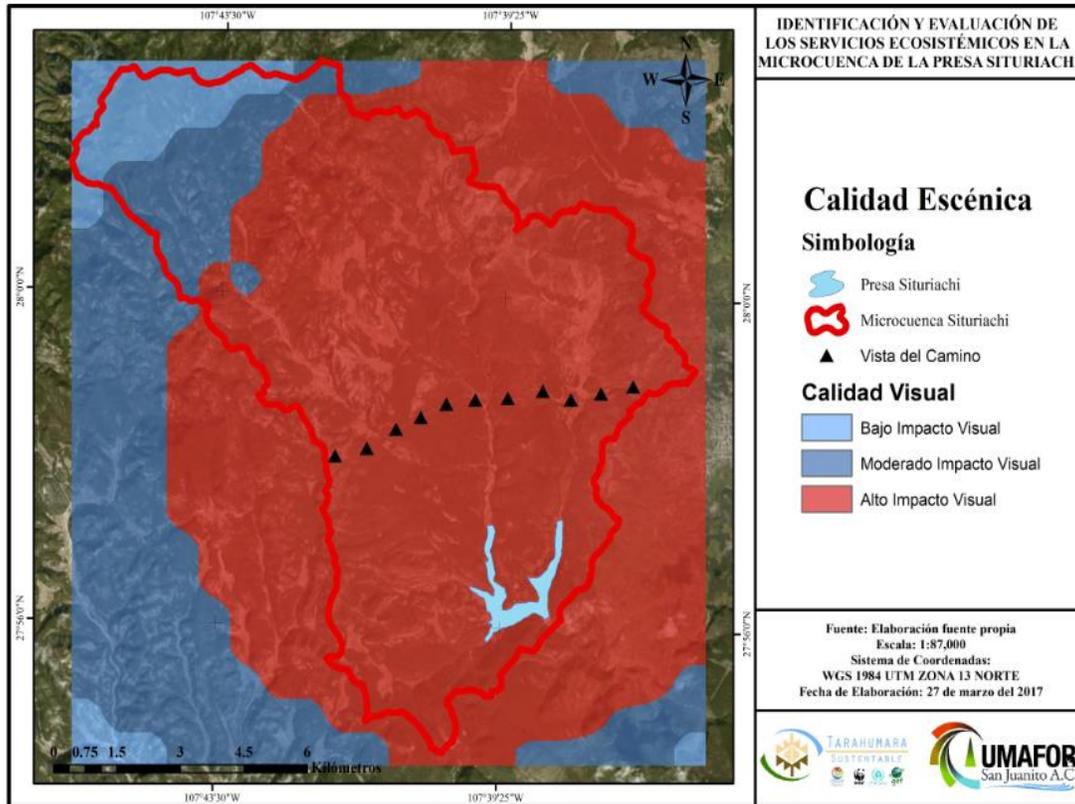


Figura 162. Tipos de impactos de calidad visual respecto al camino principal.

### 3.8.6. Resultados generales del modelo "Integrated valuation of environmental services and tradeoffs" (InVEST).

En forma general, llevamos a cabo una correlación lineal de Spearman ( $r$ ) (Cuadro 91) para encontrar la relación entre los diversos servicios ecosistémicos que provee la cuenca Situriachi. Encontramos que el carbón se relaciona moderadamente con la degradación del hábitat con un valor de  $r = 0.61$ . Esto indica que las áreas con altos almacenes de carbono se encuentran en un estado de baja degradación ambiental. De forma negativa el carbono tuvo una correlación de  $-0.80$  con la producción de agua. Esto indica que las superficies de mayor producción de agua son las que cuentan con menores almacenes de carbono. Otra de las correlaciones fue entre la degradación del hábitat y la producción de agua con un valor de  $r = -0.51$ . Esto indica que en zonas de baja degradación de hábitat hay alta producción de agua. Las correlaciones que fueron bajas son el carbono con la pérdida de suelo y la pérdida de suelo con el rendimiento de agua, sus valores de  $r = -0.17$  y  $0.11$  respectivamente indican que existen otras fuentes de variación en la cuenca que pueden estar involucradas.

Nuestros resultados muestran que al considerar la relación espacial es posible identificar áreas de conservación. Dado que se pueden proteger más servicios de los ecosistemas por

unidad de área, sugerimos que la relación espacial debe ser una consideración clave al diseñar áreas de conservación. Por tanto, las zonas con mayor almacén de carbono y menor degradación ambiental (zona centro) es una de las principales superficies para consideración en cuanto a su protección. Encontramos también, que las áreas con bajos almacenes de carbono y alta degradación son importantes superficies para la producción de agua, por tanto, el análisis en conjunto de los servicios ambientales es importante.

Cuadro 91. Correlación lineal de Spearman para los servicios ambientales de la cuenca Situriachi.

Variable	Carbono	Degradación	Perdida de suelo	Rendimiento de agua
Carbono	1	0.61	-0.17	-0.80
Degradación		1	-0.096	-0.51
Perdida de suelo			1	0.11
Rendimiento de agua				1

**Conclusiones del modelo "*Integrated valuation of environmental services and tradeoffs*" (InVEST).**

La distribución espacial del suministro de servicios ecosistémicos se mostró principalmente en las áreas forestales, incluido el almacenamiento de carbono, la calidad del hábitat, la retención de suelo y la producción de agua. La aplicación de herramientas de planificación para la conservación tiene como objetivo mapear y priorizar los servicios ecosistémicos permitiendo a los usuarios identificar las áreas de conservación que brindan la mayor cantidad de beneficios.

### **3.9. Identificación y priorización de los servicios ecosistémicos dentro de la microcuenca Situriachi**

Una vez concluidas todas las actividades que nos sirvieron para identificar los servicios ecosistémicos dentro de la Microcuenca a través de: la participación social con entrevistas, talleres, reuniones, encuestas etc.; el trabajo técnico sustentado en trabajo de campo, de inventario forestal y evaluaciones; evaluación a través de softwares especializados SIG., con ello se obtuvo la valoración e identificación de los servicios ecosistémicos mismos que fueron priorizados de la siguiente manera:

En el cuadro 93 se muestran los SE identificados por las diversas metodologías utilizadas como, talleres, entrevistas, softwares, evaluaciones y compilaciones. Así mismo, en el mismo cuadro se le asignó un número de identificación ID General. Con la identificación de los diversos SE., se procedió a realizar su priorización, utilizando para tal fin una ponderación de peso, según el sistema de identificación. Así tenemos, que los SE identificados a través de talleres y entrevistas tuvieron el mayor peso relativo con un 30 % para cada uno. En este mismo sentido, los demás sistemas de identificación tuvieron una ponderación menor, pero la suma de todos ellos será como máximo del 100%. Así tenemos el supuesto, que, si un SE es identificado por todas las metodologías de identificación, la priorización dará al SE una importancia relativa del 100%. El sustento de la ponderación de pesos utilizado, está basado en el estudio de Criterios e Indicadores, modificado para este caso, denominado “Sistema Jerárquico de Criterios e Indicadores para evaluar el desarrollo forestal sustentable de la Unidad de Manejo Forestal San Juanito AC. En el cuadro 94 se realiza una priorización de acuerdo a los valores más altos quedando como principales servicios ecosistémicos, el agua potable, ecoturismo, restauración y manejo de suelos, ciclo hidrológico, regulación de erosión, fiestas tradicionales, captura de carbón, madera, leña, formación de suelos, flora y fauna.

Cuadro 92. Identificación de los servicios ecosistémicos dentro de la microcuenca Situriachi

Id. general SE	SE. general	Uso	Sub. categoría de SE	Tipos de SE	Metodología de identificación					SUMA
					Talleres	Entrevistas	Software	Evaluación	Compilación	
1	Agua	Potable	Agua potable	Provisión	30	30	15	15	0	90
2		Agrícola	Agua para uso agrícola	Provisión	30	0	0	0	0	30
3			Áreas Ribereñas	Provisión	0	0	0	15	0	15
4		Ciclo del agua	Hidrológicos	Regulación	0	30	15	15	10	70
5	Paisaje y recreación	Belleza escénica	Ecoturismo	Cultural	30	30	15	15	0	90
6			Recreación	Cultural	0	30	0	0	0	30
7	Protección de la biodiversidad de los ecosistemas y formas de vida	Bosque	Regulación de plagas	Soporte	30	0	0	0	0	30
8			Madera	Provisión	30	0	0	15	10	55
9			Leña	Provisión	30	0	0	15	0	45
10			Regulación de erosión	Provisión	30	0	15	15	10	70
11			Calidad de hábitat	Regulación	0	0	15	0	0	15
12		No maderables	Plantas medicinales	Provisión	30	0	0	0	0	30
13			Hongos	Provisión	0	30	0	0	0	30
14			Flora y Fauna	Provisión	30	0	0	0	10	40
15	Protección y recuperación de suelos	Conservación y manejo de suelos	Formación de suelos	Soporte	30	0	15	0	0	45
16			Restauración y manejo de suelos	Soporte	30	30	0	15	10	85
17	Cultura	Usos y costumbres	Fiestas tradicionales	Cultural	30	30	0	0	0	60
18		Artesanías	Artesanías	Cultural	30	0	0	0	0	30
19		Alimentos tradicionales	Quites, Hongos y Tesgüino	Cultural	0	30	0	0	0	30
20	Captura de carbono	Captura de carbono	Captura de carbono	Regulación	30	0	15	15	0	60

Cuadro 93. Priorización de los servicios ecosistémicos dentro de la microcuenca Situriachi

Id. General SE	Id. sub categoría SE	Id. priorización	Sub. categoría SE	Tipos de SE	Talleres	Entrevistas	Software	Evaluación	Compilación	SUMA
1	1	1	Agua potable	Provisión	30	30	15	15	0	90
5	2	1	Ecoturismo	Cultural	30	30	15	15	0	90
16	3	1	Restauración y manejo de suelos	Soporte	30	30	0	15	10	85
4	4	1	Hidrológicos	Regulación	0	30	15	15	10	70
10	5	1	Regulación de erosión	Provisión	30	0	15	15	10	70
17	6	1	Fiestas tradicionales	Cultural	30	30	0	0	0	60
20	7	1	Captura de carbono	Regulación	30	0	15	15	0	60
8	8	1	Madera	Provisión	30	0	0	15	10	55
9	9	1	Leña	Provisión	30	0	0	15	0	45
15	10	1	Formación de suelos	Soporte	30	0	15	0	0	45
14	11	1	Flora y Fauna	Provisión	30	0	0	0	10	40
2	12	2	Agua para uso agrícola	Provisión	30	0	0	0	0	30
6	13	2	Recreación	Cultural	0	30	0	0	0	30
7	14	2	Regulación de plagas	Soporte	30	0	0	0	0	30
12	15	2	Plantas medicinales	Provisión	30	0	0	0	0	30
13	16	2	Hongos	Provisión	0	30	0	0	0	30
18	17	3	Artesanías	Cultural	30	0	0	0	0	30
19	18	3	Quitentes, Hongos y Tesgüino	Cultural	0	30	0	0	0	30
3	19	3	Áreas Ribereñas	Provisión	0	0	0	15	0	15
11	20	3	Calidad de hábitat	Regulación	0	0	15	0	0	15

### 3.10. Evaluación de la condición actual y tendencia de los servicios ecosistémicos identificados en la microcuenca Situriachi

Al analizar los servicios ecosistémicos identificados, estos muestran que el 55% tienen una condición actual negativa, y que su tendencia en general es mantenerse en el tiempo. Aquí destaca la problemática de la inseguridad presente en la región, afectando al servicio ecosistémico de Paisaje y recreación, donde la tendencia es en detrimento de las actividades de ecoturismo. Asimismo, y derivado de la misma problemática, de la inseguridad, hay un fuerte impacto por el clandestinaje, donde se está afectando la calidad del hábitat. Sin embargo, con todo y esto, existen signos positivos, como son los resultados de los programas gubernamentales relacionados con la restauración y los servicios ambientales que muestran una condición actual buena y con una tendencia a mejorar. En relación a lo señalado se muestra en el cuadro siguiente el análisis implementado.

Cuadro 94. Evaluación de la condición actual y tendencia de los servicios ecosistémicos

Servicio Ecosistémicos (SE)	Sub. categoría SE	Tipos de SE	Condición Actual	Tendencia
Agua	Agua potable	Provisión	☹	==
	Agua para uso agrícola	Provisión	☹	==
	Áreas Ribereñas	Provisión	☹	==
	Hidrológicos	Regulación	☺	↑
Paisaje y recreación	Ecoturismo	Cultural	☹	↓
	Recreación	Cultural	☹	↓
Protección de la biodiversidad de los ecosistemas y formas de vida	Regulación de plagas	Soporte	☺	↑
	Madera	Provisión	☺	==
	Leña	Provisión	☺	==
	Regulación de erosión	Provisión	☺	↑
	Calidad de hábitat	Regulación	☹	↓
	Plantas medicinales	Provisión	☹	==
	Hongos	Provisión	☹	==
Protección y recuperación de suelos	Flora y Fauna	Provisión	☹	==
	Formación de suelos	Soporte	☺	↑
Cultura	Restauración y manejo de suelos	Soporte	☺	↑
	Fiestas tradicionales	Cultural	☺	==
	Artesanías	Cultural	☹	==
Captura de carbono	Quites, Hongos y Tesgüino	Cultural	☹	==
	Captura de carbono	Regulación	☺	↑

☺ Buenas condiciones  
 ☹ Malas condiciones

↑ En mejora  
 == Se mantiene  
 ↓ En deterioro

#### **Capítulo 4.**

### **Propuesta para la implementación de acciones locales y/o regionales que contribuyan al mantenimiento de los servicios ecosistémicos de la microcuenca**

Con la identificación y priorización de los SE realizados en el capítulo anterior, podemos apreciar una visión más clara acerca del tipo de ecosistema y su valoración que le asignan cada usuario o habitante, por lo que es necesario tener acciones que nos lleven a la conservación y mantenimiento de estos servicios que nos ofrece nuestro ecosistema. Las acciones determinadas en cada uno de los servicios ecosistémicos, se realizaron de acuerdo a las necesidades que manifestaron los usuarios. A continuación, se presenta el siguiente cuadro constructivo con el servicio ecosistémicos identificado y una propuesta para mantener o mejorar el servicio.

Cuadro 95. Propuesta para la implementación de acciones de conservación y mantenimiento de los servicios ecosistémicos

Id. general	Id. sub categoría de SE	Id. priorización	Sub. categoría de SE	Tipos de SE	Id. propuesta	Clave	Propuesta de mejora
1	1	1	Agua potable	Provisión	1	1.1.1.1	Venta del servicio ambiental hidrológico a usuarios
					2	1.1.1.2	Gestión ante la juna de agua y saneamiento para el mantenimiento y funcionamiento de la red hidrológica de la presa
					3	1.1.1.3	Obras de restauración de suelo y agua de la cuenca
5	2	1	Ecoturismo	Cultural	4	5.2.1.4	Rehabilitación de infraestructura de alojamiento turístico (Cabañas y hotel)
					5	5.2.1.5	Rehabilitación turística (puentes, miradores y palapas)
					6	5.2.1.6	Construcción de infraestructura (senderos interpretativos)
					7	5.2.1.7	Recorridos culturales y técnicos de la actividad forestal en la cuenca y su área de influencia
					8	5.2.1.8	Promoción de la pesca deportiva
					9	5.2.1.9	Reactivación de la feria del hongo
					10	5.2.1.10	Construcción de un centro de cultura
					11	5.2.1.11	Construcción de arboretum
					12	5.2.1.12	Creación de una Unidad de manejo animal (UMA)
					13	5.2.1.13	Formación de Guías de turista
					14	5.2.1.14	Difusión a través de un sitio web para dar a conocer las actividades ecoturísticas
					15	5.2.1.15	Consolidación del comité de la presa Situriachi
16	3	1	Restauración y manejo de suelos	Soporte	16	16.3.1.16	Obra de zanja bordo
					17	16.3.1.17	Obra de acomodo de material muerto
					18	16.3.1.18	Obra de barreras de piedra
					19	16.3.1.19	Obras de presas filtrantes
					20	16.3.1.20	Obra de presas de gaviones
					21	16.3.1.21	Restauración integral con reforestación
					22	16.3.1.22	Chaponeo
					23	16.3.1.23	Restauración de brechas y caminos forestales
4	4	1	Hidrológicos	Regulación	24	4.4.1.24	Obras de conservación de suelo y agua, como presas filtrantes, presa de gaviones y zanja bordo
					25	4.4.1.25	Venta del servicio ambiental hidrológico a usuarios
10	5	1	Regulación de erosión	Provisión	26	10.5.1.26	Realizar obras que ayuden a retener el suelo como barreras de piedra, acomodo de material vegetal muerto, mantenimiento de caminos, presas filtrantes y de gaviones
					27	10.5.1.27	Reforestación en áreas impactadas y en áreas riverseñas para controlar la erosión
17	6	1	Fiestas tradicionales	Cultural	28	17.6.1.28	Mantener las fiestas tradicionales típicas de la región, como las ferias patronales
20	7	1	Captura de carbono	Regulación	29	20.7.1.29	Promoción del servicio ambiental sobre la captura de carbono
8	8	1	Madera	Provisión	30	8.8.1.30	Incorporar las 7,000 ha al manejo forestal en los diversos predios de la microcuenca
					31	8.8.1.31	Realizar la auditoría técnica preventiva en todos los predios con manejo forestal
					32	8.8.1.32	Mantener a los ejidos certificados con la norma NMX-143 y a los faltantes incorporarlos a esta norma

Id. general	Id. sub categoría de SE	Id. priorización	Sub. categoría de SE	Tipos de SE	Id. propuesta	Clave	Propuesta de mejora
					33	8.8.1.33	Promover la silvicultura intensiva a través de los tratamientos de Preaclareos y la regeneración de estos bosques
					34	8.8.1.34	En los bosque bajo manejo promover prácticas de conservación de atributos de alto valor para la conservación de los ecosistemas
					35	8.8.1.35	Monitoreo de las área bajo manejo para garantizar su sustentabilidad
					36	8.8.1.36	Promover la cultura forestal a través de áreas demostrativas
					37	8.8.1.37	Establecimiento de una plantación forestal comercial
					38	8.8.1.38	Reconversión productiva de áreas degradadas al aprovechamiento forestal
					39	8.8.1.39	Promover el valor agregado de los productos derivados del aprovechamiento forestal, madera con escudria, bioenergía, artesanías, abonos verdes
9	9	1	Leña	Provisión	40	9.9.1.40	Utilización de la leña como bioenergía de uso doméstico y comercial bajo la norma oficial mexicana y programas de manejo forestal
15	10	1	Formación de suelos	Soporte	41	15.10.1.41	Realizar reforestaciones y obras de conservación de suelo
14	11	1	Flora y Fauna	Provisión	42	14.11.1.42	Realzar una UMA intensiva para el manejo de fauna silvestre (reintegración de especies al ecosistema, recreación y comerciales)
					43	14.11.1.43	Estudio para la identificación de especies de flora y fauna para la promoción del turismo (avistamientos)
2	12	2	Agua para uso agrícola	Provisión	44	2.12.2.44	Promover el uso del Diseño hidrológico Keyline
					45	2.12.2.45	Crear infraestructura hidráulica para uso del agua de la presa (instalación de riego)
6	13	2	Recreación	Cultural	46	6.13.2.46	Áreas para el esparcimiento de campismo y apreciación de la naturaleza
7	14	2	Regulación de plagas	Soporte	47	7.14.2.47	Sistema de monitoreo para la prevención, detección y control de las plagas forestales
12	15	2	Plantas medicinales	Provisión	48	12.15.2.48	Estudio de identificación de plantas medicinales
					49	12.15.2.49	Establecimiento de un módulo de farmacia viviente para la producción y comercialización a través del valor agregado de los productos
13	16	2	Hongos	Provisión	50	13.16.2.50	Reactivación de la feria del hongo en San Juanito
					51	13.16.2.51	Creación del recetario gastronómico de hongos silvestres
18	17	3	Artesanías	Cultural	52	18.17.3.52	Creación de artesanías de productos derivados de madera de pino, madroño, encino, táscate, álamo, cantera y demás productos petros.
					53	18.17.3.53	Centro de comercialización artesanal
19	18	3	Qutes, Hongos y Tesgüino	Cultural	54	19.18.3.54	Recetario general típica de la región
3	19	3	Áreas Ribereñas	Provisión	55	3.19.3.55	Restauración, reforestación y uso turístico de estas áreas
11	20	3	Calidad de hábitat	Regulación	56	11.20.3.56	Monitoreos para la prevención, detección, control de plagas y enfermedades e incendios forestales
					57	11.20.3.57	Vigilancia para evitar el clandestinaje de los recursos naturales

#### 4.1. identificación de obras de conservación de suelo con potencial para su implementación

De acuerdo al inventario forestal realizado para este proyecto, nos proporcionó como resultados la identificación de las obras de conservación de suelo y agua, como lo es zanja bordo, barreras de piedra, acomodo de material vegetativo muerto, chaponeo y presas filtrantes. La propuesta de conservación de suelo para la microcuenca es importante ya que de acuerdo a la evaluación realizada en el capítulo 2 estas obras muestran un gran desgaste y deterioro. A continuación, se presenta las superficies identificadas con potencial para la realización de obras de conservación de suelo.

Cuadro 96. Propuesta para el mantenimiento de obras de conservación de suelo

Obra	Superficie	Porcentaje que ocupa en la Microcuenca
Zanja bordo	4,486.952	40.72%
Barreras de piedra	1,407.28	12.77%
Acomodo de material vegetativo muerto	3,130.41	28.41%
Chaponeo	2,682.70	24.35%
Presas filtrantes	779	7.06%

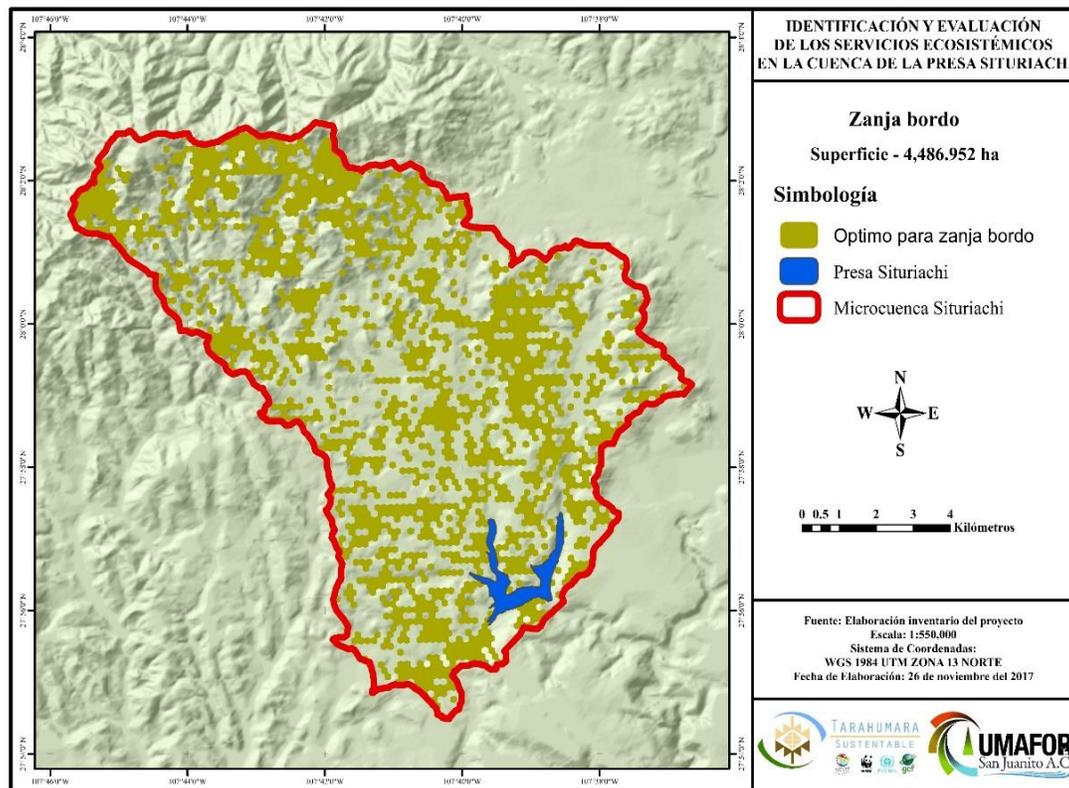


Figura 163. Propuesta para obra de zanja bordo

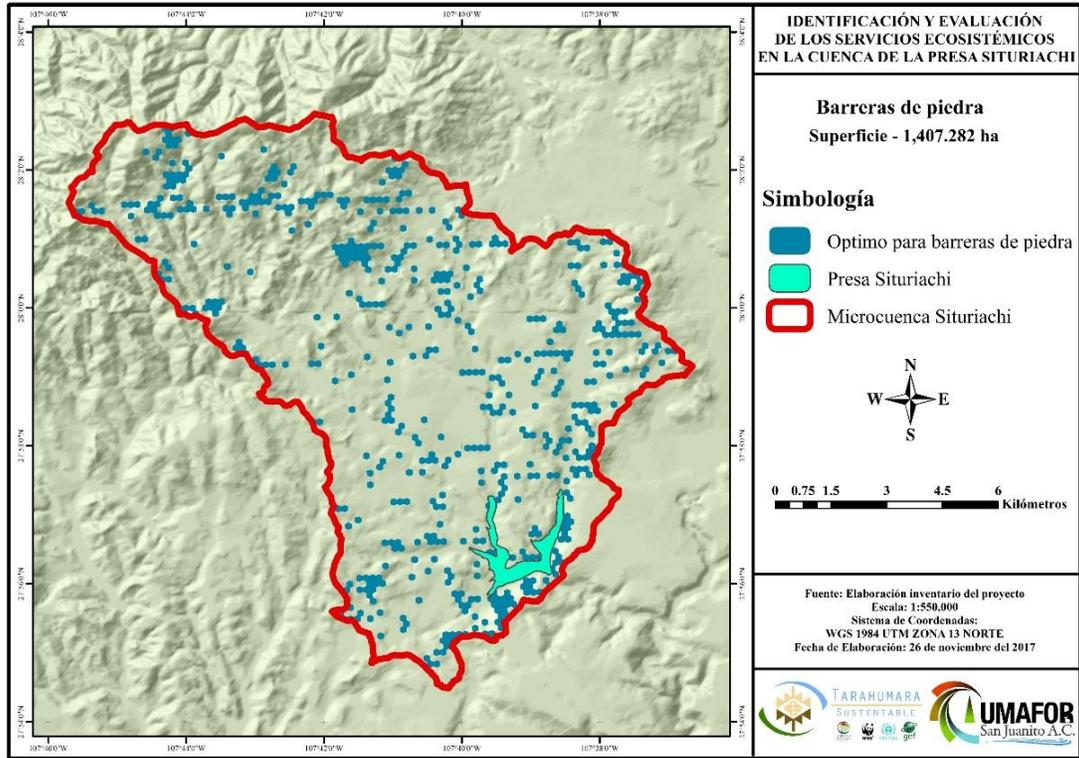


Figura 164. Propuesta de obra de barreras de piedra

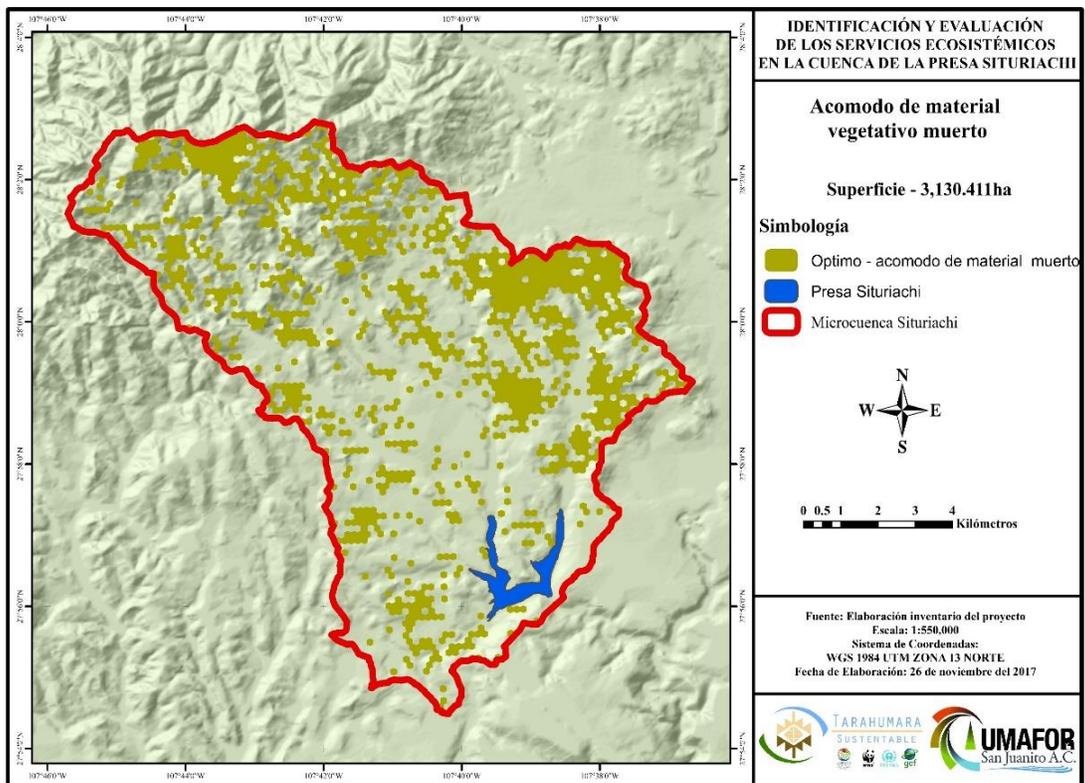


Figura 165. Propuesta para obra de acomodo de material vegetativo muerto

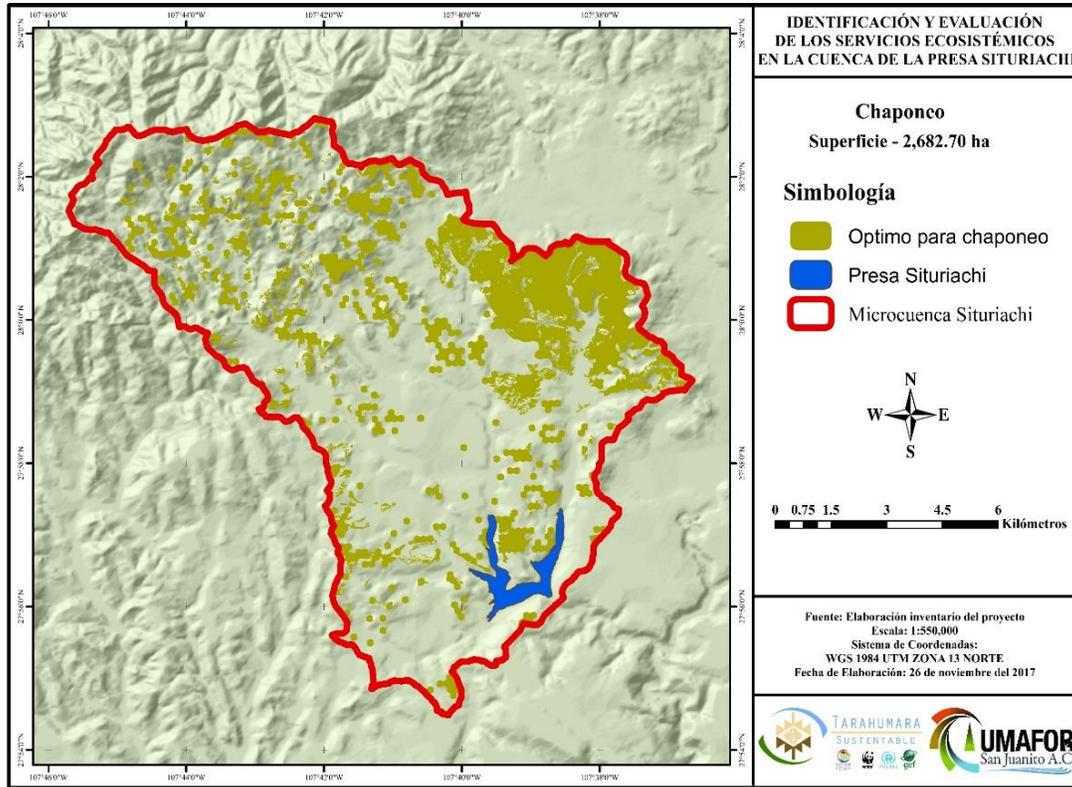


Figura 166. Propuesta para obra de Chaponeo

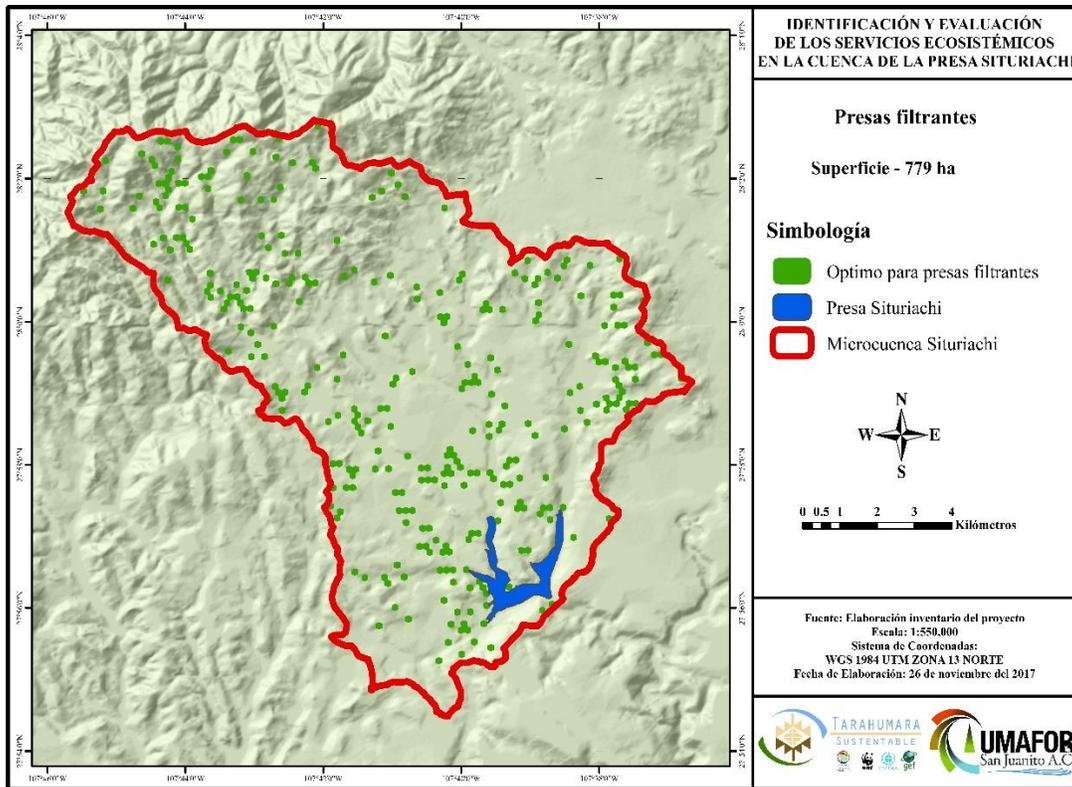


Figura 167. Propuesta para obra de presas filtrantes

## 4.2. Propuesta de manejo de los recursos forestales sustentables de la microcuenca

En este apartado, las propuestas van enfocadas a los recursos forestales a través del servicio ecosistema que ofrece el bosque, por lo cual es importante contar con estrategias que ayuden a mantener estos servicios. Por lo que en la siguiente tabla se muestran acciones de conservación y aprovechamiento de los recursos forestales.

Cuadro 97. Propuesta de silvicultura forestal

Actividad	Superficie	Porcentaje que ocupa en la Microcuenca
Reforestación	1,130.37	10.26%
Cultivo forestal (Preclareos)	1,306.61	11.86%
Plantaciones forestales comerciales	97	0.88%
Potencial para el manejo forestal	7,791	70.70%
Captura de carbono	8,393	76.16%

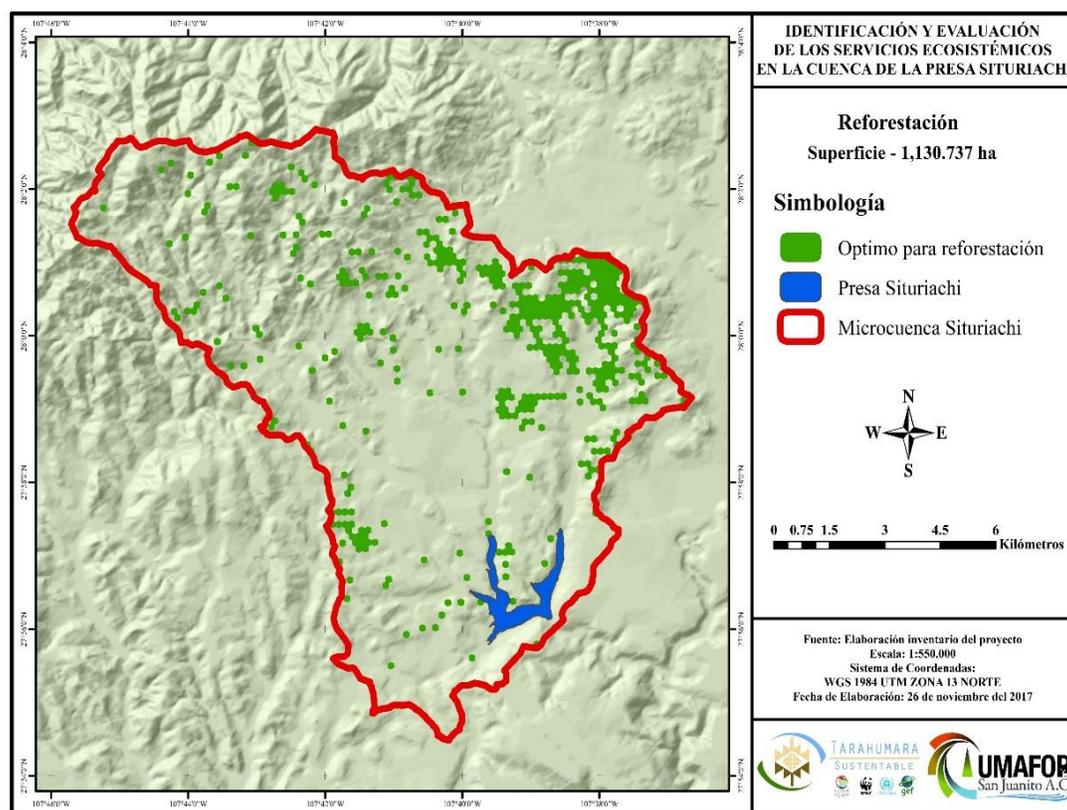


Figura 168. Propuesta de reforestación

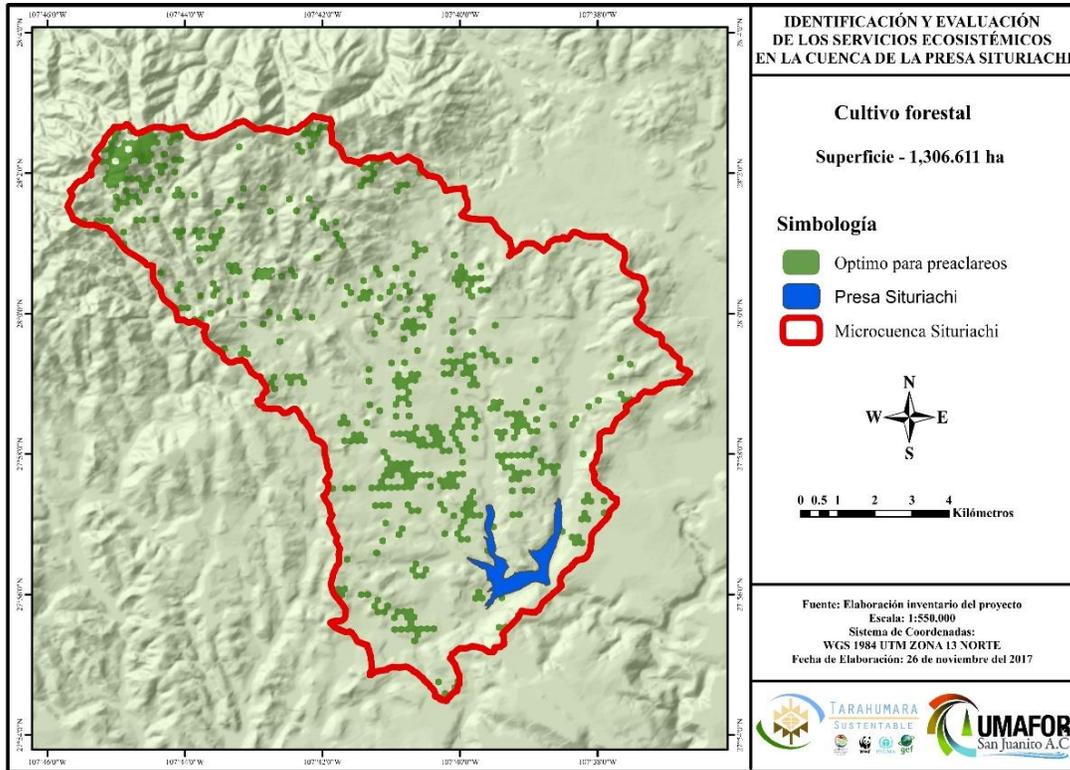


Figura 169. Propuesta para cultivo foresta

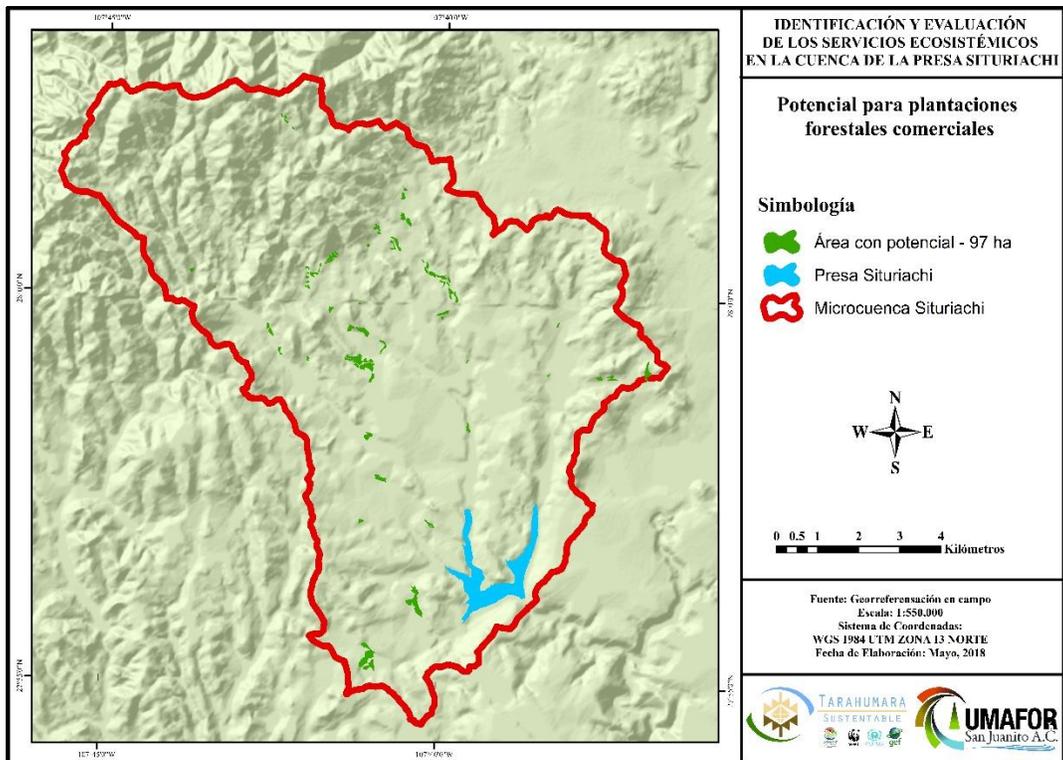


Figura 170. Propuesta de área con potencial para plantaciones forestales comerciales

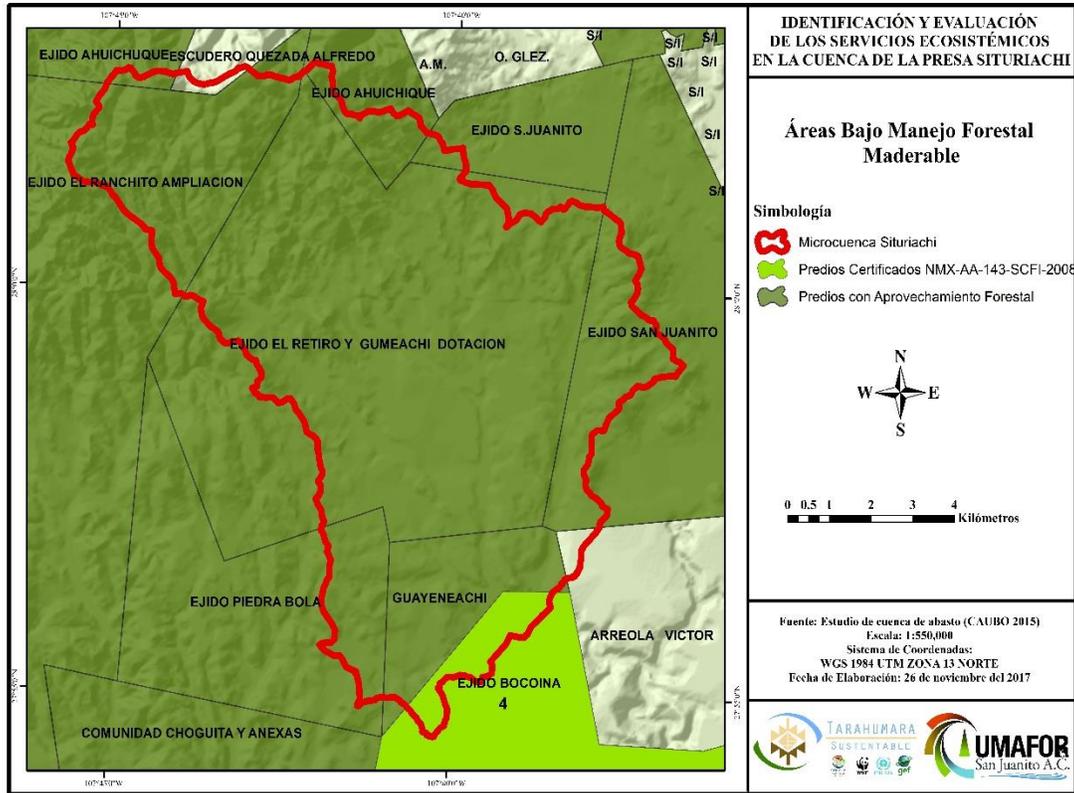


Figura 171. Áreas bajo manejo forestal maderable

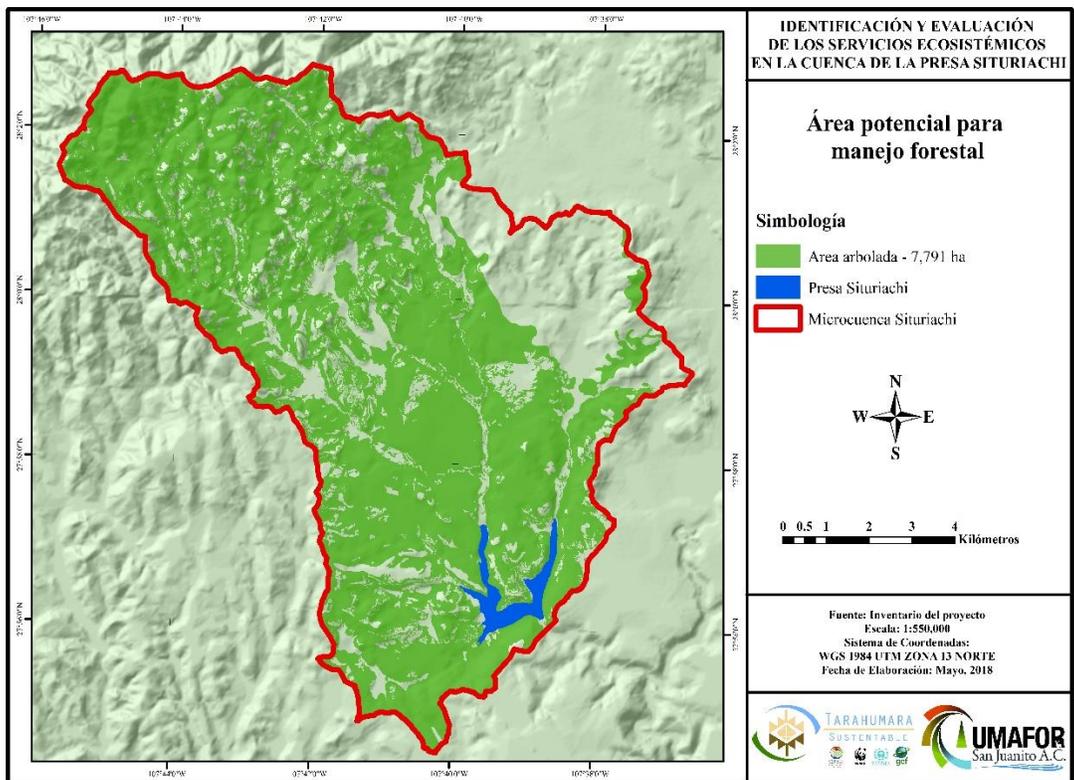


Figura 172. Área con potencial para la implementación del manejo forestal

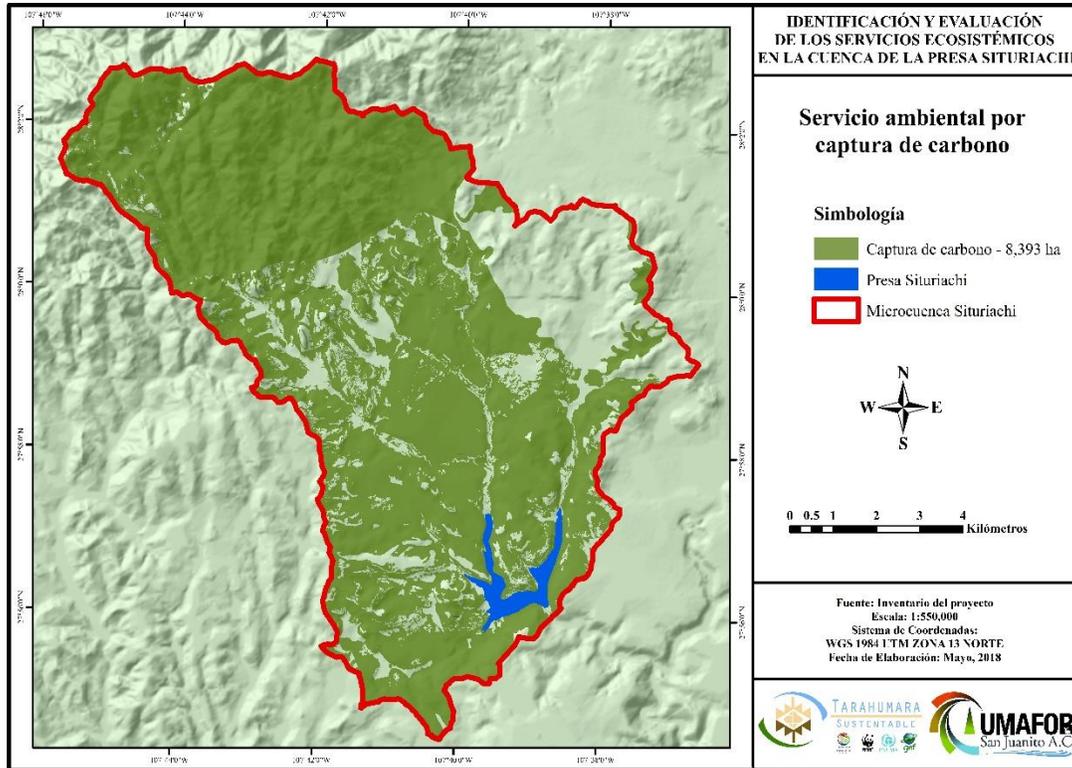


Figura 173. Servicio ambiental por captura de carbono

### 4.3. Propuesta para la implementación de la venta del servicio ambiental hidrológico

De acuerdo a las líneas de acciones que se contemplan en el documento en el tema del pago por el servicio ambiental hidrológico, en el siguiente mapa se muestra la superficie que requiere ser atendida

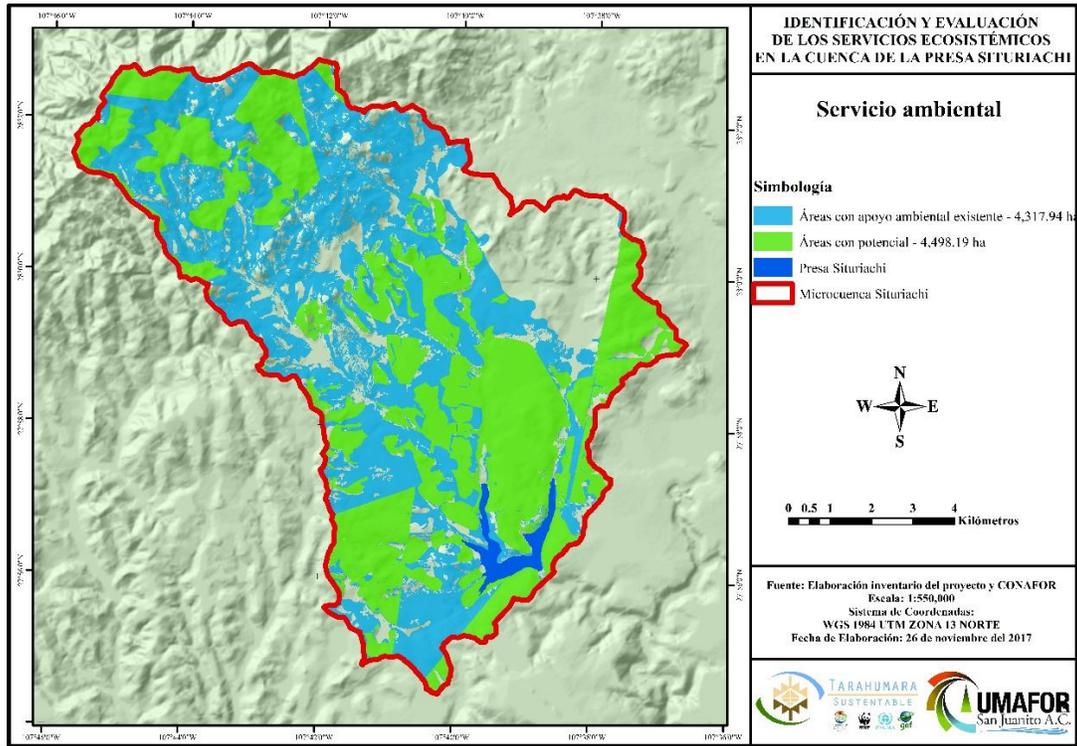


Figura 174. Propuesta para la venta del servicio ambiental

#### 4.4. Propuesta para la implementación de actividades turísticas

La microcuenca Situriachi, cuenta con un potencial para el desarrollo de la actividad del ecoturismo, muy importante, habiéndose definido, a través de acciones ya establecidas, pero que necesitan ser rehabilitadas como la feria del hongo, la implementación de áreas demostrativas de la actividad forestal, áreas de monitoreo de la vegetación, áreas demostrativas de las obras de conservación del suelo. Y otras más actividades que deben ser implementadas. Mostrándose a continuación, en la figura 175, la ubicación geográfica de estas actividades.

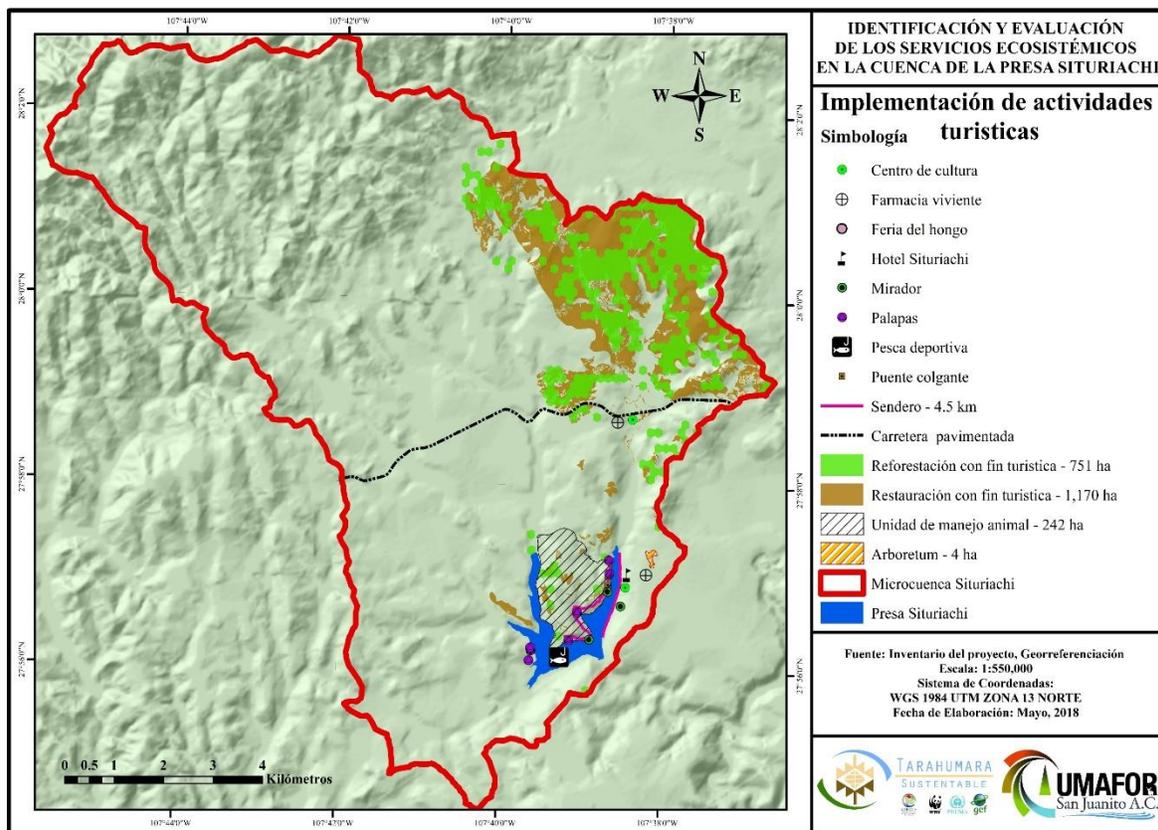


Figura 175. Propuesta para la implementación de actividades turísticas

#### 4.5. Propuesta para la implementación de área con potencial para la conservación de la biodiversidad

Se considera a la superficie total forestal, de la microcuenca de Situriachi (7,791 ha), como área potencial para la conservación de la biodiversidad (Figura 176).

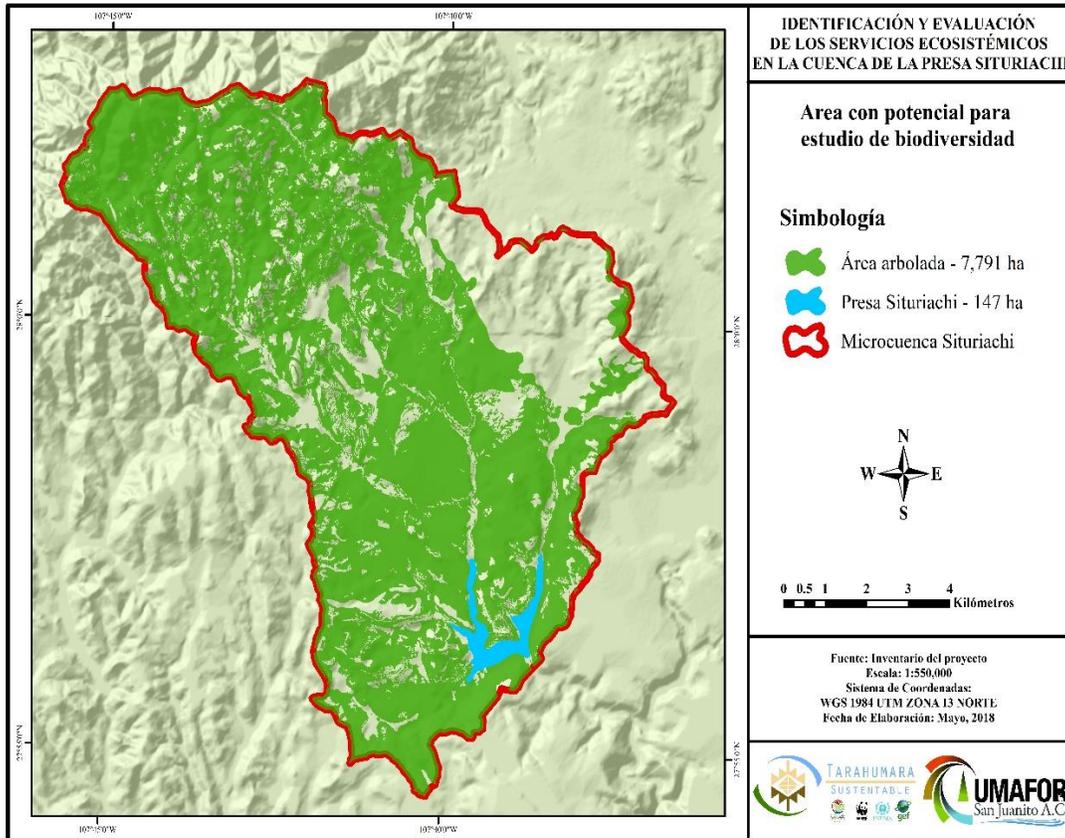


Figura 176. Área con potencial para el estudio de biodiversidad

#### 4.6. Propuesta de reconversión productiva para incorporar áreas degradadas al aprovechamiento forestal.

Existe áreas que han sufrido diferentes impactos ambientales, como incendios forestales, plagas y enfermedades, así como clandestinaje. Estas áreas, actualmente muestra los signos típicos, de un área impactada con la presencia del arbusto denominado manzanilla. Estas áreas abarcan una superficie de 1,631 ha., donde proponemos llevar acabo la reconversión productiva mediante su restauración a través de su reforestación y el control de esta especie mediante su chaponeo (Figura 177).

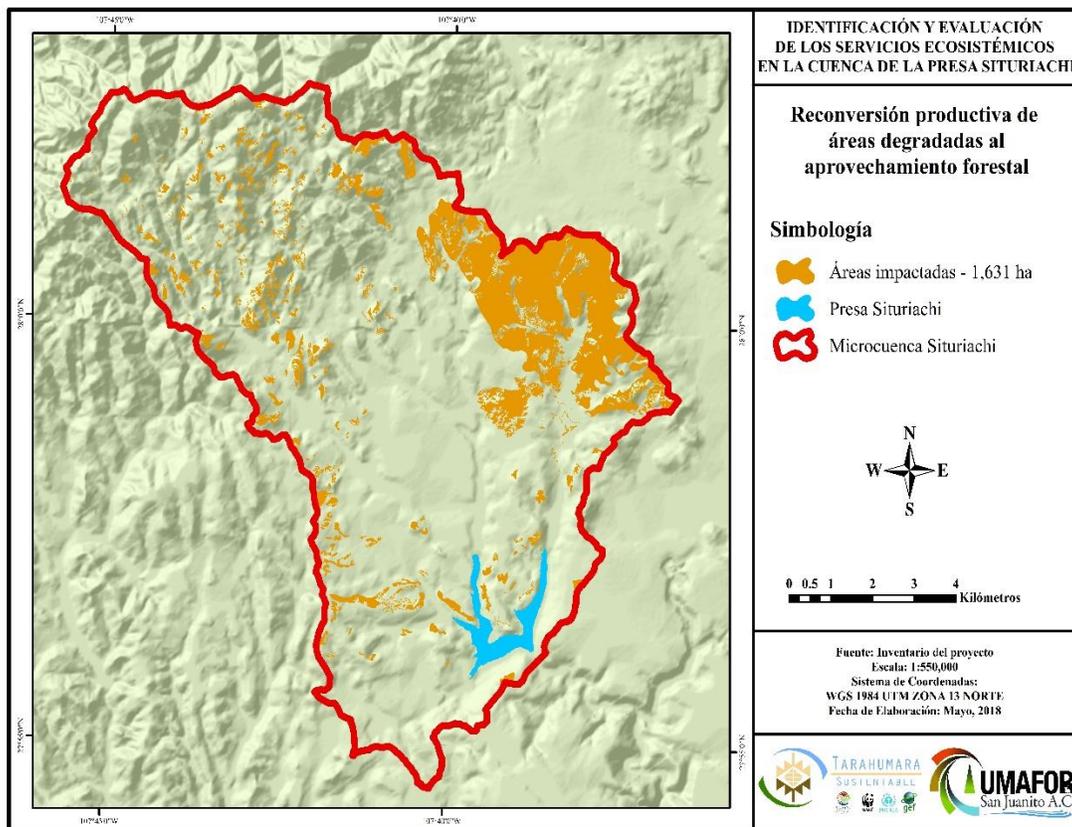


Figura 177. Propuesta de reconversión productiva para la incorporación de áreas degradadas al aprovechamiento forestal

#### 4.7. Propuesta para la implementación del diseño hidrológico Keyline en parcelas agrícolas

Existe en la microcuenca Situriachi, una superficie de 154 ha., identificadas como tierras agrícolas, donde la técnica de laboreo de la tierra, es poco tecnicada. De acuerdo a esto, se propone llevar a estas parcelas agrícolas el diseño hidrológico Keyline, con el fin de incrementar la capacidad de campo, de aumento de humedad de los terrenos, para mejorar su productividad (Figura 178).

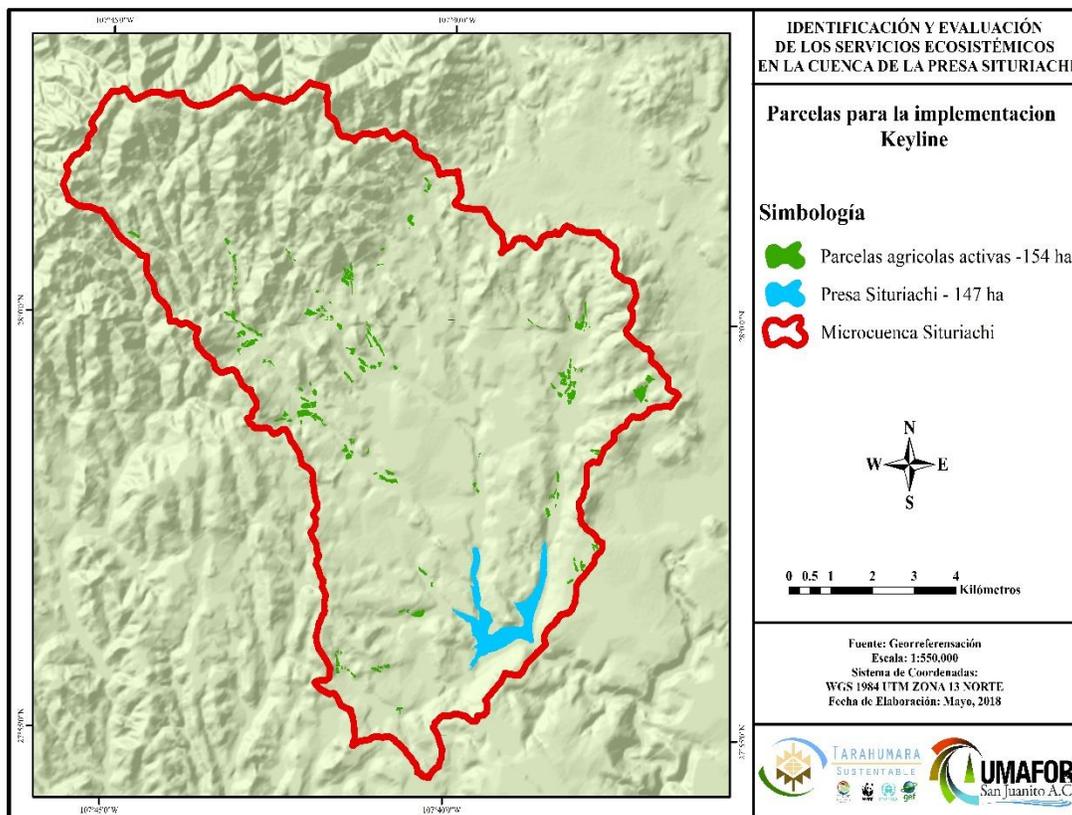


Figura 178. Parcelas para la implementación keyline

#### 4.8. Protección de áreas de alto valor para la conservación

En el área de influencia de la microcuenca de Situriachi, existen áreas de alto valor para la conservación de la biodiversidad, como son las áreas ribereñas y los márgenes de protección de vegetación de la presa Situriachi, así mismo, en su parte norte, de la microcuenca, se ubica el parteaguas continental del inicio del río Conchos y Papigochic, cuya información, a nivel de regio hidrológica y cuenca, puede ser consultada en el apartado de hidrología del presente estudio. Otras acciones importantes a resguardar, son las áreas de conservación, estas tendrán una estrategia de monitoreo y vigilancia, como se muestra en la figura 179, los sitios de monitoreo y las casetas de vigilancia.

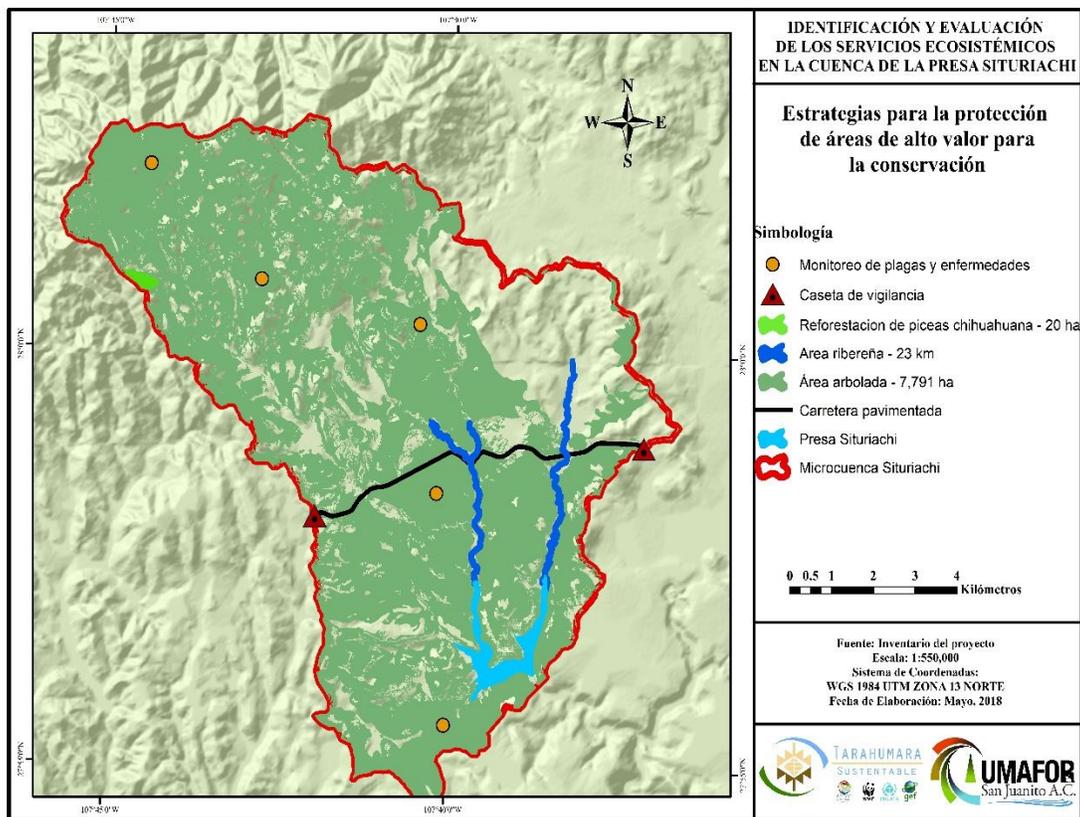


Figura 179. Protección de áreas de alto valor para la conservación

## CONCLUSIONES

1. Los usuarios potenciales del agua captada por la Presa Situriachi, muestran interés del pago de un servicio ambiental hidrológico para su mantenimiento. Al respecto, se requiere se organicen los predios de la cuenca Situriachi, en una figura jurídica, de acuerdo a la legislación que aplique en la materia, para ofrecer el servicio ambiental a estos usuarios, con quien promoverán esquemas de pagos, a través de fondos concurrentes, con instancia como: El gobierno federal o estatal; empresas privadas, y organismos no gubernamentales, nacionales o internacionales.
2. La percepción de los servicios ecosistémicos culturales, tiene una interpretación, o connotación diferente entre la cultura mestiza y la rarámuri, que debe ser tomada en cuenta, para el desarrollo futuro del turismo, donde se respete las visiones y criterios de cada cultura.
3. Existe desorganización al interior de los predios ubicados dentro de la microcuenca Situriachi, y por lo tal esto, esto también se ve reflejado en la relación entre predios.
4. La cultura en materia ambiental está en proceso de desarrollo, identificándose en los talleres participativos realizados, problemas para la identificación la trascendencia del significado del concepto de servicios ecosistémicos.
5. Existe inversión en infraestructura para el desarrollo de la actividad del turismo, sin embargo, esta ha venido deteriorándose por falta de organización.
6. Se identificaron 20 servicios ecosistémicos donde la comunidad o habitantes de estas áreas le dan la mayor preponderancia al recurso agua como tal.
7. Los predios, dentro del área de influencia de la cuenca Situriachi, así como demás interesados en la conservación de esta cuenca, muestran interés en organizarse para lograr el aprovechamiento, conservación y restauración de la misma.
8. De acuerdo a los resultados de los talleres colaborativos existe una percepción diferenciada de los SE entre los productores forestales de la microcuenca Situriachi y los Técnicos forestales, ONG's y funcionarios públicos.
9. Existe una inversión importante por parte de la CONAFOR en obras de conservación de suelos en el área de influencia de la microcuenca Situriachi.
10. Las obras de conservación de suelo actuales, en general muestran una vida útil del 12% hasta un 70%, requiriéndose en el caso de obras de presas filtrantes, en el corto plazo, su mantenimiento correspondiente.
11. Las áreas ribereñas que alimentan a la presa Situriachi, se encuentra en estado disfuncional, las cuales presentan degradación física en los cauces y orillas.

12. La microcuenca Situriachi muestra como principales impactos ambientales los incendios forestales y el clandestinaje, efectos que se ven reflejados en la actualización del uso de suelo y vegetación en la disminución de la vegetación de bosques por áreas representadas tanto por claros, pero principalmente por la vegetación de manzanilla.
13. La calidad del agua en la microcuenca es buena, para el caso del consumo humano requiere una potabilización básica (ebullición y filtrado).
14. Las herramientas, como los softwares especializados, están siendo un instrumento de generación de información novedosa, que está mejorando la calidad de la caracterización, del presente proyecto.
15. El área forestal de la microcuenca Situriachi, tiene como principal actividad económica el aprovechamiento Forestal Maderable, con una producción por hectárea en metros cúbicos maderables, de la especie de pino, de 2.7 metros cúbicos de volumen total árbol por hectárea. Tal producción, sustenta la valoración económica estimada de \$19,165,967.62, en una superficie de 779.17 ha., arrojándonos estas cifras, una economía de producción por hectárea de \$2,460 pesos.
16. El Manejo Forestal Maderable tiene un nivel de evaluación de regular a buen, por la falta principalmente de la aplicación de tratamientos silvícolas de pre aclareos.
17. Las deficiencias encontradas en las evaluaciones del Manejo Forestal, a través de la Auditoria Técnica Preventiva, han sido solventada conforme al programa de correcciones.
18. De acuerdo al punto inmediato anterior, el ejido Bocoyna ha sido Certificado por el correcto cumplimiento del Programa de Manejo Forestal y el Ejido Piedra Bola y Guachavetavo con el certificado de buen manejo forestal mediante la ATP.
19. En matería de biodiversidad, la vegetación arbórea muestra una riqueza de 20 especies encontradas, donde la especie de *pinus arizonica* muestra ser la dominante.
20. Falta incluir el tema de azolvamiento de la presa, como esto se relaciona con la erosión de suelo, las obras de conservación de suelos, los servicios ecosistémicos identificados y su condición actual y tendencia, las inversiones de pagos por servicios ambientales y obras por parte de CONAFOR, etc. este tipo de conclusiones y correlaciones debemos mostrar en esta sección.
21. Los resultados generados, por la implementación del software especializado “InVEST”, denotan la importancia del insumo denominado, “uso de suelo y vegetación”, del cual, de forma determinante rige los resultados que genera. En este sentido, se considera de suma importancia el uso de la tecnología para la obtención de resultados de calidad. Sin embargo, para potenciar el uso de este software, recomendamos utilizar información de campo, que defina el uso de suelo y vegetación con precisión, para evitar generalidades de los resultados alcanzados.

## LECCIONES APRENDIDAS

1. Para mejorar el resultado de la batimetría de la presa Situriachi en un futuro sería conveniente, utilizar el método de sonda acústica.
2. Si se toma en cuenta la temporalidad (vientos y lluvias) para la medición del volumen de la presa Situriachi, el efecto de oleaje puede interferir en la precisión de la medición siendo recomendable que las mediciones se realicen en dos o tres épocas del año además de contar con equipo electrónico para este tipo de medición.
3. Para obtener información de clima se requieren de estaciones climatológicas locales que estén compilando información diaria que ayude a caracterizar adecuadamente el clima del área de estudio.
4. En la medida que se busca información estadística socioeconómica y se tomen bases de datos oficiales desactualizadas se tiene menor precisión en los resultados para lo que es necesario y es conveniente agregar una metodología censal que ayude a dar certidumbre a los resultados obtenidos.
5. Si se desean mejores resultados en los talleres y acciones participativas con la población de la microcuenca y actores que inciden en la actividad de los recursos es conveniente incluir a hombres, mujeres, indígenas y grupos vulnerados que permita una visión de multiculturalidad
6. Para conocer las diferentes visiones sobre los servicios ecosistémicos de las y los habitantes que viven la microcuenca Situriachi, es necesario conocer su contexto, cultura y actividades productivas que nos permitan tener una perspectiva más amplia del entorno.
7. Si los habitantes y representantes de la microcuenca se organizan para contribuir, mejorar, conservar y restaurar los recursos naturales mediante los servicios ecosistémicos que pudieran surgir de este proyecto u otros, se disminuiría la migración y mejoraría a calidad de vida y bienestar de las familias.
8. Si utilizamos herramientas y tecnologías adecuadas para la evaluación de los recursos naturales como softwares especializados "Integrated valuation of environmental services and tradeoffs" (InVEST) podremos obtener datos más precisos y elementos para la toma de decisiones.
9. *En cuanto a la implementación del software* para la valoración de los servicios ambientales, de acuerdo a su facilidad de implementación con la versión de InVEST 3.4.2 ha mejorado considerablemente. En comparación con versiones anteriores, su facilidad para calibración y lectura de archivos necesarios, lo hace un software disponible para una gran cantidad de usuarios SIG, técnicos forestales,

administradores del territorio, trabajadores de dependencias gubernamentales, ONGs, entre otros.

10. *En cuanto al modelo de carbono*, con solo un insumo raster, así como datos tabulares fue posible identificar la distribución espacial del carbono total. La distribución espacial muestra concentraciones de carbono en las áreas forestales. De forma contraria las áreas no forestadas son un indicador de la falta de almacén de carbono y su incremento en superficie podría perjudicar el almacenamiento.
11. *En cuanto al modelo de calidad del hábitat*, fue posible identificar que las localidades, caminos y superficies agrícolas son indicadores en la calidad del hábitat. Estos últimos, impactan en la conectividad del paisaje, ocasionando fragmentación, reducción en la biodiversidad, calidad del agua. El modelo es de sencilla implementación, donde la preparación de los insumos tanto espaciales (raster) como no espaciales (tablas), es el principal reto para el funcionamiento del mismo.
12. *En cuanto al modelo de retención de sedimentos*, con base en los resultados, los sedimentos y la pérdida de suelo se encuentra distribuida principalmente en la zona norte de la cuenca, donde las pendientes más pronunciadas tienen su ubicación. La incorporación del modelo de retención de sedimentos, es información novedosa, en donde la hipótesis de remover la cobertura vegetal y compararlo con la pérdida de suelo actual da una idea del panorama de cómo podría comportarse la pérdida de suelo en un caso extremo.
13. *En cuanto al modelo de producción de agua*, se logró conocer que la producción de agua en distintos niveles de cuenca tiene una distribución espacial dispersa y no continua como hubiésemos pensado. Esto, da una idea de los diferentes niveles de evapotranspiración en la cuenca.
14. En la medida que existan alternativas de manejo como cercado, reforestación y saneamiento de los cauces de las áreas ribereñas de la microcuenca y se desarrollen capacidades entre los pobladores para que apliquen estas alternativas en coordinación con instituciones gubernamentales, se podrán lograr resultados positivos y sostenibles que eleven la calidad del recurso hídrico y económico de sus poseedores.
15. En la medida que se concientice a la población del beneficio de contar con un servicio ecosistémico como es el caso del uso del agua se podrá conseguir una negociación entre usuarios del recurso y productores del servicio con un pago parmente que servirá para la conservación, aprovechamiento y restauración los recursos naturales
16. Para el mejor manejo del potencial arbóreo es conveniente tener una visión holística que permita utilizar todos los recursos del ecosistema asociado al tradicional, fincado en el incremento de la cultura forestal de las y los poseedores de los recursos.
17. El manejo de los recursos forestales, con el fin de quitar presión al aprovechamiento forestal maderable, debe ser llevado a cabo como un sistema, es decir con una visión holística, donde se considere todos los recursos asociados del ecosistema.
18. Cuando las y los prestadores de servicios turísticos conozcan y reconozcan los diferentes servicios ecosistémicos que ofrece la microcuenca y se organicen con los

habitantes y representantes ejidales se podrán conformar grupos de interés donde planteen uno o varios productos a ofertar en el impulso de la actividad turística de esta zona

19. Si se cuenta con personal capacitado o expertos en flora y fauna nativa y propia de la región se podrán atraer otro tipo de turistas con interés específico en especies nativas como cotorra serrana y picea chihuahuana aportando un mayor abanico de ofertas, sin olvidar el cuidado y conservación de los ecosistemas para su mejor aprovechamiento.
20. La certificación del manejo forestal maderable en la cuenca Situriachi a través de la Auditoria Técnica Preventiva y la Norma Mexicana de Certificación NOM MX 143., está garantizando el manejo sustentable de este recurso.
21. Para consolidar el desarrollo forestal sustentable, de la Cuenca de la Presa Situriachi es necesario fincar este desarrollo con el mejoramiento de la cultura y capacitación de sus habitantes y poseedores.
22. El buen manejo comprobado, las obras que existen en la microcuenca Situriachi han contribuido a que la calidad de agua se encuentre en parámetros aceptables.
23. En cuanto a la toma de decisiones es importante incluir en puestos y cargos de poder a mujeres como indígenas y grupos vulnerados para tomar en cuenta su parecer sobre las acciones tomadas de los recursos naturales

## BIBLIOGRAFÍA

- Bolaños González, M. A., F. Paz Pellat, C. O. Cruz Gaistardo, J. A. Argumedo Espinoza, V. M. Romero Benítez y J. C. de la Cruz Cabrera. 2016. Mapa de erosión de los suelos de México y posibles implicaciones en el almacenamiento de carbono orgánico del suelo. *Terra Latinoamericana* 34: 271-288.
- Colpos. 2015. Tema 2. Suelo y Erosión. Taller Del Proyecto Tarahumara Sustentable. Diciembre 2015, Chihuahua, Chih. México.
- CONEVAL. (2010). CONEVAL. Obtenido de <http://www.coneval.org.mx/Paginas/Busqueda.aspx?k=CHIHUAHUA#k=CHIHUAHUA>
- CONEVAL. (2010). CONEVAL. Obtenido de [www.sedesol.gob.mx](http://www.sedesol.gob.mx)
- CONEVAL. (12 de 09 de 2017). Obtenido de [www.coneval.org.mx](http://www.coneval.org.mx)
- EMA. 2015. Ecosistemas y medio Ambiente Sierra Madre S.C. Estudio Cuenca de Abasto; Región Centro-Occidente “Urique, Bocoyna y Ocampo” Chihuahua, México
- Estrada, Gutiérrez, G. 2008. Conceptos Básicos de la Hidrología. Ed. Dirección de Extensión y Difusión Cultural. Chihuahua, México.
- FAO. 2017. [Http://www.Fao.Org/Documents/En/](http://www.Fao.Org/Documents/En/). Consultada 8 de noviembre 2017.
- INEGI, 2001. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información. Diccionario de datos edafológicos. Alfanumérico. México.
- INEGI. 2005. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información. Guía para la Interpretación de Cartografía – Climatológica. México.
- INEGI. 2008. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información. Guía para la Interpretación de Cartografía – Edafología. México.
- INEGI 2010. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Anuario estadístico del Estado de Chihuahua, Áreas Geo Estadísticas Básicas. México: INEGI
- INEGI. 2015. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información. Guía para la Interpretación de Cartografía – Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1: 250000, Serie V. México.

- (INEGI), I. N. (INEGI (1997). División territorial del estado de Chihuahua de 1810 a 1995. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía de I1997). División territorial del estado de Chihuahua de 1810 a 1995. México.
- INEGI. (NOV de 2010). Instituto Nacional De Estadística Y Geografía (INEGI). Obtenido de Instituto Nacional De Estadística Y Geografía (INEGI): <http://www.inegi.org.mx/>
- Instituto Nacional De Estadística y Geografía (INEGI). (2015). Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=08#tabMCcollapse-Indicadores>
- IUSS Grupo de Trabajo WRB. 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma.
- JA. 2017. Junta de Andalucía. Plan General de Transformación Zona Regable Andévalo Occidental Fronterizo. Edafología y Geología. [https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiM8tPn5\\_3XAhUQzWMKHTWSArgQFgguMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.juntadeandalucia.es%2Fmedioambiente%2Fweb%2FBloques\\_Tematicos%2FCalidad\\_Ambiental%2FPrevencion\\_Ambiental%2Fevaluacion\\_ambiental\\_plan\\_es\\_y\\_programas%2Fanejo02edafologiayygeologia.pdf&usg=AOvVaw2Vzp18DdPSVtL87IedwUVs](https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwiM8tPn5_3XAhUQzWMKHTWSArgQFgguMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.juntadeandalucia.es%2Fmedioambiente%2Fweb%2FBloques_Tematicos%2FCalidad_Ambiental%2FPrevencion_Ambiental%2Fevaluacion_ambiental_plan_es_y_programas%2Fanejo02edafologiayygeologia.pdf&usg=AOvVaw2Vzp18DdPSVtL87IedwUVs). Consultada 15 de noviembre 2017.
- Kumar J. y Debjyoti , D. 2010. Estimation of Sediment Yield and Areas of Soil Erosion and Deposition for Watershed Prioritization using GIS and Remote Sensing. Water Resour Manage, 2091-2112.
- Ordoñez, C. 2017. Modelación de la Erosión Hídrica en la Cuenca Alta del Río Conchos, Chihuahua. Tesis de Grado de Maestría. México.
- Saha, S. 2004. Water and Wind Induced Soil Erosion Assessment and Monitoring Using Remote Sensing and Gis. Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology, 315-330.
- UMAFOR. 2015. Unidad de Manejo Forestal de San Juanito. Estudio de Biodiversidad de la UMAFOR San Juanito, Chihuahua. México.
- Viramontes, Olivas, O. A. 2007. Morfometría de la cuenca del río San Pedro, Conchos, Chihuahua. Tecnociencia. Chihuahua, México.
- Walling, D. 1988. Erosion and Sediment Yield Research—Some Recent Perspectives. J Hydrol, 221-241.

# ANEXOS