TARAHUMARA SUSTENTABLE

CONANP WWF PNUMA gef

CONVENIO PI76

PRIORIZACIÓN HIDROLÓGICA DE LAS PRINCIPALES ASOCIACIONES SUELO-VEGETACIÓN PRESENTES EN LA SIERRA TARAHUMARA, CHIHUAHUA, MÉXICO

Priorización Hidrológica de las Principales Asociaciones Suelo-Vegetación Presentes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México

Supervisores:

WWF-Chihuahua Ing. Manuel Chávez Díaz.
Coordinador General del Proyecto Tarahumara Sustentable.

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

Participantes:

Dr. Demetrio S. Fernández Reynoso
Dr. Mario R. Martínez Menez
MC. Erasmo Rubio Granados
Ing. Carlos Palacios Espinosa
MC. Isabel Villa Montes
Ing. Cristian Ramos Mendoza
Ing. Claudia Fernández González

Mayo/2018

Contenido

1. Palabras clave del proyecto 11
2. Resumen ejecutivo general 11
3. Introducción general 11
4. Objetivos (generales y específicos) 14
Generales 14
Específicos 14
5. Metas 15
Información básica SWAT (Cuencas de los ríos Fuerte y Mayo) 15
Análisis de resultados SWAT (Cuencas de los ríos Fuerte y Mayo) 15
Estudio Técnico Justificativo (ETJ) (Cuenca del río Mayo) 16
Capacitación 17
6. Área de estudio 17
Estaciones hidrométricas 21
Relieve 25
Condiciones climáticas 25
Condiciones geo-edáficas de la cuenca 28
Ecosistemas 33
Uso de suelo y vegetación 34
7. Metodología 36
Modelo SWAT 36
Caudal ecológico 40
Actividades 41
Recopilación y procesamiento de información climática 51
8. Resultados 88
Costo ecológico de las actividades agrícolas y de pastoreo extensivo (relación: rendimiento económico vs erosión hídrica), río Fuerte 96
Priorizar localidades con base en la degradación del suelo, río Fuerte 98
Caudal ecológico en 4 (cuatro) subcuencas, cuenca alta del río Fuerte, río Fuerte 101
Mapa de rendimientos de granos, forrajes y madera, río Mayo 105
Mapas de producción de sedimentos, pérdida de suelo y escurrimientos, río Mayo 107
Mapa de pérdida de suelo 109
Mapa de coeficientes de escurrimiento 111
Costo ecológico de las actividades agrícolas y de pastoreo extensivo (relación: rendimiento económico vs erosión hídrica), río Mayo 113

Priorizar localidades con base en la degradación del suelo, río Mayo 115
Caudal ecológico cuenca alta del río Mayo, Subcuenca de la cascada de Bassaseachic 118
Capacitación 120
Caudal ecológico para las Subcuencas del río Mayo (ETJ) 123
9. Conclusiones 125
10. Lecciones aprendidas 127
11. Limitaciones u obstáculos al proyecto 128
12. Continuidad 129
13. Participantes 129
14. Agradecimientos.....130
15. Literatura citada y/o fuentes bibliográficas 130
16. Apéndices.....135
Apendice 1. Apéndice de determinación del coeficiente de rugosidad de Manning para flujo superficial y cauces. 135
Apéndice 2. Métodos para determinar el factor K de erosionabilidad de la EUPS.....138
17. Anexos.....142
Anexo 1. Resultados de laboratorio de las muestras de suelo.....142
Anexo 2. Datos mensuales de estaciones hidrológicas.....144
Anexo 3. Generadores climáticos 157
Anexo 4. Lista de asistencia taller de capacitación 214
Anexo 5. Estudio técnico de aguas nacionales superficiales de la subregión hidrológica del río Mayo 218

Índice de Figuras

Figura 1. Área de influencia del Proyecto Tarahumara Sustentable. 13
Figura 2. Cuencas dentro del área del Proyecto Tarahumara Sustentable. 18
Figura 3. Área para la calibración y validación del modelo SWAT correspondientes a las cuencas altas de los ríos Fuerte (Estación Huites) y Mayo (San Bernardo). 20
Figura 4. Ubicación de Estaciones Hidrométricas en el área de influencia del PTS.....21
Figura 5. Estación Hidrométrica en el río Batopilas.....22
Figura 6. Gastos máximos anuales aforados en en las cuencas altas del río Fuerte y Mayo. 23
Figura 7. Caudal medio anual aforados en Huites y precipitación media anual en la estación meteorológica Batopilas. 23
Figura 8. Caudal medio anual aforados en San Bernardo y precipitación media anual en la cuenca. 24

Figura 9. Volumen anual de sedimentos aforados en la cuenca del río Fuerte (estación Huites). 24
Figura 10. Volumen anual de sedimentos aforados en la cuenca del río Mayo (estación San Bernardo)....25
Figura 11. Climas del de área de influencia del PTS....26
Figura 12. Perfil CC' de la Carta Geológica-Minera H12-12, Tecoripa, Chihuahua (SGM, 2015). 30
Figura 13. Suelos del área de influencia del PTS. 31
Figura 14. Suelos dominantes en el área del PTS: leptosoles y regosoles. 32
Figura 15. Esquema de entradas, procesos y salidas del modelo SWAT. 38
Figura 16. Diagrama de flujo de la metodología para elaborar mapa digital de suelos. 43
Figura 17. Suelos en el área de influencia del PTS. 45
Figura 18. Catena y tipos de suelos (WRB) propuestos para el área de influencia del PTS. 46
Figura 19. Mapa de suelos del área de influencia del PTS. 50
Figura 20. Comparación de precipitación promedio del CFSR y estaciones meteorológicas del SMN en el área de influencia del PTS. 54
Figura 21. Ubicación de las estaciones hidrométricas Palo Dulce (10077), Tubares (10123), Huites (10,037) y San Bernardo (09067)....57
Figura 22. Relación entre volúmenes mensuales de escurrimientos y producción de sedimentos, estación hidrométrica Huites. 59
Figura 23. Relación entre volúmenes mensuales de escurrimientos y producción de sedimentos correspondientes a la cuenca de la estación hidrométrica San Bernardo..60
Figura 24. Relación entre los gastos medios (m^3/s) de las estaciones hidrométricas Chínipas (10064) y Palo Dulce (10077). 61
Figura 25. Relación entre los gastos medios (m^3/s) de las estaciones hidrométricas Huites (10037) y Palo Dulce (10077). 61
Figura 26. Relación entre los gastos medios (m^3/s) de las estaciones hidrométricas Huites (10037) y Tubares (10123)....62
Figura 27. Relación entre el gasto medio (m^3/s) de la estación hidrométrica Huites (10,037) y la suma de los gastos medios (m^3/s) de las estaciones hidrométricas Palo Dulce (10,077) y Tubares (10,123). 62
Figura 28. Gasto medio mensual de las estaciones Palo Dulce, Tubares y Huites de la cuenca del río Fuerte. 63
Figura 29. Distritos de Desarrollo Rural de San Juanito (037 y Balleza (038) en el área de influencia del PTS.) 64
Figura 30. Zonas agrícolas en la cuenca del río Fuerte (Maíz grano) 65
Figura 31.Fechas de siembra por rangos de altitud, zona de influencia del PTS (CONABIO, 2011). 66
Figura 32.Distribución de las UMAFOR dentro del PTS. 70

Figura 33.Bosque de pino y bosque de pino-encino en el área de influencia del PTS.....70
Figura 34. Bosque de pino en el área de influencia del PTS.....71
Figura 35. Zonas de agostadero en el área de influencia del PTS. 74
Figura 36. Subcuencas de los ríos Fuerte y Mayo. 75
Figura 37. Rendimiento medio anual reportado y simulado por SWAT durante su calibración, cuenca del río Fuerte. 77
Figura 38. Calibración y validación mensual durante el periodo de 1981-1992. 78
Figura 39. Mapa de producción de agua, río Fuerte. 80
Figura 40. Sedimentos medios mensuales observados y simulados en la cuenca del río Fuerte, estación hidrométrica Huites.....81
Figura 41. Mapa de producción de sedimentos, río Fuerte. 83
Figura 42. Rendimiento anual reportado y simulado por SWAT durante su calibración, cuenca del río Mayo. 84
Figura 43. Calibración y validación mensual durante el periodo de 1983-1999. 85
Figura 44. Mapa de producción de agua, río Mayo. 87
Figura 45. Sedimentos simulados y observados en la cuenca del río Mayo, estación hidrométrica San Bernardo.....88
Figura 46. Mapa de biomasa, río Fuerte. 90
Figura 47. Mapa de pérdida de suelo, río Fuerte. 92
Figura 48. Mapa de precipitación en el área de influencia del PTS[5] 94
Figura 49. Mapa de coeficiente de escurrimiento, río Fuerte. 95
Figura 50. Mapa de costo ecológico, río Fuerte.....97
Figura 51. Mapa de localidades con problemas de degradación, en función de su densidad de población, cuenca alta del río Fuerte estado de Chihuahua. 100
Figura 52. Índice de Nash-Sutcliffe y r^2 para el periodo de 1981-1992. 101
Figura 53. Relación entre escurrimiento medio y caudales ecológicos para datos aforados y simulados con SWAT. 103
Figura 54. Mapa de principales ríos. 104
Figura 55. Mapa de biomasa, río Mayo. 106
Figura 56. Mapa de producción de sedimentos, río Mayo. 108
Figura 57. Mapa de pérdida de suelo, río Mayo. 110
Figura 58. Mapa de coeficiente de escurrimiento, río Mayo. 112
Figura 59. Mapa de costo ecológico, río Mayo. 114
Figura 60. Mapa de localidades con problemas de degradación, en función de su densidad de población, cuenca alta del río Mayo, estado de Chihuahua. 118
Figura 61. Índice de Nash-Sutcliffe y r^2 para el periodo de 1983-1999. 119
Figura 62. Análisis de los asistentes al curso-taller 122
Figura 63. Fotografías del desarrollo del curso-taller 122

Figura 64. Algunos sitios con problemas de erosión hídrica en la cuenca del río Fuerte..... 128

Índice de cuadros

Cuadro 1. Climas del área de estudio por superficie en el área del PTS. 26

Cuadro 2. Climas en el área de estudio por superficie y por cuenca.....27

Cuadro 4. Suelos presentes en la Sierra Tarahumara correspondientes al PTS (INEGI, 2006). 31

Cuadro 5. Suelos presentes en las cuencas de los ríos Fuerte y Mayo (INEGI, 2006). 32

Cuadro 6. tipos de uso de suelo y vegetación para las cuencas altas de los ríos Fuerte y Mayo (CONABIO, 2017) 35

Cuadro 7. Covaribles geomorfológicas seleccionadas para el análisis multivariado de la cuenca del río Fuerte, Sierra Tarahumara, Chihuahua.....43

Cuadro 8. Criterios de relación entre los suelos y las covariables de tipo básicas y morfométricas, para la cuenca del río Fuerte. 46

Cuadro 9. Matriz de error y el análisis Kappa para el mapa de suelo del área del PTS...48

Cuadro 10. Distribución de suelos a nivel municipal en el área de influencia del PTS. 49

Cuadro 11. Puntos de interpolación del CFSR* en el área de influencia del PTS. 51

Cuadro 12. Índice de corrección para datos de precipitación del CFSR. 53

Cuadro 13. Índice de corrección para datos de precipitación del CFSR. 54

Cuadro 14. Variables edáficas que utiliza el modelo SWAT. 55

Cuadro 15. Propiedades físicas y químicas adoptadas para los suelos de las cuencas de los ríos Fuerte y Mayo. 56

Cuadro 16. Uso de suelo y vegetación de las cuencas de los ríos Fuerte y Mayo (CONABIO, 2017). 63

Cuadro 17. Principales cultivos del Distrito de Desarrollo Rural de San Juanito (037) y Balleza (038).....65

Cuadro 18.Manejo del cultivo de maíz en la región de la Sierra Tarahumara. 66

Cuadro 19.Manejo del cultivo de maíz en la región de la Sierra Tarahumara (Continuación). 67

Cuadro 20. Paquete tecnológico del cultivo de maíz para la Sierra Tarahumara Alta y Baja 68

Cuadro 21.Paquete tecnológico de maíz y manejo para las áreas agrícolas de la sierra alta y baja de la Tarahumara. 69

Cuadro 22. Superficie y biomasa total de los bosques de coníferas y latifoliadas. 71

Cuadro 23. Manejo Forestal de las UMAFOR en la Sierra Tarahumara (CONAFOR, 2016)... 72

Cuadro 24. Manejo Pecuario en la Sierra Tarahumara. 73

Cuadro 26. Producción forrajera y coeficientes de agostadero en diferentes tipos de vegetación en la Sierra Tarahumara (COTECOCA, 1978).....74

Cuadro 27. Calibración de parámetros a través de SWAT-CUP. 76
Cuadro 28. Comparación entre el rendimiento reportado y el simulado por el modelo SWAT para las especies de interés en la cuenca. 77
Cuadro 29. Rangos de producción de biomasa y su superficie. 78
Cuadro 30. Producción de biomasa y rendimiento económico por tipo de uso de suelo y vegetación. 78
Cuadro 31. Producción de agua por rango y superficie. 79
Cuadro 32. Producción de agua según uso del suelo y tipo de vegetación. 79
Cuadro 33. Producción de sedimentos por rango y superficie. 81
Cuadro 34. Producción de sedimentos por tipo de uso de suelo y vegetación. 82
Cuadro 35. Comparación entre el rendimiento reportado y el simulado por el modelo SWAT para las especies de interés en la cuenca. 84
Cuadro 36. Producción de biomasa por rango y superficie. 85
Cuadro 37. Producción de biomasa y rendimientos por tipo de uso de suelo y vegetación. 85
Cuadro 38. Producción de agua por rango y superficie. 86
Cuadro 39. Producción de agua por tipo de uso de suelo y vegetación. 86
Cuadro 40. Pérdida de suelo por rango y superficie. 91
Cuadro 41. Perdida de suelo por tipo de uso de suelo y vegetación. 91
Cuadro 42. Coeficiente de escurrimiento (mm/mm) por rango y superficie. 93
Cuadro 43. Coeficiente de escurrimiento por tipo de uso de suelo y vegetación. 93
Cuadro 44. Costo ecológico de producir una unidad de biomasa en términos de la pérdida de suelo. 96
Cuadro 45. Localidades a nivel municipio, con problemas de degradación, en parte alta de la cuenca del río Fuerte, estado de Chihuahua. 98
Cuadro 46. Localidades con problemas de degradación, en función de su densidad de población, cuenca alta del río Fuerte estado de Chihuahua. 99
Cuadro 47.Valores de ajuste entre valores de escurrimiento mensual medidos y simulados. 101
Cuadro 48. Caudales ecológicos con base en aforos hidrométricos y simulados a nivel diario con SWAT. 102
Cuadro 49. Caudales ecológicos para la estación hidrométrica Huites, observados y simulados a nivel diario con SWAT. 103
Cuadro 50. Producción de sedimentos por rango y superficie. 107
Cuadro 51. Producción de sedimentos por tipo de uso de suelo y vegetación. 107
Cuadro 52. Pérdida de suelo por rango y superficie. 109
Cuadro 53. Perdida de suelo por tipo de uso de suelo y vegetación. 109
Cuadro 54. Coeficiente de escurrimiento (mm/mm) por rango y superficie. 111
Cuadro 55. Coeficiente de escurrimiento por tipo de uso de suelo y vegetación. 111

Cuadro 56. Costo ecológico de producir una unidad de biomasa en términos de la pérdida de suelo. 113
Cuadro 57. Localidades a nivel municipio, con problemas de degradación, en parte alta de la cuenca del río Mayo, estado de Chihuahua. 115
Cuadro 58. Localidades con problemas de degradación, en función de su densidad de población, cuenca alta del río Mayo, estado de Chihuahua. 116
Cuadro 59. Valores de ajuste entre valores de escurrimiento mensual medidos y simulados. 119
Cuadro 60. Caudales ecológicos con base en aforos hidrométricos y simulados a nivel diario con SWAT. 120
Cuadro 61. Personal técnico participante en el curso-taller. 120
Cuadro 62. Objetivos ambientales para determinar el régimen del caudal ecológico. 123
Cuadro 63. Caudal ecológico por subcuenca de la cuenca del Río Mayo. 124
Cuadro 64. Valores del factor "n" de rugosidad de Manning para flujo superficial (OVN).. 135
Cuadro 65. Valores del factor "n" de rugosidad de Manning para cauces (CHN). 137
Cuadro 66. Códigos de estructura para su uso en el nomograma de Wischmeier. 139
Cuadro 67. Códigos y permeabilidad para su uso en el nomograma de Wischmeier..139
Cuadro 68. Valores medios del factor K con base en textura y materia orgánica (t-h-tons^{-1}-pie^{-1}-pulg^{1}). 139
cuadro 69. Valor de erosionabilidad (K) estimado en función de la unidad de suelo y su textura (t-h-tons^{-1}-pie^{-1}-pulg^{-1}). 140
Cuadro 70. Resultados de laboratorio de las muestras de suelo. 142
Cuadro 71. Continuación de resultados de laboratorio de las muestras de suelo....143
Cuadro 72. Continuación de resultados de laboratorio de las muestras de suelo....143
Cuadro 73. Volumen mensual de sedimentos (miles de m^3) de la Estación Hidrológica Huites. 144
Cuadro 74. Volumen mensual de sedimentos (miles de m^3) de Estación Hidrológica Chinipas. 145
Cuadro 75. Volumen mensual de sedimentos (miles de m^3) de la Estación Hidrológica San Bernardo. 145
Cuadro 76. Gasto medio mensual (m^3/s) de la Estación Hidrológica Álamos. 146
Cuadro 77. Gasto medio mensual (m^3/s) de la Estación Hidrológica Huites. 146
Cuadro 78. Gasto medio mensual (m^3/s) de la Estación Hidrológica Batopilas. 148
Cuadro 79. Gasto medio mensual (m^3/s) de la Estación Hidrológica Chínipas. 148
Cuadro 80. Gasto medio mensual (m^3/s) de la Estación Hidrológica Palo Dulce. 150
Cuadro 81. Gasto medio mensual (m^3/s) de la Estación Hidrológica Urique II....151
Cuadro 82. Gasto medio mensual (m^3/s) de la Estación Hidrológica Jesús Cruz. 152
Cuadro 83. Gasto medio mensual (m^3/s) de la Estación Hidrológica San Bernardo....152

Cuadro 84. Volumen anual de sedimentos (miles de m^3) de las Estaciones Hidrológicas: Huites, Chinipas y San Bernardo. 153
Cuadro 85. Gasto medio anual (m^3/s) de Estaciones Hidrológicas. 154
Cuadro 86. Volumen anual de escurrimiento (miles de m^3) de Estaciones Hidrológicas..... 155
Cuadro 87. Gasto máximo en el año (m^3/s) de Estaciones Hidrológicas..... 156
Cuadro 88. Temperatura Máxima del aire. 158
Cuadro 89. Temperatura mínima del aire. 162
Cuadro 90. Desviación estándar de la temperatura máxima del aire mensual..... 166
Cuadro 91. Desviación estándar de la temperatura mínima mensual. 170
Cuadro 92. Precipitación promedio mensual. 174
Cuadro 93. Desviación estándar diaria de precipitación en el mes. 178
Cuadro 94. Coeficiente oblicuo para la precipitación diaria en el mes. 182
Cuadro 95. Probabilidad de un día húmedo después de un día seco en el mes..... 186
Cuadro 96. Probabilidad de un día húmedo después de un día seco en el mes..... 190
Cuadro 97. Promedio de días de precipitación en el mes. 194
Cuadro 98. Precipitación máxima de 0.5 horas en todo el período de registro del mes. 198
Cuadro 99. Promedio de radiación solar diaria en el mes..... 202
Cuadro 100. Temperatura promedio del punto de rocío en el mes..... 206
Cuadro 101. Velocidad promedio del viento en el mes. 210

1. Palabras clave del proyecto

Priorización hidrológica, Erosión de suelos, Modelo SWAT, Sierra Tarahumara, Caudal Ecológico..

2. Resumen ejecutivo general

El presente informe muestra el proceso y análisis de información básica necesaria para alimentar el modelo SWAT y la definición de las Unidades de Respuesta Hidrológica para la cuenca del río Fuerte y río Mayo hasta las Estaciones hidrométricas Huites y San Bernardo, así como, el análisis de resultados de la calibración y validación del modelo con los registros hidrométricos (escurrimiento y sedimentos), del caudal ecológico y la producción de biomasa. Como resultado se obtuvo: las bases de datos de los parámetros calibrados y validados, el balance hidrológico a nivel de subcuencas que integran el área del Proyecto Tarahumara Sustentable (PTS) y la priorización de áreas de atención; así mismo los mapas de suelo de las cuencas del río Fuerte y Mayo, la distribución de la erosión hídrica, rendimientos de materia seca de las coberturas vegetales, la distribución espacial de rendimientos de maíz, forraje y madera y el costo ecológico del cultivo de maíz y el pastoreo extensivo; en términos de la relación entre rendimiento económico y erosión hídrica de las dos cuencas (Fuerte y Mayo). Además, se incluye el caudal ecológico de 4 subcuencas del río Fuerte, del río Mayo y la subcuenca de la cascada de Bassaseachic. Asimismo, el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) del río Mayo, el cual, se estimó de acuerdo con la metodología de la Norma Mexicana NMX. AA-159-SCFI-2012, apéndice D, para cuencas hidrológicas (DOF, 2012) donde se identificó el volumen de agua necesario para mantener las condiciones medioambientales y bióticas de los ecosistemas acuáticos (presas, lagos, lagunas, estuarios, humedales, llanuras inundables, cauces y sistemas de aguas subterráneas).

3. Introducción general

En México, al igual que en otras partes del mundo, el manejo integrado de cuencas se utiliza como herramienta de planeación y gestión para el manejo de los recursos naturales. En este sentido, la cuenca se considera como el espacio natural donde el ser humano interactúa con el medio ambiente y donde las actividades productivas, según la resiliencia de la misma, impactan su comportamiento hidrológico y la cantidad de biomasa que es aprovechada.

La cuenca, por su extensión territorial es la unidad natural de planeación para el uso eficiente de recursos destinados a su conservación y manejo. Según su nivel de intervención y grado de deterioro es conveniente definir áreas estratégicas de intervención de acuerdo a su impacto hidrológico y productivo. Estas áreas de intervención se definen con base en las características biofísicas de la cuenca, la presión que ejerce la población a través del manejo y el uso del suelo y su contribución en los escurrimientos, sedimentos y producción de satisfactores. La correcta caracterización hidrológica de la cuenca establece el marco general de trabajo que permite definir

las acciones de intervención hacia problemas concretos y áreas prioritarias, en este caso, mejorar la sustentabilidad de las áreas protegidas e incorporar la conservación de la biodiversidad y uso sustentable en la productividad de los paisajes terrestres de la Sierra Tarahumara.

La Sierra Tarahumara alberga una de las áreas boscosas más extensas de América del norte y cuenta con un singular y amplio sistema de cañones profundos. La heterogeneidad de los paisajes y los procesos naturales han dado lugar a una rica mezcla de ecosistemas con especies templadas y tropicales. Sin embargo, al ser un centro de biodiversidad global, la Sierra Tarahumara es considerada, en este sentido, uno de los lugares más amenazados del mundo. Las causas de la degradación de los recursos naturales de la región son múltiples y complejas. Las principales amenazas a la biodiversidad y servicios ecosistémicos en la Sierra Tarahumara son la degradación de bosques, la deforestación, la disminución y contaminación de los recursos hídricos, los incendios forestales, la construcción de caminos, la expansión de la minería, entre otros.

Las amenazas al medio ambiente de la Sierra Tarahumara actúan indirectamente sobre las especies y su diversidad genética por medio de la destrucción, degradación y fragmentación de sus hábitats y ecosistemas. Estas amenazas, causadas principalmente por la pobreza y carencia de alimento, fomentan la explotación no sustentable e ilegal de madera, el pastoreo de los bosques, desmonte de pequeñas áreas para uso agrícola (sin prácticas de conservación de suelo y humedad), pastoreo más allá de la capacidad óptima de recuperación de los pastos y la extracción de leña en los agostaderos más cercanos a las comunidades rurales; lo que causa variaciones en los caudales de los principales ríos de la región.

Desde el año 2014 se implementó el proyecto "Gestión integrada del territorio para la conservación de la biodiversidad en áreas de protección y producción en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México" conocido como "Proyecto Tarahumara Sustentable", propuesto por el Gobierno de la República al Consejo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial GEF (por sus siglas en inglés). El cual se implementa a través del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y en coordinación con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés). El objetivo de esta coordinación es mejorar la sustentabilidad de las áreas protegidas e incorporar la conservación de la biodiversidad y uso sustentable en la productividad de los paisajes terrestres de la Sierra Tarahumara.

El Proyecto Tarahumara Sustentable, en su aérea de trabajo (ver Figura 1), fomenta la conservación de la biodiversidad para mantener y mejorar los servicios ambientales con un enfoque sustentable. Para ello, el Proyecto ha definido, con enfoque sustentable, una estrategia de planeación, manejo y conservación de los servicios ecosistemas prioritarios para reducir su degradación en las diferentes unidades productivas y naturales de la cuenca. De la misma forma, ha pugnado por la asignación focalizada y coordinada de los recursos económicos a fin de mejorar la eficiencia en su aplicación

y mejorar su impacto en la conservación y manejo de los recursos naturales. Así mismo, con el presente trabajo busca establecer una línea base que permita monitorear el cambio en la cultura de manejo y la conservación de los recursos naturales básicos de la Sierra Tarahumara.

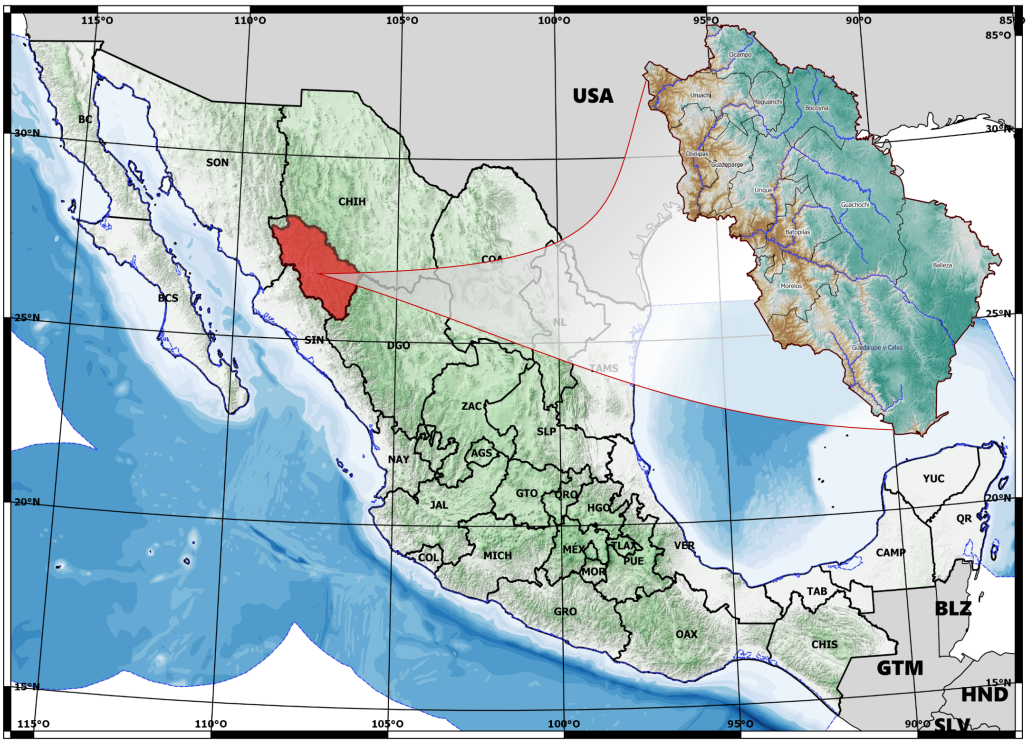


Figura 1. Área de influencia del Proyecto Tarahumara Sustentable.

El Proyecto Tarahumara Sustentable (PTS) ha identificado, para un manejo efectivo sobre las amenazas a la biodiversidad, la necesidad de contar con información cartográfica digital, en formatos unificados, con bases de datos de información biofísica detallada y herramientas de diagnóstico con bases científicas sólidas. Todas ellas herramientas útiles para la toma de decisiones sobre planes de manejo que permitan alinear las políticas públicas, la concurrencia de fondos, la adopción de mecanismos de gobernanza ambiental y parámetros de evaluación sobre las iniciativas de conservación y regulación de los servicios ecosistémicos en tierras productivas y áreas de conservación.

La valoración de los servicios ecosistémicos de soporte hídrico hasta el momento se ha realizado de forma general, principalmente por la falta de información biofísica suficiente para estimar la magnitud de las variables hidrológicas en las diferentes subcuencas que componen el territorio del PTS. Con el propósito de allanar esta limitante, en el presente trabajo se calibró y validó el modelo SWAT (Soil and Water Assessment Tools) con parámetros ambientales y variables de manejo de la zona de estudio, para identificar áreas de intervención prioritarias y establecer la condición base para comparar el impacto de futuras acciones de manejo, que hubiera lugar, en los procesos hidrológicos y productivos de las cuencas de los ríos Fuerte y Mayo. Además, se realizó un Estudio

Técnico Justificativo (ETJ) para el análisis del caudal ecológico de la subregión hidrológica del río Mayo, localizada en una zona con altas demandadas evapotranspirativas y una población en crecimiento, que utiliza recursos naturales, e hídricos (superficiales y subterráneos) para generar energía eléctrica, riego agrícola, piscicultura, uso pecuario, urbano y desarrollo industrial.

El modelo SWAT se considera una herramienta, con bases científicas, para evaluar la interdependencia de los servicios ecosistémicos, con las tasas de degradación de los hábitats y el manejo por parte de los usuarios del recurso. Así, una vez calibrado y validado el modelo SWAT permite ensayar los alcances hidrológicos y productivos de las posibles intervenciones ambientales propuestas por las instituciones involucradas en el desarrollo sustentable de la Sierra Tarahumara. Estas valoraciones ambientales permitirán a los tomadores de decisiones priorizar áreas de intervención, definir las mejores estrategias de manejo para la conservación sustentable y aplicar de manera racional los recursos públicos en las comunidades con los mayores impactos ambientales y/o beneficios sociales posibles.

4. Objetivos (generales y específicos)

Generales

- Estimar condiciones hidrológicas y priorizar áreas que, por sus condiciones productivas y/o grado de deterioro requieren de acciones para el manejo sustentable de sus recursos naturales básicos, en el área que cubre la subcuenca alta de los ríos Fuerte y Mayo, en el marco del Proyecto Tarahumara Sustentable (PTS) del estado de Chihuahua.
- Realizar el estudio técnico justificativo para el caudal ecológico de la subregión hidrológica del río Mayo.

Específicos

- Calibrar y validar el modelo SWAT (Soil and Water Assessment Tool) con base en los aforos de escurrimientos y sedimentos, de las estaciones hidrométricas Huites (10037). del río Fuerte y la estación hidromerica San Bernardo (09067) del río Mayo.
- Conocer el balance hidrológico de las subcuencas que escurren a las estaciones hidrométricas Huites y San Bernardo, mediante la aplicación del modelo hidrológico SWAT.
- Conocer la distribución espacial de rendimientos de materia seca de las principales coberturas vegetales nativas y en explotación (agrícolas, forestales y de agostadero) en función de su manejo.
- Identificar las principales asociaciones suelo-vegetación, dentro del territorio del Proyecto Tarahumara Sustentable, que presentan mayor fragilidad a la degradación.
- Identificar polígonos que presentan conflictos de uso de suelo y problemas de degradación inminente.
- Identificar comunidades que requieren de una intervención prioritaria para procurar el uso

sustentable de sus actividades productivas.

- Identificar volumen de agua necesario para mantener las condiciones medioambientales y bióticas de los ecosistemas acuáticos de la subregión hidrológica del río Mayo.
- Identificar el caudal necesario para que no se alteren los ecosistemas presentes en la zona de las subregiónes hidrológicas de los ríos Fuerte y Mayo.

5. Metas

De acuerdo con los objetivos establecidos, se consideraron los siguientes alcances, actividades y productos por realizar:

Información básica SWAT (Cuencas de los ríos Fuerte y Mayo)

Actividades:

- Verificación y ajuste de polígonos, usos de suelo y vegetación.
- Elaborar mapa de uso de suelo y vegetación.
- Recopilación y procesamiento de información climática.
- Elaborar mapa de suelos y procesamiento de información edáfica.
- Recopilación y procesamiento de registros hidrométricos.
- Recopilación y procesamiento de parámetros fisiotécnicos, de manejo agrícola y de rendimiento de grano y forraje (INEGI microdatos y SIAP).
- Definir periodos para calibración y validación de SWAT.

Alcance:

- Procesar y análisar la información básica para la alimentación, con información coherente, de los modelos aplicados.
- Alimentar el modelo SWAT con información de calidad.
- Definir las mejores Unidades de Respuesta Hidrológica para la cuenca.

Producto:

- Información climática que cubre el territorio del PTS: base de datos.
- Mapa de suelos, con criterios geomorfoclimáticos, del territorio del PTS: mapa.
- Propiedades físicas y químicas de suelos presentes en el área de estudio: base de datos.

Análisis de resultados SWAT (Cuencas de los ríos Fuerte y Mayo)

Actividades:

- Calibrar y validar el modelo SWAT usando registros hidrométricos mensuales de las estaciones hidrométricas Huites (10037) y San Bernardo (9067).
- Calibrar el modelo SWAT con base en los censos agrícolas y pecuarios disponibles para la

cuenca.

Alcance:

- Disponer, a nivel de cuenca, de un instrumento que simule, en base al manejo y condiciones climáticas específicas, la producción de sedimentos, escurrimientos y producción de biomasa.
- Conocer la distribución espacial del ciclo hidrológico que ocurre dentro de la cuenca; específicamente escurrimientos, sedimentos y rendimientos de materia seca de las coberturas vegetales nativas y usos productivos del suelo.
- Conocer el costo ecológico del cultivo de maíz y del pastoreo extensivo, en términos de la relación entre rendimiento económico y erosión hídrica.

Producto:

- Parámetros calibrados y validados: base de datos.
- Distribución de la erosión hídrica en el área del PTS: mapa.
- Rendimientos de materia seca de las coberturas vegetales: mapa
- Balance hidrológico a nivel de subcuencas que integran el área del PTS: base de datos.
- Distribución espacial de rendimientos de maíz, forraje y madera: un mapa.
- Costo ecológico del cultivo de maíz y del pastoreo extensivo, en términos de la relación entre rendimiento económico y erosión hídrica: mapa
- Priorización de áreas de atención: base de datos.

Estudio Técnico Justificativo (ETJ) (Cuenca del río Mayo)

Actividades:

- Descripción del área de estudio (delimitación geográfica, sistema hidrológico, fisiografía, caracterización socioeconómica, uso del suelo y cobertura vegetal).
- Uso, disponibilidad, antecedentes normativos y problemática de las aguas nacionales (Superficiales y subsuelo).
- Uso ambiental o para conservación ecológica.
- Identificar, con base en los aforos disponibles, las principales subcuencas que conforman el río Mayo hasta su desembocadura al mar.

Alcance:

- Identificar volumen de agua necesario para mantener las condiciones medioambientales y bióticas de los ecosistemas acuáticos (presas, lagos, lagunas, estuarios, humedales, llanuras inundables, cauces y sistemas de aguas subterráneas).
- Identificar el caudal necesario para no alterar los ecosistemas presentes en la zona.

Producto:

- Caudal ecológico por cuencas principales: base de datos
- Problemática, conclusiones y recomendaciones: informe técnico

Capacitación

Actividades:

- Taller de capacitación sobre el modelo SWAT para la operación y planteamiento de escenarios de manejo.

Alcance:

- Capacitar a técnicos del Proyecto Tarahumara Sustentable en el manejo de las bases de datos espaciales generadas por la consultoría y en la interpretación de los resultados simulados por el modelo SWAT.

Producto:

- Un taller dirigido a técnicos de las diferentes instituciones que participan en el Proyecto Tarahumara Sustentable: listas de asistencia y memoria fotográfica.

6. Área de estudio

El área de trabajo del Proyecto Tarahumara Sustentable, se localiza en el estado de Chihuahua, en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, dentro de la sub-provincia denominada Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses. El área de influencia del PTS es cubierta por las cuencas hidrológicas (Figura 2) del río Fuerte (61.78%), del río Conchos (16.78%), río Sinaloa (10.43%), del río Mayo (8.42%), río Culiacán (2.21%) y río Yaqui (0.39%). El río Fuerte, el principal dentro del área del PTS, es alimentado por numerosos cauces, entre ellos los ríos Verde, Turuáchic, de los Loera, San Miguel, Batopilas, Urique, Chínipas y los Oteros, y los arroyos Guachochi y Tenoriba, que finalmente descargan en el vaso de la Presa Luis Donaldo Colosio (Huites).

El río Mayo, se forma por la confluencia de los ríos Moris y Condameña, sigue una trayectoria suroeste recibiendo por la margen derecha a los ríos Babarocos y Rábanos, descargan en el vaso de la presa Adolfo Ruiz Cortínes. Desde el punto de vista hidrológico, en la Sierra Tarahumara nacen grandes ríos que desembocan en la vertiente del Pacífico y golfo de México (río Conchos).

De acuerdo con el censo 2010, realizado por el INEGI, en el área de influencia del PTS se tiene una población de 322,517 habitantes. La región es la más pobre y marginada del Estado de Chihuahua y del país; ocho municipios del PTS se encuentran en el quintil más bajo del índice nacional de desarrollo humano y la mitad de su población vive en pobreza extrema. En el área de estudio habitan 110,177 rarámuris, en los municipios de Guachochi, Urique, Bocoyna, Guadalupe y Calvo, Uruachi, Balleza y Guazapares (CONABIO, 2014). Las actividades económicas que se practican en la

cuenca son la agricultura, acuicultura, actividad forestal, minería y generación de energía eléctrica.

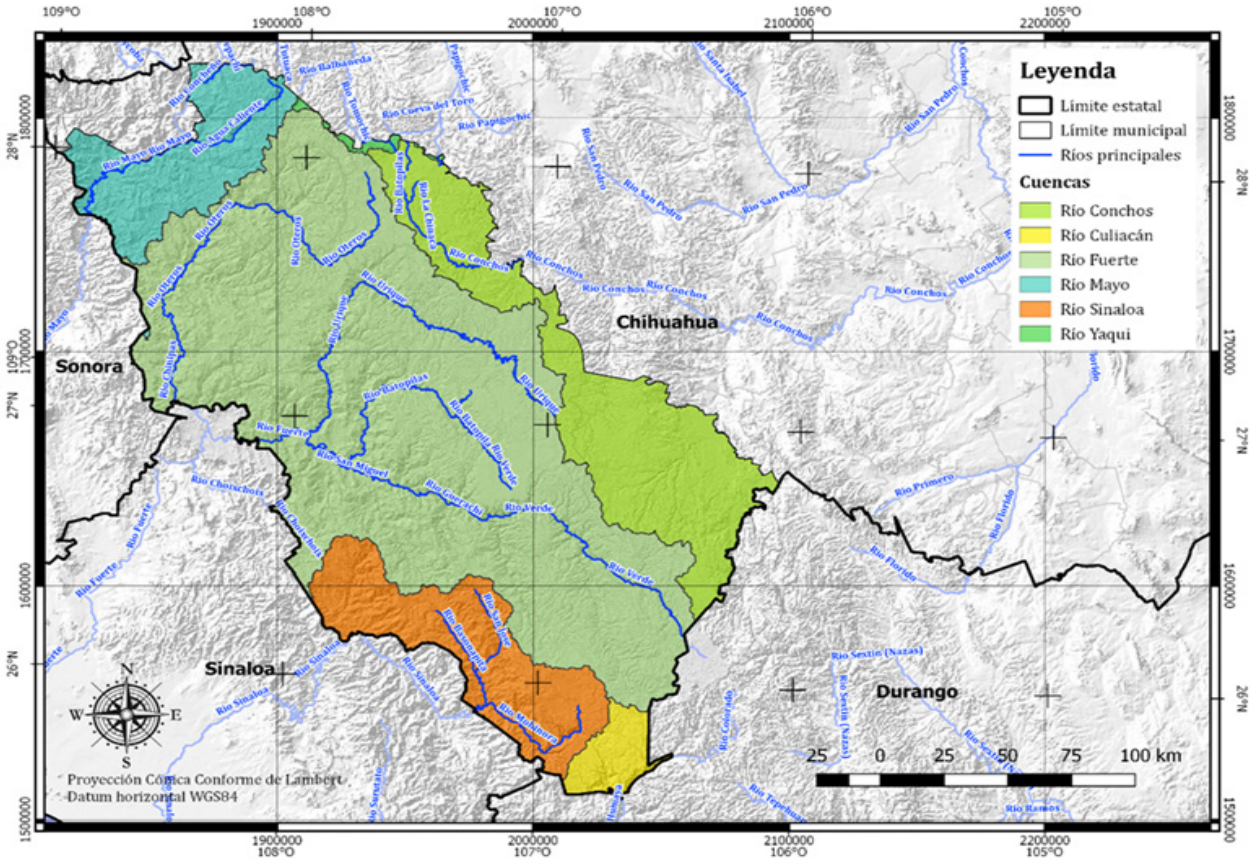


Figura 2. Cuencas dentro del área del Proyecto Tarahumara Sustentable.

Problemática:

- ***Modificación del entorno:*** construcción de presas y sistemas hidráulicos para control de avenidas, generación de energía eléctrica y riego; explotación forestal y construcciones de carreteras. Desmontes y desvío de corrientes.

- ***Contaminación:*** Desechos mineros en la cuenca alta; uso de herbicidas en campañas antinarcóticos, descargas domésticas y residuales.

- ***Uso de recursos:*** especies introducidas: lobina negra (*Micropterus salmoides)*, tilapia azul (*Oreochromis aureus*), rana catesbeiana, langostino (*Macrobrachium rosenbergii)* y lirio acuático (*Eichhornia crassipes*).

Conservación: preocupa la alteración del patrón hidrológico, la erosión de la cuenca, el azolvamiento de presas. Se requiere del derecho de uso de agua para los sistemas limnológicos, la recarga de acuíferos y un equilibrio en el aporte de sedimentos provenientes de las tierras agrícolas a los humedales. Faltan conocimientos de la flora y la fauna, aplicación plena de la legislación sobre el uso de plaguicidas para el control de plagas y de herbicidas en campañas antinarcóticos.

La subregión hidrológica río Fuerte se localiza en los estados de Chihuahua, Sinaloa y Sonora.

Los climas que dominan en la Subregión son climas semiseco semicálido, muy cálido, templado subhúmedo con lluvias en verano y algunas en invierno; semicálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual de 16 - 26 °C. Precipitación anual de 500 a 1000 mm. Entre los principales tipos de vegetación se presenta la selva baja caducifolia, vegetación riparia, bosques de encino, bosque de pino, bosque de pino-encino y tropical caducifolio.

El área para la calibración y validación del modelo SWAT se delimitó con base en la estación hidrométrica Huites (clave CONAGUA: 10,037) que pertenece a la subregión hidrológica Río Fuerte. La cuenca de la estación hidrométrica Huites abarca 26,100.64 Km^2, es decir, cubre el 63.3 % del área de trabajo del PTS (Figura 3) e incluye total o parcialmente los 12 municipios: Balleza, Batopilas, Bocoyna, Chínipas, Guachochi, Guadalupe y Calvo, Guazapares, Maguarichi, Morelos, Ocampo, Urique y Uruachi. Con la finalidad de cubrir la mayor superficie del área del PTS a la cuenca del Fuerte se le incluyeron microcuencas de los ríos Conchos, Sinaloa y Culiacán (Figura 3).

La Subregión Hidrológica río Mayo se localiza al noroeste de México en la región hidrológica 9 (Sonora Sur), al noreste del área de influencia del PTS. Sus límites geográficos los marcan los meridanos 108° 02' 02" y 109° 52' 55" de longitud Oeste y los paralelos 26° 36' 18" y 28° 22' 55" de latitud Norte, se ubica en los estados de Chihuahua y Sonora. Los afluentes del río Mayo se originan, principalmente, en el estado de Chihuahua, los cuales descienden por la ladera occidental de la Sierra Madre Occidental y se concentran en el estado de Sonora para desembocar al Golfo de California.

El área para la calibración y validación del modelo SWAT se delimitó con base en la estación hidrométrica San Bernardo (clave CONAGUA: 09,067) que pertenece a la parte alta de la subregión hidrológica río Mayo. La cuenca de la estación hidrométrica San Bernardo abarca 7,631.64 Km^2, cubre el 8.5% del área de trabajo del PTS (Figura 3) e incluye total o parcialmente tres municipios de Chihuahua: Chínipas, Ocampo y Uruachi.

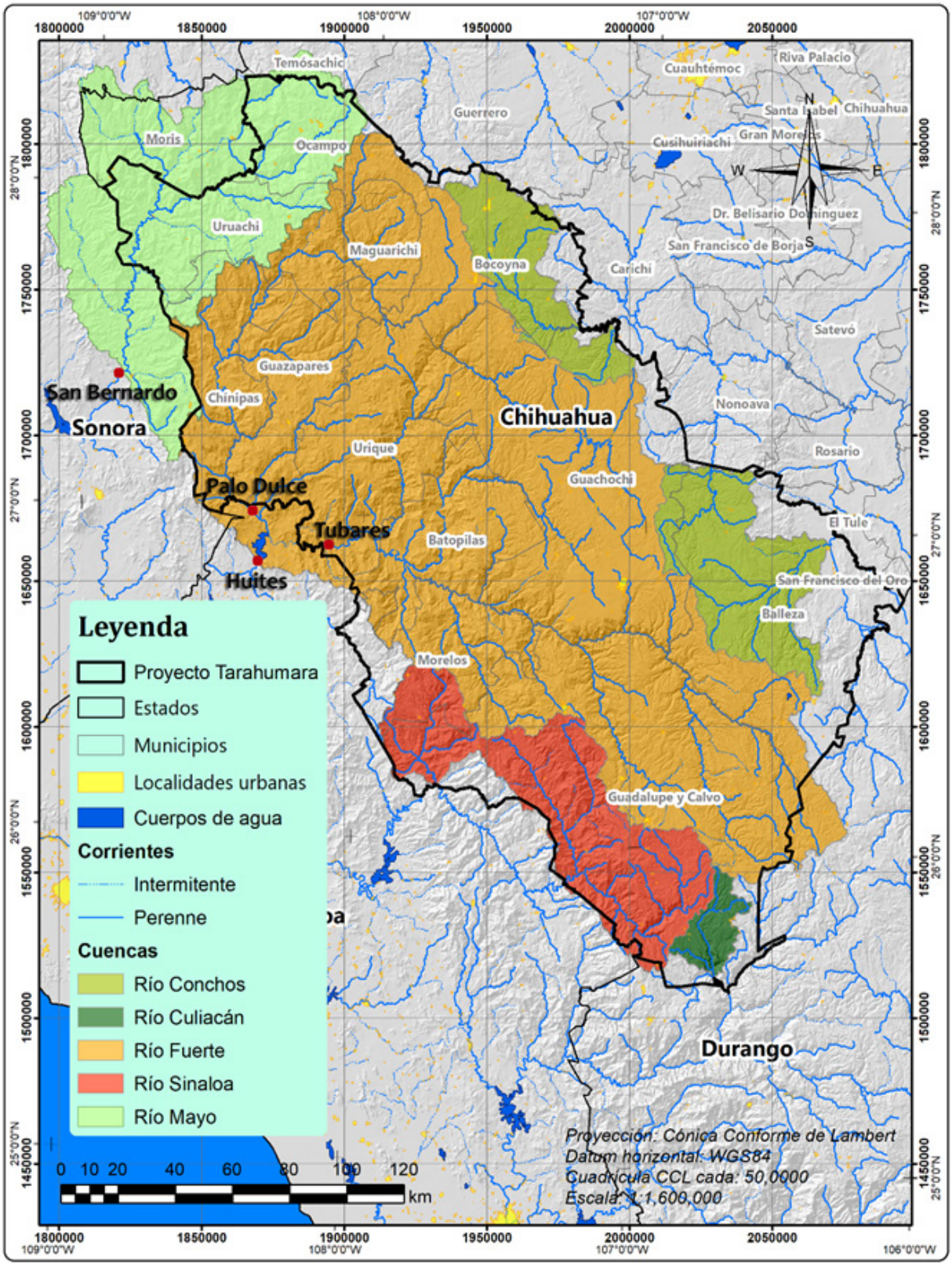


Figura 3. Área para la calibración y validación del modelo SWAT correspondientes a las cuencas altas de los ríos Fuerte (Estación Huites) y Mayo (San Bernardo).

Estaciones hidrométricas

Para el área de estudio del PTS (Figura 4) se reportan datos de las estaciones hidrométricas de Huites, Batopilas (Figura 5), Chínipas, Palo Dulce, Urique II, Álamos, Jesús Cruz, Tubares y San Bernardo. En el Anexo 2, se presenta el volumen mensual de sedimentos, el caudal medio mensual, el volumen anual de sedimentos, el caudal medio anual, el volumen anual de escurrimientos y el caudal máximo anual de las estaciones hidrométricas indicadas (IMTA, 2016).

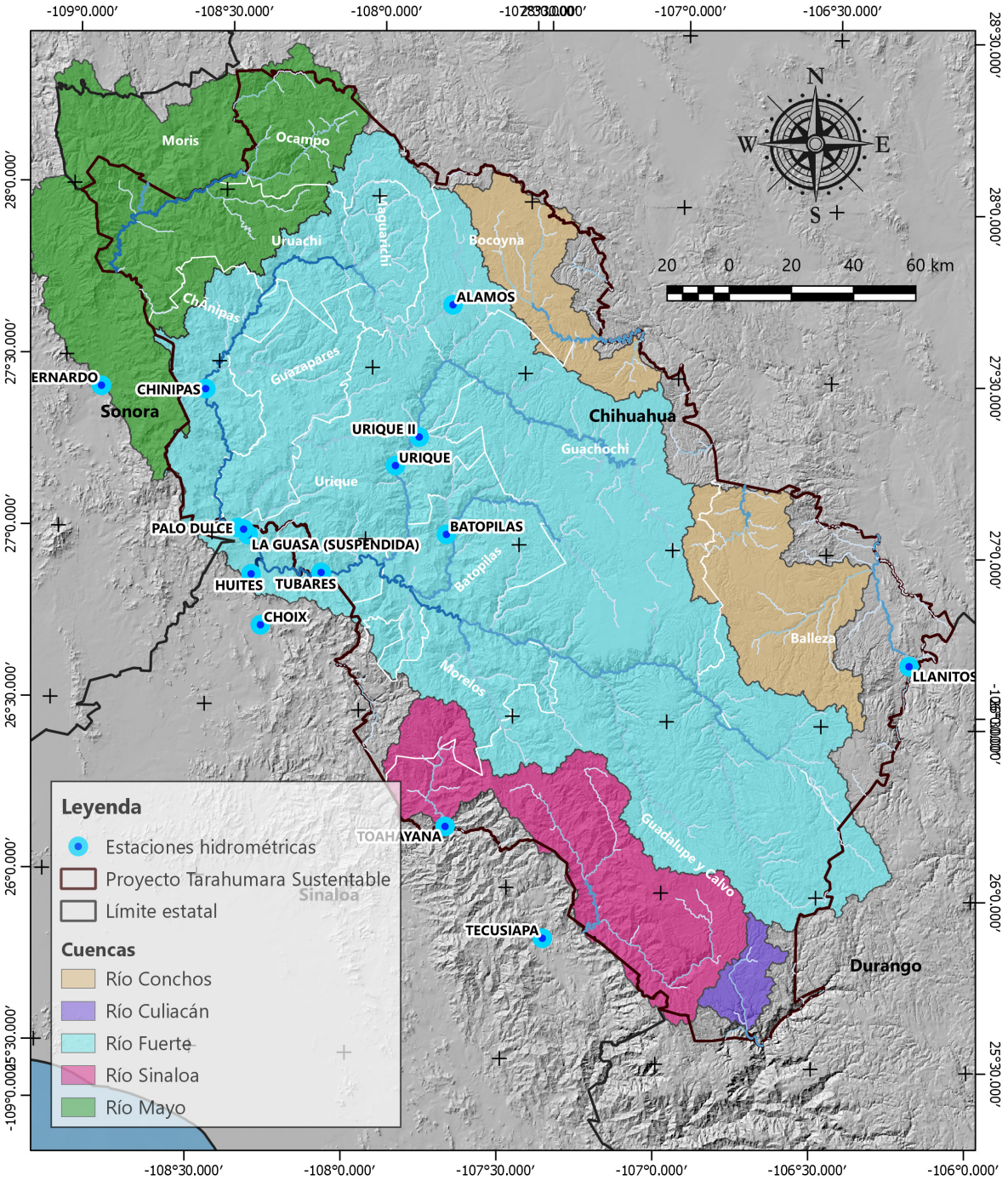


Figura 4. Ubicación de Estaciones Hidrométricas en el área de influencia del PTS.

Para las cuencas altas de los ríos Fuerte y Mayo, en la Figura 6 se muestran los gasto máximos anuales aforados, entre 1942 y 2014, para las estaciones hidrométricas de Huites (CONAGUA: 10,037), Álamos (10,053), Batopilas (10,063), Chínipas (10,064), Palo Dulce (10,077), Urique II (10,100), Jesús Cruz (10,119), Tubares (10,123) y San Bernardo (09,067). En la Figura 7 y Figura 8 se observa, comparado con la precipitación media anual, los caudales medios aforados disponibles para estación hidrométrica Huites y San Bernardo, respectivamente. La estación hidrométrica de Huites, como se puede observar, concentra el escurrimiento del resto de estaciones por lo que presenta los mayores gastos máximos instantáneos y caudales medios diarios. En cambio, la estación San Bernardo registra gastos máximos y caudal medio diario similar a estaciones contenidas en la cuenca del Huites, de menor superficie de captación.

Figura 5. Estación Hidrométrica en el río Batopilas.

En la Figura 6 se observa que la estación hidrométrica Huites ha experimentado una mínima variación en los gastos máximos, mientras que su caudal medio (Figura 7) se ha incrementado un 80% en el periodo 1942-1992. Como se muestra en la misma figura, este incremento esta asociado también a un incremento en la precipitación media de tres estaciones de la cuenca de Batopilas (SMN: 8007, 8161 y 8341). Para el caudal medio (Figura 8) en la cuenca del río Mayo, la tendencia registra una baja del 2% en el periodo de 1961-2014 asociado a una menor precipitación como lo muestran las estaciones meteorológicas Los Algodones (026228) y Moris (008182).

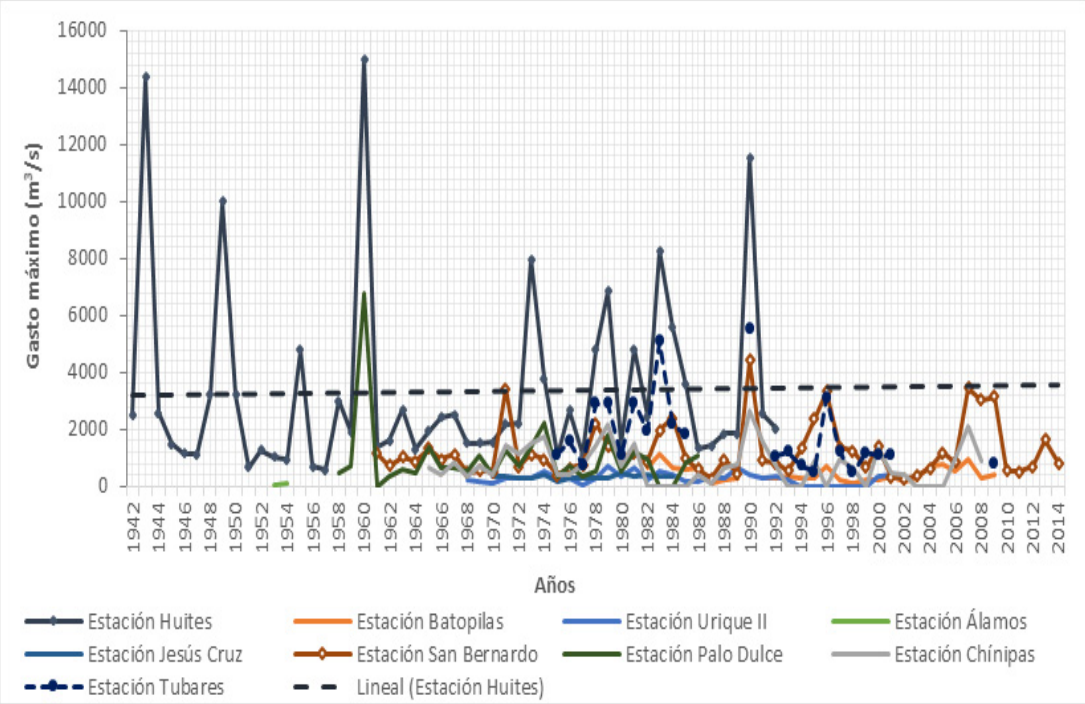


Figura 6. Gastos máximos anuales aforados en en las cuencas altas del río Fuerte y Mayo.

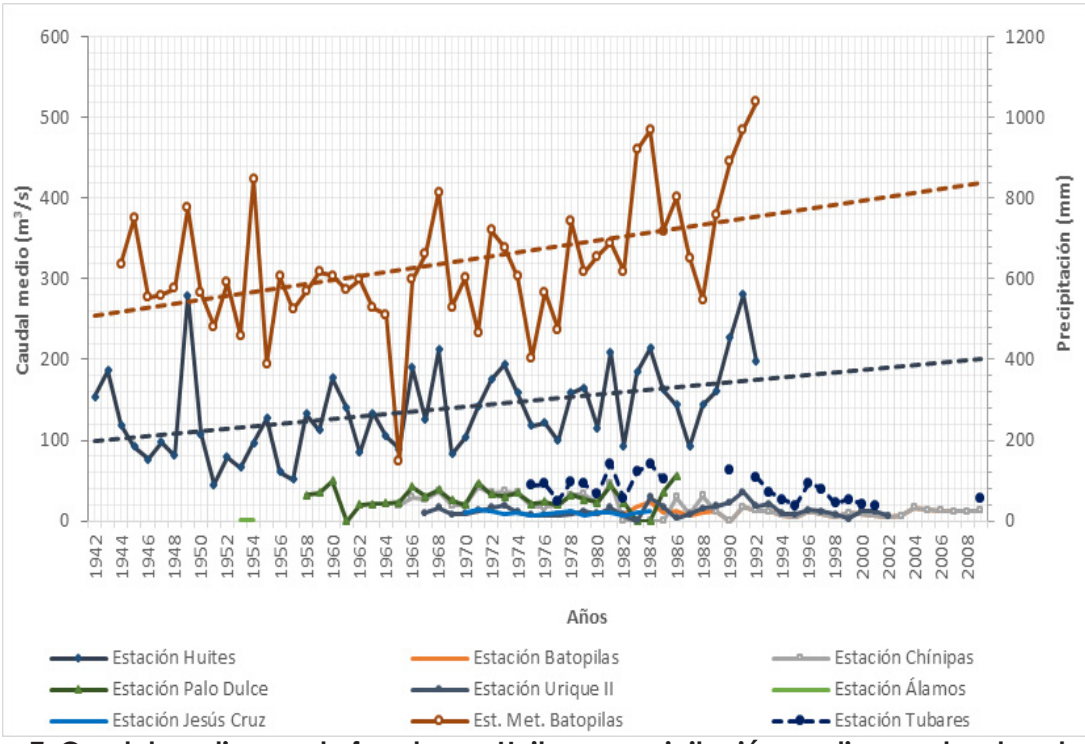


Figura 7. Caudal medio anual aforados en Huites y precipitación media anual en la estación meteorológica Batopilas.

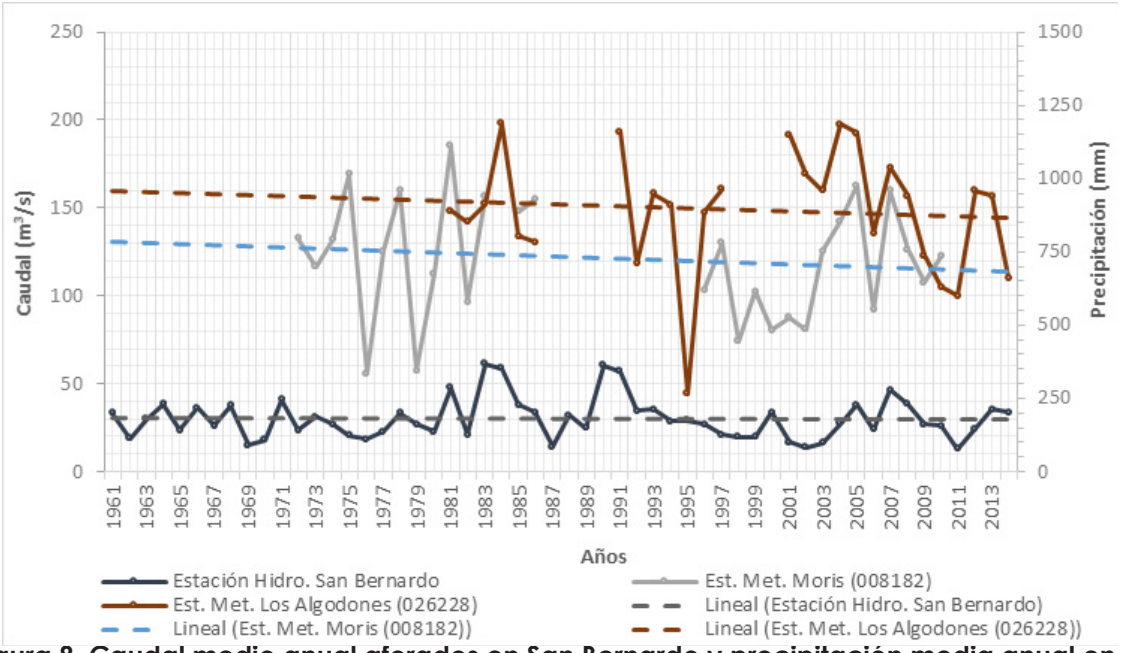


Figura 8. Caudal medio anual aforados en San Bernardo y precipitación media anual en la cuenca.

En la Figura 9 y Figura 10 se muestra el volumen anual de sedimentos aforados para las estaciones hidrométricas de Huites (10037), Chinipas (10064) y San Bernardo (09067). En la estación Huites en promedio se presentó, entre 1941 y 1983, un volumen de sedimentos de 8,915.64 miles de m^3. Considerando que los caudales máximos no se han incrementado y la lluvia muestra una tendencia al alza, los menores volúmenes medios anuales de sedimentos; puede estar asociado a una mayor cobertura vegetal, de las diversas especies vegetales, por coberturas vegetales más densas producto de mayores precipitaciones en la cuenca. Por otra parte, en la estación San Bernardo el volumen de sedimentos (media de 1,287.52 miles de m^3) sigue una tendencia a la baja, congruente con menores precipitaciones observadas.

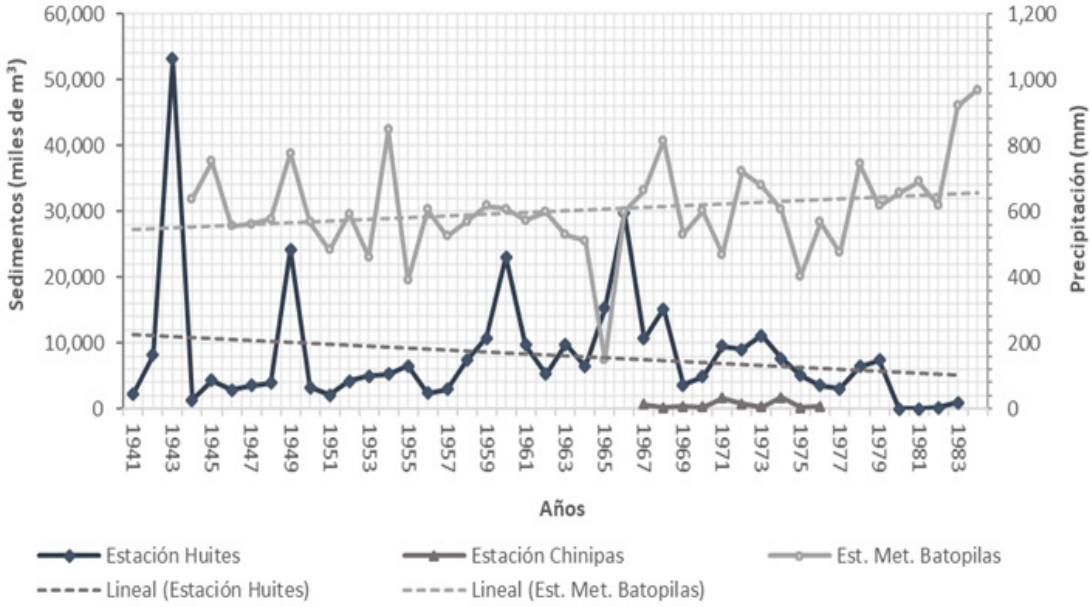


Figura 9. Volumen anual de sedimentos aforados en la cuenca del río Fuerte (estación Huites).

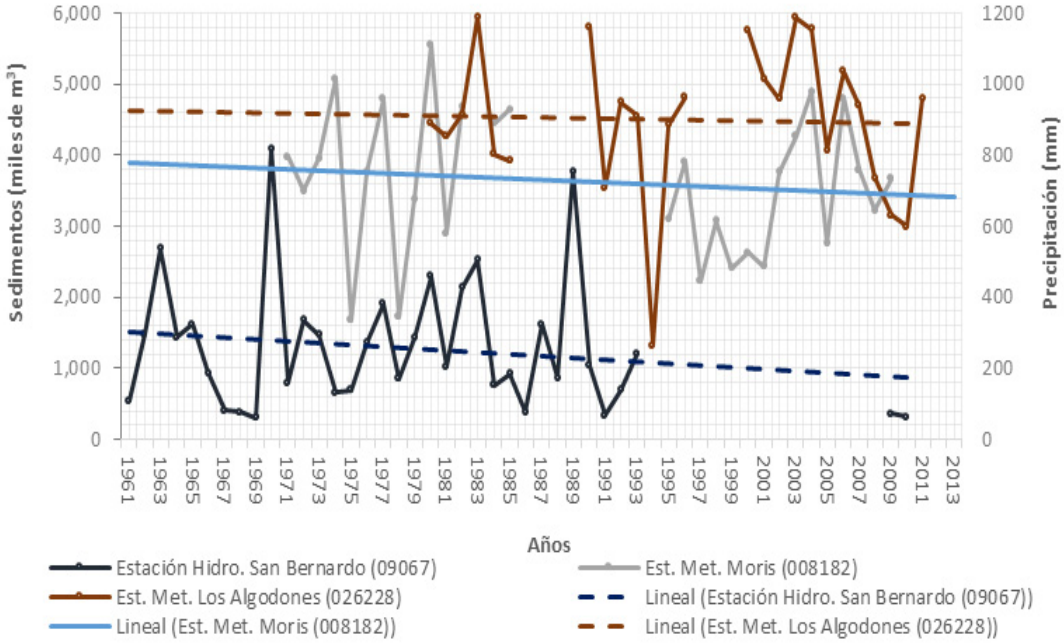


Figura 10. Volumen anual de sedimentos aforados en la cuenca del río Mayo (estación San Bernardo).

Relieve

Las condiciones fisiográficas de la zona del PTS son abruptas y accidentadas, lo que produce una amplia gama de condiciones climáticas, edáficas y de coberturas vegetales. Sus altitudes oscilan entre los 100 y 3,170 m; a más de 1,900 m son frecuentes las heladas entre octubre y marzo.

La cuenca del río Mayo se ubica dentro de la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental, esta provincia se compone de tres subprovincias: Pie de la Sierra, Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses, y Sierras y Cañadas del Norte. La subprovincia Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses ocupa la mayor superficie de la cuenca, está compuesta por topoformas de sierras altas con cañones y gran meseta con cañadas, las cuales presentan pendientes escarpadas asociadas con lomeríos. La subprovincia Sierras y Cañadas del Norte, ubicada en una franja al norte de la cuenca, se conforma por topoformas de Sierra Baja con cañadas (INEGI, 2001).

Condiciones climáticas

En la Figura 11 se muestran los climas y el porcentaje de superficie que estos abarcan en el área del PTS, como puede observarse, predominan doce climas. El clima dominante es el semifrío semiseco (52%) (Cuadro 1), con temperaturas que oscilan entre 12° y 16° C y precipitaciones anuales entre 700 y 1,000 mm. El segundo clima en importancia es el semicálido semiseco (16.27%), con temperaturas que oscilan entre 20° y 24° C y precipitaciones anuales entre 700 y 1,000 mm. El tercer clima que predomina es el templado semiseco (14.51%), con temperaturas que oscilan entre 16° y 20° C y precipitaciones anuales entre 700 y 1,000 mm (Figura 48).

Cuadro 1. Climas del área de estudio por superficie en el área del PTS.

Clima	Superficie	
	hectáreas	Porcentaje
Semifrío semiseco	2'341,458.70	52.08
Semicálido semiseco	731,332.20	16.27
Templado semiseco	652,287.98	14.51
Semifrío muy seco	289,566.36	6.44
Semifrío subhúmedo	262,464.30	5.84
Templado subhúmedo	76,665.37	1.71
Cálido semiseco	54,516.81	1.21
Semicálido seco	33,991.42	0.76
Templado seco	28,783.19	0.64
Templado muy seco	11,541.59	0.26
Cálido seco	10,089.12	0.22
Semicálido subhúmedo	3,367.57	0.07

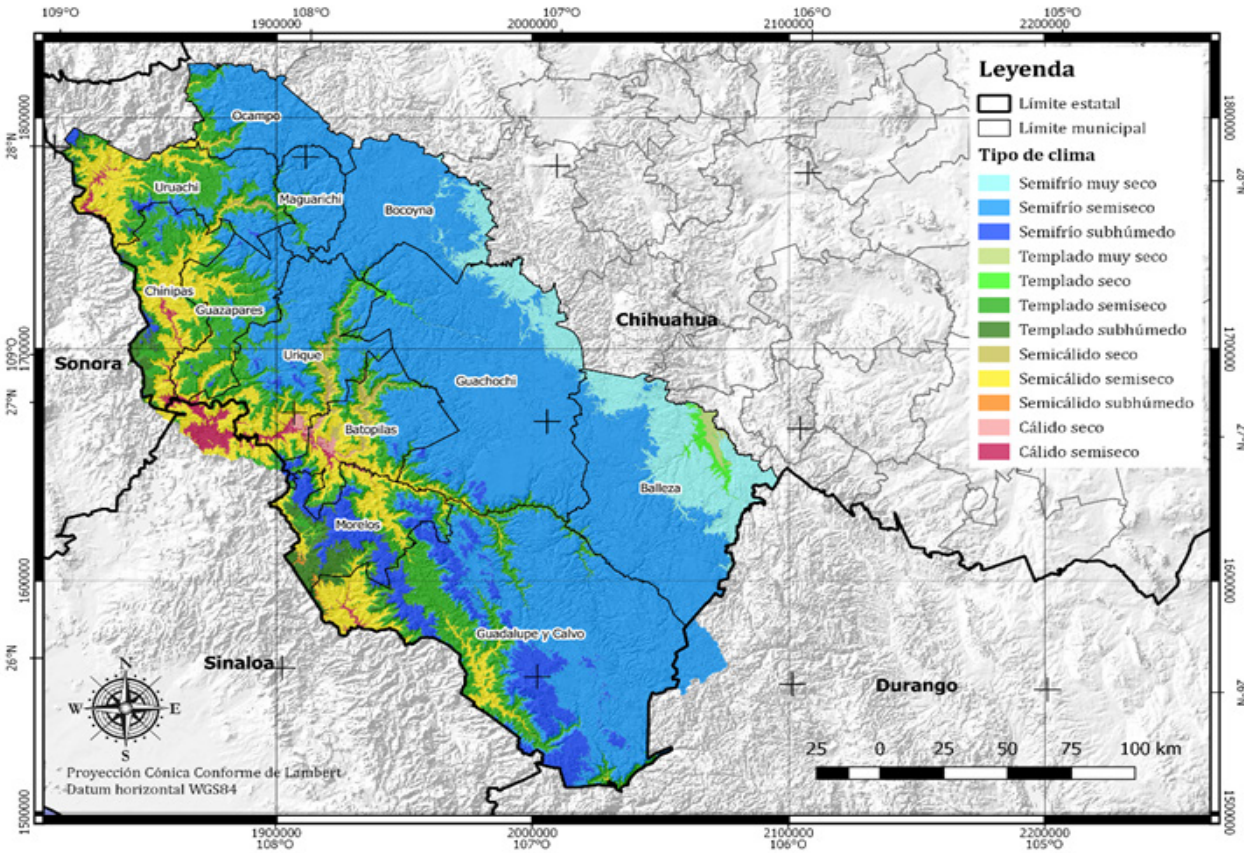


Figura 11. Climas del de área de influencia del PTS.

En el Cuadro 2 se presentan los climas y el porcentaje de superficie que estos abarcan en las cuencas del río Fuerte y del río Mayo, como puede observarse, al incrementar el área de estudio más alla del PTS, se presentan 19 climas. En la cuenca del río Fuerte predomina el clima templado subhúmedo (44.98%), con temperaturas que oscilan entre 12° y 18° C, desde los más secos, los

intermedios en cuanto a grado de humedad y los más húmedos. El segundo clima en importancia son los semifríos suhúmedos (29.74%), que van desde los más secos hasta los más húmedos de los subhúmedos, con sequías en invierno y los semicálidos subhúmedo (16.16%), temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor a 22°C, el más seco e intermedios de los subhúmedos (INEGI, 2014).

En la cuenca del río Mayo, al igual que el río Fuerte, predomina el clima templado subhúmedo (44.44%). El segundo clima en importancia, a diferencia del río Fuerte, es el clima semicálido subhúmedo (29.74%), con temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor a 22°C, el más seco e intermedios de los subhúmedos y los semiáridos semicálidos (10.28%) con invierno fresco temperatura media anual mayor a 18°C, temperatura del mes más frío inferior a los 18°C, con lluvias en verano y sequía en invierno (INEGI. 2014).

Cuadro 2. Climas en el área de estudio por superficie y por cuenca.

Clave	Clima	río Fuerte		río Mayo	
		Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%
(A)C(w0)	Semicálido subhúmedo del Grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor a 22°C, el más seco de los subhúmedos.	239,795.80	6.8	148,711.91	19.49
(A)C(w0)(x')	Semicálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 18°C el más seco de los subhúmedos, lluvias en verano y sequía en invierno.	0.00	0.00	78,243.79	10.25
(A)C(w1)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, los intermedios en cuanto el grado de humedad.	326,422.78	9.32	5,165.55	0.68
Aw0	Cálido Subhúmedo, el más seco de los subhúmedos	65,783.30	1.88	4,425.05	0.58
Aw1	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22ºC y temperatura del mes más frío mayor de 18ºC.	12,882.28	0.37		
BS1(h')hw	Semiárido Cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío menor a 18°C, más seco que el BS0, con lluvias en verano	149,689.34	4.27	45,191.40	5.92
BS1hw	Semiárido semicálido, con invierno fresco temperatura media anual mayor a 18°C, temperatura del mes más frío inferior a los 18°C, con lluvias en verano.	0.00	0.00	78,444.58	10.28
BS1hw(x')	Semiárido semicálido, con invierno fresco temperatura media anual mayor a 18°C, temperatura del mes más frío inferior a los 18°C, subhúmedo con lluvias en verano, y sequía en invierno, % de lluvia invernal mayor de 10.2	75,137.92	2.15	0.00	0.00
BS1kw	Semiárido templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	2,043.14	0.06	0.00	0.00
BS1kw(w)	Semiárido templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal menor de 5% del total anual.	13,475.61	0.38	0.00	0.00
C(w0)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del más frío entre -3°C y 18° C., el más seco de los subhúmedos.	204,700.18	5.84	11,406.71	1.49
C(w0)(x')	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, el más seco de los subhúmedos.	0.00	0.00	12,530.93	1.64
C(w1)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, los intermedios en cuanto a grado de humedad.	522,339.42	14.91	59,695.35	7.82
C(w1)(x')	Templado, subhúmedo, temperatura media natural entre 12°C y 18°C., los intermedios en cuanto a grado de humedad.	2,095.89	0.06	167,053.47	21.89
C(w2)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C., los más húmedos de los subhúmedos.	355,392.49	10.15	15,333.13	2.01

Clave	Clima	río Fuerte		río Mayo	
		Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%
C(w2)(x')	Templado subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente menor a 22°C, los más húmedos de los subhúmedos.	491,181.96	14.02	73,192.33	9.59
C(E)(w1)	Semifrío subhúmedo, Temperatura media anual entre 5° y 12°C, los intermedio en cuanto a grado de humedad de los subhúmedo con lluvias de verano y sequía en invierno, % de lluvia invernal entre 5% y 10.2%. P/T entre 43.2 y 55.	27,486.56	0.78	0.00	0.00
C(E)(w2)	Semifrío subhúmedo, temperatura media anual entre 5° y 12°C, los más húmedos de los subhúmedo con lluvias de verano y sequía en invierno, % de lluvia invernal entre 5% y 10.2%. P/T mayor de 55.	581,722.92	16.61	0.00	0.00
C(E)(w2)(x')	Semifrío subhúmedo, los más húmedos de los subhúmedos con lluvias en verano, y sequía en invierno, % de lluvia invernal mayor de 10.2.	432,677.95	12.35	63,770.17	8.36

Condiciones geo-edáficas de la cuenca

Esta región está conformada por materiales volcánicos, principalmente de roca extrusiva de la era cenozoica y específicamente del periodo neógeno; que comenzó hace 23 millones de años (INEGI, 2003). Cuadro 3 se muestra los tipos de roca que se encuentran en las cuencas de los ríos Fuerte y Mayo. En el río Fuerte la principal roca es la ignimbrita-toba riolitica (77.78%) y en la cuenca del río Mayo la ignimbrita-toba riolitica (40.66%) y el basalto-andesita (25.80%). La ignimbrita es de color blanco, gris claro y café claro, en partes presenta tonalidades rojizas, de estructura compacta, masiva y textura piroclástica; megascópicamente presenta una mineralogía cuyo contenido consiste de fragmentos de rocas, así como, pómez orientados, alineados y aplastados; la toba riolítica es una toba de ceniza de composición riolítica, de color blanco lechoso a gris claro, de estructura compacta y masiva con textura piroclástica.

Cuadro 3. Tipos de roca en las cuencas de los ríos Fuerte y Mayo (SGM, 2015).

Tipo de roca	río Fuerte		río Mayo	
	Sup. (ha)	Sup. (%)	Sup. (ha)	Sup. (%)
Ignimbrita-Toba riolítica	2´724,540.82	77.78	310,338.68	40.66
Andesita-Arenisca	104,706.38	2.99	-	-
Andesita	101,856.86	2.91	-	-
Basalto	89,901.56	2.57	-	-
Andesita-Toba andesítica	80,128.57	2.29	71,478.02	9.37
Granodiorita	61,700.82	1.76	-	-
Volcanosedimentaria	51,421.85	1.47	9,479.92	1.24
Granodiorita-Diorita	42,816.12	1.22	1,907.53	0.25
Lutita-Arenisca	39,235.65	1.12	30,221.62	3.96
Toba riolítica	34,798.27	0.99	6,172.09	0.81
Conglomerado poligénico	34,145.52	0.97	1,594.40	0.21
Conglomerado poligénico-Arenisca	26,113.33	0.75	37,961.24	4.97
Riolita	23,925.28	0.68	-	-
Arenisca-Toba riolítica	17,325.40	0.49	-	-
Granito-Granodiorita	16,681.74	0.48	35,217.71	4.61
Aluvial	15,120.27	0.43	2,314.18	0.30

Tipo de roca	río Fuerte		río Mayo	
	Sup. (ha)	Sup. (%)	Sup. (ha)	Sup. (%)
Brecha volcánica	10,198.13	0.29	-	-
Metavolcano-sedimentario	6,913.24	0.20	-	-
Basalto-Andesita	6,892.07	0.20	196,861.22	25.80
Caliza-Lutita	3,245.10	0.09	-	-
No aplicable	3,225.92	0.09	-	-
Caliza	2,560.15	0.07	4,125.75	0.54
Esquisto-Metasedimentario	1,124.32	0.03	-	-
Brecha volcánica andesotica	1,059.42	0.03	-	-
Conglomerado poligénico-Basalto	938.41	0.03	16,355.53	2.14
Coluvial	692.50	0.02	395.08	0.05
Gneis	634.51	0.02	-	-
Diorita	431.37	0.01	-	-
Lahar	330.51	0.01	-	-
Cuarzodiorita	124.18	0.00	-	-
Skarn-Hornfels	39.29	0.00	-	-
Basalto-Toba riolítica	-	-	35,368.37	4.63
Dolomía-Arenisca	-	-	1,459.91	0.19
Granito-Gneis	-	-	368.56	0.05
Lutita-Caliza	-	-	1,054.21	0.14
Pórfido andesítico	-	-	106.58	0.01
Pórfido monzonítico	-	-	83.84	0.01
Pórfido riolítico	-	-	299.92	0.04

De acuerdo al perfil geológico mostrado en la Figura 12 (SGM, 2015), localizado en la parte alta de la subregión hidrológica río Mayo, básicamente en el área que cubre el acuífero de San Bernardo, se observa en la parte más profunda un estrato dominante de rocas ígneas intrusivas (granito-granodiorita). El tectonismo regional ha conformado grabenes compuestos por series de fallas geológicas normales y paralelas entre sí, que han sido cubiertos en primera instancia, por depósitos sedimentarios de calizas y lutitas del jurásico y cretácico; y posteriormente con depósitos volcánicos (andesita, riolitas, toba), conglomerados y brechas, sobre todo en las cercanías de las fallas geológicas dominantes. El seccionamiento del basamento granítico, el gran espesor de los depósitos volcánicos (toba, riolitas, andesitas y basalto), el arrastre de materiales volcánicos en forma de brechas-conglomerados y la conformación del delta del río Mayo nos indican una enorme actividad volcánica en el periodo terciario (neógeno). Los depósitos cuaternarios se observan principalmente en los valles intermontanos y en los márgenes del río Mayo.

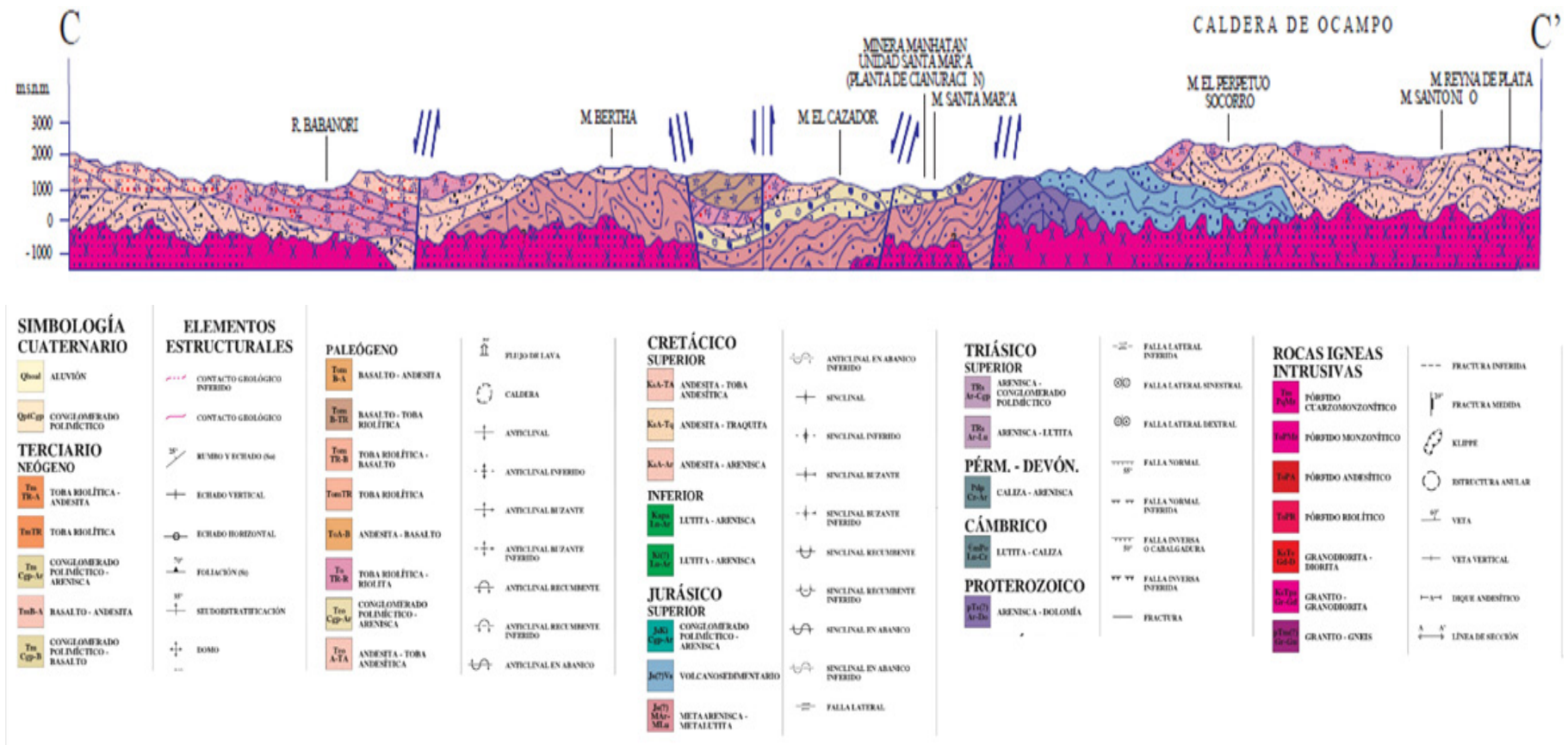


Figura 12. Perfil CC' de la Carta Geológica-Minera H12-12, Tecoripa, Chihuahua (SGM, 2015).

En el área de influencia del PTS predominan los suelos asociados a una orografía abrupta, sobresalen aquellos sujetos a erosión intensa (leptosol), los sujetos al transporte de materiales gruesos (regosol), y depósitos de materiales finos (phaeozem y verisoles), los derivados del intemperismo de materiales volcánicos (cambisol y luvisol) y en menor proporción los depositos de materiales en suspensión (fluvisol) (Figura 13). En el Cuadro 4 se muestra la distribución de los principales suelos que reporta el INEGI (2006).

Cuadro 4. Suelos presentes en la Sierra Tarahumara correspondientes al PTS (INEGI, 2006).

Suelos	Superficie	
	hectáreas	Porcentaje
Regosol	916,107.66	35.11
Leptosol	903,715.45	34.64
Phaeozem	380,160.57	14.57
Luvisol	256,858.27	9.84
Cambisol	109,580.78	4.20
Umbrisol	25,750.58	0.99
Durisol	7,392.38	0.28
Planosol	4,027.70	0.15
Vertisol	3,090.73	0.12
Fluvisol	2,383.43	0.09

Entre los grupos de suelos sobresalientes están los Regosoles (35.11%), Leptosoles (34.64%), Phaeozem (14.57%), Cambisoles (14.04%, incluyendo Luvisoles) y Fluvisoles (0.09%). Cabe resaltar que los polígonos asociados a Luvisoles, que reporta INEGI, en campo los materiales in-situ (volcánicos) presentan un intemperismo o grado de madurez más parecido a los Cambisoles, es decir, menos desarrollado. En la Figura 13 se puede observar su distribución.

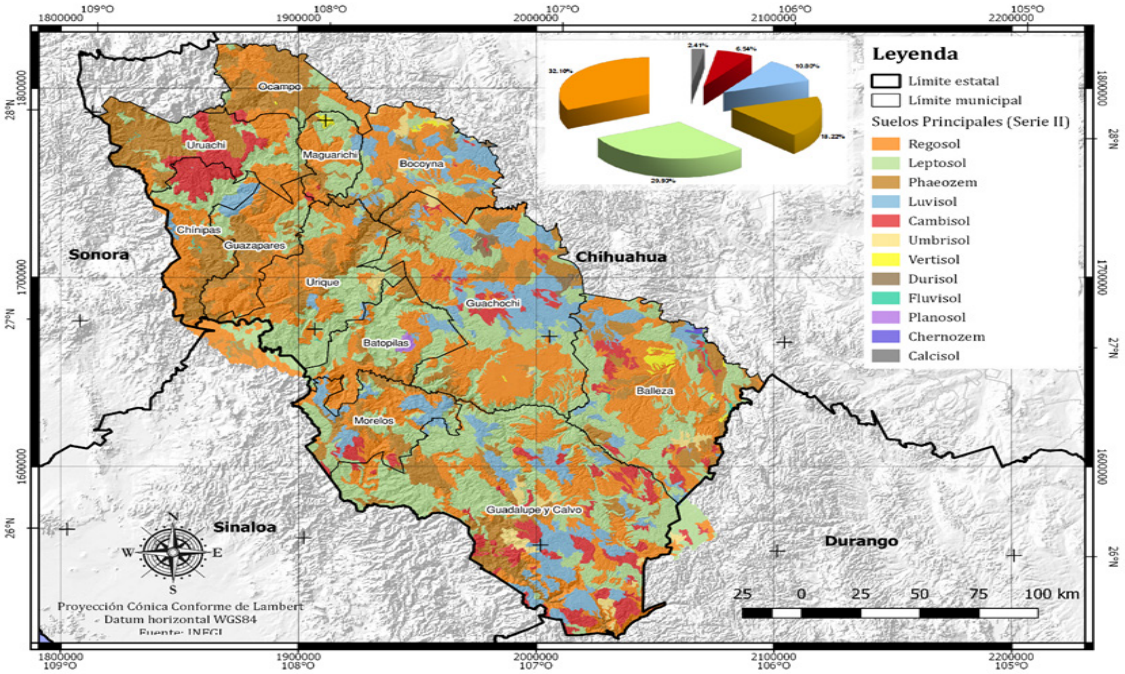


Figura 13. Suelos del área de influencia del PTS.

Según información de INEGI (2006) en la cuenca del río fuerte, como en el área del PTS, predominan los Regosols (33.9%), seguido de los Leptosols (31.6%), Cambisoles (17.6%, incluyendo Luvisoles) y Pheozem (14.4%). En cambio, en la cuenca del río Mayo los grupos de suelos sobresalientes son los Phaeozem (61.23%), Regosoles (18.05%), Leptosol (13.05%) y Cambisoles (7.10%, incluyendo Luvisoles) (Cuadro 5 y Figura 14).

Cuadro 5. Suelos presentes en las cuencas de los ríos Fuerte y Mayo (INEGI, 2006).

Suelos	Río Fuerte		Río Mayo	
	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%
Regosol	1'187,218.5	33.9	137,738.7	18.1
Leptosol	1'107,186.5	31.6	99,557.7	13.0
Phaeozem	505,274.4	14.4	467,281.4	61.2
Luvisol	415,164.7	11.9	4,750.2	0.6
Cambisol	202,219.5	5.8	49,457.0	6.5
Umbrisol	53,063.2	1.5	-	-
Vertisol	15,294.5	0.4	3,208.8	0.4
Durisol	8,986.3	0.3	-	-
Planosol	3,998.0	0.1	-	-
Fluvisol	3,148.3	0.1	1,013.3	0.1

Figura 14. Suelos dominantes en el área del PTS: leptosoles y regosoles.

A continuación, se describen las características de los principales suelos (>98%) y que dominan en el área de interés.

Grupo Regosol. Los Regosoles son suelos minerales débilmente desarrollados de material no consolidado, que no tienen un horizonte mólico o úmbrico. No son muy someros ni muy ricos en gravas, arenas o material flúvico. Generalmente son suelos muy jóvenes que resultan del

depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua. Los Regosoles se encuentran en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas, en terrenos montañosos (FAO, 2007).

Grupo Leptosoles. Los Leptosoles son suelos someros que se ubican en terrenos montañosos de pendientes pronunciadas. Esta situación provoca una escasa acumulación de suelo por efecto de la erosión hídrica. En los Leptosoles abunda la roca del material parental a profundidades menores a 25 cm (FAO, 2007).

Grupo Phaeozem. Son suelos producto del acarreo de partículas finas de las partes altas o de la acumulación de un horizonte mólico de origen eólico, que les confiere una textura media y cuya vegetación es de pastizales o bosques (FAO, 2007), en este suelo ocurre el proceso de melanización que se caracteriza por la acumulación de materia orgánica bien humificada dentro del suelo mineral superior (Bockheim y Gennadiyev, 2000), generando un color obscuro y estructura granular. Estos suelos, típicos de lomeríos, generalmente son abiertos a la agricultura de temporal, lo que favorece su erosión hídrica, la pérdida de fertilidad y su posterior uso como agostaderos.

Grupo Cambisol. Son suelos con al menos un principio de diferenciación evidente, entre horizontes del subsuelo, por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o contenido de carbonato. Estos tienen un horizonte Cámbico que comienza dentro de los primeros 50 cm de la superficie del suelo. Los cambisoles se desarrollan sobre materiales de alteración procedentes de un amplio rango de rocas, entre ellos destacan los depósitos de carácter eólico, aluvial o coluvial. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y la decoloración del suelo tornándose de color parduzco o amarillento, además del ligero incremento en el porcentaje de arcilla, y/o remoción de carbonatos (FAO, 2007).

Grupo Fluvisol. Son suelos que se desarrollan sobre depósitos aluviales; por ejemplo, provenientes de sedimentos de ríos o depósitos lacustres. Su característica principal es presentar materiales flúvicos que comienzan dentro de los 25 cm de la superficie del suelo y continúa hasta una profundidad de 50 cm o más, es decir, materiales nuevos depositados a intervalos regulares por los desbordamientos de los cauces (FAO, 2007).

Ecosistemas

En la región predominan tres tipos de ecosistemas: bosques, selvas y pastizales. En el primer ecosistema, sobresalen los bosques de pino, encino y pino-encino. Las principales especies, en el estrato arbóreo, son los géneros de *Pinus*, *Quercus* y *Juniperus*; en el estrato herbáceo lo integran helechos de los géneros *Pteridium* y *Adiantum*; además de plantas del grupo de las compuestas, de los géneros *Stevia*, *Bidens*, *Ageratina*, *Eupatorium*, P*ackera, Schkuhria, Tagetes* y *Taraxacum*, algunos pastos de los géneros *Agrostis, Aristida, Bromus, Eragrostis, Muhlenbergia, Paspalum* y *Setaria*. Este ecosistema provee servicios y bienes ambientales como: regulación de régimen

hídrico; abastecimiento de agua a las cuencas; captura de carbono; suministro de materia primara, principalmente madera, para la transformación y un hábitat para los hongos comestibles, animales silvestres y plantas alimenticias y medicinales (CONABIO, 2014).

En los bosques habitan animales en peligro de extinción, por ejemplo: la cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachrhincha*), el lobo gris mexicano (*Canis lupus baileyi*), el oso negro (Urus americanus), el cascabel de las rocas (*Crotalus lepidus*), el cascabel de cola negra (*Crotalus molussus*), el cascabel de montaña (*Crotalus pricei*), y el chachamuri (*Crotalus willardi*). Las causas que provocan la disminución poblacional de estos animales, por un lado, son la fragmentación de su hábitat, su envenenamiento y su cacería furtiva. Por otro lado, tenemos la disminución del área boscosa por la extracción forestal ilegal y desmesurada, el cambio de uso de suelo, la minería sin medidas de mitigación y el sobrepastoreo. Para proteger estos ecosistemas, en la región de estudio (PTS), se decretarón las áreas naturales protegidas, Área de Protección de Flora y Fauna Papigochi y el Parque Nacional Cascada de Bassaseachic (CONABIO, 2014).

El segundo ecosistema (selvas) representa el 3% de la superficie total del estado y corresponde a la selva baja caducifolia, donde se han registrado 770 especies repartidas en 184 géneros y 121 familias. Las especies arbustivas y arbóreas más representativas pertenecen a los géneros *Lysiloma, Ceiba, Ficus, Celtis, Quercus, Acacia, Mimosa, Prosopis, Fouquieria* y *Opuntia*, entre otros; mientras que el estrato herbáceo está dominado por hierbas y pastos de las familias *Asteraceae, Poaceae, Euphorbiaceae, Cyperaceae* y *Fabaceae*. De acuerdo con la CONABIO (2014) en la selva baja caducifolia la especie en peligro de extinción, es el cascabel del pacífico (*Crotalus basiliscus*).

El tercer ecosistema, corresponde a los pastizales de tipo mediano y mediano arborescente. La vegetación que predominante, en este ecosistema, son las gramíneas de una talla de 0.5 a 1 m de los géneros de *Bouteloua* y *Muhlenbergia*. Estos pastizales pueden encontrarse en áreas abiertas o en el sotobosque de encinos (*Quercus* spp.). Según la CONABIO (2014) en los pastizales, la especie animal en peligro de extinción es el cascabel llanero (*Crotalus scutulatus*).

Uso de suelo y vegetación

Según CONABIO (2017), en la cuenca del río Fuerte la cobertura vegetal dominante es el bosque de coníferas templado con 1′891,263.0 ha (54.0%) y el bosque de latifoliadas caducifolio 1′103,507.46 ha (31.5%). En el caso de la cuenca del río Mayo la vegetación dominante es bosque de latifoliadas caducifolio 560,799.71 ha (73.5%) y el bosque de coníferas templado 159,668.13 ha (20.9%). De las superficies de uso de suelo las cuencas de los ríos Fuerte y Mayo, la agricultura respresenta el 4.3% y 1.2% y el pastizal 4.7% y 3.8%, respectivamente (Cuadro 6).

Cuadro 6. tipos de uso de suelo y vegetación para las cuencas altas de los ríos Fuerte y Mayo (CONABIO, 2017)

Tipos de uso de suelo y vegetación	Río Fuerte		Río Mayo	
	Sup. (ha)	Sup. (%)	Sup. (ha)	Sup. (%)
Asentamientos humanos	8,481.8	0.2	1,353.1	0.2
Bosques de latifoliadas caducifolio templado o subpolar	673,703.4	19.2	272,573.6	35.7
Bosques de latifoliadas caducifolio tropical o subtropical	429,804.1	12.3	288,226.2	37.8
Bosque de coníferas templado o subpolar	1'891,263.0	54.0	159,668.1	20.9
Cuerpo de agua	7,554.0	0.2	24.6	0.0
Matorral templado o subpolar	176,859.0	5.0	2,740.5	0.4
Matorral tropical o subtropical	3.5	0.0	40.1	0.0
Pastizal templado o subpolar	142,345.1	4.1	5,455.5	0.7
Pastizal tropical o subtropical	21,661.5	0.6	23,918.7	3.1
Agricultura	151,129.8	4.3	9,164.0	1.2

A continuación, se describen brevemente las coberturas vegetales presentes en la cuenca alta de los ríos Fuerte y Mayo (CONABIO, 2017):

Bosque de coníferas templado o subpolar. Bosques generalmente más altos de 3 metros y más del 20% de la cubierta vegetal total. Este tipo se encuentra en las zonas montañosas del país. La cubierta contiene al menos el 75 por ciento de las especies de hojas aciculares rígidas.

Bosque de latifoliadas caducifolio tropical o subtropical. Bosques generalmente más altos de 5 metros y más del 20% de la cubierta vegetal total. Estos bosques tienen más del 75 por ciento de cobertura de copa de árboles representada por especies caducifolias.

Bosque de latifoliadas caducifolio templado o subpolar. Bosques generalmente más altos de 3 metros y más del 20% de la cubierta vegetal total, se localiza las zonas montañosas de México. Estos bosques tienen más del 75 por ciento de cobertura de copa de árboles representada por especies caducifolias.

Matorral tropical o subtropical. Las áreas están dominadas por plantas leñosas perennes con tallos leñosos persistentes de menos de 5 metros de altura y típicamente más del 20% de la vegetación total.

Matorral templado o subpolar. Las áreas están dominadas por plantas leñosas perennes con tallos leñosos persistentes de menos de 3 metros de altura y típicamente más del 20% de la vegetación total.

Pastizales (subtropicales o templados). Las áreas dominadas por vegetación de gramineas o herbácea generalmente representan más del 80% de la cubierta vegetal total. Estas áreas no están sujetas a un manejo intensivo, como la labranza, pero pueden utilizarse para el pastoreo.

Agricultura. Áreas dominadas por cultivos intensivos. Estas áreas generalmente requieren actividades humanas para su mantenimiento. Esto incluye áreas utilizadas para la producción de cultivos anuales, tales como maíz, soja, trigo, vegetales, tabaco, algodón, pastos perennes y huertos de frutales y viñedos. La vegetación de cultivo representa más del 20 por ciento de la vegetación total.

7. Metodología

El análisis de las condiciones ambientales, hidrológicas y productivas del área de estudio (cuencas altas de los ríos Fuerte y Mayo) se realizó con el modelo hidrológico SWAT (Soil and Water Assessment Tool). Este modelo, desarrollado para el manejo de cuencas hidrográficas, simula con base en las operaciones de manejo el balance hidrológico en distintos sectores de la cuenca, a nivel diario, con base en variables y parámetros biofísicos del área de estudio. El modelo permite simular escenarios y valorar los servicios ecosistémicos hídricos de diferentes unidades de respuesta hidrológicas de la cuenca. De este modo, el modelo una vez calibrado y validado se convierte en una herramienta útil para establecer una línea base y para que los responsables de los planes de manejo valoren sus propuestas, antes de implementarlas a nivel regional.

Modelo SWAT

El modelo SWAT es un programa de modelación hidrológica desarrollado por el ARS (U. S. Department of Agriculture - Agricultural Research Service) para simular la respuesta hidrológica de los planes de manejo propuestos en cuencas rurales. Este modelo matemático, en continuo proceso de desarrollo, fue elaborado para evaluar el flujo de cauces, el almacenamiento de cuerpos de agua y el impacto de las diferentes prácticas de manejo (vegetativas, mecánicas y agronómicas) en la producción de biomasa, escurrimientos y sedimentos en cuencas complejas, es decir, con diferentes coberturas vegetales, tipos de suelos y bajo diversas estrategias de manejo a corto, mediano y largo plazo.

El SWAT, una vez calibrado, permite a los usuarios y encargados del manejo de los recursos naturales lo siguiente:

- Obtener respuestas cuantitativas de los fenómenos hidrológicos.
- Obtener relaciones de causa-efecto, sin realizar cambios en los sistemas reales.
- Simular escenarios y predecir su impacto a corto, mediano y largo plazo.
- Tener una idea del comportamiento del fenómeno cuando no se cuenta con información a nivel de microcuenca.

- Identificar la influencia de las variables hidrológicas y parámetros que más impactan los resultados.
- Entender metodologías de predicción de procesos hidrológicos y
- Ser un instrumento para la capacitación de los responsables de los programas de manejo de recursos naturales en la cuenca.

El modelo determina con precisión los componentes del ciclo hidrológico a nivel anual, mensual y diario, pero sobre todo integra las relaciones causa-efecto de las variables hidrológicas de una cuenca. Para la simulación en SWAT se realiza una división de la cuenca, por subcuencas y Unidades de Respuesta Hidrológica (URH), tomando en consideración un área mínima, lo cual permite identificar diferencias hidrológicas para las principales asociaciones suelo-vegetación. De esta forma, se predice el escurrimiento superficial de cada URH, que en su conjunto integrará el escurrimiento total de la cuenca.

De igual forma, el modelo utiliza sub-rutinas para simular distintos procesos como: hidrología, clima, producción de sedimentos, escurrimiento superficial, percolación, flujo lateral, evapotranspiración, pérdidas por filtración, cambio en almacenamientos, sedimentación y crecimiento vegetal.

Por ejemplo, el sub-modelo de crecimiento vegetal se basa en la conversión de energía solar a biomasa, en el aprovechamiento del agua (lluvia o riego), en la disponibilidad de nutrientes y en el efecto de la temperatura (acumulación de unidades calor). Para ello, se alimenta con datos de radiación solar, viento, drenaje, y labores de cultivo anuales o en rotación (maquinaria, tasas y fechas para siembra, cosecha, riego, fertilización y plaguicidas). Por otra parte, para definir la cantidad de agua y nutrientes que pueden aprovechar las plantas, el modelo requiere, por horizontes, datos característicos de los tipos de suelo, tales como: profundidad, densidad aparente, punto de marchitez, capacidad de campo, textura, suma de bases, carbono orgánico, capacidad de intercambio catiónico, pedregosidad, nitratos, y fósforo disponible (Arnold et al., 2012).

En la Figura 15 se indican los datos de entrada (climáticos, edáficos, topográficos, cobertura vegetal y manejo), los procesos internos que simula SWAT (erosión, azolvamiento, almacenamiento, evapotranspiración) y las salidas que produce el modelo, en términos de producción de biomasa, agua y sedimentos.

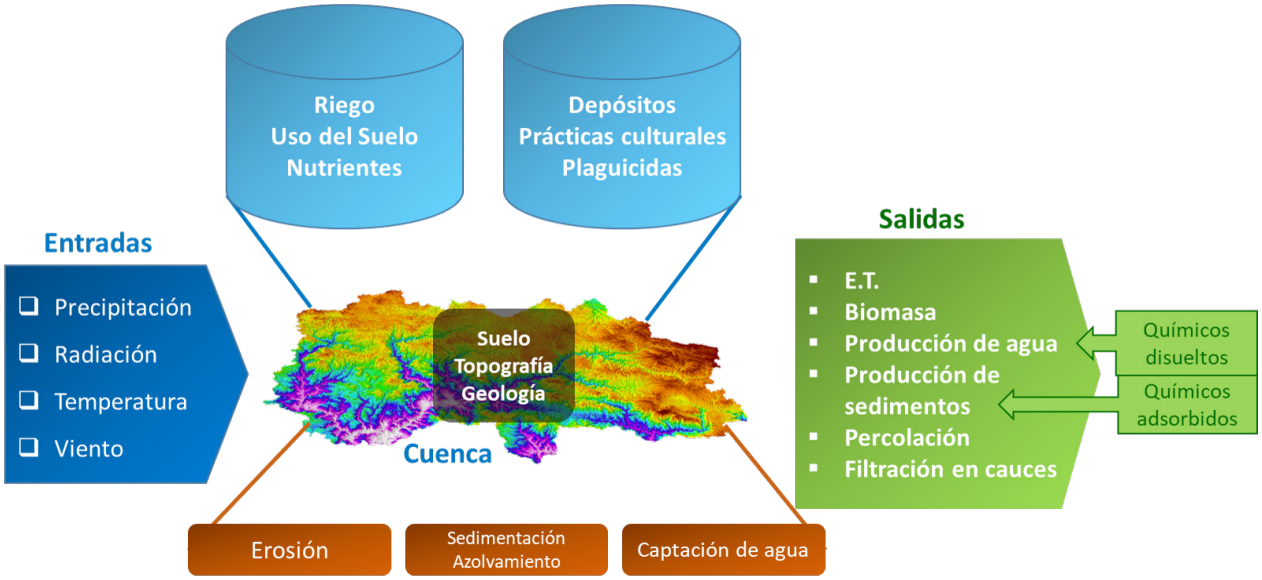


Figura 15. Esquema de entradas, procesos y salidas del modelo SWAT.

Unidades de respuesta hidrológica

En el modelo SWAT, la cuenca se devide en subcuencas multiples, que se fraccionan en Unidades de Respuesta Hidrológica ((URH´s). Estas unidades, dentro del espacio de simulación de SWAT, consisten en áreas homogéneas de cobertura vegetal, tipo de suelo y pendiente del terreno.

Hidrología

El sub-modelo hidrológico de SWAT está basado en la ecuación general de balance hídrico:

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^{t}(R_i - Q_i - ET_i - w_i - q_i)$$

Donde:

SW_0 = Contenido inicial de agua en el suelo, en el día i (mm).

t = Tiempo (días).

Ri = Precipitación, en el día i (mm).

Qi = Escurrimiento superficial, en el día i (mm).

ETi = Evapotranspiración, en el día i (mm).

wi = Percolación, en el día i (mm).

qi = Flujo lateral, en el día i.

El escurrimiento superficial (Q) se calcula a nivel diario usando la ecuación de curvas numéricas, como sigue:

$$Q = \frac{(R-0.2s)^2}{R+0.8s} \qquad R>0.2s;\ Q=0;\ R\leq 0.2s$$

Donde:

Q = Escurrimiento diario (mm).

R = Lluvia diaria (mm).

s= Parámetro de retención de los suelos (mm)

El escurrimiento máximo (q_p) se estima con el **método racional modificado** y es proyectado para lluvia diaria (con transformación a intensidad, esto es, cuando se divide la lluvia diaria entre el tiempo de concentración) usando la ecuación de las curvas numéricas.

$$q_p = \frac{\rho\, r\, A}{360}$$

Donde:

qp = Escurrimiento máximo (m^3s^{-1}).

ρ = Coeficiente de escurrimiento.

r = Intensidad de la lluvia (mmh^{-1}).

A = Área de drenaje (ha).

Crecimiento de la planta

El crecimiento vegetal es simulado a través de la conversión de energía a biomasa, el aprovechamiento del agua y nutrientes y el efecto de la temperatura (acumulación de unidades calor). El sub-modelo de crecimiento vegetal se alimenta con datos de radiación solar, viento, drenaje y labores culturales (maquinaria, tasas y fechas de siembra, cosecha, riego, fertilización y plaguicidas). Para definir la cantidad de agua y nutrientes aprovechables por las plantas, el modelo requiere de datos de profundidad, densidad aparente, punto de marchitez, capacidad de campo, textura, suma de bases, carbono orgánico, capacidad de intercambio catiónico, pedregosidad, nitratos, y fósforo disponible por capas u horizontes del suelo (Arnold et al., 2012).

El modelo SWAT simula el desarrollo fenológico basado en la acumulación diaria de unidades calor, la acumulación de biomasa según la radiación interceptada por el área foliar y la eficiencia del cultivo en el uso de dicha radiación. El rendimiento está dado por la cantidad de biomasa que destina la planta al órgano de interés económico del cultivo (grano, forraje, madera), llamado índice de cosecha (HI, por sus siglas en inglés) (Narasimhan et al., 2005). El modelo considera tres factores de estrés: 1) temperatura, 2) nutrientes (nitrógeno y fósforo) y 3) agua, los cuales reducen el rendimiento potencial (Luo et al., 2008, Garg et al., 2011). El modelo SWAT divide la vegetación en 7 grupos con base en el tipo y periodo de crecimiento, en estos grupos se ubican todos los tipos de cobertura vegetal que puedan existir en una cuenca:

1. Leguminosas anuales de primavera-verano (estación cálida).
2. Leguminosas anuales de otoño-invierno (estación fría).
3. Leguminosas perianuales.

4. Plantas anuales de primavera-verano (estación cálida).
5. Plantas anuales de otoño-invierno (estación fría).
6. Plantas perianuales.
7. Árboles.

Las plantas anuales crecen entre las fechas de plantación y cosecha o hasta que las unidades de calor acumuladas igualen las unidades específicas para cierto tipo de planta. Las plantas perennes mantienen su sistema radicular a través del año, llegando a ser inactivos en los meses de invierno y reanudando su crecimiento cuando la temperatura aérea diaria excede la temperatura mínima o base, requerida. El modelo de crecimiento de la planta es utilizado para valorar el consumo de agua y de nutrientes de la zona radicular, la transpiración y la producción de biomasa.

Erosión

La producción de sedimentos se estima a través de la **Ecuación Universal de Pérdida de Suelo** Modificada (MUSLE, por sus siglas en inglés) que es un submodelo de movimiento de sedimentos a lo largo de la red de drenaje de la cuenca, según la siguiente ecuación:

$$\mathbf{Y} = 11.8\ (Q.q_p)^{0.56}\ (K)\ (CE\ )(PE)\ (LS)\ (ROKF)$$

Donde:

Y = Producción de sedimentos (t ha-1).

K = Factor de erosionabilidad del suelo.

CE = Factor de cobertura vegetal.

PE = Factor de prácticas de control mecánico.

LS = Factor longitud y grado de la pendiente.

ROKF = Factor de pedregosidad.

Q = Volumen de escurrimiento (m^3).

qp = Escurrimiento máximo (m^3s-1).

Caudal ecológico

El caudal ecológico tiene como objetivo establecer el volumen mínimo necesario que permita conservar el estado natural de la cuenca para proteger y conservar las condiciones ambientales y fomentar el equilibrio ecológico de la cuenca. El caudal ecológico es un instrumento de gestión ambiental que establece la cantidad, calidad y variación del flujo de agua necesaria para, conservar y mejorar los servicios ambientales, componentes, funciones, procesos y resiliencia de los ecosistemas acuáticos y terrestres, que dependen del comportamiento y uso hidrológico y social de una cuenca.

La metodología para su determinación se basa en la relación entre los usos productivos del

agua y el objetivo ambiental asociado, esto es, de acuerdo a su estado ecológico y la presión de uso del agua en la cuenca. En el presente trabajo, el caudal ecológico se estimó de acuerdo con la metodología de la Norma Mexicana NMX.AA-159-SCFI-2012, Apéndice D, para cuencas hidrológicas (DOF, 2012), con base al comportamiento histórico de los escurrimientos diarios.

Actividades

A continuación, se indican las principales actividades realizadas para la cuenca del río Fuerte (estaciones Palo Dulce y Tubares) y río Mayo (Estación San Bernardo).

SWAT Información básica (Cuencas de los ríos Fuerte y Mayo)

- Análisis documental de trabajos realizados sobre aspectos biofísicos en el área de estudio.
- Elaboración de mapa de suelos y su verificación en campo.
- Recopilación y procesamiento de información climática.
- Recopilación y procesamiento de información edáfica.
- Recopilación y procesamiento de registros hidrométricos.
- Recopilación y procesamiento de parámetros fisiotécnicos, de manejo agrícola y de rendimiento de grano y forraje.

SWAT Análisis de resultados (Cuencas de los ríos Fuerte y Mayo)

- Definición de Unidades de Respuesta Hidrológica (HRU).
- Calibración y validación de flujo base.
- Calibración de biomasa de las cubiertas vegetales.
- Calibración y validación de escurrimientos.
- Calibración y validación de sedimentos.
- Elaboración de mapas de rendimientos de granos, forrajes y madera.
- Priorizar HRU con base en su producción de sedimentos y escurrimientos.
- Costo ecológico de las actividades agrícolas y de pastoreo extensivo (relación: rendimiento económico vs erosión hídrica).
- Caudal ecológico en 4 (cuatro) y 3 (tres) sitios de interés, para las cuencas de los ríos Fuerte y Mayo, respectivamente (Apéndice normativo D, de la Norma Mexicana NMX.AA-159-SCFI-2012).

Capacitación

- Taller de capacitación sobre el modelo SWAT para la operación y planteamiento de escenarios de manejo.

Análisis documental de trabajos realizados sobre aspectos biofísicos en el área de estudio.

Para calibrar y validar el modelo se requirió, en una primera etapa, colectar la información

necesaria para calcular o definir cada uno de los parámetros de entrada con respecto a los límites de las cuencas hasta las estaciones hidrométricas Huites (río Fuerte) y San Bernardo (río Mayo). A continuación, se describe la información que fue procesada y recopilada para la calibración el modelo SWAT.

Elaboración de mapa de suelos y su verificación en campo.

Para la elaboración del mapa de suelos se recurrió a las técnicas de Mapeo Digital de Suelos (MDS) el cual permite describir la distribución espacial del suelo en una cuenca. Ésta técnica se aplica en áreas donde la información de suelos es mínima o se encuentra a una escala pequeña. Al igual que los mapas de suelos tradicionales, requiere de covariables que caractericen el entorno, de observaciones y datos de campo (McBratney et al., 2003). Sin embargo, a diferencia de los mapas tradicionales, la cartografía digital se basa en modelos estadísticos cuantitativos y variables ambientales cuantitativas. Lo que permite un análisis estadístico a profundidad entre las diferentes variables del sistema y en los modelos de predicción, una media de incertidumbre (McKenzie y Ryan, 1999; Dobos et al., 2006).

Para la elaboración del MDS se requirió de la siguiente información y softwares de cómputo:

- Modelo Digital de Elevaciones, con resolución de 30 m, del INEGI (2012).
- Perfiles de suelo de INEGI (2006).
- Normales Meteorológicas del Sistema Meteorológico Nacional.
- Software de cómputo.
    - **ArcGIS 10.** Se utilizó para obtener variables geomorfológicas empleadas en el MDS y la visualización global de la cartografía disponible del área de estudio, en sus formatos vectorial y ráster.
    - **SAGA 2.2.7.** Se utilizó para derivar, a partir del Modelo de Elevación Digital, las principales variables geomorfológicas consideradas en el MDS.
    - **Qgis:** Se utilizó para realizar la clasificación supervisada de las imágenes compuestas de las variables geomorfológicas obtenidas a partir del MDS.
    - **Google Earth Pro.** Se utilizó para visualizar los sitios de entrenamiento y para verificar los recorridos de campo empleados durante la clasificación supervisada y la validación de la misma.

A continuación, se presenta en la Figura 16, se presenta el diagrama metodológico seguido para elaborar el MDS, el procedimiento se realizó en tres etapas, la primera fue el análisis de covariables, la segunda selección de covariables y la tercera clasificación digital con respecto a catenas por tipo de suelo. A continuación, se describen las covariables utilizadas, el análisis estadístico realizado, los puntos visitados en campo y las técnicas para validar el mapa resultante.

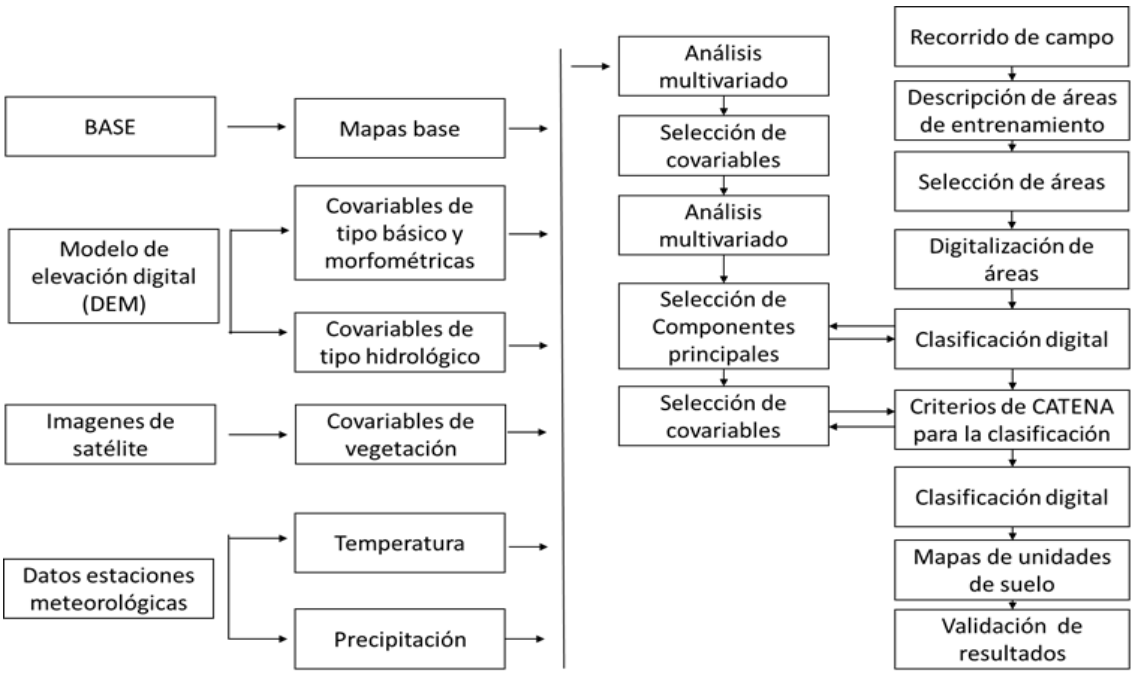


Figura 16. Diagrama de flujo de la metodología para elaborar mapa digital de suelos.

Análisis de covariables para la cuenca

Los tres grupos de covariables ambientales utilizadas para el MDS; morfométricas, hidrológicas y cobertura, se extrajeron del modelo digital de elevación (DEM) y de los índices de vegetación calculados a partir de imágenes de satélite. Cada variable, de estos tres grupos, se describe en el Cuadro 7.

Para la obtención de las covariables geomorfológicas se utilizó el Modelo de Elevación Digital 30 m de resolución del INEGI (2012). A este DEM se le hizo una corrección, utilizando la función '*Fill*' de ArcGIS, para rellenar depresiones en el DEM.

Cuadro 7. Covaribles geomorfológicas seleccionadas para el análisis multivariado de la cuenca del río Fuerte, Sierra Tarahumara, Chihuahua.

Covariable	Significado	Descripción	Unidad
Mapas base			
VEG	Vegetación	Polígonos de uso de suelo y vegetación (UACH, 2016)	-
SUE	Suelo	Polígonos de grupos de suelo (INEGI, 2006)	-
Covariables de tipo básico y morfométricas			
MDE	Altitud	Distancia vertical que existe entre cualquier punto de la Tierra en relación al nivel medio del mar.	m
ORA	Aspecto u Orientación	Es la cantidad de grados en el sentido de las agujas del reloj a partir del Norte.	°
CUH	Curvatura Plana o Horizontal	Dirección perpendicular a la máxima pendiente y determina la convergencia o divergencia del flujo.	-
CUV	Curvatura de Perfil o Vertical	Se calcula a partir de la dirección de la máxima pendiente y determina la desaceleración y aceleración relativa del flujo.	-

Covariable	Significado	Descripción	Unidad
ICO	Índice de convergencia	Calcula la convergencia y divergencia del flujo, no depende de las diferencias absolutas de las alturas.	%
PEN	Pendiente	Representa la máxima tasa de cambio de los valores de elevación como expresión de la primera derivada de la superficie.	%
IPT	Índice de Posición Topográfica	Es un índice basado en datos de elevación, para caracterizar la topografía local (geoformas) con relación a su contexto espacial o posición relativa del terreno.	m
Covariables de tipo hidrológico			
ITH	Índice Topográfico de Humedad	Determina la influencia de la topografía en la humedad del suelo y en su potencial de generar escorrentía.	-
LOP	Longitud de Pendiente	Es la distancia del parteaguas o punto de origen del escurrimiento superficial al punto donde el gradiente de la pendiente disminuye provocando el depósito o bien donde el escurrimiento llega a una corriente superficial de un cauce definido.	m
FPL	Longitud de flujo	Determina la distancia total de flujo desde la celda hasta las que están al límite del agua.	km
FA	Acumulación de flujo	Determina la superficie aguas arriba de un punto que recolecta todo el flujo recibido y lo transita por dicho punto	
MRVBF	Índice de valles	Identifica y representa los fondos de los valles como regiones continuas.	-
CS	Pendiente de acumulación	Indica la distancia acumulada respecto a una superficie plana.	m
DED	Densidad de Drenaje	Define la longitud media de curso por unidad de superficie.	$Km.km^{-2}$
Covariables de vegetación			
NDVI	NDVI	Permite discriminar masas vegetales de zonas descubiertas	-
SAVI	SAVI	Permite discriminar masas vegetales y suelos de zonas descubiertas	-
COB	Cobertura vegetal	Porcentaje de la superficie del suelo que se encuentra provista de vegetación	%

Análisis de Componentes Principales

El Análisis de Componentes Principales (ACP) es un procedimiento estadístico que sistematiza la información, o reduce el número de variables. Su objetivo es explicar la varianza contenida en los datos originales (Sainani, 2014). Los componentes principales obtenidos, tienen una interdependencia y son la combinación lineal de las variables originales (Johnson, 2000). El ACP puede aplicarse como un paso previo a la interpretación en catenas. El análisis incrementa la eficiencia para clasificar datos porque reduce la dimensionalidad de los datos. Con el propósito de identificar las covariables ambientales de mayor influencia, en la distribución espacial de los suelos, se realizó un análisis multivariado a través de ACP, se seleccionaron los componentes principales que explicaran al menos el 90% de la varianza, con base en estos se realizó la clasificación digital supervisada para las unidades de suelo identificadas (Figura 17) en campo (Litosol, Regosol, Feozem, Fluvisol y Cambisol), así, de las 19 variables se seleccionaron 12 componentes principales.

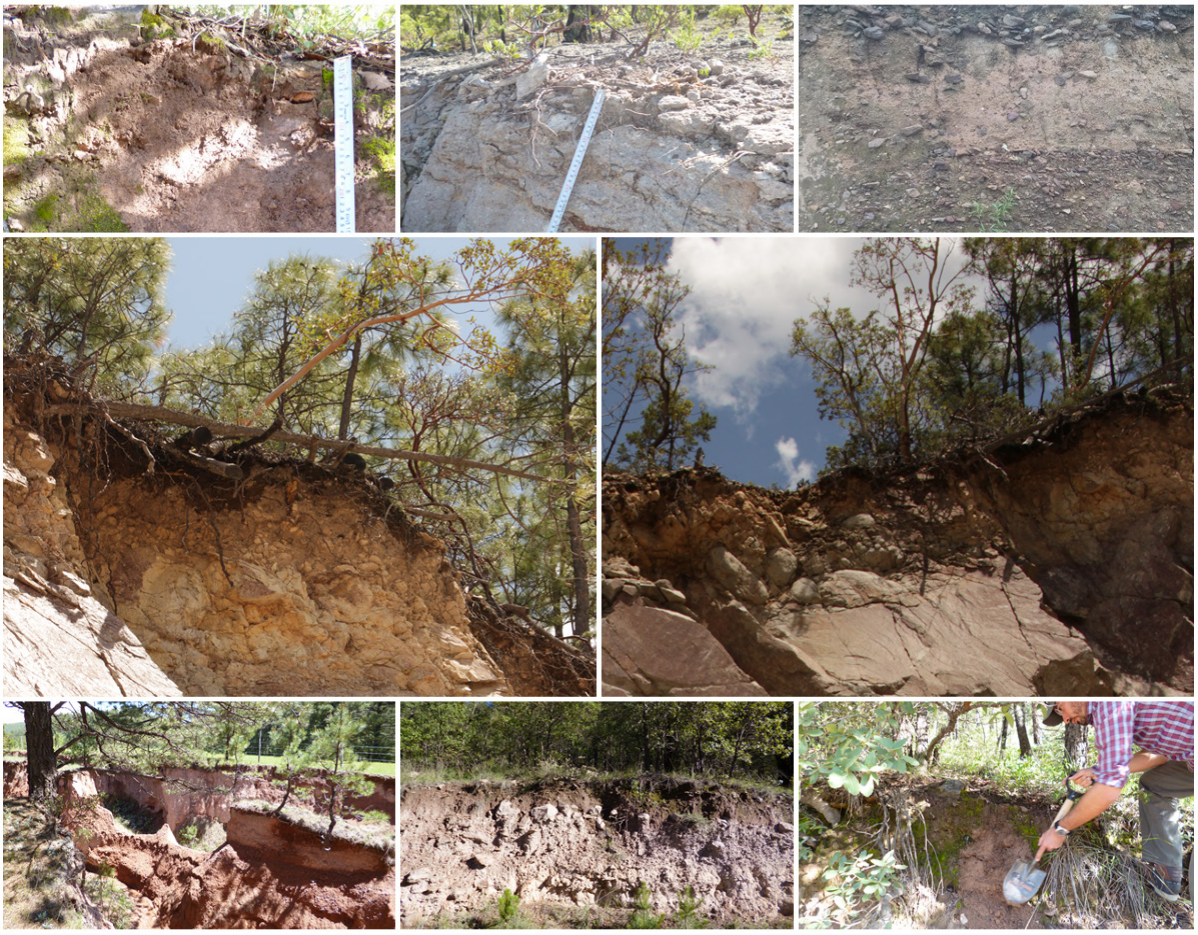


Figura 17. Suelos en el área de influencia del PTS.

Primera clasificación digital

La primera clasificación digital que se utilizó fue de tipo supervisada (Macedo et al., 2010), con el objetivo general de relacionar a un conjunto de píxeles u objetos de la imagen digital a un conjunto de clases predefinidas, con base en los campos de entrenamiento. En este sentido, con los perfiles de suelo de INEGI (2006) y se obtuvieron 149 áreas de entrenamiento trazadas en Google Earth. Para ello, se construyó una clave de identificación o firma geomorfológica de referencia.

La clasificación digital se realizó para conocer la distribución espacial de los grupos de suelos identificadas en campo: Leptosol, Regosol, Feozem, Fluvisol y Cambisol, de acuerdo al Sistema de Clasificación WRB de la FAO (2014). La clasificación digital generó una buena correlación únicamente para los fluvisoles, por lo que se realizó una máscara para extraer los polígonos con estos suelos. Para generar el mapeo de los restantes suelos (Leptosol, Regosol, Feozem y Cambisol), con base en el análisis multivariado, se identificaron cinco covariables: Índice de Posición Topográfica, Curvatura Plana o Horizontal, Curvatura de Perfil o Vertical, Pendiente y Altitud (Cuadro 7); que intervienen en su formación y sobre las cuales se utilizó el concepto de catena para su clasificación.

Clasificación digital de Unidades de suelo

El término "catena del suelo" implica asociaciones de áreas y clasificación de suelos relacionadas con las condiciones de drenaje o de transecto geomorfológico (perfil), tales relaciones se dan en materiales parentales uniformes y variados. De este modo, la catena representa una unidad de conveniencia de mapeo y también una forma de agrupamiento para la clasificación (Bushnell, 1943). El concepto de catena toma como premisa fundamental el movimiento descendente de sedimentos, agua y solutos en respuesta a la fuerza gravitacional, de tal manera que, la catena es el marco conceptual en el cual se expresan: las relaciones entre los grupos de suelo, los elementos de las laderas y la variación continua de las propiedades del suelo en relación con la posición y la forma de la pendiente (Almond y Moir, 2017) (Figura 18).

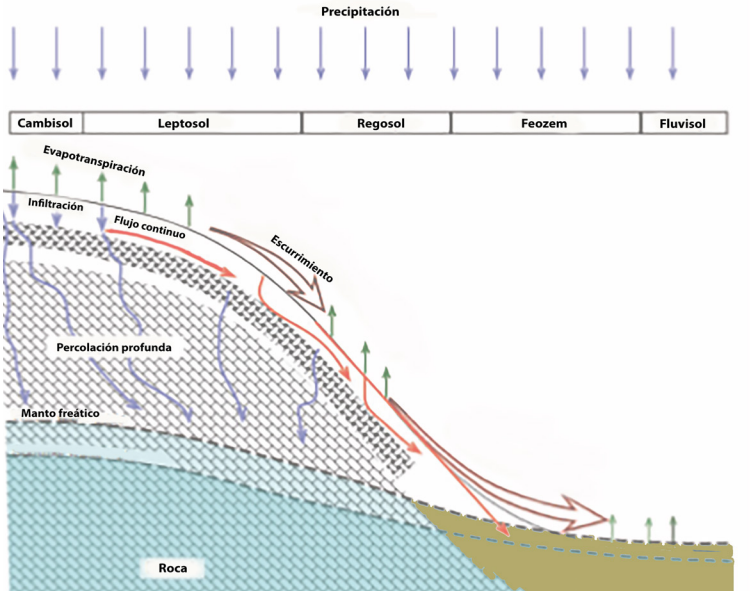


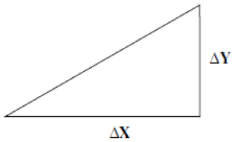
Figura 18. Catena y tipos de suelos (WRB) propuestos para el área de influencia del PTS.

Posteriormente se realizó un análisis del comportamiento de cada una de las cinco covariables morfométricas seleccionadas, para los tipos de suelo que prevalece en la cuenca. De este modo, resultaron los criterios que se muestran en el Cuadro 8 y que fueron los utilizados para la clasificación digital de los Leptosol, Regosol, Feozem y Cambisol. A continuación, se describe brevemente los conceptos de pendiente, curvatura de perfil, curvatura plana, e índice topográfico de posición.

Cuadro 8. Criterios de relación entre los suelos y las covariables de tipo básicas y morfométricas, para la cuenca del río Fuerte.

Suelo	Criterio por covariable				
	Pendiente (%)	Curvatura de Perfil	Curvatura Plana	Altitud (msnm)	Índice Topográfico de Posición
Leptosol	>12	Negativo	Positivo	-	-
Regosol	>12	Positivo	Negativo	2,200-3,000	-
Feozem	0-12	-	-	2,200-3,000	Zona plana
Cambisol	-	-	-	2,200-3,000	Zona plana

Pendiente. La pendiente es la relación que existe entre un desnivel (ΔY) y una distancia horizontal (ΔX). Su magnitud se expresa el cambio de la elevación con respecto a la distancia, generalmente se expresa en porcentaje o grados.



$$Pendiente\ (\%) = \frac{\Delta Y}{\Delta X}.100$$

Curvatura de perfil o vertical. La curvatura de perfil afecta a la aceleración y desaceleración de las corrientes, que a su vez influyen en la erosión y deposición. La curvatura de perfil es una medida de la tasa de cambio de la curvatura en la dirección de la pendiente mayor a través de la celda. Los valores negativos pueden ser interpretados como indicativos de desaceleración del flujo en la celda. Los valores positivos indican aceleración del flujo, valores de cero indican sin cambio, pero no necesariamente plano (Neteler y Mitasova, 2008).

Curvatura plana u horizontal. La curvatura plana influye en la convergencia y divergencia de las corrientes. En la curvatura plana, los valores negativos indican flujo convergente. Los valores positivos se asocian a flujo divergente dentro de la celda. Los valores de cero indican que no hay cambio, pero no necesariamente plano (Neteler y Mitasova, 2008).

Índice de posición topográfica. El TPI se basa en datos de elevación, para caracterizar la topografía local (geoformas) con relación a su contexto espacial o posición relativa del terreno. La posición topográfica está correlacionada con diversos procesos físicos asociados con el tipo de especies vegetales, propiedades edáficas, tipos de suelos presentes, patrones de drenaje y de conectividad hidrológica (Coops et al., 1998).

El método tiene un enfoque jerarquizado, que utiliza ventanas de 3 x 3 para calcular la diferencia entre la elevación media de las celdas, que rodean la celda central, y la elevación de esta celda. Una integración jerárquica, en un solo mapa, permite apreciar las diferentes posiciones topográficas. La posición topográfica es dependiente de la escala, ya que el mismo punto, en la cresta de una montaña puede considerarse como pico o área plana dependiendo de la escala de análisis. La escala es determinada entonces por la vecindad usada en el análisis (Guisan y Zimmermann, (2000).

Valores positivos significan que la celda es más alta que sus vecinos, mientras que valores negativos indican que es más baja. El grado en que sea más alta o más baja, además de la pendiente de la celda, permiten clasificar la celda en una posición determinada. Si es significativamente mayor, que las celdas vecinas que la rodean, entonces es probable estar en o cerca de la cima de una colina o cresta. Valores bajos sugieren que la celda está en o cerca del fondo de un valle; valores cercanos a cero podrían significar un área llana o una zona de media ladera, por lo que la pendiente se puede utilizar para distinguir la posición o la categoría de la geoforma. Los algoritmos utilizan vecindades

circulares, donde solamente celdas dentro de una determinada distancia son consideradas. Su utilidad radica en poder distinguir las colinas en las zonas de pendientes rectilíneas, las crestas de colinas y los valles de depresiones locales, así como identificar el aspecto general de las formas terrestres (Weiss, 2001).

Validación de resultados

En la cuenca se obtuvieron puntos de verificación a través de las viás de comunicación de la zona de estudio; con un recorrido de 706 km en la parte montañosa Nororiental y 228 km en forma transversal para cubrir en gradiente altitudinal entre 460 y 2,410 msnm. Esto permitió obtener observaciones de los sectores de selva baja caducifolia y bosque de coníferas, dando un total de 140 puntos de verificación a fin de comparar el tipo de suelo clasificado con el observado en el sitio visitado.

La validación de los resultados se realizó con la matriz de error y el análisis Kappa (Cuadro 9). La matriz de error es una herramienta para representar la exactitud de las categorías individuales del mapa. El análisis Kappa es una técnica multivariada discreta utilizada para evaluar estadísticamente, si la precisión de una matriz de error es significativamente diferente de otra (Congalton y Green, 2008). El coeficiente Kappa calcula la concordancia entre la imagen clasificada y la realidad observada debido únicamente a la exactitud de la clasificación, suprimiendo la concordancia que cabría esperar simplemente por azar (Lu y Weng, 2007). De modo que, el estadístico k permite conocer si lo observado se aleja o no de lo esperado por el azar. Es decir, este índice pretende evaluar si la clasificación ha discriminado las categorías de interés con exactitud significativamente mayor a la que se hubiera obtenido con una asignación aleatoria. Un valor de k igual a uno indica un acuerdo pleno entre la realidad y el mapa, mientras un valor cercano a cero sugiere que el acuerdo observado es puramente debido al azar.

El resultado del coeficiente Kappa fue de 0.71 clasificado como sustancial considerando un error estadístico de 0.05, con una N de casos de 140. Este resultado indica que el mapa de suelos es confiable.

Cuadro 9. Matriz de error y el análisis Kappa para el mapa de suelo del área del PTS.

Mapa	CM	FL	LP	PH	RG	Total
CM	2	0	1	0	1	4
	50.00%	0.00%	25.00%	0.00%	25.00%	100.00%
	50.00%	0.00%	1.33%	0.00%	2.44%	2.86%
	1.43%	0.00%	0.71%	0.00%	0.71%	2.86%
FL	1	5	2	0	0	8
	12.50%	62.50%	25.00%	0.00%	0.00%	100.00%
	25.00%	100.00%	2.67%	0.00%	0.00%	5.71%
	0.71%	3.57%	1.43%	0.00%	0.00%	5.71%

Mapa	CM	FL	LP	PH	RG	Total
LP	0	0	62	0	4	66
	0.00%	0.00%	93.94%	0.00%	6.06%	100.00%
	0.00%	0.00%	82.67%	0.00%	9.76%	47.14%
	0.00%	0.00%	44.29%	0.00%	2.86%	47.14%
PH	0	0	1	11	2	14
	0.00%	0.00%	7.14%	78.57%	14.29%	100.00%
	0.00%	0.00%	1.33%	73.33%	4.88%	10.00%
	0.00%	0.00%	0.71%	7.86%	1.43%	10.00%
RG	1	0	9	4	34	48
	2.08%	0.00%	18.75%	8.33%	70.83%	100.00%
	25.00%	0.00%	12.00%	26.67%	82.93%	34.29%
	0.71%	0.00%	6.43%	2.86%	24.29%	34.29%
Total	**4**	**5**	**75**	**15**	**41**	**140**
	2.86%	**3.57%**	**53.57%**	**10.71%**	**29.29%**	**100.00%**
	100.00%	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**	**100.00%**
	2.86%	**3.57%**	**53.57%**	**10.71%**	**29.29%**	**100.00%**

*__CM__ cambisol, __FL__ Flivisol, __LP__ Leptosol, __PH__ Pheosem y __RG__ Regosol.

En la Figura 19 se muestra el mapa de suelos del área de influencia del Proyecto Tarahumara Sustentable y en el Cuadro 10, se muestra la distribución de los suelos a nivel municipal. Los Leptosols Eútrico Eskelético son los que cubren mayor área del PTS con un 47.3% de cobertura, en segunda instancia los Regosol Eskelético Léptico con un 45.3%, mientras que, el resto de los suelos cubren el 7.4%. En el municipio de Guachochi es dónde se encuentran los suelos más profundos con un 7.1% de su territorio con PHsklep.

Cuadro 10. Distribución de suelos a nivel municipal en el área de influencia del PTS.

Municipio	Suelos-Superficie (ha)							Cuerpos de agua (ha)	Total
	RGsklep	RGeulep	PHsklep	PHlvlep	CMsklep	LPeusk	FLeusk		
Balleza	197,588.49	8,369.90	18,588.63	6,192.62	25,268.06	258,309.27	17,867.61	274.59	532,459.18
Batopilas	107,748.47	284.10	378.11	1,005.67	323.15	97,002.56	4,899.37	491.16	212,132.59
Bocoyna	99,908.62	13,664.92	7,131.19	647.35	17,441.12	127,559.84	2,342.03	152.19	268,847.26
Chínipas	103,245.43	5.94	331.68	871.06	17.48	86,908.46	6,253.12	111.63	197,744.79
Guachochi	257,013.55	18,849.88	48,922.62	3,055.45	30,939.36	325,265.46	8,021.35	130.38	692,198.05
Guadalupe y Calvo	451,950.90	8,578.21	3,040.76	2,139.51	10,839.93	468,192.96	8,516.57	5.58	953,264.42
Guazapares	95,358.97	1.34	627.32	1,067.31	0.43	81,796.89	2,187.03	88.76	181,128.05
Maguarichi	49,959.18	255.49	78.40	210.87	105.57	49,179.09	324.08		100,112.69
Morelos	110,222.26	8.58	517.81	638.75	145.89	100,025.50	4,694.87	212.55	216,466.21
Ocampo	93,143.76	826.34	1,333.72	1,265.46		81,052.01	1,066.15		178,687.43
Urique	166,878.95	234.29	1,553.27	1,408.14	272.38	152,802.13	3,877.74	916.14	327,943.05
Uruachi	137,402.94	193.40	127.00	576.15	52.93	122,737.48	3,421.27		264,511.17
Total	**1'870,421.51**	**51,272.40**	**82,630.51**	**19,078.34**	**85,406.31**	**1'950,831.65**	**63,471.19**	**2,382.98**	**4'125,494.90**

RGsklep: Regosol Eskelético Léptico, **RGeulep:** Regosol Eútrico Léptico (Meseta), **PHsklep:** Phaeozem Eskelético Léptico, **PHlvlep:** Phaeozem Lúvico Léptico (Meseta), **LPeusk:** Leptosol Eútrico Eskelético, **CMsklep:** Cambisol Esquelético Léptico; **FLeusk:** Fluvisol Eútrico Eskelético.

TARAHUMARA SUSTENTABLE

CONANP · WWF · PNUMA · gef

Leyenda

- Río Fuerte
- Río Conchos
- Río Culiacán
- Río Sinaloa
- Río Mayo
- Estados
- Municipios
- Localidades urbanas

Red vial

- Calle
- Camino
- Carretera

Suelos

Clave WRB

- CMsklep
- FLeusk
- Agua
- LPeusk
- PHlvlep
- PHsklep
- RGeulep
- RGsklep

Sonora · Chihuahua · Sinaloa · Durango

Proyección: Cónica Conforme de Lambert
Datum horizontal: WGS84
Cuadrícula CCL cada: 50,0000
Escala: 1:1,200,000

Priorización hidrológica de las principales asociaciones suelo-vegetación presentes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México

SUELOS

Cuencas río Fuerte y río Mayo

Figura 19. Mapa de suelos del área de influencia del PTS.

Recopilación y procesamiento de información climática

Para realizar la calibración del modelo SWAT se recopilaron y generaron parámetros estadísticos necesarios para reproducir las condiciones climáticas de las cuencas; con el propósito de estimar biomasa, escurrimiento y sedimentos. El área de influencia del PTS presenta una baja densidad de estaciones climatológicas del SMN, incapaz de captar la variabilidad climática de la zona de estudio, principalmente en las mediatrices de la red de datos climáticos, por ello, se optó por calibrar SWAT con datos diarios del CFRS[1] (*Climate Forecast System Reanalysis*); perteneciente al *National Center for Atmospheric Research*, EUA. El CFSR reporta datos de precipitación, viento, humedad relativa, y radiación solar para una cuadrícula de 38 x 38 km. Esta información es resultado de técnicas de simulación con imágenes de satélite y datos de estaciones en terreno y océanos; la cual ha sido utilizada en diversas investigaciones[2] con resultados satisfactorios.

Para correr SWAT se utilizaron datos climáticos diarios de 86 puntos de interpolación del CFSR (Cuadro 11) localizados en el área de estudio y sus alrededores, para el período 1979-2013. En el ANEXO 3 (Cuadro 88 al Cuadro 101) se muestran los 14 parámetros estadísticos a nivel mensual que necesita SWAT (Cuadro 12) para estimar diariamente (durante la calibración y validación) datos de radiación solar, velocidad de viento, punto de rocío y humedad relativa.

Cuadro 11. Puntos de interpolación del CFSR* en el área de influencia del PTS.

ID	Clave	Estado	Cuenca	Latitud	Longitud	Periodo con datos (años)	Altitud (m)	Precipitación (mm)
1	283n1088w	Chihuahua	Ríos Fuerte y Mayo	28.256700	-108.750000	32	1808	990.7
2	283n1084w	Chihuahua	Ríos Fuerte y Mayo	28.256700	-108.438000	32	1499	830.0
3	283n1081w	Chihuahua	Ríos Fuerte y Mayo	28.256700	-108.125000	32	2195	834.6
4	283n1078w	Chihuahua	Ríos Fuerte y Mayo	28.256700	-107.812000	32	2316	743.2
5	283n1075w	Chihuahua	Río Fuerte	28.256700	-107.500000	32	2249	625.5
6	279n1088w	Chihuahua	Ríos Fuerte y Mayo	27.944500	-108.750000	32	672	832.4
7	279n1084w	Chihuahua	Ríos Fuerte y Mayo	27.944500	-108.438000	32	1201	806.1
8	279n1081w	Chihuahua	Ríos Fuerte y Mayo	27.944500	-108.125000	32	2200	875.4
9	279n1078w	Chihuahua	Ríos Fuerte y Mayo	27.944500	-107.812000	32	2479	821.9
10	279n1075w	Chihuahua	Río Fuerte	27.944500	-107.500000	32	2517	728.9
11	279n1072w	Chihuahua	Río Fuerte	27.944500	-107.188000	32	2209	577.4
12	276n1088w	Sonora	Ríos Fuerte y Mayo	27.632300	-108.750000	32	982	920.7
13	276n1084w	Chihuahua	Ríos Fuerte y Mayo	27.632300	-108.438000	32	723	756.6
14	276n1081w	Chihuahua	Ríos Fuerte y Mayo	27.632300	-108.125000	32	2186	922.4
15	276n1078w	Chihuahua	Ríos Fuerte y Mayo	27.632300	-107.812000	32	2340	851.6
16	276n1075w	Chihuahua	Río Fuerte	27.632300	-107.500000	32	2410	772.1
17	276n1072w	Chihuahua	Río Fuerte	27.632300	-107.188000	32	2034	615.2
18	276n1069w	Chihuahua	Río Fuerte	27.632300	-106.875000	32	2162	554.3
19	273n1088w	Sonora	Ríos Fuerte y Mayo	27.320000	-108.750000	32	925	946.9

1 https://globalweather.tamu.edu/#pubs
2 https://globalweather.tamu.edu/content/docs/Dile-Evaluation-of-CFSR.pdf
https://globalweather.tamu.edu/content/docs/Fuka-Using-CFSR-dataset-to-improve-weather-input-data.pdf

ID	Clave	Estado	Cuenca	Latitud	Longitud	Periodo con datos (años)	Altitud (m)	Precipitación (mm)
20	273n1084w	Chihuahua	Ríos Fuerte y Mayo	27.320000	-108.438000	32	1226	899.4
21	273n1081w	Chihuahua	Ríos Fuerte y Mayo	27.320000	-108.125000	32	2037	952.4
22	273n1078w	Chihuahua	Ríos Fuerte y Mayo	27.320000	-107.812000	32	1095	689.5
23	273n1075w	Chihuahua	Río Fuerte	27.320000	-107.500000	32	2190	807.4
24	273n1072w	Chihuahua	Río Fuerte	27.320000	-107.188000	32	2204	729.5
25	273n1069w	Chihuahua	Río Fuerte	27.320000	-106.875000	32	1970	607.9
26	273n1066w	Chihuahua	Río Fuerte	27.320000	-106.562000	32	2160	566.2
27	270n1088w	Sonora	Ríos Fuerte y Mayo	27.007800	-108.750000	32	498	918.9
28	270n1084w	Sinaloa	Ríos Fuerte y Mayo	27.007800	-108.438000	32	609	847.5
29	270n1081w	Chihuahua	Ríos Fuerte y Mayo	27.007800	-108.125000	32	947	826.0
30	270n1078w	Chihuahua	Ríos Fuerte y Mayo	27.007800	-107.812000	32	1334	818.2
31	270n1075w	Chihuahua	Río Fuerte	27.007800	-107.500000	32	2039	871.9
32	270n1072w	Chihuahua	Río Fuerte	27.007800	-107.188000	32	2403	864.6
33	270n1069w	Chihuahua	Río Fuerte	27.007800	-106.875000	32	2205	754.5
34	270n1066w	Chihuahua	Río Fuerte	27.007800	-106.562000	32	2226	669.8
35	270n1062w	Chihuahua	Río Fuerte	27.007800	-106.250000	32	1683	468.2
36	267n1088w	Sonora	Río Fuerte	26.695600	-108.750000	32	213	938.6
37	267n1084w	Sinaloa	Río Fuerte	26.695600	-108.438000	32	282	875.9
38	267n1081w	Sinaloa	Río Fuerte	26.695600	-108.125000	32	458	835.5
39	267n1078w	Chihuahua	Río Fuerte	26.695600	-107.812000	32	1544	963.8
40	267n1075w	Chihuahua	Río Fuerte	26.695600	-107.500000	32	1228	834.5
41	267n1072w	Chihuahua	Río Fuerte	26.695600	-107.188000	32	2292	943.7
42	267n1069w	Chihuahua	Río Fuerte	26.695600	-106.875000	32	2288	834.4
43	267n1066w	Chihuahua	Río Fuerte	26.695600	-106.562000	32	2388	751.4
44	267n1062w	Chihuahua	Río Fuerte	26.695600	-106.250000	32	1908	565.7
45	264n1084w	Sinaloa	Río Fuerte	26.383300	-108.438000	32	255	996.1
46	264n1081w	Sinaloa	Río Fuerte	26.383300	-108.125000	32	1033	1069.9
47	264n1078w	Chihuahua	Río Fuerte	26.383300	-107.812000	32	1212	1018.8
48	264n1075w	Chihuahua	Río Fuerte	26.383300	-107.500000	32	1500	950.5
49	264n1072w	Chihuahua	Río Fuerte	26.383300	-107.188000	32	2298	989.4
50	264n1069w	Chihuahua	Río Fuerte	26.383300	-106.875000	32	2287	886.4
51	264n1066w	Chihuahua	Río Fuerte	26.383300	-106.562000	32	2409	813.5
52	264n1062w	Durango	Río Fuerte	26.383300	-106.250000	32	2305	700.5
53	261n1081w	Sinaloa	Río Fuerte	26.071100	-108.125000	32	298	1008.9
54	261n1078w	Sinaloa	Río Fuerte	26.071100	-107.812000	32	716	959.2
55	261n1075w	Sinaloa	Río Fuerte	26.071100	-107.500000	32	1027	907.7
56	261n1072w	Chihuahua	Río Fuerte	26.071100	-107.188000	32	1301	858.7
57	261n1069w	Chihuahua	Río Fuerte	26.071100	-106.875000	32	2565	997.4
58	261n1066w	Chihuahua	Río Fuerte	26.071100	-106.562000	32	2726	934.5
59	261n1062w	Durango	Río Fuerte	26.071100	-106.250000	32	2894	878.4
60	258n1078w	Sinaloa	Río Fuerte	25.758900	-107.812000	32	297	926.0
61	258n1075w	Sinaloa	Río Fuerte	25.758900	-107.500000	32	1377	1027.1
62	258n1072w	Sinaloa	Río Fuerte	25.758900	-107.188000	32	899	845.2
63	258n1069w	Chihuahua	Río Fuerte	25.758900	-106.875000	32	2310	1016.2
64	258n1066w	Chihuahua	Río Fuerte	25.758900	-106.562000	32	2146	899.8
65	258n1062w	Durango	Río Fuerte	25.758900	-106.250000	32	2521	852.8

ID	Clave	Estado	Cuenca	Latitud	Longitud	Periodo con datos (años)	Altitud (m)	Precipitación (mm)
66	254n1075w	Sinaloa	Río Fuerte	25.446700	-107.500000	32	551	937.2
67	254n1072w	Sinaloa	Río Fuerte	25.446700	-107.188000	32	1076	949.9
68	254n1069w	Durango	Río Fuerte	25.446700	-106.875000	32	2326	1085.9
69	254n1066w	Durango	Río Fuerte	25.446700	-106.562000	32	2251	955.8
70	254n1062w	Durango	Río Fuerte	25.446700	-106.250000	32	2600	905.9
71	270n1091w	Sonora	Río Mayo	27.007800	-109.062000	32	388	739.7
72	270n1094w	Sonora	Río Mayo	27.007800	-109.375000	32	89	506.8
73	273n1091w	Sonora	Río Mayo	27.320000	-109.062000	32	301	779.4
74	273n1094w	Sonora	Río Mayo	27.320000	-109.375000	32	105	615.0
75	276n1091w	Sonora	Río Mayo	27.632300	-109.062000	32	932	671.6
76	276n1094w	Sonora	Río Mayo	27.632300	-109.375000	32	379	643.0
77	279n1091w	Sonora	Río Mayo	27.944500	-109.062000	32	899	847.3
78	279n1094w	Sonora	Río Mayo	27.944500	-109.375000	32	500	673.8
79	283n1091w	Chihuahua	Río Mayo	28.256700	-109.062000	32	1695	1213.8
80	283n1094w	Sonora	Río Mayo	28.256700	-109.375000	32	609	830.2
81	286n1078w	Chihuahua	Río Mayo	28.568900	-107.812000	32	2100	514.5
82	286n1081w	Chihuahua	Río Mayo	28.568900	-108.125000	32	2544	795.5
83	286n1084w	Chihuahua	Río Mayo	28.568900	-108.438000	32	1754	1160.7
84	286n1088w	Sonora	Río Mayo	28.568900	-108.750000	32	1191	1383.7
85	286n1091w	Sonora	Río Mayo	28.568900	-109.062000	32	1068	1296.1
86	286n1094w	Sonora	Río Mayo	28.568900	-109.375000	32	600	919.2

* ***CFRS*** (Climate Forecast System Reanalysis).

Cuadro 12. Índice de corrección para datos de precipitación del CFSR.

Variable	Valor mínimo	Valor máximo	Descripción
TMPMX	-30	50	Temperatura máxima promedio del aire para el mes (°C)
TMPMN	-40	40	Temperatura mínima promedio del aire para el mes (°C)
TMPSTDMX	0.1	100	Desviación estándar de la temperatura máxima del aire en el mes (°C)
TMPSTDMN	0.1	30	Desviación estándar de la temperatura mínima del aire en el mes (°C)
PCPMM	0	600	Precipitación media que cae en el mes (mm)
PCPSTD	0.1	50	Desviación estándar de la precipitación diaria en el mes (mm)
PCPSKW	-50	20	Coeficiente de sesgo para la precipitación diaria en el mes
PR_W1	0	0.95	Probabilidad de que un día húmedo después de un día seco en el mes (fracción)
PR_W2	0	0.95	Probabilidad de un día húmedo después de un día de lluvia en el mes (fracción)
PCPD	0	31	Número promedio de días de precipitación en el mes
RAINHHMX	0	125	Precipitación máxima en media hora durante el mes (mm)
SOLARAV	0	750	Radiación solar Promedio diaria en el mes
DEWPT	-50	25	Temperatura del punto de rocío promedio en el mes (°C)
WNDAV	0	100	Velocidad media del viento en el mes ($m.s^{-1}$)

Para la zona de estudio, se obtuvieron datos diarios de cada parámetro (Cuadro 12), en 86 puntos, en cuadrantes de 38x38 km (ANEXO 3). En el Cuadro 13 se presenta un análisis comparativo de datos promedio de precipitación del CFSR (86 puntos) y del SMN (78 estaciones), se observa que, la precipitación promedio anual es 26% mayor con datos del CFSR, ya que en los meses más

lluviosos (julio, agosto y septiembre) registran entre 56.9 y 61.8% más precipitación que los datos del SMN, no así en la precipitación del resto de meses que muestran mínimas diferencias (Figura 20). Con el propósito de calibrar y validar el modelo, con la información climática del CFSR, se obtuvo un índice de corrección para ajustar los datos de precipitación de los meses más lluviosos (Cuadro 13).

Cuadro 13. Índice de corrección para datos de precipitación del CFSR.

Origen	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Ago.	Jul.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
CFSR	34.25	25.94	13.67	10.27	10.63	70.63	291.32	280.78	170.94	49.61	23.38	39.68	1021.1
SMN	38.60	25.71	17.60	11.72	14.55	60.38	185.63	173.47	108.50	46.96	26.84	42.88	752.8
	-0.112	**0.008**	**-0.223**	**-0.124**	**-0.269**	**0.169**	**0.569**	**0.618**	**0.575**	**0.056**	**-0.128**	**-0.074**	

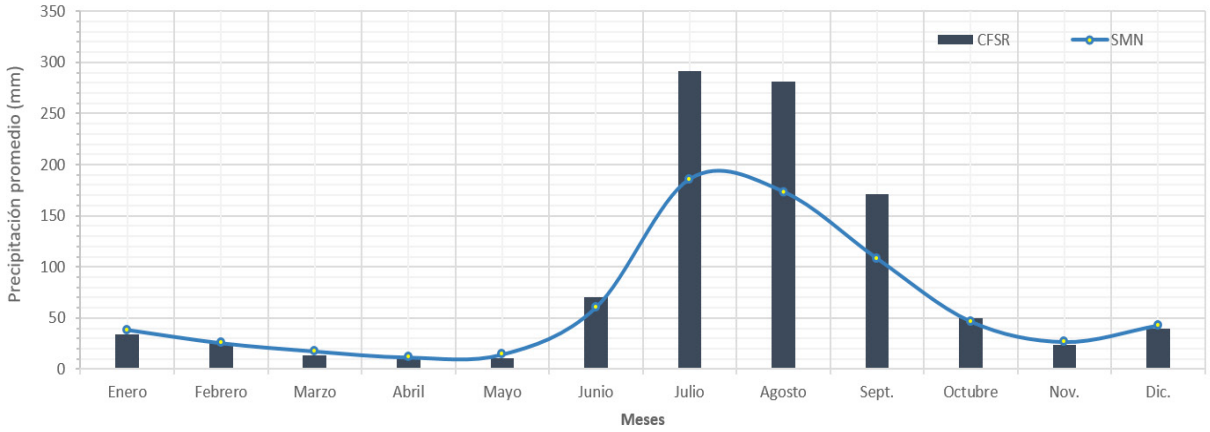


Figura 20. Comparación de precipitación promedio del CFSR y estaciones meteorológicas del SMN en el área de influencia del PTS.

Periodo de datos climaticos para calibrar y validar el modelo SWAT.

Para la calibración y validación del SWAT se buscaron datos climáticos que coincidieran con el periodo de los aforos hidrométricos y que estuvieran lo más completos posible. Para la calibración del río Fuerte se usaron datos hidrométricos y climáticos del periodo de 1981 a 1986 y para el río Mayo de 1979 a 1990 para, Para la validación de resultados del río Fuerte se utilizaron registros de 1987 a 1992 y para el río Mayo de 1991 a 1999.

Recopilación y procesamiento de información edáfica.

Las áreas de muestreo se definieron en recorridos de campo donde se seleccionaron sitios representativos de los grupos de suelos observados. Para alimentar el modelo SWAT se generaron, para el área de estudio, las propiedades físicas y químicas de los suelos. En laboratorio, para cada muestra recolectada en campo, se obtuvo: 1) pH, 2) conductividad eléctrica, 3) capacidad de intercambio catiónico, 4) nitrógeno total, 5) materia orgánica, 6) fósforo, 7) bases intercambiables (Ca++, Mg++, Na+, K+), 8) aniones solubles (CO_3, HCO_3, Cl), 9) cationes solubles (Ca++, Mg++, K+), 10) sulfatos (SO_4), 11) densidad aparente, 12) conductividad hidráulica y 13) textura (arcilla,

arenas, limos, clase textural). En el Anexo 1 (Cuadro 70 al Cuadro 72) se presentan los resultados reportados por el laboratorio de Física de Suelos del Colegio de Postgraduados.

El Cuadro 14 muestran los 18 parámetros que requiere SWAT para la simulación y en el Cuadro 15 se muestran los perfiles de suelo adoptados para correr el modelo. Estos parámetros se calcularon a partir perfiles de suelo del INEGI (2016) y se ajustó con base en los datos reportados por el laboratorio para las muestras de suelo analizadas. Los perfiles de suelo corresponden a las unidades analizadas: Fluvisol Eútrico Eskelético, Leptosol Eútrico Eskelético, Phaeozem Lúvico Léptico (Meseta), Phaeozem Eskelético Léptico, Regosol Eskelético Léptico, Cambisol Esquelético Léptico, Regosol Eútrico Léptico (Meseta).

Cuadro 14. Variables edáficas que utiliza el modelo SWAT.

Código	Valor mínimo	Valor máximo	Descripción
NLAYERS	1	10	Número de horizontes en el suelo
HYDGRP	0	0	Grupo hidrológico
SOL_ZMX	0	3500	Máxima profundidad de la raíz en el perfil (mm)
ANION_EXCL	0.01	1	Fracción porosa (espacio vacío) de la que se excluyen los aniones (fracción)
SOL_CRK	0	1	Volumen potencial de macro poros o grietas (fracción)
TEXTURE	0	0	Textura
SOL_Z	0	3500	Profundidad del suelo de la parte superficial (mm)
SOL_BD	0.9	2.5	Densidad aparente en húmedo (g/cm$^{3)}$
SOL_AWC	0	1	Contenido de agua disponible en el suelo (mm/mm)
SOL_K	0	2000	Conductividad hidráulica a saturación (mm/hr)
SOL_CBN	0.05	10	Contenido de carbono orgánico (%)
CLAY	0	100	Contenido de arcilla (%)
SILT	0	100	Contenido de limo (%)
SAND	0	100	Contenido de arena (%)
ROCK	0	100	Contenido de fragmentos de roca (%)
SOL_ALB	0	0.25	Humedad del suelo albedo
USLE_K	0	0.65	Erodabilidad del suelo (K) factor de la ecuación USLE
SOL_EC	0	100	[No activo actualmente] Conductividad eléctrica (dS/m)

Cuadro 15. Propiedades físicas y químicas adoptadas para los suelos de las cuencas de los ríos Fuerte y Mayo.

Tipos de suelo	NLAYERS	HYDGRP	SOL_ZMX	TEXTURE	SOL_Z	SOL_BD	SOL_AWC	SOL_K	SOL_CBN	CLAY	SILT	SAND	ROCK	SOL_ALB	USLE_K	SOL_EC
Fluvisol Eútrico Esquelético	4	B	1380	Sandy Loam	120	1.48	0.08	44.80	0.64	12	16	72	3	0.231	0.360	1.0
					430	1.46	0.12	10.70	0.35	24	28	48	6	0.162	0.400	1.0
					1110	1.47	0.10	12.96	0.29	22	24	54	9	0.093	0.397	1.0
					1380	1.59	0.10	6.17	0.17	24	28	48	12	0.110	0.407	1.0
Leptosol Eútrico Eskelético	2	B	250	Sandy Loam	100	1.46	0.10	26.90	1.91	14	30	56	10	0.093	0.367	2.0
					250	1.43	0.12	8.69	0.87	24	38	38	15	0.162	0.398	2.0
Phaeozem Lúvico Léptico (Meseta)	5	B	1250	Loam	220	1.55	0.13	7.94	0.41	23	35	42	0	0.093	0.413	0.2
					350	1.56	0.12	5.19	0.17	27	29	44	0	0.162	0.403	0.1
					570	1.49	0.13	1.73	0.12	37	27	36	0	0.231	0.381	0.1
					730	1.56	0.11	2.56	0.06	33	19	48	5	0.150	0.367	0.1
					1250	1.58	0.10	4.39	0.06	27	27	46	10	0.150	0.403	0.1
Phaeozem Esquelético Léptico	3	B	550	Loam	200	1.40	0.14	12.87	1.80	24	34	42	0	0.093	0.359	2.0
					340	1.55	0.11	7.32	0.58	26	24	50	0	0.093	0.375	2.0
					550	1.46	0.12	7.22	0.35	28	26	46	5	0.093	0.386	2.0
Regosol Eskelético Léptico	4	B	1380	Sandy Loam	120	1.59	0.07	38.03	0.18	12	16	72	2	0.231	0.374	2.0
					430	1.58	0.11	7.26	0.23	24	28	48	3	0.162	0.405	2.0
					1110	1.47	0.11	13.79	0.17	22	24	54	5	0.093	0.402	2.0
					1380	1.59	0.10	6.23	0.12	24	28	48	10	0.110	0.409	2.0
Cambisol Esquelético Léptico	3	B	850	Sandy Loam	140	1.32	0.13	30.46	2.73	18	28	54	0	0.024	0.328	1.0
					350	1.45	0.13	9.55	0.41	26	28	46	0	0.162	0.393	1.0
					850	1.39	0.13	2.89	0.12	38	30	32	5	0.093	0.386	1.0
Regosol Eútrico Léptico (Meseta)	2	B	450	Loam	180	134.00	0.13	23.18	2.49	20	32	48	1	0.024	0.341	0.2
					450	1.46	0.11	13.33	1.16	22	28	50	5	0.059	0.371	0.1

Recopilación y procesamiento de registros hidrométricos

A continuación, se describen las estaciones hidrométricas de Huites y la de San Bernardo las cuales aforan los escurrimientos provenientes de las cuencas altas de los ríos Fuerte y Mayo, respectivamente. La cuenca de la estación hidrométrica Huites abarca la mayor parte del área de influencia del PTS (Figura 21). La estación, ahora inundada por el vaso de la Presa Luis Donaldo Colosio, recibe numerosos afluentes, los principales son los ríos Chínipas-Oteros, Fuerte-Urique y San Miguel-Batopilas. Esta estación se ubicó en el estado de Sinaloa, en el municipio de Choix, en un lugar conocido como Cajón de Huites, en las coordenadas 26° 53' 00" LN y 108° 2' 0" LW, en un tramo recto con sección transversal de 180 m, sobre taludes de roca y lecho arenoso (IMTA, 2016).

La cuenca de la estación San Bernardo abarca la porción Noroeste del área de influencia del PTS (Figura 21); la corriente que llega a la estación nace en el estado de Chihuahua, a una elevación aproximada de 2600 m.s.n.m, y se forma por la confluencia de los ríos Moris y Condameña, sigue una trayectoria suroeste recibiendo por su margen derecha los ríos Babarocos y Rábanos. La estación San Bernardo se localiza en las coordenadas 27° 24' 45" LN y 108° 52' 55" LW, situada entre el rancho Vado de las Panelas y el rancho de Tetasuari, a 1.0 km aguas abajo de la confluencia del arroyo San Bernardo, aproximadamente a 20 km del embalse de la presa Adolfo Ruiz Cortínes en el municipio de Álamos, en el estado de Sonora. La estación se ubicó en un tramo recto, de longitud aproximada de 700 m, taludes de poca pendiente y formados por conglomerados de roca y tierra. El lecho del río es profundo y formado de arena y cantos rodados (en algunos sitios grandes rocas), su sección es de forma trapecial bastante extendida, con taludes de pendiente suave y conformada por los mismos materiales del tramo (IMTA, 2016).

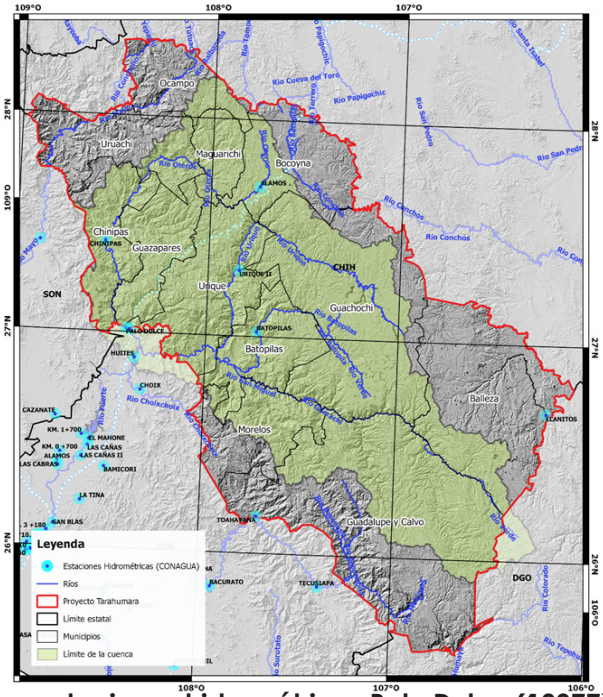


Figura 21. Ubicación de las estaciones hidrométricas Palo Dulce (10077), Tubares (10123), Huites (10,037) y San Bernardo (09067).

Los aforos del caudal del río Fuerte, en la estación hidrométrica Huites, iniciaron el 1º de septiembre de 1941 y continuaron hasta el 31 de diciembre de 1992, año en el cual inició la construcción de la presa Luis Donaldo Colosio (agosto de 1992). En la estación, los sólidos en suspensión se registraron entre 1944 y 1979 (IMTA, 2016).

El 12 de enero de 1960 la estación hidrométrica de Huites registró un gasto máximo instantáneo de 15,000 m^3/s, un gasto máximo diario de 10,129.3 m^3/s el 29 de agosto de 1990, un caudal mínimo diario de 1.96 m^3/s el 10 de junio de 1954 (IMTA, 2016). El caudal medio diario de la estación hidrométrica entre 1942 y 1992 fue de 137.2 m^3/s (Anexo 2). En promedio, entre los años 1942 y 1992, la estación Huites registra un escurrimiento medio anual de 4'314,817.59 miles de m^3. El escurrimiento máximo se observó en el año de 1991 con un volumen 8'847,678.08 miles de m^3 y un volumen mínimo de 1'403,488 en el año 1951 (Anexo 2).

El volumen máximo de sedimentos se reportó en el año de 1943 con 53,134.84 miles de m^3 y un mínimo de 222.55 en el año 1982. Estos datos muestran efecto del fenómeno del Niño (ENSO) de 1982, cuya sequía redujo al mínimo la producción de sedimentos en la cuenca. Para la producción media de sedimentos, asumiendo una densidad 2.65 t/m^3, la cuenca experimenta una degradación especifica de 9.05 t/ha y una degradación máxima en el periodo de registro de 59.93 t/ha (1943). La degradación media de la cuenca supera en un 323% a la media nacional que es de 2.8 t/ha, esta alta degradación es congruente con el origen volcánico de sus suelos (principalmente tobas) y lo escarpado de su topografía.

Para una capacidad para azolves reportada de 500 millones m3 al NAMINE, una eficiencia de captación de sedimentos del 98%, y una entrada de sedimentos medio anual de 8,915.64 miles de m^3; resulta que la presa tendría una vida útil de 55 años la cual podría incrementarse unos 15 años adicionales en función del delta que formen los principales afluentes al desembocar en el vaso de la presa.

En la Figura 22 se muestra la relación entre el volumen mensual de escurrimientos y sedimentos con un coeficiente de determinación (r^2) de 0.818. Estos resultados muestran que la producción de sedimentos crece de manera casi cuadrática con el escurrimiento superficial. Esto indica que las acciones de conservación de suelo, que favorezcan la infiltración de la lluvia, podrían tener un impacto significativo en la reducción del escurrimiento superficial y la degradación de la cuenca.

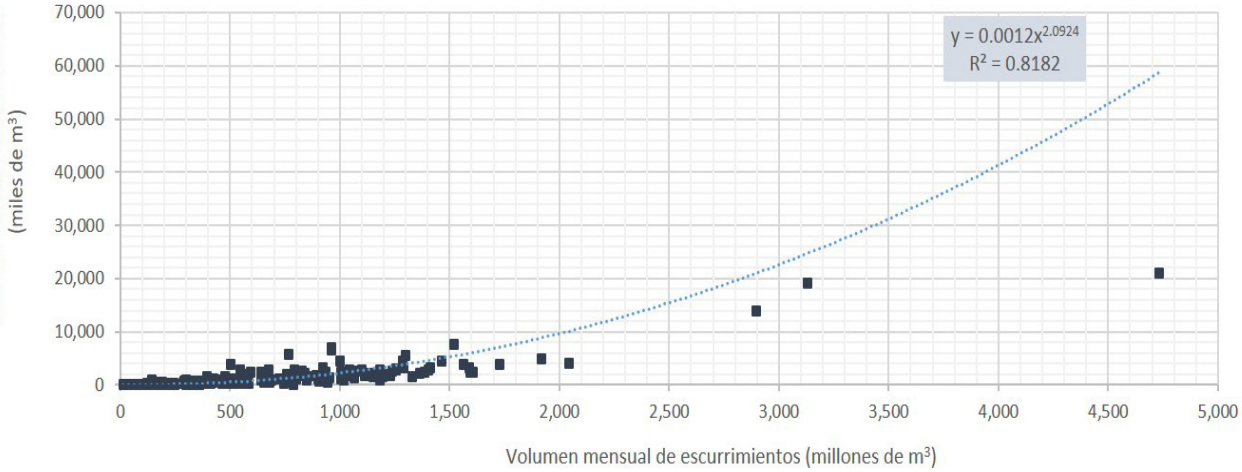


Figura 22. Relación entre volúmenes mensuales de escurrimientos y producción de sedimentos, estación hidrométrica Huites.

Los aforos del caudal del río Mayo, en la estación hidrométrica San Bernardo, iniciaron el 17 de enero de 1960, a partir del 13 de junio de 1964 se instaló una nueva escala, formada de 9 tramos de concreto y los aforos continuaron hasta el 30 de junio de 2014. En la estación, los sólidos en suspensión se registraron entre 1962 y 1994, con un periodo adicional entre 2010 y 2011 (IMTA, 2016).

El 17 de diciembre de 1990 la estación hidrométrica de San Bernardo registró un gasto máximo instantáneo de 4,429 m^3/s, un caudal mínimo diario de 0.01 m^3/s el 31 de mayo de 2007 (IMTA, 2016). El caudal medio diario de la estación hidrométrica, entre 1960 y 2014, fue de 29.98 m^3/s (Anexo 2). Entre los años 1960 y 2014 la estación San Bernardo reporta un escurrimiento medio anual de 949,585.36 miles de m^3. El escurrimiento máximo se observó en 1983 con un volumen 1'931,962.00 miles de m^3 y un volumen mínimo de 409,525.98 en el año 2011 (Anexo 2).

El volumen máximo de sedimentos se reportó en el año de 1971 con una cantidad de 4,095.77 miles de m^3 y un mínimo de 303.13 en el año 1970. Para la producción media de sedimentos, asumiendo una densidad 2.65 t/m^3, la cuenca experimenta una degradación especifica de 4.47 t/ha y una degradación máxima en el periodo de registro de 14.22 t/ha (1971). La degradación media de la cuenca supera en un 63% la media nacional (2.8 t/ha), la degradación es congruente con el origen volcánico de los suelos (principalmente tobas), lo escarpado de su topografía, sin embargo, es menor a la que existe en la cuenca alta del Fuerte por un menor relieve y lámina de lluvia.

En la Figura 23 se muestra la relación entre el volumen mensual de escurrimientos y sedimentos con un coeficiente de determinación (r^2) de 0.7101. Estos resultados muestran que el creimiento de la producción de sedimentos en la cuenca del río Mayo es menor que el de la cuenca del río Fuerte. No obstante, las acciones de conservación de suelo, que favorezcan la infiltración de la

lluvia, también podrían tener un impacto significativo en la reducción del escurrimiento superficial y la degradación de la cuenca.

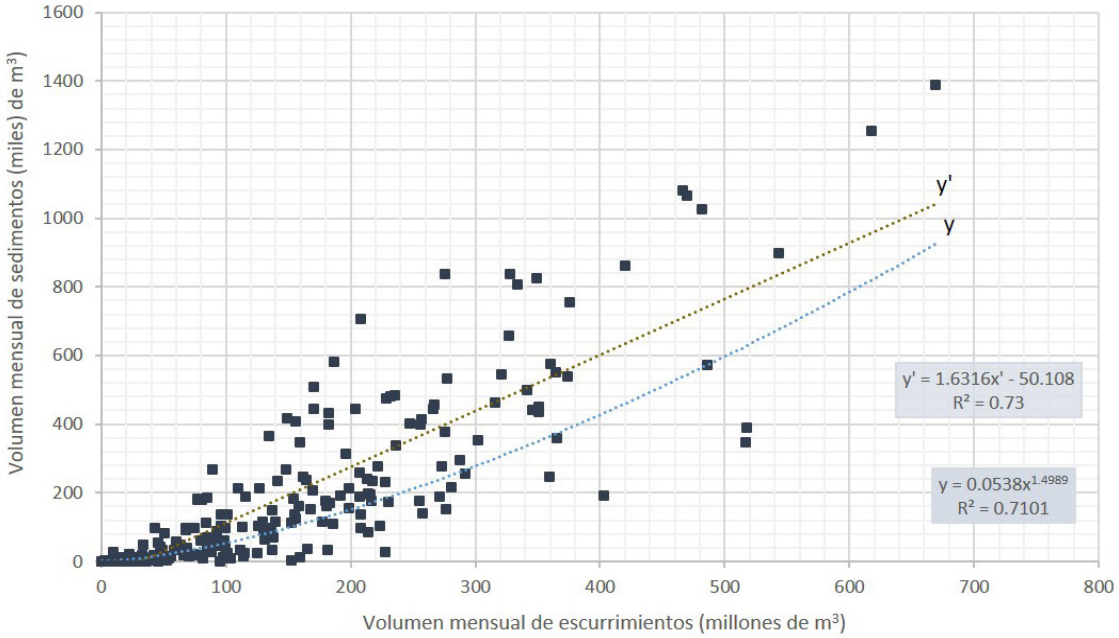


Figura 23. Relación entre volúmenes mensuales de escurrimientos y producción de sedimentos correspondientes a la cuenca de la estación hidrométrica San Bernardo.

Análisis de datos hidrométricos

La cuenca hasta la estación hidrométrica Huites, como se mencionó antes, tiene tres afluentes principales, los ríos Chínipas, Fuerte y San Miguel. El río Chínipas forma la subcuenca Chínipas o Palo Dulce (6,323.0 Km^2), los ríos Fuerte y San Miguel forman la subcuenca San Francisco o Tubares (17,531.0 Km^2), las dos subcuencas cubren el 90.9% de la superficie de la cuenca de la estación hidrométrica Huites, el 9.1% faltante corresponde a la subcuenca del arroyo Septentrión sin estación hidrométrica (SRH, 1969). En la subcuenca del río Chínipas se localizan dos estaciones hidrométricas, la estación Chínipas (10,064) que presenta datos mensuales de gasto medio entre los periodos 1975-1982 y 1985-2008, mientras que en la estación Palo Dulce (10,077) los datos disponibles están entre 1976 y 1986. En la subcuenca Tubares, se encuentra la estación San Francisco con datos mensuales de gasto medio entre 1942 a 1974 y en la misma localización la estación Tubares (10,123) tiene registros entre 1974 y 2001 (IMTA, 2016).

Las estaciones hidrométricas Chínipas y Palo dulce se localizan en la misma corriente que llega a la estación Huites, lo que permitió analizar la relación que guardan entre sus caudales; así, entre la Chínipas y Palo Dulce guardan una alta relación que alcanza un coeficiente de determinación de 0.97 (Figura 24).

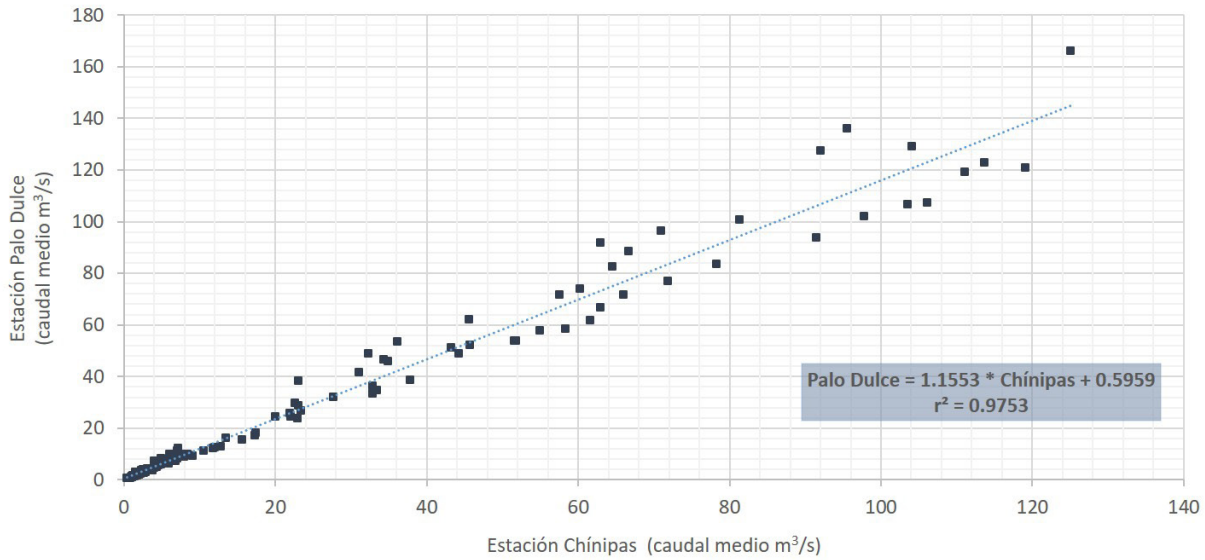


Figura 24. Relación entre los gastos medios (m³/s) de las estaciones hidrométricas Chínipas (10064) y Palo Dulce (10077).

Para observar la consistencia de los datos de la estación Huites con Palo Dulce, adicionalmente se determinó la relación entre ambas estaciones hidrométricas, encontrándose un coeficiente de correlación de 0.94 (Figura 25) entre sus caudales. Del análisis de los datos hidrométricos se observó en la estación Palo Dulce un dato fuera de lo común en mayo de 1986 con caudal medio de 321.09 m³/s, mientras que en la estación Huites se observaron únicamente 15.22 m³/s.

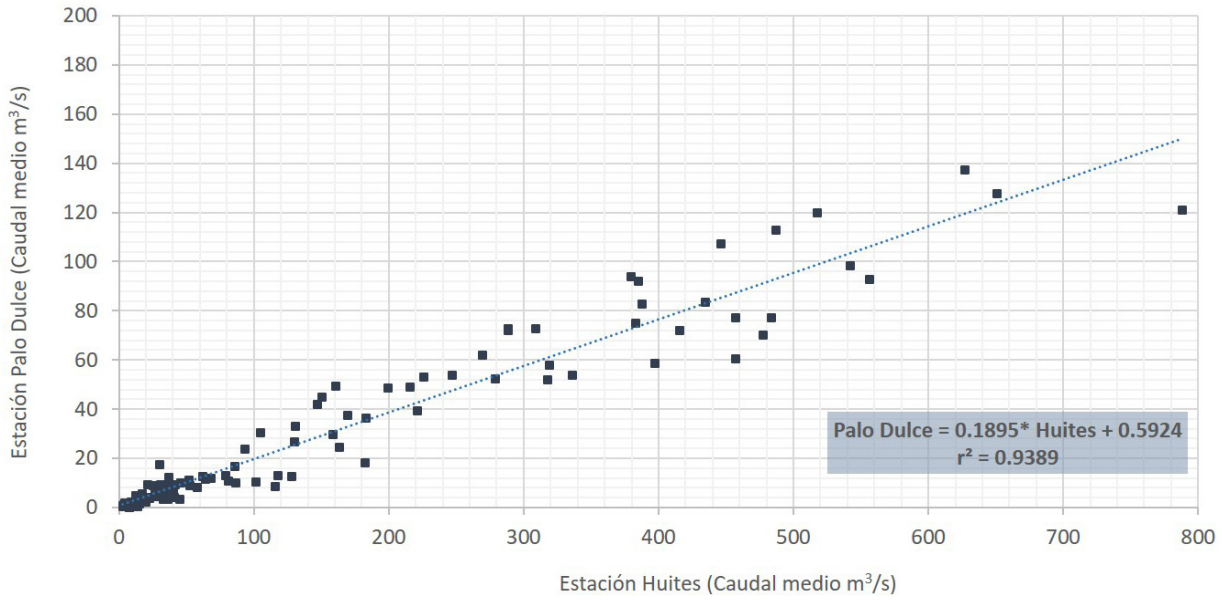


Figura 25. Relación entre los gastos medios (m³/s) de las estaciones hidrométricas Huites (10037) y Palo Dulce (10077).

En el caso de la estación Tubares se observó falta de datos entre 1986 y 1989. La relación entre los caudales de las estaciones Tubares y Huites alcanzó un coeficiente de determinación de 0.9431. En la Figura 26 se muestra la función que relaciona los caudales entre la estación Tubares y Huites.

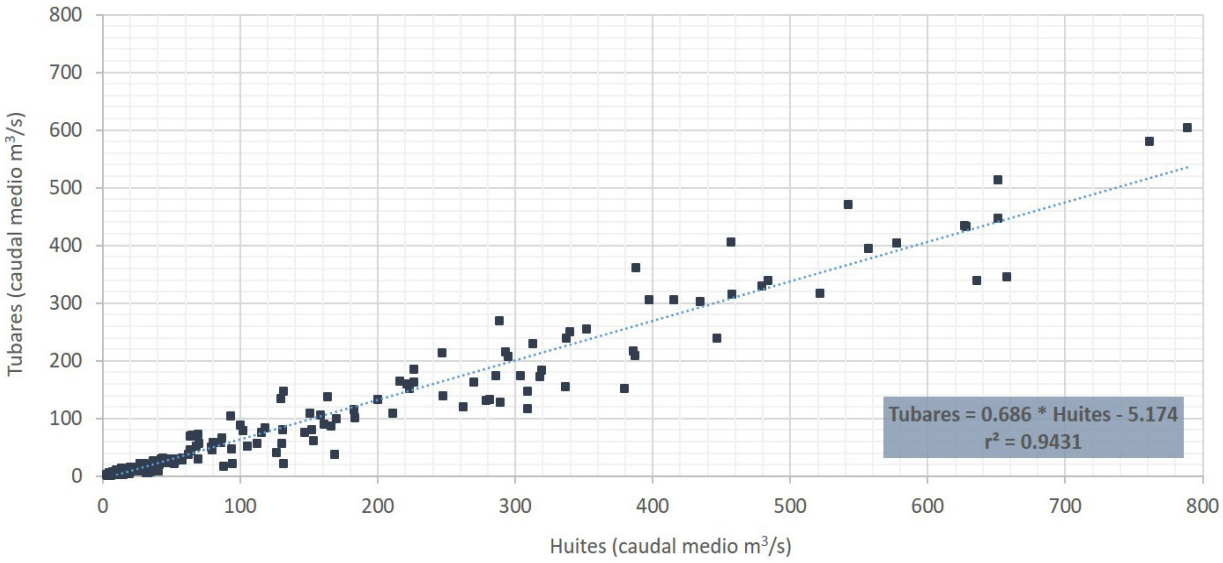


Figura 26. Relación entre los gastos medios (m³/s) de las estaciones hidrométricas Huites (10037) y Tubares (10123).

La suma del gasto medio mensual de las estaciones hidrométricas Palo Dulce y Tubares, respecto a la estación Huites, presenta un coeficiente de determiación de 0.9543 para los valores medios mensuales (Figura 27). Lo anterior, indica que a partir de los datos sumados de las estaciones Palo Dulce y Tubares se pueden usar para estimar datos hidrométricos faltantes en la estación Huites.

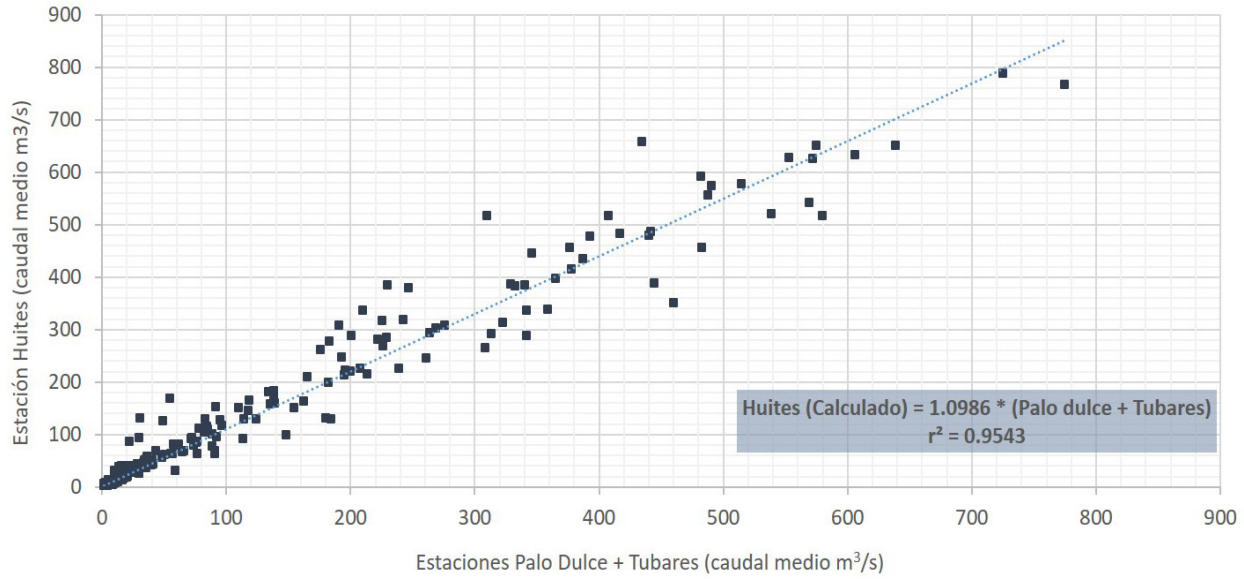


Figura 27. Relación entre el gasto medio (m³/s) de la estación hidrométrica Huites (10,037) y la suma de los gastos medios (m³/s) de las estaciones hidrométricas Palo Dulce (10,077) y Tubares (10,123).

En la Figura 28 se observan los datos completos de las estaciones Palo Dulce, Tubares, para el periodo 1974-1992, con los datos calculados para Huites después de calcular los datos faltantes utilizando las funciones obtenidas de las relaciones anteriormente presentadas.

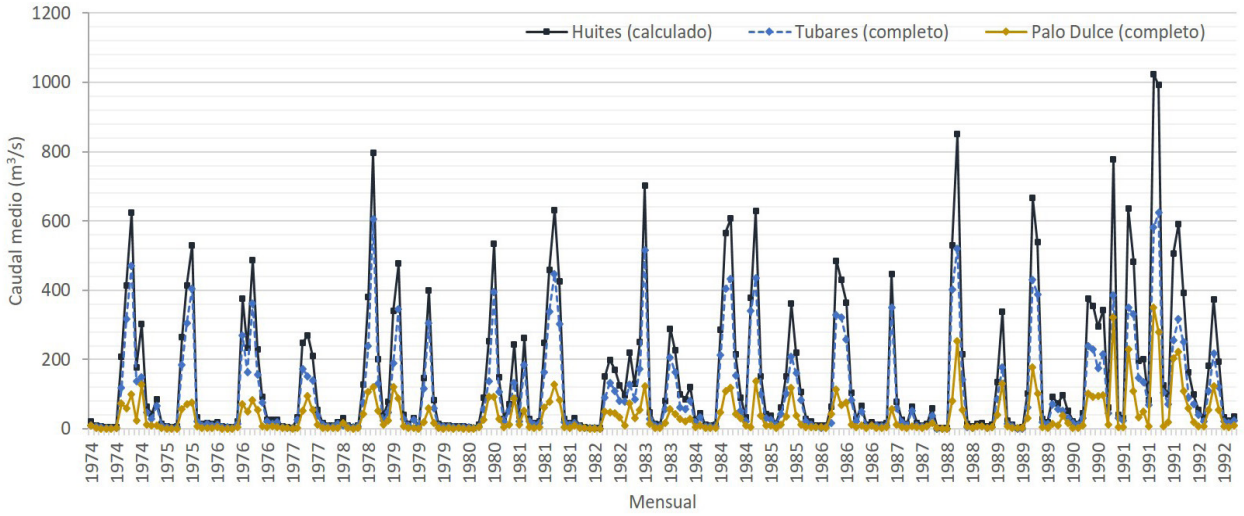


Figura 28. Gasto medio mensual de las estaciones Palo Dulce, Tubares y Huites de la cuenca del río Fuerte.

Parámetros fisiotécnicos, manejo agrícola y rendimientos de grano y forraje.

La información de uso de suelo y vegetación para las cuencas de los ríos Fuerte y Mayo se tomó de CONABIO (2017), con resolución de 30 metros. El conjunto de datos se produjo como parte del monitoreo del cambio de uso de la tierra en América del Norte; esfuerzo trilateral entre Natural Resources Canadá, el Servicio Geológico de los Estados Unidos y tres organizaciones mexicanas: INEGI, CONABIO y CONAFOR.

En cuenca del río Fuerte el bosque siempre verde abarca 1'885,708.58 ha (53.83%), el bosque de encino cubre 674,964.64 ha (19.27 %) y el restante 26.9% de la cuenca, 942,148.50 ha, corresponde a selva baja caducifolia, agricultura; matorral, pastizal, asentamientos humanos y cuerpos de agua (Cuadro 16).

En la cuenca del río Mayo, el uso de suelo y vegetación se compone de 288,325.13 ha de selva de baja caducifolia (37.78 %), 272,511.79 ha de bosque de encino (35.71 %), 159,562.10 ha de bosque de coníferas (20.91%) y el restante 5.60% (42764.87 ha) corresponde a agricultura, matorral, pastizal, asentamientos humanos y cuerpos de agua (Cuadro 16).

Cuadro 16. Uso de suelo y vegetación de las cuencas de los ríos Fuerte y Mayo (CONABIO, 2017).

Clave SWAT	Uso de suelo y vegetación	Uso de suelo y vegetación SWAT	Río Fuerte		Río Mayo	
			Superficie (ha)	Superficie (%)	Superficie (ha)	Superficie (%)
FRSD	Bosques de latifoliadas caducifolio tropical o subtropical	Selva Baja Caducifolia	430,865.61	12.3	288,325.13	37.78
FRSE	Bosque de coníferas templado o subpolar	Bosque de coniferas	1'885,708.58	53.87	159,562.11	20.91
MESQ	Matorral templado o subpolar tropical o subtropical	Matorral	151,776.67	4.33	9,166.54	1.20

Clave SWAT	Uso de suelo y vegetación	Uso de suelo y vegetación SWAT	Río Fuerte		Río Mayo	
			Superficie (ha)	Superficie (%)	Superficie (ha)	Superficie (%)
SIDE	Pastizal templado o subpolar tropical o subtropical	Pastizal	177,873.42	5.08	2,788.02	0.37
MAIZ	Agricultura	Máiz de grano	164,980.69	4.71	29,388.59	3.85
OAK	Bosques de latifoliadas caducifolio templado o subpolar	Bosque de encino	674.964.64	19.27	272,511.79	35.71
ARUR	Asentamientos humanos	Asentamiento humano	9,070.14	0.26	1,395.88	0.18
WATR	Cuerpo de agua	Cuerpo de agua	7,581.98	0.22	25.84	0.003

Producción agrícola

Los distritos de Desarrollo Rural (DDR) de San Juanito (037) y Balleza (038) de la SAGARPA, que se localizan en la cuenca; (Figura 29), se cultivan en promedio 76,706 ha, equivalente al 1.86% de la superficie del PTS, en la DDR de San Juanito se encuentran nueve de los 12 municipios en el área de estudio, Bocoyna, Batopilas, Chínipas, Guazzapares, Maguarichi, Morelos, Ocampo,Urique y Uriachi; en el DDR de Balleza únicamente se localizan los municipios de Balleza, Guachochi y Guadalupe y Calvo. En el cuadro 17 se muestran los principales cultivos del periodo 2005-2014, donde los tres cultivos con mayor superficie cultivada fueron maíz (64.2%), avena (21%) y frijol (12%). Ante la predominancia del cultivo de maíz (Figura 30), se optó por simular el área agricola de la cuenca como si fuera cultivada en su totalidad por este cultivo básico.

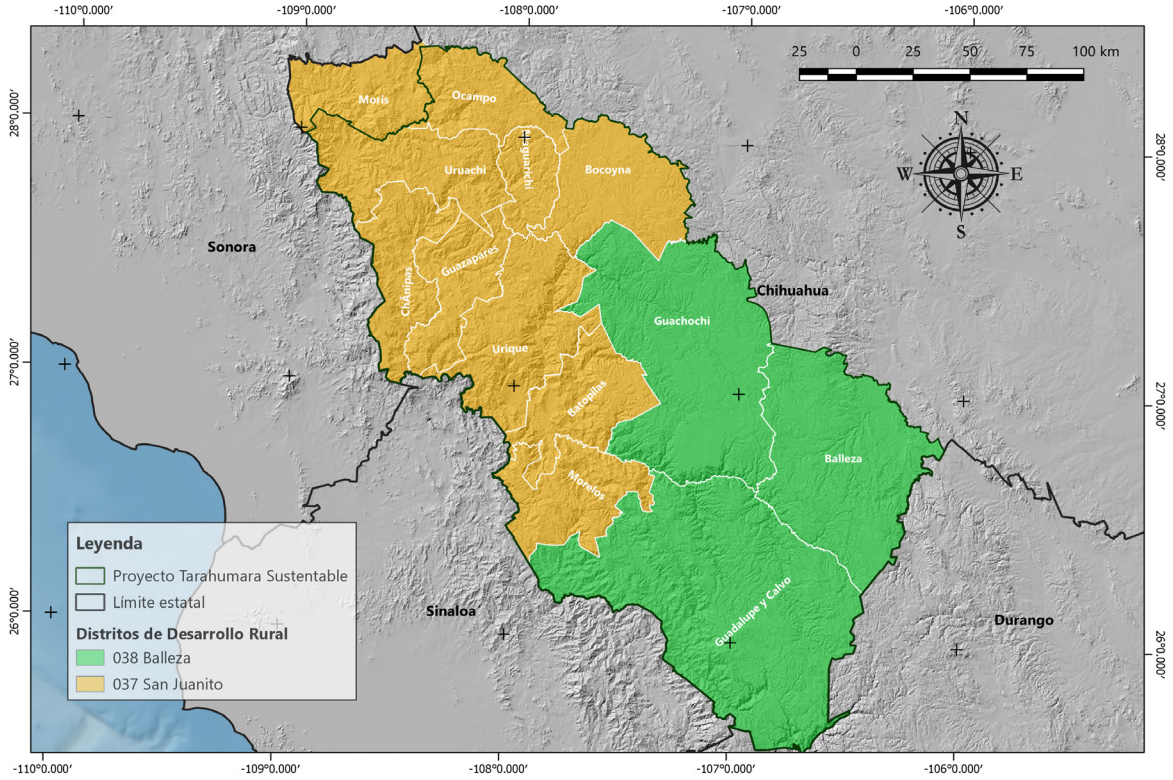


Figura 29. Distritos de Desarrollo Rural de San Juanito (037 y Balleza (038) en el área de influencia del PTS.)

Cuadro 17. Principales cultivos del Distrito de Desarrollo Rural de San Juanito (037) y Balleza (038)

Cultivo	Superficie sembrada (Ha)										
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Promedio
Avena forrajera en verde	13,992	17,686	16,913	12,486	17,250	17,709	16,717	18,868	16,868	12,665	16,088
Frijol	10,667	6,993	9,742	9,479	8,647	9,728	5,272	12,036	8,585	9,882	9,103
Maiz grano	50,087	36,669	51,702	54,037	49,820	51,818	31,991	57,576	54,572	54,043	49,232
Papa	2,087	1,300	1,217	1,211	1,264	1,300	1,090	1,304	1,187	1,496	1,346
Sorgo forrajero en verde	920	759	1127	866	441	666	616	787	667	118	697
Chile verde	0	0	0	0	0	0	100	90	90	150	43
Cacahuate	0	0	0	0	0	0	0	0	95	198	29
Trigo grano	249	0	273	202	86	138	0	197	200	350	170
Total	**78,002**	**63,407**	**80,974**	**78,281**	**77,508**	**81,359**	**55,786**	**90,580**	**82,264**	**78,902**	**76,706**

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2016).

Figura 30. Zonas agrícolas en la cuenca del río Fuerte (Maíz grano)

A partir de los estudios realizados por Solano-Romero (1979), Villalobos Palma (1986), Gutiérrez Holguín (1989), INIFAP (2000) e INIFAP (2004), en el Cuadro 18 y Cuadro 19 se especifica, por municipio, la superficie de maíz sembrada durante 2005-2014, el arreglo topológico, densidad de siembra, fertilización, rendimientos, épocas de siembra y cosecha, tipo de labranza, mecanización y tipo de semillas utilizadas. En la Figura 31 se observa que las fechas de siembra de maíz criollo guardan relación con la altitud, mientras que las zonas agrícolas menores a 1,500 msnm la siembra se realiza en el mes de julio, en las zonas superiores a 1,500 msnm esta ocurre en mayo (CONABIO, 2011).

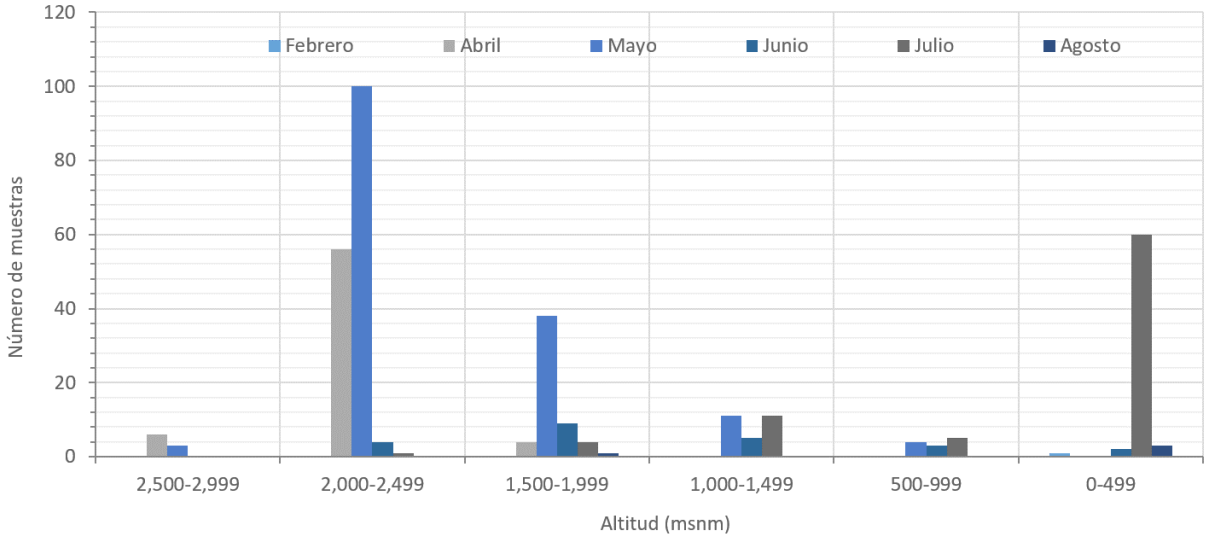


Figura 31.Fechas de siembra por rangos de altitud, zona de influencia del PTS (CONABIO, 2011).

Cuadro 18.Manejo del cultivo de maíz en la región de la Sierra Tarahumara.

Sierra Tarahumara	Municipio	Cultivo	Superficie de producción de maíz SIAP 2005-2014			Arreglo Topologico[3]	Tipo de labranza [2,3,5]	Superficie mecanizada (ha)[1]	Superficie no mecanizada (ha)[1]	Modalidad [1]	Tipo semilla [1]
			Máx.	Min.	Media						
Alta	Balleza	Maíz	6850	3990	5626.4	Mata	Convencional	3050	1150	Temporal	Criolla
								770	0	Riego	Mejorada
	Bocoyna	Maíz	7946	2139	6676.1	Mata	Convencional	26	4781	Temporal	Criolla
	Guachochi	Maíz	17542	6102	12920.5	Mata	Convencional	0	13350	Temporal	Criolla
								4050	0		Mejorada
	Guadalupe y calvo	Maíz	11900	4865	9279.8	Mata	Convencional	500	7100	Temporal	Criolla
								300	0		Mejorada
	Maguarichi	Maíz	785	435	663.1	Mata	Convencional	0	609	Temporal	Criolla
Baja	Ocampo	Maíz	2228	916	1740.4	Mata	Convencional	0	2228	Temporal	Criolla
	Uruachi	Maíz	2036	1206	1741.2	Mata	Convencional	0	2002	Temporal	Criolla
	Chínipas	Maíz	2210	886	1575.9	Mata	Convencional	0	2210	Temporal	Criolla
	Guazapares	Maíz	2727	634	2093.6	Mata	Convencional	0	2727	Temporal	Criolla
	Urique	Maíz	3925	2045	3376.1	Mata	Convencional	0	3403	Temporal	Criolla
	Batopilas	Maíz	3621	1145	2018.8	Mata	Convencional	0	3621	Temporal	Criolla
	Morelos	Maíz	2166	709	1519.6	Mata	Convencional	0	2166	Temporal	Criolla

Cuadro 19.Manejo del cultivo de maíz en la región de la Sierra Tarahumara (Continuación).

Sierra Tarahumara	Municipio	Distancia surcos[3] (cm)	Distanicas plantas[3] (cm)	Densidad plantas[2] (ha)	Fecha siembra [3,6]	Fecha cosecha[3,6]	No. Fertilización	N (K/ ha)[2,3]	P(Kg/ ha)[2,3]	K(Kg/ ha)[2,3]	Destino [1]	Rendimiento [3,4]
Alta	Balleza	70-80	150-200	20-30 mil	Abril-Mayo	Septiembre-octubre	1	25-84	53-64	0	Grano	0.641-2.59
	Bocoyna	70-80	150-200	20-30 mil	Abril-Mayo	Septiembre-octubre	1	25-84	53-64	0	Grano	0.641-2.59
	Guachochi	70-80	150-200	20-30 mil	Abril-Mayo	Septiembre-octubre	1	25-84	53-64	0	Grano	0.641-2.59
	Guadalupe y Calvo	70-80	150-200	20-30 mil	Abril-Mayo	Septiembre-octubre	1	25-84	53-64	0	Grano	0.641-2.59
Baja	Ocampo	70-80	150-200	20-30 mil	Julio-Julio	Noviembre-enero	1	25-84	53-64	0	Grano	0.641-2.59
	Uruachí	70-80	150-200	20-30 mil	Julio-Julio	Noviembre-enero	1	25-84	53-64	0	Grano	0.641-2.59
	Chínipas	70-80	150-200	20-30 mil	Julio-Julio	Noviembre-enero	1	25-84	53-64	0	Grano	0.641-2.59
	Guazapares	70-80	150-200	20-30 mil	Julio-Julio	Noviembre-enero	1	25-84	53-64	0	Grano	0.641-2.59
	Urique	70-80	150-200	20-30 mil	Julio-Julio	Noviembre-enero	1	25-84	53-64	0	Grano	0.641-2.59
	Batopilas	70-80	150-200	20-30 mil	Julio-Julio	Noviembre-enero	1	25-84	53-64	0	Grano	0.641-2.59
	Morelos	70-80	150-200	20-30 mil	Julio-Julio	Noviembre-enero	1	25-84	53-64	0	Grano	0.641-2.59

[1]SIAP, 2014; [2]Solano Romero, 1979; [3]Gutiérrez Holguín, 1989; [4]SIAP, 2013; [6]Villalobos Palma, 1986; [7]INIFAP, 2000

Paquetes tecnológicos para el cultivo de maíz

En el Cuadro 20 se resumen el paquete tecnológico, con las prácticas culturales, que realizan comúnmente los agricultores en la parte alta y baja de la sierra Tarahumara (cuencas altas de los ríos Fuerte y Mayo) mismo que fue utilizado para alimentar los parámetros de manejo del maíz en SWAT.

Cuadro 20. Paquete tecnológico del cultivo de maíz para la Sierra Tarahumara Alta y Baja

Operación	Concepto/Actividad	Mano de obra (Jornales/ día)	Cantidad	Fechas	Observaciones
Preparación del terreno	Desborde	5		En diciembre o enero	Se usa arado egipcio
	Barbecho	14		Mayo en la sierra baja Diciembre en la sierra alta	Se usa tracción animal o mecánica
	Rastreo	3		En la sierra alta se realiza de marzo a abril.	Se usa rastra de madera tirada por bueyes.
Siembra	Semilla	12	3 a 4 semillas por mata	De junio a julio en la sierra baja. De abril a mayo en la sierra alta	Variables criollas y mejoradas; azul, compuesto blanco, perla blanco, temosachic, perlilla de la sierra, gordo, dulce, rosita, chilero, pepitilla amarillo, pepitilla blanco, tulancingo blanco, tulancingo amarillo, hembra, argentino, celaya, tuxpeño, chato, bonito, catarimeño, temporalero, carcareñoy tayaui.
	Siembra	n/a	15-25 cm de produndiad		Con el gancho y el espequese busca el jugo. tambien se utilizan sembradoras de tracción animal
	Arreglo topoógico				Mateado
	Distancia entre surcos		0.7 -0 .8 m		
	Distancia entre matas		1.5 - 2 m		
	Densidad de siembra		20 - 30 mil plantas/ha		
Control de malezas	Deshierbe	11		Se realiza hasta la floración.	Manual
	Escardas	22		La primera escarda es cuando la planta tiene 10-20 cm y la segunda a los 50-60 cm de altura.	Dos escardas, a veces de forma manual o con tracción animal.
Fertilización			1 aplicación	Después de iniciar las primeras lluvias o cuando la planta tiene 10 a 20 cm de altura.	Se aplica en su mayoría estiércol de ovino, caprino y bovino. Se utilizan fertilizantes como UREA y Fosfato de amonio (18-46-00)
Manejo de plagas					Una limitada proporción de agricultores utiliza plaguicidas (4%).
Cosecha	Pizca	15		Se realiza en noviembre, diciembre o enero.	
	Despunte	12			
Especificaciones del cultivo	Se realiza una rotación del cultivo cada 2 a 4 años. En terrenos accidentados se formar un bordo o barrera que sostiene una terraza. En algunos casos se siembra con el maíz, frijol y calabaza.				

En el Cuadro 21 se presenta el paquete tecnológico de maíz y manejo del cultivo de maíz para las áreas agrícolas de la sierra alta y baja de la Tarahumara (ríos Fuerte y Mayo).

Cuadro 21.Paquete tecnológico de maíz y manejo para las áreas agrícolas de la sierra alta y baja de la Tarahumara.

Sierra	Operación	Fecha	Unidades Calor (madurez)	Unidades calor (Fracción)
Alta	Rastreo	1 mayo	1,800	0.20
	Siembra	1 mayo		0.20
	1er Escarda	1 junio		0.24
	Fertilización	1 julio		0.48
	2da Escarda	1 julio		0.48
	Cosecha	30 septiembre		1.20
	Barbecho	30 de octubre		1.44
Baja	Rastreo	15 julio	2,100	0.50
	Siembra	15 julio		0.50
	1er Escarda	15 agosto		0.24
	Fertilización	15 septiembre		0.48
	2da Escarda	15 septiembre		0.48
	Cosecha	15 diciembre		1.20
	Barbecho	15 enero		1.44

Manejo Forestal

En los doce municipios estudiados, existen siete Unidades de Manejo Forestal (UMAFOR): Silvicultores Unidos de Occidente de Chihuahua A.C. (0803), Baja Tarahumara A.C. (0804), San Juanito A.C. (0805), Morelos A.C. (0806), Región de Manejo Silvícola de Guachochi A.C. (0807), Asociación Regional de Silvicultores de Guadalupe y Calvo, A.C. (0808) y Silvicultores Unidos de Balleza A.C. (0809). Las áreas forestales representan 3’673,126.06 ha, equivalente a 89.01% de la superficie total del PTS (Figura 32) dominadas por asociaciones pino-encino (Figura 33) y por pino (Figura 34).

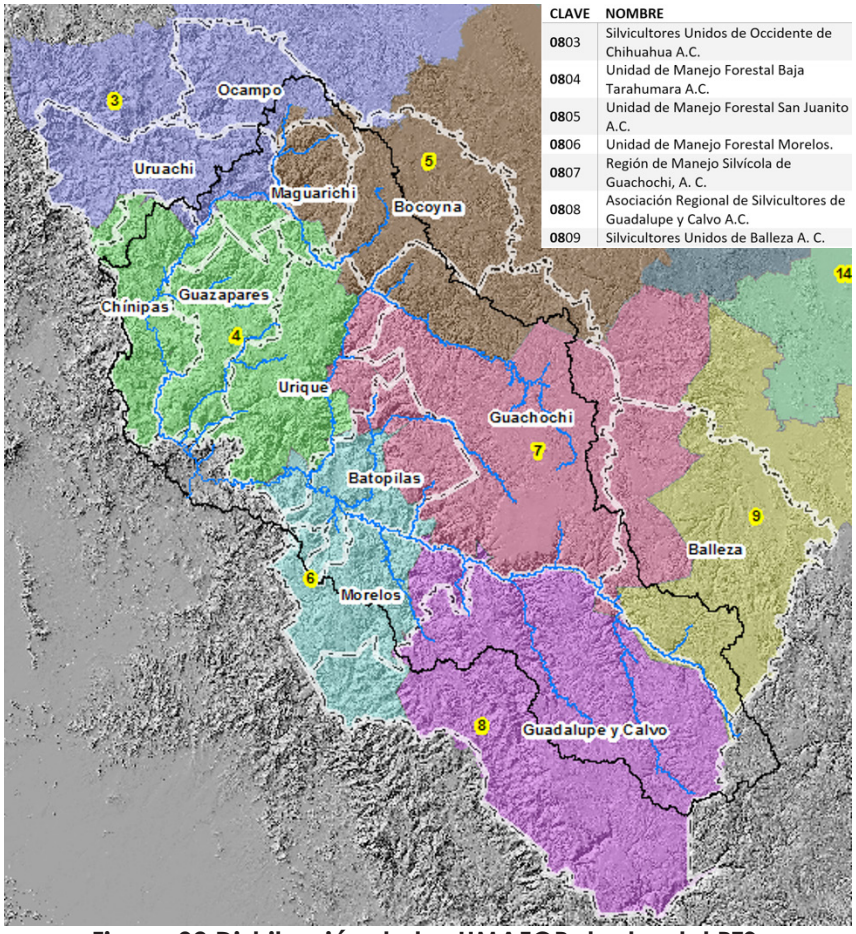


Figura 32.Distribución de las UMAFOR dentro del PTS.

Figura 33.Bosque de pino y bosque de pino-encino en el área de influencia del PTS.

Figura 34. Bosque de pino en el área de influencia del PTS.

A partir de los Informes Regionales Forestales de cada UMAFOR (CONAFOR, 2016) se obtuvo el porcentaje de aprovechamiento maderable de coníferas y latifoliadas por municipio (Cuadro 22) y el manejo forestal más común en el área de estudio (Cuadro 23).

Cuadro 22. Superficie y biomasa total de los bosques de coníferas y latifoliadas.

Municipios	Coníferas			Latifoliadas		
	Superficie (ha)	Total de biomasa (t/ha)	% de Corta	Superficie (ha)	Total de biomasa (t/ha)	% de Corta
Balleza	198,791.00	46.24	0.68	218,069.60	6.22	7.78
Batopilas	86,476.62	41.26	0.49	42,576.11	22.80	0.52
Bocoyna	221,720.88	29.65	0.05	17,851.77	12.34	3.00
Chínipas	1,834	51.70	11.67	83,930.00	60.59	0.16
Guachochi	450,046.24	46.44	0.49	119,429.69	6.21	3.24
Guadalupe y Calvo	592,568.36	32.35	0.76	236,668.51	53.65	0.50
Guazapares	1,957.00	51.70	18.84	111,529	57.55	0.13
Maguarichi	783,202.48	1.99	0.22	59,587.55	18.91	0.59
Morelos	64,449.86	50.39	0.51	109,931.11	27.35	0.27
Ocampo	13,293.49	43.69	0.69	7,254.84	5.88	2.53
Urique	63,433.32	46.46	0.61	155,007.40	43.86	0.34
Uruachi	9.96	n/d	n/d	33,507.27	23.39	0.44

n/d: no hay datos

Cuadro 23. Manejo Forestal de las UMAFOR en la Sierra Tarahumara (CONAFOR, 2016).

Características	Descripción	Observaciones
Tipo de bosque	Bosque de pino, pino-encino, encino, encino-pino y oyamel	Los géneros que se reportan fueron: *Abies, Arbutus, Juniperus, Pseudotsuga, Picea, Pinus y Quercus*.
Especies de pino	10 especies de pino	*P. arizonica, P. ayacahuite, P. chihuahuana, P. Chihuahuaza, P. durangensis, P. engelmanii, P. leiophylla, P. lumholtzii, P. herrerae y P. oocarpa.*
Especies de encino	25 especies de encinos	*Q. albocincta, Q. alamosensis, Q. arizonica, Q. cordifolia, Q. castanea, Q. crassifolia, Q. chihuahuensis, Q. coccolobifolia, Q. candicans, Q. densifolia, Q. durifolia, Q. emoryi, Q. fulva, Q. grisea, Q. hartweigli, Q. hypoleucoides, Q. intricata, Q. laurina, Q. mcvaughii, Q. microphylla,Q. oblongifolia, Q. rugosa, Q. toumeyi, Q. sideroxyla y Q. viminea.*
Manejo forestal	Método Mexicano de Ordenación de Montes (MMOM)	UMAFOR San Juanito 56% y UMAFOR Silvicultores Unidos de Occidente de Chihuahua A.C. 46.11% de sus bosques están bajo este manejo.
	Método Mexicano de Ordenación de Bosques Irregulares (MMOBI)	UMAFOR Morelos A.C. 68.75%, UMAFOR Región de manejo Silvícola de Guachochi A.C. 95.3%, UMAFOR Silvicultores Unidos de Balleza A.C. 100% y UMAFOR Guadalupe y Calvo A.C. 82% de sus bosques están bajo este manejo.
	Método de Selección (MS)	UMAFOR Morelos A.C. 31% y UMAFOR Baja Tarahumara A.C. 100% de sus bosques están bajo este manejo.
	Método de Desarrollo Silvícola (MDS)	UMAFOR Región de manejo Silvícola de Guachochi A.C. 4.7% de sus bosques están bajo este manejo.
Ciclo de corta	5 a 15 años	Diámetro mínimo de corta 10-30 cm (3.93 pulg).
Turno técnico	70, 80 y 90 años	En promedio a los 90 años el diámetro normal es de 35 a 40 cm.
Incremento corriente anual	Coníferas: 1.49-2.3m^3	
	Latifoliadas: 1.48-1.98 m^3	
Tasa de deforestación	0.29-1.5%	Causas principales de la deforestación: incendios forestales, tala clandestina, sequías, cambio de uso de suelo, afectación por plagas y enfermedades.
Promedio de consumo de leña	75,585.338 m^3/rollo/año	Se utiliza como leña combustible.
Promedio de consumo industrial (legal e ilegal)	171,359.894 m^3/rollo/año	Del pino se transforma en madera con secundaria, tabletas para techos, madera en rollo y vigas. Del encino se transforma para madera de asierre y postes.

Producción Pecuaria

En el área de influencia del PTS el periodo vegetativo de los pastos en la Sierra Tarahumara varía entre 260 y 346 días con un promedio de 322 días (Hernández, 2001). En el Cuadro 24 se describe lo reportado por Gardea (1980), Sifuentes (1986), INIFAP (1997), Rodríguez (2008) y Pinedo et al. (2013) respecto al manejo pecuario, las especies forrajeras y los tipos de pastizales que se encuentran en los agostaderos del área de estudio (Figura 35).

Cuadro 24. Manejo Pecuario en la Sierra Tarahumara.

Características	Descripción
Sistema de pastoreo	Pastoreo extensivo
Razas del ganado	Bovino: En su mayoría cruzas de Herford, Aberdeen angus, Brangus, Charolaise, Cebú (braham Gyr)
	Ovinos: criollos provenientes de cruzas de merino y sulfok
Especies forrajeras	*Hetetopogon Contortus, Leptoloma cognatum, Schizachyrium sangineum, Schizachyrium scoparium, Sporobulus paretil, Trachypogon secundus, Tristachya avenaceae, Bouteloua gracilis, Bouteloua hirusta, Bouteloua cortipendula,* ***Bauteloua glandulusa****, Bromus spp, Digitaria californica, Festuca viridula, Festuca rubra, Festuca rubra, Festuca spp, Lycurus phleoides, Leptochloa dubia, Panicum bulbosum, Piptochaetium fibratum, Setaria macrostachya, Setaria viridis, Stipia leucotrichia, Botrichloa barbinodis, Aristida divaricata, Aristida ternipes, Aristida arizonica, Elyonorus Barbiculmis, Enneapogon desvauxii, Eragrostis intermedia, Eragrostis alba, Agropyron spp., Carex spp., Muhlenbergia pulcherrima, Muhlenbergia dubia, Muhlenbergia tanata, Muhlenbergia emersleyi, Muhlenbergia rigens, Muhlenbergia monticola, Muhlenbergia minutissima, Muhlenbergia longiligula, Muhlenbergia virescens, Muhlenbergia pauciflora, Muhlenbergia robusta y Muhlenbergia montana.*
Tipo de pastizales	Mediano abierto
	Amacollado abierto
	Mediano arborescentes
	Amacollado arborescente. En la sierra predomina este tipo de pastizales.
Manejo técnico	La ganadería es rústica sin ninguna técnica.
Nutrición	Uso de esquilmos, en menor medida se siembra avena como alimento de los animales, se alimentan principalmente de las especies forrajeras que encuentran en los pastizales.
Problemas del ganado	No se tienen manejo de sanidad animal. Bajos pesos en todas etapas de ganado, enfermedades parasitarias y sanguijuela del hígado.
Destino	Autoconsumo.

La producción forrajera en el área de influencia de la cuenca, con base en vegetación nativa en año de precipitación pluvial normal, en promedio es de 0.4 t/ha de materia seca utilizable por hectárea (COTECOCA, 1978), lo que equivale a un coeficiente de agostadero promedio de 14.2 hectáreas por unidad animal al año (Cuadro 26).

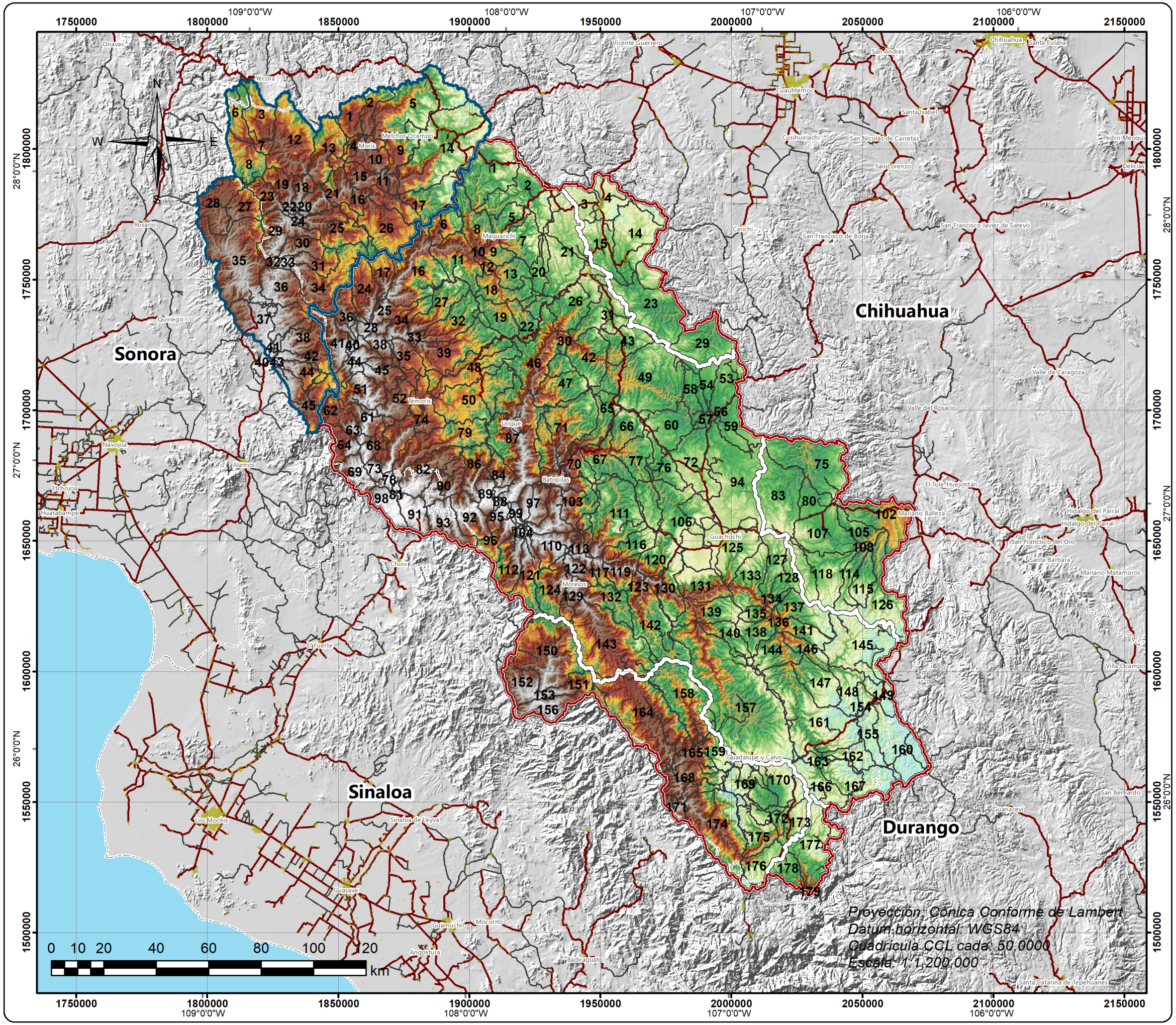
Figura 35. Zonas de agostadero en el área de influencia del PTS.

Cuadro 26. Producción forrajera y coeficientes de agostadero en diferentes tipos de vegetación en la Sierra Tarahumara (COTECOCA, 1978).

Clave	Tipo de vegetación	Rendimiento (t MS/ha)	Coeficiente de agostadero (ha/UA/año)			
			Excelente	Buena	Regular	Pobre
Cm 21	Pastizal Amacollado abierto	0.5	7.5	10.9	12.2	19.8
CMB 21	Pastizal amacollado arborescente	0.4	11.3	14.0	16.0	23.7
Bfe 21	Bosque Latifoliado esclarofilo	0.3	11.4	15.4	24.0	30.8
Bfe 23	Bosque latifoliado esclerófilo caducifolio	0.2	15.0	20.0	20.3	25.8
Bjf 21	Bosque Aciculiesclerofilo	0.3	12.0	16.8	28.0	34.0
Bjf 22	Bosque aciculiesclerofilo en laderas	0.3	16.6	18.0	23.4	28.3
Bj 21	Bosque aciculifolio en mesetas y lomeríos	0.3	n/d	n/d	n/d	n/d
Cb 21	Pastizal inducido en mesetas y bajíos de la sierra madre occidental	0.6	5.8	8.0	13.6	17.8
Ace 21	Selva baja caducifolia en la región de las barrancas	0.5	7.2	10.1	15.6	20.4

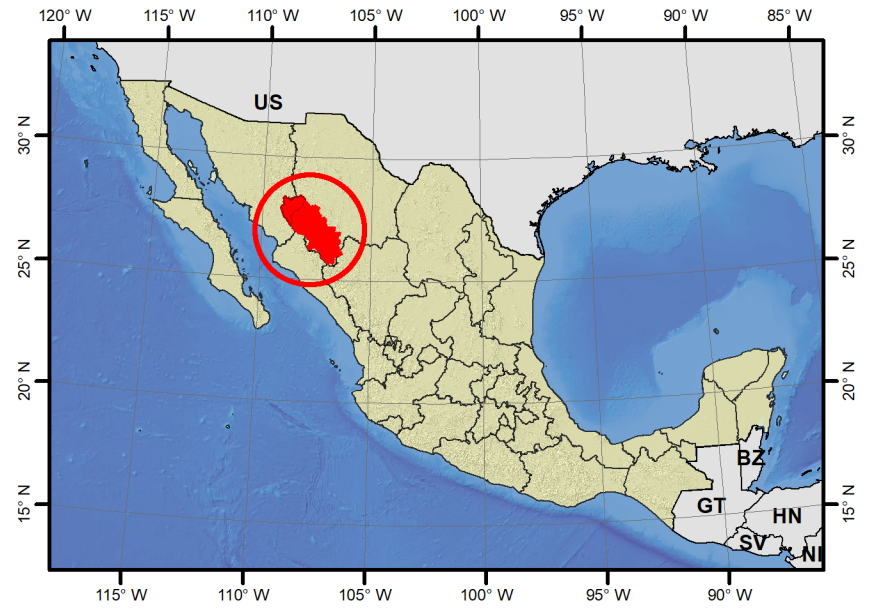
Definición de Unidades de Respuesta Hidrológica (HRU).

El modelo SWAT simula a nivel de HRU los escurrimientos y la producción de sedimentos para las subcuencas en que se divide una cuenca. Las HRU dentro de cada subcuenca representan las posibles combinaciones de suelo y vegetación, siempre y cuando la superficie de esta combinación sea superior a un porcentaje, respecto a la subcuenca, especificado. Las URH se obtuvieron con la superposición del mapa de Uso de Suelo y Vegetación, de la CONABIO (2017), y el mapa de suelo elaborado por la presente consultoría. En la definición de las URH se utilizó la opción de "Múltiple HRUs", 0% del uso del suelo sobre el área de la subcuenca, 0% de las clases de suelo sobre el área de uso de suelo y 0% clase de pendiente sobre las clases de suelo. El área mínima de drenaje para la definición de las corrientes de las subcuencas (Threshold-Based) se estableció en 10,000 ha. Con fines del presente análisis el área de la cuenca del río Fuerte se dividió en 179 subcuencas y 4,582 HRU que cubren un área media de 8.19 km^2. Por otra parte, en la cuenca del río Mayo se delimidaton 45 subcuencas y 697 HRU que cubren un área media de 10.95 km^2 (Figura 36).



TARAHUMARA SUSTENTABLE

CONANP · WWF · PNUMA · gef



Leyenda

- Cuenca Río Mayo
- Cuenca Río Fuerte
- Subcuencas
- Estados

Altitud

High : 2842

Low : 118

Red vial

- Calle
- Camino
- Carretera

Priorización hidrológica de las principales asociaciones suelo-vegetación presentes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México

Subcuencas

Río Mayo y Río Fuerte 1 cm = 15 km

Figura 36. Subcuencas de los ríos Fuerte y Mayo.

Calibración y validación del modelo SWAT

La calibración es un procedimiento iterativo de evaluación y refinamiento de parámetros, como resultado de la comparación de los valores simulados y observados de interés. Para la calibración del modelo se utilizaron datos observados y predichos y se compararon estadísticamente con el coeficiente de determinación (r^2) y el índice de Nash – Sutcliffe. Un índice de Nash-Sutcliffe < 0 indica que el valor medio de los datos medidos es mejor predictor que las magnitudes simuladas.

La calibración del modelo se realizó con el software SWAT-CUP (SWAT Calibration Uncertainly Procedures), con el algoritmo SUFI2 y tomando como función objetivo el índice de Nash-Sutcliffe. Se seleccionó SUFI2, ya que comparado con otros algoritmos de SWAT-CUP (GLUE, ParaSol, PSO, MCMC) requiere de menos interacciones para llegar al mismo resultado. Este software permite modificar parámetros críticos dentro de un rango predefinido, los alimenta automáticamente a SWAT, realiza la corrida correspondiente, calcula con los resultados de cada simulación (según la función objetivo r^2) y ajusta nuevamente el parámetro de interés hasta alcanzar el número de simulaciones que se indicaron; para el río Fuerte se modificaron cuatro parametros y siete parámetros para el río Mayo (Cuadro 27) y se realizaron 2000 simulaciones. Al termino de las simulaciones se muestran los valores que mejor se ajustan a la función objetivo; los cuales se usan como parte de la calibración (Cuadro 27) y para la validación del modelo a nivel mensual.

Cuadro 27. Calibración de parámetros a través de SWAT-CUP.

Cuenca	Parámetro	Valor
Río Fuerte	v__ALPHA_BF.gw	0.86125
	v__GW_DELAY.gw	30.105
	v__ESCO.bsn	0.893375
	r__CH_K2.rte	-0.0723
Río Mayo	r__CN2.mgt	0.13455
	v__ALPHA_BF.gw	0.60775
	v__GW_DELAY.gw	34.305
	v__GWQMN.gw	773.75
	v__ESCO.bsn	0.697375
	r__CH_K2.rte	-0.0503
	r__SLSUBBSN.hru	0.5

v: el valor obtenido sustituyó el valor de entrada

r :el valor de entrada se multiplica por uno menos el valor absoluto de salida.

El modelo SWAT determina el comportamiento del flujo base a través del Tiempo de Recesión del Flujo Base (GW_Delay) y el Factor de Recesión del Flujo Base (Alpha_BF). Así, para el cálculo de estos parámetros, usado como referencia inicial para la calibración, se utilizó el programa BaseFlow (Arnold et al., 1995) el cual calcula ambos parámetros separando el flujo base del escurrimiento aforado en la estación hidrométrica. A partir de los datos de escurrimiento diarios, para la cuenca del río Fuerte, resultó un valor de referencia para Alpha_BF de 0.0413 y para GW_Delay igual a 55.7245 días. En caso de la cuenca del río Mayo, resultó un valor de Alpha_BF de 0.0414 y GW_ Delay igual a 55.4922 días.

Los principales tipos de usos de suelo y vegetación en la cuenca del río Fuerte son: bosque de coníferas (54%), bosque de encino (19%), selva baja caducifolia (12%), pastizal (4.7%) y maíz grano (4.3%); lo cual refleja la importancia regional de la actividad forestal, seguida del pastoreo y la agricultura de temporal.

Dado que los componentes hidrológicos de SWAT dependen de las curvas de crecimiento vegetal, se calibraron primero los parámetros que involucran la producción de biomasa (madera, grano y forraje). En el Cuadro 28 se observa que los valores de biomasa (rendimiento) quedan dentro del rango reportado por la literatura (COTECOCA, 1978; INEGI, 2007; SIAP, 2013), lo que indica un ajuste adecuado del modelo para los rendimientos de maíz, pino y pastizal registrados en la zona de estudio.

Cuadro 28. Comparación entre el rendimiento reportado y el simulado por el modelo SWAT para las especies de interés en la cuenca.

Clave	Uso de suelo y vegetación	Rendimiento reportado (t /ha/año)			Rendimiento promedio simulado (t / ha/año)
		Mínimo	Promedio	Máximo	
MAIZ	Maíz grano	0.64	1.44	2.59	1.01
PINE	Bosque de coníferas	1.49	2.01	2.30	3.85
SIDE	Pastizal	0.25	0.37	0.62	0.27

Como se puede observar en la Figura 37, la calibración del modelo con datos del CFSR sobrestimó ligeramente el rendimiento de grano de maíz y de pasto en los agostaderos. En el caso del bosque de coníferas es más notoria la sobre estimación de la producción de biomasa, esto debido a que el modelo está reportando la producción de madera para etapa el crecimiento activo (ya que se calibró por 5 años) y no en la etapa de madures como se encuentran la mayoría de las masas forestales de la región. No obstante, se dejó este dato ya que en varias explotaciones silvícolas el aprovechamiento forestal se realiza en la etapa de crecimiento activo donde los arboles aun no alcanzan diámetros de fuste mayor. En términos generales, resulta que el 78.4% (2'745,109.0 ha) de la cuenca tiene una producción de biomasa por arriba de las 4 t/ha/año (Cuadro 29) y los mayores

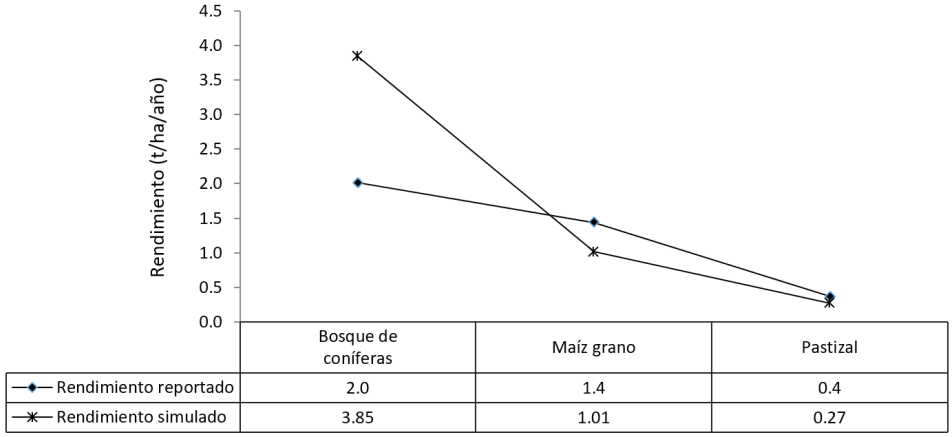


Figura 37. Rendimiento medio anual reportado y simulado por SWAT durante su calibración, cuenca del río Fuerte.

valores de biomasa y rendimiento económico ocurren principalmente para la vegetación natural, a excepción del matorral (con vegetación arbustiva) (Cuadro 30).

Cuadro 29. Rangos de producción de biomasa y su superficie.

Biomasa (t/ha/año)	Superficie (ha)	Superficie (%)
<1	205,443.0	5.9
1-2	123,400.0	3.5
2-3	263,287.0	7.5
3-4	165,590.0	4.7
>4	2,745,109.0	78.4

Cuadro 30. Producción de biomasa y rendimiento económico por tipo de uso de suelo y vegetación.

Clave	Uso de suelo y vegetación	Superficie	Biomasa	Rendimiento
			Promedio (t/ha/año)	
FRSD	Selva Baja Caducifolia	430,865.61	5.85	n/d
FRSE	Bosque de coníferas	1'885,708.58	6.41	3.85
MAIZ	Maíz grano	151,776.67	2.75	1.01
MESQ	Matorral	177,873.42	1.65	0.16
SIDE	Pastizal	164,980.69	0.54	0.27
OAK	Bosque de encino	674,964.64	4.51	1.33
ARUR	Asentamientos humanos	9,070.14	n/d	n/d
WATR	Cuerpos de agua	7,581.98	n/d	n/d

n/d: no hay datos

Calibración y validación de escurrimientos cuenca del río Fuerte

El periodo simulado, fue de 1981 a 1992, de los datos climáticos e hidrométricos se utilizaron dos años (1981 y 1982) para estabilizar el contenido de humedad en el suelo, seis años como periodo de calibración (1981 a 1986) y seis años para validación (1987 a 1992). La correlación entre caudales simulados medios mensuales para la calibración (Figura 38) resultó un r^2 de 0.71 (aceptable) y un índice de Nash-Sutcliffe de 0.51 (bueno). Mientras que la correlación, entre caudales simulados medios mensuales, para la validación resultó un r^2 de 0.72 (aceptable) y un índice de Nash-Sutcliffe de 0.70 (muy bueno). Considerando la simulación del periodo completo (1981-1992) el r^2 fue de 0.67 (aceptable) y índice de Nash-Sutcliffe de 0.62 (muy bueno). De la comparación entre caudales observados y simulados, en la estación hidrométrica de Huites, se observan buenas correlaciones.

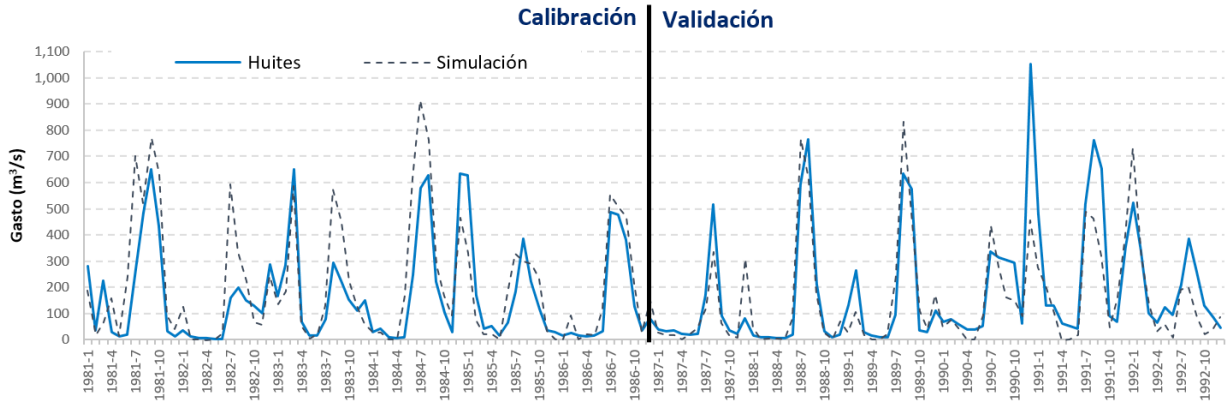


Figura 38. Calibración y validación mensual durante el periodo de 1981-1992.

La Figura 39 muestra la producción de agua que resultó de la calibración, con datos de precipitación del CFSR. Para una producción de agua de 200-300 mm resultó una superficie de 2'263,381.4 ha, es decir, 64.6% del área analizada (Cuadro 31 y Figura 39). Como se puede observar, la selva baja caducifolia y bosque de encino producen la mayor cantidad de agua en promedio (Cuadro 32).

Cuadro 31. Producción de agua por rango y superficie.

Producción de agua (mm)	Superficie (ha)	Superficie (%)
<100	143,050.4	4.1
100-200	747,655.1	21.3
200-300	2'263,381.4	64.6
300-400	347,002.2	9.9
>400	1,732.6	0.05

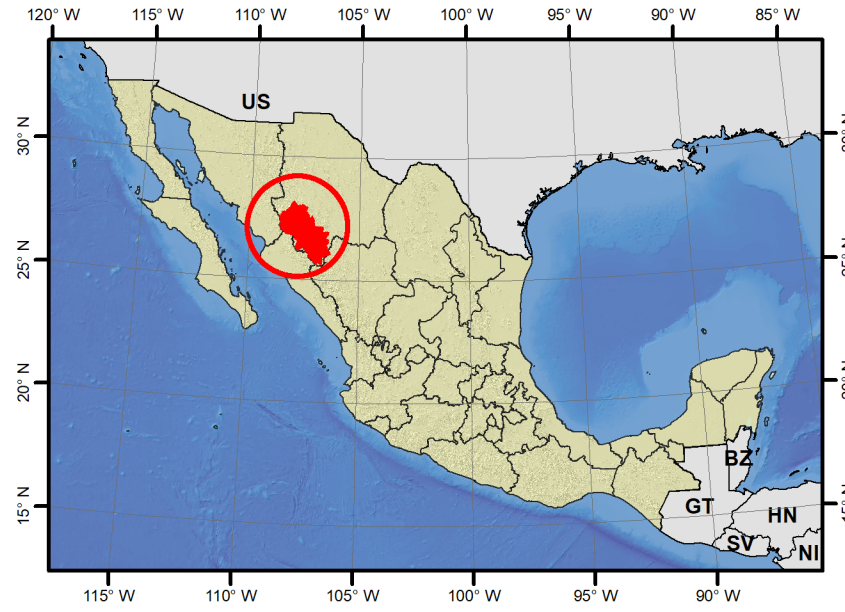
Cuadro 32. Producción de agua según uso del suelo y tipo de vegetación.

Clave	Uso de suelo y vegetación	Producción de agua (mm)	Desv. Estándar
FRSD	Selva Baja Caducifolia	224.9	142.49
FRSE	Bosque de coníferas	167.7	89.65
MAIZ	Maíz grano	154.0	97.11
MESQ	Matorral	177.9	84.70
SIDE	Pastizal	161.4	85.27
OAK	Bosque de encino	183.5	96.52

[4] Producción de agua. Cantidad total de agua que aportan las HRU y que entra al cauce principal, esta se integra por las aportaciones del escurrimiento superficial, escurrimiento lateral, contribución del acuífero, menos las pérdidas de agua por percolación y transmisión.

TARAHUMARA SUSTENTABLE

CONANP · WWF · PNUMA · gef



Leyenda

- Municipios
- Localidades urbanas
- Subcuencas
- Ríos

Red vial

- Calle
- Camino
- Carretera

(mm)

- < 100
- 100 - 200
- 200 - 300
- 300 -400
- > 400

Proyección: Cónica Conforme de Lambert
Datum horizontal: WGS84
Cuadrícula CCL cada: 50,0000
Escala: 1:1,200,000

Priorización hidrológica de las principales asociaciones suelo-vegetación presentes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México

Producción de agua

Río Fuerte **1 cm = 12 km**

Figura 39. Mapa de producción de agua, río Fuerte.

En la Figura 40 se grafican los valores medios mensuales de produción de sedimentos observados entre 1972 y 1983 en la estación hidrometrica Huites y los valores medios mensuales simulados con SWAT entre 1981 y 1992 (linea punteada). La comparación se realizó a nivel mensual, entre ambos periodos, ya el CFSR no dispone de datos climaticos cuando se aforaron sedimentos en Huites. De estos aforos se observa un ajuste consistente para los meses lluviosos; sin embargo, para la epoca de estiaje se observa falta de aforos de los sedimentos; tal véz por considerar al flujo de agua casi libre de partículas en suspensión.

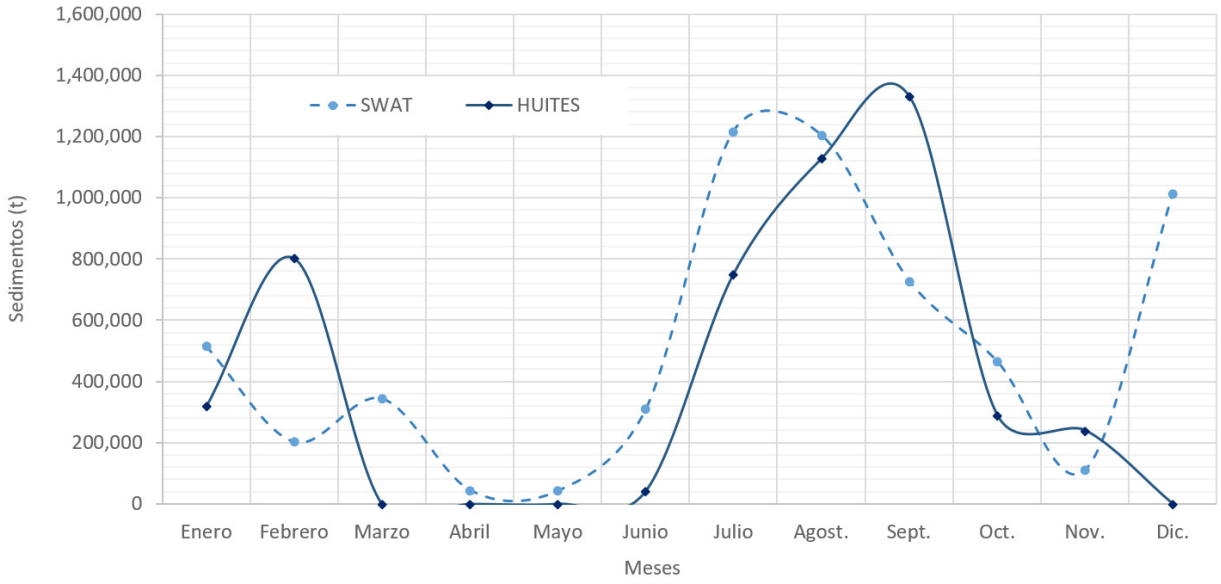


Figura 40. Sedimentos medios mensuales observados y simulados en la cuenca del río Fuerte, estación hidrométrica Huites.

En el Cuadro 33 se presenta la producción de sedimentos simulada con SWAT a nivel, donde se observa que el 87.5% (3'066,269.3 ha) de la cuenca presenta una producción de sedimentos menor a 53 t/ha/año y solo el 6.2% de la superficie (217,420.5 ha) supera las 12 t/ha/año (Figura 41). En terminos generales la producción media de sedimentos aforados (degradación especifica) para la cuenca es de 9.05 t/ha; cercano al promedio obtenido con la simulación de la cuenca de 8.65 t/ha.

Cuadro 33. Producción de sedimentos por rango y superficie.

Producción de sedimentos (t/ha/año)	Superficie (ha)	Superficie (%)
< 3	3'066,269.3	87.5
3-6	128,525.6	3.7
6-9	43,240.4	1.2
9-12	47,365.9	1.4
>12	217,420.5	6.2

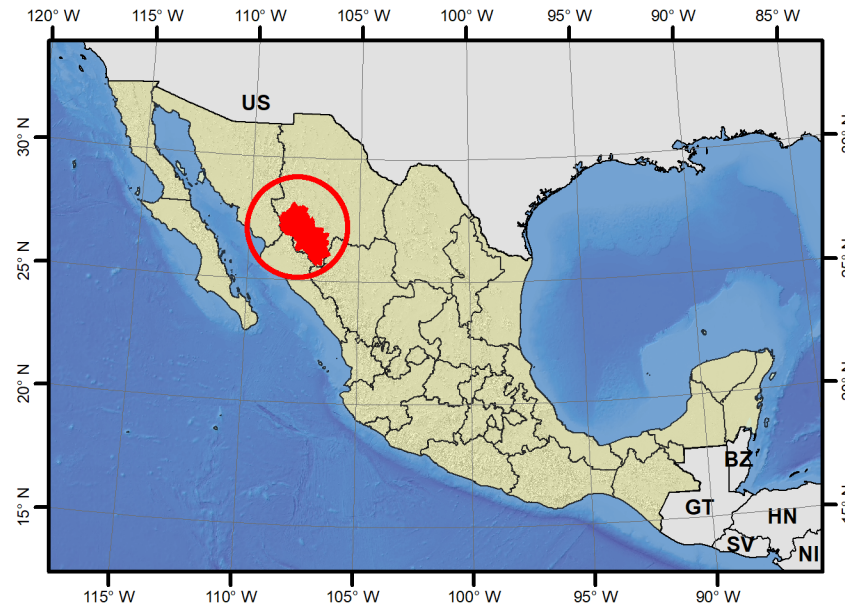
En el Cuadro 34 se muestra la produción de sedimentos simulada por tipo de cobertura vegetal. De estos datos destacan, en la producción de sedimentos y su variabilidad respecto a la media, el cultivo de maíz con 17.0 t/ha/año, seguido del matorral con 3.1 t/ha/año.

Cuadro 34. Producción de sedimentos por tipo de uso de suelo y vegetación.

Clave	Uso de suelo y vegetación	Producción de sedimentos (t/ha/año)	Desv. Estándar
FRSD	Selva Baja Caducifolia	0.14	0.22
FRSE	Bosque de coníferas	0.012	0.02
MAIZ	Maíz grano	17.0	16.91
MESQ	Matorral	3.1	9.17
SIDE	Pastizal	2.3	4.77
OAK	Bosque de encino	3.0	8.32

TARAHUMARA SUSTENTABLE

CONANP · WWF · PNUMA · gef



Leyenda

		(t/ha)
Municipios		< 3
Localidades urbanas		3 - 6
Subcuencas		6 - 9
Ríos		9 - 12
Red vial		> 12
Calle		
Camino		
Carretera		

Priorización hidrológica de las principales asociaciones suelo-vegetación presentes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México

Producción de sedimentos

Río Fuerte **1 cm = 12 km**

Proyección: Cónica Conforme de Lambert
Datum horizontal: WGS84
Cuadrícula CCL cada: 50,0000
Escala: 1:1,200,000

Figura 41. Mapa de producción de sedimentos, río Fuerte.

Los principales tipos de usos de suelo y vegetación en la cuenca del río Mayo son: selva baja caducifolia (38%), bosque de encino (36%), bosque de coníferas (21%), pastizal (4%) y maíz grano (1%); lo cual refleja la importancia regional de la actividad forestal, seguida del pastoreo y la agricultura de temporal.

Como se dijo anteriormente, los componentes hidrológicos de SWAT dependen de las curvas de crecimiento vegetal, por ello, se calibraron primero los parámetros que involucran la producción de biomasa (madera, grano y forraje). En el Cuadro 35 y Figura 42 se observa que los valores de biomasa (rendimiento) quedan dentro del rango reportado por la literatura (COTECOCA, 1978; INEGI, 2007; SIAP, 2013), lo que indica un ajuste adecuado del modelo para los rendimientos de maíz, pino y pastizal dentro de la zona de estudio. Como se puede observar en el Cuadro 35, la calibración del modelo se ajusta a los datos al rendimiento promedio reportado para la cuenca.

Cuadro 35. Comparación entre el rendimiento reportado y el simulado por el modelo SWAT para las especies de interés en la cuenca.

Clave	Uso de suelo y vegetación	Rendimiento reportado (t/ha/año)			Rendimiento simulado con SWAT (t/ ha/año)
		Mínimo	Promedio	Máximo	
MAIZ	Maíz grano	0.3	1.3	3.2	1.05
FRSE	Bosque de coníferas/ Pino	1.6	3.0	4.4	3.34
SIDE	Pastizal	0.2	0.4	0.6	1.05

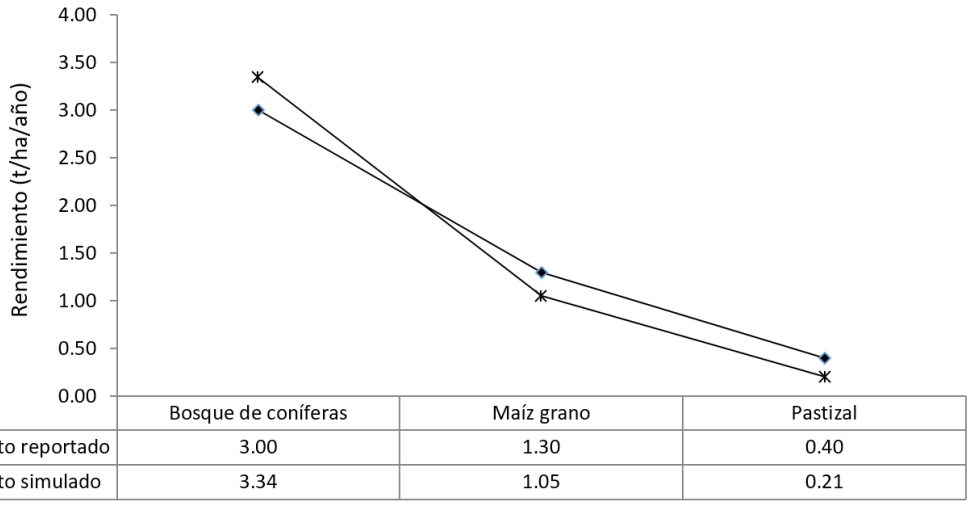


Figura 42. Rendimiento anual reportado y simulado por SWAT durante su calibración, cuenca del río Mayo.

De la simulacion de biomasa resulta que el 81.1% (618,811.9 ha) de la cuenca tiene una producción de biomasa de entre 2 a 6 t/ha/año (Cuadro 36). En el Cuadro 37 se observa que la biomasa y el rendimiento económico, en la mayoría de los tipos de vegetación natural, a excepción del matorral (con vegetación arbustiva), producen la mayor cantidad de biomasa.

Cuadro 36. Producción de biomasa por rango y superficie.

Biomasa (t/ha)	Superficie (ha)	Superficie (%)
<2	035.0	15.6
2-4	131,606.6	17.2
4-6	368,170.3	48.2
6-8	142,770.9	18.7
>8	1,581.1	0.2

Cuadro 37. Producción de biomasa y rendimientos por tipo de uso de suelo y vegetación.

Clave	Uso de suelo y vegetación	Superficie	Biomasa	Rendimiento
			Promedio (t/ha/año)	
FRSD	Selva Baja Caducifolia	288,325.13	5.27	n/d
FRSE	Bosque de coníferas	159,562.11	5.57	3.34
MAIZ	Maíz grano	9,166.54	3.41	1.05
MESQ	Matorral	2,788.02	1.35	0.55
SIDE	Pastizal	29,388.59	0.42	0.21
OAK	Bosque de encino	272,511.79	3.18	1.59
WATR	Cuerpos de agua	25.84	n/a	n/a
ARUR	Asentamientos humanos	1,395.88	n/a	n/a

Calibración y validación de escurrimientos, río Mayo

De acuerdo con la disponibilidad de los datos climáticos del CFSR y los aforos hidrométricos para la cuenca, se corrió el modelo SWAT entre 1979 y 1999. Para este periodo de análisis, se utilizaron cuatro años (1979 y 1982) para estabilizar el contenido de humedad del suelo, siete años para la calibración de parámetros (1983 a 1990) y cinco años para la validación del modelo (1991 a 1999).

Para el periodo de calibración, la correlación mensual entre caudales simulados y medios resultó un r^2 de 0.73 (aceptable) y un índice de Nash-Sutcliffe de 0.70 (muy bueno) (Figura 43). Para el periodo de validación, la correlación mensual entre caudales simulados y medios, resultó con un r^2 de 0.59 (aceptable) y un índice de Nash-Sutcliffe de 0.59 (bueno) (Figura 43). Considerando la simulación para el periodo completo (1983-1999) se obtuvo un r^2 de 0.68 (aceptable) y un índice de Nash-Sutcliffe de 0.65 (bueno). Cabe señalar que se quitaron aforos atípicos, reportados en la estación San Bernardo, durante la calibración para agosto y septiembre de 1989 y durante la validación para julio, agosto, septiembre de 1994.

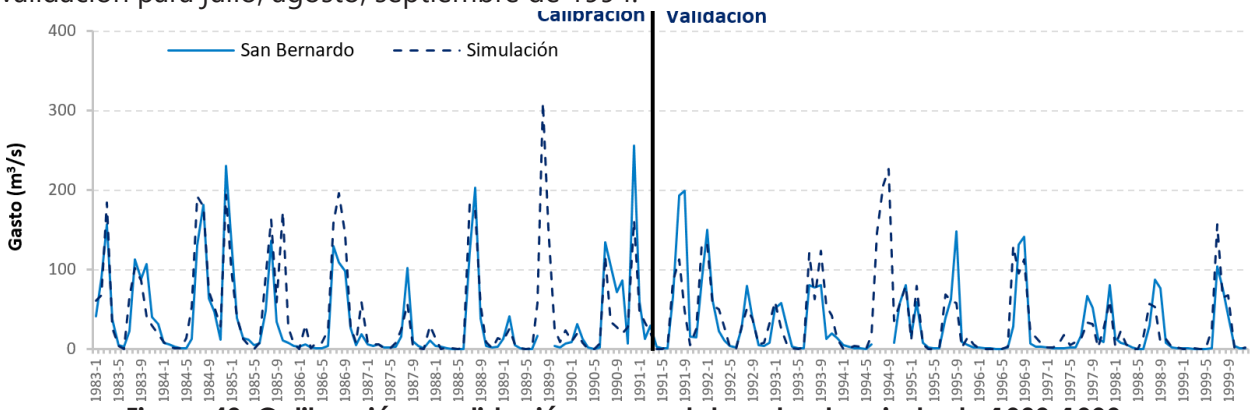


Figura 43. Calibración y validación mensual durante el periodo de 1983-1999.

En la Figura 44 se muestra la producción de agua que resultó de la calibración, con datos de precipitación del CFSR. En general se observa (Cuadro 38) una producción de agua entre 100 y 300 mm en el 92.4% de la superficie de la cuenca (705,186.7 ha) y en promedio la mayor producción de agua (Cuadro 39) ocurre principalmente en la vegetación de matoral y el bosque de encino.

Cuadro 38. Producción de agua por rango y superficie.

Producción de agua (mm)	Superficie (ha)	Superficie (%)
<100	13,403.9	1.8
100-150	304,507.9	39.9
150-200	248,225.8	32.5
200-300	152,453.0	20.0
>300	44,573.2	5.84

Cuadro 39. Producción de agua por tipo de uso de suelo y vegetación.

Clave	Uso de suelo y vegetación	Producción de agua (mm)	Desv. Estándar
FRSD	Selva Baja Caducifolia	158.21	73.21
FRSE	Bosque de coníferas	175.23	66.03
MAIZ	Maíz grano	124.30	73.36
MESQ	Matorral	184.52	73.75
SIDE	Pastizal	143.77	74.89
OAK	Bosque de encino	198.51	69.87

TARAHUMARA SUSTENTABLE

CONANP · WWF · PNUMA · gef

Leyenda

- Cuenca Río Mayo
- Subcuencas
- Municipios
- Ríos
- Localidades urbanas

Red vial

- Calle
- Camino
- Carretera

(mm)

- < 100
- 100 - 150
- 150 - 200
- 200 - 300
- > 300

Priorización hidrológica de las principales asociaciones suelo-vegetación presentes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México

Producción de agua

Río Mayo **1 cm = 6 km**

Figura 44. Mapa de producción de agua, río Mayo.

Calibración y validación de sedimentos, río Mayo

En la Figura 45 se observa la calibración y validación de sedimentos para el periodo 1983 a 1994. De este periodo, se usaron ocho años como periodo de calibración (1983 a 1990) y solo tres años (1991 a 1994) para la validación de parámetros, debido a la falta de más registros. De la comparación entre sedimentos mensuales simulados y medios, en la estación San Bernardo, resultó un r^2 de 0.58 (aceptable) y un índice de Nash-Sutcliffe de 0.51 (bueno). Por otra parte, para la validación resultó un r^2 de 0.40 (No aceptable), sin embargo, se alcanzó un índice de Nash-Sutcliffe de 0.47 (bueno). Considerando el periodo completo (Figura 45), resultó un r^2 de 0.56 (aceptable) y un índice de Nash-Sutcliffe de 0.51 (bueno).

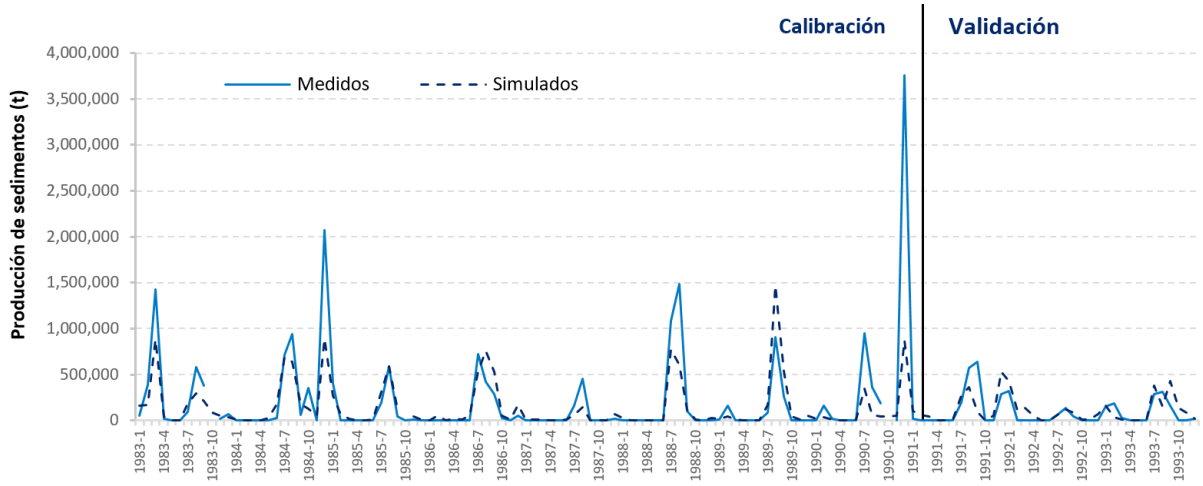


Figura 45. Sedimentos simulados y observados en la cuenca del río Mayo, estación hidrométrica San Bernardo.

8. Resultados

SWAT Análisis de resultados SWAT (Cuencas del río Fuerte y Mayo, estaciones Huites y San Bernardo)

- Elaboración de mapas de rendimientos de granos, forrajes y madera.
- Elaboración de mapas de pérdida de suelo y escurrimientos.
- Costo ecológico de las actividades agrícolas y de pastoreo extensivo (relación: rendimiento económico vs erosión hídrica).
- Estimación de caudal ecológico de los cuatro principales afluentes del río Fuerte (Huites), el río Mayo (San Bernardo) y de la Cascada de Bassaseachic (Apéndice normativo D).

A continuación, se describen los productos de la calibración del modelo SWAT (Soil and Water Assessment Tool) para la cuenca de los ríos Fuerte y Mayo correspondientes a Bases de datos, mapas en formato electrónico según las metas planteadas en para el presente trabajo. La escala de los mapas, para su representación en tamaño doble carta, para la cuenca del río Fuerte es de 1 cm: 12 km (1:1'200,000) y para la cueca del río Mayo de 1 cm: 6 km (1:600,000). El área mínima cartografiable para los mapas fue la URH, a excepción del mapa de suelo cuya área mínima

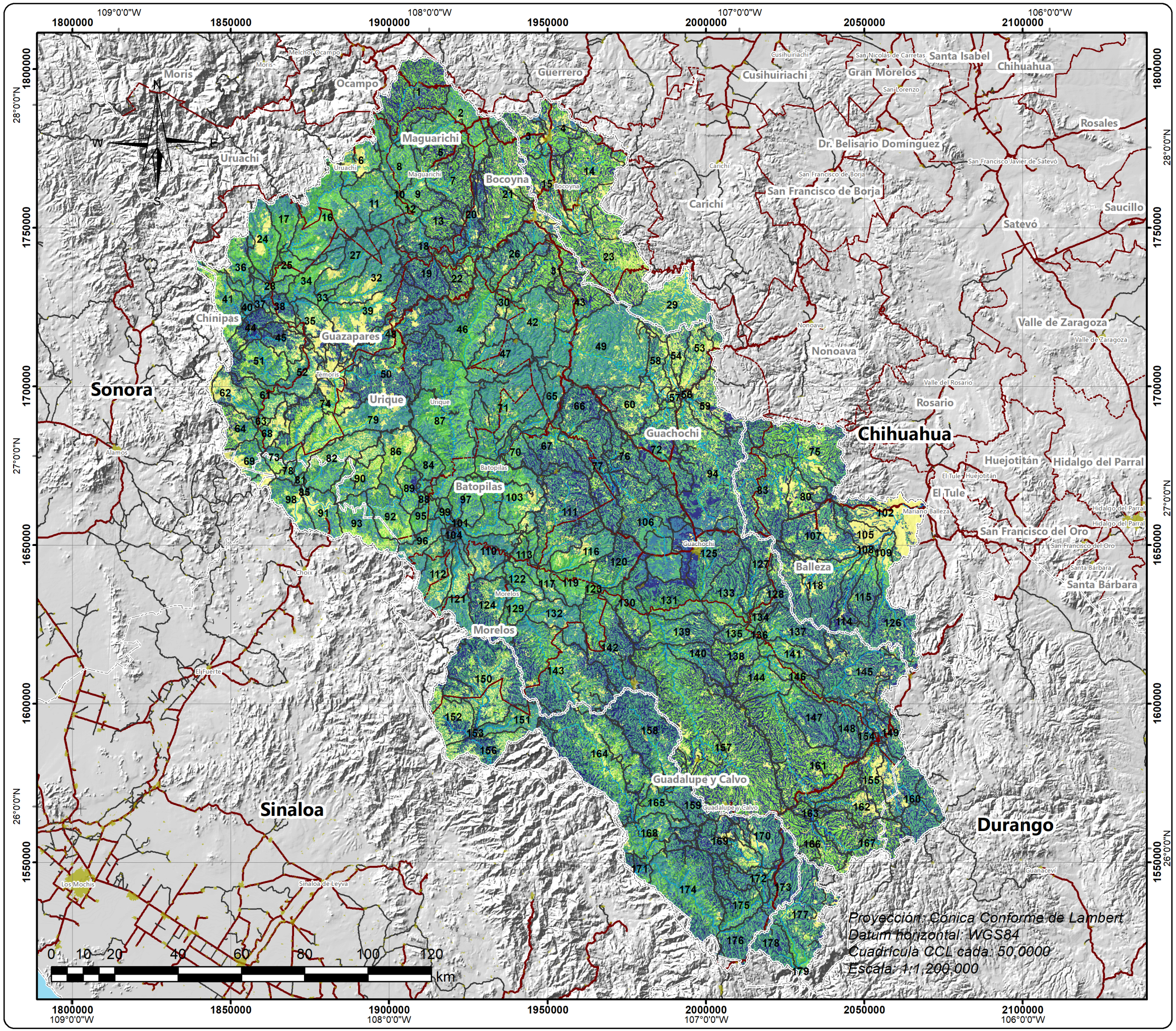
cartografiable fue de cinco hectáreas, con una escala equivalente a 1:50,000.

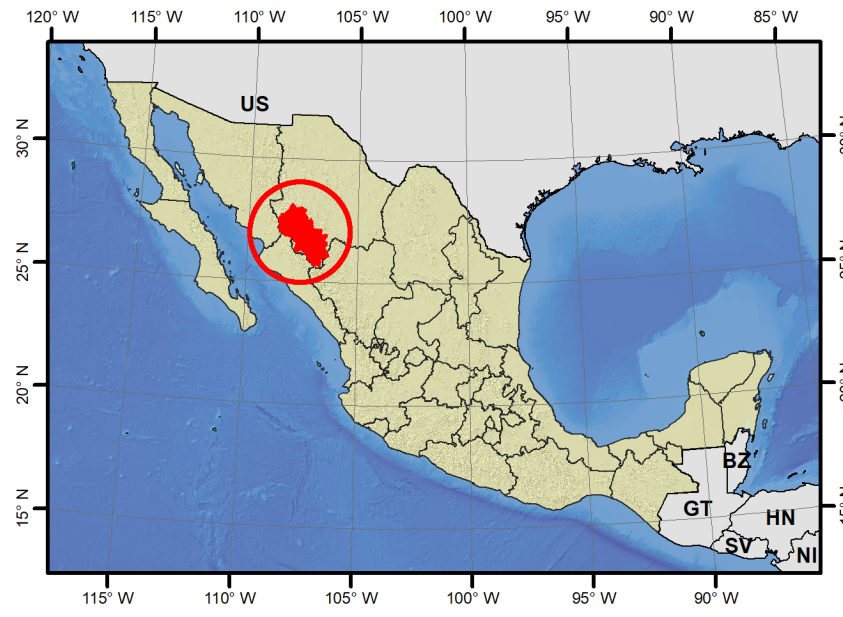
En el presente reporte también incluye la base de datos geoespacial con los parámetros del modelo calibrados para las cuencas de los ríos Fuerte y Mayo, con la siguiente información:

- Archivo P-SWAT\STAR\star.mxd conteniendo el proyecto SWAT (versión 2012 10.1.19) para correr en ARC-GIS (versión 10.4.1).
- Localización de estaciones hidrométricas, con datos disponibles de escurrimientos y sedimentos para el periodo de calibración y validación.
- Localización de estaciones climatológicas usadas en la calibración y validación del modelo.
- Generadores climáticos con parámetros estadísticos de los puntos del CFSR.
- Datos diarios de lluvia y temperatura, para los periodos de calibración y validación, de los puntos del CFSR presentes en las cuencas y su periferia.
- Suelos, incluyendo sus propiedades físicas y químicas por capa de suelo.
- Parámetros fisiotécnicos calibrados para las coberturas vegetales dominantes en la cuenca.
- Parámetros hidráulicos calibrados de las principales corrientes de la cuenca.

Mapa de rendimientos de granos, forrajes y madera, río Fuerte

En la Figura 46 se muestra el mapa de rendimiento de materia seca de las coberturas vegetales y usos de suelo relacionados con agricultura, pastizal inducido y terrenos forestales. El mapa fue elaborado con base en las unidades de respuesta hidrológica (URH) definidas para la estación hidrométrica Huites, río Fuerte. El mapa es resultado de la calibración, en SWAT, de las cubiertas vegetales, escurrimientos y sedimentos.





Leyenda

- Cuencas
- Subcuencas
- Municipios
- Localidades urbanas
- Ríos

Red vial

- Calle
- Camino
- Carretera

(t/ha)

- < 2
- 2 - 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- >8

Priorización hidrológica de las principales asociaciones suelo-vegetación presentes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México

Biomasa

Río Fuerte **1 cm = 12 km**

Figura 46. Mapa de biomasa, río Fuerte.

Mapas de pérdida de suelo

En la Figura 47 se muestra el mapa de pérdida de suelo para las coberturas y usos de suelo del área de estudio. Con base en las condiciones fisiográficas, geoedafológicas, uso de suelo y vegetación y de clima, se obtuvo que el 81.3% del área (2'848,316.1 ha) presenta una pérdida de suelo menor a 3 t/ha/año, y el 12.19% de la superficie estudiada (427,133.4 ha) supera las 12 t/ha/año (Cuadro 40); en promedio se pierden 10.7 t/ha/año. Según la simulación, las mayores pérdidas de suelo (Cuadro 41) ocurren en maíz grano (27.0 t/ha/año), matorral (13.3 t/ha/año) y pastizal (12.9 t/ha/año).

Cuadro 40. Pérdida de suelo por rango y superficie.

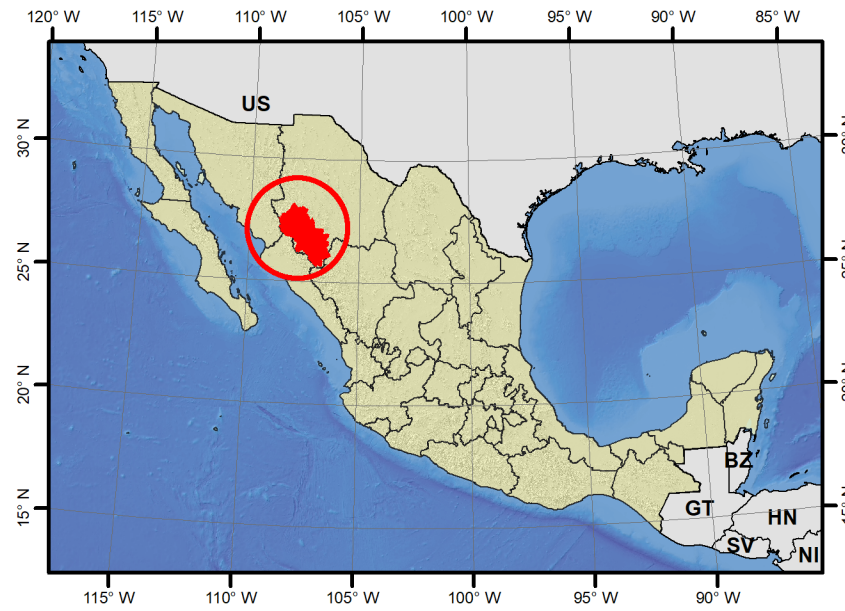
Pérdida de suelo (t/ha)	Superficie (ha)	Superficie (%)
<3	2'848,316.1	81.31
3-6	117,372.9	3.35
6-9	59,244.8	1.69
9-12	50,754.6	1.45
> 12	427,133.4	12.19

Cuadro 41. Perdida de suelo por tipo de uso de suelo y vegetación.

Clave	Uso de suelo y vegetación	Pérdida de suelo (t/ha/año)	Desv. Estándar
FRSD	Selva Baja Caducifolia	0.5	0.62
FRSE	Bosque de coníferas	0.1	0.17
MAIZ	Maíz grano	27.0	30.59
MESQ	Matorral	13.3	36.25
SIDE	Pastizal	12.9	24.30
OAK	Bosque de encino	10.3	22.72

TARAHUMARA SUSTENTABLE

CONANP · WWF · PNUMA · gef



Leyenda

- Municipios
- Localidades urbanas
- Subcuencas
- Ríos

Red vial

- Calle
- Camino
- Carretera

Erosión hídrica (t/ha)

- < 3
- 3 - 6
- 6 - 9
- 9 - 12
- > 12

Priorización hidrológica de las principales asociaciones suelo-vegetación presentes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México

Pérdida de suelo

Río Fuerte **1 cm = 12 km**

Proyección: Cónica Conforme de Lambert
Datum horizontal: WGS84
Cuadrícula CCL cada: 50,0000
Escala: 1:1,200,000

Figura 47. Mapa de pérdida de suelo, río Fuerte.

Mapa de coeficientes de escurrimiento

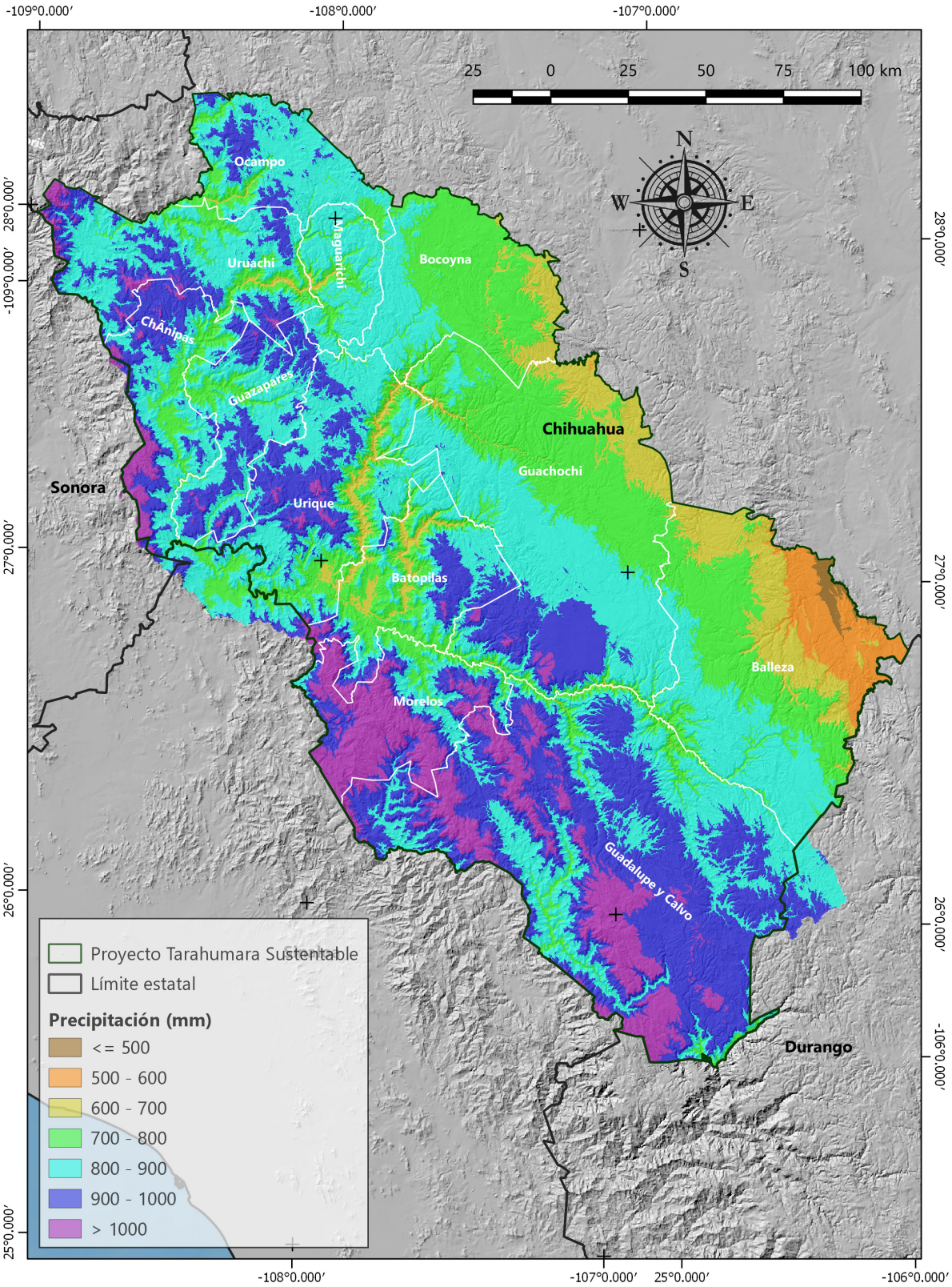
El mapa de coeficientes de escurrimiento relaciona las láminas de producción de agua y precipitación media anual (Figura 48). Este mapa permite identificar áreas con menor retención de agua de lluvia, es decir, con mayor potencial de arrastre de partículas de suelo. A partir de la simulación, en la cuenca del río Fuerte, se observa que el 51.6% de la superficie (2'158,952.5 ha) presentan un coeficiente de escurrimiento entre 0.3 y 0.4 mm/mm y el 18.6% de la superficie (649,737.0 ha) el coeficiente supera los 0.4 mm/mm (Cuadro 42 y Figura 49). El coeficiente de escurrimiento, promedio para todos los usos de suelo resulta de 0.27 mm/mm (Cuadro 43).

Cuadro 42. Coeficiente de escurrimiento (mm/mm) por rango y superficie.

Coeficiente de escurrimiento	Superficie (ha)	Superficie (%)
<0.1	60,403.8	1.7
0.1-0.2	160,385.8	4.6
0.2-0.3	473,342.7	13.5
0.3-0.4	2'158,952.5	61.6
>0.4	649,737.0	18.6

Cuadro 43. Coeficiente de escurrimiento por tipo de uso de suelo y vegetación.

Clave	Uso de suelo y vegetación	Coeficiente de escurrimiento	Desv. Estándar
FRSD	Selva Baja Caducifolia	0.34	0.21
FRSE	Bosque de coníferas	0.25	0.13
MAIZ	Maíz grano	0.23	0.14
MESQ	Matorral	0.26	0.12
SIDE	Pastizal	0.24	0.12
OAK	Bosque de encino	0.27	0.14

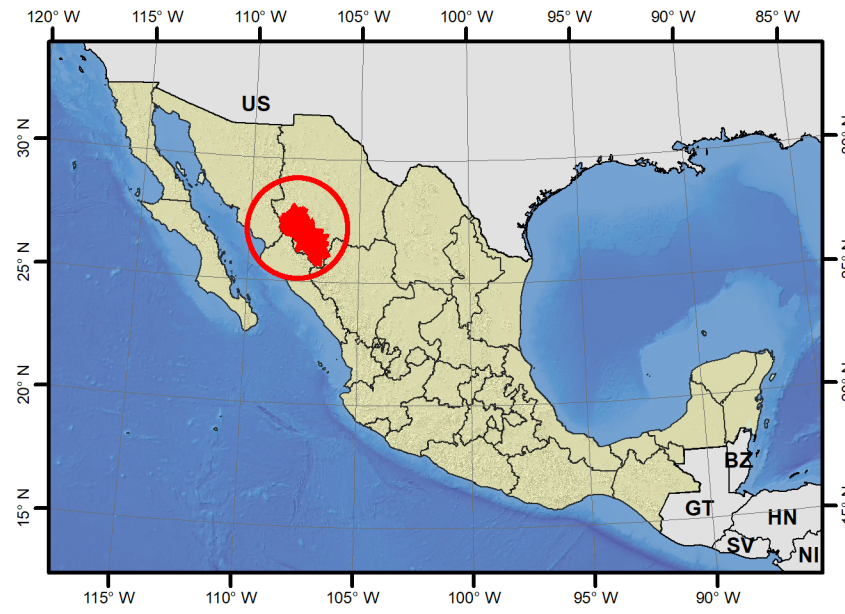


[5] Mapa generado con datos de normales climatológicas del INEGI y través de regresión múltiple correlacionando datos de lluvia media anual, elevación, latitud, longitud y distancia al mar.

Figura 48. Mapa de precipitación en el área de influencia del PTS[5] .

TARAHUMARA SUSTENTABLE

CONANP · WWF · PNUMA · gef



Leyenda

- Municipios
- Localidades urbanas
- Subcuencas
- Ríos

Red vial

- Calle
- Camino
- Carretera

Coef. esc.

- < 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.3
- 0.3 - 0.4
- > 0.4

Priorización hidrológica de las principales asociaciones suelo-vegetación presentes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México

Coeficiente de escurrimiento

Río Fuerte **1 cm = 12 km**

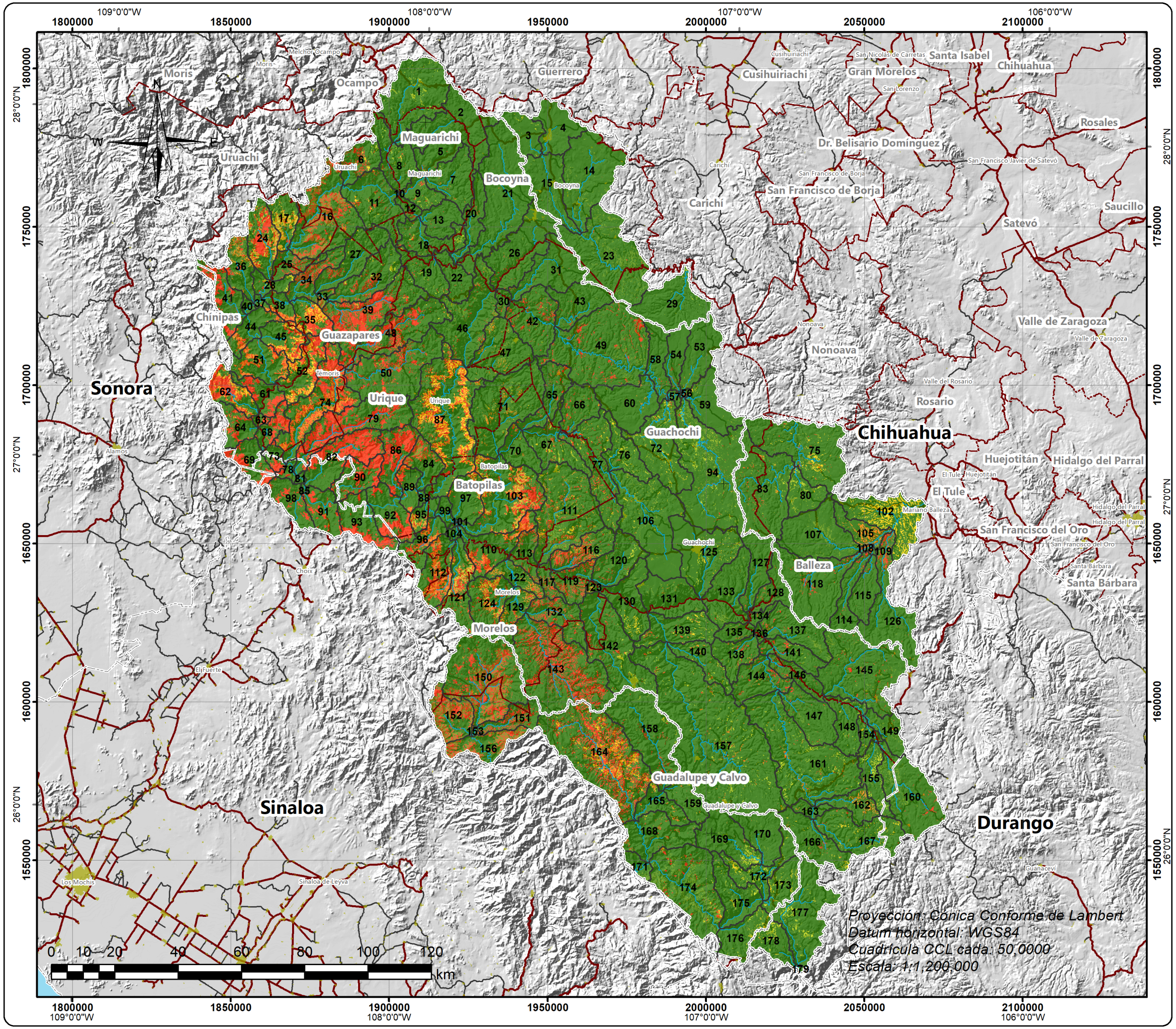
Figura 49. Mapa de coeficiente de escurrimiento, río Fuerte.

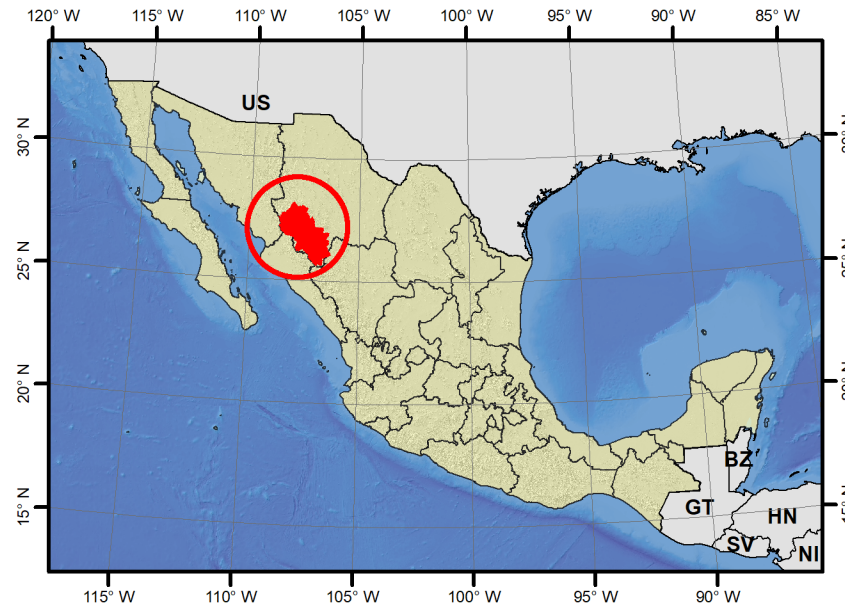
Costo ecológico de las actividades agrícolas y de pastoreo extensivo (relación: rendimiento económico vs erosión hídrica), río Fuerte

La cantidad de suelo que se pierde por unidad de biomasa producida, se considera como el costo ecológico de un determinado uso de suelo. Con base en los resultados de SWAT, en la Figura 50 se muestra el mapa del costo ecológico de producir una unidad de biomasa en términos de la pérdida de suelo (t suelo perdido/t de biomasa producido). En el Cuadro 44 se observa que el 83.7% (2'791,669.0 ha) de la cuenca produce una tonelada de biomasa con perdidades de suelo menores a 2 t/ha/año y en el 6.1% (203,512.0 ha) por cada tonelada de biomasa se pierden entre 2 y 4 toneladas de suelo al año.

Cuadro 44. Costo ecológico de producir una unidad de biomasa en términos de la pérdida de suelo.

Costo ecologico (pérdida de suelo t / ha/año / Biomasa t / ha/año)	Superficie (ha)	Superficie (%)
<2	2'791,669.0	83.7
2-4	203,512.0	6.1
4-6	111,552.0	3.3
6-8	61,311.0	1.8
8-10	29,570.0	0.89
10-20	137,439.0	4.1
> 20	167,776.0	5.0





Leyenda

- Municipios
- Localidades urbanas
- Subcuencas
- Ríos

Red vial

- Calle
- Camino
- Carretera

(t suelo/t biomasa)

- < 2
- 2 - 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- 8 -10
- > 10

Priorización hidrológica de las principales asociaciones suelo-vegetación presentes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México

Costo ecológico

Río Fuerte **1 cm = 12 km**

Figura 50. Mapa de costo ecológico, río Fuerte.

Priorizar localidades con base en la degradación del suelo, río Fuerte

Para priorizar los municipios con problemas de degradación, se utilizó el mapa de costo ecológico que relaciona, a nivel de URH, la biomasa producida y la erosión hídrica (Figura 50) en un radio de 1.5 km del nucleo poblacional.

Con base en los datos simulados, en el Cuadro 45 se muestra el porcentaje de localidades que pertenecen a los cuatro niveles de degradación establecidos, en general el 66.6% de la cuenca presenta niveles de degradación del suelo inferioes a 10 t/ha. Se observa que los municipios de Urique (464 localidades), Guadalupe y Calvo (246 localidades), Guazapares (230 localidades), Batopilas (201 localidades) y Morelos (168 localidades) presentan el mayor número de comunidades con problemas de degradación (>10 t/ha); localizadas al sur oeste y en las partes bajas de la cuenca del río Fuerte.

Cuadro 45. Localidades a nivel municipio, con problemas de degradación, en parte alta de la cuenca del río Fuerte, estado de Chihuahua.

Municipio	< 10 t/t	10-20 t/t	20-50 t/t	> 50 t/t	% Total	Localidades
	%					
Balleza	5.70	0.29	0.02		6.01	293
Batopilas	4.57	1.39	1.97	0.76	8.69	424
Bocoyna	8.96	0.23			9.18	448
Chínipas	0.64	0.90	1.25	0.27	3.05	149
Guachochi	18.41	2.28			20.68	1009
Guadalupe y Calvo	14.62	3.59	1.37	0.08	19.66	959
Guazapares	2.30	2.83	1.85	0.04	7.01	342
Maguarichi	1.15	0.25	0.08		1.48	72
Morelos	1.09	0.86	2.03	0.45	4.43	216
Ocampo	0.47				0.47	23
Urique	7.26	4.90	2.38	2.23	16.77	818
Uruachi	1.48	0.57	0.51		2.56	125
Porcentaje	**66.63**	**18.08**	**11.46**	**3.83**	**100**	**1,314**
Localidades	**3,250**	**882**	**559**	**187**		**4,878**

De las 4,878 comunidades identificadas, se priorizaron 50 localidades con base en el número de habitantes y su degradación. En el Cuadro 46 y Figura 51 se muestran las localidades con la mayor degradación por impacto antropogénico, dentro de nueve municipios del PTS, quedando fuera los municipios de Balleza, Bocoyna y Ocampo. Los municipios con mayor número de localidades con problemas de degradación fueron: Urique (13), Morelos (9), Batopilas (8) y Chínipas (8), sin embargo, los municipios con mayor pérdida de suelo son los municipios de: Chínipas (68.8 t/ha/año), Urique (66.1 t/ha/año), Batopilas (64.3 t/ha/año), Morelos (64.0 t/ha/año) y Guazapares (47.2 t/ha/año). En el caso de las localidades de los municipios de Batopilas (46.5 t/t), Urique (44.0 t/t), Chínipas (41.2 t/t) y Morelos (31.1 t/t) son las que presentan en promedio mayor costo ecológico. Las comunidades priorisadas se localizan principalmente en los municipios del sur-oeste del área de estudio.

Cuadro 46. Localidades con problemas de degradación, en función de su densidad de población, cuenca alta del río Fuerte estado de Chihuahua.

No.	Estado	Municipio	Localidad	Hab.	Longitud	Latitud	Precipitación (mm)	Impacto Ecol. (t/t)	Erosión (t/ha)
1	Chihuahua	Chínipas	Colonia Montenegro (San Antonio)	71	-108.5877778	27.4127778	695.7	91.0	64.9
2	Chihuahua	Urique	La Reforma	142	-108.1716667	26.9472222	615.4	78.2	75.3
3	Chihuahua	Urique	Balojaque	52	-108.0769444	27.0036111	615.4	77.0	67.0
4	Chihuahua	Batopilas	Santa Gertrudis	70	-108.0169444	26.8094444	737.4	74.9	63.5
5	Chihuahua	Urique	La Sierrita	59	-108.1083333	26.9533333	615.4	72.7	84.6
6	Chihuahua	Urique	El Cordón del Gato	98	-108.0391667	27.1244444	615.4	72.3	89.1
7	Chihuahua	Batopilas	El Refugio (Ranchería)	122	-107.8972222	26.6086111	737.4	70.4	52.3
8	Chihuahua	Batopilas	Yagüirachi	132	-107.62	26.8733333	737.4	69.6	71.2
9	Chihuahua	Urique	Cieneguita lluvia de oro	361	-108.0297222	27.1352778	615.4	62.8	128.4
10	Chihuahua	Urique	Los Encinitos	184	-108.1558333	26.9475	615.4	62.8	59.1
11	Chihuahua	Batopilas	La Palma	181	-107.8947222	26.7655556	737.4	60.6	50.5
12	Chihuahua	Morelos	Puerto de Ánimas	156	-107.8391667	26.595	737.4	60.3	51.8
13	Chihuahua	Morelos	San Pablo	79	-107.7916667	26.5572222	737.4	55.1	84.4
14	Chihuahua	Urique	El Metate	94	-108.1722222	27.0986111	615.4	51.6	47.0
15	Chihuahua	Chínipas	Las Tunas	125	-108.6130556	27.5502778	695.7	49.3	81.0
16	Chihuahua	Guazapares	Santa Matilde	261	-108.405	27.1169444	661.9	46.9	64.0
17	Chihuahua	Morelos	Masaguiachi	96	-107.7297222	26.4997222	746.3	45.3	36.1
18	Chihuahua	Urique	Piedras Verdes (Triguito)	253	-107.9883333	27.105	632.3	42.7	81.2
19	Chihuahua	Chínipas	Palmarejo	425	-108.4102778	27.3980556	661.9	40.8	113.4
20	Chihuahua	Chínipas	Los Llanitos	140	-108.3697222	27.3341667	661.9	40.2	37.4
21	Chihuahua	Chínipas	Tecorahui	171	-108.5827778	27.1008333	609.1	39.0	39.7
22	Chihuahua	Morelos	El Tablón	394	-107.82	26.5088889	746.3	31.8	75.5
23	Chihuahua	Chínipas	Las Chinacas	308	-108.6472222	27.2427778	661.9	29.7	80.7
24	Chihuahua	Morelos	Morelos	813	-107.6775	26.6708333	737.4	29.4	92.1
25	Chihuahua	Morelos	Ciénega Prieta	349	-107.6175	26.4191667	746.3	27.9	46.0
26	Chihuahua	Batopilas	La Labor	155	-107.6722222	26.815	737.4	27.3	63.5
27	Chihuahua	Batopilas	El Cuervo	279	-107.6311111	26.9586111	632.3	27.2	73.6
28	Chihuahua	Guazapares	Guazapares	187	-108.2811111	27.3713889	661.9	26.8	21.3
29	Chihuahua	Morelos	San Andrés	155	-107.6811111	26.66	737.4	26.6	84.1
30	Chihuahua	Batopilas	Polanco (Ranchería Mineral Polanco)	537	-107.6358333	26.8336111	737.4	26.3	69.1
31	Chihuahua	Morelos	Rancho Mesa los Leales	302	-107.7727778	26.3772222	746.3	22.4	37.7
32	Chihuahua	Chínipas	Milpillas	1025	-108.6455556	27.2066667	661.9	22.3	66.2
33	Chihuahua	Guazapares	Témoris	2053	-108.2777778	27.2752778	661.9	19.6	56.1
34	Chihuahua	Guadalupe y Calvo	San Simón (Calabazas)	222	-107.2344444	26.1138889	680.4	19.1	23.6
35	Chihuahua	Chínipas	Chínipas de Almada	1934	-108.5361111	27.3930556	661.9	17.5	66.8
36	Chihuahua	Urique	Urique	1102	-107.9138889	27.2125	632.3	15.7	103.2

No.	Estado	Municipio	Localidad	Hab.	Longitud	Latitud	Precipitación (mm)	Impacto Ecol. (t/t)	Erosión (t/ha)
37	Chihuahua	Batopilas	Batopilas	1220	-107.7394444	27.0266667	632.3	15.7	70.6
38	Chihuahua	Urique	Guapalayna	508	-107.8944444	27.1775	632.3	14.8	37.8
39	Chihuahua	Morelos	Potrero de los Bojórquez [mineral]	317	-107.6713889	26.5786111	656.7	12.2	68.6
40	Chihuahua	Maguarichi	Maguarichi	801	-107.9938889	27.8580556	682.0	10.3	13.5
41	Chihuahua	Urique	Bahuichivo	1502	-108.0669444	27.4097222	714.3	9.8	41.2
42	Chihuahua	Guadalupe y Calvo	Las yerbitas [Aserradero]	1200	-106.7797222	26.0802778	773.9	9.7	18.6
43	Chihuahua	Urique	Cerocahui	1556	-108.0552778	27.2977778	714.3	9.5	34.8
44	Chihuahua	Guachochi	Samachique	1241	-107.5402778	27.3013889	635.1	7.6	17.9
45	Chihuahua	Uruachi	Uruachi	1199	-108.2158333	27.8672222	682.0	7.0	30.2
46	Chihuahua	Guadalupe y Calvo	Guadalupe y Calvo	5816	-106.9644444	26.095	712.1	6.7	22.4
47	Chihuahua	Guadalupe y Calvo	Turuachi	1131	-106.7041667	26.1313889	712.1	5.7	27.7
48	Chihuahua	Guadalupe y Calvo	Baborigame	3294	-107.2675	26.4313889	775.5	2.6	29.7
49	Chihuahua	Urique	San Rafael	2160	-107.8880556	27.4886111	659.4	2.3	10.3
50	Chihuahua	Guachochi	Guachochi	14513	-107.07	26.8194444	751.5	1.6	13.7

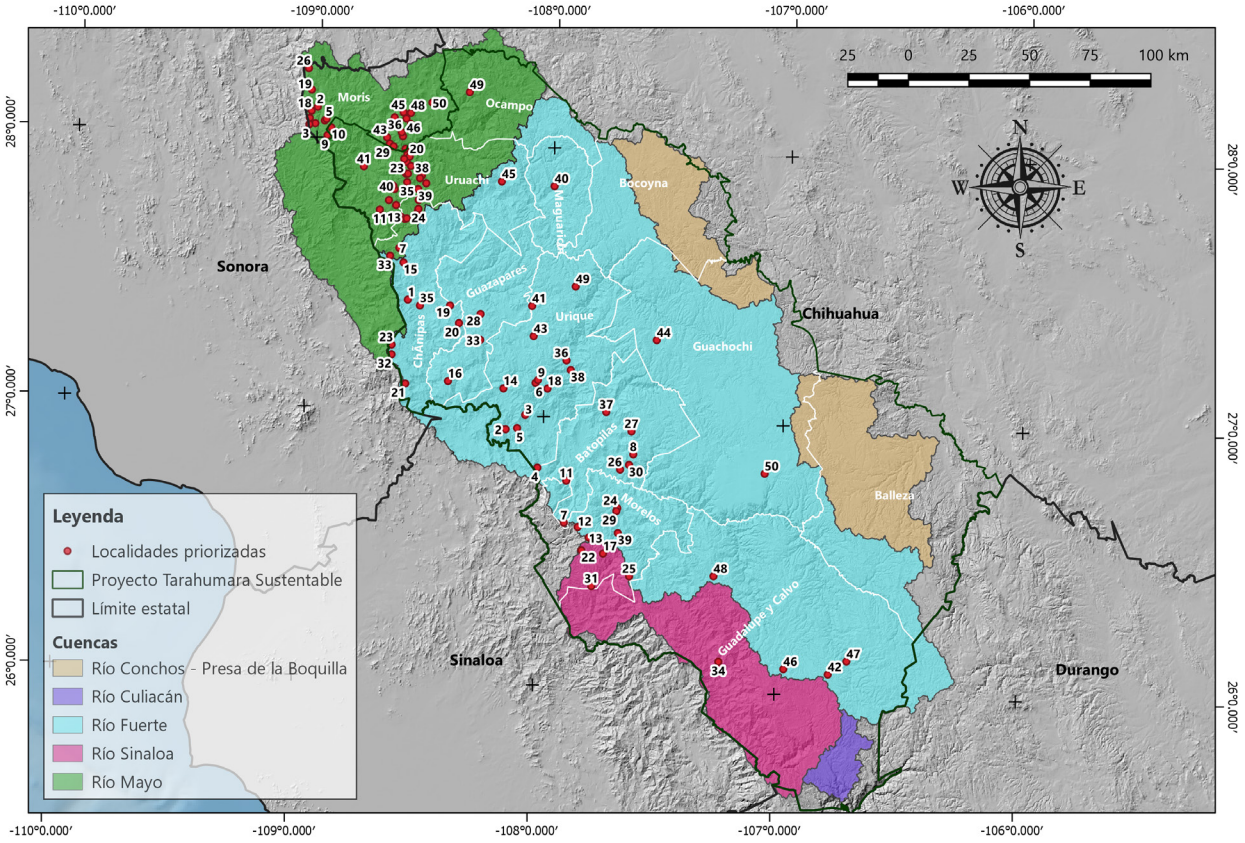


Figura 51. Mapa de localidades con problemas de degradación, en función de su densidad de población, cuenca alta del río Fuerte estado de Chihuahua.

Caudal ecológico en 4 (cuatro) subcuencas, cuenca alta del río Fuerte, río Fuerte

El cálculo del caudal ecológico de la cuenca del río Fuerte se realizó con 32 años de registros climáticos diarios entre 1981 y 2013, con datos del CFSR. Los años 1981 y 1982 se dejaron para estabilizar el contenido de humedad del suelo en toda la cuenca.

Para el caudal ecológico se realizó un ajuste mensual con respecto a un periodo completo de 11 años (1981-1992). Los valores de ajuste mensual obtenidos en la simulación se muestran en el Cuadro 47, donde el ajuste mensual para el periodo de 11 años alcanzó un r^2 de 0.67 (bueno) y un índice de Nash-Sutcliffe de 0.62 (Muy bueno). A pesar que se considera bueno el ajuste en la Figura 52 se obseva que el modelo tiende a subestimar los valores mínimos, los cuales son importantes para el cálculo de los caudales ecológicos.

Cuadro 47.Valores de ajuste entre valores de escurrimiento mensual medidos y simulados.

Periodo	Nash-Sutcliffe	r^2
Calibración (1981 - 1986)	0.51 (Bueno)	0.71
Validación (1987 - 1992)	0.70 (Muy bueno)	0.72
Periodo completo (1981 – 1992)	0.62 (Muy Bueno)	0.67

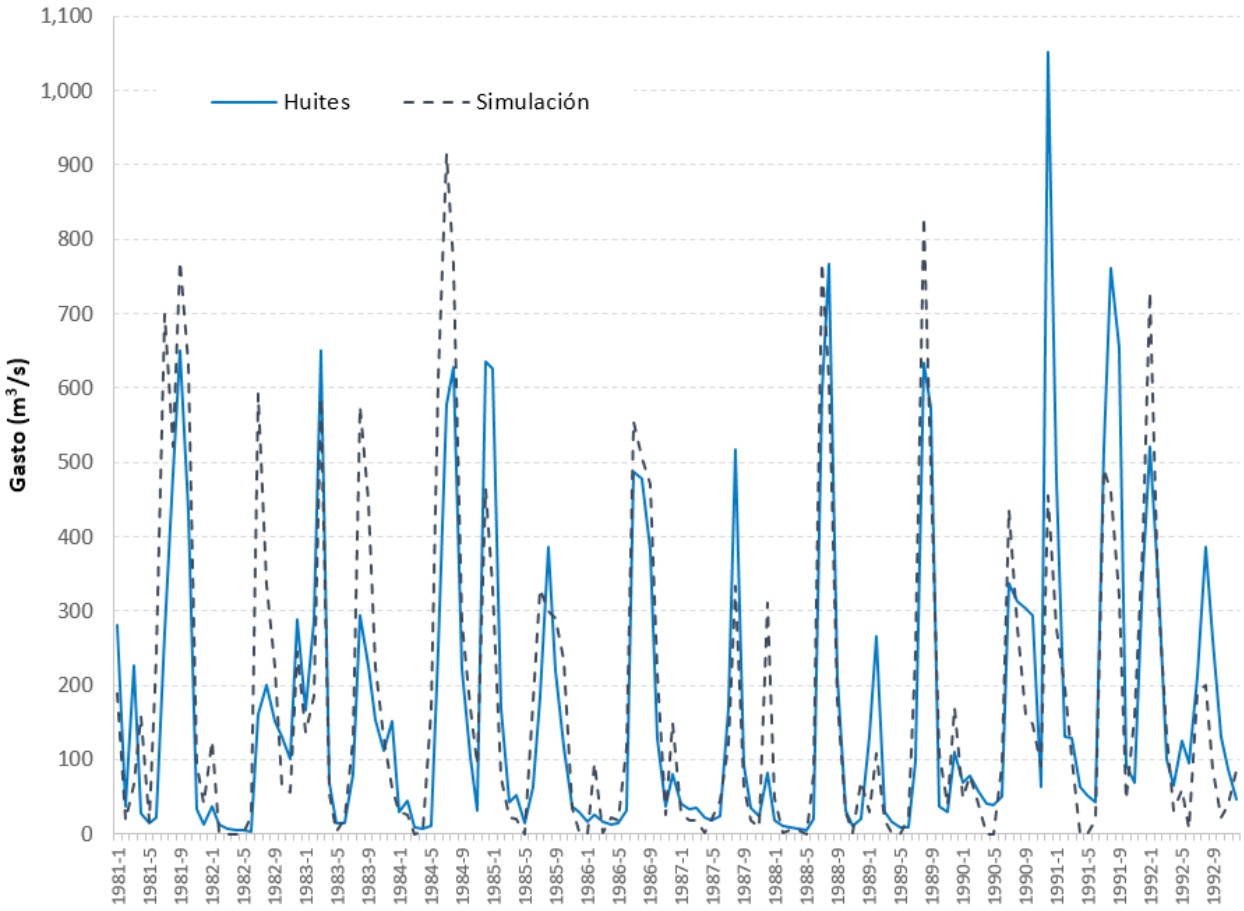


Figura 52. Índice de Nash-Sutcliffe y r^2 para el periodo de 1981-1992.

En el Cuadro 48 se incluyen los caudales ecológicos calculados para seis estaciones hidrométricas localizadas en la cuenca. Teniendo en cuenta los periodos de cálculo para el río Fuerte son antes y después de la construcción de la presa Huites en el Cuadro 49 se observa que la magnitud del caudal ecológico no guarda mucha diferencia entre ambos periodos, en general se disminuye un 7.7%, a pesar de que el escurrimiento medio anual aumentó un 58%, es decir, no se aumentó el flujo base en la misma proporción. La Figura 53 muestra en forma gráfica, en función del tamaño de la cuenca aportadora, las relaciones entre escurrimiento medio anual y caudales ecológicos, para datos aforados y simulados con SWAT. Al comparar los caudales ecológicos, con base en los aforos diarios de la estación hidrométrica y los caudales diarios simulados con SWAT, los caudales modelados fueron subestimados (Figura 53) un 17.9% (1-0.0501/0.0425). La razón de esta subestimación se debe a que con SWAT se simuló un flujo base menor a lo esperado y por la influencia directa de este flujo sobre caudal ecológico, como se mostró en la Figura 52. Para los datos aforados se observa que el caudal ecológico representa el 29.1% (0.0501/0.1723) del escurrimiento medio anual, aunque esta relación disminuye a 19.3% (0.0425/0.2205) cuando se comparan el caudal ecológico con el escurrimiento medio anual simulados con SWAT. Finalmente, dse observa que SWAT esta sobrestimando el escurrimiento medio anual un 21.8% (1-0.1723/0.2205).

Cuadro 48. Caudales ecológicos con base en aforos hidrométricos y simulados a nivel diario con SWAT.

Estació Hidrométrica / Subcuenca	Periodo de análisis	Escurrimiento medio anual	Gasto medio diario	Objetivo ambiental	Caudal ecológico	Vol. Respecto al escurrimiento medio anual	Área de la cuenca
	Años	Hm3	m3/s		Hm3	%	km²
Estación Hidro. Batopilas (10,063)	1982-2009	355.6	11.3		87.2	24.5	1995.3
Río Batopilas (Simulación SWAT)	1981-2013	477.4	15.1		78.4	16.4	2332.9
Est. Hidro. Palo Dulce, R. Chinipas (10,077)	1958-1986	943.0	29.9		275.6	29.2	6439.0
Río Chinipas (Simulación SWAT)	1981-2013	1,769.6	56.1		316.4	17.9	8024.04
Estación Hidro. Urique II (10,100)	1968-2001	439.6	13.9		80.3	18.3	4020.4
Río Chinipas (Simulación SWAT)	1981-2013	830.7	26.3	C	126.6	15.2	4641.25
Estación Hidro. Huites (10,037)	1968-1985	4,740.64	150.32		1,318.2	27.81	26057.0
Presa Huites, niveles vaso*	1996-2014	4302.4	136.4		1,438.3	33.4	26057.0
Río Fuerte, presa Huites (Simulación SWAT)	1981-2013	5,792.9	183.7		1,130.4	19.5	26100.0
Estación Hidro. Tubares (10123)	1974-2001	2,717.4	86.2		602.8	22.2	15230.0
Estación Hidro. Guerachic (10102)	1953-2009	901.8	28.6		230.6	25.6	6201.1

* Con datos de los niveles de operación de la presa Huites, denominados "Entradas Totales por Ríos", para el periodo 1996-2014.

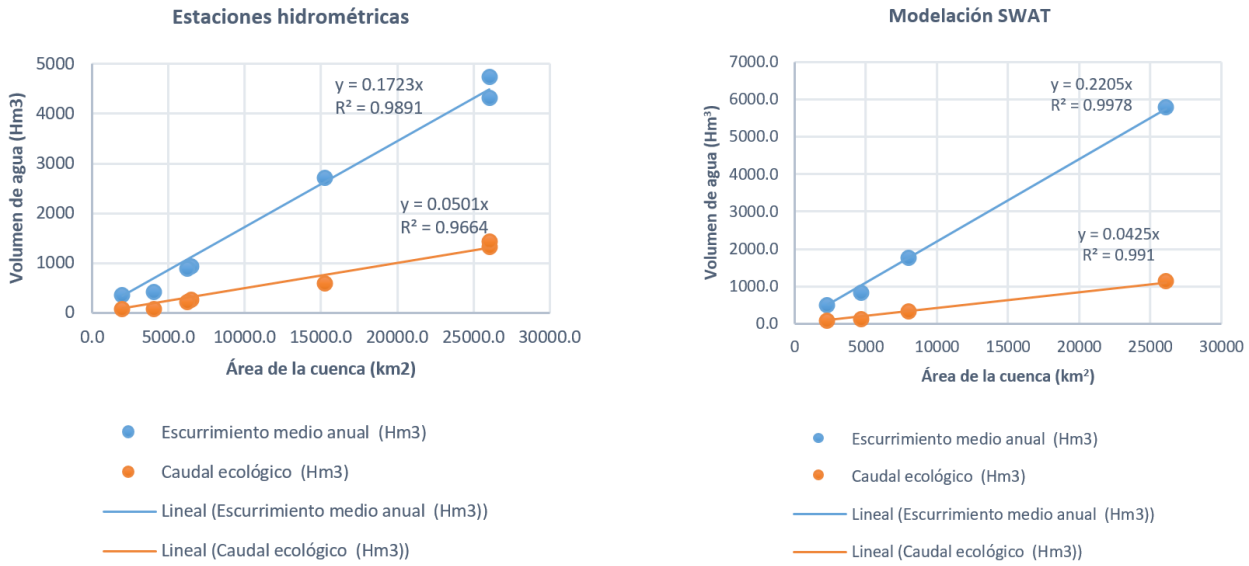


Figura 53. Relación entre escurrimiento medio y caudales ecológicos para datos aforados y simulados con SWAT.

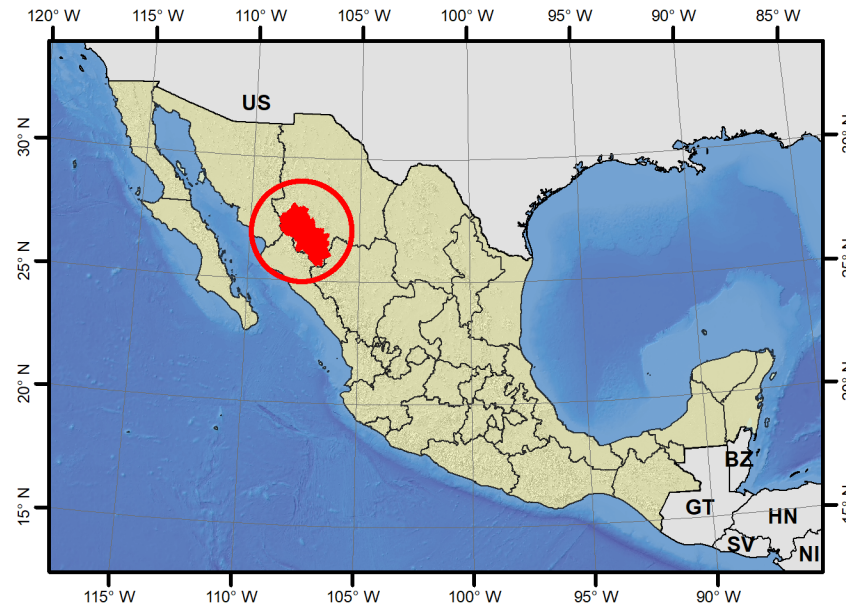
En el Cuadro 49 se muestra la magnitud de los caudales ecológicos que resulta de aplicar el modelo SWAT en cuatro de los principales tributarios de la presea Huites que se muestran en la Figura 54. Con el propósito de conocer el caudal ecológico (Hm^3), en cualquier punto de la red hidrológica de la cuenca, se sugiere multiplicar al área de aportación (km^2) por el factor 0.0501 $Hm3/km^2$, o bien, considerar el 22.72% (0.0501/0.2205) del escurrimiento medio anual (Hm^3) calculado con SWAT.

Cuadro 49. Caudales ecológicos para la estación hidrométrica Huites, observados y simulados a nivel diario con SWAT.

Subcuenca	Periodo de análisis	Escurrimiento medio anual	Gasto medio diario	Objetivo ambiental	Caudal ecológico	Vol. Respecto al escurrimiento medio anual
	Años	Hm^3	m^3/s		Hm^3	%
Río Chinípas	1981-2013	1,769.65	56.12	C	316.42	17.88
Río Urique	1981-2013	830.66	26.34		126.56	15.24
Río Batopilas	1981-2013	477.39	15.14		78.43	16.43
Río Verde	1981-2013	2,308.72	73.21		460.87	20.00

TARAHUMARA SUSTENTABLE

CONANP · WWF · PNUMA · gef



Leyenda

- PTS
- Estados
- Cuencas
- Subcuencas
- Municipios
- Localidades urbanas
- Ríos

Red vial

- Calle
- Camino
- Carretera

Cuencas

- Río Chinipas
- Río Urique
- Río Batopilas
- Río Verde
- Río Mayo

Priorización hidrológica de las principales asociaciones suelo-vegetación presentes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México

Cuencas de los principales ríos

PTS	1 cm = 13 km

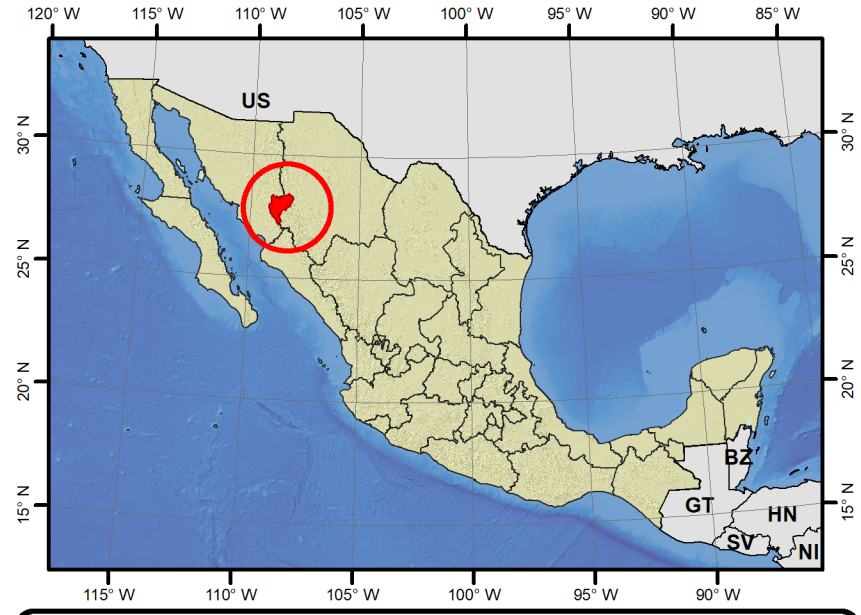
Figura 54. Mapa de principales ríos.

Mapa de rendimientos de granos, forrajes y madera, río Mayo

En la Figura 55 se muestra el mapa de rendimiento de materia seca, de las coberturas vegetales y usos de suelo relacionados con agricultura, pastizal y terrenos forestales. Los mapas fueron elaborados con base en las unidades de respuesta hidrológica (URH) definidas para la estación hidrométrica San Bernardo del río Mayo. Estos mapas son el resultado de la calibración en SWAT (cubiertas vegetales, escurrimientos y sedimentos).

TARAHUMARA SUSTENTABLE

CONANP · WWF · PNUMA · gef



Leyenda

- Cuenca Río Mayo
- Subcuencas
- Ríos
- Municipios
- Localidades urbanas

Red vial

- Calle
- Camino
- Carretera

(t/ha)

- < 2
- 2 - 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- > 8

Priorización hidrológica de las principales asociaciones suelo-vegetación presentes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México

Biomasa

Río Mayo **1 cm = 6 km**

Figura 55. Mapa de biomasa, río Mayo.

Mapas de producción de sedimentos, pérdida de suelo y escurrimientos, río Mayo

Mapa de producción de sedimentos

En el Cuadro 50 se presenta la superficie que aporta, en cinco rangos, la producción de sedimentos simulados con SWAT y en el Cuadro 51 se muestran, por tipo de cobertura vegetal, los valores medios correspondientes. De acuerdo con los resultados de la simulación, la cuenca presenta una producción de sedimentos menor a 3 t/ha/año en el 72.7% (555,109.30 ha) de la superficie y mayor a 12 t/ha/año en el 16.5% (125,593.48 ha) de la superficie de la cuenca (Figura 56). Como se indicó anteriormente, la producción media de sedimentos aforados (degradación específica) para la cuenca es de 4.47 t/ha; en este caso los resultados se apegan a la media ponderada (7.7 t/ha).

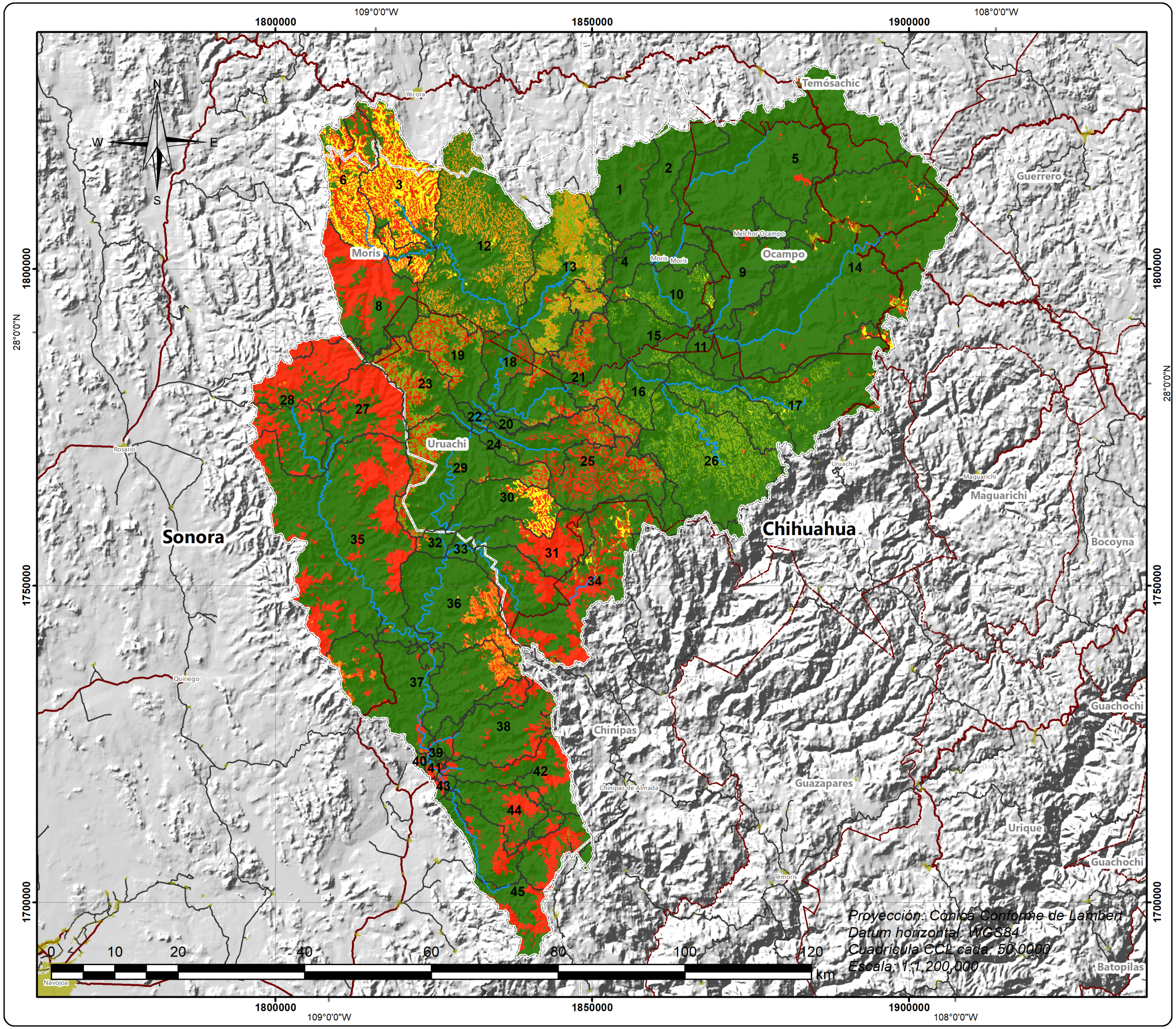
Cuadro 50. Producción de sedimentos por rango y superficie.

Producción de sedimentos (t/ha/año)	Superficie (ha)	Superficie (%)
<3	555,109.30	72.7
3-6	42,504.57	5.6
6-9	19,316.26	2.5
9-12	20,640.28	2.7
> 12	125,593.48	16.5

Los resultados de la simulación indican que en las zonas con maíz la producción de sedimentos es mayor en comparación con el resto de tipos de uso y vegetación, con 43.3 t/ha/año, seguido de bosque de encino (16.9 t/ha/año), cabe destacar que existe una amplia variación en estos valores.

Cuadro 51. Producción de sedimentos por tipo de uso de suelo y vegetación.

Clave	Uso de suelo y vegetación	Producción de sedimentos (t/ha/año)	Desv. Estándar
FRSD	Selva baja caducifolia	0.67	0.57
FRSE	Bosque de coníferas	0.09	0.23
MAIZ	Maíz grano	43.3	32.65
MESQ	Matorral	10.3	25.54
SIDE	Pastizal	8.0	9.57
OAK	Bosque de encino	16.9	24.62



Leyenda

- Cuenca Río Mayo
- Subcuencas
- Municipios
- Ríos
- Localidades urbanas

Red vial

- Calle
- Camino
- Carretera

(t/ha)

- < 3
- 3 - 6
- 6 - 9
- 9 - 12
- > 12

Priorización hidrológica de las principales asociaciones suelo-vegetación presentes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México

Producción de sedimentos

Río Mayo **1 cm = 6 km**

Figura 56. Mapa de producción de sedimentos, río Mayo.

Mapa de pérdida de suelo

En la Figura 57 se muestra el mapa de pérdida de suelo para las coberturas y usos de suelo del área de estudio. Las condiciones fisiográficas, geoedafológicas, uso de suelo y vegetación y de clima, al usar datos del CFSR se obtuvo que, el 69.16% del área (527,783.11 ha) existe una pérdida de suelo de menos de 12 t/ha/año, y de más de 12 t/ha/año en el 30.84% de la superficie estudiada (235,380.79 ha) (Cuadro 52).

Cuadro 52. Pérdida de suelo por rango y superficie.

Pérdida de suelo (t/ha/ año)	Superficie (ha)	Superficie (%)
<3	436,511.5	57.20
3-6	60,035.3	7.87
6-9	20,874.3	2.74
9-12	10,361.9	1.36
> 12	235,380.8	30.84

Según la simulación, los usos de suelo y vegetación que presentan mayores pérdidas de suelo son el maíz (64.7 t/ha/año), el bosque de encino (58.4 t/ha/año), matorral (46.8 t/ha/año) y el pastizal (38.2 t/ha/año). En este sentido se pierde en promedio 24.6 t/ha/año (Cuadro 53).

Cuadro 53. Perdida de suelo por tipo de uso de suelo y vegetación.

Clave	Uso de suelo y vegetación	Pérdida de suelo (t/ha/año)	Desv. Estándar
FRSD	Selva Baja Caducifolia	3.2	2.14
FRSE	Bosque de coníferas	0.3	0.89
MAIZ	Maíz grano	64.7	67.55
MESQ	Matorral	46.8	129.69
SIDE	Pastizal	38.2	51.88
OAK	Bosque de encino	58.4	70.75

TARAHUMARA SUSTENTABLE

CONANP · WWF · PNUMA · gef

Leyenda

- Cuenca Río Mayo
- Subcuencas
- Municipios
- Ríos
- Localidades urbanas

Red vial

- Calle
- Camino
- Carretera

Erosión hidríca (t/ha)

- < 3
- 3 - 6
- 6 - 9
- 9 - 12
- > 12

Priorización hidrológica de las principales asociaciones suelo-vegetación presentes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México

Pérdida de suelo

Río Mayo **1 cm = 6 km**

Figura 57. Mapa de pérdida de suelo, río Mayo.

Mapa de coeficientes de escurrimiento

El mapa de coeficientes de escurrimiento relaciona las láminas de producción de agua y de precipitación media anual (Figura 58). Este mapa permite identificar áreas con menor retención de agua de lluvia, es decir, con mayor potencial de arrastre de partículas de suelo. El coeficiente de escurrimiento, promedio para todos los usos de suelo (Cuadro 54), resultó de 0.21 mm/mm (Figura 58). A partir de la simulación se observa que el 77.24% de la superficie (589,437.12 ha) tiene un coeficiente de escurrimiento entre 0.2 – 0.3 mm/mm (Cuadro 55).

Cuadro 54. Coeficiente de escurrimiento (mm/mm) por rango y superficie.

Coeficiente de escurrimiento	Superficie (ha)	Superficie (%)
<0.1	6,064.4	0.79
0.1-0.2	23,265.2	3.05
0.2-0.25	234,593.6	30.74
0.25-0.3	354,843.5	46.50
>0.3	144,397.1	18.92

Cuadro 55. Coeficiente de escurrimiento por tipo de uso de suelo y vegetación.

Clave	Uso de suelo y vegetación	Coeficiente de escurrimiento	Desv. Estándar
FRSD	Selva Baja Caducifolia	0.21	0.09
FRSE	Bosque de coníferas	0.22	0.08
MAIZ	Maíz grano	0.18	0.09
MESQ	Matorral	0.26	0.08
SIDE	Pastizal	0.20	0.10
OAK	Bosque de encino	0.24	0.08

TARAHUMARA SUSTENTABLE

CONANP · WWF · PNUMA · gef

Leyenda

- Cuenca Río Mayo
- Subcuencas
- Ríos
- Municipios
- Localidades urbanas

Red vial

- Calle
- Camino
- Carretera

Coef. esc.

- < 0.1
- 0.1 - 0.2
- 0.2 - 0.25
- 0.25 - 0.3
- > 0.3

Priorización hidrológica de las principales asociaciones suelo-vegetación presentes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México

Coeficiente de escurrimiento

Río Mayo **1 cm = 6 km**

Figura 58. Mapa de coeficiente de escurrimiento, río Mayo.

Costo ecológico de las actividades agrícolas y de pastoreo extensivo (relación: rendimiento económico vs erosión hídrica), río Mayo

Con base en los valores simulados con el modelo SWAT, la Figura 59 muestra el mapa del costo ecológico de producir una unidad de biomasa en términos de la pérdida de suelo (t de suelo perdido / t de biomasa producida). El costo ecológico resultó que el 65.7% (501,304.4 ha) del área pierde menos 2 t/ha/año para producir 1.0 t/ha/año de biomasa, el 20.6% (156,980.3 ha) de la superficie pierde más de 8 t/ha/año (Cuadro 56).

Cuadro 56. Costo ecológico de producir una unidad de biomasa en términos de la pérdida de suelo.

Costo ecologico (pérdida de suelo t / ha/año / Biomasa t / ha/año)	Superficie (ha)	Superficie (%)
<2	501,304.4	65.7
2-4	40,489.0	5.3
4-6	39,337.3	5.2
6-8	25,053.0	3.3
> 8	156,980.3	20.6

TARAHUMARA SUSTENTABLE

CONANP · WWF · PNUMA · gef

Leyenda

- Cuenca Río Mayo
- Subcuencas
- Ríos
- Municipios
- Localidades urbanas

Red vial

- Calle
- Camino
- Carretera

(t suelo/t biomasa)

- < 2
- 2 - 4
- 4 - 6
- 6 - 8
- 8 - 10
- > 10

Priorización hidrológica de las principales asociaciones suelo-vegetación presentes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México

Costo ecológico

Río Mayo **1 cm = 6 km**

Figura 59. Mapa de costo ecológico, río Mayo.

Priorizar localidades con base en la degradación del suelo, río Mayo

La priorización de los municipios con problemas de degradación se realizó de la misma manera que para la cuenca del río Fuerte, en un radio de 1.5 km de núcleo poblacional.

En el Cuadro 57 se muestran el porcentaje de localidades que pertenecen a los cuatro niveles de degradación establecidos, se observa que los municipios de chihuahua: Uruachi (59 localidades), Moris (34 localidades) y Chínipas (16 localidades) presentan el mayor número de comunidades con problemas de degradación, ya que presentan más de 10 t/t.

Cuadro 57. Localidades a nivel municipio, con problemas de degradación, en parte alta de la cuenca del río Mayo, estado de Chihuahua.

Municipio	< 10 t/t	10-20 t/t	20-50 t/t	> 50 t/t	% Total	Localidades
	%					
Chínipas	0	0	4.30	0.29	4.58	16
Guerrero	0.29	0	0	0	0.29	1
Moris	21.49	3.44	4.01	2.29	31.23	109
Ocampo	24.36	0	0	0	24.36	85
Temósachic	0.29	0	0	0	0.29	1
Uruachi	22.35	7.45	9.17	0.29	39.26	137
Porcentaje	**23.50**	**27.22**	**26.65**	**22.64**	**100**	**349**
Localidades	**240**	**38**	**61**	**10**		**349**

*Pertenece al estado de Chihuahua y a la cuenca río Mayo, pero no al área de influencia del PTS

Del total de 349 comunidades, se priorizaron 50 localidades con base en el número de habitantes y su degradación. En el Cuadro 58 se muestran las localidades que presentan mayor degradación por impacto antropogénico, dentro de tres municipios del PTS y un municipio de la zona de influencia. Los municipios con mayor número de localidades con problemas de degradación fueron: Moris (22), Uruachi (18), Chínipas (9) y Ocampo (1), Moris no forma parte del área de interés del PTS, sin embargo, en los municipios con la mayor pérdida de suelo es en los municipios de: Ocampo (107.1 t/ha/año), Moris (65.9 t/ha/año), Chínipas (58.2 t/ha/año) y Uruachi (36.9 t/ha/año). En el caso de las localidades de los municipios de Chínipas (37.7 t/t), Moris (34.3 t/t), Uruachi (28.0 t/t) y Ocampo (4.2 t/t) son las que presentan en promedio mayor costo ecológico (Ver Figura 60).

Cuadro 58. Localidades con problemas de degradación, en función de su densidad de población, cuenca alta del río Mayo, estado de Chihuahua.

No.	ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	# DE HAB.	LONGITUD	LATITUD	PRECIP (mm)	IMPACTO ECOLOGICO (ton/ton)	EROSIÓN (ton/ha)
1	Chihuahua	Moris	Los Alamillos	57	-109.010278	28.051389	582.44	78.87	93.58
2	Chihuahua	Moris	Mesa Colorada	83	-109.003333	28.113056	582.44	70.86	91.15
3	Chihuahua	Moris	Mesa de Enmedio	11	-109.035	28.046667	582.44	70.62	70.95
4	Chihuahua	Moris	Dos Hermanos	15	-108.971111	28.063333	582.44	61.59	71.69
5	Chihuahua	Moris	Bellavista	12	-108.964167	28.069167	582.44	61.59	71.69
6	Chihuahua	Moris	Plan Oriente	18	-109.034444	28.070278	582.44	59.12	76.29
7	Chihuahua	Chínipas	Satevó	14	-108.633333	27.603611	565.34	50.12	60.05
8	Chihuahua	Chínipas	Huicorichic (Huicorichi)	22	-108.655	27.761944	565.34	43.29	52.79
9	Chihuahua	Moris	Sierra obscura (El Serruchito)	137	-108.956667	28.009444	582.44	42.13	49.32
10	Chihuahua	Uruachi	El Rebaje	235	-108.942222	28.038889	582.44	40.83	57.45
11	Chihuahua	Uruachi	San Fernando	15	-108.7225	27.742222	565.34	40.81	50.06
12	Chihuahua	Uruachi	La Barranca	51	-108.6175	27.951944	558.29	40.75	46.23
13	Chihuahua	Chínipas	El Triguito	36	-108.631944	27.719444	565.34	40.53	53.36
14	Chihuahua	Chínipas	Los Llanitos	38	-108.563056	27.741944	565.34	40.39	64.81
15	Chihuahua	Chínipas	Los Alamillos de Loreto	38	-108.561667	27.784444	565.34	38.64	47.07
16	Chihuahua	Uruachi	San Juan	81	-108.618333	27.923333	558.29	37.72	44.55
17	Chihuahua	Moris	La Finca de Pesqueira	75	-108.626389	27.972222	558.29	37.20	44.49
18	Chihuahua	Moris	Ranchito de las Flores	34	-109.028333	28.0975	582.44	37.12	53.61
19	Chihuahua	Moris	Mesa de Abajo	40	-109.031667	28.175833	818.46	35.84	54.87
20	Chihuahua	Uruachi	La Mesa de Cereachi	15	-108.6075	27.944167	558.29	35.68	40.54
21	Chihuahua	Chínipas	El Manzanillal	19	-108.616667	27.7125	565.34	35.03	47.95
22	Chihuahua	Chínipas	Canelas	31	-108.607778	27.714167	565.34	34.64	44.51
23	Chihuahua	Uruachi	Chiltepín	83	-108.63	27.934444	558.29	32.13	38.69
24	Chihuahua	Chínipas	Ignacio Valenzuela Lagarda (Loreto)	581	-108.560833	27.751667	565.34	30.33	83.70
25	Chihuahua	Uruachi	La Finca Jecopaco	15	-108.686111	27.779167	565.34	29.77	40.11
26	Chihuahua	Moris	Bermúdez	122	-109.048333	28.254444	818.46	28.67	80.69
27	Chihuahua	Uruachi	Chagayvo	76	-108.619444	27.88	558.29	28.08	51.66
28	Chihuahua	Moris	El Tigre	23	-108.639444	28.018611	558.29	27.97	33.70
29	Chihuahua	Moris	El Zapote	59	-108.693611	27.989167	558.29	27.90	121.10
30	Chihuahua	Moris	Trompa	56	-108.676944	27.979444	558.29	27.90	121.10
31	Chihuahua	Uruachi	Toribisachi	48	-108.664444	27.821111	558.29	26.97	32.30

No.	ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	# DE HAB.	LONGITUD	LATITUD	PRECIP (mm)	IMPACTO ECOLOGICO (ton/ton)	EROSIÓN (ton/ha)
32	Chihuahua	Uruachi	El Carmen	23	-108.532778	27.848056	558.29	26.97	32.30
33	Chihuahua	Chínipas	El Trigo de Russo (El Trigo)	66	-108.670556	27.573056	565.34	26.32	69.25
34	Chihuahua	Uruachi	El Cuzal	50	-108.611389	27.880556	558.29	25.46	47.25
35	Chihuahua	Uruachi	Pacayvo	57	-108.613056	27.848889	558.29	23.21	28.23
36	Chihuahua	Moris	La Cieneguita de Rodríguez	257	-108.645278	28.033056	558.29	22.38	97.15
37	Chihuahua	Uruachi	El Bosque	23	-108.600556	27.909444	558.29	21.61	26.16
38	Chihuahua	Uruachi	Arechuyvo	152	-108.5525	27.875833	579.44	20.79	27.23
39	Chihuahua	Uruachi	Los Laureles	32	-108.565833	27.825278	558.29	19.47	23.64
40	Chihuahua	Uruachi	Mocorichi de Arriba	121	-108.670278	27.833333	558.29	19.19	26.64
41	Chihuahua	Uruachi	Palmarito (Agua Caliente)	163	-108.797778	27.9	558.29	17.14	28.08
42	Chihuahua	Uruachi	Los Lajeros	31	-108.56	27.865833	579.44	16.72	22.28
43	Chihuahua	Moris	El Frijolar	152	-108.705833	28.011944	848.09	14.60	62.16
44	Chihuahua	Moris	Aguaje Verde	106	-108.678056	28.087222	848.09	12.93	21.76
45	Chihuahua	Moris	Ciénega del Pilar	188	-108.641389	28.1075	848.09	11.93	36.33
46	Chihuahua	Moris	El Carmen	67	-108.628333	28.084722	848.09	10.34	17.43
47	Chihuahua	Moris	El Gavilán	132	-108.608611	28.064722	848.09	8.98	72.42
48	Chihuahua	Moris	El Pilar	325	-108.610556	28.106389	848.09	5.42	64.89
49	Chihuahua	Ocampo	Melchor Ocampo	527	-108.366944	28.193333	766.40	4.17	107.06
50	Chihuahua	Moris	Moris	1799	-108.5225	28.148611	766.40	1.44	43.31

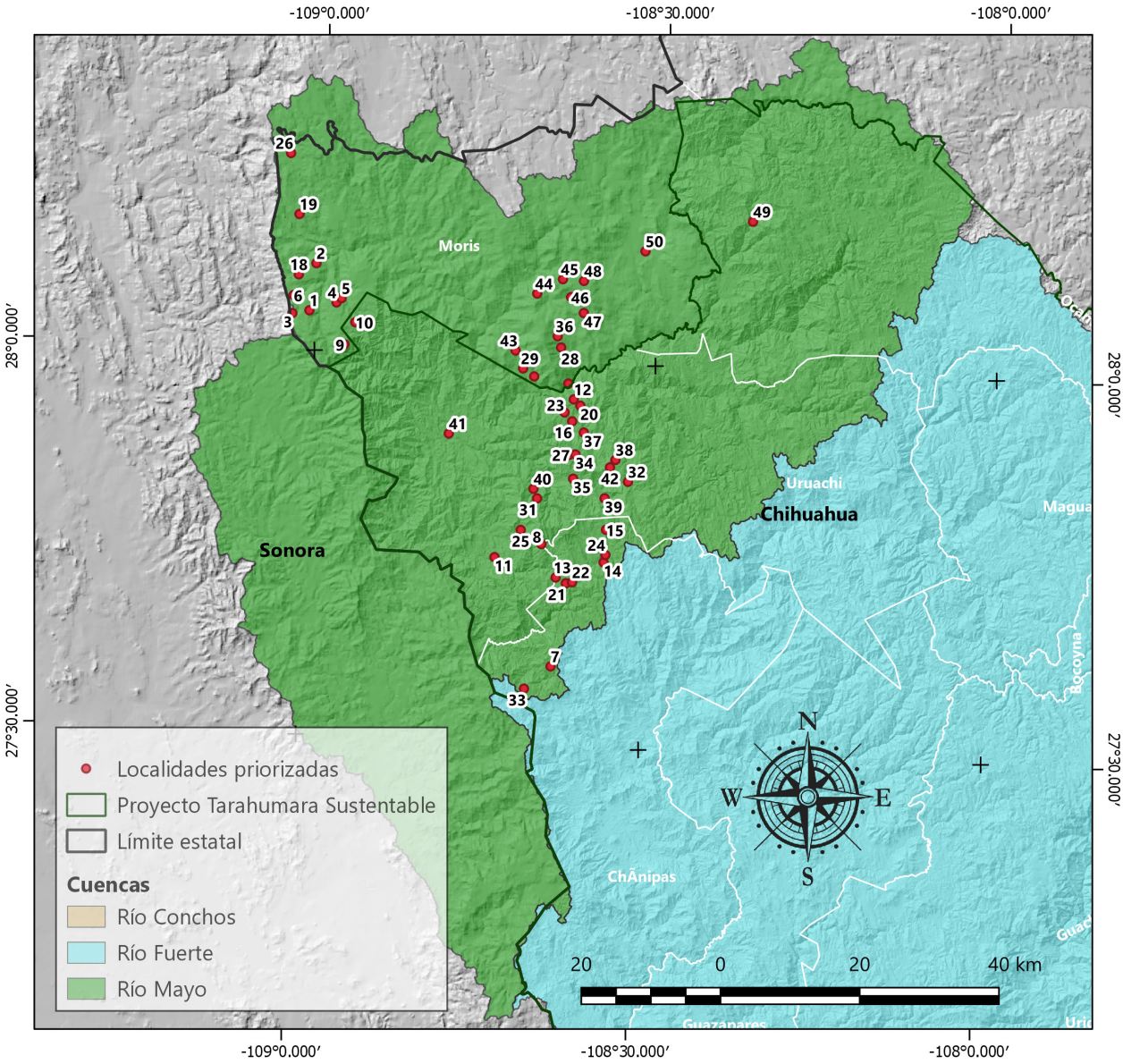


Figura 60. Mapa de localidades con problemas de degradación, en función de su densidad de población, cuenca alta del río Mayo, estado de Chihuahua.

Caudal ecológico cuenca alta del río Mayo, Subcuenca de la cascada de Bassaseachic

El cálculo del caudal ecológico de la cuenca del río Mayo se realizó con 20 años de registros climáticos diarios entre 1979 y 1999. Los años 1979 y 1983 se dejaron para estabilizar el contenido de humedad del suelo en toda la cuenca.

Para el caudal ecológico se realizó un ajuste mensual con respecto a un periodo completo de 20 años (1979-1999), así mismo, se realizó la calibración de los datos diarios resultado del cálculo de caudal ecológico con el modelo calibrado y validado (1983-1999), con el software SWAT-CUP. Los valores de ajuste mensual obtenidos en la simulación se pueden observar en el Cuadro 59, además, el ajuste mensual para el periodo de calibración alcanzó un r^2 de 0.72 y un índice de Nash-Sutcliffe muy bueno. A pesar que se considera bueno el ajuste en la Figura 61 se observa que el

modelo subestima los valores mínimos, los cuales son importantes para el cálculo de los caudales ecológico.

Cuadro 59. Valores de ajuste entre valores de escurrimiento mensual medidos y simulados.

Periodo	Nash-Sutcliffe	r^2
Calibración (1983 - 1990)	0.70 (Muy bueno)	0.73
Validación (1990 - 1999)	0.59 (Bueno)	0.59
Periodo completo (1983 – 1999)	0.68 (Muy bueno)	0.65

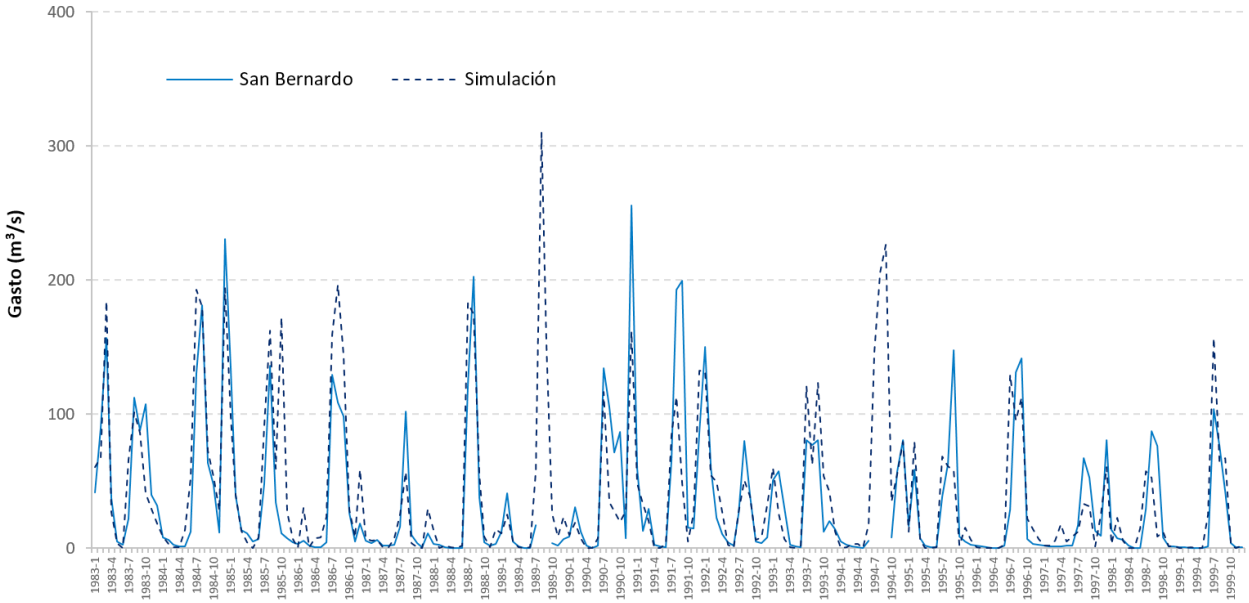


Figura 61. Índice de Nash-Sutcliffe y r^2 para el periodo de 1983-1999.

Al comparar los caudales ecológicos, con base en los aforos diarios de la estación hidrométrica y valores simulados diarios con SWAT, se observa que los caudales ecológicos producto de la simulación con SWAT resultaron sobrevalorados (Cuadro 60). En la simulación del escurrimiento medio anual (EMA) con SWAT sobrestima, con respecto a lo medido en la estación hidrométrica de San Bernardo, un 28%. En el caso del caudal ecológico se observa una sobreestimación del 22% con respecto a los datos aforados. La razón de esta sobrestimación se debe a que SWAT produjo un flujo base mayor a lo esperado; el cual tiene mucha influencia en la magnitud del caudal ecológico (Figura 61). En el Cuadro 60 también se muestra la magnitud del caudal ecológico que resulta de aplicar el modelo SWAT a la cascada de Basseaseachic.

Cuadro 60. Caudales ecológicos con base en aforos hidrométricos y simulados a nivel diario con SWAT.

Estación Hidrométrica / Subcuenca	Periodo de análisis	Escurrimiento medio anual (EMA)	Gasto medio diario	Objetivo ambiental	Caudal ecológico	Vol. Respecto al escurrimiento medio anual	Área de la cuenca
	Años	Hm^3	m^3/s		Hm^3	%	km^2
Estación San Bernardo	1960-2014	941.35	29.85	A	485.68	51.6	7,510.00
Simulación SWAT (San Bernardo)	1979-1999	1,313.14	41.64		622.40	47.4	7,631.60
Cascada Basasseachic	1979-1999	43.31	1.40		18.98	43.8	279.67

Capacitación

El Taller de capacitación se realizó del 25 al 26 de abril del 2018, en la Cuidad de Chihuahua. La sede del evento fue el Hotel Sicomoro, con horarios de 9:00 am a las 2:00 pm, con un receso para comida de una hora y se continuó de las 3:00 pm a 6:00 pm; durante los dos días. Los asistentes fueron 41 profesionales de distintas instituciones y con distintos niveles en la toma de decisiones, algunos de ellos (principalmente funcionarios) no asistieron los dos días por compromisos laborales. Así, para el segundo día participaron 30 técnicos, los cuales operaron el software y las bases de datos generadas. Los asistentes pudieron conocer los principales resultados obtenidos, el funcionamiento del modelo SWAT (entradas y salidas) y manipular las bases de datos calibradas y validadas para la zona de estudio. Los participantes corrieron el modelo con información resultado de la consultoría tomando como ejemplo la sub cuenca cascada de Bassaseachic.

Participantes

De acuerdo con el registro de asistencia, participaron 41 profesionales con diferentes especialidades y experiencia laboral (Cuadro 61 y ANEXO 4). Es de destacar que el programa de capacitación efectuado por el Proyecto Tarahumara Sustentable, en la parte científica, ha conformado un grupo de técnicos del ámbito académico, normativo y operativo con alto nivel de conocimientos en la operación de software con fines ambientales.

Cuadro 61. Personal técnico participante en el curso-taller.

Núm	Nombre	Organización	Puesto	Correo
1	Abel López Castillo	CONAFOR	n/d	abel.lopez@conafor.gob.mx
2	Adán López Ortiz	CAAFF	n/d	alopez@caaff.com.mx
3	Adán Pinales Muaguia	UACH-FI	n/d	apinales@uach.mx
4	Adrián Osiris Silva Palacios	PST San Juanito	n/d	osirissilvapalacios@icloud.com
5	Agustín Javier Tonche Ramos	SCOP	n/d	ajtonche@gmail.com
6	Alejandro Rodríguez D.	UACH-Facultad de Zootecnia y ecología	n/d	a270918@uach.mx

Núm	Nombre	Organización	Puesto	Correo
7	Alfredo Pinedo Álvarez	UACH-Facultad de Zootecnia y ecología	n/d	apinedo@uach.mx
8	Alfredo Rodríguez	WWF	Coordinador	alrodriguez@mmfmex.org
9	Ana María Oliveros Hernández	Eye Kawi	n/d	a.oliveros@eyekawi.com
10	Arturo Humberto Morales Álvarez	CONANP	Encargado Sin	arturo.morales@conanp.gob.mx
11	Augusto Cervantes Illescas	CAAFF	n/d	acervantes@caaff.com.mx
12	Bernardo Manzano Lepe	PIES de la Tierra A.C.	Director	bernardo@piesdelatierra.org
13	Enrique Prunes Soto	WWF-TS	n/d	eprunes@wwfmex.org
14	Federico Villareal Guerrero	UACH-Facultad de Zootecnia y ecología	Profesor	fvikkareal@uach.mx
15	Francisco Flores	JCAS (Junta Central de Agua y Saneamiento)	Director	francisco.floresaguirre@chih.gob.mx
16	Francisco Gallegos Terrazas	SEMARNAT	n/d	francisco.gallegos@chihuahua.semarnat.gob.mx
17	Gabriel Sosa Pérez	INIFAP	Investigador	sosa.gabriel@inifap.gob.mx
18	Georgina Gaona Pando	WWF-TS	n/d	ggaona@wwfmex.org
19	Griselda Vázquez Quintero	UACH-FACIATEC	Estudiante	gquintero@uach.mx
20	Gustavo Ramírez Mercado	n/a	Asesor técnico	gustavo.ramirez.eco@gmail.com
21	Humberto Silva Hidalgo	UACH-FI	n/d	hsilva@uach.mx
22	Irely Z. Iracheta Lara	UACH-Facultad de Zootecnia y ecología	n/d	irely.iracheta@gmail.com
23	Jesús Alejandro Prieto Amparán	UACH-Facultad de Zootecnia y ecología	n/d	jesus_prieto06@hotmail.com
24	Jesús Cristopher Montilla Celis	CONAFOR	n/d	cristopher.montilla@conafor.gob.mx
25	Jesús Manuel Ochoa Rivero	INIFAP	n/d	ochoa.jesus@inifap.gob.mx
26	José David Armendáriz E.	UACH-FCAYF	n/d	darmendariz@uach.mx
27	José Luis Arzabala Ramos	UMAFOR GUACHOCHI	Coordinador Técnico	areabaja_jir@hotmail.com
28	Katharina Agena	WWF-TS	n/d	agena.katharina@gmx.de
29	Luis Antonio Moreno Lozano	PST	Técnico	amoreno5502@gmail.com
30	Manuel Irigoyen Soto	Geogénesis	n/d	mirigiyens@gmail.com
31	Martín Gerardo G. Ramos	EMA Sierra Madre S.C.	n/d	mggr64@hotmail.com
32	Martín Martínez Salvador	UACH-Facultad de Zootecnia y ecología	n/d	msalvador@uach.mx
33	Myrna C. Nevarez	UACH-FACIATEC	Estudiante	mcnevarez@uach.mx
34	Noé Federico Guerrero Hernández	CONAGUA	Residente control técnico	noe.guerrero@conagua.gob.mx
35	Oscar Ramírez Villazana	JCAS (Junta Central de Agua y Saneamiento)	Proyectos	oramirez.villazana@gmail.com
36	Pamela Esparza Bencomo	WWF-TS	Técnico	pamela-esparza@hotmail.com
37	Saray Carlos Solís	SEMARNAT	n/d	saray.carlos@chihuahua.semarnat.gob.mx
38	Saúl Silva Rodríguez	PST San Juanito	n/d	saulsilvar@hotmail.com
39	Sebastián Ramírez Rejogochi	UACH-Facultad de Zootecnia y ecología	Profesor	a291052@uach.mx
40	Víctor Calzada Pinedo	EMA Sierra Madre S.C.	n/d	victor495@live.com.mx
41	Vladimir Erives B.	CAAFF	n/d	verives@caaff.com.mx

n/d: no hay dato; n/a: no aplica

Los técnicos asistentes provinieron de 15 instituciones, 32% de ellos son de cuatro facultades de la Universidad Autónoma Chihuahua (UACH), el 54% procedían de distintas instituciones, lo que indica que los técnicos realizan diferentes funciones dentro del área de influencia del PTS (Figura 62).

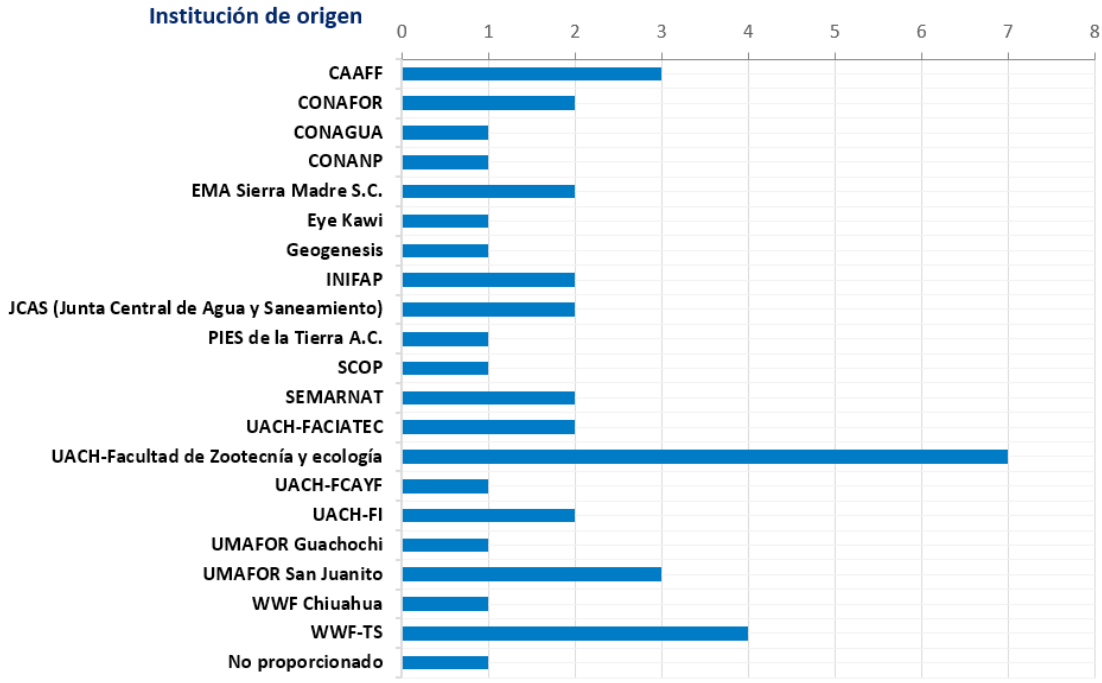


Figura 62. Análisis de los asistentes al curso-taller

La Figura 63 muestra algunas fotografías del desarrollo del curso durante su inauguración, desarrollo y clausura del mismo.

Figura 63. Fotografías del desarrollo del curso-taller

Conclusiones del taller

El taller "Aplicación del modelo SWAT en el área de influencia del Proyecto Tarahumara Sustentable" permitió realizar corridas del modelo SWAT en la subcuenca cascada de Bassaseachic, con información hidrométrica calibrada y validada de la cuenca del río Mayo. Este ejemplo, por su tamaño de cuenca, resultó apropiado para el personal asistente, ya que, a pesar de sus diferentes especialidades, permitió avanzar en la demostración de forma homogénea y con buena dinámica de trabajo.

El personal seleccionado para asistir al curso tiene experiencia en sistemas de información geográfica y técnicas de modelado ambiental lo que facilitó el desarrollo del taller. Por otra parte, la interacción del personal con experiencia en campo puso en contexto, para las cuencas que dominan el área de influencia del Proyecto Tarahumara Sustentable, los resultados del modelo SWAT

Por los comentarios de los asistentes, que emitieron durante el cierre del taller, se considera logrados los objetivos del taller de capacitar a los profesionales en la operación del modelo SWAT con información calibrada y validada para las subcuencas que conforman el área del Proyecto Tarahumara Sustentable.

Caudal ecológico para las Subcuencas del río Mayo (ETJ)

Al presente informe se anexa el Estudio Técnico Justificativo (ETJ), Subcuencas del río Mayo el cual incluye el caudal ecológico por cuencas principales, problemática, conclusiones y recomendaciones.

Las estimaciones del caudal ecológico para las cuencas Mayo 1, Arroyo Quiriego, Mayo 2 y Mayo 3 (cuencas de la subregión) se realizaron de acuerdo con la metodología de la Norma Mexicana NMX.AA-159-SCFI-2012, apéndice D, para cuencas hidrológicas (DOF, 2012), con base al comportamiento histórico de los escurrimientos diarios.

Dicha metodología se basa en la relación entre los usos productivos del agua y el objetivo ambiental asociado, esto es, de acuerdo a su estado ecológico y la presión de uso del agua en la cuenca. En el Cuadro 62 se indican los objetivos ambientales, actualizado al 2016, recomendados para el cálculo de caudal ecológico de las cuencas que componen la subregión hidrológica Río Mayo (WWF, 2016).

Cuadro 62. Objetivos ambientales para determinar el régimen del caudal ecológico.

Cuencas	Objetivo Ambiental	Presión de uso	Importancia ecológica
río Mayo 1	A	Baja	Alta
río Mayo 2	D	Muy alta	Baja
río Mayo 3	C	Muy alta	Muy alta
Arroyo Quiriego	C	Media	Media

El caudal ecológico para las subregiones hidrológicas río Mayo 1 y Arroyo Quiriego se calculó a partir de los registros hidrométricos (IMTA, 2017) de las estaciones de aforo San Bernardo y Tezocoma, respectivamente. Para la subregión del río Mayo 2 se basó en los reportes de "Entradas No Controladas" de la Presa Mocúzari (IMTA, 2017) los cuales se ponderaron, para cuatro subcuencas que aportan a la presa, con base en su área de influencia y sus coeficientes de escurrimiento calculados conforme a la NOM-011-CONAGUA-2015 (DOF, 2015); la cual establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

Para la subregión hidrológica río Mayo 3 el caudal ecológico se basó en los aforos (IMTA, 2017) de las salidas controladas de la presa Túneles Mocúzari y del vertedor de excedencias (Estación hidrométrica San Miguel), la eficiencia de conducción y distribución del Distrito de Riego 038 Río Mayo (64.1%, según Pedroza e Hinojosa, 2014) y los coeficientes de escurrimiento para dos subcuencas (DOF, 2015), una que drena al Océano Pacífico (río Mayo) y otra a la zona de humedales Yavaros-Moroncarit con la denominación de sitio RAMSAR.

Acorde con los objetivos ambientales de las cuencas resultaron los caudales ecológicos que se muestra en el Cuadro 63:

Cuadro 63. Caudal ecológico por subcuenca de la cuenca del Río Mayo.

Subregión hidrológica	Subcuenca	Área (Ha)	Escurrimiento Medio Anual hm^3	Gasto Diario m^3/s	OA	Caudal ecológico hm^3	Escurrimiento medio anual (%)
río Mayo 1	Río Mayo	763,303.00	955.4	30.3	A	497.7	52.1
Arroyo Quiriego	Arroyo Quiriego	105,948.00	26.1	0.83	C	2.9	11.2
río Mayo 2	Arroyo Grande.	34,038.20	21.7	0.689	D	0.734	3.4
	Río Mayo (Hasta P. Mocúzari)	814,226.70	1028.4	32.6	D	217.4	21.1
	Arroyo Quiriego (Hasta P. Mocúzari)	198,853.20	65.4	2.07	D	2.1	3.2
	Contorno Presa Mocúzari	42,758.09	20.9	0.66			
río Mayo 3	Presa Mocúzari -Desembocadura del Río Mayo.	202,118.10	224.7	7.13	C	109.98	48.4
	Humedal Yavaros-Moroncarit.	177,587.00	326.4	10.35	C	146.76	44.5

9. Conclusiones

La sierra Tarahumara es producto de una gran actividad volcánica, donde los materiales que la componen, principalmente tobas, son muy erodables. Estos materiales han facilitado la formación de cañones y valles profundos que han configurado lo abrupto de su topografía y el delta del río Fuerte en su desembocadura al mar. La degradación específica media de la cuenca (9.05) t/ha supera en 3.23 veces la media nacional (2.8 t/ha), la alta degradación es congruente con lo escarpado de su topografía el origen volcánico de sus suelos, principalmente tobas, en cambio la degradación especifica media de la cuenca río Mayo (4.47 t/ha) supera en 1.58 veces la media nacional, lo que denota que se encuentra en proceso de degradación.

En la cuenca alta del río Fuerte se observa desde 1942 que, en la estación hidrométrica Huites, hay un incremento en la precipitación, aumento del caudal medio, mínima variación de los gastos máximos y reducción de la producción de sedimentos. Esto puede estar asociado a una mayor cobertura vegetal, de las diversas especies vegetales, mejores coberturas vegetales producto de las mayores precipitaciones en la cuenca. Por otra parte, en la cuenca del río Mayo, desde 1961 hasta 2013, van a la baja la precipitación, el caudal medio y la cantidad de sedimentos.

En la cuenca predominan suelos asociados a una orografía abrupta, sobresalen aquellos sujetos a erosión intensa y con bajo desarrollo (leptosol, 47.3%) y los suelos sujetos al transporte gravitacional de materiales gruesos (regosol, 45.34%) y finos (phaeozem, 2.0%). En menor medida, se observa la presencia de suelos derivados del intemperismo de materiales volcánicos (cambisol, 2.1%), donde los procesos de formación de suelo superan las tasas de erosión de los mismos. También se observan los suelos producto de la deposición fluvial (fluvisol, 1.5%) en valles intermontanos, a lo largo de los principales ríos de la zona de estudio. Al verificar en campo la distribución de los suelos, en 140 puntos, el mapa elaborado alcanzó un índice Kappa de 0.71, suficientemente preciso para valorar hidrológicamente las propiedades de las combinaciones entre suelos y coberturas vegetales presentes en las cuencas altas de los ríos Fuerte y Mayo.

Al tratar de empatar los datos climatológicos con los registros hidrométricos, la información climatológica disponible para la zona de estudio produjo sectores con baja densidad de datos lo que dificultó la calibración del modelo SWAT. Para solventar este inconveniente se optó por usar información del CFSR (Climate Forecast System Reanalysis), con densidad espacial de 38x38 km, la cual produjo calibraciones aceptables para reproducir las condiciones hidrológicas de la cuenca y generar cartografía lo más apegada a las condiciones observadas en campo, sin embargo, los datos climáticos del CFSR, por sus procesos de interpolación interna diaria, tienden a sobrestimar las lluvias de baja intensidad las cuales tiene mayor impacto en el flujo subsuperficial e incrementan las magnitudes del flujo base, por ello, fue importante aplicar un índice de corrección con datos del SMN, para obtener mejores resultados.

La calibración de la biomasa produjo rendimientos aceptables de maíz, pino y pastizal, para las dos cuencas, pero con mejor ajuste en la cuenca del río Mayo. Aun así para las dos cuencas se generaron rendimientos en los rangos reportados por la literatura, para la región, a excepción del rendimiento de madera para la cuenca del río Fuerte, donde el rango de rendiemiento económico es de 1.49 a 2.30 t/ha/año, sin embargo, el promedio simulado es de 3.85 t/ha/año, esto debido a que este rendimiento corresponde a la parte baja de la curva de crecimiento, donde ocurre la etapa juvenil de los árboles.

En la cuenca del río Fuerte la producción de sedimentos es menor de 12 t/ha en el 93.8% de su superficie, lo que indica que, el 6.2% (217,420.5 ha) tienen problemas con producción de sedimentos, en cambio en el río Mayo la producción de sedimentos menor de 12 t/ha se restringe al 83.5% de la superficie total de la cuenca y en el 16.5% (125,593.48 ha) se producen más de 12 t/ha/año de sedimentos. La pérdida de suelo en la cuenca del río Fuerte es de menos de 12 t/ha en más del 87.8% de su superficie, aunque en 12.2% (427,133.4 ha) existe un problema de pérdida de suelo que requiere medidas de conservación, concentrada principalmente en zonas de cultivo de maíz grano (27.0 t/ha) y matorral (13.3 t/ha). En la cuenca del río Mayo la pérdida de suelo presente en el 69.2% de su superficie es menor de 12 t/ha, sin embargo, en el 30.8% (235,380.8) de su superficie presenta problemas de erosión, principalmente en las áreas de donde se produce maíz (64.7 t/ha), bosque de encino (58.4 t/ha) y matorral (46.8 t/ha), debido las características de baja cobertura vegetal, alta pendiente e intensidad de la lluvia, localizada al este, en la parte media y baja de la cuenca. Para las dos cuencas el promedio de coeficiente de escurrimiento es en promedio de 0.27 mm/mm (río Fuerte) y 0.21 mm/mm (río Mayo), cercano a 0.15 mm/mm, que en promedio daría al usar la NOM-011 (DF, 2015). La producción de agua en la cuenca del Fuerte es mayor en la selva baja caducifolia y el bosque de encino, mientras que en la cuenca del Mayo es en el matorral y bosque de encino.

El modelo SWAT tuvo un pobre ajuste a nivel diario (como comúnmente lo reporta la literatura), por ello se optó por la calibración y validación a nivel mensual, además se realizó una simulación diaria para el cálculo del caudal ecológico. Con el propósito de conocer el caudal ecológico (Hm^3), en cualquier punto de la red hidrológica de la cuenca del río Fuerte, se sugiere aplicar al área de aportación (km^2) un factor 0.0501 Hm^3/km^2, o bien, considerar el 17.88% más del escurrimiento medio anual (Hm^3) calculado con SWAT. Para el caso del río Mayo, que tuvo sólo una estación hidrométrica de comparación (San Bernardo), el EMA y el caudal ecológico calculados con SWAT se sobreestimaron en 28% y 22%, respectivamente, la razón de esta sobre estimación en el caudal ecológico es que el SWAT produjo mayor flujo base de lo esperado, lo que influye de manera directa.

En la priorización de 50 comunidades con la mayor degradación, por impacto antropogénico, en la cuenca del río Fuerte resultó que, las comunidades en promedio tienen 991 habitantes (± 2,196),

el costo ecológico promedio en el área de influencia de las comunidades es de 34.97 ± 24.7 (t de pérdida de suelo/t de biomasa) y una pérdida de suelo de 56.9 ± 27.3 t/ha/año, se localizan en nueve municipios del área de interés, la población de las comunidades representa el 15.4% de la población en el área del PTS. Así mismo, en la cuenca del río Mayo, las 50 comunidades prioritarias tienen en promedio 128 habitantes (± 267.9), un costo ecológico promedio de 32.0 ± 17.3 (t de pérdida de suelo/t de biomasa) y una pérdida de suelo de 54.9 ± 51.8 t/ha/año, se localizan en tres municipios del área de interés, y en el municipio de Moris. En general, de las comunidades priorizadas en ambas cuencas se observa que, en promedio las comunidades con mayores problemas de degradación se encuentran en la cuenca del río Fuerte y los municipios del área de influencia del PTS con más localidades priorizadas son Uruachi (18), Chínipas (17), Urique (13), Morelos (9) y Batopilas (8), y sólo para el caso de la cuenca del río Mayo el municipio de Moris (22).

Los resultados obtenidos en las cuencas de los ríos Fuerte y Mayo, a través de la modelación con SWAT, deben entenderse como una aproximación a la realidad, confrontada con registros (hidrométricos y climáticos), informes técnicos, censos y recorridos de campo. Los resultados, así obtenidos, permiten contextualizar el ciclo hidrológico de las distintas asociaciones suelo-vegetación (HRU), en función de las variables climáticas, y el impacto que producen las actividades económicas primarias en la degradación de los suelos de la cuenca. De esta forma, los resultados ayudan a priorizar áreas de manejo para definir estrategias de intervención a fin de lograr beneficios ambientales significativos a nivel de comunidad, subcuenca o región.

El caudal ecológico determinado para la subregión hidrológica del río Mayo, es un indicador del volumen mínimo que se ha de procurar para mantener la riqueza natural existente en la Subregión, ya que su observancia permitirá la conservación de especies animales y vegetales principalmente en humedales, esteros y corredores riparios de la Subregión hidrológica. Para procurar este caudal es necesario establecer los mecanismos que permitan garantizar un adecuado control de las extracciones y la sustentabilidad hidrológica de los aprovechamientos de las aguas nacionales superficiales para usos agrícolas, pecuarios, doméstico, industriales, acuícolas y urbanos que permitan la conservación de los ecosistemas vitales, la riqueza natural, el bienestar social y el desarrollo económico, garantizando finalmente la sustentabilidad hidrológica de la Subregión Hidrológica río Mayo.

10. Lecciones aprendidas

La cuenca es de origen ígneo, donde las tobas volcánicas que lo conforman son altamente erodables y los materiales que se erosionan fácilmente transportados por la ocurrencia de huracanes y la concentración de escurrimientos (Figura 64). Esta combinación de suelos erodables y altas intensidades de lluvia han favorecido la formación de cañones, sobre los cauces principales,

y el arrastre de sedimentos hasta su deposición en el delta del río Fuerte.

El SWAT-CUP agilizó el proceso de calibración, sin embrago, por la cantidad de información que requiere SWAT y el número de simulaciones necesarias para su calibración se requirió de mucho tiempo de procesamiento, principalmente en ajustes de parámetros a nivel diario.

Los datos climáticos del CFSR resultaron una fuente de información aceptable para sitios de topografía agreste, baja cobertura espacial y registros escasos.

La información de cultivos (tipo, manejo, rendimiento), composición de los hatos ganaderos, y rendimiento forestal (manejo y aprovechamiento) que existe en los servidores del INEGI es de gran detalle, sin embargo, no es posible obtenerla, a nivel de AGEB, para calibrar modelos hidrológicos y productivos.

Figura 64. Algunos sitios con problemas de erosión hídrica en la cuenca del río Fuerte.

11. Limitaciones u obstáculos al proyecto

La falta de conectividad y lo accidentado del terreno implicó un obstáculo en la movilidad por la región, además limitó el trabajo de campo a ciertos sectores de la cuenca.

Una de las principales limitaciones en la calibración del modelo, se presentó con la distribución temporal de los datos climáticos, lo cual restringió el periodo de calibración y la concordancia entre la disponibilidad de datos climáticos e hidrométricos (principalmente sedimentos).

La información levantada por el INEGI, en sus censos agropecuarios, generalmente es proporcionada por representantes del sector social (autoridades ejidales o comunales) en forma consolidada o vía promedios, no en forma individual. Lamentablemente no fue posible obtener esta información

estadística a nivel de localidad, ya que la dependencia clasifica los datos proporcionados por representantes de sector social (autoridad ejidal o comunal) como personal y sujeta a su política de confidencialidad. De este modo, el INEGI solo proporcionó, para este trabajo, datos consolidados a nivel de AGEB (Área Geoestadística Básica), los cuales no fueron útiles para comparar los rendimientos agrícolas a nivel de comunidad, de pastos y madera, ya que generalmente una AGEB se compone de varios ejidos o localidades.

12. Continuidad

Promover una mejor instrumentación de las cuencas, mayor densidad de estaciones meteorológicas o mantenimiento de las mismas, conservar o instrumentar las estaciones hidrométricas, entre otras.

Promover estudios fisiotécnicos de la vegetación más relevante en el área del PTS, para mejorar las simulaciones con el modelo SWAT u otros modelos de procesos.

Promover políticas de conservación en las comunidades para la regulación del pastoreo en zonas de selva baja caducifolia, por ser esta vegetación donde se pierde la mayor cantidad de suelo.

Establecer programas de conservación de suelo en áreas agrícolas, ya que, presentan alto nivel de producción de sedimentos, buscando favorecer la infiltración de la lluvia, a fin de reducir el escurrimiento superficial y la erosión hídrica.

Analizar el control de sedimentos que se produce en las cuencas del río Fuerte y Mayo, con respecto a la capacidad de azolve de las presas aguas abajo, para el establecimiento de programas de control de sedimentos para prolongar la vida útil de las presas, a lo largo de la red de drenaje de ambas cuencas.

13. Participantes

Dr. Demetrio S. Fernández Reynoso

Dr. Mario R. Martínez Menez

MC. Erasmo Rubio Granados

Ing. Carlos Palacios Espinosa

MC. Isabel Villa Montes

Ing. Cristian Ramos Mendoza

Ing. Claudia Fernández González

14. Agradecimientos

Al laboratorio de microdatos del INEGI, por proveer datos de rendimientos de pastos, maíz y madera.

Al personal técnico de la Unidad de Manejo Forestal (UMAFOR) San Juanito, en especial al Ing. Saúl Silva Rodríguez, por compartir información del manejo forestal que han obtenido a lo largo de su trabajo en la UMAFOR.

15. Literatura citada y/o fuentes bibliográficas

- Almond, P. C. and J. L. Moir, 2017. Soils on slopes: catenas. 1a ed, The International Encyclopedia of Geography. Editado por D. Richardson, N. Castree, M. F. Goodchild, A. Kobayashi, W. Liu, y R. A. Marston. Lincoln University, New Zealand Hillslopes: JohnWiley & Sons, Ltd.
- Arnold, J.G., Moriasi, D. N., Gassman, P. W., Abbaspour, K. C., White, M. J., Srinivasan, R., Santhi, C., Harmel, R. D., van Griensven, A., Van Liew, M. W., Kannan, N. y Jha. M. K. 2012. Swat: model use, calibration, and validation. American Society of Agricultural and Biological Engineers. (55):4. 1491-1508.
- Bockheim, J.G. and A.N., Gennadiyev. 2000. The role of soil-forming processes in the definition of taxa in Soil Taxonomy and the World Soil Reference Base. Geoderma, 95(1–2): 53–72.
- Bushnell, T. M. 1943. Some aspects of the soil catena concept, Soil Science Society of America Journal, 7.
- Chow, V. T. 1959. Open-Channel Hydraulics. McGraw-Hill Book Co., Inc. pp. 112-113.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) 2011. Proyecto global de maíces nativos: resultados de proyectos relativos a la determinación de centros de origen y diversidad genética de maíz en México. Primera revisión. http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/proyectoMaices.html. (Consultado: 01/02/2018)
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2014. La Biodiversidad en Chihuahua: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2017. 2010 Land Cover of North America at 30 meters. Ed. 1.0. Mexico City, México. http://www.cec.org/tools-and-resources/north-american-environmental-atlas/land-cover-and-land-cover-change. (Consultado: 30/11/2017).

- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2016. Estudios Regionales Forestales. México. http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/mapa.aspx.
- Congalton, R. G., & Green, K. (2008). Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices: CRC press.
- Coops, N., P. Ryan y A. Loughhead. 1998. Overview of topographic position. Developing and testing procedures to predict topographic position from digital elevation models (MDE) for species mapping. http://www.ffp.csiro.au/nfm/mdp/topo/over.htm.
- COTECOCA (Comisión Técnica Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero). 1978. Determinación de los Coeficientes de Agostadero Chihuahua. Ochoa G.J.A. y Martínez M. J. L. Chihuahua. Méx.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2012. Norma Mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012, Procedimiento para la determinación el Caudal ecológico en cuencas hidrológicas. CONAGUA 2012.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). 2015. Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA. 2015. Especificaciones y método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. SEMARNAT, 2015.
- Dobos, E., Carré, F., Hengl, T., Reuter, H., & Tóth, G. (2006). Digital soil mapping as a support to production of functional maps. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities, EUR, 22123.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2007. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB). Primera actualización. Roma, Italia.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2014. Base referencial mundial del recurso suelo 2014: Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 106. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia.
- Figueroa S. B., A. Amante O., H. G. Cortés T., J. Pimentel L., E. S. Osuna C., J. M. Rodríguez O. y F. J. Morales F. 1991. Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. Colegio de posgraduados. Montecillo Méx. pp. 83-90.
- Gardea Duarte, L.1980. Consideraciones socio-económicas para el desarrollo de la zootecnia en el área de influencia del centro coordinador indigenista tarahumara de Carichi, Chih. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de México, D.F, México.
- Garg K. K., L. Bharati, A. Gaur, B. George, S. Acharya, K. Jella, and B. Narasimhan. 2011. Spatial

mapping of agricultural water productivity using the SWAT model in Upper Bhima Catchment, India. Irrigation and Drainage.

- Guisan A. and Zimmermann N.E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology Ecological Modelling 135: 147–186
- Gutiérrez Holguín, C. 1989. Descripción de la Actividad Agrícola en Localidades Indígenas de la Sierra Tarahumara (Ejido de Chinatú). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.
- GWP (Global Water Partnership). 2000. Integrated Water Resources Management (IWRM): A way to sustainability. InfoResources FOCUS No. 4 Disponible en línea: http://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/04-integrated-water-resources-management-2000-english.pdf.
- Hernández S. R. M. 2001. Caracterización fenotípica y del sistema de producción del ganado criollo de rodeo de la sierra de Chihuahua. Tesis de maestría en ciencias. Facultad de Zootecnia, universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua, México.
- IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua), 2016. Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) publicado en 1999. Disponibles en: ftp://ftp.conagua.gob.mx/Bandas/Bases_Datos_Bandas/21003.mdb. (Consulta: enero, 2016).
- IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2017. Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS). Jiutepec, Morelos, México. Sitio Web: https://www.imta.gob.mx/. (Consultado en marzo de 2017).
- INEGI. 2003. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Chihuahua. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Aguascalientes, México.
- INEGI. 2006. Conjunto de Datos Vectorial Edafológico (continuo nacional), serie II, escala 1: 250,000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. http://www.inegi.org.mx. (Consulta: enero, 2016).
- INEGI. 2007. Microdatos del censo Agrícola, Ganadero y Forestal. Laboratorio de microdatos del INEGI. CDMX, 2017.
- INEGI. 2014. Conjunto de datos vectoriales climáticos. Escala 1:1 000 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, Aguascalientes, México. http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/clima/infoescala.aspx. (Consulta: enero, 2016).
- INEGI. 2016. Información Nacional sobre Perfiles de Suelo. Instituto Nacional de Estadística,

Geografía e Informática. Aguascalientes, Aguascalientes, México. http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/edafologia/vectorial_seriei.aspx

- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 1997. Diagnóstico Preliminar agropecuario del área bosque modelo Chihuahua. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de investigación regional norte centro campo experimental sierra de Chihuahua. Folleto técnico Núm. 8.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2000. Producción de Maíz y Frijol en la Alta Sierra Tarahumara. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo experimental Sierra Chihuahua, Cuauhtémoc, Chihuahua. Folleto Núm. 7.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2004. Recuperación y Selección de Variedades Criollas de Maíz en Chihuahua. Campo experimental Sierra Chihuahua, Cuauhtémoc, Chihuahua. Folleto Núm. 20.
- Johnson, D. E. (2000). Métodos multivariados aplicados al análisis de datos.
- Kerby, W. S. 1979. Time of Concentration for Overland Flow. Civil Eng. 29 (3): 174.
- Kirkby, M. J. y R. P. C. Morgan. 1994. Erosión de suelos. Editorial LIMUSA. México.
- Knisel, W. G. 1980. CREAMS, A Field Scale Model for Chemicals, Runoff, and Erosion from Agricultural Management Systems. ESDA. Conservation Res. Rept. No. 26. 643 P.
- Liersch, S. 2003. User's Manual: The Program pcpSTAT. http://swat.tamu.edu/. (Consultado: enero 2017).
- Lu, D., and Weng, Q. (2007). A survey of image classification methods and techniques for improving classification performance. International Journal of Remote Sensing, 28(5), 823-870.
- Luo Y., C. He, M. Sophocleous, Z. Yin, R. Hongrui, and Z. Ouyang. 2008. Assessment of crop growth and soil water modules in SWAT2000 using extensive field experiment data in an irrigation district of the Yellow River Basin. Journal of Hydrology. (352): 139-156.
- Macedo C. A., M.G. Pajares y P. M. Santos. 2010. Clasificación no supervisada con imágenes a color de cobertura terrestre. Agrociencia 44: 711-722.
- McBratney, A. B., Santos, M. M., & Minasny, B. (2003). On digital soil mapping. Geoderma, 117(1), 3-52.
- McKenzie, N. J., and Ryan, P. J. (1999). Spatial prediction of soil properties using environmental correlation. Geoderma, 89(1), 67-94.
- Narasimhan B., R. Srinivasan, J. G. Arnold, and M. Di Luzio. 2005. Estimation of long-term soil

moisture using a distributed parameter hydrologic model and verification using remotely sensed data. American Society of Agricultural Engineers 48(3): 1101-1113.

- Neteler, M. and H. Mitasova. 2008. Open Source GIS: A GRASS GIS Approach. Third Edition. The International Series in Engineering and Computer Science: Volume 773, 406 pages, Springer, New York.
- Pedroza González, Edmundo e Hinojosa Cuéllar, Gustavo A. 2014. Manejo y distribución del agua en distritos de riego. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Jiutepec, Morelos, México. ISBN: 978-607-7563-96-9.
- Pinedo, A.C., Hernández, Q.N.S., Melgoza, C.A., Rentería, V.M., Vélez, V.C.S., Morales, N.C., Quintana, R.M., Santellano, E.E.y E. Esparza. 2013. Diagnóstico Actual Sustentabilidad de los Pastizales del estado de Chihuahua ante el Cambio Climático. Cuerpo Académico de Recursos Naturales y Ecología (UACH-CA16). Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Mex.
- Rodríguez M., C. 2008. Suplementación Práctica de Ganado Bovino en pastoreo. Manual técnico. Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Sainani, K. L. (2014). Introduction to principal components analysis. PM&R, 6(3), 275-278.
- Secretaria de Recursos Hidraulicos (SRH), 1969. Datos hidrométricos de corrientes, de material de acarreo en suspensión e hidrométricos de vasos. Boletin hidrologico num. 36, región hidrológica núm. 1. Sinaloa, México.
- SGM (Servicio Geológico Mexicano). 2015. Continuo Nacional de Geología de la República Mexicana escala 1:250,000. https://datos.gob.mx/busca/dataset/cartografia-geologia-de-la-republica-mexicana-escala-1-250000.
- SIAP. 2016. Avances de Siembra y Cosecha por cultivo 2005-2014. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de la SAGARPA (Consultado el 22 de agosto de 2016 en: www.siap.gob.mx.
- Sifuentes Camargo, O. M. 1986. La problemática de la producción agrícola y su desarrollo rural en el estado de Chihuahua. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.
- Solano Romero, V. D. 1979. Recomendaciones sobre Prácticas de Producción de Maíz y Frijol en la Sierra de Chihuahua. Tesis de Maestría en Ciencias. . Colegio de posgraduados, Montecillo, México.
- Villalobos Palma, J. 1986. Transferencia de Tecnología e Incremento en la Productividad de

Maíz en Balleza. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo, Texcoco, México.

- Wanielista, M. P. 1990. Hydrology and Water Models with Special Reference to the Phosphorus Loading Concept in Limnology. Scheweiz. Z. Hydrol. 37: 53-83.
- Weiss, A. 2001. Topographic Position and Landforms Analysis. Poster presentation, ESRI User Conference, San Diego, CA.
- Wischmeier, W. H. and D. D. Smith 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses-A Guide to Conservation Planning. USDA Agric. Handbook No. 537. 58 pp.
- Wischmeier, W. H., C. B. Johnson, and B. V. Cross. 1971. A Soil Erodability Nomograph for Farmland and Construction Sites. J. Soil Water Cons. 26:189-193.
- WWF (World Wildlife Fund). 2016. Programa nacional de reservas de agua. Reservas de agua, México. http://www.wwf.org.mx/

16. Apéndices

Apendice 1. Apéndice de determinación del coeficiente de rugosidad de Manning para flujo superficial y cauces.

Cuadro 64. Valores del factor "n" de rugosidad de Manning para flujo superficial (OVN).

Tipo o uso del suelo	Condición	Coeficiente de rugosidad	Rango
Arena	sin cobertura	0.010	0.01 0.016
Concreto		0.011	0.01 0.013
Revestimiento grava		0.012	0.012 0.030
Asfalto		0.012	0.01 0.015
Suelo erosionado	sin cobertura	0.012	0.012 0.033
Superficie lisa	impermeable	0.02	
Descanso	sin residuos	0.05	0.006 0.16
Suelo arado		0.06	0.02 0.10
Vegetación dispersa		0.09	0.053 0.13
Rastrojo sobre superficie	2.5 $t\text{-}ha^{-1}$	0.02	
Rastrojo sobre superficie	5.0 $t\text{-}ha^{-1}$	0.00	
Rastrojo sobre superficie	10.0 $t\text{-}ha^{-1}$	0.07	
Rastrojo incorporado	2.5 $t\text{-}ha^{-1}$	0.012	
Rastrojo incorporado	5.0 $t\text{-}ha^{-1}$	0.020	

Tipo o uso del suelo	Condición	Coeficiente de rugosidad	Rango
Rastrojo incorporado	10.0 t-ha^{-1}	0.023	
Barbecho con cinceles	sin residuos	0.09	0.06 0.12
Barbecho con cinceles	con residuos	0.13	0.10 0.16
Cultivos hilera	sin cobertura	0.20	
Barbecho disco	con residuos	0.40	0.30 0.50
Labranza convencional	sin residuos	0.09	0.06 0.12
Labranza convencional	con residuos	0.19	0.16 0.22
Sin labranza	sin residuos	0.07	0.04 0.10
Sin labranza	0.5 1.0 t-ha^{-1}	0.12	0.07 0.17
Sin labranza	2.0 9.0 t-ha^{-1}	0.30	0.17 0.47
Trigo con mantillo	0.6 t-ha^{-1}	0.015	
Trigo con mantillo	1.2 t-ha^{-1}	0.018	
Trigo con mantillo	2.5 t-ha^{-1}	0.032	
Trigo con mantillo	5.0 t-ha^{-1}	0.070	
Trigo con mantillo	10.0 t-ha^{-1}	0.074	
Cereales (20% a madurez)	pobre	0.018	
Cereales (20% a madurez)	regular	0.023	
Cereales (20% a madurez)	bueno	0.032	
Cereales (20% a madurez)	denso	0.046	
Pradera segada		0.075	
Pradera de pasto corto		0.15	0.10 0.20
Pradera	rala	0.20	
Pradera	regular	0.24	0.17 0.30
Pradera	media	0.40	
Zacate bermuda		0.41	0.30 0.48
Pasto azul		0.45	0.39 0.63
Pradera	20% de cubierta	0.60	
Pradera	muy densa	0.80	
Cobertura densa de pasto		0.415	0.21 - 0.62
Cobertura regular de pasto		0.41	0.31 - 0.51
Cobertura deficiente de pasto		0.265	0.25 - 0.28
Pastizal	para corte	0.080	0.02 0.24
Pastizal	disperso	0.015	
Pastizal	pobre	0.023	
Pastizal	regular	0.032	
Pastizal	bueno	0.046	
Pastizal	excelente	0.074	
Pastizal	denso	0.150	
Pastizal	muy denso	0.400	

Tipo o uso del suelo	Condición	Coeficiente de rugosidad	Rango
Pasto corto (5-15 cm)		0.045	0.030 - 0.060
Pasto medio (15-25 cm)		0.0575	0.030 - 0.085
Pasto largo (25-60 cm)		0.095	0.040 - 0.150
Bosques		0.45	
Bosques caducifolios		0.60	
Bosques coníferas	con hojarasca	0.80	

Fuente: Wanielista (1990), Knisel (1980), Kerby (1979) y Kirkby (1994).

Nota: estos valores fueron determinados específicamente para condiciones de flujo superficial y no son adecuados para el flujo en canales.

Cuadro 65. Valores del factor "n" de rugosidad de Manning para cauces (CHN).

Tipo de cauce y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
A. Excavado o dragado			
a. Tierra, recto y uniforme			
1. Limpio, terminado recientemente	0.016	0.018	0.020
2. Limpio con cierto uso	0.018	0.022	0.025
3. Grava, sección uniforme, limpio	0.022	0.025	0.030
4. Con musgo corto, poca hierba	0.022	0.027	0.033
b. Tierra, curvo y lento			
1. Sin vegetación	0.023	0.025	0.030
2. Musgo, algunos pastos	0.025	0.030	0.033
3. Pastos densos o plantas acuáticas en canales profundos	0.030	0.035	0.040
4. Fondo de tierra y costados de piedra partida	0.028	0.030	0.035
5. Fondo pedregoso y bancos con pastos	0.025	0.035	0.040
6. Fondos de cantos rodados y costados limpios	0.030	0.040	0.050
c. Excavado con pala o dragado			
1. Sin vegetación	0.025	0.028	0.033
2. Pocos arbustos en los bancos	0.035	0.050	0.060
d. Roca cortada			
1. Lisa y uniforme	0.025	0.035	0.040
2. Dentada o irregular	0.035	0.040	0.050
e. Canales sin mantenimiento, pastos y arbustos sin cortar			
1. Pasto denso, altos como la profundidad del flujo	0.050	0.080	0.120
2. Fondo limpio, arbustos en los lados	0.040	0.050	0.080
3. Igual, al más alto nivel del flujo	0.045	0.070	0.110
4. Arbustos densos, nivel alto	0.080	0.100	0.140
B. CAUCES NATURALES CAUCES MENORES (ANCHO SUPERIOR AL NIVEL DE CRECIDA < 30 METROS)			
a. Cauces en planicie			
1. Limpio, recto, nivel lleno, sin fallas o pozos profundos	0.025	0.030	0.033

Tipo de cauce y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
2. Igual que arriba, pero más piedras y hierba	0.030	0.035	0.040
3. Limpio, curvado, algunos pozos y bancos	0.033	0.040	0.045
4. Igual que arriba, pero algunas hierbas y piedras	0.035	0.045	0.050
5. Igual que arriba, niveles inferiores, pendientes y secciones más inefectivas	0.040	0.048	0.055
6. Igual que 4, pero más piedras	0.045	0.050	0.060
7. Tramos lentos, con hierba y pozos profundos	0.050	0.070	0.080
8. Tramos con mucha hierba, pozos profundos, o cauces con madera y ramas	0.075	0.100	0.150
b. Cauces en la montaña, sin vegetación en el cauce, taludes usualmente empinados, árboles y arbustos a lo largo de los taludes sumergidos			
1. Fondo: gravas, cantos rodados, y pocas piedras grandes	0.030	0.040	0.050
2. Fondo: cantos rodados con piedras grandes	0.040	0.050	0.070

Fuente: Tomado de Chow (1959)

Apéndice 2. Métodos para determinar el factor K de erosionabilidad de la EUPS.

Wischmeier et al. (1971), elaboraron un nomograma que permite evaluar el factor K (t-h-tons^{-1}-pie^{-1}-pulg^{-1}) a través de cinco parámetros del suelo: (i) % de limos + arenas muy finas; (ii) % de arena; (iii) % de materia orgánica; (iv) estructura; y (v) permeabilidad. Para evaluaciones de erosionabilidad, el % de limos + arenas muy finas se define como: 0.002 mm - 0.10 mm y el porciento de arenas como 0.10 mm - 2.0 mm.

$$K = \frac{2.1\ M^{1.14}\ (10^{-4})(12 - a) + 3.25(b - 2) + 2.5(c - 3)}{100}$$

Donde:

M = (Porciento de limo + arena muy fina) (100 - porciento de arcilla).

a = Porciento de materia orgánica.

b = Clave de estructura.

c = Tipo de permeabilidad del perfil.

La estructura se codifica como sigue:

Cuadro 66. Códigos de estructura para su uso en el nomograma de Wischmeier.

Código	Clase de estructura	Tamaño (mm)
1	Granular muy fina y grumosa muy fina.	< 1
2	Granular fina y grumosa fina.	1 - 2
3	Granular media, grumosa media y granular gruesa.	5 - 10
4	Laminar, prismática, columnar, masiva y granular muy gruesa.	> 10

Fuente: Wischmeier y Smith, 1978.

Los valores de: % de limos + arenas muy finas, % de arenas, % de materia orgánica y estructura son valores promedio para los 15 - 20 cm superiores.

El valor de permeabilidad se refiere a todo el perfil. La codificación para permeabilidad se da en la siguiente tabla.

Cuadro 67. Códigos y permeabilidad para su uso en el nomograma de Wischmeier.

Textura	Código	Clasificación	Conductividad hidráulica (mm/h)
Arenosa	1	Rápida a muy rápida	> 60
Franco arenosa	2	Moderadamente rápida	20 - 60
Arena francosa			
Franco, franco limosa	3	Moderada	5 - 20
Franco arcillo arenosa	4	Moderadamente lenta	2 - 5
Franco arcillosa			
Franco limo arcillosa	5	Lenta	1 - 2
Arcillo arenosa			
Arcillo limosa, arcillosa	6	Muy lenta	< 1

Cuadro 68. Valores medios del factor K con base en textura y materia orgánica (t-h-t^{-1}-pie^{-1}-$pulg^{1}$).

Clase de textura	Contenido de materia orgánica		
	0.5%	2%	4%
	Factor K		
Arena	0.05	0.03	0.02
Arena fina	0.16	0.14	0.10
Arena muy fina	0.42	0.36	0.28
Arena migajosa	0.12	0.10	0.08
Arena fina migajosa	0.24	0.20	0.16
Arena muy fina migajosa	0.44	0.38	0.30
Migajón arenoso	0.27	0.24	0.19
Migajón arenoso fino	0.35	0.30	0.24
Migajón arenoso muy fino	0.47	0.41	0.33
Migajón	0.38	0.34	0.29
Migajón limoso	0.48	0.42	0.33

Clase de textura	Contenido de materia orgánica		
	0.5%	2%	4%
	Factor K		
Limo	0.60	0.52	0.42
Migajón arcilloso arenoso	0.27	0.25	0.21
Migajón arcilloso	0.28	0.25	0.21
Migajón arcilloso limoso	0.37	0.32	0.26
Arcilla arenosa	0.14	0.13	0.12
Arcilla limosa	0.25	0.23	0.19
Arcilla	0.13 - 0.29		

Tomado de Kirkby (1994)

Cuadro 69. Valor de erosionabilidad (K) estimado en función de la unidad de suelo y su textura ($t\text{-}h\text{-}f^{-1}\text{-}pie^{-1}\text{-}pulg^{-1}$).

Orden	Textura			Orden	Textura		
	G	M	F		G	M	F
Acrisoles	0.182	0.280	0.091	Luvisoles órticos	0.026	0.280	0.091
Acrisoles férricos	0.091	0.140	0.049	Luvisoles plínticos	0.371	0.553	0.182
Acrisoles gleicos	0.182	0.280	0.091	Luvisoles vérticos	0.371	0.553	0.182
Acrisoles húmicos	0.091	0.140	0.049	Greyzems (a, gleícos)	0.182	0.280	0.091
Acrisoles órticos	0.182	0.280	0.091	Nitosoles (dístricos, eútricos, húmicos)	0.091	0.140	0.049
Acrisoles plínticos	0.371	0.553	0.182	Histosoles (dístricos, eútricos, gélicos)	0.091	0.140	0.049
Cambisoles	0.182	0.280	0.091	Podzoles	0.371	0.553	0.182
Cambisoles crómicos	0.182	0.280	0.091	Podzoles férricos	0.371	0.553	0.182
Cambisoles dístricos	0.182	0.280	0.091	Podzoles gleicos	0.371	0.553	0.182
Cambisoles eútricos	0.182	0.280	0.091	Podzoles húmicos	0.182	0.280	0.091
Cambisoles férricos	0.091	0.140	0.049	Podzoles lépticos	0.182	0.280	0.091
Cambisoles gleicos	0.182	0.280	0.091	Podzoles órticos	0.371	0.553	0.182
Cambisoles húmicos	0.091	0.140	0.049	Podzoles plácicos	0.371	0.553	0.182
Cambisoles cálcicos	0.182	0.280	0.091	Arenosoles (álb., cámb., férr., lúv.)	0.091	0.140	0.049
Cambisoles vérticos	0.371	0.553	0.182	Regosoles	0.182	0.280	0.091
Cambisoles gélicos	0.371	0.553	0.182	Regosoles eútricos	0.182	0.280	0.091
Chernozems (glósicos, hápli., cálc., lúv.)	0.091	0.140	0.049	Regosoles calcáreos	0.091	0.140	0.049
Podzoluvisoles (díst., eútricos, gleícos)	0.371	0.553	0.182	Regosoles dístricos	0.182	0.280	0.091

Orden	Textura			Orden	Textura		
	G	M	F		G	M	F
Rendzinas	0.091	0.140	0.049	Regosoles gélicos	0.371	0.553	0.182
Ferrazoles (ácri., húm., órt., plínt.,ród.,xánt.)	0.091	0.140	0.049	Solonetz	0.371	0.553	0.182
Gleysoles	0.182	0.280	0.091	Solonetz gleico	0.371	0.553	0.182
Gleysoles calcáricos	0.091	0.140	0.049	Solonetz móllico	0.182	0.280	0.091
Gleysoles dístricos	0.182	0.280	0.091	Solonetz órtico	0.371	0.553	0.182
Gleysoles eútricos	0.182	0.280	0.091	Andosoles	0.182	0.280	0.091
Gleysoles húmicos	0.091	0.140	0.049	Andosoles húmicos	0.091	0.140	0.049
Gleysoles mólicos	0.091	0.140	0.049	Andosoles mollicos	0.091	0.140	0.049
Gleysoles plínticos	0.371	0.553	0.182	Andosoles ócricos	0.182	0.280	0.091
Gleysoles gélicos	0.371	0.553	0.182	Andosoles vítricos	0.182	0.280	0.091
Gleysoles vérticos	0.371	0.553	0.182	Rankers	0.091	0.140	0.049
Phaeozems (calc., gleíc., hápl., lúv.)	0.091	0.140	0.049	Vertisoles (crómicos, péllicos)	0.371	0.553	0.182
Litosoles	0.091	0.140	0.049	Planosoles	0.371	0.553	0.182
Fluvisoles	0.182	0.280	0.091	Planosoles dístricos	0.371	0.553	0.182
Fluvisoles calcáricos	0.091	0.140	0.049	Planosoles eútricos	0.371	0.553	0.182
Fluvisoles dístrico	0.182	0.280	0.091	Planosoles húmicos	0.182	0.280	0.091
Fluvisoles eútricos	0.182	0.280	0.091	Planosoles móllicos	0.182	0.280	0.091
Fluvisoles tiónicos	0.371	0.553	0.182	Planosoles solódicos	0.371	0.553	0.182
Fluvisoles gleicos	0.371	0.553	0.182	Planosoles gélicos	0.371	0.553	0.182
Kastanozems (háplicos, cálcico, lúvicos)	0.182	0.280	0.091	Xerosoles (hápl., cálcic., lúv., gípsi.)	0.371	0.553	0.182
Luvisoles	0.182	0.280	0.091	Yermosoles (hápl., cálc., lúv., gípsi., taq.)	0.371	0.553	0.182
Luvisoles álbicos	0.371	0.553	0.182	Solonchaks	0.182	0.280	0.091
Luvisoles crómicos	0.182	0.280	0.091	Solonchaks	0.182	0.280	0.091
Luvisoles férricos	0.091	0.140	0.049	Solonchaks	0.091	0.140	0.049
Luvisoles gleicos	0.182	0.280	0.091	Solonchaks	0.182	0.280	0.091
Luvisoles cálcicos	0.182	0.280	0.091	Solonchaks	0.371	0.553	0.182

G = gruesa, M = media, F = fina. Fuente: Figueroa et al., 1991.

17. Anexos

Anexo 1. Resultados de laboratorio de las muestras de suelo.

Cuadro 70. Resultados de laboratorio de las muestras de suelo.

Muestra	pH 1:2	Interpretación	Conductividad Eléctrica (dSm-1)	Interpretación	CIC (cmol (+) Kg -1	Interpretación	Nitrógeno (%)	Interpretación
M1-1	4.75	Fuertemente ácido	0.08	Efectos despreciables de la salinidad	10.1	Baja	0.0196	Muy bajo
M1-2	4.68	Fuertemente ácido	0.05	Efectos despreciables de la salinidad	11.4	Baja	0.0448	Muy bajo
M1-3	4.53	Fuertemente ácido	0.26	Efectos despreciables de la salinidad	10.7	Baja	0.0126	Muy bajo
M2-1	4.63	Fuertemente ácido	0.8	Efectos despreciables de la salinidad	16.8	Media	0.1806	Alto
M2-2	4.71	Fuertemente ácido	0.96	Efectos despreciables de la salinidad	4.1	Muy baja	0.0336	Muy bajo
M3-1	6.39	Moderadamente ácido	0.52	Efectos despreciables de la salinidad	9.2	Baja	0.0504	Bajo
M3-2	5.6	Moderadamente ácido	0.25	Efectos despreciables de la salinidad	6.7	Baja	0.0378	Muy bajo
M4-1	5.27	Moderadamente ácido	0.19	Efectos despreciables de la salinidad	15.6	Media	0.0602	Bajo
M4-2	5.52	Moderadamente ácido	0.38	Efectos despreciables de la salinidad	15.8	Media	0.0294	Muy bajo
M5-1	5.95	Moderadamente ácido	0.37	Efectos despreciables de la salinidad	6.6	Baja	0.063	Bajo
M5-2	5.48	Moderadamente ácido	0.25	Efectos despreciables de la salinidad	11.2	Baja	0.0364	Muy bajo
M6-1	5.46	Moderadamente ácido	0.24	Efectos despreciables de la salinidad	9.8	Baja	0.1498	Medio
M6-2	5.46	Moderadamente ácido	0.28	Efectos despreciables de la salinidad	5	Muy baja	0.042	Muy bajo
M6-3	5.24	Moderadamente ácido	0.24	Efectos despreciables de la salinidad	6.6	Baja	0.028	Muy bajo
M6-4	4.76	Fuertemente ácido	0.17	Efectos despreciables de la salinidad	9.2	Baja	0.0098	Muy bajo
M7-1	5.5	Moderadamente ácido	0.18	Efectos despreciables de la salinidad	9.3	Baja	0.0868	Bajo
M8-1	5.28	Moderadamente ácido	0.33	Efectos despreciables de la salinidad	13.4	Baja	0.1176	Alto
M8-2	5.24	Moderadamente ácido	0.18	Efectos despreciables de la salinidad	14.7	Baja	0.0756	Bajo
M8-3	4.86	Fuertemente ácido	0.67	Efectos despreciables de la salinidad	14.5	Baja	0.0672	Bajo

Muestra	pH 1:2	Interpretación	Conductividad Eléctrica (dSm-1)	Interpretación	CIC (cmol (+) Kg -1	Interpretación	Nitrógeno (%)	Interpretación
M8-4	5	Fuertemente ácido	0.36	Efectos despreciables de la salinidad	9.6	Baja	0.0294	Muy bajo

Cuadro 71. Continuación de resultados de laboratorio de las muestras de suelo.

Muestra	M.O (%)	Interpretación	Fósforo (mg Kg-1)	Interpretación	Bases intercambiables							
					Ca++ (cmol (+) Kg-1)	Interpretación	Mg ++ (cmol (+) Kg-1)	Interpretación	K+ (cmol (+) Kg-1)	Interpretación	Na (cmol (+) Kg-1)	Interpretación
M1-1	1.9	Muy bajo	0.02	Bajo	0.93	Muy baja	0.55	Baja	0.083	Muy baja	0.027	Muy baja
M1-2	2.5	Muy bajo	1.3	Bajo	0.93	Muy baja	0.82	Baja	0.084	Muy baja	0.021	Muy baja
M1-3	2.1	Muy bajo	0.07	Bajo	1.04	Muy baja	0.77	Baja	0.077	Muy baja	0.028	Muy baja
M2-1	0.9	Muy bajo	0.53	Bajo	2.9	Baja	0.99	Baja	0.035	Muy baja	0.032	Muy baja
M2-2	2.1	Muy bajo	0.34	Bajo	1.15	Muy baja	0.44	Muy baja	0.03	Muy baja	0.028	Muy baja
M3-1	3	Muy bajo	2.05	Bajo	1.7	Muy baja	0.93	Baja	0.04	Muy baja	0.032	Muy baja
M3-2	2.1	Muy bajo	1.35	Bajo	1.59	Muy baja	0.44	Muy baja	0.028	Muy baja	0.021	Muy baja
M4-1	2.8	Muy bajo	0.5	Bajo	2.63	Baja	0.82	Baja	0.284	Baja	0.037	Muy baja
M4-2	0.9	Muy bajo	0.45	Bajo	2.79	Baja	Trazas	-	0.599	Media	0.063	Muy baja
M5-1	1.2	Muy bajo	0.45	Bajo	1.42	Muy baja	0.93	Baja	0.077	Muy baja	0.027	Muy baja
M5-2	0.4	Muy bajo	0.55	Bajo	1.86	Muy baja	1.31	Media	0.072	Muy baja	0.021	Muy baja
M6-1	5.2	Bajo	0.07	Bajo	1.31	Muy baja	0.66	Baja	0.087	Muy baja	0.023	Muy baja
M6-2	1.1	Muy bajo	0.07	Bajo	0.77	Muy baja	0.49	Muy baja	0.066	Muy baja	0.018	Muy baja
M6-3	0.5	Muy bajo	0.05	Bajo	0.44	Muy baja	0.93	Baja	0.086	Muy baja	0.023	Muy baja
M6-4	0.1	Muy bajo	0.02	Bajo	0.77	Muy baja	0.77	Baja	0.111	Muy baja	0.027	Muy baja
M7-1	2.3	Muy bajo	0.21	Bajo	1.81	Muy baja	0.77	Baja	0.063	Muy baja	0.021	Muy baja
M8-1	2.9	Muy bajo	0.77	Bajo	2.74	Baja	1.04	Baja	0.168	Muy baja	0.020	Muy baja
M8-2	1.2	Muy bajo	4.51	Bajo	3.18	Baja	1.15	Media	0.095	Muy baja	0.021	Muy baja
M8-3	0.6	Muy bajo	0.23	Bajo	2.14	Baja	1.81	Media	0.055	Muy baja	0.028	Muy baja
M8-4	0.1	Muy bajo	0.07	Bajo	1.53	Muy baja	1.15	Media	0.047	Muy baja	0.021	Muy baja

Cuadro 72. Continuación de resultados de laboratorio de las muestras de suelo.

Muestra	Cationes Solubles			Sulfatos	Densidad aparente (Mg m-3)	Conductividad hidráulica	Textura			Clase Textural	Aniones solubles		
	Ca	Mg	K	SO4			Arcilla	Arenas	Limos		CO^3	HCO_3	Cl
	cmol (+) Kg-1			(cmol (+) Kg-1)		(cm/h)	%	%	%		(meq/L)		
M1-1	1.7	Trazas	0.15	0.77	1.1	0.5	50	23	27	Arcilla	0	0.19	Trazas
M1-2	3.3	Trazas	0.14	0.29	1	4.1	41	25	34	Arcilla	0	0.14	Trazas
M1-3	0.7	0.3	0.37	0.2	1	2	31	27	42	Migajón Arcillosa	0	0.14	Trazas
M2-1	3.2	1.2	0.28	0.36	0.9	14.7	55	28	17	Arcilla	0	0.1	Trazas
M2-2	3.1	1.5	0.39	0.18	1.3	0.6	59	32	9	Arcilla	0	0.19	0.025
M3-1	0.7	0.9	0.37	0.22	1.1	0.3	38	30	32	Migajón Arcillosa	0	0.24	0.05
M3-2	0.8	0.5	0.17	0.29	1.2	0.7	28	44	28	Migajón	0	0.19	Trazas
M4-1	0.9	0.2	0.34	0.35	1	3	43	15	43	Arcillo Limoso	0	0.14	0.125
M4-2	1.3	0.8	0.34	0.42	1.1	4.4	21	36	43	Migajón	0	0.14	0.025
M5-1	1.2	0.6	0.79	0.41	1.1	1.7	33	50	17	Migajón Arcillo Arenosa	0	0.24	Trazas

Muestra	Cationes Solubles			Sulfatos	Densidad aparente (Mg m-3)	Conductividad hidráulica	Textura			Clase Textural	Aniones solubles		
	Ca	Mg	K	SO4			Arcilla	Arenas	Limos		CO^3	HCO_3	Cl
	cmol (+) Kg-1			(cmol (+) Kg-1)		(cm/h)	%	%	%		(meq/L)		
M5-2	0.7	0.4	0.44	0.46	1.2	0.4	38	50	12	Migajón Arcillo Arenosa	0	0.1	Trazas
M6-1	0.5	0.3	0.48	0.43	1	1.4	48	41	12	Arcilla	0	0.14	0.15
M6-2	0.7	0.6	0.46	0.53	1.1	0.1	57	29	14	Arcilla	0	0.14	Trazas
M6-3	0.5	0.6	0.35	0.5	1.2	0.1	56	32	13	Arcilla	0	0.14	0.025
M6-4	3.3	Trazas	0.34	0.35	1.1	0.8	45	30	25	Arcilla	0	0.19	Trazas
M7-1	0.4	0.4	0.21	0.47	1	4.2	46	25	29	Arcilla	0	0.14	Trazas
M8-1	1.2	Trazas	0.23	0.66	1	34	38	24	38	Migajón Arcillosa	0	0.24	Trazas
M8-2	0.6	1.2	0.24	0.67	1.1	18.7	45	30	25	Arcilla	0	0.19	Trazas
M8-3	2.2	1.2	0.34	2.72	1.2	2.3	42	22	37	Arcilla	0	0.14	Trazas
M8-4	1	0.8	0.22	0.43	1.3	0.5	50	28	22	Arcilla	0	0.19	0.075

Anexo 2. Datos mensuales de estaciones hidrológicas

Cuadro 73. Volumen mensual de sedimentos (miles de m³) de la Estación Hidrológica Huites.

Mes/Año	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955
Enero	n/d	2.9	2.01	n/d	2.95	n/d	33.43	n/d	20990.4	1112.08	0.4	1.25	0.12	128.97	3321.69
Febrero	n/d	49.13	n/d	n/d	n/d	n/d	0.06	1622.51	12.33	124.34	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Marzo	n/d	49.98	n/d	n/d	n/d	n/d	3.93	0.8	n/d	n/d	n/d	89.03	0.3	n/d	n/d
Abril	n/d	0.44	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Mayo	n/d	0.27	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Junio	n/d	4.56	341.39	n/d	n/d	58	130.27	50.4	5.71	65.92	0.82	257.62	1.89	181.5	n/d
Julio	n/d	997.58	590.81	n/d	1880.19	646.27	799.79	724.31	1464.05	1464.19	640.56	2809.19	2468.6	1622.54	418.17
Agosto	n/d	4879.82	2238.97	279.65	1864.87	1487.68	1894.29	1071.52	591.34	279.51	979.29	934.38	2118.19	2541.97	2355.61
Septiembre	902.29	1502.19	1530.87	569.77	76.69	588.65	566.65	104.61	856.61	200.9	115.92	32.46	364.44	600.59	313.29
Octubre	325.11	577.68	1292.23	0.89	455.57	77.61	n/d	117.5	55.74	20.09	0.82	2.68	0.36	235.88	134.44
Noviembre	n/d	65.15	0.76	7.58	0.08	n/d	1.63	n/d	n/d	n/d	0.5	36.39	0.33	n/d	n/d
Diciembre	1042.2	15.02	47137.8	440.22	n/d	n/d	118.28	283.45	258.21	n/d	334.44	17.87	n/d	n/d	n/d
Mes/Año	**1956**	**1957**	**1958**	**1959**	**1960**	**1961**	**1962**	**1963**	**1964**	**1965**	**1966**	**1967**	**1968**	**1969**	**1970**
Enero	20.35	24.21	5.9	n/d	13957.8	2774.33	428.65	n/d	n/d	n/d	57.27	n/d	54.78	n/d	n/d
Febrero	n/d	3.5	7.12	170.94	n/d	0.67	1.47	0.41	n/d	256.12	716.33	n/d	5805.73	66.98	n/d
Marzo	n/d	5.63	390.52	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	11.47	n/d	n/d	840.86	n/d	19.76
Abril	n/d	n/d	0.01	0.04	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	10.56	n/d	n/d
Mayo	0.06	n/d	1.36	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Junio	244.23	0.36	368.69	36.35	n/d	122.76	n/d	1.09	39.33	8.47	917.29	212.44	2.59	n/d	n/d
Julio	931.45	855.75	1119.41	1265.3	2364.77	2064.5	1273.66	1964.19	912.68	1562.65	6942.9	2781.53	3773.44	2684.33	937.63
Agosto	984.02	1095.51	1734.73	7652.6	4441.73	1499.79	444.35	4410.45	3037.66	2854.91	19147	4535.95	3970.11	418.48	2824.49
Septiembre	260.61	680.27	3222.74	260.76	1816.16	2330.41	2041.58	966.24	2370.08	6579.04	1938.1	212.1	718.22	232.68	1092.25
Octubre	4.38	203.51	517.49	813.36	11.76	429.89	1101.31	n/d	15.61	44.73	9.16	n/d	n/d	21.87	n/d
Noviembre	n/d	n/d	46.54	n/d	n/d	442.93	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	9.18	38.56	n/d	n/d
Diciembre	n/d	113.55	3.82	583.79	452.28	n/d	n/d	2441.49	49.3	3920.85	n/d	2874.27	n/d	262.15	n/d
Mes/Año	**1971**	**1972**	**1973**	**1974**	**1975**	**1976**	**1977**	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**	**1983**		
Enero	n/d	303.13	861.56	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	2364.59	n/d	n/d	n/d	n/d		
Febrero	n/d	n/d	5571.98	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	3345.93	n/d	n/d	n/d	n/d		
Marzo	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d		
Abril	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d		
Mayo	n/d	1.82	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d		
Junio	474.98	380.39	n/d	n/d	n/d	1.36	47.93	30.89	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d		
Julio	2525.9	1605.98	886.33	1759.6	1572.13	579.4	1039.11	372.02	374.13	n/d	n/d	n/d	159.03		
Agosto	3143.2	1762.16	2411.03	1912	1888.05	675.26	1016.38	1500.56	1302.47	n/d	n/d	n/d	67.93		

Septiembre	357.1	2106	1450.16	2785.8	1609.88	1231.61	888.58	4105.42	n/d	n/d	n/d	222.55	402.41		
Octubre	2871.8	1450.05	n/d	n/d	n/d	1063.7	42	382.57	n/d	n/d	n/d	n/d	298.86		
Noviembre	93.23	1466.19	n/d	1214.3	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d		
Diciembre	19.98	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d		

n/d: no hay datos

Cuadro 74. Volumen mensual de sedimentos (miles de m³) de Estación Hidrológica Chinipas.

Mes/Año	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Enero	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	104.22	n/d	n/d	n/d
Febrero	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	120.99	n/d	n/d	n/d
Marzo	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Abril	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Mayo	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Junio	n/d	n/d	n/d	n/d	254.87	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Julio	127.01	145.61	302.35	139.15	337.22	155.3	n/d	142.28	123.65	171.7
Agosto	261.69	68.46	n/d	142.2	225.14	296.23	92.01	85.53	45.39	n/d
Septiembre	23.83	n/d	n/d	18.71	n/d	61.86	n/d	837.82	54.97	170.3
Octubre	n/d	n/d	n/d	n/d	843.93	232.59	n/d	n/d	n/d	85.94
Noviembre	15.47	n/d	n/d	n/d	n/d	25.13	n/d	698.45	n/d	n/d
Diciembre	201.36	n/d	68.74	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d

n/d: no hay datos

Cuadro 75. Volumen mensual de sedimentos (miles de m³) de la Estación Hidrológica San Bernardo.

Mes/Año	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Enero	87.34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	430.9	0.59	0	0
Febrero	0.13	0	0	97.53	18.49	0	70.91	0.18	0	0	0	398.86	0	0.63	2.82
Marzo	0	0	0	0	0	0	28.73	0	0.59	0	0	1.09	0	0	0
Abril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mayo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.31	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0	2.8	20.4	3.64	0	0.05	246.09	1.79	0.27	0	0	0.59
Julio	112.41	444.75	581	181.94	198.33	171.65	102.54	236.07	136.11	705.02	55.87	68.92	474.4	100.76	247.48
Agosto	48.39	537.67	1079.53	268.66	1389.99	239.93	152.24	45.72	140.78	825.15	211.83	756.12	96.58	401.26	103.59
Septiembre	278.42	0	1025.86	483.42	15.52	9.12	33.89	17.7	25.6	66.72	63.45	24.1	534.22	156.35	126.27
Octubre	16.17	0	0	4.86	0	0	15.11	0	0	2228.98	445.71	0	6.53	0.02	213.74
Noviembre	0	0	0	0	0	91.25	1.75	2.53	0	23.81	19.99	0	365.94	0	0
Diciembre	0	507.55	0	406.92	0	399.93	0	81.57	0	0	0.19	0	0.19	0	0
Mes/Año	**1977**	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**
Enero	0.13	0	500.24	0	461.68	0	32.52	0.31	245.66	0	0	0	8.36	0	13.06
Febrero	0	11.01	136.23	0	0	0	234.31	0.04	0.76	0	0	0	96.62	98.17	1.79
Marzo	0	32.28	0	0	314.13	0	862.87	0	0	0	0	0	0	13.11	0
Abril	0	0	0	0	0	0	11.94	0	0	0	0	0	0	0	0
Mayo	0	0	0	0	0	0	0.35	0	0	0	0	0	0	0	0
Junio	27.91	2.13	0.11	0.31	1.41	0	1.8	18.61	2.78	2.84	0	0	0	2.05	0
Julio	346.53	179.05	43.39	268.81	415.39	187.39	56.93	434.28	117.14	440.26	98.47	659.04	54.64	575.25	116.96
Agosto	837.39	443.15	160.52	807.82	377.4	149.96	352.7	571.2	359.07	256.25	276.31	898.2	551.53	217.39	347.51
Septiembre	137.47	259.77	17.88	339.16	545.48	178.51	232.3	37.75	25.87	175.24	1.71	61.32	160.07	110.98	389.37
Octubre	5.91	838.42	0	7.66	186.43	48.96	293.86	212.35	1.38	14.2	0	0	0.02	480.75	0
Noviembre	0	0.95	0	0	0	1.4	9.36	0.09	8.27	0	0	0	0	0	0
Diciembre	0	137.02	0	0	0	456.37	43.43	1254.17	0.01	32.37	13.23	0	0	2279.58	172.24

Mes/Año	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Enero	192.58	92.4	0	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Febrero	2.52	114.29	0	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Marzo	0	17.04	0	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Abril	0	0	0	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Mayo	0	0	0	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Junio	0	0	0	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Julio	38.31	176.4	234.86	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	182.13	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Agosto	85.18	188.66	207.89	n/d	450.23	175.64	n/d	n/d	113.91	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Septiembre	25.15	96.04	152.81	n/d	n/d	75.68	n/d	n/d	61.89	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Octubre	0	0.1	3.39	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	1067.25	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Noviembre	0	3.89	415.7	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Diciembre	0	10.14	196.14	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Mes/Año	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**n/d**	**n/d**	**n/d**	**n/d**	**n/d**	**n/d**	**n/d**	**n/d**	**n/d**	**n/d**
Enero	n/d	n/d	n/d	43.964	3.489	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Febrero	n/d	n/d	n/d	8.222	2.213	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Marzo	n/d	n/d	n/d	1.596	1.320	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Abril	n/d	n/d	n/d	0.408	0.421	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Mayo	n/d	n/d	n/d	0.199	0.275	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Junio	n/d	n/d	n/d	0.300	0.238	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Julio	n/d	n/d	n/d	90.800	102.934	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Agosto	n/d	n/d	n/d	187.458	191.000	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Septiembre	n/d	n/d	n/d	33.803	3.849	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Octubre	n/d	n/d	n/d	0.000	2.498	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Noviembre	n/d	n/d	n/d	0.000	5.155	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Diciembre	n/d	n/d	n/d	0.000	0.000	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d

n/d: no hay datos

Cuadro 76. Gasto medio mensual (m^3/s) de la Estación Hidrológica Álamos.

Mes/Año	1952	1953	1954	1955
Enero	n/d	0.01	0.22	5.54
Febrero	n/d	0.00	0.12	0.34
Marzo	n/d	0.00	0.04	0.10
Abril	n/d	0.00	0.02	0.03
Mayo	n/d	0.00	0.01	0.01
Junio	n/d	0.00	0.16	
Julio	6.74	2.35	2.08	
Agosto	0.16	4.06	10.06	
Septiembre	0.02	1.20	3.74	
Octubre	0.02	0.11	1.02	
Noviembre	0.06	0.07	0.16	
Diciembre	0.05	0.07	0.12	

Cuadro 77. Gasto medio mensual (m^3/s) de la Estación Hidrológica Huites.

Mes/Año	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953
Enero	n/d	24.20	25.46	101.94	54.17	21.55	65.01	17.81	1767.37	280.43	16.15	17.04	24.73
Febrero	n/d	33.92	14.36	366.16	17.26	10.40	14.50	190.87	146.34	94.96	12.13	8.68	9.43
Marzo	n/d	32.03	8.75	171.46	10.33	7.11	48.16	27.30	32.71	19.84	9.01	42.39	11.58
Abril	n/d	10.17	5.76	29.71	6.57	5.51	7.93	9.93	18.92	10.15	6.76	8.18	5.19
Mayo	n/d	6.13	4.96	13.89	4.44	3.33	8.07	5.88	9.91	6.89	4.30	4.56	3.24

Junio	n/d	7.91	63.40	19.65	3.33	30.55	37.18	46.89	21.84	47.89	7.22	46.77	7.64
Julio	n/d	171.36	186.87	108.54	333.32	180.55	177.07	163.15	377.60	430.64	122.35	390.37	240.00
Agosto	n/d	715.90	425.68	194.10	459.08	294.65	395.67	269.69	352.08	178.69	197.23	283.10	314.25
Septiembre	456.31	513.02	411.55	251.79	72.05	261.62	258.19	73.72	360.48	137.83	66.82	50.94	133.39
Octubre	149.18	205.58	284.21	20.62	110.34	75.37	25.53	70.79	133.83	51.40	12.50	14.16	15.71
Noviembre	23.05	63.65	27.63	37.81	14.24	12.04	28.57	17.15	25.82	13.09	10.90	26.52	12.57
Diciembre	197.03	51.75	756.51	122.18	9.82	11.08	92.49	81.07	74.87	10.42	62.76	51.72	9.65
Mes/Año	**1954**	**1955**	**1956**	**1957**	**1958**	**1959**	**1960**	**1961**	**1962**	**1963**	**1964**	**1965**	**1966**
Enero	56.90	344.94	24.09	20.08	25.73	14.62	1081.64	296.68	71.13	19.80	32.67	19.43	59.39
Febrero	13.62	21.68	13.91	18.04	33.12	83.44	59.25	43.02	34.97	22.43	18.57	54.91	119.57
Marzo	7.39	12.69	6.91	24.81	114.18	13.56	20.29	15.61	16.29	8.77	17.00	21.96	26.97
Abril	5.32	6.79	4.53	6.98	13.19	8.08	9.64	9.36	8.34	4.87	10.28	6.91	11.54
Mayo	3.83	4.31	5.91	3.51	14.33	3.45	4.68	4.56	6.16	3.88	10.84	3.51	6.61
Junio	27.48	5.31	55.73	5.05	74.85	13.23	5.02	39.54	6.98	8.99	28.44	6.85	55.12
Julio	209.91	137.52	198.37	111.63	157.83	213.43	222.43	283.33	206.47	211.67	177.59	147.68	358.41
Agosto	462.81	595.22	257.81	186.70	384.12	567.86	373.69	294.06	111.95	547.02	468.57	203.21	1169.34
Septiembre	199.67	215.45	122.52	137.95	497.12	122.51	219.94	360.31	314.91	298.15	390.03	371.05	356.04
Octubre	138.91	135.12	17.07	52.18	198.99	156.49	33.36	142.14	200.17	65.97	45.30	35.94	65.11
Noviembre	16.43	16.06	8.63	12.81	49.11	23.65	18.98	150.82	17.95	21.33	15.62	14.80	21.41
Diciembre	10.87	14.64	9.52	37.24	29.25	122.20	59.51	30.83	19.71	375.62	42.42	187.18	13.47
Mes/Año	**1967**	**1968**	**1969**	**1970**	**1971**	**1972**	**1973**	**1974**	**1975**	**1976**	**1977**	**1978**	**1979**
Enero	12.88	124.52	35.76	40.68	15.62	106.27	282.76	21.53	45.60	11.64	38.48	12.45	517.90
Febrero	11.35	305.55	102.76	19.79	7.94	17.54	537.05	4.38	86.39	16.97	39.71	22.63	657.68
Marzo	8.65	250.38	22.27	39.35	6.84	12.07	166.58	4.29	13.33	8.92	14.78	30.29	57.99
Abril	6.89	60.28	9.89	19.20	4.21	7.67	54.70	3.39	11.22	8.06	14.47	8.74	20.19
Mayo	4.59	23.38	7.00	6.60	3.16	8.77	19.55	2.87	9.14	7.66	5.86	4.50	45.00
Junio	50.26	24.35	6.74	4.31	58.14	94.02	29.38	4.64	10.87	19.74	36.29	9.29	13.96
Julio	411.38	584.16	400.52	157.91	308.33	283.15	246.32	309.10	319.10	288.67	317.61	146.91	182.34
Agosto	480.76	644.74	157.48	469.63	526.67	415.94	600.26	457.31	415.41	215.97	379.56	446.42	397.35
Septiembre	178.61	349.47	117.17	356.45	136.95	526.55	367.93	542.19	456.90	387.97	247.23	788.57	86.00
Octubre	47.43	57.75	38.46	75.84	440.73	248.77	31.76	163.71	27.02	336.19	61.91	278.70	14.15
Noviembre	25.56	74.27	17.41	20.72	114.78	306.33	8.66	308.90	9.71	115.52	16.98	52.20	8.28
Diciembre	252.92	48.31	69.81	18.72	65.43	75.09	5.73	79.36	13.64	40.99	9.52	93.40	11.01
Mes/Año	**1980**	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**
Enero	9.09	281.36	37.54	166.26	29.48	626.85	17.05	40.71	17.81	130.25	69.82	479.20	521.71
Febrero	9.15	36.72	13.08	285.90	43.87	169.62	25.37	32.57	10.67	266.44	79.02	131.12	339.63
Marzo	7.85	226.20	7.38	651.24	8.81	42.04	15.89	34.84	8.56	29.21	57.53	129.67	100.25
Abril	5.61	28.09	6.01	69.27	6.92	52.81	12.49	21.77	6.41	16.76	40.48	63.21	64.61
Mayo	3.08	14.34	5.00	15.46	10.85	14.91	15.22	19.16	5.17	8.85	38.90	52.23	125.97
Junio	15.38	21.16	3.49	15.02	246.51	64.20	32.16	23.44	20.14	8.42	50.98	41.83	94.54
Julio	130.02	269.66	160.83	79.97	577.60	183.39	487.11	168.62	593.05	96.25	336.87	516.42	210.62
Agosto	385.32	483.90	199.80	294.53	627.78	386.78	477.82	517.24	766.57	633.88	312.97	761.22	385.65
Septiembre	556.53	650.81	150.76	226.23	222.99	221.12	382.93	92.98	213.29	574.30	303.48	654.32	261.87
Octubre	158.56	434.66	130.63	153.45	104.82	117.80	128.21	35.99	31.22	36.68	293.12	92.62	131.28
Noviembre	30.02	33.84	101.63	111.95	30.98	36.75	37.69	23.05	11.49	29.69	63.32	69.00	87.66
Diciembre	68.02	13.41	288.84	151.86	635.73	29.35	81.01	82.17	19.47	110.27	1051.79	351.92	46.95

n/d: no hay datos

Cuadro 78. Gasto medio mensual (m³/s) de la Estación Hidrológica Batopilas.

Mes/Año	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Enero	2.75	15.30	2.53	48.50	1.57	2.72	2.37	12.30	6.48	27.74	39.71	7.89	1.79
Febrero	1.55	26.00	2.14	12.60	1.70	2.29	1.61	20.29	6.02	7.03	32.37	8.82	1.40
Marzo	1.21	90.50	1.17	4.88	1.32	3.07	1.44	2.15	3.37	8.42	13.52	12.50	1.08
Abril	1.01	7.65	1.04	4.22	1.19	1.28	1.37	1.33	1.15	1.97	6.91	3.06	0.95
Mayo	0.94	1.81	1.04	1.72	1.30	1.14	1.05	0.82	0.99	1.26	3.91	3.05	0.90
Junio	0.77	1.23	37.80	5.11	2.67	1.27	2.01	1.07	4.53	1.25	2.17	2.71	4.95
Julio	8.79	5.57	48.60	10.00	41.70	12.90	36.50	4.34	47.71	27.35	10.24	16.20	10.90
Agosto	15.40	18.50	51.30	16.30	44.10	34.60	59.50	43.12	33.03	44.45	24.22	20.20	11.17
Septiembre	10.60	9.63	13.40	11.90	22.60	6.52	8.54	33.66	23.05	44.38	9.17	40.40	13.27
Octubre	7.78	9.24	4.49	7.01	14.70	2.38	2.65	3.04	16.85	5.64	2.36	9.12	3.22
Noviembre	22.40	8.54	2.55	3.62	2.60	1.94	1.91	1.82	4.70	7.55	1.98	14.50	12.99
Diciembre	30.00	11.90	99.40	2.25	11.90	10.70	2.50	13.00	7.66	22.47	3.19	4.88	19.58
Mes/Año	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
Enero	5.83	1.22	1.75	4.10	0.91	1.03	1.93	1.06	2.63	5.93	10.67	1.24	59.23
Febrero	16.60	1.08	2.33	3.23	0.80	0.95	11.47	3.70	11.45	8.45	50.62	0.99	9.39
Marzo	4.20	0.96	1.46	2.06	0.77	0.84	2.16	0.91	1.72	4.85	4.06	0.97	3.11
Abril	1.61	0.89	10.42	1.29	0.72	0.76	1.09	0.77	0.99	2.80	1.69	0.67	1.86
Mayo	1.18	0.77	4.12	0.96	0.62	0.74	0.93	0.59	0.77	1.27	0.99	0.57	1.13
Junio	1.96	2.00	2.71	1.36	4.53	9.91	2.43	0.79	1.54	2.16	0.92	10.59	2.19
Julio	10.60	21.00	12.80	7.90	43.09	27.66	33.57	9.63	6.54	21.81	7.68	25.55	14.04
Agosto	12.50	63.80	23.70	21.90	43.02	11.05	18.35	23.24	9.19	26.37	54.44	51.74	19.81
Septiembre	6.95	38.30	10.91	6.76	19.06	5.43	8.40	9.22	24.73	10.18	18.65	45.90	4.83
Octubre	1.24	3.32	3.01	2.84	2.92	16.35	2.10	2.10	7.01	46.43	3.89	7.70	5.29
Noviembre	1.22	4.95	6.37	1.63	1.23	33.91	0.88	1.36	1.62	25.61	1.48	2.82	1.62
Diciembre	1.17	2.67	23.43	1.58	1.07	2.32	0.96	3.86	1.02	42.54	1.46	4.15	15.58
Mes/Año	**2008**	**2009**											
Enero	4.13	1.21											
Febrero	2.06	0.98											
Marzo	1.11	0.94											
Abril	0.88	0.84											
Mayo	0.75	1.59											
Junio	1.36	4.83											
Julio	41.92	21.74											
Agosto	42.09	56.67											
Septiembre	41.02	19.85											
Octubre	5.20	33.23											
Noviembre	2.16	2.78											
Diciembre	1.64	2.37											

Cuadro 79. Gasto medio mensual (m³/s) de la Estación Hidrológica Chínipas.

Mes/Año	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Enero	n/d	3.12	7.88	2.01	22.91	4.31	5.86	1.97	5.30	97.01	9.07	7.22	2.13
Febrero	n/d	13.40	21.97	1.70	44.17	32.80	2.84	1.28	2.31	124.25	1.71	8.37	4.14
Marzo	n/d	3.48	4.57	1.19	61.24	3.98	10.51	1.04	1.83	20.49	1.35	2.58	1.27
Abril	1.41	1.21	2.31	0.81	7.04	1.59	2.37	0.49	1.10	3.78	0.72	1.73	0.71
Mayo	2.45	0.67	1.32	0.69	2.38	1.00	1.04	0.41	1.57	1.99	0.44	0.83	0.47
Junio	1.72	0.63	11.79	11.80	5.02	0.71	0.92	25.55	17.40	2.93	1.19	1.52	2.55
Julio	38.90	33.40	66.63	60.24	127.36	95.53	45.93	81.34	62.94	29.75	74.82	54.86	66.00

Agosto	84.90	36.10	172.83	104.04	113.64	34.31	97.76	125.03	103.49	111.00	70.65	57.56	32.26
Septiembre	72.30	70.94	45.51	34.84	32.79	23.05	51.51	27.59	80.33	47.80	127.58	71.77	64.46
Octubre	4.66	5.99	6.70	6.62	4.92	4.87	5.27	192.62	95.84	3.39	19.93	3.94	24.27
Noviembre	2.04	2.04	2.58	12.81	15.55	2.55	1.94	23.08	37.83	1.76	91.97	1.53	6.68
Diciembre	279.20	43.20	2.02	79.63	5.04	21.94	2.69	8.46	7.97	1.61	14.64	2.55	3.10
Mes/Año	**1977**	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**	**1989**
Enero	6.83	1.88	143.53	1.32	93.97	n/d	n/d	n/d	n/d	2.78	3.89	6.55	33.60
Febrero	3.04	5.38	148.74	2.04	7.12	n/d	n/d	n/d	n/d	10.05	2.53	1.86	112.75
Marzo	1.58	17.31	6.19	1.34	65.62	n/d	n/d	n/d	n/d	2.04	3.68	1.21	5.17
Abril	1.25	1.38	1.96	0.95	3.57	n/d	n/d	n/d	n/d	3.53	1.28	0.70	2.71
Mayo	0.21	0.77	3.34	0.57	1.55	n/d	n/d	n/d	n/d	1.24	1.46	0.65	1.01
Junio	2.40	2.13	0.97	5.06	2.81	n/d	n/d	n/d	n/d	14.37	3.03	4.91	2.31
Julio	57.46	31.00	20.91	23.31	61.60	n/d	n/d	n/d	n/d	156.38	14.59	69.02	26.54
Agosto	91.47	106.06	58.30	62.89	85.50	n/d	n/d	n/d	n/d	68.88	49.41	219.00	152.11
Septiembre	51.79	119.03	18.51	124.82	145.20	n/d	n/d	n/d	n/d	39.17	10.54	46.10	87.06
Octubre	11.98	45.63	1.95	22.51	78.26	n/d	n/d	n/d	n/d	19.95	3.31	6.68	4.66
Noviembre	2.73	7.00	1.19	3.99	3.95	n/d	n/d	n/d	n/d	7.24	1.55	1.98	2.30
Diciembre	1.41	43.16	1.64	12.14	2.46	n/d	n/d	n/d	n/d	17.82	4.84	4.71	12.04
Mes/Año	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**
Enero	7.70	94.09	191.84	n/d	n/d	20.91	11.63	6.20	21.38	1.54	7.29	1.40	1.63
Febrero	31.77	27.69	93.22	n/d	n/d	99.84	n/d	5.03	15.79	1.40	1.27	11.57	26.12
Marzo	13.74	41.88	50.66	n/d	n/d	20.02	n/d	4.52	14.19	0.81	1.08	1.32	3.39
Abril	2.19	5.11	16.72	n/d	n/d	4.06	n/d	6.05	9.24	n/d	0.96	0.91	1.43
Mayo	1.10	4.01	6.63	n/d	n/d	2.30	n/d	5.81	7.28	n/d	0.85	0.70	1.13
Junio	8.06	3.64	5.47	n/d	n/d	3.67	n/d	7.67	7.18	n/d	14.26	15.17	1.22
Julio	87.93	199.10	46.96	n/d	n/d	55.92	42.28	34.92	36.85	n/d	73.38	123.43	31.21
Agosto	79.49	302.12	105.98	n/d	n/d	62.24	156.75	87.65	95.71	n/d	50.97	81.54	63.76
Septiembre	80.72	241.33	47.04	n/d	n/d	83.72	131.58	60.42	45.10	n/d	25.33	47.90	19.88
Octubre	83.72	6.74	6.47	n/d	n/d	17.40	4.90	36.49	17.35	n/d	183.64	67.72	4.01
Noviembre	9.10	15.34	3.30	n/d	n/d	14.40	4.77	26.37	10.57	n/d	40.83	3.37	1.46
Diciembre	278.17	176.30	7.88	n/d	n/d	11.89	9.00	66.33	10.37	n/d	2.64	1.97	8.95
Mes/Año	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**							
Enero	n/d	n/d	n/d	1.13	86.39	25.77							
Febrero	n/d	n/d	n/d	0.93	9.42	7.04							
Marzo	n/d	n/d	n/d	0.87	2.36	1.62							
Abril	n/d	n/d	n/d	0.56	1.52	0.85							
Mayo	n/d	n/d	n/d	0.43	0.91	0.62							
Junio	n/d	n/d	n/d	6.13	3.59	1.88							
Julio	n/d	n/d	n/d	62.17	66.54	100.58							
Agosto	n/d	n/d	n/d	104.16	78.19	148.76							
Septiembre	n/d	n/d	n/d	84.79	49.32	106.72							
Octubre	n/d	n/d	n/d	15.48	9.20	21.90							
Noviembre	n/d	n/d	n/d	3.68	2.75	4.29							
Diciembre	n/d	n/d	n/d	2.56	30.59	2.46							

n/d: no hay datos

Cuadro 80. Gasto medio mensual (m^3/s) de la Estación Hidrológica Palo Dulce.

Mes/Año	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
Enero	n/d	6.74	4.17	405.70	95.27	20.83	5.66	4.65	3.95	10.04	2.56	23.81	5.02
Febrero	n/d	11.14	10.14	8.01	10.34	9.98	5.71	2.77	16.47	24.42	2.03	48.84	33.34
Marzo	n/d	52.44	2.35	4.23	2.74	4.32	2.51	2.72	3.93	5.61	1.48	61.09	4.90
Abril	n/d	6.83	1.71	3.09	1.73	1.97	1.30	1.51	1.50	2.79	0.84	8.45	2.07
Mayo	n/d	2.30	0.66	1.78	1.69	1.29	0.84	2.83	0.86	1.49	0.58	3.34	1.14
Junio	n/d	16.54	3.33	1.80	n/d	1.84	1.11	1.76	0.60	10.23	12.24	4.20	0.72
Julio	n/d	46.98	51.15	28.14	n/d	61.96	35.20	45.72	34.92	88.61	74.17	114.51	136.23
Agosto	n/d	101.65	174.09	57.41	n/d	23.58	76.57	93.59	53.77	282.32	129.38	123.03	46.56
Septiembre	59.88	87.57	34.99	43.52	n/d	81.19	45.47	86.16	96.68	62.06	46.12	36.62	38.38
Octubre	21.21	29.80	57.69	15.75	n/d	25.72	15.00	6.31	9.95	8.58	7.90	8.41	6.01
Noviembre	4.30	8.18	6.86	3.97	n/d	3.76	4.03	2.49	2.48	3.05	13.04	15.62	2.67
Diciembre	4.16	7.94	62.04	16.97	8.30	5.53	51.44	5.60	51.23	2.43	65.47	7.50	25.99
Mes/Año	**1970**	**1971**	**1972**	**1973**	**1974**	**1975**	**1976**	**1977**	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**
Enero	6.40	2.20	7.29	53.06	9.24	10.04	2.40	7.47	2.23	119.67	1.34	88.81	9.26
Febrero	3.22	1.64	3.83	98.74	1.56	9.95	5.45	4.43	3.56	88.85	1.83	12.39	3.35
Marzo	11.31	1.43	2.72	14.40	1.20	2.66	0.95	1.82	17.34	8.03	1.29	52.89	1.81
Abril	2.73	0.75	1.46	3.84	0.96	1.08	0.12	1.71	1.70	2.09	0.99	4.59	0.91
Mayo	1.08	0.69	1.41	2.04	0.75	0.58	0.03	0.96	0.69	3.16	0.43	2.98	0.52
Junio	0.58	24.27	18.28	1.55	1.71	1.28	3.96	3.26	2.06	0.53	4.67	4.12	0.26
Julio	43.94	100.97	66.75	23.77	72.61	57.93	71.92	51.87	41.82	18.21	26.82	61.78	49.37
Agosto	102.29	166.25	106.79	119.32	60.39	71.85	49.14	93.77	107.32	58.68	91.84	77.27	48.62
Septiembre	53.85	32.33	76.75	43.39	98.37	77.07	82.59	53.88	120.86	16.83	92.58	127.47	44.72
Octubre	7.25	185.42	61.27	4.49	24.55	7.42	53.62	12.66	52.15	2.96	29.73	83.64	32.98
Noviembre	2.71	28.99	38.80	1.94	127.45	1.98	8.54	3.66	11.27	1.19	4.99	5.45	10.36
Diciembre	3.14	9.59	9.18	1.05	12.79	2.38	4.18	1.47	23.76	1.66	11.68	3.04	72.66
Mes/Año	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**	**1987**								
Enero	n/d	n/d	137.25	3.38	5.91								
Febrero	n/d	n/d	37.61	9.06	3.44								
Marzo	n/d	n/d	9.32	4.14	6.22								
Abril	n/d	n/d	8.88	4.75	n/d								
Mayo	n/d	n/d	1.49	321.09	n/d								
Junio	n/d	n/d	11.60	42.15	n/d								
Julio	n/d	n/d	36.42	112.77	n/d								
Agosto	n/d	n/d	119.45	69.96	n/d								
Septiembre	n/d	n/d	39.22	74.87	n/d								
Octubre	n/d	30.44	12.88	12.43	n/d								
Noviembre	n/d	9.18	5.04	4.45	n/d								
Diciembre	n/d	4.35	5.98	10.90	n/d								

n/d: no hay datos

Cuadro 81. Gasto medio mensual (m³/s) de la Estación Hidrológica Urique II.

Mes/Año	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
Enero	n/d	5.61	7.59	4.85	6.32	14.32	20.62	13.38	4.53	2.22	3.88	2.46	35.66
Febrero	n/d	6.71	15.99	3.44	5.84	12.66	33.09	7.75	4.75	2.58	3.66	2.44	35.72
Marzo	n/d	7.88	7.39	3.89	5.70	11.65	15.99	5.95	3.65	2.15	3.37	2.44	2.87
Abril	n/d	4.37	3.76	2.98	5.30	10.66	14.66	2.98	2.98	1.92	3.28	2.02	1.91
Mayo	n/d	3.17	3.22	2.66	4.59	8.06	14.49	2.87	2.33	1.85	2.95	1.68	3.20
Junio	n/d	3.20	2.99	2.66	7.56	15.25	14.52	3.07	2.51	2.93	4.66	1.79	2.48
Julio	n/d	48.68	25.01	9.45	15.55	19.27	18.09	5.25	15.65	18.29	18.15	5.10	15.45
Agosto	n/d	55.01	10.72	21.73	19.70	20.20	29.70	21.72	14.67	7.63	15.32	21.19	28.49
Septiembre	n/d	26.17	6.55	27.48	12.77	27.50	24.07	36.30	24.52	19.31	12.75	47.39	6.71
Octubre	n/d	11.30	4.94	9.82	35.60	18.32	14.20	5.82	3.08	14.31	8.10	10.52	1.93
Noviembre	2.26	10.16	4.04	6.04	14.19	22.32	12.95	16.13	2.65	4.65	5.46	2.93	1.34
Diciembre	16.47	10.24	5.04	5.96	13.54	13.40	11.72	4.80	2.33	4.13	2.57	8.49	1.50
Mes/Año	**1980**	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**
Enero	1.41	20.18	3.93	n/d	6.23	80.56	1.08	5.51	3.08	17.13	5.94	38.86	69.32
Febrero	1.56	3.42	2.70	n/d	8.86	13.78	1.57	3.31	2.02	28.09	5.39	9.24	39.34
Marzo	1.61	13.70	1.92	n/d	4.59	6.48	1.06	10.34	1.45	2.95	4.65	7.61	10.20
Abril	1.42	2.85	1.45	n/d	2.76	6.82	1.74	2.09	1.07	1.70	1.88	2.24	4.44
Mayo	1.11	2.08	1.18	n/d	2.74	4.28	1.72	1.95	0.77	1.17	1.02	1.03	3.17
Junio	1.68	2.50	1.09	n/d	50.57	3.09	1.86	4.03	3.28	0.99	7.47	0.64	1.77
Julio	5.80	14.90	9.46	n/d	41.83	11.25	2.11	13.14	45.63	5.81	73.03	76.96	18.75
Agosto	12.57	29.50	17.07	n/d	95.39	24.17	2.36	34.76	94.79	69.57	56.62	136.24	50.47
Septiembre	62.33	70.21	7.78	n/d	27.03	32.17	2.61	11.25	15.22	71.78	33.56	103.79	15.16
Octubre	8.78	31.52	6.45	n/d	11.98	11.77	3.01	2.53	4.80	4.40	25.60	6.74	2.80
Noviembre	3.38	3.41	14.33	n/d	5.75	4.34	3.20	2.00	2.93	2.65	4.53	8.24	2.07
Diciembre	7.22	2.55	18.98	n/d	88.49	2.56	11.82	5.80	5.03	5.66	56.91	39.05	2.01
Mes/Año	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**			
Enero	6.41	3.61	7.50	2.14	n/d	4.30	2.36	2.18	2.77	1.10			
Febrero	6.38	1.60	n/d	n/d	n/d	3.48	1.92	1.60	10.90	5.06			
Marzo	14.83	0.95	n/d	n/d	n/d	2.95	n/d	1.53	4.64	2.78			
Abril	1.77	0.73	n/d	n/d	6.14	2.25	n/d	1.40	3.28	2.14			
Mayo	1.43	0.59	n/d	n/d	5.25	1.74	n/d	1.24	2.03	1.36			
Junio	2.26	9.45	n/d	n/d	3.50	1.40	n/d	7.40	2.87	1.10			
Julio	42.81	17.20	n/d	25.67	13.95	10.80	n/d	35.88	59.76	23.72			
Agosto	43.48	17.22	n/d	n/d	n/d	38.30	n/d	9.91	38.28	31.43			
Septiembre	75.85	14.05	n/d	n/d	n/d	10.05	n/d	5.79	9.42	4.84			
Octubre	20.35	4.25	n/d	n/d	n/d	4.32	n/d	23.60	5.75	2.56			
Noviembre	27.86	13.16	n/d	n/d	10.16	n/d	n/d	55.52	1.59	1.74			
Diciembre	7.60	27.20	n/d	n/d	32.44	n/d	2.83	4.43	1.21	0.00			

n/d: no hay datos

Cuadro 82. Gasto medio mensual (m³/s) de la Estación Hidrológica Jesús Cruz.

Mes/Año	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
Enero	n/d	1.33	0.47	1.82	13.04	1.80	2.21	0.38	0.74	0.38	19.93	0.10	23.94
Febrero	n/d	0.52	0.29	0.67	17.27	0.29	1.86	0.62	0.64	2.37	21.20	0.24	1.08
Marzo	n/d	1.62	0.25	0.42	2.93	0.15	0.33	0.08	0.20	2.62	1.13	0.11	6.06
Abril	n/d	0.38	0.07	0.13	0.93	0.05	0.09	0.04	0.20	0.18	0.29	0.09	0.51
Mayo	n/d	0.15	0.04	0.60	0.47	0.02	0.03	0.03	0.07	0.04	0.92	0.00	0.42
Junio	n/d	0.24	11.41	6.24	1.02	0.11	0.36	1.04	4.59	1.99	1.31	1.41	0.95
Julio	n/d	38.44	39.78	34.64	9.04	39.46	21.58	27.17	37.72	26.17	10.84	25.02	19.15
Agosto	n/d	57.43	48.27	46.31	38.83	17.74	20.88	24.66	37.58	47.97	20.82	49.59	20.43
Septiembre	n/d	23.22	12.18	23.03	17.87	32.87	22.93	28.45	23.89	46.52	5.47	31.07	37.38
Octubre	1.68	2.14	52.55	20.71	1.25	4.18	1.41	14.99	7.54	16.03	0.37	4.34	18.59
Noviembre	0.56	0.63	7.28	11.12	0.46	24.08	0.34	6.11	2.04	2.36	0.06	0.99	0.74
Diciembre	2.39	0.67	2.56	1.97	0.38	4.78	0.62	1.07	0.36	5.17	0.37	2.54	0.25
Mes/Año	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**									
Enero	1.58	6.68	1.43	35.51									
Febrero	0.11	5.27	1.18	5.61									
Marzo	0.02	27.79	0.13	0.95									
Abril	0.01	4.57	0.96	n/d									
Mayo	0.01	1.21	1.52	n/d									
Junio	0.01	1.60	8.54	5.36									
Julio	21.48	9.35	34.27	0.37									
Agosto	16.25	25.02	32.60	27.62									
Septiembre	17.52	18.05	12.42	7.19									
Octubre	5.19	6.27	4.66	2.14									
Noviembre	3.12	3.36	1.27	1.22									
Diciembre	17.88	5.70	35.22	0.81									

n/d: no hay datos

Cuadro 83. Gasto medio mensual (m³/s) de la Estación Hidrológica San Bernardo.

Mes/Año	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Enero		91.38	34.63	5.13	3.096	5.035	8.477	1.755	16.484	6.076	5.091	2.306	7.491	67.94	3.865
Febrero	9.365	12.27	11.74	5.089	2.614	27.86	27.457	1.435	54.953	14.8	2.92	1.629	4.733	75.37	1.77
Marzo	2.529	3.187	4.598	2.137	2.465	5.05	5.634	1.186	85.031	4.367	7.918	1.38	2.704	16.95	1.161
Abril	1.031	1.465	1.829	1.018	2.283	1.981	2.449	0.765	11.754	1.675	2.148	0.594	1.188	5.064	0.576
Mayo	0.392	0.531	0.883	0.427	2.186	0.799	0.955	0.394	3.732	0.845	0.615	0.373	0.787	2.24	0.238
Junio	0.32	6.552	1.396	0.184	1.92	0.33	2.935	8.669	3.976	0.537	0.447	11.314	7.006	2.388	0.177
Julio	37.14	60.29	31.45	76.087	69.805	28.83	79.949	68.46	83.575	61.47	37.76	77.698	33.87	31.56	85.237
Agosto	78.98	78.24	23.67	139.72	174.05	55.23	249.71	79.58	103.29	35	96.21	130.51	74.27	140.3	50.296
Septiembre	68.14	59.95	85.52	44.032	186.01	90.9	44.109	20.79	52.861	29.64	48.38	35.433	50.45	25.63	106.97
Octubre	22.17	39.06	20.77	13.135	8.473	7.5	7.362	5.805	17.178	4.155	5.857	168.27	63.61	3.894	14.745
Noviembre	11.97	35.46	5.01	4.047	3.018	2.027	2.69	25.98	9.564	3.969	2.408	44.199	28.34	2.029	51.728
Diciembre	17.67	8.749	7.518	63.473	5.354	58.15	1.966	95.55	5.788	18.92	3.033	12.345	8.238	1.709	6.952
Mes/Año	**1975**	**1976**	**1977**	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**	**1989**
Enero	6.582	2.937	5.651	2.239	127.43	1.188	117.95	3.983	41.604	7.981	134.2	3.2833	5.88	3.506	12.62
Febrero	9.211	7.449	3.203	6.202	85.875	1.25	8.839	1.814	89.754	6.263	39.43	5.7335	3.843	2.529	41.191
Marzo	2.338	1.614	1.396	21.875	8.159	0.611	73.29	0.919	156.85	2.473	13.41	1.7948	6.268	1.098	5.0525
Abril	1.167	0.612	1.385	1.742	2.849	0.197	4.162	0.37	37.541	1.24	11.44	0.5349	1.74	0.308	1.3534

Mayo	0.449	0.299	0.329	0.393	1.775	0.096	1.572	0.242	4.901	1.479	5.155	0.5802	2.328	0.072	0.3149
Junio	0.881	2.392	3.604	1.126	0.853	0.284	2.409	0.098	2.773	12.67	7.136	4.4207	2.476	0.017	0.1677
Julio	42.21	60.28	59.59	30.185	17.743	33.14	95.819	43.15	22.449	130.9	48.14	129.21	16.04	121.9	17.057
Agosto	92.52	35.9	122.5	99.251	59.176	124.6	102.91	51.11	112.66	181.5	136.4	108.86	102	202.9	135.96
Septiembre	76.56	60.05	59.71	79.833	16.188	91.09	123.88	29.85	87.917	63.63	34.22	98.325	10.17	38.03	69.7
Octubre	6.069	41.07	7.756	102.92	1.978	13.82	31.674	12.69	107.35	47.37	10.96	26.36	4.164	4.368	3.9812
Noviembre	2.628	4.675	3.107	12.854	0.988	2.977	3.98	7.19	39.849	11.83	7.805	5.3101	1.033	2.127	2.0203
Diciembre	4.014	2.934	1.852	35.975	1.222	4.045	2.279	99.63	31.76	230.6	4.334	18.266	11	2.97	7.0384
Mes/Año	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
Enero	8.869	59.49	150.5	50.761	5.1265	16.86	1.9811	1.86	13.918	0.795	0.88	4.2806	1	5.921	7.472
Febrero	30.94	12.81	60.82	57.608	2.6408	58.6	1.3543	1.351	7.6342	0.673	0.55	15.991	7.692	18.06	5.9196
Marzo	12.55	29.63	22.55	29.938	1.464	7.616	0.5746	1.153	6.0537	0.33	0.259	3.1398	0.991	3.265	9.0817
Abril	1.756	2.925	10.56	2.9426	0.6651	1.891	0.4155	1.218	1.946	0.133	0.076	0.7916	0.249	0.939	2.1319
Mayo	0.468	1.181	4.31	1.4685	0.2124	0.549	0.2094	2.076	0.3503	0.032	8E-04	0.3586	0.032	0.089	1.1222
Junio	1.974	0.535	2.106	0.5697	5.653	0.943	2.1455	1.827	0.265	1.459	15.24	4.673	0	0.409	0.9739
Julio	134.4	66.25	25.67	80.888	52.896	38.88	28.707	17.01	29.715	103.8	57.4	61.202	47.52	33.62	57.913
Agosto	104.9	193.1	79.97	77.346	63.263	63.18	131.14	67.23	87.281	76.52	56.97	60.38	79.77	85.66	46.299
Septiembre	71.63	199.5	39.11	80.415	64.89	148	141.51	52.41	76.718	42.49	30.63	20.133	16.34	32.48	42.113
Octubre	86.74	15.72	5.226	12.286	8.0719	8.579	7.1183	13.08	7.8423	3.974	175.3	27.325	3.702	12.85	46.658
Noviembre	7.261	14.8	4.122	20.064	57.338	4.793	3.236	9.307	1.6875	1.06	57.62	1.9094	1.147	1.845	55.153
Diciembre	256	86.01	8.207	13.941	80.689	2.435	2.6914	80.42	1.3311	0.866	5.87	1.1848	6.488	1.007	49.944
Mes/Año	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**					
Enero	77.81	0.986	33.57	8.035	1.916	37.23	1.438	1.814	1.538	6.784					
Febrero	155.4	0.622	6.623	5.52	1.632	33.7	1.015	0.987	1.092	2.182					
Marzo	9.649	0.6	1.419	1.55	1.22	4.524	0.545	0.45	0.441	1.213					
Abril	2.349	0.109	0.445	0.475	0.595	1.199	0.18	0.632	23.517	2.559					
Mayo	3.48	2.944	0.047	0.108	0.216	0.562	0.114	1.064	22.89	0.282					
Junio	3.076	2.619	5.931	0.833	0.801	0.879	0.101	1.221	21.854	1.024					
Julio	26.51	53.56	90.81	88.095	39.7	48.5	46.931	91.09	68.706	79.74					
Agosto	119.4	114.8	147.5	159.01	70.491	101.4	71.649	88.14	58.602	147.4					
Septiembre	52.12	94.92	207.2	172.72	16.707	69.94	14.821	98.9	84.436	145					
Octubre	9.078	8.806	10.87	15.669	179.51	10.63	2.036	4.898	81.52	11.76					
Noviembre	1.624	2.914	2.961	3.921	7.384	1.938	8.646	1.673	9.55	5.024					
Diciembre	1.488	1.885	50.83	2.913	3.396	1.224	6.288	1.499	51.385	2.375					

Datos Anuales de estaciones hidrológicas

Cuadro 84. Volumen anual de sedimentos (miles de m³) de las Estaciones Hidrológicas: Huites, Chinipas y San Bernardo.

Estación/año	**1942**	**1943**	**1944**	**1945**	**1946**	**1947**	**1948**	**1949**	**1950**	**1951**	**1952**	**1953**
Huites	8144.72	53134.84	n/d	4280.35	2858.21	3548.33	3975.10	24234.43	3267.03	2072.75	4180.87	4954.23
Estación/año	**1954**	**1955**	**1956**	**1957**	**1958**	**1959**	**1960**	**1961**	**1962**	**1963**	**1964**	**1965**
Huites	5311.45	6543.20	2445.10	2982.29	7418.33	10783.07	23044.53	9665.28	5291.02	9783.87	6424.66	15238.24
Estación/año	**1966**	**1967**	**1968**	**1969**	**1970**	**1971**	**1972**	**1973**	**1974**	**1975**	**1976**	**1977**
Huites	29727.55	10625.47	15214.85	3686.49	4874.13	9486.19	9075.72	11181.06	7671.69	5070.06	3551.33	3034.00
Estación/año	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**	**1983**						
Huites	6391.46	7387.12	n/d	n/d	222.55	928.23						
Estación/año	**1968**	**1969**	**1970**	**1971**	**1972**	**1973**	**1974**	**1975**	**1976**			
Chinipas	214.07	371.09	300.06	1661.16	771.11	317.22	1764.08	224.01	427.94			
Estación/año	**1961**	**1962**	**1963**	**1964**	**1965**	**1966**	**1967**	**1968**	**1969**	**1970**	**1971**	**1972**
San Bernardo	n/d	542.86	1489.97	2686.39	1443.33	1625.13	932.28	408.81	383.77	303.13	4095.77	799.14

Estación/año	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
San Bernardo	1680.26	1478.45	659.02	694.49	1355.34	1903.78	858.37	1423.76	2301.92	1022.59	2132.37	2528.80
Estación/año	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**
San Bernardo	760.94	921.16	389.72	1618.56	871.24	3777.28	1040.93	343.74	698.96	1210.79	n/d	n/d
Estación/año	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
San Bernardo	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d
Estación/año	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**						
San Bernardo	n/d	366.75	313.39	n/d	n/d	n/d						

n/d: no hay datos

Cuadro 85. Gasto medio anual (m³/s) de Estaciones Hidrológicas.

Estación/año	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953
Huites	153.99	186.62	118.86	92.59	76.67	97.36	81.07	279.75	107.55	44.50	79.59	66.36
Estación/año	**1954**	**1955**	**1956**	**1957**	**1958**	**1959**	**1960**	**1961**	**1962**	**1963**	**1964**	**1965**
Huites	97.15	127.38	60.81	51.81	133.19	112.88	177.57	139.97	84.97	133.82	105.18	89.62
Estación/año	**1966**	**1967**	**1968**	**1969**	**1970**	**1971**	**1972**	**1973**	**1974**	**1975**	**1976**	**1977**
Huites	190.00	125.85	212.69	82.42	103.14	142.51	175.40	193.97	159.12	118.41	121.97	99.23
Estación/año	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**	**1989**
Huites	158.33	165.11	115.06	209.52	93.02	185.14	214.05	162.82	144.00	92.08	143.57	160.94
Estación/año	**1990**	**1991**	**1992**									
Huites	227.26	280.56	197.55									
Estación/año	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**
Batopilas	7.71	17.19	22.32	10.71	12.41	6.50	10.26	11.34	n/d	16.73	12.45	11.93
Estación/año	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
Batopilas	6.88	5.36	11.81	8.65	4.66	10.01	9.26	7.03	4.80	5.71	16.53	13.05
Estación/año	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**								
Batopilas	12.74	11.50	12.03	12.25								
Estación/año	**1965**	**1966**	**1967**	**1968**	**1969**	**1970**	**1971**	**1972**	**1973**	**1974**	**1975**	**1976**
Chínipas	18.99	29.04	26.69	37.03	18.90	19.24	41.30	35.01	36.68	34.55	17.94	17.39
Estación/año	**1977**	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**
Chínipas	19.53	31.94	33.30	21.72	46.36	n/d	n/d	n/d	n/d	28.91	8.44	30.62
Estación/año	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**
Chínipas	11.34	n/d	16.73	12.45	11.93	6.88	5.36	11.81	8.65	4.66	10.01	9.26
Estación/año	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**			
Chinipas	7.03	4.80	5.71	16.53	13.05	12.74	11.50	12.03	12.25			
Estación/año	**1958**	**1959**	**1960**	**1961**	**1962**	**1963**	**1964**	**1965**	**1966**	**1967**	**1968**	**1969**
Palo Dulce	31.70	34.54	49.82	n/d	20.23	20.61	21.43	23.06	42.19	30.00	38.13	25.34
Estación/año	**1970**	**1971**	**1972**	**1973**	**1974**	**1975**	**1976**	**1977**	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**
Palo Dulce	20.07	46.85	33.03	30.27	34.32	20.44	23.67	19.92	32.28	26.55	22.42	44.05
Estación/año	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**							
Palo Dulce	23.16	n/d	n/d	35.62	56.48							
Estación/año	**1968**	**1969**	**1970**	**1971**	**1972**	**1973**	**1974**	**1975**	**1976**	**1977**	**1978**	**1979**
Urique II	16.15	8.08	8.44	12.30	16.12	18.58	10.48	6.98	6.85	7.05	9.04	11.33
Estación/año	**1980**	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**
Urique II	158.33	165.11	115.06	209.52	93.02	185.14	214.05	162.82	144.00	92.08	143.57	160.9402
Estación/año	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	
Urique II	20.97	9.23	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	12.54	11.97	6.54	
Estación/año	**1953**	**1954**										
Álamos	0.67	1.50										
Estación/año	**1970**	**1971**	**1972**	**1973**	**1974**	**1975**	**1976**	**1977**	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**
Jesús Cruz	10.70	14.79	12.39	8.59	10.50	6.09	8.76	9.73	12.73	6.83	9.69	10.88

Estación/año	1982	1983	1984									
Jesús Cruz	7.01	9.64	11.30									
Estación/año	**1962**	**1963**	**1964**	**1965**	**1966**	**1967**	**1968**	**1969**	**1970**	**1971**	**1972**	**1973**
Estación/año	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
San Bernardo	**33.35**	**19.10**	**29.93**	**38.53**	**23.60**	**36.47**	**26.19**	**37.45**	**15.19**	**17.90**	**41.02**	**23.68**
Estación/año	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
San Bernardo	**31.14**	**27.04**	**20.48**	**18.43**	**22.72**	**33.20**	**26.78**	**22.88**	**47.87**	**21.20**	**61.26**	**58.84**
Estación/año	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
San Bernardo	**37.96**	**33.86**	**14.11**	**32.05**	**24.64**	**60.45**	**57.22**	**34.51**	**35.61**	**28.75**	**29.02**	**26.79**
Estación/año	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
San Bernardo	**20.95**	**19.65**	**19.59**	**33.67**	**16.90**	**13.90**	**16.41**	**27.20**	**37.79**	**23.90**	**46.51**	**38.24**
Estación/año	2009	2010	2011	2012	2013	2014						

n/d: no hay datos

Cuadro 86. Volumen anual de escurrimiento (miles de m³) de Estaciones Hidrológicas.

Estación/año	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950
Huites	4856347.0	5885387.0	3758593.0	2919904.0	2417958.0	3070195.0	2563687.0	8822220.0	3391643.0
Estación/año	**1951**	**1952**	**1953**	**1954**	**1955**	**1956**	**1957**	**1958**	**1959**
Huites	1403488.0	2516694.0	2092781.0	3063580.0	4017008.0	1922902.0	1633834.0	4200187.0	3559750.0
Estación/año	**1960**	**1961**	**1962**	**1963**	**1964**	**1965**	**1966**	**1967**	**1968**
Huites	5615101.0	4414082.0	2679507.0	4220056.0	3326057.0	2826314.0	5991863.0	3968686.0	6725619.0
Estación/año	**1969**	**1970**	**1971**	**1972**	**1973**	**1974**	**1975**	**1976**	**1977**
Huites	2599309.0	3252505.0	4494061.0	5546720.0	6117089.0	5018072.0	3734200.0	3857100.0	3129412.0
Estación/año	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**
Huites	4993103	5206967	363841	6607408.0	2933574.0	5838513.0	6768679	5134798	4541167.7
Estación/año	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**			
Huites	2903901.6	4540043.5	5075410.1	7167013.7	8847678.0	6247111.1			
Estación/año	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**
Batopilas	243201.0	542056.0	705792.0	337848.0	391479.0	204989.0	324356.0	357525.0	n/d
Estación/año	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
Batopilas	527497.0	393738.0	376333.0	217065.0	168993.0	373558.0	272657.0	147048.7	315554.5
Estación/año	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
Batopilas	292706.0	221609.0	151294.3	179934	526348	404252	404059	366424	382282
Estación/año	**2009**								
Batopilas	391137.00								
Estación/año	**1965**	**1966**	**1967**	**1968**	**1969**	**1970**	**1971**	**1972**	**1973**
Chínipas	598854.0	915888.9	841752.4	1171093.0	596090.5	606779.4	1302391.0	1107137.0	1156804.0
Estación/año	**1974**	**1975**	**1976**	**1977**	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**
Chínipas	1089449.0	565646.2	550042.9	615937.0	1007118.0	1050215.0	686871.0	1462140.0	n/d
Estación/año	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**
Chínipas	n/d	n/d	n/d	911728.1	266038.5	968307.4	1147172.7	1814276.8	2962602.8
Estación/año	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**
Chínipas	1536920.3	n/d	n/d	1026568.6	n/d	920617.3	769155.2	n/d	1070804.7
Estación/año	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	
Chínipas	947360.7	430931.0	n/d	n/d	n/d	749184.0	905378.0	1120553.0	
Estación/año	**1958**	**1959**	**1960**	**1961**	**1962**	**1963**	**1964**	**1965**	**1966**
Palo Dulce	999560.0	1089301.0	1575349.0	n/d	637867.2	649809.3	677548.8	727151.9	1330487.0
Estación/año	**1967**	**1968**	**1969**	**1970**	**1971**	**1972**	**1973**	**1974**	**1975**
Palo Dulce	946224.8	1205761.0	799203.4	632793.2	1477358.0	1044381.0	954581.5	1082247.0	644505.0
Estación/año	**1976**	**1977**	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**

Palo Dulce	748577.9	628086.0	1017899.0	837250.0	709092.0	1389158.0	730352.1	n/d	n/d
Estación/año	**1985**	**1986**							
Palo Dulce	1123293.0	1781122.6							
Estación/año	**1968**	**1969**	**1970**	**1971**	**1972**	**1973**	**1974**	**1975**	**1976**
Urique II	510591.1	254827.2	266153.6	387911.4	509817.8	585929.2	330478.70	220000.50	216616.8
Estación/año	**1977**	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**
Urique II	222179.0	285137.2	357318.3	285353.7	519388.8	228401.5	918374.50	531526.90	90201.9
Estación/año	**1986**	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**
Urique II	256530.9	480033.2	553617.1	735386.7	1141132.1	579075.2	661329.54	290979.67	
Estación/año	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	
Urique II	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	396675.8	377356.91	206312.15	
Estación/año	**1953**	**1954**							
Álamos	20983.2	47179.5							
Estación/año	**1970**	**1971**	**1972**	**1973**	**1974**	**1975**	**1976**	**1977**	**1978**
Jesús Cruz	337333.6	466404.7	391933.2	270968.8	331232.2	192064.8	277065.4	306732.6	401549.3
Estación/año	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**			
Jesús Cruz	215377.3	306401.1	343157.4	220944.2	303868.2	357241.6			
Estación/año	**1961**	**1962**	**1963**	**1964**	**1965**	**1966**	**1967**	**1968**	**1969**
San Bernardo	1051595.0	602270.6	943881.3	1218327.0	744361.6	1149996.0	826075.8	1184197.0	479082.2
Estación/año	**1973**	**1974**	**1975**	**1976**	**1977**	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**
San Bernardo	982098.8	852810.4	645814.4	582666.6	716614.8	1047029.0	844384.7	723475.4	1509477.0
Estación/año	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**
San Bernardo	1196980.0	1067669.0	444887.0	1013424.0	777032.1	1906370.0	1804480.0	1091278.0	1123049.0
Estación/año	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
San Bernardo	660804.5	619790.6	617761.6	1064577.2	532823.9	438204.8	517584.2	860198.1	1191832.9
Estación/año	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**			
San Bernardo	864030.3	819859.3	409525.9	774040.7	1127416.4	1071835.4			

n/d: no hay datos

Cuadro 87. Gasto máximo en el año (m^3/s) de Estaciones Hidrológicas.

Estación/año	**1942**	**1943**	**1944**	**1945**	**1946**	**1947**	**1948**	**1949**	**1950**	**1951**	**1952**	**1953**
Huites	2531.00	14376.0	2580.00	1499.20	1164.80	1127.33	3215.00	10000.00	3229.25	677.00	1266.00	1025.00
Estación/año	**1954**	**1955**	**1956**	**1957**	**1958**	**1959**	**1960**	**1961**	**1962**	**1963**	**1964**	**1965**
Huites	954.80	4780.28	695.70	593.00	3010.00	1908.00	15000.00	1396.25	1620.00	2702.00	1319.13	1944.00
Estación/año	**1966**	**1967**	**1968**	**1969**	**1970**	**1971**	**1972**	**1973**	**1974**	**1975**	**1976**	**1977**
Huites	2420.00	2505.80	1534.33	1508.00	1558.00	2200.00	2225.00	7960.00	3790.00	1095.00	2677.00	1135.00
Estación/año	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**	**1989**
Huites	4790.00	6860.00	1496.00	4828.13	2450.00	8275.00	5580.00	3585.00	1348.79	1429.24	1866.32	1868.49
Estación/año	**1990**	**1991**	**1992**									
Huites	11558.61	2563.15	2025.34									
Estación/año	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**
Batopilas	683.00	1130.00	641.00	599.00	660.00	121.00	219.00	282.00		316.00	279.00	338.00
Estación/año	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**
Batopilas	268.00	283.00	715.00	241.00	126.00	222.62	257.25	356.66	195.41	323.23	715.95	776.13
Estación/año	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**								
Batopilas	530.19	962.18	313.68	396.72								
Estación/año	**1965**	**1966**	**1967**	**1968**	**1969**	**1970**	**1971**	**1972**	**1973**	**1974**	**1975**	**1976**
Chínipas	659.00	405.53	842.97	363.20	721.00	417.00	1420.00	1152.00	1516.00	1742.00	430.00	420.00
Estación/año	**1977**	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**
Chínipas	752.00	1446.00	2158.00	720.00	1512.42	n/d	n/d	n/d	n/d	428.03	88.63	671.26

Estación/año	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Chínipas	807.92	2683.24	1586.14	735.96	n/d	n/d	876.00	n/d	987.42	636.36	n/d	1347.00
Estación/año	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**				
Chínipas	476.00	440.93	n/d	n/d	n/d	954.59	2101.46	876.70				
Estación/año	**1958**	**1959**	**1960**	**1961**	**1962**	**1963**	**1964**	**1965**	**1966**	**1967**	**1968**	**1969**
Palo Dulce	454.50	743.00	6800.00	n/d	346.60	584.00	481.00	1360.00	674.00	635.15	530.00	1100.00
Estación/año	**1970**	**1971**	**1972**	**1973**	**1974**	**1975**	**1976**	**1977**	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**
Palo Dulce	390.13	1283.33	687.50	1370.00	2245.00	383.30	740.00	332.69	555.00	1825.00	562.00	1180.00
Estación/año	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**							
Palo Dulce	951.00	n/d	n/d	843.39	1111.48							
Estación/año	**1968**	**1969**	**1970**	**1971**	**1972**	**1973**	**1974**	**1975**	**1976**	**1977**	**1978**	**1979**
Urique II	216.00	155.00	88.00	308.00	273.50	318.93	534.00	307.70	293.00	78.50	300.00	716.00
Estación/año	**1980**	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**
Urique II	338.00	644.51	243.00	563.15	387.90	169.65	145.22	336.18	298.91	652.41	414.52	285.159
Estación/año	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	
Urique II	349.84	259.06	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	n/d	341.94	407.29	230.64	
Estación/año	**1953**	**1954**										
Álamos	42.60	103.29										
Estación/año	**1970**	**1971**	**1972**	**1973**	**1974**	**1975**	**1976**	**1977**	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**
Jesús Cruz	375.00	326.00	300.00	283.80	406.00	191.00	287.00	284.00	297.00	315.00	450.00	340.20
Estación/año	**1982**	**1983**	**1984**									
Jesús Cruz	415.00	371.83	334.96									
Estación/año	**1961**	**1962**	**1963**	**1964**	**1965**	**1966**	**1967**	**1968**	**1969**	**1970**	**1971**	**1972**
San Bernardo	1160.00	726.00	1041.00	897.00	1328.00	941.12	1113.73	498.22	559.20	534.10	3435.14	712.50
Estación/año	**1973**	**1974**	**1975**	**1976**	**1977**	**1978**	**1979**	**1980**	**1981**	**1982**	**1983**	**1984**
San Bernardo	1132.14	931.25	397.58	650.20	752.63	2222.00	1424.69	1016.00	1193.80	899.00	1983.60	2412.00
Estación/año	**1985**	**1986**	**1987**	**1988**	**1989**	**1990**	**1991**	**1992**	**1993**	**1994**	**1995**	**1996**
San Bernardo	971.60	622.80	280.59	951.00	456.40	4429.00	922.50	838.40	539.45	1345.00	2372.65	3334.75
Estación/año	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**
San Bernardo	1377.71	1248.52	673.59	1401.65	341.67	283.05	365.12	641.87	1197.84	855.84	3446.60	3030.19

n/d: no hay datos

Anexo 3. Generadores climáticos

Puntos de interpolación de datos climáticos del CFSR

Cuadro 88. Temperatura Máxima del aire.

Río Fuerte.

NÚM.	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_YRS	TMPMX1	TMPMX2	TMPMX3	TMPMX4	TMPMX5	TMPMX6	TMPMX7	TMPMX8	TMPMX9	TMPMX10	TMPMX11	TMPMX12
1	283n1088w	28.2567	-108.75	1808	32	18.0089	19.2923	21.6241	25.0487	28.5631	31.9054	29.6327	29.1887	28.7127	25.7907	21.8528	18.6441
2	283n1084w	28.2567	-108.438	1499	32	16.0094	17.2302	19.5556	23.0023	26.5531	30.0982	27.8505	27.0959	26.5936	23.6963	19.8374	16.7215
3	283n1081w	28.2567	-108.125	2195	32	14.1572	15.4132	17.8231	21.347	24.9853	28.6996	26.364	25.3883	24.7929	21.8656	18.0372	14.9235
4	283n1078w	28.2567	-107.812	2316	32	12.9654	14.337	16.9018	20.5009	24.2584	27.5432	25.0551	24.0184	23.3301	20.6684	16.9553	13.8148
5	283n1075w	28.2567	-107.5	2249	32	13.0205	14.5461	17.2769	20.9098	24.6765	27.3874	24.9329	23.8799	23.0541	20.6871	17.0842	13.9414
6	279n1088w	27.9445	-108.75	672	32	20.1641	21.5059	23.7984	27.1819	30.5832	33.8038	31.7588	31.3558	30.8737	28.0292	24.0346	20.8092
7	279n1084w	27.9445	-108.438	1201	32	17.58	18.8089	21.0886	24.4759	27.9636	31.2679	29.1776	28.5191	28.0457	25.2366	21.4193	18.2909
8	279n1081w	27.9445	-108.125	2200	32	14.8856	16.0903	18.432	21.8639	25.3906	28.8392	26.5751	25.6391	25.1638	22.4425	18.7337	15.6422
9	279n1078w	27.9445	-107.812	2479	32	12.9511	14.2403	16.7252	20.259	23.8701	27.2012	24.4585	23.411	22.8824	20.4577	16.8409	13.751
10	279n1075w	27.9445	-107.5	2517	32	12.5738	14.0345	16.7313	20.3387	24.0134	26.6508	23.7038	22.6758	21.997	20.0092	16.5358	13.4403
11	279n1072w	27.9445	-107.188	2209	32	13.7068	15.4525	18.2979	21.923	25.5982	27.635	24.8038	23.7354	22.8427	21.0749	17.7171	14.6225
12	276n1088w	27.6323	-108.75	982	32	22.0446	23.5621	25.9926	29.4143	32.7652	35.6089	33.3269	32.9822	32.5931	30.0119	25.9468	22.6756
13	276n1084w	27.6323	-108.438	723	32	19.2387	20.5912	22.9529	26.3416	29.7526	32.6596	30.2291	29.7324	29.4424	26.9738	23.1187	19.9466
14	276n1081w	27.6323	-108.125	2186	32	16.2382	17.5091	19.7945	23.1812	26.6363	29.6777	27.2372	26.6185	26.259	23.799	20.0831	16.9806
15	276n1078w	27.6323	-107.812	2340	32	13.9672	15.251	17.6589	21.075	24.5527	27.9091	25.1977	24.2816	23.7962	21.4661	17.8223	14.7028
16	276n1075w	27.6323	-107.5	2410	32	12.9963	14.4745	17.0441	20.5201	24.1337	27.0822	24.0283	22.9726	22.3437	20.3698	16.8516	13.7655
17	276n1072w	27.6323	-107.188	2034	32	13.645	15.4042	18.119	21.6652	25.3225	27.5114	24.4912	23.4298	22.6157	20.9488	17.5783	14.457
18	276n1069w	27.6323	-106.875	2162	32	15.4023	17.436	20.27	23.8827	27.4949	29.2664	26.4842	25.4061	24.3119	22.7108	19.3633	16.2281
19	273n1088w	27.32	-108.75	925	32	23.4264	25.0721	27.5318	30.9245	34.1771	36.6715	34.474	34.1764	33.7612	31.4496	27.3745	24.0212
20	273n1084w	27.32	-108.438	1226	32	21.1587	22.6534	25.0649	28.4799	31.8127	34.3387	31.8176	31.4675	31.1173	28.8984	25.0312	21.8242
21	273n1081w	27.32	-108.125	2037	32	18.6377	19.9835	22.305	25.6679	29.0383	31.7245	29.2645	28.971	28.5331	26.2485	22.4688	19.3431
22	273n1078w	27.32	-107.812	1095	32	16.2818	17.5973	19.9158	23.253	26.6399	29.6949	27.3055	26.8815	26.2679	23.8523	20.1199	16.9861
23	273n1075w	27.32	-107.5	2190	32	14.6162	16.0514	18.4786	21.8641	25.3465	28.6437	25.9586	25.1256	24.4323	22.1602	18.4952	15.315
24	273n1072w	27.32	-107.188	2204	32	14.2141	15.8747	18.4448	21.9194	25.5269	28.3342	25.3984	24.3526	23.5815	21.6908	18.1625	14.9429
25	273n1069w	27.32	-106.875	1970	32	15.3044	17.2487	19.9442	23.4998	27.1631	29.1481	26.2192	25.1872	24.2616	22.6877	19.2762	16.0862

NÚM.	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	TMPMX1	TMPMX2	TMPMX3	TMPMX4	TMPMX5	TMPMX6	TMPMX7	TMPMX8	TMPMX9	TMPMX10	TMPMX11	TMPMX12
26	273n1066w	27.32	-106.562	2160	32	17.1523	19.3079	22.1281	25.7187	29.377	30.8498	28.1164	27.0353	25.8831	24.4527	21.0685	17.9571
27	270n1088w	27.0078	-108.75	498	32	25.1447	26.8449	29.2191	32.4824	35.5825	37.7829	36.0435	35.9608	35.4962	33.2983	29.1818	25.7196
28	270n1084w	27.0078	-108.438	609	32	23.6966	25.2865	27.6938	31.0551	34.2627	36.4777	34.2052	34.0422	33.6175	31.5184	27.6182	24.3262
29	270n1081w	27.0078	-108.125	947	32	21.642	23.0839	25.3961	28.7346	31.9645	34.3815	32.0568	31.9309	31.4982	29.2907	25.4951	22.3066
30	270n1078w	27.0078	-107.812	1334	32	19.179	20.5509	22.8085	26.1211	29.3916	32.1657	29.9464	29.8636	29.2556	26.793	22.9952	19.853
31	270n1075w	27.0078	-107.5	2039	32	16.8176	18.227	20.533	23.885	27.2208	30.5286	28.261	27.7994	27.0162	24.4139	20.6473	17.4899
32	270n1072w	27.0078	-107.188	2403	32	15.2846	16.832	19.2508	22.6726	26.1576	29.4211	26.8027	25.9305	25.1413	22.8422	19.1766	15.9921
33	270n1069w	27.0078	-106.875	2205	32	15.2054	16.9627	19.4723	22.9205	26.5719	28.9593	26.0958	25.0951	24.3429	22.6009	19.1569	16.0065
34	270n1066w	27.0078	-106.562	2226	32	16.3394	18.2571	20.8751	24.3037	28.0078	29.4421	26.6101	25.6202	24.7088	23.5017	20.2399	17.1941
35	270n1062w	27.0078	-106.25	1683	32	17.7204	19.7924	22.5339	25.9187	29.5108	30.4617	27.7229	26.6966	25.5898	24.6718	21.4995	18.6019
36	267n1088w	26.6956	-108.75	213	32	26.4077	28.0641	30.2984	33.3927	36.341	38.324	37.0503	37.1507	36.7058	34.6804	30.5579	26.9891
37	267n1084w	26.6956	-108.438	282	32	25.6916	27.3548	29.7058	32.9645	36.0261	37.9572	35.9476	35.921	35.4864	33.568	29.6606	26.2997
38	267n1081w	26.6956	-108.125	458	32	23.7427	25.3051	27.6459	30.9807	34.1184	36.1178	33.6337	33.5069	33.1241	31.2503	27.5376	24.3642
39	267n1078w	26.6956	-107.812	1544	32	21.1902	22.6444	24.9296	28.2812	31.4839	33.7163	31.0951	30.8454	30.4002	28.4769	24.8611	21.8051
40	267n1075w	26.6956	-107.5	1228	32	18.5053	19.9024	22.1369	25.4764	28.7575	31.3999	28.841	28.4884	27.8901	25.7219	22.1549	19.1471
41	267n1072w	26.6956	-107.188	2292	32	16.1935	17.5874	19.8705	23.2237	26.5535	29.5508	27.0485	26.3854	25.7152	23.3997	19.8952	16.9182
42	267n1069w	26.6956	-106.875	2288	32	14.868	16.3676	18.7673	22.1031	25.5194	28.0702	25.4599	24.5652	23.9562	21.9968	18.6669	15.711
43	267n1066w	26.6956	-106.562	2388	32	14.8571	16.5443	19.0405	22.3009	25.7946	27.272	24.4284	23.5546	22.9522	21.7451	18.7206	15.7924
44	267n1062w	26.6956	-106.25	1908	32	15.8913	17.7716	20.3981	23.5997	27.0782	27.6288	24.6088	23.7339	22.9753	22.4345	19.6666	16.8286
45	264n1084w	26.3833	-108.438	255	32	26.7377	28.4703	30.7767	33.9247	36.8456	38.5615	36.6768	36.6946	36.2473	34.6279	30.7408	27.3073
46	264n1081w	26.3833	-108.125	1033	32	24.9022	26.5778	28.9174	32.1826	35.1918	36.8853	34.1563	34.0266	33.7091	32.2575	28.6533	25.4781
47	264n1078w	26.3833	-107.812	1212	32	22.2604	23.8091	26.1236	29.4655	32.5619	34.3209	31.1644	30.934	30.6467	29.195	25.7997	22.8422
48	264n1075w	26.3833	-107.5	1500	32	19.5854	21.0103	23.2816	26.5941	29.7427	31.6548	28.4603	28.1284	27.8488	26.3026	23.0306	20.1914
49	264n1072w	26.3833	-107.188	2298	32	16.9333	18.3231	20.5312	23.7734	26.9632	29.2917	26.4287	25.9498	25.5521	23.6339	20.409	17.618
50	264n1069w	26.3833	-106.875	2287	32	14.6398	16.0806	18.3124	21.4754	24.7102	27.2009	24.5284	23.8483	23.4194	21.3748	18.2472	15.4517
51	264n1066w	26.3833	-106.562	2409	32	13.4945	15.0412	17.4328	20.4803	23.7212	25.3857	22.5995	21.8502	21.4316	19.9752	17.1769	14.4267
52	264n1062w	26.3833	-106.25	2305	32	14.1628	15.8639	18.4649	21.4996	24.7429	25.2553	22.1921	21.4139	20.8425	20.2712	17.8365	15.1048

NÚM.	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	TMPMX1	TMPMX2	TMPMX3	TMPMX4	TMPMX5	TMPMX6	TMPMX7	TMPMX8	TMPMX9	TMPMX10	TMPMX11	TMPMX12
53	261n1081w	26.0711	-108.125	298	32	26.5241	28.308	30.6366	33.7662	36.567	37.9801	35.4675	35.4017	35.031	33.8951	30.3103	27.0633
54	261n1078w	26.0711	-107.812	716	32	24.1794	25.8292	28.1168	31.3211	34.2218	35.5849	32.4256	32.3062	32.0541	31.0224	27.7011	24.7322
55	261n1075w	26.0711	-107.5	1027	32	21.2599	22.7555	24.9858	28.1664	31.1322	32.5163	29.1568	28.9748	28.8407	27.7372	24.6131	21.8508
56	261n1072w	26.0711	-107.188	1301	32	17.98	19.3981	21.523	24.6311	27.653	29.3763	26.1811	25.9357	25.7884	24.3395	21.3015	18.6395
57	261n1069w	26.0711	-106.875	2565	32	14.9831	16.4002	18.5035	21.5585	24.689	26.9949	24.0964	23.6019	23.2867	21.4622	18.4379	15.7523
58	261n1066w	26.0711	-106.562	2726	32	13.327	14.7812	17.0633	20.0224	23.2226	25.1953	22.3944	21.6459	21.2383	19.7013	16.8843	14.1744
59	261n1062w	26.0711	-106.25	2894	32	13.7439	15.3773	17.8654	20.8234	24.0124	24.9497	22.0408	21.2849	20.6693	19.8695	17.3242	14.64
60	258n1078w	25.7589	-107.812	297	32	26.6542	28.3712	30.5615	33.5529	36.1498	37.2228	34.7251	34.8693	34.501	33.6488	30.2555	27.2068
61	258n1075w	25.7589	-107.5	1377	32	23.7199	25.2727	27.4287	30.4532	33.1594	34.1511	31.0276	31.1156	30.9488	30.2111	27.099	24.2995
62	258n1072w	25.7589	-107.188	899	32	19.9179	21.3088	23.4111	26.361	29.1572	30.2758	26.9578	26.977	26.9677	26.0942	23.1848	20.5526
63	258n1069w	25.7589	-106.875	2310	32	16.4006	17.7	19.79	22.6849	25.6267	27.4141	24.3021	24.1865	23.9748	22.6329	19.6814	17.0721
64	258n1066w	25.7589	-106.562	2146	32	14.3086	15.6435	17.8503	20.6948	23.7865	25.8874	22.9808	22.5083	22.041	20.6047	17.7026	15.0283
65	258n1062w	25.7589	-106.25	2521	32	14.1628	15.6514	18.017	20.8775	24.0412	25.5518	22.8266	22.0955	21.3594	20.3144	17.6286	14.9374
66	254n1075w	25.4467	-107.5	551	32	26.2348	27.8044	29.8171	32.6582	35.0739	35.813	33.511	33.8172	33.4594	32.8347	29.6604	26.8002
67	254n1072w	25.4467	-107.188	1076	32	22.9807	24.403	26.4053	29.2492	31.795	32.6102	29.7479	30.0288	29.8284	29.1896	26.2352	23.5725
68	254n1069w	25.4467	-106.875	2326	32	19.4217	20.6854	22.7036	25.5272	28.2373	29.4073	26.4656	26.6938	26.535	25.5444	22.5971	20.0291
69	254n1066w	25.4467	-106.562	2251	32	16.6504	17.8693	19.965	22.7552	25.6651	27.442	24.659	24.5928	24.169	22.8656	19.8684	17.2825
70	254n1062w	25.4467	-106.25	2600	32	15.2902	16.6263	18.8633	21.6647	24.8003	26.8241	24.064	23.4808	22.732	21.5329	18.6417	15.9632

Río Mayo

NÚM.	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	TMPMX1	TMPMX2	TMPMX3	TMPMX4	TMPMX5	TMPMX6	TMPMX7	TMPMX8	TMPMX9	TMPMX10	TMPMX11	TMPMX12
1	270n1091w	27.0078	-109.062	388	32	25.8198	27.5105	29.7408	32.8076	35.7361	37.9482	36.9745	37.0571	36.5935	34.3051	29.9893	26.3358
2	270n1094w	27.0078	-109.375	89	32	25.6686	27.2068	29.1992	32.0056	34.7395	37.0162	36.8486	37.1168	36.7187	34.3654	29.9427	26.1509
3	273n1091w	27.32	-109.062	301	32	25.2025	26.9721	29.4241	32.7136	35.8394	38.3195	36.7645	36.6208	36.0884	33.6038	29.2697	25.6921
4	273n1094w	27.32	-109.375	105	32	26.0675	27.8718	30.2553	33.4061	36.3888	38.8988	37.9869	37.9669	37.379	34.7863	30.2321	26.4401
5	276n1091w	27.6323	-109.062	932	32	24.1562	25.8493	28.3435	31.7151	34.963	37.7854	35.937	35.6977	35.1518	32.4531	28.1486	24.668
6	276n1094w	27.6323	-109.375	379	32	25.4377	27.2815	29.827	33.1383	36.2751	39.1011	37.7564	37.6393	36.9322	34.1248	29.5516	25.8156
7	279n1091w	27.9445	-109.062	899	32	22.309	23.8407	26.2302	29.5908	32.9076	36.0202	34.1257	33.9295	33.3276	30.493	26.2736	22.875
8	279n1094w	27.9445	-109.375	500	32	24.1587	25.8505	28.3267	31.67	34.9313	38.0368	36.5841	36.4987	35.769	32.7474	28.2324	24.5856
9	283n1091w	28.2567	-109.062	1695	32	20.2021	21.6202	24.0418	27.4659	30.9384	34.1725	31.8391	31.654	31.1871	28.2555	24.1413	20.7568
10	283n1094w	28.2567	-109.375	609	32	22.6091	24.2007	26.7059	30.1138	33.5147	36.7854	34.9793	34.9456	34.2906	31.123	26.699	23.061
11	286n1078w	28.5689	-107.812	2100	32	13.6237	15.0667	17.7074	21.3759	25.2383	28.7277	26.5196	25.5769	24.766	21.7274	17.7381	14.4815
12	286n1081w	28.5689	-108.125	2544	32	14.115	15.464	17.9875	21.6244	25.3802	29.1692	27.0133	26.0326	25.3949	22.209	18.1509	14.9123
13	286n1084w	28.5689	-108.438	1754	32	15.2378	16.5095	18.9375	22.4516	26.1215	29.5012	27.2895	26.5873	26.1092	23.1417	19.1769	15.9816
14	286n1088w	28.5689	-108.75	1191	32	16.99	18.3065	20.766	24.2571	27.9245	31.1997	28.7571	28.4218	28.0112	25.0146	20.9625	17.6554
15	286n1091w	28.5689	-109.062	1068	32	19.1515	20.618	23.1865	26.697	30.3436	33.6034	31.0879	30.8035	30.4362	27.4222	23.2073	19.7426
16	286n1094w	28.5689	-109.375	600	32	21.4439	23.0508	25.7225	29.2295	32.8265	36.1896	34.0306	33.8398	33.2794	30.0975	25.623	21.9348

Cuadro 89. Temperatura mínima del aire.

NUM.	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	TMPMN1	TMPMN2	TMPMN3	TMPMN4	TMPMN5	TMPMN6	TMPMN7	TMPMN8	TMPMN9	TMPMN10	TMPMN11	TMPMN12
1	283n1088w	28.2567	-108.75	1808	32	4.8005	5.29522	6.01385	8.78131	11.5482	15.2845	16.8336	16.3088	15.243	11.7339	7.82526	5.46501
2	283n1084w	28.2567	-108.438	1499	32	2.49173	2.91956	3.63071	6.16827	8.75813	12.8912	14.7986	14.48	13.3548	9.59849	5.59299	3.2944
3	283n1081w	28.2567	-108.125	2195	32	0.104329	0.5281	1.36729	3.91105	6.47687	10.854	13.1153	12.8771	11.522	7.45324	3.19987	0.817162
4	283n1078w	28.2567	-107.812	2316	32	-1.08355	-0.589476	0.389593	3.08479	5.72458	9.94389	12.0926	11.6484	10.0168	6.02381	1.98866	-0.454224
5	283n1075w	28.2567	-107.5	2249	32	-1.01136	-0.345861	0.706349	3.61533	6.50407	10.4675	12.0809	11.2779	9.3831	5.653	1.96104	-0.378969
6	279n1088w	27.9445	-108.75	672	32	6.91235	7.32456	8.01447	10.9357	13.896	17.7021	18.9389	18.1322	17.1882	13.8149	10.0346	7.70348
7	279n1084w	27.9445	-108.438	1201	32	4.25952	4.57159	5.19277	7.79534	10.5706	14.8312	16.4586	15.983	14.9628	11.3169	7.40646	5.16
8	279n1081w	27.9445	-108.125	2200	32	0.987372	1.31231	1.9627	4.46899	7.13568	11.9271	14.0459	13.7879	12.5619	8.46371	4.14985	1.85298
9	279n1078w	27.9445	-107.812	2479	32	-1.11093	-0.63496	0.27135	2.86341	5.42656	10.1075	12.3446	12.0247	10.5325	6.28857	2.05614	-0.456612
10	279n1075w	27.9445	-107.5	2517	32	-1.47472	-0.820135	0.320017	3.17386	5.91019	10.0437	11.8234	11.2926	9.54127	5.48865	1.57114	-0.796445
11	279n1072w	27.9445	-107.188	2209	32	-0.548859	0.337273	1.62808	4.7602	7.85172	11.5855	12.583	11.6495	9.73216	6.0382	2.33857	0.153991
12	276n1088w	27.6323	-108.75	982	32	9.16475	9.59008	10.4052	13.3642	16.4428	20.111	20.814	19.7548	18.9585	16.0997	12.3669	9.9477
13	276n1084w	27.6323	-108.438	723	32	6.30197	6.66555	7.37075	10.0693	12.9571	16.9821	18.0206	17.4083	16.5555	13.448	9.52307	7.20662
14	276n1081w	27.6323	-108.125	2186	32	2.49992	2.77186	3.58885	6.14875	8.908	13.7082	15.3835	15.0133	14.0274	10.2831	5.99392	3.64145
15	276n1078w	27.6323	-107.812	2340	32	-0.361948	0.26025	1.00156	3.46349	6.14652	11.3227	13.38	13.0517	11.8262	7.58053	3.14826	0.527324
16	276n1075w	27.6323	-107.5	2410	32	-1.07671	-0.396217	0.631755	3.26175	5.9228	10.5486	12.3936	11.985	10.5561	6.26095	2.11004	-0.4182
17	276n1072w	27.6323	-107.188	2034	32	-0.522014	0.296686	1.62665	4.57663	7.5095	11.3757	12.5866	11.8924	10.2556	6.28304	2.38253	0.130778
18	276n1069w	27.6323	-106.875	2162	32	0.930102	1.96961	3.53558	6.74615	9.99007	13.5613	14.128	13.0183	11.1648	7.55007	3.72358	1.59685
19	273n1088w	27.32	-108.75	925	32	10.6352	11.2009	12.1794	15.0163	17.9501	21.4816	22.0596	20.8755	20.1724	17.6256	13.9419	11.3839
20	273n1084w	27.32	-108.438	1226	32	8.43057	8.96975	9.82155	12.6052	15.4504	19.0428	19.6517	18.886	18.1886	15.4797	11.6586	9.26759
21	273n1081w	27.32	-108.125	2037	32	5.48663	5.96214	6.72975	9.28903	11.9714	16.1718	17.2102	16.7279	15.9852	12.8215	8.86881	6.51766
22	273n1078w	27.32	-107.812	1095	32	2.30611	2.76439	3.48448	5.94373	8.712	13.5523	15.1203	14.7324	13.7794	10.0288	5.84261	3.37572
23	273n1075w	27.32	-107.5	2190	32	0.120464	0.682569	1.50447	4.01175	6.61656	11.596	13.5363	13.1802	11.9833	7.74345	3.47104	0.920572
24	273n1072w	27.32	-107.188	2204	32	-0.348497	0.317316	1.43324	4.19827	6.76716	11.0814	12.7925	12.2934	10.8382	6.66655	2.67009	0.352677
25	273n1069w	27.32	-106.875	1970	32	0.584843	1.44473	2.87274	5.92159	8.8656	12.4482	13.385	12.5021	10.7769	7.08846	3.38577	1.31301
26	273n1066w	27.32	-106.562	2160	32	2.20305	3.30101	4.93984	8.18537	11.475	14.8466	15.127	13.8735	11.8929	8.61443	4.9603	2.92001
27	270n1088w	27.0078	-108.75	498	32	11.8566	12.5011	13.5091	16.1739	19.0759	22.6314	23.3299	22.1288	21.4181	18.8687	15.2181	12.544

NUM.	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	TMPMN1	TMPMN2	TMPMN3	TMPMN4	TMPMN5	TMPMN6	TMPMN7	TMPMN8	TMPMN9	TMPMN10	TMPMN11	TMPMN12
28	270n1084w	27.0078	-108.438	609	32	10.8045	11.4222	12.3815	15.227	18.0996	21.2376	21.5704	20.6125	19.9818	17.5358	13.9985	11.6117
29	270n1081w	27.0078	-108.125	947	32	8.75846	9.31503	10.1172	12.9149	15.7399	19.017	19.4489	18.7485	18.135	15.5358	11.9733	9.69702
30	270n1078w	27.0078	-107.812	1334	32	5.81077	6.26724	7.02065	9.66688	12.4969	16.3166	17.1817	16.5855	15.8738	12.8528	9.18032	6.901
31	270n1075w	27.0078	-107.5	2039	32	2.54747	3.02167	3.77443	6.34265	8.97697	13.3973	14.9831	14.4852	13.536	9.86417	5.92269	3.60872
32	270n1072w	27.0078	-107.188	2403	32	0.610352	1.12286	1.99044	4.63884	6.95479	11.3278	13.3153	12.8734	11.6126	7.63654	3.78094	1.5817
33	270n1069w	27.0078	-106.875	2205	32	0.588375	1.21321	2.3662	5.23217	7.68865	11.3062	12.768	12.1122	10.5372	6.92205	3.44341	1.50118
34	270n1066w	27.0078	-106.562	2226	32	1.70972	2.56808	3.9507	6.9968	9.89482	13.0204	13.562	12.5222	10.7279	7.73475	4.4788	2.60954
35	270n1062w	27.0078	-106.25	1683	32	2.90999	4.03232	5.53296	8.66407	11.8527	14.9911	15.0724	13.8332	11.9511	9.17972	5.74318	3.73976
36	267n1088w	26.6956	-108.75	213	32	12.9891	13.5165	14.4831	16.9696	19.896	23.7162	24.6426	23.5717	22.9188	20.3076	16.538	13.749
37	267n1084w	26.6956	-108.438	282	32	12.5048	13.1326	14.1647	16.8728	19.6435	22.8099	23.1541	22.1795	21.6262	19.3098	15.8201	13.3295
38	267n1081w	26.6956	-108.125	458	32	10.6171	11.253	12.1133	15.0135	17.6413	20.5705	20.9638	20.2327	19.6353	17.2541	13.7638	11.5145
39	267n1078w	26.6956	-107.812	1544	32	7.82466	8.38668	9.09223	11.8701	14.4538	17.7206	18.5225	17.8673	17.1999	14.5122	10.9855	8.925
40	267n1075w	26.6956	-107.5	1228	32	4.66158	5.04141	5.85112	8.53655	11.0663	14.8036	16.0659	15.4554	14.6507	11.5039	7.91409	5.93559
41	267n1072w	26.6956	-107.188	2292	32	2.11976	2.26983	3.20627	5.92691	8.20741	12.1502	13.8831	13.3994	12.3116	8.84744	5.27365	3.35404
42	267n1069w	26.6956	-106.875	2288	32	0.8606	1.04789	2.08158	4.86131	6.9619	10.431	12.1778	11.7846	10.4523	7.08316	3.7955	2.01633
43	267n1066w	26.6956	-106.562	2388	32	0.792091	1.28978	2.41556	5.26503	7.5857	10.4574	11.5527	11.048	9.58847	6.64846	3.62881	1.8712
44	267n1062w	26.6956	-106.25	1908	32	1.39839	2.21554	3.47167	6.40899	9.11273	11.9052	12.2832	11.5593	10.0488	7.36997	4.27115	2.41025
45	264n1084w	26.3833	-108.438	255	32	12.6787	13.295	14.2483	16.885	19.6982	23.0564	23.6009	22.7384	22.1386	19.7391	16.1652	13.5208
46	264n1081w	26.3833	-108.125	1033	32	11.1915	11.9356	12.8494	15.7201	18.3953	21.2243	21.504	20.8039	20.1931	17.8852	14.4359	12.0535
47	264n1078w	26.3833	-107.812	1212	32	8.83143	9.53446	10.3485	13.2877	15.9229	18.6764	19.1523	18.5505	17.9002	15.4578	11.9817	9.83092
48	264n1075w	26.3833	-107.5	1500	32	6.13978	6.60907	7.38854	10.2195	12.7912	15.9337	16.8524	16.2321	15.4396	12.6469	9.20821	7.23576
49	264n1072w	26.3833	-107.188	2298	32	3.31447	3.52594	4.31842	6.90651	9.33165	12.9902	14.4287	13.8592	12.8765	9.67619	6.30046	4.44345
50	264n1069w	26.3833	-106.875	2287	32	0.589922	0.825134	1.56063	4.1302	6.24474	10.0589	11.8789	11.5046	10.3878	6.86581	3.53076	1.75462
51	264n1066w	26.3833	-106.562	2409	32	-0.818508	-0.396012	0.446503	3.18191	5.22824	8.51524	10.162	9.96879	8.7275	5.24211	2.06363	0.381493
52	264n1062w	26.3833	-106.25	2305	32	-0.458561	0.20249	1.31388	4.22095	6.6037	9.30732	10.1966	9.908	8.56013	5.44031	2.37114	0.690682
53	261n1081w	26.0711	-108.125	298	32	12.2752	12.9538	13.8966	16.5791	19.2979	22.3569	22.6266	21.7928	21.1772	18.923	15.56	13.1204
54	261n1078w	26.0711	-107.812	716	32	10.67	11.4117	12.3863	15.2588	17.8779	20.4543	20.5758	19.8158	19.1903	16.936	13.6252	11.4934
55	261n1075w	26.0711	-107.5	1027	32	7.99473	8.48706	9.49835	12.4993	15.1306	17.7936	18.1096	17.4268	16.7408	14.2454	10.8836	8.94979

NUM.	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	TMPMN1	TMPMN2	TMPMN3	TMPMN4	TMPMN5	TMPMN6	TMPMN7	TMPMN8	TMPMN9	TMPMN10	TMPMN11	TMPMN12
56	261n1072w	26.0711	-107.188	1301	32	4.52176	4.6405	5.57384	8.41651	11.1048	14.5156	15.3131	14.7098	13.9506	10.9516	7.52552	5.7321
57	261n1069w	26.0711	-106.875	2565	32	0.363919	0.590684	1.32751	4.05424	6.50427	10.928	12.3896	11.9289	11.037	7.29745	3.59333	1.75817
58	261n1066w	26.0711	-106.562	2726	32	-2.11404	-1.56569	-0.807008	2.04222	4.22728	8.65053	10.309	10.0197	8.9316	4.81905	1.04161	-0.749431
59	261n1062w	26.0711	-106.25	2894	32	-1.64331	-0.854411	0.228264	3.22466	5.63246	8.81744	9.8575	9.5542	8.24845	4.52291	1.16847	-0.457191
60	258n1078w	25.7589	-107.812	297	32	13.2029	13.8003	14.7969	17.4267	20.0134	22.9083	23.0722	22.1495	21.5579	19.5483	16.3054	14.0532
61	258n1075w	25.7589	-107.5	1377	32	10.7526	11.4118	12.4745	15.337	17.8856	20.3812	20.3132	19.4835	18.9032	16.7119	13.437	11.4867
62	258n1072w	25.7589	-107.188	899	32	6.91732	7.4271	8.40526	11.3111	14.0425	16.9034	16.9454	16.2844	15.7063	13.137	9.77217	7.93931
63	258n1069w	25.7589	-106.875	2310	32	1.86524	2.25307	3.10826	5.83546	8.79171	12.979	13.6797	13.1711	12.4786	9.12961	5.20649	3.24257
64	258n1066w	25.7589	-106.562	2146	32	-1.68046	-1.09681	-0.378894	2.47618	5.30767	10.2835	11.4945	11.0892	10.2342	6.14815	1.78878	-0.385216
65	258n1062w	25.7589	-106.25	2521	32	-1.76524	-0.851284	0.058942	3.11537	5.79994	9.78351	10.8335	10.4733	9.31058	5.2726	1.30923	-0.686949
66	254n1075w	25.4467	-107.5	551	32	12.8869	13.572	14.5966	17.1528	19.5263	22.1084	22.3345	21.442	20.9112	18.9166	15.6661	13.7242
67	254n1072w	25.4467	-107.188	1076	32	9.63656	10.3896	11.5575	14.4931	16.9955	19.2925	19.1533	18.4075	17.9231	15.6326	12.2705	10.5169
68	254n1069w	25.4467	-106.875	2326	32	5.00209	5.40375	6.24205	9.18275	12.1415	15.4713	15.796	15.2205	14.697	11.6591	7.97459	6.12758
69	254n1066w	25.4467	-106.562	2251	32	0.709903	1.01092	1.54566	4.41991	7.60213	12.1675	13.1567	12.7493	12.0974	8.31094	4.17487	1.98501
70	254n1062w	25.4467	-106.25	2600	32	-1.18917	-0.490094	0.151074	3.04659	5.97255	10.6672	11.8591	11.5684	10.6573	6.47897	2.20442	-0.095258

Río Mayo

NUM.	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	TMPMN1	TMPMN2	TMPMN3	TMPMN4	TMPMN5	TMPMN6	TMPMN7	TMPMN8	TMPMN9	TMPMN10	TMPMN11	TMPMN12
1	270n1091w	27.0078	-109.062	388	32	12.055	12.5773	13.5971	16.2301	19.3202	23.4734	24.863	23.5442	22.6991	19.7143	15.7056	12.7293
2	270n1094w	27.0078	-109.375	89	32	12.043	12.1931	13.1389	16.1924	19.5569	24.0828	26.2346	25.2583	24.4009	20.8272	16.2993	13.0669
3	273n1091w	27.32	-109.062	301	32	11.7246	12.2952	13.3667	16.1441	19.1806	23.1506	24.1394	22.6361	21.836	19.0864	15.2253	12.3893
4	273n1094w	27.32	-109.375	105	32	11.6438	11.9936	13.089	16.1459	19.4725	23.9378	25.5839	24.1172	23.2014	19.9511	15.5669	12.3981
5	276n1091w	27.6323	-109.062	932	32	10.9249	11.5071	12.5012	15.4817	18.5192	22.3087	23.0128	21.6038	20.8216	17.9718	14.1982	11.5874
6	276n1094w	27.6323	-109.375	379	32	11.3652	11.9637	13.0962	15.9021	19.0523	23.2926	24.4959	22.834	21.9512	18.9373	14.8896	11.9532
7	279n1091w	27.9445	-109.062	899	32	8.95579	9.50155	10.3581	13.4531	16.5118	20.3297	21.2762	20.1156	19.1728	15.926	12.0477	9.59024
8	279n1094w	27.9445	-109.375	500	32	10.5086	11.1237	12.2145	15.1821	18.3149	22.297	23.2803	21.7382	20.8067	17.7012	13.8501	11.1625
9	283n1091w	28.2567	-109.062	1695	32	6.72671	7.22085	8.09466	11.0886	14.0306	18.0776	19.3966	18.4798	17.3173	13.7551	9.81435	7.36894
10	283n1094w	28.2567	-109.375	609	32	8.90197	9.44779	10.568	13.6818	16.8108	20.8749	21.9947	20.6056	19.5278	16.1613	12.3342	9.68709
11	286n1078w	28.5689	-107.812	2100	32	-0.497712	0.0727201	1.07899	3.83347	6.69233	10.9059	12.7858	12.0506	10.2701	6.41683	2.43844	0.00072589
12	286n1081w	28.5689	-108.125	2544	32	0.0454355	0.503908	1.4454	4.04691	6.67658	10.9642	13.2035	12.7845	11.2759	7.28234	3.0623	0.609193
13	286n1084w	28.5689	-108.438	1754	32	1.53561	2.03413	2.91119	5.48906	8.04806	12.1816	14.3584	14.0364	12.7458	8.86649	4.69066	2.16495
14	286n1088w	28.5689	-108.75	1191	32	3.91554	4.54965	5.32511	8.13895	10.9371	14.7013	16.34	15.821	14.6253	11.0306	7.10672	4.56176
15	286n1091w	28.5689	-109.062	1068	32	6.07378	6.59935	7.52668	10.5476	13.5968	17.4728	18.7571	17.8177	16.6058	13.0391	9.08116	6.65951
16	286n1094w	28.5689	-109.375	600	32	7.80774	8.35582	9.45152	12.6974	15.9699	19.9872	21.1112	19.6697	18.5503	14.7937	10.9548	8.47001

Cuadro 90. Desviación estándar de la temperatura máxima del aire mensual.

Río Fuerte

NUM.	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	TMPSTDMX1	TMPSTDMX2	TMPSTDMX3	TMPSTDMX4	TMPSTDMX5	TMPSTDMX6	TMPSTDMX7	TMPSTDMX8	TMPSTDMX9	TMPSTDMX10	TMPSTDMX11	TMPSTDMX12
1	283n1088w	28.2567	-108.75	1808	32	4.52725	4.8208	4.41866	3.85969	3.19362	3.1613	4.35895	3.94859	3.83809	4.22449	4.2868	4.52929
2	283n1084w	28.2567	-108.438	1499	32	4.47499	4.83122	4.47613	3.92471	3.27465	3.50564	4.44282	3.91461	3.81693	4.28446	4.26399	4.51518
3	283n1081w	28.2567	-108.125	2195	32	4.39057	4.8243	4.4761	3.98218	3.48245	3.70483	4.24148	3.56161	3.67087	4.1496	4.18733	4.44878
4	283n1078w	28.2567	-107.812	2316	32	4.26026	4.67659	4.32302	3.8407	3.48052	3.44612	3.57712	2.94589	3.30686	3.82094	4.06551	4.32732
5	283n1075w	28.2567	-107.5	2249	32	4.17099	4.40727	4.07532	3.6382	3.34648	3.12568	3.14609	2.68938	3.20251	3.54712	3.93554	4.21202
6	279n1088w	27.9445	-108.75	672	32	4.31779	4.56637	4.13559	3.62299	2.96376	2.75818	3.79998	3.41633	3.43332	3.98227	4.09251	4.34718
7	279n1084w	27.9445	-108.438	1201	32	4.32435	4.62649	4.22977	3.66741	3.07532	3.00194	4.02838	3.54003	3.41255	4.02538	4.10454	4.39641
8	279n1081w	27.9445	-108.125	2200	32	4.33489	4.65637	4.31773	3.76963	3.23364	3.48916	4.19532	3.52171	3.54912	4.03606	4.10672	4.37958
9	279n1078w	27.9445	-107.812	2479	32	4.32338	4.70699	4.3629	3.89246	3.48152	3.70286	3.89215	3.14482	3.41807	3.93722	4.08284	4.33096
10	279n1075w	27.9445	-107.5	2517	32	4.30612	4.54319	4.2263	3.82566	3.54048	3.51082	3.42836	2.87248	3.32575	3.74285	4.00702	4.28635
11	279n1072w	27.9445	-107.188	2209	32	4.32509	4.34919	4.01425	3.68802	3.4547	3.23466	3.17997	2.81438	3.40004	3.59334	3.9528	4.23949
12	276n1088w	27.6323	-108.75	982	32	4.22677	4.46958	4.06012	3.57309	2.84367	2.63609	3.71197	3.38154	3.46561	3.9067	3.98812	4.22103
13	276n1084w	27.6323	-108.438	723	32	4.28615	4.53276	4.10773	3.5557	2.88147	2.72725	3.82014	3.41783	3.37042	3.89203	4.03469	4.32858
14	276n1081w	27.6323	-108.125	2186	32	4.3456	4.62911	4.22464	3.62509	3.00458	3.14062	4.0097	3.55552	3.46922	3.95421	4.07793	4.36345
15	276n1078w	27.6323	-107.812	2340	32	4.33885	4.65664	4.32258	3.79642	3.3047	3.71005	4.13118	3.45515	3.55007	4.02356	4.12535	4.34419
16	276n1075w	27.6323	-107.5	2410	32	4.32768	4.62019	4.29679	3.85908	3.59003	3.72101	3.73212	3.04467	3.44772	3.88259	4.03883	4.32469
17	276n1072w	27.6323	-107.188	2034	32	4.35513	4.47855	4.12397	3.79145	3.56271	3.44418	3.38199	2.88107	3.41604	3.71421	4.01147	4.29896
18	276n1069w	27.6323	-106.875	2162	32	4.41087	4.30343	3.89444	3.66388	3.38672	3.20049	3.19981	2.90421	3.52435	3.60893	4.00502	4.27412
19	273n1088w	27.32	-108.75	925	32	4.14926	4.35322	3.9535	3.50809	2.70873	2.58685	3.71409	3.49186	3.64701	3.86295	3.87494	4.09181
20	273n1084w	27.32	-108.438	1226	32	4.23993	4.449	4.03497	3.51201	2.73553	2.62941	3.82694	3.49854	3.56201	3.83985	3.93322	4.24346
21	273n1081w	27.32	-108.125	2037	32	4.27873	4.49798	4.10496	3.53058	2.83398	2.83759	3.91125	3.58042	3.51554	3.88632	4.00255	4.33136
22	273n1078w	27.32	-107.812	1095	32	4.29471	4.56543	4.19186	3.60397	3.03133	3.26254	4.02039	3.63348	3.60374	3.96221	4.07157	4.3419
23	273n1075w	27.32	-107.5	2190	32	4.30801	4.60962	4.24699	3.71798	3.35781	3.60586	3.9708	3.35864	3.56438	3.92015	4.09414	4.31857
24	273n1072w	27.32	-107.188	2204	32	4.30458	4.52729	4.20576	3.79865	3.55151	3.593	3.67387	3.00868	3.44159	3.78159	4.08752	4.28241
25	273n1069w	27.32	-106.875	1970	32	4.33785	4.37868	4.03965	3.81266	3.56815	3.41117	3.35566	2.89228	3.49652	3.64542	4.05961	4.21779
26	273n1066w	27.32	-106.562	2160	32	4.40796	4.21112	3.8512	3.69901	3.40108	3.25452	3.23168	2.91391	3.58641	3.61674	4.03676	4.19398
27	270n1088w	27.0078	-108.75	498	32	4.03207	4.17505	3.79332	3.38675	2.57669	2.43929	3.51304	3.40502	3.64825	3.74546	3.73859	3.94925

NUM.	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	TMPSTDMX1	TMPSTDMX2	TMPSTDMX3	TMPSTDMX4	TMPSTDMX5	TMPSTDMX6	TMPSTDMX7	TMPSTDMX8	TMPSTDMX9	TMPSTDMX10	TMPSTDMX11	TMPSTDMX12
28	270n1084w	27.0078	-108.438	609	32	4.19728	4.36338	3.93123	3.45106	2.62968	2.53374	3.78275	3.51767	3.69997	3.77582	3.82982	4.16375
29	270n1081w	27.0078	-108.125	947	32	4.24458	4.41953	3.97731	3.43517	2.68423	2.63571	3.84328	3.52628	3.60987	3.80205	3.90061	4.28149
30	270n1078w	27.0078	-107.812	1334	32	4.26116	4.47774	4.08614	3.48664	2.86368	2.97165	3.97932	3.69385	3.64505	3.90726	3.99986	4.31689
31	270n1075w	27.0078	-107.5	2039	32	4.26491	4.5492	4.17819	3.65049	3.13424	3.46577	4.08536	3.63127	3.66572	3.91749	4.07546	4.29497
32	270n1072w	27.0078	-107.188	2403	32	4.24158	4.51907	4.20073	3.76693	3.43996	3.59973	3.82752	3.22829	3.51752	3.80305	4.08217	4.22627
33	270n1069w	27.0078	-106.875	2205	32	4.21727	4.37833	4.10751	3.78478	3.56928	3.46567	3.47273	2.89179	3.40226	3.63741	4.04313	4.11778
34	270n1066w	27.0078	-106.562	2226	32	4.23104	4.18004	3.90959	3.72246	3.49379	3.33151	3.22943	2.83619	3.45681	3.51642	3.95552	4.00471
35	270n1062w	27.0078	-106.25	1683	32	4.28276	3.99392	3.65456	3.52588	3.25164	3.22201	3.17379	2.82849	3.45901	3.49597	3.88422	3.99302
36	267n1088w	26.6956	-108.75	213	32	3.77677	3.84709	3.52013	3.16067	2.3808	2.21092	3.15752	3.0992	3.39227	3.47411	3.49862	3.67112
37	267n1084w	26.6956	-108.438	282	32	4.08264	4.17464	3.77411	3.30807	2.49265	2.41728	3.63775	3.43332	3.66937	3.61803	3.68234	4.01852
38	267n1081w	26.6956	-108.125	458	32	4.16283	4.29402	3.89417	3.34651	2.58084	2.55663	3.89099	3.52902	3.69722	3.62788	3.74975	4.15721
39	267n1078w	26.6956	-107.812	1544	32	4.15306	4.32228	3.96515	3.36385	2.68683	2.72433	3.95211	3.52094	3.56587	3.61376	3.80647	4.18196
40	267n1075w	26.6956	-107.5	1228	32	4.15588	4.38939	4.01995	3.44395	2.89205	3.05377	3.98517	3.56649	3.48724	3.61941	3.882	4.16017
41	267n1072w	26.6956	-107.188	2292	32	4.15683	4.45863	4.05208	3.58145	3.09795	3.29669	3.82166	3.27468	3.41431	3.61224	3.93895	4.10077
42	267n1069w	26.6956	-106.875	2288	32	4.15174	4.40762	4.07066	3.69847	3.33748	3.33423	3.4579	2.93913	3.33716	3.55092	3.95154	4.00954
43	267n1066w	26.6956	-106.562	2388	32	4.14781	4.21882	4.00798	3.74969	3.45303	3.3342	3.18764	2.8143	3.35701	3.4414	3.91691	3.93852
44	267n1062w	26.6956	-106.25	1908	32	4.18834	4.02771	3.82089	3.71168	3.48643	3.4071	3.12203	2.82189	3.40471	3.38507	3.80851	3.90108
45	264n1084w	26.3833	-108.438	255	32	3.95054	3.989	3.62845	3.1834	2.37552	2.31412	3.59698	3.44154	3.68067	3.4586	3.55511	3.85173
46	264n1081w	26.3833	-108.125	1033	32	4.078	4.15663	3.76235	3.25806	2.48361	2.57841	4.00006	3.70784	3.82516	3.50654	3.62286	4.03099
47	264n1078w	26.3833	-107.812	1212	32	4.01726	4.16888	3.81256	3.27715	2.59442	2.75797	3.98125	3.54968	3.62327	3.41031	3.59867	4.01348
48	264n1075w	26.3833	-107.5	1500	32	3.97966	4.17213	3.82642	3.29137	2.69259	2.95004	3.84448	3.34268	3.35433	3.31557	3.62689	3.95675
49	264n1072w	26.3833	-107.188	2298	32	4.03458	4.26315	3.87034	3.39558	2.88335	3.25414	3.86779	3.36864	3.36391	3.38597	3.75488	3.94769
50	264n1069w	26.3833	-106.875	2287	32	4.09617	4.33936	3.95748	3.59594	3.2157	3.45638	3.68471	3.22632	3.44647	3.49631	3.87991	3.96544
51	264n1066w	26.3833	-106.562	2409	32	4.03794	4.15852	3.86952	3.63028	3.31615	3.42076	3.29537	2.87229	3.33853	3.32227	3.75479	3.86018
52	264n1062w	26.3833	-106.25	2305	32	4.06683	3.99402	3.78702	3.71806	3.47841	3.50672	3.06592	2.68118	3.25273	3.25196	3.65085	3.84166
53	261n1081w	26.0711	-108.125	298	32	4.01337	4.04798	3.63998	3.21881	2.40922	2.4762	3.91494	3.73908	3.93823	3.44022	3.55759	3.89377
54	261n1078w	26.0711	-107.812	716	32	3.95825	4.05515	3.6539	3.21106	2.47141	2.68764	3.97879	3.64341	3.74577	3.33686	3.51015	3.87463
55	261n1075w	26.0711	-107.5	1027	32	3.90458	4.05515	3.65891	3.19334	2.53454	2.81557	3.77027	3.36709	3.45711	3.17858	3.48275	3.82129

NUM.	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	TMPSTDMX1	TMPSTDMX2	TMPSTDMX3	TMPSTDMX4	TMPSTDMX5	TMPSTDMX6	TMPSTDMX7	TMPSTDMX8	TMPSTDMX9	TMPSTDMX10	TMPSTDMX11	TMPSTDMX12
56	261n1072w	26.0711	-107.188	1301	32	3.95752	4.15002	3.71655	3.23197	2.73339	3.19996	3.82075	3.42753	3.42218	3.24551	3.56142	3.81286
57	261n1069w	26.0711	-106.875	2565	32	4.08874	4.30477	3.83823	3.45039	3.12781	3.72094	3.94495	3.5253	3.61438	3.47819	3.73735	3.88636
58	261n1066w	26.0711	-106.562	2726	32	4.10057	4.21487	3.81633	3.55768	3.34656	3.68291	3.63085	3.1389	3.5074	3.39123	3.72419	3.84712
59	261n1062w	26.0711	-106.25	2894	32	4.05485	4.08652	3.78675	3.71756	3.51635	3.46998	3.15086	2.69518	3.31323	3.31276	3.65625	3.87951
60	258n1078w	25.7589	-107.812	297	32	3.81701	3.87624	3.43357	3.1175	2.3248	2.48737	3.71114	3.50387	3.68127	3.19673	3.40358	3.69145
61	258n1075w	25.7589	-107.5	1377	32	3.80332	3.92178	3.4524	3.09913	2.35286	2.65691	3.69347	3.39992	3.51739	3.08104	3.38609	3.69057
62	258n1072w	25.7589	-107.188	899	32	3.81872	3.9894	3.52448	3.13379	2.50858	2.91841	3.63291	3.32814	3.40822	3.07426	3.42907	3.71047
63	258n1069w	25.7589	-106.875	2310	32	3.91246	4.11754	3.65223	3.26417	2.83258	3.546	3.95427	3.62186	3.6126	3.323	3.56905	3.75794
64	258n1066w	25.7589	-106.562	2146	32	3.92453	4.1233	3.71525	3.40625	3.137	3.69911	3.82492	3.40648	3.54569	3.36274	3.63739	3.79351
65	258n1062w	25.7589	-106.25	2521	32	3.88117	4.01988	3.64001	3.50418	3.30896	3.34949	3.31706	2.79782	3.3151	3.21144	3.57693	3.79504
66	254n1075w	25.4467	-107.5	551	32	3.66359	3.71352	3.2491	2.98278	2.19741	2.4368	3.5131	3.3781	3.51204	2.99549	3.30275	3.559
67	254n1072w	25.4467	-107.188	1076	32	3.70956	3.8429	3.34341	3.04613	2.28999	2.613	3.56051	3.3663	3.44648	2.99464	3.34156	3.6267
68	254n1069w	25.4467	-106.875	2326	32	3.75378	3.94667	3.45111	3.13055	2.48638	2.94932	3.67823	3.45242	3.48198	3.0966	3.43195	3.66636
69	254n1066w	25.4467	-106.562	2251	32	3.77373	3.99849	3.54416	3.25697	2.78207	3.31158	3.87447	3.53242	3.53064	3.19365	3.52556	3.71522
70	254n1062w	25.4467	-106.25	2600	32	3.7875	4.02115	3.60865	3.41666	3.1465	3.39609	3.68326	3.22038	3.47523	3.23405	3.59689	3.7557

Río Mayo

NUM	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_YRS	TMPSTDMX1	TMPSTDMX2	TMPSTDMX3	TMPSTDMX4	TMPSTDMX5	TMPSTDMX6	TMPSTDMX7	TMPSTDMX8	TMPSTDMX9	TMPSTDMX10	TMPSTDMX11	TMPSTDMX12
1	270n1091w	27.0078	-109.062	388	32	3.72905	3.84404	3.53525	3.24033	2.52614	2.25789	3.04206	3.08311	3.3448	3.57768	3.53682	3.60643
2	270n1094w	27.0078	-109.375	89	32	3.2705	3.38582	3.15829	3.00878	2.46662	2.12143	2.52834	2.58458	2.84764	3.26088	3.22528	3.1707
3	273n1091w	27.32	-109.062	301	32	4.02764	4.22811	3.85865	3.4937	2.72291	2.5165	3.46032	3.37112	3.62547	3.86335	3.80437	3.90851
4	273n1094w	27.32	-109.375	105	32	3.80889	4.04011	3.71623	3.43136	2.75951	2.4518	3.15015	3.19024	3.46704	3.74941	3.6742	3.6838
5	276n1091w	27.6323	-109.062	932	32	4.18319	4.41425	4.03262	3.5997	2.84548	2.61124	3.58658	3.3784	3.5613	3.95854	3.95879	4.10551
6	276n1094w	27.6323	-109.375	379	32	4.11139	4.37407	4.01919	3.62778	2.89359	2.61254	3.46241	3.36402	3.66938	3.97018	3.93132	4.00482
7	279n1091w	27.9445	-109.062	899	32	4.29218	4.49152	4.09659	3.61221	2.90033	2.68925	3.69133	3.37788	3.53802	3.95064	4.04108	4.24338
8	279n1094w	27.9445	-109.375	500	32	4.23731	4.47028	4.07687	3.63098	2.9088	2.67342	3.52563	3.35703	3.60455	3.94977	4.00471	4.16339
9	283n1091w	28.2567	-109.062	1695	32	4.43496	4.65098	4.25644	3.74785	3.05322	2.89027	4.02632	3.6788	3.70754	4.04691	4.18891	4.39951
10	283n1094w	28.2567	-109.375	609	32	4.31645	4.54402	4.15594	3.69554	2.98499	2.77958	3.74746	3.3956	3.55578	3.9771	4.08673	4.28008
11	286n1078w	28.5689	-107.812	2100	32	4.19423	4.58258	4.29597	3.8093	3.40695	3.28822	3.34891	2.84535	3.27368	3.77194	4.13088	4.35909
12	286n1081w	28.5689	-108.125	2544	32	4.39947	4.83293	4.58245	4.09743	3.56207	3.71825	4.01993	3.41783	3.67229	4.18613	4.31325	4.54826
13	286n1084w	28.5689	-108.438	1754	32	4.44266	4.79067	4.4916	3.92824	3.29703	3.31059	4.32345	3.81652	3.7375	4.16246	4.29673	4.55491
14	286n1088w	28.5689	-108.75	1191	32	4.51828	4.80924	4.49019	3.87637	3.2018	3.17601	4.34656	4.05457	3.92458	4.19807	4.33691	4.56433
15	286n1091w	28.5689	-109.062	1068	32	4.44283	4.72011	4.33876	3.8107	3.09645	2.98125	4.16712	3.78349	3.77248	4.00012	4.22002	4.44333
16	286n1094w	28.5689	-109.375	600	32	4.33876	4.63064	4.23006	3.78795	3.06191	2.89801	4.018	3.55059	3.60147	3.96071	4.11465	4.3407

Cuadro 91. Desviación estándar de la temperatura mínima mensual.

Río Fuerte

NUM.	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	TMPSTDMN1	TMPSTDMN2	TMPSTDMN3	TMPSTDMN4	TMPSTDMN5	TMPSTDMN6	TMPSTDMN7	TMPSTDMN8	TMPSTDMN9	TMPSTDMN10	TMPSTDMN11	TMPSTDMN12
1	283n1088w	28.2567	-108.75	1808	32	3.25928	3.39127	3.20045	3.09227	2.82808	2.62776	1.47847	1.40581	1.9087	2.77248	3.22011	3.46248
2	283n1084w	28.2567	-108.438	1499	32	3.34655	3.36574	3.16513	3.07323	2.88108	2.78404	1.61413	1.49024	1.95287	2.86601	3.20771	3.45439
3	283n1081w	28.2567	-108.125	2195	32	3.44163	3.58279	3.38581	3.18603	2.92269	2.97652	1.62974	1.45089	2.01134	2.92401	3.3068	3.5241
4	283n1078w	28.2567	-107.812	2316	32	3.39054	3.5162	3.32237	3.20482	2.88143	2.81286	1.49593	1.39966	2.08464	2.7802	3.19608	3.45498
5	283n1075w	28.2567	-107.5	2249	32	3.3566	3.407	3.24455	3.16735	2.77644	2.50619	1.41095	1.41591	2.11181	2.68369	3.15658	3.47791
6	279n1088w	27.9445	-108.75	672	32	3.15975	3.26073	3.02611	2.98287	2.70194	2.49037	1.51328	1.5578	1.99992	2.80472	3.07745	3.36201
7	279n1084w	27.9445	-108.438	1201	32	3.24259	3.2305	2.97262	2.98061	2.89666	2.70003	1.52523	1.49913	2.01805	2.89377	3.10519	3.33339
8	279n1081w	27.9445	-108.125	2200	32	3.42312	3.42069	3.26118	3.17132	3.17155	3.08074	1.55041	1.37119	2.0074	3.05291	3.30267	3.3976
9	279n1078w	27.9445	-107.812	2479	32	3.38159	3.41926	3.30554	3.23047	3.10081	3.06165	1.44093	1.30156	2.06224	2.92857	3.22683	3.43205
10	279n1075w	27.9445	-107.5	2517	32	3.41076	3.42234	3.32508	3.24199	2.9133	2.64073	1.37001	1.31041	2.12115	2.73028	3.19129	3.50599
11	279n1072w	27.9445	-107.188	2209	32	3.59479	3.58537	3.46172	3.25605	2.75432	2.25188	1.41763	1.37977	2.22646	2.81335	3.44284	3.79619
12	276n1088w	27.6323	-108.75	982	32	3.02272	3.13442	2.91247	2.86826	2.51699	2.14462	1.42552	1.40701	1.79393	2.60367	2.98168	3.18973
13	276n1084w	27.6323	-108.438	723	32	3.13272	3.20523	2.93776	2.9357	2.73714	2.34083	1.40687	1.36838	1.79828	2.68488	3.06363	3.28344
14	276n1081w	27.6323	-108.125	2186	32	3.48175	3.47571	3.22308	3.26603	3.23648	2.86655	1.39402	1.26802	1.85213	3.01099	3.3676	3.41837
15	276n1078w	27.6323	-107.812	2340	32	3.57454	3.5246	3.43077	3.44074	3.54311	3.25319	1.37584	1.24701	1.97471	3.17863	3.47899	3.57297
16	276n1075w	27.6323	-107.5	2410	32	3.33895	3.33396	3.2277	3.3011	3.17571	2.85802	1.31642	1.24791	1.98172	2.86773	3.17056	3.41509
17	276n1072w	27.6323	-107.188	2034	32	3.56419	3.53311	3.39315	3.28966	2.83219	2.31309	1.33439	1.27936	2.04327	2.74613	3.35595	3.72746
18	276n1069w	27.6323	-106.875	2162	32	3.72442	3.70132	3.50388	3.23331	2.64488	2.04724	1.40021	1.36074	2.168	2.90623	3.65007	4.064
19	273n1088w	27.32	-108.75	925	32	2.93962	2.95364	2.83945	2.75104	2.33988	1.95974	1.31058	1.21932	1.54361	2.35454	2.86132	3.03597
20	273n1084w	27.32	-108.438	1226	32	2.99802	3.05864	2.82989	2.81774	2.48559	2.04507	1.33281	1.26447	1.5866	2.45855	2.93441	3.13439
21	273n1081w	27.32	-108.125	2037	32	3.16475	3.20017	2.95662	3.02623	2.84042	2.3677	1.34598	1.25079	1.68445	2.69912	3.10615	3.22905
22	273n1078w	27.32	-107.812	1095	32	3.39689	3.43346	3.25588	3.35089	3.27537	2.82323	1.35558	1.26622	1.82134	3.02413	3.35857	3.3953
23	273n1075w	27.32	-107.5	2190	32	3.4261	3.44363	3.25774	3.33405	3.3719	3.06622	1.34341	1.27309	1.91885	3.07511	3.32729	3.45924
24	273n1072w	27.32	-107.188	2204	32	3.32373	3.28787	3.19473	3.26467	2.97197	2.65311	1.32273	1.28011	1.93113	2.74652	3.08404	3.40791
25	273n1069w	27.32	-106.875	1970	32	3.64122	3.56922	3.40176	3.23977	2.67744	2.11212	1.35776	1.35476	2.07645	2.79114	3.40455	3.85109
26	273n1066w	27.32	-106.562	2160	32	3.67993	3.66858	3.45318	3.22121	2.56796	1.88322	1.3724	1.41671	2.1878	2.94599	3.62027	4.05447
27	270n1088w	27.0078	-108.75	498	32	2.81939	2.75538	2.69696	2.63963	2.25764	1.97246	1.27406	1.14339	1.49038	2.27588	2.72733	2.86403

NUM.	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_YRS	TMPSTDMN1	TMPSTDMN2	TMPSTDMN3	TMPSTDMN4	TMPSTDMN5	TMPSTDMN6	TMPSTDMN7	TMPSTDMN8	TMPSTDMN9	TMPSTDMN10	TMPSTDMN11	TMPSTDMN12
28	270n1084w	27.0078	-108.438	609	32	2.88288	2.89261	2.72606	2.67795	2.25591	1.83501	1.33821	1.24167	1.54088	2.31787	2.78944	2.94754
29	270n1081w	27.0078	-108.125	947	32	2.95259	2.96162	2.77494	2.78567	2.42686	1.952	1.39663	1.3047	1.57451	2.43063	2.87575	3.02161
30	270n1078w	27.0078	-107.812	1334	32	3.04272	3.07539	2.90384	2.97908	2.70357	2.20739	1.40386	1.32673	1.66317	2.63048	3.00343	3.0844
31	270n1075w	27.0078	-107.5	2039	32	3.18603	3.19342	3.02818	3.09411	2.97902	2.6477	1.43398	1.33333	1.78617	2.83581	3.08226	3.19455
32	270n1072w	27.0078	-107.188	2403	32	3.15434	3.09183	3.00251	3.04751	2.9132	2.75609	1.42277	1.3279	1.8782	2.76467	2.91715	3.17452
33	270n1069w	27.0078	-106.875	2205	32	3.26743	3.20927	3.15123	3.12118	2.69209	2.28434	1.40856	1.35951	1.99716	2.6124	2.95522	3.32926
34	270n1066w	27.0078	-106.562	2226	32	3.54678	3.47462	3.32787	3.16534	2.52695	1.8899	1.35259	1.42396	2.15137	2.74358	3.30109	3.72243
35	270n1062w	27.0078	-106.25	1683	32	3.5459	3.47336	3.30483	3.17977	2.51643	1.78388	1.28498	1.39644	2.08234	2.75074	3.41919	3.87211
36	267n1088w	26.6956	-108.75	213	32	2.64497	2.54223	2.53216	2.51064	2.26629	2.07534	1.19477	1.10456	1.4227	2.19364	2.58616	2.66912
37	267n1084w	26.6956	-108.438	282	32	2.78274	2.75281	2.63896	2.52878	2.13631	1.78521	1.28078	1.16078	1.42528	2.19061	2.6613	2.79872
38	267n1081w	26.6956	-108.125	458	32	2.8844	2.84669	2.65561	2.60439	2.2177	1.78558	1.31666	1.22994	1.45534	2.26025	2.75104	2.91614
39	267n1078w	26.6956	-107.812	1544	32	2.92749	2.87928	2.70782	2.73834	2.37844	1.98885	1.37309	1.27866	1.51024	2.39138	2.7884	2.95153
40	267n1075w	26.6956	-107.5	1228	32	2.95023	2.93233	2.74947	2.78122	2.51346	2.24578	1.42462	1.30939	1.62395	2.51603	2.77319	2.93475
41	267n1072w	26.6956	-107.188	2292	32	2.97365	3.06197	2.82301	2.80502	2.5938	2.54384	1.46566	1.307	1.79227	2.5712	2.69961	2.91654
42	267n1069w	26.6956	-106.875	2288	32	3.04705	3.13701	2.9621	2.94841	2.59564	2.424	1.49364	1.36289	1.93871	2.51076	2.66812	2.93995
43	267n1066w	26.6956	-106.562	2388	32	3.27415	3.22136	3.19202	3.12744	2.544	2.06657	1.47886	1.43839	2.07133	2.47607	2.89003	3.22564
44	267n1062w	26.6956	-106.25	1908	32	3.48898	3.3505	3.29341	3.15732	2.46649	1.8233	1.34715	1.42463	2.09454	2.54115	3.20008	3.60607
45	264n1084w	26.3833	-108.438	255	32	2.71575	2.63344	2.56672	2.48198	2.17325	1.90669	1.17628	1.07369	1.35711	2.12048	2.58662	2.72089
46	264n1081w	26.3833	-108.125	1033	32	2.83477	2.76744	2.58821	2.50115	2.0873	1.72492	1.2245	1.10943	1.34751	2.12976	2.65427	2.84696
47	264n1078w	26.3833	-107.812	1212	32	2.88037	2.81773	2.62035	2.58154	2.16743	1.76269	1.27576	1.15024	1.34486	2.19127	2.69291	2.91809
48	264n1075w	26.3833	-107.5	1500	32	2.85508	2.82822	2.64706	2.65382	2.29146	2.00186	1.33688	1.22318	1.48932	2.29848	2.65019	2.8855
49	264n1072w	26.3833	-107.188	2298	32	2.90924	2.85634	2.74156	2.7719	2.44615	2.39063	1.41602	1.28065	1.71268	2.4745	2.65428	2.86422
50	264n1069w	26.3833	-106.875	2287	32	3.16418	3.06807	3.04096	2.99701	2.68091	2.70266	1.58174	1.43124	1.98594	2.67274	2.76757	3.06175
51	264n1066w	26.3833	-106.562	2409	32	3.41527	3.27475	3.33533	3.33079	2.7936	2.48508	1.65859	1.5489	2.19517	2.66066	2.9076	3.26464
52	264n1062w	26.3833	-106.25	2305	32	3.60017	3.41925	3.41246	3.31145	2.57689	2.02595	1.55197	1.55931	2.26668	2.67254	3.14917	3.56138
53	261n1081w	26.0711	-108.125	298	32	2.75756	2.66965	2.53457	2.4592	2.11	1.79143	1.17264	1.05557	1.33194	2.0716	2.5611	2.7564
54	261n1078w	26.0711	-107.812	716	32	2.80569	2.74244	2.53613	2.47596	2.04688	1.68908	1.22564	1.11996	1.34907	2.12645	2.64281	2.83542
55	261n1075w	26.0711	-107.5	1027	32	2.8326	2.8146	2.61144	2.58204	2.18041	1.78053	1.25014	1.16587	1.4138	2.23594	2.64992	2.86403

NUM.	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_YRS	TMPSTDMN1	TMPSTDMN2	TMPSTDMN3	TMPSTDMN4	TMPSTDMN5	TMPSTDMN6	TMPSTDMN7	TMPSTDMN8	TMPSTDMN9	TMPSTDMN10	TMPSTDMN11	TMPSTDMN12
56	261n1072w	26.0711	-107.188	1301	32	3.01006	2.99714	2.71374	2.80211	2.47296	2.17906	1.29331	1.23561	1.58072	2.43358	2.71552	2.90543
57	261n1069w	26.0711	-106.875	2565	32	3.46117	3.29415	3.04995	3.18724	3.03346	2.81262	1.45725	1.36383	1.86627	2.87212	3.04373	3.28155
58	261n1066w	26.0711	-106.562	2726	32	3.72185	3.40991	3.41707	3.52727	3.27729	2.86689	1.57635	1.52195	2.12926	3.0229	3.16261	3.52169
59	261n1062w	26.0711	-106.25	2894	32	3.77858	3.49065	3.46309	3.47231	2.85887	2.27328	1.63738	1.61774	2.35757	2.90463	3.20922	3.66493
60	258n1078w	25.7589	-107.812	297	32	2.64024	2.61079	2.43455	2.35373	2.01273	1.72786	1.20758	1.11485	1.3011	1.98566	2.46532	2.63912
61	258n1075w	25.7589	-107.5	1377	32	2.7028	2.68559	2.48505	2.44649	2.00416	1.62539	1.20101	1.12079	1.32802	2.12956	2.59675	2.75559
62	258n1072w	25.7589	-107.188	899	32	2.85454	2.84366	2.6523	2.71129	2.3148	1.74987	1.15637	1.07972	1.33143	2.26956	2.70971	2.85634
63	258n1069w	25.7589	-106.875	2310	32	3.43397	3.28499	3.09998	3.25021	3.12609	2.37525	1.25466	1.19131	1.56692	2.75822	3.17314	3.2813
64	258n1066w	25.7589	-106.562	2146	32	3.86852	3.56664	3.45097	3.70008	3.7564	2.78179	1.37715	1.36267	1.84827	3.24586	3.56363	3.71572
65	258n1062w	25.7589	-106.25	2521	32	3.61503	3.30038	3.37567	3.51192	3.22037	2.36751	1.39277	1.41328	2.02709	2.94115	3.15637	3.56653
66	254n1075w	25.4467	-107.5	551	32	2.53535	2.48172	2.30396	2.2629	1.91858	1.68307	1.19648	1.12083	1.32454	1.9781	2.42209	2.57508
67	254n1072w	25.4467	-107.188	1076	32	2.74687	2.68278	2.45342	2.46295	2.00073	1.56607	1.17986	1.123	1.33262	2.18014	2.61001	2.8148
68	254n1069w	25.4467	-106.875	2326	32	3.12795	3.0087	2.79874	2.86791	2.60033	1.97336	1.25027	1.21699	1.51162	2.57074	2.86256	3.05384
69	254n1066w	25.4467	-106.562	2251	32	3.65775	3.47322	3.23935	3.42999	3.42328	2.53618	1.37579	1.34905	1.75634	3.1054	3.40944	3.49722
70	254n1062w	25.4467	-106.25	2600	32	3.69802	3.43777	3.3857	3.64227	3.60406	2.63782	1.33776	1.32587	1.81937	3.29557	3.54618	3.55913

Río Mayo

NUM	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	TMPSTDMN1	TMPSTDMN2	TMPSTDMN3	TMPSTDMN4	TMPSTDMN5	TMPSTDMN6	TMPSTDMN7	TMPSTDMN8	TMPSTDMN9	TMPSTDMN10	TMPSTDMN11	TMPSTDMN12
1	270n1091w	27.0078	-109.062	388	32	2.69956	2.53741	2.54898	2.63397	2.40303	2.29547	1.20788	1.12606	1.52355	2.33325	2.68637	2.75964
2	270n1094w	27.0078	-109.375	89	32	2.60382	2.4024	2.43468	2.68469	2.55808	2.51793	1.19211	1.15175	1.62165	2.45991	2.63022	2.72845
3	273n1091w	27.32	-109.062	301	32	2.89349	2.81308	2.76536	2.74513	2.36006	2.16717	1.31785	1.17489	1.52114	2.38032	2.85567	2.95838
4	273n1094w	27.32	-109.375	105	32	2.81257	2.62052	2.61378	2.76265	2.48399	2.43151	1.28758	1.18091	1.60081	2.50837	2.86388	2.90032
5	276n1091w	27.6323	-109.062	932	32	2.98299	3.03092	2.9732	2.85969	2.43736	2.12671	1.3996	1.33217	1.74488	2.57722	2.95396	3.11024
6	276n1094w	27.6323	-109.375	379	32	2.95115	2.89804	2.84924	2.8369	2.46109	2.34886	1.37376	1.23929	1.66151	2.56497	2.98962	3.03045
7	279n1091w	27.9445	-109.062	899	32	3.09326	3.20995	3.16117	3.00568	2.61614	2.38177	1.42762	1.4592	1.97376	2.80849	3.07378	3.29479
8	279n1094w	27.9445	-109.375	500	32	2.98445	3.06513	3.09305	2.92389	2.49914	2.34997	1.41593	1.37363	1.89525	2.72788	3.03026	3.12661
9	283n1091w	28.2567	-109.062	1695	32	3.22852	3.33457	3.25862	3.19437	2.80085	2.62796	1.41235	1.40227	1.96989	2.83513	3.20753	3.40168
10	283n1094w	28.2567	-109.375	609	32	3.08078	3.19614	3.22661	3.09224	2.66739	2.5498	1.39941	1.42904	1.98937	2.84314	3.10234	3.23828
11	286n1078w	28.5689	-107.812	2100	32	3.29818	3.40539	3.18746	3.14233	2.75936	2.6455	1.45067	1.46406	2.08256	2.74206	3.17448	3.41586
12	286n1081w	28.5689	-108.125	2544	32	3.42881	3.58637	3.33826	3.1956	2.82279	2.85408	1.60384	1.50856	2.06005	2.88733	3.33888	3.54548
13	286n1084w	28.5689	-108.438	1754	32	3.52145	3.54676	3.34734	3.20115	2.89296	2.8944	1.67248	1.51203	2.00741	2.94353	3.40487	3.6545
14	286n1088w	28.5689	-108.75	1191	32	3.29897	3.3834	3.21553	3.11406	2.80952	2.68263	1.48793	1.36236	1.87775	2.78261	3.28152	3.46236
15	286n1091w	28.5689	-109.062	1068	32	3.22409	3.31692	3.28436	3.1753	2.75112	2.63402	1.41788	1.39863	1.93699	2.79477	3.25489	3.37808
16	286n1094w	28.5689	-109.375	600	32	3.13962	3.24408	3.24836	3.21194	2.73948	2.67275	1.43531	1.53123	2.10303	2.85856	3.16022	3.27985

Cuadro 92. Precipitación promedio mensual.

Río Fuerte

NUM	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	PCPMM1	PCPMM2	PCPMM3	PCPMM4	PCPMM5	PCPMM6	PCPMM7	PCPMM8	PCPMM9	PCPMM10	PCPMM11	PCPMM12
1	283n1088w	28.2567	-108.75	1808	32	38.2561	30.5922	17.1562	10.9175	5.97842	47.6997	292.841	278.063	154.054	49.1797	22.5363	43.4195
2	283n1084w	28.2567	-108.438	1499	32	31.3186	26.6716	15.3163	10.4296	7.78523	51.4056	236.104	233.961	122.48	39.6835	17.86	37.0251
3	283n1081w	28.2567	-108.125	2195	32	29.5133	25.9016	15.17	13.1283	11.9046	58.9832	236.45	236.928	118.592	37.0808	16.0439	34.8779
4	283n1078w	28.2567	-107.812	2316	32	24.4003	21.2894	12.6939	13.7743	15.1313	62.0694	201.045	210.156	110.769	32.3042	12.7473	26.8243
5	283n1075w	28.2567	-107.5	2249	32	19.5926	15.5727	10.208	13.5437	16.4589	55.7455	152.919	177.742	105.968	28.2019	9.80751	19.7077
6	279n1088w	27.9445	-108.75	672	32	38.8947	32.3287	18.7022	8.21744	3.45122	36.3494	245.698	212.984	115.479	46.7506	22.4364	51.1518
7	279n1084w	27.9445	-108.438	1201	32	34.7389	31.3218	17.3727	8.42842	5.23212	44.3099	236.378	214.332	108.317	37.9787	19.8671	47.8161
8	279n1081w	27.9445	-108.125	2200	32	30.34	27.591	15.2888	10.8029	10.217	63.8041	254.921	245.147	125.676	35.7153	16.563	39.3568
9	279n1078w	27.9445	-107.812	2479	32	25.6146	22.6199	13.0085	13.0403	15.8348	72.237	229.284	228.03	125.188	34.2594	13.5166	29.2369
10	279n1075w	27.9445	-107.5	2517	32	20.3441	16.6483	10.2073	13.3456	18.1084	68.2682	191.231	204.837	123.557	31.9901	10.282	20.1199
11	279n1072w	27.9445	-107.188	2209	32	15.3523	11.0084	7.54776	11.7615	16.085	54.5219	137.816	164.746	110.305	26.8411	7.8596	13.5928
12	276n1088w	27.6323	-108.75	982	32	42.9158	37.2479	19.7463	8.25346	3.18375	36.2403	269.916	233.262	132.591	51.9103	25.599	59.8784
13	276n1084w	27.6323	-108.438	723	32	33.4821	30.6394	16.0996	6.92056	3.86369	36.6156	221.768	198.245	107.195	35.7412	19.3328	46.6941
14	276n1081w	27.6323	-108.125	2186	32	33.6009	30.7157	16.3254	9.31402	8.07099	63.0228	268.717	252.637	138.298	38.3452	18.5151	44.881
15	276n1078w	27.6323	-107.812	2340	32	28.2942	25.5568	13.5751	11.3428	12.6212	70.0269	238.32	231.315	134.691	36.1833	15.4795	34.2025
16	276n1075w	27.6323	-107.5	2410	32	23.2665	19.665	10.68	12.2701	15.5132	69.9192	208.803	211.433	129.294	33.9525	12.7203	24.5639
17	276n1072w	27.6323	-107.188	2034	32	16.5163	12.1144	6.90309	10.3811	14.316	57.6406	157.964	173.291	114.35	28.1229	8.99913	14.597
18	276n1069w	27.6323	-106.875	2162	32	14.7024	8.63901	5.45166	9.65858	14.3098	51.8076	128.544	155.885	116.584	28.9813	8.91335	10.8569
19	273n1088w	27.32	-108.75	925	32	39.0504	31.9989	15.0838	6.90259	3.14063	36.7019	269.996	255.407	159.21	55.7029	24.1884	49.4923
20	273n1084w	27.32	-108.438	1226	32	37.9089	32.8563	16.3326	7.5212	3.9652	38.3399	259.637	236.955	145.553	48.4046	22.2079	49.7438
21	273n1081w	27.32	-108.125	2037	32	39.7983	35.2225	18.3478	9.13414	6.29007	53.3718	275.484	247.458	147.578	45.0883	21.9737	52.634
22	273n1078w	27.32	-107.812	1095	32	27.0066	23.9695	12.6292	7.70521	6.86734	46.9916	195.575	181.924	107.486	30.5777	14.6591	34.1505
23	273n1075w	27.32	-107.5	2190	32	28.5763	24.62	12.8766	10.6169	11.7386	63.3147	223.039	219.445	128.821	35.7109	16.0897	32.5236
24	273n1072w	27.32	-107.188	2204	32	22.0977	17.0296	8.64335	10.0047	13.4571	64.2186	197.689	203.693	125.404	32.7989	13.3063	21.184
25	273n1069w	27.32	-106.875	1970	32	15.8052	9.9378	4.84059	7.84662	12.956	56.2938	155.021	171.873	120.298	30.0439	10.6942	12.3019
26	273n1066w	27.32	-106.562	2160	32	14.8983	7.28058	4.38802	7.50722	14.1072	53.4496	126.916	158.985	124.038	32.3725	11.6929	10.5171
27	270n1088w	27.0078	-108.75	498	32	38.4253	27.5361	11.8754	5.62868	2.48404	35.5618	252.02	246.062	167.851	63.5569	24.174	43.7303

NUM	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_YRS	PCPMM1	PCPMM2	PCPMM3	PCPMM4	PCPMM5	PCPMM6	PCPMM7	PCPMM8	PCPMM9	PCPMM10	PCPMM11	PCPMM12
28	270n1084w	27.0078	-108.438	609	32	38.2976	29.5007	13.9882	6.56808	2.666	32.3715	239.955	214.954	143.678	54.9998	23.1811	47.3545
29	270n1081w	27.0078	-108.125	947	32	41.1554	33.5552	17.2312	7.96446	3.9587	35.7787	236.637	197.931	125.63	48.4519	23.5544	54.1102
30	270n1078w	27.0078	-107.812	1334	32	40.1603	33.978	18.2708	9.03629	6.22657	47.2357	234.095	195.622	117.464	41.4443	22.2343	52.459
31	270n1075w	27.0078	-107.5	2039	32	37.3616	31.728	17.1434	10.047	9.90922	60.8426	248.851	221.19	128.294	39.2114	22.0309	45.2639
32	270n1072w	27.0078	-107.188	2403	32	31.2	24.6548	13.0262	9.88757	13.7466	69.6516	242.112	232.189	136.919	37.6209	20.7597	32.7897
33	270n1069w	27.0078	-106.875	2205	32	21.7067	14.3254	6.91383	8.01099	14.7258	70.2799	201.751	212.795	135.369	33.676	16.3235	18.6322
34	270n1066w	27.0078	-106.562	2226	32	16.0769	8.83692	4.22706	7.17317	14.6923	68.1204	164.49	194.332	134.289	32.1569	13.3902	12.0196
35	270n1062w	27.0078	-106.25	1683	32	11.2711	5.5507	3.82862	6.13284	12.0607	50.4826	102.13	136.684	96.9728	24.9631	9.50055	8.59462
36	267n1088w	26.6956	-108.75	213	32	36.2292	23.1179	8.66992	4.36501	1.91464	37.8865	264.302	262.398	170.291	67.4102	22.7161	39.3092
37	267n1084w	26.6956	-108.438	282	32	37.5151	25.0185	11.044	5.66004	2.3909	34.2321	256.898	229.927	148.243	58.7077	23.1667	43.1321
38	267n1081w	26.6956	-108.125	458	32	37.9059	26.8766	13.3796	7.09865	3.39464	36.2559	251.831	210.039	130.705	49.3967	22.8014	45.8651
39	267n1078w	26.6956	-107.812	1544	32	45.0227	34.3339	18.2258	9.74332	5.97238	52.5612	289.273	234.154	141.925	49.8548	26.6895	56.0363
40	267n1075w	26.6956	-107.5	1228	32	37.2302	29.2234	15.9932	8.81856	7.54959	56.4294	246.052	205.198	121.843	37.4874	23.2386	45.4277
41	267n1072w	26.6956	-107.188	2292	32	36.7819	28.1576	15.1573	9.86333	12.073	73.8179	272.631	245.64	142.946	38.7847	26.261	41.5393
42	267n1069w	26.6956	-106.875	2288	32	26.0437	18.1873	8.86394	8.99893	14.8846	77.822	233.383	228.763	136.173	34.0667	21.5761	25.6001
43	267n1066w	26.6956	-106.562	2388	32	17.5668	10.9802	5.01395	8.92581	17.1782	81.8199	198.339	213.321	134.753	32.6174	15.8359	15.0308
44	267n1062w	26.6956	-106.25	1908	32	11.214	6.59674	3.51671	7.9186	14.9454	64.6408	137.881	163.906	108.762	27.6154	9.95895	8.69605
45	264n1084w	26.3833	-108.438	255	32	33.4371	20.4974	7.77815	4.21321	2.43047	39.1193	300.091	294.061	182.203	56.8803	20.0327	35.3897
46	264n1081w	26.3833	-108.125	1033	32	35.4371	22.0255	9.91637	5.96187	3.50512	47.4795	333.229	307.151	190.622	55.4492	21.3443	37.8273
47	264n1078w	26.3833	-107.812	1212	32	35.7763	23.5781	11.8256	7.16032	5.01904	55.907	319.755	278.399	169.799	49.3482	22.3819	39.8825
48	264n1075w	26.3833	-107.5	1500	32	34.8258	24.4436	13.2328	7.85032	6.97153	66.0842	292.368	248.742	148.865	42.384	23.6769	41.0506
49	264n1072w	26.3833	-107.188	2298	32	34.674	25.1226	13.7388	9.30249	10.2137	82.5495	293.382	259.755	152.483	40.2659	27.0115	40.8712
50	264n1069w	26.3833	-106.875	2287	32	26.9697	19.7991	10.1936	10.1124	14.9544	88.1409	251.242	237.609	138.92	34.8927	23.872	29.7229
51	264n1066w	26.3833	-106.562	2409	32	19.9993	14.3831	7.21049	11.5275	21.3242	95.7914	218.17	220.749	132.031	34.0816	18.6479	19.536
52	264n1062w	26.3833	-106.25	2305	32	14.2694	9.33982	5.05598	11.306	21.6379	86.3679	178.941	193.186	122.399	33.3255	12.6777	12.019
53	261n1081w	26.0711	-108.125	298	32	26.761	16.5526	6.50508	3.89979	2.59413	43.6076	308.805	309.768	197.508	48.3658	17.3391	27.192
54	261n1078w	26.0711	-107.812	716	32	26.4821	16.6276	7.40595	4.65868	3.53028	48.0548	303.55	281.495	176.804	43.5107	18.4478	28.5984
55	261n1075w	26.0711	-107.5	1027	32	26.3238	17.5284	8.64829	5.26622	4.64859	57.9675	289.99	252.884	154.515	37.9486	20.7795	31.2417

NUM	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_YRS	PCPMM1	PCPMM2	PCPMM3	PCPMM4	PCPMM5	PCPMM6	PCPMM7	PCPMM8	PCPMM9	PCPMM10	PCPMM11	PCPMM12
56	261n1072w	26.0711	-107.188	1301	32	24.4691	17.4145	9.32878	6.39286	6.69701	71.0817	262.179	232.832	140.875	35.2139	21.9158	30.27
57	261n1069w	26.0711	-106.875	2565	32	27.7193	20.4746	11.5376	10.4782	13.9254	101.298	280.767	265.585	161.84	44.4876	26.4973	32.8352
58	261n1066w	26.0711	-106.562	2726	32	25.0778	18.5463	10.554	13.5298	20.9037	109.934	245.392	244.545	151.432	44.2269	23.5033	26.8781
59	261n1062w	26.0711	-106.25	2894	32	21.2472	14.1397	8.21533	14.379	24.0775	108.428	223.774	233.481	151.328	42.1469	17.7646	19.4408
60	258n1078w	25.7589	-107.812	297	32	24.1419	14.9479	5.98565	3.67703	2.62552	40.7266	284.802	278.332	178.946	43.1547	20.992	27.6858
61	258n1075w	25.7589	-107.5	1377	32	23.8253	15.6564	7.0953	4.22189	3.82014	57.8726	325.884	303.555	191.233	39.9554	23.2433	30.6909
62	258n1072w	25.7589	-107.188	899	32	18.5164	13.3011	6.88171	4.45494	4.83481	66.1078	263.513	240.003	149.914	34.0095	19.089	24.6174
63	258n1069w	25.7589	-106.875	2310	32	23.8649	17.8032	10.4161	8.13967	9.89348	98.7985	294.086	275.117	176.162	47.9333	24.0043	29.9773
64	258n1066w	25.7589	-106.562	2146	32	23.9773	17.6986	10.8185	10.837	14.6992	100.922	237.294	233.035	154.299	47.2375	21.8686	27.1386
65	258n1062w	25.7589	-106.25	2521	32	23.9258	15.7896	9.54969	12.6427	18.2255	100.668	215.525	219.604	150.807	44.7721	18.1808	23.1321
66	254n1075w	25.4467	-107.5	551	32	22.0932	13.7067	6.07888	3.70071	2.94129	46.34	271.656	282.986	188.65	42.6443	25.9621	30.4422
67	254n1072w	25.4467	-107.188	1076	32	19.3511	13.2945	6.84608	4.14242	3.60714	58.3528	288.373	283.683	184.349	37.5301	22.6072	27.8044
68	254n1069w	25.4467	-106.875	2326	32	22.4999	16.6169	9.72879	6.63782	6.35787	87.3018	327.053	307.144	201.539	45.7232	24.2684	31.0631
69	254n1066w	25.4467	-106.562	2251	32	22.5602	16.6189	10.475	8.55512	9.18355	93.5953	269.418	257.088	172.519	46.9775	20.9961	27.821
70	254n1062w	25.4467	-106.25	2600	32	24.8667	16.6212	10.5045	10.8626	13.3026	98.9184	233.297	238.835	164.174	50.0857	18.8708	25.5994

Río Mayo

NUM	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_YRS	PCPMM1	PCPMM2	PCPMM3	PCPMM4	PCPMM5	PCPMM6	PCPMM7	PCPMM8	PCPMM9	PCPMM10	PCPMM11	PCPMM12
1	270n1091w	27.0078	-109.062	388	32	28.5281	19.4201	7.5906	3.63874	1.70586	29.0489	197.866	211.632	139.625	51.0102	18.5341	31.1161
2	270n1094w	27.0078	-109.375	89	32	20.0778	13.3626	4.53857	1.95702	0.914472	15.3722	129.68	150.079	100.999	34.8567	13.2634	21.6985
3	273n1091w	27.32	-109.062	301	32	33.689	26.1037	11.3087	4.83774	2.27357	27.6898	215.395	208.28	136.089	51.3923	21.22	41.163
4	273n1094w	27.32	-109.375	105	32	25.6064	18.8561	7.28083	2.67035	1.52787	17.922	162.986	172.248	117.686	41.1522	17.2638	29.8488
5	276n1091w	27.6323	-109.062	932	32	33.5778	26.802	13.6669	5.4444	1.66769	22.8977	190.558	168.159	101.331	43.0385	20.6149	43.8425
6	276n1094w	27.6323	-109.375	379	32	29.4441	21.9033	10.0703	3.92219	1.7285	18.6362	179.483	169.921	111.679	40.3521	20.0708	35.8016
7	279n1091w	27.9445	-109.062	899	32	35.4364	27.6413	16.0912	7.06019	2.34211	31.5262	254.018	230.369	130.603	45.584	21.4426	45.1414
8	279n1094w	27.9445	-109.375	500	32	29.3384	22.1757	11.9768	4.93639	1.48565	19.8938	198.348	186.416	107.32	34.7731	19.3075	37.8237
9	283n1091w	28.2567	-109.062	1695	32	44.2769	32.7291	18.5415	11.1194	5.32845	49.8641	376.798	354.3	188.147	56.9249	25.9568	49.8322
10	283n1094w	28.2567	-109.375	609	32	31.5536	23.1726	12.8146	6.31365	2.28664	27.7998	258.043	251.155	125.054	34.7212	19.0241	38.2901
11	286n1078w	28.5689	-107.812	2100	32	21.7106	18.6568	10.4648	12.1271	10.903	36.4141	125.398	140.815	76.278	26.2126	11.3934	24.1742
12	286n1081w	28.5689	-108.125	2544	32	33.902	30.0907	17.08	15.8315	12.4591	51.7376	207.973	216.835	112.707	39.9857	18.8091	38.082
13	286n1084w	28.5689	-108.438	1754	32	49.189	41.5782	24.0735	18.8392	13.2729	69.8962	314.769	316.034	170.219	60.8393	28.9238	53.0859
14	286n1088w	28.5689	-108.75	1191	32	58.4832	46.2627	25.8127	18.8418	12.235	71.8595	389.038	382.125	211.429	73.2417	34.8932	59.5039
15	286n1091w	28.5689	-109.062	1068	32	51.3137	38.1142	20.8461	13.9266	8.72026	56.6862	380.063	383.236	198.516	62.7157	30.4398	51.5596
16	286n1094w	28.5689	-109.375	600	32	37.4403	26.7981	14.3217	7.77086	4.12859	32.6655	278.487	280.744	135.901	38.7783	22.2388	39.9693

Cuadro 93. Desviación estándar diaria de precipitación en el mes.

Río Fuerte

NUM.	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	PCPSTD1	PCPSTD2	PCPSTD3	PCPSTD4	PCPSTD5	PCPSTD6	PCPSTD7	PCPSTD8	PCPSTD9	PCPSTD10	PCPSTD11	PCPSTD12
1	283n1088w	28.2567	-108.75	1808	32	5.7527	5.02846	4.30824	2.62358	1.5061	6.71477	15.4086	14.1322	10.4493	8.69013	4.20202	7.23682
2	283n1084w	28.2567	-108.438	1499	32	4.71491	4.53566	3.66781	2.38041	1.69416	6.1711	11.7591	11.7226	8.46599	7.27964	3.48119	6.36552
3	283n1081w	28.2567	-108.125	2195	32	3.59054	3.70313	2.97999	2.31127	2.01983	5.47518	9.66898	9.99759	7.15733	5.3058	2.67224	4.97872
4	283n1078w	28.2567	-107.812	2316	32	2.74696	2.94675	2.40169	2.42135	2.31931	5.2192	8.10985	8.461	6.8223	3.95128	1.95619	3.56205
5	283n1075w	28.2567	-107.5	2249	32	2.2119	2.26324	2.01041	2.57216	2.55433	4.73857	6.87401	7.85804	6.78648	3.15361	1.42988	2.55728
6	279n1088w	27.9445	-108.75	672	32	5.07229	4.75468	3.99259	1.73639	0.89734	5.05026	12.9558	11.6567	8.33329	7.73116	3.47381	7.35095
7	279n1084w	27.9445	-108.438	1201	32	4.43783	4.84962	3.79629	1.68917	1.1783	5.35009	11.3206	11.0277	7.72967	6.19878	3.19587	6.95336
8	279n1081w	27.9445	-108.125	2200	32	3.86421	4.47548	3.42438	2.02563	2.02281	6.0117	10.6052	10.8331	8.156	5.00968	2.86105	5.9961
9	279n1078w	27.9445	-107.812	2479	32	3.31384	3.83617	3.02825	2.40111	2.821	6.51918	9.64168	9.84549	8.41238	4.30102	2.40518	4.56403
10	279n1075w	27.9445	-107.5	2517	32	2.77612	2.98875	2.48165	2.64772	3.33794	6.40315	8.89665	9.47583	8.6731	3.76442	1.87953	3.21875
11	279n1072w	27.9445	-107.188	2209	32	2.30656	2.14081	1.96553	2.48031	3.21289	5.53417	7.5377	8.76653	8.5026	3.25962	1.64634	2.32598
12	276n1088w	27.6323	-108.75	982	32	5.0762	5.3782	3.96026	1.70845	0.763796	4.69829	13.1077	11.8347	8.95023	7.30839	3.5682	8.05816
13	276n1084w	27.6323	-108.438	723	32	5.05933	6.0182	4.40958	1.79383	1.05882	5.28673	12.4531	11.2679	9.01155	6.21896	3.69418	8.19257
14	276n1081w	27.6323	-108.125	2186	32	4.72296	5.79775	4.31694	2.07368	1.88853	6.55876	11.6376	11.447	9.49936	5.51725	3.50223	7.61155
15	276n1078w	27.6323	-107.812	2340	32	4.18442	5.00262	3.71582	2.42674	2.67794	7.0117	10.7643	10.822	9.47557	4.89405	3.0842	6.149
16	276n1075w	27.6323	-107.5	2410	32	3.43196	3.76316	2.81924	2.58327	3.09037	6.61062	9.69437	9.81027	9.1925	4.15033	2.45071	4.25805
17	276n1072w	27.6323	-107.188	2034	32	2.73162	2.57211	1.87685	2.40635	3.01917	5.99474	8.56575	8.90348	9.0279	3.60496	2.1877	2.69617
18	276n1069w	27.6323	-106.875	2162	32	2.23738	1.72694	1.35597	1.81151	2.52474	4.99442	6.95142	7.66922	8.20048	3.27102	2.57903	1.87971
19	273n1088w	27.32	-108.75	925	32	5.53621	5.68068	3.80833	1.85917	0.773574	5.04255	14.9188	13.4922	11.6777	7.74609	3.98869	7.9746
20	273n1084w	27.32	-108.438	1226	32	5.69499	6.53793	4.56871	2.05974	1.03856	5.37138	14.4571	12.3999	11.4411	7.32298	4.12161	8.89468
21	273n1081w	27.32	-108.125	2037	32	5.50174	6.54474	4.77251	2.2827	1.51324	5.6728	12.8383	11.3704	10.3183	6.33537	3.94169	8.84642
22	273n1078w	27.32	-107.812	1095	32	4.89791	5.78111	4.2943	2.40145	2.12294	5.96673	11.3598	10.8153	9.52111	5.23183	3.50186	7.51888
23	273n1075w	27.32	-107.5	2190	32	3.99849	4.41156	3.3591	2.40177	2.48054	5.74822	10.036	9.63518	8.76929	4.39748	2.98494	5.36287
24	273n1072w	27.32	-107.188	2204	32	3.06661	2.93722	2.03173	2.10195	2.56156	5.36224	8.52947	8.22402	8.047	3.70668	2.90506	3.29718
25	273n1069w	27.32	-106.875	1970	32	2.39946	1.90337	1.1648	1.59613	2.37171	4.97367	7.16206	7.46116	7.63331	3.36902	3.37717	2.08968
26	273n1066w	27.32	-106.562	2160	32	2.07473	1.3193	1.17618	1.22811	2.10577	4.37565	5.70817	6.5765	6.97816	3.07765	3.59699	1.64642
27	270n1088w	27.0078	-108.75	498	32	5.1887	4.69479	2.92468	1.54061	0.577521	4.49428	14.5448	13.7886	11.6592	8.03806	3.71843	6.73573

NUM.	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_YRS	PCPSTD1	PCPSTD2	PCPSTD3	PCPSTD4	PCPSTD5	PCPSTD6	PCPSTD7	PCPSTD8	PCPSTD9	PCPSTD10	PCPSTD11	PCPSTD12
28	270n1084w	27.0078	-108.438	609	32	5.50317	5.60797	3.74811	1.90227	0.723977	4.43768	14.3978	11.9985	11.0925	7.84326	3.96984	8.30279
29	270n1081w	27.0078	-108.125	947	32	5.53678	6.13164	4.31782	2.26131	1.03271	4.2873	12.7609	10.4467	9.61041	6.7789	3.93732	9.00715
30	270n1078w	27.0078	-107.812	1334	32	5.21438	5.99997	4.31251	2.52041	1.53787	4.58637	11.1992	9.28609	8.42434	5.53617	3.73226	8.31558
31	270n1075w	27.0078	-107.5	2039	32	4.44738	4.95384	3.73858	2.48101	2.07349	4.87214	10.0814	8.67631	7.89743	4.5558	3.57107	6.39189
32	270n1072w	27.0078	-107.188	2403	32	3.44782	3.37205	2.59842	1.95512	2.34293	4.74502	8.392	7.61017	7.15408	3.69797	3.78392	4.18575
33	270n1069w	27.0078	-106.875	2205	32	2.65636	2.11383	1.45593	1.4299	2.32219	4.98181	6.99396	7.01022	6.69812	3.25786	4.04149	2.58698
34	270n1066w	27.0078	-106.562	2226	32	2.27341	1.48956	1.04623	1.29315	2.13329	5.51738	6.22799	6.99496	6.76899	3.13346	3.86927	1.86267
35	270n1062w	27.0078	-106.25	1683	32	2.23946	1.2045	1.38034	1.34478	2.11838	6.15924	5.87685	7.12875	6.84582	2.94184	3.24537	1.78456
36	267n1088w	26.6956	-108.75	213	32	4.1583	3.212	1.78574	1.02249	0.350591	3.62758	12.9712	13.0222	9.77117	6.84777	2.87459	5.20803
37	267n1084w	26.6956	-108.438	282	32	4.93542	4.35085	2.60047	1.53717	0.568751	3.84773	14.6356	12.7835	9.54608	6.99381	3.59308	6.91642
38	267n1081w	26.6956	-108.125	458	32	5.63504	5.60655	3.54087	2.30167	1.02539	4.56762	14.907	12.1328	9.26309	6.90819	4.11637	8.49584
39	267n1078w	26.6956	-107.812	1544	32	5.7648	6.09604	4.02374	2.95955	1.48344	5.15276	13.5193	10.272	8.47059	6.17045	4.1994	8.79162
40	267n1075w	26.6956	-107.5	1228	32	5.22843	5.39862	3.91517	2.86703	2.00545	5.28037	11.7762	9.02468	7.65306	5.04615	4.49183	7.62538
41	267n1072w	26.6956	-107.188	2292	32	4.22233	3.92888	3.08753	2.17737	2.31352	4.98651	9.78252	8.04411	7.09169	3.89411	4.98352	5.59723
42	267n1069w	26.6956	-106.875	2288	32	3.21364	2.57254	1.90788	1.6639	2.38534	5.30336	7.95243	7.40367	6.72541	3.23836	4.90052	3.73292
43	267n1066w	26.6956	-106.562	2388	32	2.67413	1.95584	1.20918	1.72596	2.50929	6.6127	7.57875	7.84758	7.0401	3.215	4.18247	2.48385
44	267n1062w	26.6956	-106.25	1908	32	2.5782	1.66309	1.15476	1.92242	2.81338	7.5762	8.17867	8.8162	7.79029	3.42147	3.21654	2.06853
45	264n1084w	26.3833	-108.438	255	32	4.67769	3.95094	1.84192	1.24481	0.492007	4.13712	16.2319	15.176	10.4701	6.17146	3.44792	6.11531
46	264n1081w	26.3833	-108.125	1033	32	5.96158	5.34256	2.84256	2.32571	0.978962	6.05122	19.1766	15.9472	12.0626	7.29126	4.43534	7.89722
47	264n1078w	26.3833	-107.812	1212	32	6.49789	5.94698	3.6886	3.06725	1.6266	7.40818	18.7676	14.3824	11.4397	7.37238	5.09313	8.84839
48	264n1075w	26.3833	-107.5	1500	32	5.99243	5.52323	3.87103	2.98957	2.1224	7.08852	15.6499	11.3093	9.46576	6.00086	5.93116	8.54945
49	264n1072w	26.3833	-107.188	2298	32	5.06647	4.40807	3.36087	2.45072	2.35233	6.55292	12.4157	9.69134	8.24001	4.48813	6.50003	7.28131
50	264n1069w	26.3833	-106.875	2287	32	3.96859	3.29589	2.49521	2.18213	2.55009	6.52837	9.94918	8.89905	7.79718	3.60846	6.02088	5.39773
51	264n1066w	26.3833	-106.562	2409	32	3.20916	2.61022	1.68141	2.29492	2.90462	7.08877	8.81534	8.82418	7.63108	3.35595	4.69878	3.51661
52	264n1062w	26.3833	-106.25	2305	32	2.88116	2.05977	1.2803	2.34848	3.21537	7.53036	8.86912	9.06404	7.82119	3.45483	3.27155	2.46227
53	261n1081w	26.0711	-108.125	298	32	5.23942	4.90038	2.19848	1.86657	0.875926	6.30775	20.9812	18.035	13.8743	7.09767	4.5979	6.52716
54	261n1078w	26.0711	-107.812	716	32	5.86067	5.30029	2.95292	2.57762	1.55674	7.75513	21.7599	16.8113	13.5713	7.62912	5.83226	7.75188
55	261n1075w	26.0711	-107.5	1027	32	5.92602	5.10335	3.33228	2.67151	2.08863	8.23529	19.3501	14.3478	11.9956	6.62088	7.42238	8.66696

NUM.	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_YRS	PCPSTD1	PCPSTD2	PCPSTD3	PCPSTD4	PCPSTD5	PCPSTD6	PCPSTD7	PCPSTD8	PCPSTD9	PCPSTD10	PCPSTD11	PCPSTD12
56	261n1072w	26.0711	-107.188	1301	32	5.43915	4.67816	3.45299	2.57284	2.36232	8.27032	15.5519	12.203	10.597	5.47545	8.25523	8.50452
57	261n1069w	26.0711	-106.875	2565	32	4.6669	4.02178	3.21537	2.69694	2.67475	8.04954	12.1482	10.7798	9.48102	4.90105	7.36867	6.96601
58	261n1066w	26.0711	-106.562	2726	32	3.79914	3.15912	2.42684	2.66513	2.82612	7.28793	9.77747	9.68384	8.44175	4.11962	5.33286	4.62742
59	261n1062w	26.0711	-106.25	2894	32	3.1577	2.22124	1.54596	2.27328	2.60649	6.55773	8.58035	8.99883	7.84882	3.36334	3.23991	2.78488
60	258n1078w	25.7589	-107.812	297	32	4.39708	4.19966	2.06997	1.72736	1.33179	5.83279	18.9318	15.5268	12.742	6.93038	5.91698	6.16019
61	258n1075w	25.7589	-107.5	1377	32	4.98585	4.39301	2.69311	2.02739	1.89358	8.00347	19.8658	16.0558	13.5434	6.92009	7.91335	8.11807
62	258n1072w	25.7589	-107.188	899	32	5.40954	4.78337	3.44917	2.44699	2.30315	9.95281	18.271	14.9634	13.2477	6.83211	8.94303	9.04183
63	258n1069w	25.7589	-106.875	2310	32	5.15767	4.7005	3.79063	2.93629	2.70092	9.85403	14.3881	12.7642	11.8175	6.72653	8.07769	8.08536
64	258n1066w	25.7589	-106.562	2146	32	4.47187	3.85866	3.23344	2.90827	2.76482	8.03532	10.8378	10.5466	9.96064	5.56444	5.57367	5.66825
65	258n1062w	25.7589	-106.25	2521	32	3.61951	2.57181	2.00971	2.25026	2.30429	6.27934	8.45391	8.63913	8.37303	4.00534	3.15247	3.32749
66	254n1075w	25.4467	-107.5	551	32	4.54633	3.81459	2.31029	1.59626	1.43125	6.50842	17.4624	16.1206	13.7569	7.70611	7.70222	7.54982
67	254n1072w	25.4467	-107.188	1076	32	5.09807	4.43354	3.22575	2.34138	1.80691	9.06692	19.0744	16.94	14.6577	7.73035	8.90533	8.88219
68	254n1069w	25.4467	-106.875	2326	32	5.19721	4.74777	3.85781	3.04445	2.06515	10.0641	16.5504	14.6195	13.4603	7.57906	7.97614	8.36375
69	254n1066w	25.4467	-106.562	2251	32	4.91021	4.19432	3.71414	3.12842	2.30844	9.09057	12.8105	11.8698	11.6352	6.75881	5.66623	6.31144
70	254n1062w	25.4467	-106.25	2600	32	4.29701	3.00098	2.76915	2.56699	2.20526	7.37677	9.76767	9.56743	9.57476	5.29313	3.52695	4.05926

Río Mayo

NUM	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_YRS	PCPSTD1	PCPSTD2	PCPSTD3	PCPSTD4	PCPSTD5	PCPSTD6	PCPSTD7	PCPSTD8	PCPSTD9	PCPSTD10	PCPSTD11	PCPSTD12
1	270n1091w	27.0078	-109.062	388	32	4.46634	3.6159	2.08146	1.09321	0.454547	3.54966	12.2948	13.918	10.9054	7.0239	3.14587	5.1819
2	270n1094w	27.0078	-109.375	89	32	3.63684	2.80294	1.43652	0.810947	0.29297	2.06577	9.53765	12.624	9.96903	5.62836	2.59273	3.92206
3	273n1091w	27.32	-109.062	301	32	4.7805	4.53635	2.8448	1.37777	0.587497	3.63945	13.6656	13.4464	10.5946	7.57423	3.44839	6.56133
4	273n1094w	27.32	-109.375	105	32	4.1146	3.62424	2.06979	0.916904	0.449041	2.44222	11.6841	12.2149	10.7379	6.8342	3.16516	5.16157
5	276n1091w	27.6323	-109.062	932	32	4.88687	4.46683	3.37802	1.47133	0.480011	3.5324	13.5639	12.746	9.06385	7.92475	3.49607	7.09783
6	276n1094w	27.6323	-109.375	379	32	4.52737	3.75852	2.745	1.13292	0.513464	2.72027	13.1324	12.5323	10.0275	7.33404	3.64199	5.97102
7	279n1091w	27.9445	-109.062	899	32	5.09222	4.30885	3.93022	1.69876	0.746062	4.89161	14.361	12.8843	9.72848	8.02956	3.77191	6.90273
8	279n1094w	27.9445	-109.375	500	32	4.5431	3.65506	3.37041	1.27014	0.388052	3.37627	13.3131	12.2582	9.19068	6.67769	3.64633	5.81896
9	283n1091w	28.2567	-109.062	1695	32	5.59738	4.50767	4.21858	2.28983	1.28138	6.43507	16.9706	15.0536	11.0319	8.01072	4.19426	6.87858
10	283n1094w	28.2567	-109.375	609	32	4.59747	3.6316	3.61843	1.5356	0.684726	4.5503	14.5304	13.6192	9.25309	5.56923	3.58885	5.53275
11	286n1078w	28.5689	-107.812	2100	32	2.56743	2.41619	1.82282	2.25278	1.70364	3.54152	5.99203	6.6424	5.10076	3.87745	1.77373	3.16014
12	286n1081w	28.5689	-108.125	2544	32	3.82046	3.56388	2.68453	2.56774	1.87542	4.68664	8.2359	8.72912	6.41079	5.73431	2.77177	4.64258
13	286n1084w	28.5689	-108.438	1754	32	5.38393	4.70267	3.85646	2.98357	2.04138	6.23819	11.5881	11.5446	8.46268	7.84846	3.97936	6.2438
14	286n1088w	28.5689	-108.75	1191	32	6.4599	5.33362	4.61834	3.24527	2.06577	7.39167	15.4777	14.6192	10.7677	8.85204	4.77645	7.08428
15	286n1091w	28.5689	-109.062	1068	32	5.99369	4.79755	4.33113	2.73467	1.79119	6.97968	16.7957	16.0644	11.082	7.56664	4.51879	6.4899
16	286n1094w	28.5689	-109.375	600	32	4.874	3.84571	3.64376	1.71316	1.13991	5.18312	14.9002	14.8926	9.37724	5.08113	3.81877	5.50877

Cuadro 94. Coeficiente oblicuo para la precipitación diaria en el mes.

Río Fuerte

NUM.	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	PCPSKW1	PCPSKW2	PCPSKW3	PCPSKW4	PCPSKW5	PCPSKW6	PCPSKW7	PCPSKW8	PCPSKW9	PCPSKW10	PCPSKW11	PCPSKW12
1	283n1088w	28.2567	-108.75	1808	32	6.44571	5.58493	12.0605	8.99484	9.3778	4.93039	2.46549	2.43994	3.38028	10.1508	7.02238	6.60768
2	283n1084w	28.2567	-108.438	1499	32	5.81018	5.94042	11.722	7.37073	7.09212	3.74748	2.27447	2.61875	3.66081	9.84698	6.51397	6.93507
3	283n1081w	28.2567	-108.125	2195	32	5.28296	6.43856	12.0924	7.30698	6.90281	3.41176	2.01089	2.60334	4.02023	8.38603	6.71873	7.04374
4	283n1078w	28.2567	-107.812	2316	32	5.24234	6.93597	10.9754	9.70321	7.08571	3.3449	2.08237	2.67808	4.34111	6.84103	6.8781	6.65394
5	283n1075w	28.2567	-107.5	2249	32	5.58044	7.69641	10.905	11.796	7.7924	3.81967	2.54352	3.25385	4.22739	5.8439	6.54478	6.07185
6	279n1088w	27.9445	-108.75	672	32	7.89067	6.52939	13.756	10.6761	12.4962	7.09267	3.41638	4.98449	5.66161	11.0028	6.91476	8.26374
7	279n1084w	27.9445	-108.438	1201	32	6.76205	7.12204	14.8666	8.09994	10.5984	6.43806	2.7321	3.73182	5.32262	9.57828	6.60019	7.53617
8	279n1081w	27.9445	-108.125	2200	32	5.24139	7.1785	14.964	7.36348	7.75529	3.81899	1.87855	2.97093	4.55661	7.41898	6.70258	6.79174
9	279n1078w	27.9445	-107.812	2479	32	4.7875	6.93294	13.3141	7.55446	7.30712	3.03946	1.71843	2.82381	4.79649	5.98069	6.72247	6.44024
10	279n1075w	27.9445	-107.5	2517	32	5.30285	7.1369	11.438	9.18316	7.33176	3.10738	1.98245	2.71509	4.01098	4.61923	6.73865	6.39855
11	279n1072w	27.9445	-107.188	2209	32	6.20725	7.85531	11.9166	9.85271	8.48476	3.73496	2.673	3.14501	3.81035	4.84313	8.99809	7.00466
12	276n1088w	27.6323	-108.75	982	32	7.25651	7.09812	14.6901	12.0259	11.9437	7.52573	3.17489	6.07263	5.35831	9.79678	6.55022	8.02325
13	276n1084w	27.6323	-108.438	723	32	6.21542	7.51959	15.554	9.02159	10.5937	6.60875	2.57397	3.38899	5.4484	8.26162	6.74798	7.04614
14	276n1081w	27.6323	-108.125	2186	32	4.96837	7.06144	15.8686	7.79149	8.47281	4.03691	1.82146	3.2538	4.94148	6.62303	6.78493	6.63604
15	276n1078w	27.6323	-107.812	2340	32	4.69914	6.68168	14.8198	7.37412	7.64761	3.04894	1.56563	3.21154	4.09183	5.32392	6.67715	6.64261
16	276n1075w	27.6323	-107.5	2410	32	5.24161	6.79242	13.1981	8.82146	7.21036	2.97571	1.86581	2.83389	3.88394	4.3137	6.75249	6.97856
17	276n1072w	27.6323	-107.188	2034	32	6.0969	7.80251	10.7254	9.36591	7.50067	3.59369	2.41152	2.6569	3.82862	4.47794	10.964	7.1105
18	276n1069w	27.6323	-106.875	2162	32	7.24343	9.31169	10.8916	7.60077	7.86915	4.55755	3.36244	3.22519	3.89095	5.27179	20.0588	9.55548
19	273n1088w	27.32	-108.75	925	32	6.47488	6.68019	14.8425	12.1776	8.3577	5.81015	2.77309	3.43323	4.81296	7.21405	6.42151	7.31848
20	273n1084w	27.32	-108.438	1226	32	5.46682	6.7618	14.5834	8.96958	8.78226	4.63552	2.2268	2.36232	4.86484	6.5784	6.37748	6.96987
21	273n1081w	27.32	-108.125	2037	32	5.01793	6.78821	14.7289	9.20606	8.58949	3.43421	2.1884	2.87285	5.14535	6.44644	6.56005	7.09365
22	273n1078w	27.32	-107.812	1095	32	5.07054	6.99421	14.4343	10.1946	8.95066	3.00422	2.05926	3.23768	4.30121	5.39318	6.70144	7.37875
23	273n1075w	27.32	-107.5	2190	32	5.42669	7.03283	13.8419	11.4957	8.57185	3.17066	2.12785	2.95971	4.1979	4.95507	7.22124	7.62467
24	273n1072w	27.32	-107.188	2204	32	5.97211	7.38758	11.9927	11.2277	8.05609	3.32917	2.16008	2.61538	4.06557	4.93935	14.1616	7.35342
25	273n1069w	27.32	-106.875	1970	32	7.05221	8.74199	10.4039	8.70657	8.28148	3.58705	2.37191	2.6683	3.51806	4.78478	22.6734	8.22183
26	273n1066w	27.32	-106.562	2160	32	9.2355	9.7094	16.5456	9.13776	8.55834	4.57612	2.99179	2.75796	3.7193	5.32731	24.6273	10.0768
27	270n1088w	27.0078	-108.75	498	32	6.93476	6.44892	15.3531	13.8108	9.62472	6.78182	3.67805	4.33435	4.35339	6.4628	6.62035	7.73926

NUM.	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	PCPSKW1	PCPSKW2	PCPSKW3	PCPSKW4	PCPSKW5	PCPSKW6	PCPSKW7	PCPSKW8	PCPSKW9	PCPSKW10	PCPSKW11	PCPSKW12
28	270n1084w	27.0078	-108.438	609	32	6.01169	6.78996	14.7443	11.0836	10.3676	5.55998	3.04131	3.31792	4.82179	6.33509	6.26395	8.07125
29	270n1081w	27.0078	-108.125	947	32	5.77871	7.57998	14.1624	11.3622	10.6105	4.1294	2.95517	3.40006	5.5763	6.46297	6.42987	8.24154
30	270n1078w	27.0078	-107.812	1334	32	5.52927	7.69837	13.5	13.0883	9.78154	3.42877	2.89286	3.38621	5.42605	6.12445	6.90356	8.30624
31	270n1075w	27.0078	-107.5	2039	32	5.43211	7.35351	13.0108	15.331	9.95852	3.36067	2.48866	3.22879	5.06959	5.89162	8.15886	8.00061
32	270n1072w	27.0078	-107.188	2403	32	5.61562	7.08599	12.4722	15.0069	9.16957	3.33959	2.16101	2.88168	4.29984	6.01596	16.1371	7.6179
33	270n1069w	27.0078	-106.875	2205	32	6.65995	7.244	12.0679	9.29447	8.03758	3.6593	1.81041	2.55156	3.20829	5.74656	22.2783	7.89322
34	270n1066w	27.0078	-106.562	2226	32	8.63315	7.97845	14.4875	9.23705	6.89462	5.34758	1.9508	2.30294	3.16647	5.64623	23.4245	8.44462
35	270n1062w	27.0078	-106.25	1683	32	10.2573	8.02751	18.5006	9.10776	6.57414	8.65611	2.80159	2.23412	3.5139	5.09808	20.2891	8.45993
36	267n1088w	26.6956	-108.75	213	32	8.20854	7.25154	15.905	15.1422	11.2111	7.13971	4.28799	5.14096	4.46838	6.72435	7.0602	9.98695
37	267n1084w	26.6956	-108.438	282	32	7.4235	8.44107	14.9682	13.0759	10.3373	5.42805	3.6312	4.31689	4.3366	5.82967	6.91036	9.69081
38	267n1081w	26.6956	-108.125	458	32	6.7683	8.79799	13.4516	13.2963	12.6299	4.12941	3.04101	3.91503	4.10662	5.51516	6.64502	9.18303
39	267n1078w	26.6956	-107.812	1544	32	5.76866	8.14353	12.0839	15.5273	11.2765	3.83128	2.80192	3.15431	3.92356	5.91471	6.51505	8.47427
40	267n1075w	26.6956	-107.5	1228	32	5.34831	7.33433	12.006	17.0319	10.9678	3.39138	2.97652	3.13584	3.53063	7.38089	9.05093	7.63398
41	267n1072w	26.6956	-107.188	2292	32	5.71951	6.66849	12.091	15.5233	9.93929	3.10681	2.88767	2.87654	3.31466	7.39299	15.5351	7.43567
42	267n1069w	26.6956	-106.875	2288	32	6.78598	6.33301	11.7663	9.07073	7.82461	3.60633	2.13336	2.60929	3.19387	5.70592	19.5874	8.35098
43	267n1066w	26.6956	-106.562	2388	32	8.40139	7.77148	12.2952	8.85989	5.82414	4.65356	2.01843	2.22101	2.71715	4.72645	19.4711	7.66275
44	267n1062w	26.6956	-106.25	1908	32	9.21097	7.66392	10.9209	8.63258	5.79338	5.6474	2.61418	2.00927	2.31797	3.95967	14.5767	8.03383
45	264n1084w	26.3833	-108.438	255	32	8.68067	10.3331	13.8957	15.4397	8.8362	5.41624	3.44094	4.1423	3.32689	5.20319	8.53646	10.8942
46	264n1081w	26.3833	-108.125	1033	32	7.32719	9.69137	12.3578	16.3896	9.56625	4.45702	2.72818	3.1527	2.73023	4.69868	7.41576	9.41342
47	264n1078w	26.3833	-107.812	1212	32	5.96258	8.22524	11.6241	16.5857	9.99438	4.18685	2.58663	2.57165	2.69157	5.58726	6.68238	8.2433
48	264n1075w	26.3833	-107.5	1500	32	5.47299	7.04218	11.6379	16.7218	9.95836	3.501	3.24165	2.50454	2.87462	7.44031	10.0822	7.42205
49	264n1072w	26.3833	-107.188	2298	32	5.88611	6.11024	11.9847	12.9747	9.81003	2.83001	3.63865	2.5626	2.68063	6.77066	14.063	7.89097
50	264n1069w	26.3833	-106.875	2287	32	6.59527	5.8967	11.6327	8.08686	6.96969	3.07377	2.63593	2.38311	2.9874	4.82103	15.6932	8.87266
51	264n1066w	26.3833	-106.562	2409	32	8.11273	7.57992	10.1794	7.814	4.80359	3.59973	2.1864	2.49164	2.92533	4.10391	14.4857	7.91073
52	264n1062w	26.3833	-106.25	2305	32	9.08886	7.83684	8.20904	7.35222	4.65227	4.03278	2.3893	2.18746	2.35645	3.66343	10.4352	7.67272
53	261n1081w	26.0711	-108.125	298	32	7.7688	11.7448	12.8423	19.5848	11.9328	5.60488	3.1929	3.20795	3.1293	4.96454	9.90138	9.51944
54	261n1078w	26.0711	-107.812	716	32	6.25721	9.3976	13.203	18.7468	16.1336	4.82269	2.89263	2.41173	2.87987	5.82131	10.2728	8.45092
55	261n1075w	26.0711	-107.5	1027	32	5.94001	7.27745	13.0082	16.5314	13.8865	3.64333	2.82703	2.28678	3.049	6.80261	11.9876	8.03525

NUM.	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_YRS	PCPSKW1	PCPSKW2	PCPSKW3	PCPSKW4	PCPSKW5	PCPSKW6	PCPSKW7	PCPSKW8	PCPSKW9	PCPSKW10	PCPSKW11	PCPSKW12
56	261n1072w	26.0711	-107.188	1301	32	5.978	6.19307	12.457	11.8036	9.92526	2.74054	3.14169	2.31513	2.66397	5.79091	13.4327	8.53002
57	261n1069w	26.0711	-106.875	2565	32	6.19863	5.70109	11.3964	8.20343	6.33162	2.55649	2.5787	2.14655	2.49723	4.47335	13.186	8.56494
58	261n1066w	26.0711	-106.562	2726	32	7.26323	6.04245	10.1235	7.50929	4.75441	2.80277	2.14557	2.45933	2.78285	4.28996	11.56	7.44286
59	261n1062w	26.0711	-106.25	2894	32	9.01772	6.93556	8.99114	7.02684	4.38818	3.2141	2.43633	2.51572	2.83201	4.12675	9.13522	7.0812
60	258n1078w	25.7589	-107.812	297	32	6.84188	12.8646	15.9505	20.7221	23.29	6.90072	4.01059	3.3274	4.34983	7.89733	12.4166	9.21508
61	258n1075w	25.7589	-107.5	1377	32	6.51758	8.92091	15.5107	16.7667	19.874	4.44855	3.023	2.69174	3.57735	7.81963	12.844	8.9823
62	258n1072w	25.7589	-107.188	899	32	6.35588	7.04692	13.5521	11.5777	12.3171	3.09298	2.34004	2.03591	2.69326	6.4424	12.8469	8.65379
63	258n1069w	25.7589	-106.875	2310	32	6.10734	6.29926	11.8409	10.1037	7.24801	2.474	1.96751	1.78631	2.34855	5.41288	12.0606	8.22741
64	258n1066w	25.7589	-106.562	2146	32	6.78908	6.07229	11.2165	9.51698	5.71953	2.42853	1.85659	2.00913	2.73346	5.39831	9.64985	7.052
65	258n1062w	25.7589	-106.25	2521	32	8.31677	6.29602	10.3598	8.2925	5.35495	2.93254	2.28759	2.39636	3.18286	5.37086	7.36933	6.81077
66	254n1075w	25.4467	-107.5	551	32	7.81067	10.8733	16.9911	15.0565	20.1983	5.60558	5.10518	3.75585	4.80799	9.7921	13.0982	9.99157
67	254n1072w	25.4467	-107.188	1076	32	6.99533	8.38327	14.6891	15.1561	14.8651	4.35699	2.83871	2.58228	3.06414	7.77638	13.8269	9.4782
68	254n1069w	25.4467	-106.875	2326	32	6.76339	7.44444	13.3235	15.1396	9.50052	3.46097	1.84169	2.07946	2.45045	7.33794	12.0598	8.56249
69	254n1066w	25.4467	-106.562	2251	32	7.39956	6.87738	13.0867	13.3352	7.53426	3.1441	1.67482	1.78433	2.85873	7.18495	8.823	7.16537
70	254n1062w	25.4467	-106.25	2600	32	8.41973	6.20322	13.0537	11.044	6.69384	3.06058	1.98773	2.05021	3.30083	6.30375	6.60503	6.58285

Río Mayo

NUM	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	PCPSKW1	PCPSKW2	PCPSKW3	PCPSKW4	PCPSKW5	PCPSKW6	PCPSKW7	PCPSKW8	PCPSKW9	PCPSKW10	PCPSKW11	PCPSKW12
1	270n1091w	27.0078	-109.062	388	32	7.84273	6.88193	15.7	12.8887	11.9534	6.11492	4.93153	5.33368	4.69746	7.1226	7.15995	8.2176
2	270n1094w	27.0078	-109.375	89	32	9.01512	7.71961	16.4404	16.0765	12.2324	6.87949	5.59271	6.15247	6.99657	9.09782	8.2489	9.0149
3	273n1091w	27.32	-109.062	301	32	6.94942	6.8098	14.6864	13.301	11.5702	6.50784	4.32261	5.01499	4.77912	8.93699	7.01642	8.56499
4	273n1094w	27.32	-109.375	105	32	7.79513	7.18418	14.1158	14.0205	11.6945	6.52922	5.15302	5.10594	6.13942	11.1829	8.08466	9.95412
5	276n1091w	27.6323	-109.062	932	32	7.61873	6.63394	13.7628	14.0169	12.1486	7.84695	4.87619	8.42715	5.75001	12.3383	7.76376	9.46411
6	276n1094w	27.6323	-109.375	379	32	7.62007	6.66268	13.3284	11.6262	13.6795	8.1887	5.35883	7.33883	6.38963	13.2555	8.55576	10.0099
7	279n1091w	27.9445	-109.062	899	32	7.90096	6.33171	13.4803	11.2467	17.1867	7.38552	3.45915	4.70751	5.0195	12.2515	9.44742	8.16026
8	279n1094w	27.9445	-109.375	500	32	8.01646	6.83002	14.8112	10.7109	11.1425	8.99257	4.43324	5.2667	5.74505	12.8111	10.3511	7.48387
9	283n1091w	28.2567	-109.062	1695	32	6.70933	6.19835	13.2593	8.92835	13.2375	5.70539	2.69579	2.40014	3.5927	10.1559	8.95934	6.62469
10	283n1094w	28.2567	-109.375	609	32	7.21551	6.91505	16.5399	10.218	17.3707	7.44497	3.26016	3.23973	4.77789	9.91818	10.8674	6.19698
11	286n1078w	28.5689	-107.812	2100	32	5.89341	6.22684	9.90116	9.73852	6.56761	4.13309	2.73388	2.89362	4.22782	8.4196	7.14001	6.64282
12	286n1081w	28.5689	-108.125	2544	32	5.58264	5.52891	9.68472	7.85988	6.72773	3.76547	2.08752	2.51207	3.81071	9.8607	6.91214	6.65909
13	286n1084w	28.5689	-108.438	1754	32	5.59691	5.02703	9.77143	7.51237	6.48432	3.5622	2.05462	2.36261	2.93008	10.6386	6.40462	5.99569
14	286n1088w	28.5689	-108.75	1191	32	5.62053	4.9563	11.0522	8.43804	7.93771	4.57645	2.17834	2.31163	2.73456	9.33871	6.90131	5.40609
15	286n1091w	28.5689	-109.062	1068	32	5.67625	5.80236	13.5815	9.65172	11.6267	5.82982	2.52364	2.39435	3.28087	8.16158	7.67018	5.38223
16	286n1094w	28.5689	-109.375	600	32	6.04939	6.60762	16.2661	9.92895	17.4734	7.18798	3.3381	3.19136	4.93823	8.42962	9.20112	5.74899

Cuadro 95. Probabilidad de un día húmedo después de un día seco en el mes.

Río Fuerte

NUM	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	PR_W1_1	PR_W1_2	PR_W1_3	PR_W1_4	PR_W1_5	PR_W1_6	PR_W1_7	PR_W1_8	PR_W1_9	PR_W1_10	PR_W1_11	PR_W1_12
1	283n1088w	28.2567	-108.75	1808	32	0.107143	0.116866	0.065266	0.049494	0.039871	0.120596	0.428571	0.497409	0.266667	0.110687	0.071429	0.094385
2	283n1084w	28.2567	-108.438	1499	32	0.106173	0.126344	0.072153	0.048808	0.040526	0.128613	0.407035	0.496689	0.262467	0.117268	0.074205	0.10628
3	283n1081w	28.2567	-108.125	2195	32	0.103448	0.118509	0.07832	0.0625	0.053812	0.135965	0.370192	0.465116	0.276382	0.124346	0.074118	0.106538
4	283n1078w	28.2567	-107.812	2316	32	0.10049	0.11215	0.075878	0.066434	0.053228	0.142647	0.334586	0.440191	0.258427	0.117419	0.07783	0.099282
5	283n1075w	28.2567	-107.5	2249	32	0.090253	0.098446	0.066519	0.061998	0.052691	0.137006	0.309735	0.372624	0.232179	0.109159	0.070358	0.097532
6	279n1088w	27.9445	-108.75	672	32	0.088235	0.096031	0.049946	0.038419	0.021921	0.072727	0.338542	0.344311	0.2251	0.085542	0.063146	0.084606
7	279n1084w	27.9445	-108.438	1201	32	0.101796	0.096525	0.059471	0.041989	0.027542	0.098958	0.367893	0.457031	0.239407	0.092233	0.069364	0.092637
8	279n1081w	27.9445	-108.125	2200	32	0.103659	0.103811	0.06982	0.058153	0.041896	0.144144	0.390863	0.496815	0.282667	0.123711	0.070258	0.095923
9	279n1078w	27.9445	-107.812	2479	32	0.105853	0.119303	0.079275	0.069412	0.057405	0.181063	0.39548	0.458904	0.304348	0.135061	0.083333	0.105968
10	279n1075w	27.9445	-107.5	2517	32	0.100372	0.118825	0.074157	0.072275	0.062572	0.178631	0.375	0.443114	0.302521	0.139378	0.080189	0.099034
11	279n1072w	27.9445	-107.188	2209	32	0.092216	0.091837	0.056893	0.061628	0.056064	0.168487	0.338926	0.396552	0.267139	0.120735	0.069284	0.089202
12	276n1088w	27.6323	-108.75	982	32	0.08168	0.090102	0.047516	0.036105	0.01658	0.069964	0.336634	0.345109	0.205937	0.081535	0.061998	0.079162
13	276n1084w	27.6323	-108.438	723	32	0.087574	0.092072	0.052459	0.039517	0.026399	0.085161	0.347826	0.421642	0.225383	0.096695	0.069767	0.083924
14	276n1081w	27.6323	-108.125	2186	32	0.099878	0.09715	0.063333	0.056561	0.03452	0.117385	0.4	0.480916	0.274052	0.102433	0.07277	0.089606
15	276n1078w	27.6323	-107.812	2340	32	0.112923	0.113485	0.073116	0.064103	0.049887	0.176068	0.440559	0.46729	0.301587	0.135431	0.089372	0.102439
16	276n1075w	27.6323	-107.5	2410	32	0.111669	0.111111	0.074576	0.06974	0.051429	0.187726	0.465409	0.47619	0.297806	0.142454	0.089915	0.107011
17	276n1072w	27.6323	-107.188	2034	32	0.099022	0.102199	0.059406	0.06698	0.054085	0.173109	0.394366	0.461988	0.283379	0.133965	0.076381	0.094048
18	276n1069w	27.6323	-106.875	2162	32	0.078795	0.074755	0.037194	0.05102	0.048152	0.152838	0.313984	0.343537	0.216157	0.10687	0.066969	0.06795
19	273n1088w	27.32	-108.75	925	32	0.084408	0.088496	0.047414	0.041667	0.019812	0.103761	0.42053	0.494737	0.255319	0.090909	0.071013	0.08216
20	273n1084w	27.32	-108.438	1226	32	0.092326	0.085568	0.051366	0.041989	0.024287	0.092227	0.392593	0.46748	0.282051	0.099355	0.072941	0.087886
21	273n1081w	27.32	-108.125	2037	32	0.102439	0.088689	0.059933	0.045606	0.027778	0.110799	0.399061	0.52381	0.265306	0.106684	0.073113	0.09375
22	273n1078w	27.32	-107.812	1095	32	0.105068	0.100391	0.069507	0.057889	0.037118	0.14093	0.436464	0.538462	0.271341	0.115486	0.07574	0.089606
23	273n1075w	27.32	-107.5	2190	32	0.102217	0.102632	0.068156	0.059565	0.045861	0.164251	0.422857	0.484848	0.276163	0.123835	0.087112	0.092105
24	273n1072w	27.32	-107.188	2204	32	0.099757	0.098318	0.057143	0.057339	0.050505	0.162029	0.40796	0.426829	0.28022	0.118577	0.081754	0.090692
25	273n1069w	27.32	-106.875	1970	32	0.079347	0.07284	0.03953	0.048369	0.050392	0.154079	0.339869	0.402597	0.253012	0.108861	0.061644	0.080645
26	273n1066w	27.32	-106.562	2160	32	0.063758	0.053192	0.026178	0.042316	0.046103	0.122734	0.253275	0.312169	0.223577	0.088485	0.046719	0.060908
27	270n1088w	27.0078	-108.75	498	32	0.078363	0.064118	0.04385	0.033806	0.017745	0.103627	0.44	0.480969	0.268499	0.094293	0.062572	0.075846

NUM	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	PR_W1_1	PR_W1_2	PR_W1_3	PR_W1_4	PR_W1_5	PR_W1_6	PR_W1_7	PR_W1_8	PR_W1_9	PR_W1_10	PR_W1_11	PR_W1_12
28	270n1084w	27.0078	-108.438	609	32	0.084423	0.071518	0.050976	0.036184	0.018848	0.092088	0.368932	0.427007	0.263636	0.092994	0.072685	0.078916
29	270n1081w	27.0078	-108.125	947	32	0.092105	0.088348	0.052345	0.032859	0.018848	0.085788	0.409396	0.414062	0.263403	0.1	0.072515	0.085106
30	270n1078w	27.0078	-107.812	1334	32	0.097473	0.09456	0.059603	0.040884	0.02	0.106996	0.439655	0.427746	0.263441	0.09637	0.074592	0.084223
31	270n1075w	27.0078	-107.5	2039	32	0.098301	0.094437	0.055921	0.045657	0.03014	0.137109	0.43128	0.464968	0.256831	0.09799	0.081081	0.084223
32	270n1072w	27.0078	-107.188	2403	32	0.098321	0.087675	0.052345	0.04698	0.037961	0.151376	0.429864	0.45509	0.269231	0.108005	0.077556	0.082547
33	270n1069w	27.0078	-106.875	2205	32	0.086753	0.070111	0.038462	0.046927	0.046255	0.148318	0.380074	0.415459	0.270732	0.09441	0.064442	0.079677
34	270n1066w	27.0078	-106.562	2226	32	0.073696	0.061225	0.029381	0.04	0.049234	0.147321	0.322857	0.354244	0.24714	0.08313	0.049327	0.064373
35	270n1062w	27.0078	-106.25	1683	32	0.061453	0.047337	0.028243	0.04581	0.050661	0.135252	0.299087	0.291005	0.230453	0.095941	0.044199	0.059471
36	267n1088w	26.6956	-108.75	213	32	0.069318	0.04779	0.028332	0.024731	0.017617	0.095057	0.414439	0.394444	0.235955	0.086493	0.054483	0.058559
37	267n1084w	26.6956	-108.438	282	32	0.083333	0.057457	0.038298	0.028108	0.016632	0.085025	0.395415	0.433333	0.246862	0.087546	0.064665	0.070115
38	267n1081w	26.6956	-108.125	458	32	0.09416	0.076345	0.046039	0.029284	0.019854	0.100391	0.425397	0.428571	0.275943	0.09613	0.072177	0.078546
39	267n1078w	26.6956	-107.812	1544	32	0.099034	0.088123	0.051254	0.036224	0.025343	0.106267	0.432314	0.456522	0.278873	0.100637	0.076471	0.083726
40	267n1075w	26.6956	-107.5	1228	32	0.098063	0.089744	0.053787	0.042082	0.028693	0.122963	0.466292	0.515625	0.259036	0.102302	0.074679	0.085207
41	267n1072w	26.6956	-107.188	2292	32	0.096502	0.084076	0.052402	0.046615	0.036797	0.144654	0.47191	0.51145	0.280453	0.103448	0.074332	0.085984
42	267n1069w	26.6956	-106.875	2288	32	0.090801	0.079146	0.042781	0.048152	0.04415	0.164516	0.446078	0.427673	0.288089	0.107692	0.070012	0.089953
43	267n1066w	26.6956	-106.562	2388	32	0.081585	0.080545	0.034958	0.052392	0.056497	0.177852	0.423729	0.440217	0.279255	0.116492	0.06106	0.08496
44	267n1062w	26.6956	-106.25	1908	32	0.07331	0.069939	0.029536	0.060046	0.069686	0.184874	0.393502	0.41704	0.27154	0.125668	0.055682	0.067492
45	264n1084w	26.3833	-108.438	255	32	0.079402	0.053333	0.034884	0.02363	0.020855	0.113032	0.427152	0.488722	0.273148	0.091364	0.052273	0.067198
46	264n1081w	26.3833	-108.125	1033	32	0.089499	0.070896	0.038339	0.036957	0.022129	0.130186	0.458333	0.563636	0.286145	0.109499	0.073771	0.077556
47	264n1078w	26.3833	-107.812	1212	32	0.094089	0.089286	0.048649	0.042951	0.030786	0.138346	0.451613	0.575758	0.289199	0.122951	0.078014	0.089074
48	264n1075w	26.3833	-107.5	1500	32	0.095122	0.09371	0.049342	0.045657	0.034409	0.14377	0.484615	0.605263	0.316456	0.117566	0.073113	0.088623
49	264n1072w	26.3833	-107.188	2298	32	0.095874	0.089859	0.050383	0.045708	0.044907	0.169231	0.440678	0.582418	0.301527	0.128065	0.073944	0.091449
50	264n1069w	26.3833	-106.875	2287	32	0.099757	0.099483	0.05131	0.054545	0.061225	0.196226	0.536	0.488889	0.288809	0.139696	0.071512	0.10107
51	264n1066w	26.3833	-106.562	2409	32	0.09599	0.100391	0.05	0.062791	0.073986	0.216387	0.492647	0.533981	0.270627	0.163265	0.07783	0.103819
52	264n1062w	26.3833	-106.25	2305	32	0.090909	0.097311	0.042026	0.07346	0.083231	0.224033	0.469945	0.535211	0.301587	0.157817	0.068845	0.08538
53	261n1081w	26.0711	-108.125	298	32	0.079719	0.050786	0.032735	0.026911	0.020921	0.136564	0.507317	0.582781	0.32381	0.105469	0.063584	0.069874
54	261n1078w	26.0711	-107.812	716	32	0.089928	0.069221	0.03953	0.032538	0.025263	0.150621	0.483871	0.587719	0.30292	0.119624	0.069006	0.076566
55	261n1075w	26.0711	-107.5	1027	32	0.095465	0.080808	0.047619	0.03482	0.030851	0.150794	0.519084	0.7	0.312236	0.121884	0.067599	0.084507

NUM	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	PR_W1_1	PR_W1_2	PR_W1_3	PR_W1_4	PR_W1_5	PR_W1_6	PR_W1_7	PR_W1_8	PR_W1_9	PR_W1_10	PR_W1_11	PR_W1_12
56	261n1072w	26.0711	-107.188	1301	32	0.097473	0.082051	0.048246	0.049107	0.041394	0.184982	0.522727	0.618182	0.351648	0.139535	0.071934	0.090909
57	261n1069w	26.0711	-106.875	2565	32	0.103067	0.092328	0.052049	0.062929	0.068129	0.209503	0.561644	0.576271	0.30198	0.165179	0.0761	0.107358
58	261n1066w	26.0711	-106.562	2726	32	0.101235	0.099869	0.058889	0.071934	0.083132	0.233333	0.617021	0.473684	0.29249	0.176012	0.080048	0.110706
59	261n1062w	26.0711	-106.25	2894	32	0.090253	0.104516	0.050328	0.064403	0.085366	0.225383	0.56051	0.532374	0.295455	0.174507	0.073771	0.097852
60	258n1078w	25.7589	-107.812	297	32	0.0771	0.046707	0.030462	0.017039	0.018595	0.131653	0.458824	0.549223	0.325444	0.089196	0.055305	0.057175
61	258n1075w	25.7589	-107.5	1377	32	0.084983	0.066339	0.038379	0.025807	0.02421	0.15512	0.515924	0.61165	0.320158	0.112434	0.063073	0.069635
62	258n1072w	25.7589	-107.188	899	32	0.092723	0.070175	0.041081	0.045104	0.042162	0.186691	0.582278	0.693878	0.36646	0.144345	0.065116	0.086651
63	258n1069w	25.7589	-106.875	2310	32	0.105006	0.086118	0.047514	0.059226	0.053167	0.220751	0.491228	0.6875	0.333333	0.154574	0.070922	0.106587
64	258n1066w	25.7589	-106.562	2146	32	0.104551	0.087969	0.056667	0.0625	0.068396	0.246445	0.58209	0.566038	0.341709	0.170347	0.078571	0.114458
65	258n1062w	25.7589	-106.25	2521	32	0.095296	0.087231	0.056106	0.063731	0.078106	0.224444	0.567797	0.518519	0.323944	0.162406	0.071179	0.104192
66	254n1075w	25.4467	-107.5	551	32	0.074116	0.054022	0.031579	0.02139	0.015528	0.149709	0.525641	0.510526	0.318182	0.095718	0.052095	0.059617
67	254n1072w	25.4467	-107.188	1076	32	0.086806	0.059829	0.036247	0.034745	0.030623	0.188216	0.590551	0.612903	0.316038	0.118439	0.058219	0.077278
68	254n1069w	25.4467	-106.875	2326	32	0.096471	0.067164	0.046841	0.045455	0.043573	0.195029	0.531646	0.632653	0.314103	0.140325	0.056452	0.088681
69	254n1066w	25.4467	-106.562	2251	32	0.095465	0.076155	0.049288	0.048045	0.059284	0.20284	0.5	0.59322	0.348066	0.15885	0.062572	0.100354
70	254n1062w	25.4467	-106.25	2600	32	0.090801	0.081761	0.052632	0.050733	0.064994	0.203593	0.529851	0.521277	0.305019	0.152012	0.064965	0.097877

Río Mayo

NUM	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_YRS	PR_W1_1	PR_W1_2	PR_W1_3	PR_W1_4	PR_W1_5	PR_W1_6	PR_W1_7	PR_W1_8	PR_W1_9	PR_W1_10	PR_W1_11	PR_W1_12
1	270n1091w	27.0078	-109.062	388	32	0.0715097	0.0541516	0.0295047	0.0269687	0.0165803	0.0957854	0.415205	0.41195	0.254864	0.0827338	0.0540852	0.0669693
2	270n1094w	27.0078	-109.375	89	32	0.0567297	0.0521327	0.0186916	0.0148148	0.00922131	0.0840438	0.355204	0.370709	0.209836	0.0689655	0.041387	0.0591518
3	273n1091w	27.32	-109.062	301	32	0.077278	0.0730198	0.0394456	0.0336226	0.016632	0.0903388	0.414773	0.431548	0.243295	0.0870617	0.0576701	0.0771889
4	273n1094w	27.32	-109.375	105	32	0.0677201	0.0600962	0.0293501	0.0202559	0.015448	0.0825243	0.381068	0.358396	0.232143	0.0730858	0.0500569	0.0690045
5	276n1091w	27.6323	-109.062	932	32	0.075775	0.0846824	0.0417559	0.0325733	0.0123584	0.0683453	0.360656	0.377834	0.205085	0.0757396	0.0583524	0.0792193
6	276n1094w	27.6323	-109.375	379	32	0.0702948	0.0711656	0.0360169	0.0246781	0.0144628	0.0676328	0.35514	0.387597	0.225303	0.0749414	0.0525714	0.0715097
7	279n1091w	27.9445	-109.062	899	32	0.0816092	0.089196	0.0429646	0.0338798	0.0207039	0.0716019	0.380829	0.385965	0.214829	0.0879518	0.0583524	0.0745413
8	279n1094w	27.9445	-109.375	500	32	0.0713477	0.0747549	0.0351064	0.027027	0.0155119	0.0689655	0.357843	0.373368	0.208185	0.0678363	0.0510204	0.0690045
9	283n1091w	28.2567	-109.062	1695	32	0.0971223	0.102464	0.0498915	0.0423163	0.0308511	0.0905563	0.382239	0.47619	0.271574	0.0890841	0.0686845	0.0869565
10	283n1094w	28.2567	-109.375	609	32	0.0742857	0.0807453	0.0373533	0.0293798	0.0186722	0.0642857	0.375	0.400685	0.230303	0.0735469	0.0559361	0.0761364
11	286n1078w	28.5689	-107.812	2100	32	0.101818	0.107285	0.0702341	0.0537143	0.0427163	0.115691	0.280749	0.335366	0.206831	0.0997596	0.0718424	0.0982248
12	286n1081w	28.5689	-108.125	2544	32	0.109863	0.131148	0.0812357	0.0629371	0.0476718	0.124128	0.305455	0.394737	0.25	0.117647	0.078478	0.117359
13	286n1084w	28.5689	-108.438	1754	32	0.129987	0.148252	0.0816092	0.063306	0.0457079	0.124286	0.360731	0.491228	0.265509	0.126005	0.0832328	0.114002
14	286n1088w	28.5689	-108.75	1191	32	0.120406	0.136364	0.0730337	0.0618557	0.0518764	0.128988	0.394309	0.497409	0.28133	0.128032	0.0860606	0.110565
15	286n1091w	28.5689	-109.062	1068	32	0.0992647	0.12016	0.0629834	0.047138	0.037797	0.111709	0.402256	0.52381	0.289003	0.101804	0.0800478	0.100478
16	286n1094w	28.5689	-109.375	600	32	0.0921986	0.0933504	0.0475162	0.0408389	0.0284211	0.0794045	0.373887	0.466403	0.272727	0.0824108	0.0675204	0.0756881

Cuadro 96. Probabilidad de un día húmedo después de un día seco en el mes.

Río Fuerte

NUM	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	PR_W2_1	PR_W2_2	PR_W2_3	PR_W2_4	PR_W2_5	PR_W2_6	PR_W2_7	PR_W2_8	PR_W2_9	PR_W2_10	PR_W2_11	PR_W2_12
1	283n1088w	28.2567	-108.75	1808	32	0.35	0.298013	0.25	0.295775	0.269841	0.369369	0.458108	0.473091	0.447368	0.368932	0.292453	0.324324
2	283n1084w	28.2567	-108.438	1499	32	0.362637	0.30625	0.314286	0.341772	0.346154	0.402985	0.469105	0.48157	0.44905	0.37037	0.324324	0.318471
3	283n1081w	28.2567	-108.125	2195	32	0.383333	0.294118	0.297297	0.302083	0.323232	0.391304	0.47449	0.47439	0.439502	0.350877	0.318182	0.320755
4	283n1078w	28.2567	-107.812	2316	32	0.363636	0.341935	0.293578	0.313726	0.37963	0.392857	0.46832	0.463602	0.442718	0.354839	0.330357	0.315436
5	283n1075w	28.2567	-107.5	2249	32	0.354037	0.325758	0.244444	0.280899	0.383838	0.384921	0.454824	0.462277	0.439232	0.348718	0.268817	0.268657
6	279n1088w	27.9445	-108.75	672	32	0.338028	0.300813	0.28169	0.265306	0.242424	0.362963	0.449013	0.451368	0.425764	0.37037	0.280899	0.343284
7	279n1084w	27.9445	-108.438	1201	32	0.318471	0.322835	0.285714	0.272727	0.319149	0.395833	0.453102	0.452446	0.434426	0.363095	0.284211	0.328671
8	279n1081w	27.9445	-108.125	2200	32	0.366279	0.335664	0.336538	0.289157	0.333333	0.408163	0.471698	0.477844	0.447863	0.351852	0.320755	0.337748
9	279n1078w	27.9445	-107.812	2479	32	0.37037	0.310127	0.302752	0.309091	0.366667	0.407821	0.471166	0.475177	0.456911	0.378378	0.308333	0.329268
10	279n1075w	27.9445	-107.5	2517	32	0.389189	0.309677	0.27451	0.318966	0.351562	0.412742	0.472222	0.477576	0.452736	0.359684	0.3125	0.318471
11	279n1072w	27.9445	-107.188	2209	32	0.350318	0.283333	0.269231	0.32	0.376068	0.407524	0.456772	0.464474	0.435754	0.356522	0.287234	0.300752
12	276n1088w	27.6323	-108.75	982	32	0.333333	0.301724	0.272727	0.282609	0.269231	0.358779	0.437075	0.445513	0.425178	0.379747	0.292135	0.333333
13	276n1084w	27.6323	-108.438	723	32	0.360544	0.344262	0.298701	0.265306	0.318182	0.4	0.453731	0.453039	0.449304	0.365714	0.29	0.345324
14	276n1081w	27.6323	-108.125	2186	32	0.368421	0.333333	0.304348	0.289474	0.359375	0.428571	0.473358	0.481998	0.458671	0.398104	0.324074	0.344595
15	276n1078w	27.6323	-107.812	2340	32	0.374359	0.322581	0.31068	0.323529	0.366972	0.424	0.47821	0.488136	0.462016	0.386973	0.333333	0.333333
16	276n1075w	27.6323	-107.5	2410	32	0.379487	0.33121	0.299065	0.324561	0.362069	0.426108	0.47419	0.481524	0.460218	0.388693	0.357664	0.337209
17	276n1072w	27.6323	-107.188	2034	32	0.367816	0.290076	0.301205	0.302752	0.401639	0.430137	0.471117	0.47503	0.44688	0.379447	0.321101	0.317241
18	276n1069w	27.6323	-106.875	2162	32	0.325581	0.25	0.254902	0.282051	0.408163	0.384615	0.442088	0.462751	0.444223	0.364078	0.21519	0.27451
19	273n1088w	27.32	-108.75	925	32	0.338129	0.300885	0.265625	0.208333	0.3125	0.333333	0.455072	0.439887	0.428571	0.380952	0.257426	0.330827
20	273n1084w	27.32	-108.438	1226	32	0.360759	0.347107	0.324675	0.272727	0.340909	0.38806	0.458449	0.457105	0.445614	0.400922	0.3	0.342657
21	273n1081w	27.32	-108.125	2037	32	0.366279	0.365079	0.307692	0.295082	0.381818	0.40081	0.472401	0.476923	0.461912	0.392523	0.330357	0.352941
22	273n1078w	27.32	-107.812	1095	32	0.377049	0.343066	0.29	0.303797	0.373333	0.392491	0.477189	0.476798	0.469937	0.395652	0.347826	0.351351
23	273n1075w	27.32	-107.5	2190	32	0.383333	0.340278	0.298969	0.287356	0.360825	0.427729	0.473684	0.481395	0.464286	0.369295	0.336066	0.348993
24	273n1072w	27.32	-107.188	2204	32	0.358824	0.312977	0.304878	0.284091	0.37	0.424069	0.474083	0.474638	0.456376	0.381974	0.327586	0.333333
25	273n1069w	27.32	-106.875	1970	32	0.362963	0.276596	0.285714	0.253521	0.377551	0.399329	0.457726	0.478318	0.434862	0.376238	0.285714	0.299145
26	273n1066w	27.32	-106.562	2160	32	0.326531	0.206897	0.297297	0.258065	0.3375	0.399177	0.438202	0.444625	0.431624	0.347305	0.262295	0.243902
27	270n1088w	27.0078	-108.75	498	32	0.343066	0.333333	0.245614	0.255814	0.363636	0.345745	0.437781	0.44808	0.425051	0.370968	0.298969	0.335938

NUM	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	PR_W2_1	PR_W2_2	PR_W2_3	PR_W2_4	PR_W2_5	PR_W2_6	PR_W2_7	PR_W2_8	PR_W2_9	PR_W2_10	PR_W2_11	PR_W2_12
28	270n1084w	27.0078	-108.438	609	32	0.364238	0.35514	0.3	0.270833	0.416667	0.380952	0.455344	0.465181	0.440385	0.391304	0.299065	0.352941
29	270n1081w	27.0078	-108.125	947	32	0.365385	0.341463	0.32	0.297872	0.416667	0.391061	0.453891	0.459239	0.450094	0.381188	0.314286	0.345324
30	270n1078w	27.0078	-107.812	1334	32	0.347826	0.340909	0.302326	0.272727	0.365854	0.393939	0.460526	0.479853	0.462585	0.362694	0.323529	0.366197
31	270n1075w	27.0078	-107.5	2039	32	0.363095	0.343511	0.3	0.290323	0.354839	0.408305	0.46735	0.474252	0.456229	0.377551	0.302752	0.359155
32	270n1072w	27.0078	-107.188	2403	32	0.335443	0.316239	0.32	0.287879	0.304348	0.395425	0.465629	0.475152	0.450877	0.360976	0.330275	0.364964
33	270n1069w	27.0078	-106.875	2205	32	0.345324	0.318681	0.285714	0.261538	0.325301	0.408497	0.459085	0.473885	0.438182	0.368984	0.307692	0.336134
34	270n1066w	27.0078	-106.562	2226	32	0.3	0.225352	0.230769	0.3	0.298701	0.416667	0.454829	0.467406	0.435946	0.390805	0.308824	0.27381
35	270n1062w	27.0078	-106.25	1683	32	0.340206	0.271186	0.222222	0.292308	0.301205	0.4	0.420578	0.449511	0.43038	0.357542	0.236364	0.246753
36	267n1088w	26.6956	-108.75	213	32	0.339286	0.343284	0.25641	0.233333	0.269231	0.345029	0.427184	0.433544	0.410798	0.337838	0.291139	0.329897
37	267n1084w	26.6956	-108.438	282	32	0.328125	0.360465	0.288462	0.228571	0.310345	0.354651	0.440124	0.442598	0.43361	0.381215	0.287234	0.330435
38	267n1081w	26.6956	-108.125	458	32	0.359477	0.342857	0.241379	0.263158	0.323529	0.367876	0.437223	0.4573	0.434702	0.371728	0.306931	0.348485
39	267n1078w	26.6956	-107.812	1544	32	0.353659	0.355372	0.306667	0.326531	0.340909	0.40708	0.465269	0.475248	0.449587	0.386473	0.336364	0.357664
40	267n1075w	26.6956	-107.5	1228	32	0.36747	0.354839	0.308642	0.280702	0.3	0.417544	0.470516	0.486111	0.466561	0.395238	0.31068	0.357143
41	267n1072w	26.6956	-107.188	2292	32	0.355828	0.352941	0.315789	0.254237	0.343284	0.416667	0.46683	0.481998	0.453048	0.382775	0.282828	0.338235
42	267n1069w	26.6956	-106.875	2288	32	0.341935	0.342593	0.263158	0.253731	0.341176	0.420588	0.465736	0.478992	0.459098	0.367925	0.320388	0.317829
43	267n1066w	26.6956	-106.562	2388	32	0.328358	0.298969	0.270833	0.304878	0.320755	0.42033	0.46164	0.483911	0.446918	0.377193	0.326087	0.27193
44	267n1062w	26.6956	-106.25	1908	32	0.327731	0.292135	0.295455	0.340426	0.338462	0.419178	0.45035	0.474642	0.44714	0.372951	0.3	0.302083
45	264n1084w	26.3833	-108.438	255	32	0.341463	0.35443	0.26087	0.241379	0.25	0.346154	0.452174	0.450413	0.441288	0.393782	0.3125	0.308411
46	264n1081w	26.3833	-108.125	1033	32	0.376623	0.34	0.301887	0.15	0.380952	0.37931	0.465206	0.47763	0.450637	0.405983	0.311321	0.343284
47	264n1078w	26.3833	-107.812	1212	32	0.380368	0.35	0.298507	0.230769	0.285714	0.40339	0.476427	0.477907	0.457652	0.392308	0.315789	0.328671
48	264n1075w	26.3833	-107.5	1500	32	0.377907	0.336	0.375	0.274194	0.344262	0.431138	0.481439	0.482533	0.470263	0.405204	0.348214	0.353333
49	264n1072w	26.3833	-107.188	2298	32	0.375	0.336	0.35443	0.301587	0.320513	0.434667	0.480549	0.487236	0.471347	0.383721	0.333333	0.342657
50	264n1069w	26.3833	-106.875	2287	32	0.364706	0.315385	0.315789	0.3	0.330275	0.44186	0.476355	0.486696	0.471449	0.375465	0.317757	0.3125
51	264n1066w	26.3833	-106.562	2409	32	0.366864	0.328467	0.291667	0.31	0.366013	0.454545	0.477804	0.484814	0.462709	0.375817	0.321429	0.292517
52	264n1062w	26.3833	-106.25	2305	32	0.339744	0.300813	0.296875	0.310345	0.373563	0.449893	0.467244	0.475294	0.454264	0.388535	0.330097	0.330769
53	261n1081w	26.0711	-108.125	298	32	0.374101	0.376623	0.288889	0.193548	0.342857	0.383513	0.466328	0.475624	0.455814	0.401786	0.326316	0.321429
54	261n1078w	26.0711	-107.812	716	32	0.379747	0.357895	0.285714	0.210526	0.341463	0.39557	0.470223	0.480638	0.460641	0.391129	0.32381	0.333333
55	261n1075w	26.0711	-107.5	1027	32	0.350649	0.357143	0.308824	0.219512	0.294118	0.424242	0.480836	0.483553	0.470263	0.4	0.323529	0.353383

NUM	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	PR_W2_1	PR_W2_2	PR_W2_3	PR_W2_4	PR_W2_5	PR_W2_6	PR_W2_7	PR_W2_8	PR_W2_9	PR_W2_10	PR_W2_11	PR_W2_12
56	261n1072w	26.0711	-107.188	1301	32	0.36646	0.379032	0.35	0.28125	0.342466	0.434783	0.49115	0.49413	0.474293	0.411184	0.330357	0.326087
57	261n1069w	26.0711	-106.875	2565	32	0.372881	0.355556	0.348315	0.290698	0.336	0.454728	0.490751	0.488746	0.476253	0.396875	0.336134	0.307692
58	261n1066w	26.0711	-106.562	2726	32	0.39011	0.342657	0.315217	0.3125	0.360248	0.446296	0.48441	0.49345	0.472419	0.397143	0.333333	0.306748
59	261n1062w	26.0711	-106.25	2894	32	0.354037	0.302326	0.333333	0.339623	0.380117	0.44334	0.464671	0.483001	0.457055	0.384384	0.311321	0.319728
60	258n1078w	25.7589	-107.812	297	32	0.341463	0.391304	0.25	0.238095	0.217391	0.361789	0.451832	0.465582	0.448553	0.377551	0.27027	0.354839
61	258n1075w	25.7589	-107.5	1377	32	0.338346	0.344444	0.296296	0.2	0.317073	0.398649	0.473054	0.48144	0.463932	0.364407	0.306818	0.348624
62	258n1072w	25.7589	-107.188	899	32	0.335714	0.377358	0.373134	0.196078	0.272727	0.434368	0.488499	0.490986	0.480601	0.4	0.33	0.328244
63	258n1069w	25.7589	-106.875	2310	32	0.375723	0.365079	0.367816	0.268293	0.364486	0.449704	0.494118	0.489583	0.487085	0.416201	0.333333	0.313333
64	258n1066w	25.7589	-106.562	2146	32	0.379888	0.374046	0.347826	0.302083	0.363636	0.434944	0.494054	0.485623	0.474376	0.407821	0.316667	0.290323
65	258n1062w	25.7589	-106.25	2521	32	0.374233	0.318584	0.313253	0.298969	0.356164	0.431373	0.480549	0.485294	0.457101	0.379205	0.300971	0.32
66	254n1075w	25.4467	-107.5	551	32	0.330435	0.309859	0.238095	0.2	0.28	0.371324	0.456464	0.468828	0.452454	0.383838	0.311688	0.333333
67	254n1072w	25.4467	-107.188	1076	32	0.304688	0.352941	0.314815	0.153846	0.227273	0.401146	0.475145	0.484983	0.475936	0.369478	0.285714	0.313559
68	254n1069w	25.4467	-106.875	2326	32	0.330986	0.39	0.364865	0.206897	0.287671	0.437071	0.487404	0.493107	0.480099	0.412698	0.336957	0.3125
69	254n1066w	25.4467	-106.562	2251	32	0.37013	0.330097	0.329114	0.230769	0.298969	0.438972	0.485683	0.487674	0.476252	0.398792	0.309278	0.297101
70	254n1062w	25.4467	-106.25	2600	32	0.380645	0.33945	0.3125	0.287671	0.324561	0.440087	0.473193	0.489978	0.46505	0.404984	0.316327	0.29927

Río Mayo

NUM	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	PR_W2_1	PR_W2_2	PR_W2_3	PR_W2_4	PR_W2_5	PR_W2_6	PR_W2_7	PR_W2_8	PR_W2_9	PR_W2_10	PR_W2_11	PR_W2_12
1	270n1091w	27.0078	-109.062	388	32	0.306306	0.315068	0.27907	0.242424	0.307692	0.344633	0.44	0.452522	0.412556	0.360759	0.296703	0.307692
2	270n1094w	27.0078	-109.375	89	32	0.301075	0.2	0.275862	0.0666667	0.333333	0.330935	0.410909	0.407207	0.394286	0.352459	0.287879	0.325843
3	273n1091w	27.32	-109.062	301	32	0.328	0.302083	0.240741	0.184211	0.344828	0.343558	0.429688	0.442073	0.410959	0.363636	0.311828	0.316239
4	273n1094w	27.32	-109.375	105	32	0.311321	0.25	0.210526	0.136364	0.25	0.316176	0.418966	0.431703	0.41	0.346154	0.308642	0.316832
5	276n1091w	27.6323	-109.062	932	32	0.305785	0.247525	0.258621	0.230769	0.3	0.365079	0.415929	0.426891	0.413514	0.380952	0.302326	0.307018
6	276n1094w	27.6323	-109.375	379	32	0.290909	0.280899	0.229167	0.178571	0.304348	0.363636	0.414894	0.429752	0.409922	0.362319	0.329412	0.298077
7	279n1091w	27.9445	-109.062	899	32	0.286885	0.25	0.262295	0.266667	0.16	0.375	0.422442	0.447692	0.421659	0.364198	0.313953	0.318584
8	279n1094w	27.9445	-109.375	500	32	0.284404	0.25	0.288462	0.257143	0.291667	0.361345	0.416096	0.436782	0.41206	0.386861	0.333333	0.29703
9	283n1091w	28.2567	-109.062	1695	32	0.329114	0.278196	0.257143	0.306452	0.294118	0.385027	0.457026	0.468244	0.443463	0.394872	0.29703	0.328358
10	283n1094w	28.2567	-109.375	609	32	0.307692	0.272727	0.290909	0.317073	0.222222	0.358333	0.4375	0.45	0.43871	0.369128	0.321429	0.285714
11	286n1078w	28.5689	-107.812	2100	32	0.347305	0.328859	0.242105	0.329412	0.346154	0.394231	0.449838	0.456325	0.424942	0.3125	0.278351	0.307143
12	286n1081w	28.5689	-108.125	2544	32	0.387435	0.319767	0.305085	0.323529	0.325843	0.395062	0.468619	0.469895	0.436047	0.352381	0.336134	0.299401
13	286n1084w	28.5689	-108.438	1754	32	0.362791	0.322751	0.336066	0.317757	0.37234	0.4	0.47348	0.479903	0.448833	0.378049	0.351145	0.331461
14	286n1088w	28.5689	-108.75	1191	32	0.359606	0.314607	0.27451	0.275862	0.329412	0.368201	0.465147	0.468085	0.449912	0.376	0.340741	0.345029
15	286n1091w	28.5689	-109.062	1068	32	0.369318	0.309677	0.275862	0.304348	0.307692	0.373272	0.455923	0.464508	0.448155	0.37037	0.341463	0.322148
16	286n1094w	28.5689	-109.375	600	32	0.321918	0.311475	0.257576	0.277778	0.268293	0.363636	0.447328	0.451962	0.431212	0.374302	0.336634	0.336283

Cuadro 97. Promedio de días de precipitación en el mes.

Río Fuerte

NUM	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	PCPD1	PCPD2	PCPD3	PCPD4	PCPD5	PCPD6	PCPD7	PCPD8	PCPD9	PCPD10	PCPD11	PCPD12
1	283n1088w	28.2567	-108.75	1808	32	5.625	4.71875	2.75	2.21875	1.96875	6.9375	23.125	24.9688	17.8125	6.4375	3.3125	4.625
2	283n1084w	28.2567	-108.438	1499	32	5.6875	5	3.28125	2.46875	2.4375	8.375	24.7812	26.2812	18.0938	6.75	3.46875	4.90625
3	283n1081w	28.2567	-108.125	2195	32	5.625	4.78125	3.46875	3	3.09375	8.625	24.5	25.625	17.5625	7.125	3.4375	4.96875
4	283n1078w	28.2567	-107.812	2316	32	5.5	4.84375	3.40625	3.1875	3.375	8.75	22.6875	24.4688	16.0938	6.78125	3.5	4.65625
5	283n1075w	28.2567	-107.5	2249	32	5.03125	4.125	2.8125	2.78125	3.09375	7.875	20.4062	22.7812	14.6562	6.09375	2.90625	4.1875
6	279n1088w	27.9445	-108.75	672	32	4.4375	3.84375	2.21875	1.53125	1.03125	4.21875	19	20.5625	14.3125	5.0625	2.78125	4.1875
7	279n1084w	27.9445	-108.438	1201	32	4.90625	3.96875	2.625	1.71875	1.46875	6	21.6562	23	15.25	5.25	2.96875	4.46875
8	279n1081w	27.9445	-108.125	2200	32	5.375	4.46875	3.25	2.59375	2.625	9.1875	24.8438	26.0938	18.2812	6.75	3.3125	4.71875
9	279n1078w	27.9445	-107.812	2479	32	5.90625	4.9375	3.40625	3.4375	3.75	11.1875	25.4688	26.4375	19.2188	8.09375	3.75	5.125
10	279n1075w	27.9445	-107.5	2517	32	5.78125	4.84375	3.1875	3.625	4	11.2812	24.75	25.7812	18.8438	7.90625	3.5	4.90625
11	279n1072w	27.9445	-107.188	2209	32	4.90625	3.75	2.4375	3.125	3.65625	9.96875	21.6875	23.75	16.7812	7.1875	2.9375	4.15625
12	276n1088w	27.6323	-108.75	982	32	4.21875	3.625	2.0625	1.4375	0.8125	4.09375	18.375	19.5	13.1562	4.9375	2.78125	3.9375
13	276n1084w	27.6323	-108.438	723	32	4.59375	3.8125	2.40625	1.53125	1.375	5.78125	20.9375	22.625	15.7188	5.46875	3.125	4.34375
14	276n1081w	27.6323	-108.125	2186	32	5.34375	4.125	2.875	2.375	2	8.96875	25.2188	26.9062	19.2812	6.59375	3.375	4.625
15	276n1078w	27.6323	-107.812	2340	32	6.09375	4.84375	3.21875	3.1875	3.40625	11.7188	26.5312	27.6562	20.1562	8.15625	4.125	5.15625
16	276n1075w	27.6323	-107.5	2410	32	6.09375	4.90625	3.34375	3.5625	3.625	12.6875	26.0312	27.0625	20.0312	8.84375	4.28125	5.375
17	276n1072w	27.6323	-107.188	2034	32	5.4375	4.09375	2.59375	3.40625	3.8125	11.4062	24.3438	25.6562	18.5312	7.90625	3.40625	4.53125
18	276n1069w	27.6323	-106.875	2162	32	4.03125	2.75	1.59375	2.4375	3.0625	8.53125	19.1562	21.8125	15.6875	6.4375	2.46875	3.1875
19	273n1088w	27.32	-108.75	925	32	4.34375	3.53125	2	1.5	1	5.90625	21.5625	22.0938	15.3125	5.90625	3.15625	4.15625
20	273n1084w	27.32	-108.438	1226	32	4.9375	3.78125	2.40625	1.71875	1.375	6.28125	22.5625	23.3125	17.8125	6.78125	3.4375	4.46875
21	273n1081w	27.32	-108.125	2037	32	5.375	3.9375	2.84375	1.90625	1.71875	7.71875	24.3438	26.4062	19.2812	6.6875	3.5	4.78125
22	273n1078w	27.32	-107.812	1095	32	5.71875	4.28125	3.125	2.46875	2.34375	9.15625	25.3438	26.9375	19.75	7.1875	3.59375	4.625
23	273n1075w	27.32	-107.5	2190	32	5.625	4.5	3.03125	2.71875	3.03125	10.5938	25.5312	26.875	19.25	7.53125	3.8125	4.65625
24	273n1072w	27.32	-107.188	2204	32	5.3125	4.09375	2.5625	2.75	3.125	10.9062	24.7188	25.875	18.625	7.28125	3.625	4.59375
25	273n1069w	27.32	-106.875	1970	32	4.21875	2.9375	1.75	2.21875	3.0625	9.3125	21.4375	23.7812	17.0312	6.3125	2.625	3.65625
26	273n1066w	27.32	-106.562	2160	32	3.0625	1.8125	1.15625	1.9375	2.5	7.59375	16.6875	19.1875	14.625	5.21875	1.90625	2.5625
27	270n1088w	27.0078	-108.75	498	32	4.28125	2.90625	1.78125	1.34375	1.03125	5.875	20.8438	21.9688	15.2188	5.8125	3.03125	4

NUM	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	PCPD1	PCPD2	PCPD3	PCPD4	PCPD5	PCPD6	PCPD7	PCPD8	PCPD9	PCPD10	PCPD11	PCPD12
28	270n1084w	27.0078	-108.438	609	32	4.71875	3.34375	2.1875	1.5	1.125	5.90625	21.3438	22.4375	16.25	6.46875	3.34375	4.25
29	270n1081w	27.0078	-108.125	947	32	4.875	3.84375	2.34375	1.46875	1.125	5.59375	21.6875	23	16.5938	6.3125	3.28125	4.34375
30	270n1078w	27.0078	-107.812	1334	32	5.03125	4.125	2.6875	1.71875	1.28125	7.21875	23.75	25.5938	18.375	6.03125	3.1875	4.4375
31	270n1075w	27.0078	-107.5	2039	32	5.25	4.09375	2.5	1.9375	1.9375	9.03125	24.4062	26.0938	18.5625	6.125	3.40625	4.4375
32	270n1072w	27.0078	-107.188	2403	32	4.9375	3.65625	2.34375	2.0625	2.15625	9.5625	24.0938	25.7812	17.8125	6.40625	3.40625	4.28125
33	270n1069w	27.0078	-106.875	2205	32	4.34375	2.84375	1.75	2.03125	2.59375	9.5625	22.5312	24.5312	17.1875	5.84375	2.84375	3.71875
34	270n1066w	27.0078	-106.562	2226	32	3.4375	2.21875	1.21875	1.875	2.40625	9	20.0625	22.5312	16.3438	5.4375	2.125	2.625
35	270n1062w	27.0078	-106.25	1683	32	3.03125	1.84375	1.125	2.03125	2.59375	8.28125	17.3125	19.1875	14.8125	5.59375	1.71875	2.40625
36	267n1088w	26.6956	-108.75	213	32	3.5	2.09375	1.21875	0.9375	0.8125	5.34375	19.3125	19.75	13.3125	4.625	2.46875	3.03125
37	267n1084w	26.6956	-108.438	282	32	4	2.6875	1.625	1.09375	0.90625	5.375	20.0938	20.6875	15.0625	5.65625	2.9375	3.59375
38	267n1081w	26.6956	-108.125	458	32	4.78125	3.28125	1.8125	1.1875	1.0625	6.03125	21.1562	22.6875	16.75	5.96875	3.15625	4.125
39	267n1078w	26.6956	-107.812	1544	32	5.125	3.78125	2.34375	1.53125	1.375	7.0625	23.8438	25.25	18.9062	6.46875	3.4375	4.28125
40	267n1075w	26.6956	-107.5	1228	32	5.1875	3.875	2.53125	1.78125	1.5625	8.90625	25.4375	27	19.625	6.5625	3.21875	4.375
41	267n1072w	26.6956	-107.188	2292	32	5.09375	3.71875	2.375	1.84375	2.09375	10.125	25.4375	26.9062	18.9688	6.53125	3.09375	4.25
42	267n1069w	26.6956	-106.875	2288	32	4.84375	3.375	1.78125	2.09375	2.65625	10.625	24.625	26.0312	18.7188	6.625	3.21875	4.03125
43	267n1066w	26.6956	-106.562	2388	32	4.1875	3.03125	1.5	2.5625	3.3125	11.375	23.625	25.25	18.25	7.125	2.875	3.5625
44	267n1062w	26.6956	-106.25	1908	32	3.71875	2.78125	1.375	2.9375	4.0625	11.4062	22.3438	24.0312	18.0312	7.625	2.5	3
45	264n1084w	26.3833	-108.438	255	32	3.84375	2.46875	1.4375	0.90625	1	6.5	21.5625	22.6875	16.5	6.03125	2.5	3.34375
46	264n1081w	26.3833	-108.125	1033	32	4.8125	3.125	1.65625	1.25	1.3125	8.15625	24.25	25.8438	19.625	7.3125	3.3125	4.1875
47	264n1078w	26.3833	-107.812	1212	32	5.09375	3.75	2.09375	1.625	1.53125	9.21875	25.1875	26.875	21.0312	8.125	3.5625	4.46875
48	264n1075w	26.3833	-107.5	1500	32	5.375	3.90625	2.5	1.9375	1.90625	10.4375	26.9375	28.625	22.5938	8.40625	3.5	4.6875
49	264n1072w	26.3833	-107.188	2298	32	5.25	3.90625	2.46875	1.96875	2.4375	11.7188	27.3125	28.1562	21.8125	8.0625	3.375	4.46875
50	264n1069w	26.3833	-106.875	2287	32	5.3125	4.0625	2.375	2.5	3.40625	13.4375	27.0938	28.1875	21.3438	8.40625	3.34375	4.5
51	264n1066w	26.3833	-106.562	2409	32	5.28125	4.28125	2.25	3.125	4.78125	15.125	26.75	27.7812	20.5312	9.5625	3.5	4.59375
52	264n1062w	26.3833	-106.25	2305	32	4.875	3.84375	2	3.625	5.4375	14.6562	25.2812	26.5625	20.1562	9.8125	3.21875	4.0625
53	261n1081w	26.0711	-108.125	298	32	4.34375	2.40625	1.40625	0.96875	1.09375	8.71875	24.5938	26.2812	20.1562	7	2.96875	3.5
54	261n1078w	26.0711	-107.812	716	32	4.9375	2.96875	1.75	1.1875	1.28125	9.875	25.1875	27.4375	21.4375	7.75	3.28125	3.84375
55	261n1075w	26.0711	-107.5	1027	32	4.8125	3.5	2.125	1.28125	1.59375	10.3125	26.9062	28.5	22.5938	8.4375	3.1875	4.15625

NUM	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	PCPD1	PCPD2	PCPD3	PCPD4	PCPD5	PCPD6	PCPD7	PCPD8	PCPD9	PCPD10	PCPD11	PCPD12
56	261n1072w	26.0711	-107.188	1301	32	5.03125	3.875	2.5	2	2.28125	12.9375	28.25	29.2812	24.3125	9.5	3.5	4.3125
57	261n1069w	26.0711	-106.875	2565	32	5.53125	4.21875	2.78125	2.6875	3.90625	15.5312	28.7188	29.1562	23.6875	10	3.71875	4.875
58	261n1066w	26.0711	-106.562	2726	32	5.6875	4.46875	2.875	3.5	5.03125	16.875	28.0625	28.625	22.0938	10.9375	3.84375	5.09375
59	261n1062w	26.0711	-106.25	2894	32	5.03125	4.03125	2.4375	3.3125	5.34375	15.7188	26.0938	26.6562	20.375	10.4062	3.3125	4.59375
60	258n1078w	25.7589	-107.812	297	32	3.84375	2.15625	1.25	0.65625	0.71875	7.6875	23.0312	24.9688	19.4375	6.125	2.3125	2.90625
61	258n1075w	25.7589	-107.5	1377	32	4.15625	2.8125	1.6875	0.9375	1.28125	9.25	26.0938	27.7812	22.0938	7.375	2.75	3.40625
62	258n1072w	25.7589	-107.188	899	32	4.375	3.3125	2.09375	1.59375	2.0625	13.0938	28.5312	29.4688	24.9688	10	3.125	4.09375
63	258n1069w	25.7589	-106.875	2310	32	5.40625	3.9375	2.71875	2.5625	3.34375	15.8438	29.2188	30	25.4062	11.1875	3.5625	4.6875
64	258n1066w	25.7589	-106.562	2146	32	5.59375	4.09375	2.875	3	4.46875	16.8125	28.9062	29.3438	23.7812	11.1875	3.75	4.84375
65	258n1062w	25.7589	-106.25	2521	32	5.09375	3.53125	2.59375	3.03125	4.5625	15.9375	27.3125	27.625	21.125	10.2188	3.21875	4.6875
66	254n1075w	25.4467	-107.5	551	32	3.59375	2.21875	1.3125	0.78125	0.78125	8.5	23.6875	25.0625	20.375	6.1875	2.40625	3
67	254n1072w	25.4467	-107.188	1076	32	4	2.65625	1.6875	1.21875	1.375	10.9062	27.0312	28.0938	23.375	7.78125	2.625	3.6875
68	254n1069w	25.4467	-106.875	2326	32	4.4375	3.125	2.3125	1.8125	2.28125	13.6562	28.5312	29.4688	25.125	9.84375	2.875	4
69	254n1066w	25.4467	-106.562	2251	32	4.8125	3.21875	2.46875	2.03125	3.03125	14.5938	28.375	29.1562	24.3438	10.3438	3.03125	4.3125
70	254n1062w	25.4467	-106.25	2600	32	4.84375	3.40625	2.5	2.28125	3.5625	14.3438	26.8125	28.0625	21.9062	10.0312	3.0625	4.28125

Río Mayo

NUM	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	PCPD1	PCPD2	PCPD3	PCPD4	PCPD5	PCPD6	PCPD7	PCPD8	PCPD9	PCPD10	PCPD11	PCPD12
1	270n1091w	27.0078	-109.062	388	32	3.46875	2.28125	1.34375	1.03125	0.8125	5.53125	20.3125	21.0625	13.9375	4.9375	2.84375	3.25
2	270n1094w	27.0078	-109.375	89	32	2.90625	1.875	0.90625	0.46875	0.46875	4.34375	17.1875	17.3438	10.9375	3.8125	2.0625	2.78125
3	273n1091w	27.32	-109.062	301	32	3.90625	3	1.6875	1.1875	0.90625	5.09375	20	20.5	13.6875	5.15625	2.90625	3.65625
4	273n1094w	27.32	-109.375	105	32	3.3125	2.25	1.1875	0.6875	0.625	4.25	18.125	18.5312	12.5	4.0625	2.53125	3.15625
5	276n1091w	27.6323	-109.062	932	32	3.78125	3.15625	1.8125	1.21875	0.625	3.9375	17.6562	18.5938	11.5625	4.59375	2.6875	3.5625
6	276n1094w	27.6323	-109.375	379	32	3.4375	2.78125	1.5	0.875	0.71875	4.125	17.625	18.9062	11.9688	4.3125	2.65625	3.25
7	279n1091w	27.9445	-109.062	899	32	3.8125	3.375	1.90625	1.40625	0.78125	4.25	18.9375	20.3125	13.5625	5.0625	2.6875	3.53125
8	279n1094w	27.9445	-109.375	500	32	3.40625	2.75	1.625	1.09375	0.75	3.71875	18.25	19.0312	12.4375	4.28125	2.4375	3.15625
9	283n1091w	28.2567	-109.062	1695	32	4.9375	4.15625	2.1875	1.9375	1.59375	5.84375	22.9062	25.0938	17.6875	6.09375	3.15625	4.1875
10	283n1094w	28.2567	-109.375	609	32	3.65625	3.09375	1.71875	1.28125	0.84375	3.75	20	21.875	14.5312	4.65625	2.625	3.28125
11	286n1078w	28.5689	-107.812	2100	32	5.21875	4.65625	2.96875	2.65625	2.4375	6.5	19.3125	20.75	13.5312	5	3.03125	4.375
12	286n1081w	28.5689	-108.125	2544	32	5.96875	5.375	3.6875	3.1875	2.78125	7.59375	22.4062	23.875	16.125	6.5625	3.71875	5.21875
13	286n1084w	28.5689	-108.438	1754	32	6.71875	5.90625	3.8125	3.34375	2.9375	8.125	24.1562	25.6562	17.4062	7.6875	4.09375	5.5625
14	286n1088w	28.5689	-108.75	1191	32	6.34375	5.5625	3.1875	2.71875	2.65625	7.46875	23.3125	24.9688	17.7812	7.8125	4.21875	5.34375
15	286n1091w	28.5689	-109.062	1068	32	5.5	4.84375	2.71875	2.15625	2.03125	6.78125	22.6875	25.0938	17.7812	6.75	3.84375	4.65625
16	286n1094w	28.5689	-109.375	600	32	4.5625	3.8125	2.0625	1.6875	1.28125	4.8125	20.4688	23.0938	15.2188	5.59375	3.15625	3.53125

Cuadro 98. Precipitación máxima de 0.5 horas en todo el período de registro del mes.

Río Fuerte

NUM	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	RAINHHMX1	RAINHHMX2	RAINHHMX3	RAINHHMX4	RAINHHMX5	RAINHHMX6	RAINHHMX7	RAINHHMX8	RAINHHMX9	RAINHHMX10	RAINHHMX11	RAINHHMX12
1	283n1088w	28.2567	-108.75	1808	32	26.735	18.022	27.7516	14.446	8.18911	22.2031	57.0954	33.8343	37.5726	50.171	20.3844	35.9876
2	283n1084w	28.2567	-108.438	1499	32	19.6833	18.9984	25.1146	9.69835	7.05236	18.0178	41.5361	36.386	35.114	42.0417	13.8154	34.5787
3	283n1081w	28.2567	-108.125	2195	32	13.2396	17.067	20.6398	11.4948	8.78753	13.5964	28.9494	34.9842	30.221	24.7596	10.0823	26.4563
4	283n1078w	28.2567	-107.812	2316	32	10.5575	13.6556	14.3985	14.6178	10.2598	14.9663	23.7763	30.0143	31.1493	16.8216	7.78205	15.477
5	283n1075w	28.2567	-107.5	2249	32	9.63947	11.7691	10.2902	17.0992	11.7916	16.4058	21.0084	27.7823	28.5669	12.7865	5.41094	9.66921
6	279n1088w	27.9445	-108.75	672	32	27.5281	19.3171	30.3982	11.3025	5.48213	25.0708	42.8426	54.0709	37.1832	43.6504	14.7109	43.6624
7	279n1084w	27.9445	-108.438	1201	32	20.7305	23.3663	30.3201	8.20592	7.10884	27.9661	36.1544	37.4452	29.3498	31.9781	11.7895	38.2323
8	279n1081w	27.9445	-108.125	2200	32	13.7316	21.8309	27.3563	9.30061	9.38473	21.705	27.4284	40.9786	38.5609	22.2866	10.7981	27.7444
9	279n1078w	27.9445	-107.812	2479	32	12.1256	17.2596	22.4831	13.3261	12.8532	17.515	25.3844	35.6511	43.5843	17.2434	9.52772	19.8867
10	279n1075w	27.9445	-107.5	2517	32	12.1713	14.0927	14.7464	16.7291	14.884	16.1151	26.6885	29.7121	38.779	12.6544	8.02088	14.7969
11	279n1072w	27.9445	-107.188	2209	32	9.8822	9.84495	13.0563	16.0129	15.051	15.1129	26.0664	25.0546	30.1321	10.653	8.28224	11.2473
12	276n1088w	27.6323	-108.75	982	32	25.8507	24.4081	31.3812	12.1208	4.58902	25.6416	36.6653	65.6222	34.9584	40.9332	13.2633	44.1286
13	276n1084w	27.6323	-108.438	723	32	21.7423	30.3718	36.1943	9.32103	5.88077	28.7448	34.7704	33.3374	42.0534	28.4642	14.0197	37.7534
14	276n1081w	27.6323	-108.125	2186	32	15.6801	25.5809	35.531	9.39134	10.0474	26.5374	31.1769	43.4569	49.0115	24.0482	13.1609	31.4776
15	276n1078w	27.6323	-107.812	2340	32	15.5857	21.2406	29.5126	12.5534	12.9956	21.2827	24.5373	40.4006	45.4745	19.3378	11.4831	29.0578
16	276n1075w	27.6323	-107.5	2410	32	14.011	16.6282	20.7732	16.1127	13.9011	19.0422	25.8789	32.3695	39.5961	12.5654	10.6476	21.3337
17	276n1072w	27.6323	-107.188	2034	32	10.295	13.1242	10.2865	14.9819	12.2524	21.4323	27.2178	25.5238	32.4608	12.4759	14.4235	12.0292
18	276n1069w	27.6323	-106.875	2162	32	10.0078	9.29701	7.69523	8.63371	12.3981	19.8599	24.0936	27.3815	25.7846	11.7105	23.6892	12.1791
19	273n1088w	27.32	-108.75	925	32	21.2712	23.3819	30.5599	12.4909	3.35134	19.1011	42.3695	45.0791	46.5896	34.7782	14.1804	36.2369
20	273n1084w	27.32	-108.438	1226	32	18.6733	27.1274	35.9401	8.90528	5.24391	16.1661	36.4935	36.8492	46.0585	30.4914	15.5407	34.7914
21	273n1081w	27.32	-108.125	2037	32	17.1581	25.9816	37.6525	11.2085	8.37716	15.3965	36.4803	36.3721	41.7158	27.1977	14.8245	39.4159
22	273n1078w	27.32	-107.812	1095	32	17.6249	24.6983	33.3308	14.3895	11.1962	15.0552	29.947	38.8385	36.9147	19.0951	13.874	37.307
23	273n1075w	27.32	-107.5	2190	32	14.8882	20.5791	24.896	17.1701	11.2995	17.9674	23.8674	32.5804	31.1595	16.9202	12.5678	27.1535
24	273n1072w	27.32	-107.188	2204	32	10.4854	15.5299	12.7361	14.7981	11.7456	17.882	24.0434	25.1741	31.6906	14.5824	22.8111	14.9843
25	273n1069w	27.32	-106.875	1970	32	9.6623	10.5996	6.58974	7.90012	12.7216	14.8557	21.544	23.4594	25.5262	10.6621	32.6654	11.2145
26	273n1066w	27.32	-106.562	2160	32	11.2172	6.99349	8.93351	7.19596	11.8886	13.7611	17.2085	19.4904	19.4856	12.6514	35.9218	10.0847
27	270n1088w	27.0078	-108.75	498	32	20.8429	15.7341	23.7154	10.5311	2.92357	22.1941	49.9181	50.7977	39.8899	30.817	14.5085	30.5022

NUM	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_YRS	RAINHHMX1	RAINHHMX2	RAINHHMX3	RAINHHMX4	RAINHHMX5	RAINHHMX6	RAINHHMX7	RAINHHMX8	RAINHHMX9	RAINHHMX10	RAINHHMX11	RAINHHMX12
28	270n1084w	27.0078	-108.438	609	32	20.8609	23.5279	29.6514	10.4446	4.06511	16.8565	39.3125	44.3558	44.22	29.5565	15.3484	38.8775
29	270n1081w	27.0078	-108.125	947	32	22.0655	28.8932	33.1343	14.0002	5.9733	13.0653	37.51	40.513	42.006	26.991	14.8509	43.6988
30	270n1078w	27.0078	-107.812	1334	32	18.4072	27.2349	31.8228	17.7048	7.6658	12.3678	33.5684	29.2507	34.9842	20.1369	14.8347	43.4614
31	270n1075w	27.0078	-107.5	2039	32	15.2198	21.7435	26.1445	19.9194	11.365	14.0501	29.485	32.1334	29.1395	16.2743	18.606	31.8759
32	270n1072w	27.0078	-107.188	2403	32	11.326	15.8206	16.3061	15.906	12.3131	12.6225	20.1838	24.9903	27.7168	16.7531	31.8378	18.2684
33	270n1069w	27.0078	-106.875	2205	32	10.9264	10.1574	9.31023	7.63996	10.5792	15.2919	15.3679	22.4981	20.1585	13.534	38.8872	12.0091
34	270n1066w	27.0078	-106.562	2226	32	10.2661	6.46236	7.40745	6.52966	8.25791	24.7193	16.4689	19.9092	21.3097	14.1696	37.9291	8.45377
35	270n1062w	27.0078	-106.25	1683	32	12.506	4.79751	11.7483	6.70569	7.57208	39.6856	18.9713	17.5624	20.9456	10.1982	29.9163	8.46157
36	267n1088w	26.6956	-108.75	213	32	19.1023	14.0483	14.488	7.36178	2.22091	17.4182	40.5412	55.43	31.9549	27.3899	11.0964	30.0083
37	267n1084w	26.6956	-108.438	282	32	23.7202	23.6084	20.5827	9.25375	3.07557	16.6528	41.9435	44.0433	36.7843	22.4951	13.9635	38.5014
38	267n1081w	26.6956	-108.125	458	32	26.5434	30.4397	26.5626	16.6966	6.68888	11.1872	38.8967	40.8548	31.0068	21.6786	15.5119	44.8592
39	267n1078w	26.6956	-107.812	1544	32	21.9688	29.923	27.5323	23.719	8.86081	17.3527	38.8367	31.7386	30.3183	24.6232	17.9433	45.0062
40	267n1075w	26.6956	-107.5	1228	32	16.2827	22.9848	25.5478	24.1732	11.6738	17.0067	39.9662	32.1039	25.5797	28.493	27.5158	34.3774
41	267n1072w	26.6956	-107.188	2292	32	15.7486	15.9243	18.7574	17.8238	11.894	12.2074	37.8835	28.9497	19.8257	23.1332	41.3231	24.0662
42	267n1069w	26.6956	-106.875	2288	32	14.4556	9.54575	12.1232	9.09634	9.42618	15.8489	26.4352	26.9946	20.1285	14.6869	44.755	19.1083
43	267n1066w	26.6956	-106.562	2388	32	12.709	9.61123	7.40144	8.95214	8.56281	28.5327	21.3175	22.3371	19.458	12.2386	38.0148	11.5753
44	267n1062w	26.6956	-106.25	1908	32	12.9794	8.10439	6.35782	9.32193	10.0072	39.7848	26.1751	21.8811	17.5155	10.3028	25.4006	9.24473
45	264n1084w	26.3833	-108.438	255	32	27.1328	25.3724	13.8386	9.83415	2.4345	17.4873	49.8028	61.8875	30.3424	22.2373	18.6661	37.0835
46	264n1081w	26.3833	-108.125	1033	32	31.1781	32.4921	20.2234	19.2561	5.51518	22.0878	64.0883	60.2106	32.7618	22.977	19.759	42.8946
47	264n1078w	26.3833	-107.812	1212	32	25.2006	31.3854	25.087	25.6764	8.21284	29.9626	60.7544	45.3113	37.9685	35.0203	21.4371	44.524
48	264n1075w	26.3833	-107.5	1500	32	18.6096	23.9785	24.7614	25.2354	11.8562	27.2512	58.8973	33.1325	31.9297	36.4995	37.876	35.555
49	264n1072w	26.3833	-107.188	2298	32	18.2227	15.6981	21.0586	18.2492	13.7142	18.1404	59.4585	32.1148	22.4296	26.3241	50.2816	33.2563
50	264n1069w	26.3833	-106.875	2287	32	16.1775	11.7069	15.3797	10.1213	11.3563	18.4084	41.7041	28.1938	23.9581	15.2054	48.8171	28.7334
51	264n1066w	26.3833	-106.562	2409	32	16.9075	13.6763	10.1502	10.1177	9.40756	24.3865	25.1513	23.1494	25.2997	10.319	36.3911	17.5702
52	264n1062w	26.3833	-106.25	2305	32	16.8775	10.9727	5.75581	9.22611	10.0432	31.699	27.4332	22.8598	23.5159	10.8507	19.8738	10.2439
53	261n1081w	26.0711	-108.125	298	32	28.2876	34.0217	15.8183	16.9394	6.20162	27.9878	66.5559	66.2434	43.4191	26.8186	24.923	35.4818
54	261n1078w	26.0711	-107.812	716	32	22.7517	31.55	21.4629	22.9271	13.1284	34.4375	62.0401	47.9438	44.1551	37.3881	37.641	39.2332
55	261n1075w	26.0711	-107.5	1027	32	19.7969	24.0662	23.8554	22.3984	15.6524	28.5549	63.6191	39.3389	40.8043	37.4121	45.4153	39.3522

NUM	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_YRS	RAINHHMX1	RAINHHMX2	RAINHHMX3	RAINHHMX4	RAINHHMX5	RAINHHMX6	RAINHHMX7	RAINHHMX8	RAINHHMX9	RAINHHMX10	RAINHHMX11	RAINHHMX12
56	261n1072w	26.0711	-107.188	1301	32	18.8446	17.4969	22.7462	17.7469	12.6772	21.9027	71.4801	37.0835	30.0443	28.2449	57.9453	43.791
57	261n1069w	26.0711	-106.875	2565	32	19.2645	13.7322	19.5499	11.4347	9.99125	20.6392	52.5575	29.2741	24.3667	20.0768	52.4638	37.3226
58	261n1066w	26.0711	-106.562	2726	32	19.7722	11.213	13.9131	12.0439	9.79929	23.3152	29.3663	26.3274	25.1814	15.1928	35.1471	21.9682
59	261n1062w	26.0711	-106.25	2894	32	19.1942	9.92606	8.8476	9.2171	8.54959	23.5027	23.0755	21.7489	23.4011	10.9985	15.3028	12.5432
60	258n1078w	25.7589	-107.812	297	32	16.8444	30.6355	16.7093	16.0249	13.0821	30.8765	61.4177	56.1618	47.8885	36.1102	40.8771	30.9299
61	258n1075w	25.7589	-107.5	1377	32	18.8091	24.9086	21.3169	16.9971	17.3257	26.7483	61.3889	49.2596	52.7227	36.1156	50.9843	39.0644
62	258n1072w	25.7589	-107.188	899	32	20.4073	20.9144	25.093	15.1562	16.5891	27.9775	57.9792	38.4455	40.7112	32.5047	63.1754	47.0078
63	258n1069w	25.7589	-106.875	2310	32	21.9625	17.2242	24.747	17.4104	11.6793	26.8684	50.3934	29.9939	30.9588	30.9299	56.953	42.9318
64	258n1066w	25.7589	-106.562	2146	32	21.6086	13.4619	19.9711	17.9175	10.0486	21.1998	29.3624	27.1881	28.7928	25.3514	34.6358	24.8785
65	258n1062w	25.7589	-106.25	2521	32	19.8116	8.91609	11.6294	13.1212	8.49553	21.1385	22.2878	23.8578	23.752	16.9748	14.9939	15.8843
66	254n1075w	25.4467	-107.5	551	32	22.092	24.5853	19.0651	12.1401	12.9992	23.1554	90.5668	61.0788	66.396	49.3858	56.5105	44.3053
67	254n1072w	25.4467	-107.188	1076	32	21.2956	22.5546	24.2879	17.4116	13.7533	29.4321	74.5419	58.3187	54.3197	40.9281	68.7786	53.0267
68	254n1069w	25.4467	-106.875	2326	32	22.5906	20.6728	26.6594	23.5243	11.0099	36.4989	44.9749	48.8925	34.0302	40.5304	57.7056	46.9224
69	254n1066w	25.4467	-106.562	2251	32	22.9698	16.5717	25.0822	23.147	9.88761	30.4763	32.3136	29.6832	37.9138	37.8285	33.2001	27.6132
70	254n1062w	25.4467	-106.25	2600	32	21.7928	11.4383	17.6189	17.2248	9.46222	22.0914	24.8635	24.9476	31.4905	27.0805	15.6452	19.4427

Río Mayo

NUM	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	RAINHHMX1	RAINHHMX2	RAINHHMX3	RAINHHMX4	RAINHHMX5	RAINHHMX6	RAINHHMX7	RAINHHMX8	RAINHHMX9	RAINHHMX10	RAINHHMX11	RAINHHMX12
1	270n1091w	27.0078	-109.062	388	32	18.9527	13.1302	16.9478	6.69909	3.01248	15.5659	57.8392	55.8445	38.4161	31.6176	11.4401	22.879
2	270n1094w	27.0078	-109.375	89	32	18.3765	10.8603	11.8685	5.70413	1.55611	9.3691	46.7843	49.7235	46.5451	34.1037	11.1409	20.492
3	273n1091w	27.32	-109.062	301	32	18.1578	17.1289	22.4639	9.56558	3.52979	14.6184	52.4463	54.006	39.095	44.1154	13.3943	36.4737
4	273n1094w	27.32	-109.375	105	32	18.9317	13.8175	15.4878	5.68491	2.66702	10.6864	44.5288	48.207	45.022	47.8378	12.8145	33.0647
5	276n1091w	27.6323	-109.062	932	32	25.3574	16.0958	25.2685	11.2371	2.83224	16.481	56.2341	82.9017	36.2003	55.6589	17.9986	44.5324
6	276n1094w	27.6323	-109.375	379	32	21.4209	14.8864	18.424	6.42991	3.36336	14.9203	60.4609	73.637	45.4216	55.4879	19.1669	39.4044
7	279n1091w	27.9445	-109.062	899	32	27.4861	18.0671	26.8078	11.1758	6.28693	19.8293	47.2703	61.896	42.6098	54.8367	23.6613	38.8649
8	279n1094w	27.9445	-109.375	500	32	22.8418	16.639	24.059	6.61858	2.16173	18.9179	49.4882	56.6845	40.6499	47.7041	24.0704	29.7716
9	283n1091w	28.2567	-109.062	1695	32	27.4632	21.2322	28.5369	10.0354	9.26396	23.2527	61.1779	40.3008	36.0189	48.7642	25.7569	31.3235
10	283n1094w	28.2567	-109.375	609	32	20.3202	17.7054	29.2819	7.86467	5.91292	20.1105	47.0438	46.5788	37.0817	29.7343	24.6229	20.9306
11	286n1078w	28.5689	-107.812	2100	32	11.6186	10.1829	10.051	12.5871	6.76157	11.5717	17.7589	21.6642	19.9164	18.4949	7.88059	15.3532
12	286n1081w	28.5689	-108.125	2544	32	13.9005	14.9912	15.6278	12.1497	7.94157	13.4318	22.0193	26.4581	27.5377	33.2097	10.7663	24.6983
13	286n1084w	28.5689	-108.438	1754	32	20.0961	18.2218	21.9141	13.5763	7.60211	14.8221	38.7928	31.6786	31.7771	52.6281	15.2195	30.9654
14	286n1088w	28.5689	-108.75	1191	32	24.4207	18.7731	28.6492	15.2318	10.6654	21.0459	53.1354	45.9587	36.4139	54.0923	22.5528	28.6487
15	286n1091w	28.5689	-109.062	1068	32	22.7066	21.6179	32.2289	14.744	12.3464	24.3114	61.6298	50.725	38.1679	40.9603	24.1699	22.2548
16	286n1094w	28.5689	-109.375	600	32	17.2909	18.9858	30.0371	9.41957	9.82242	18.3789	53.7417	44.9746	42.1159	27.4825	23.4735	18.6301

Cuadro 99. Promedio de radiación solar diaria en el mes.

Río Fuerte

NUM	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	SOLARAV1	SOLARAV2	SOLARAV3	SOLARAV4	SOLARAV5	SOLARAV6	SOLARAV7	SOLARAV8	SOLARAV9	SOLARAV10	SOLARAV11	SOLARAV12
1	283n1088w	28.2567	-108.75	1808	32	13.9986	17.3414	22.3521	26.129	28.4462	25.3525	19.9885	19.7065	19.7555	18.3273	15.4532	13.1473
2	283n1084w	28.2567	-108.438	1499	32	14.2658	17.6295	22.6665	26.3064	28.4487	24.3241	19.5176	19.9288	19.7199	18.4755	15.6876	13.3671
3	283n1081w	28.2567	-108.125	2195	32	14.5368	17.9595	22.9913	26.4781	28.3346	23.3511	19.4638	20.3679	19.6872	18.5999	15.9143	13.6029
4	283n1078w	28.2567	-107.812	2316	32	14.7497	18.2778	23.2711	26.5867	28.1853	23.0782	19.9984	20.7752	19.7147	18.6742	16.1221	13.8672
5	283n1075w	28.2567	-107.5	2249	32	14.9461	18.6052	23.5202	26.7071	28.1807	23.6438	20.8915	21.2061	19.8984	18.7952	16.3291	14.1251
6	279n1088w	27.9445	-108.75	672	32	14.3023	17.6657	22.562	26.331	28.6101	26.4589	21.8252	21.3334	20.7057	18.7116	15.6475	13.3861
7	279n1084w	27.9445	-108.438	1201	32	14.5036	17.8953	22.8317	26.5252	28.6879	25.1815	20.7997	21.1072	20.5012	18.8685	15.8979	13.5698
8	279n1081w	27.9445	-108.125	2200	32	14.6405	18.0684	23.0516	26.5611	28.4233	23.3181	19.4651	20.5904	19.8579	18.7908	16.0718	13.7134
9	279n1078w	27.9445	-107.812	2479	32	14.7027	18.2096	23.2108	26.4844	28.0146	22.1565	18.8445	20.1092	19.1116	18.5776	16.1529	13.842
10	279n1075w	27.9445	-107.5	2517	32	14.7945	18.4269	23.3966	26.4555	27.7782	22.1869	19.3885	20.1981	18.8451	18.4824	16.2589	14.0053
11	279n1072w	27.9445	-107.188	2209	32	14.9981	18.7171	23.5444	26.5394	27.8235	23.3289	20.8261	20.9355	19.2139	18.599	16.3972	14.2123
12	276n1088w	27.6323	-108.75	982	32	14.287	17.6329	22.4799	26.1619	28.4834	27.037	22.7032	22.006	20.9036	18.6225	15.6316	13.4037
13	276n1084w	27.6323	-108.438	723	32	14.5055	17.8548	22.7687	26.4515	28.7276	26.1949	21.6494	21.6717	20.805	18.9339	15.9045	13.5888
14	276n1081w	27.6323	-108.125	2186	32	14.6295	18.0243	22.987	26.5402	28.5895	24.2366	19.9842	20.9245	20.1543	18.9063	16.0938	13.7221
15	276n1078w	27.6323	-107.812	2340	32	14.6942	18.159	23.1733	26.511	28.1999	22.56	18.9181	20.2538	19.3242	18.72	16.188	13.8278
16	276n1075w	27.6323	-107.5	2410	32	14.7476	18.3412	23.3516	26.4672	27.8768	22.0834	19.043	20.1221	18.7775	18.5441	16.252	13.9443
17	276n1072w	27.6323	-107.188	2034	32	14.9423	18.6669	23.5437	26.5375	27.8546	22.9298	20.3197	20.7361	18.9395	18.5801	16.3918	14.155
18	276n1069w	27.6323	-106.875	2162	32	15.1859	18.9705	23.6693	26.7027	28.116	24.6181	22.1291	21.7799	19.6625	18.7761	16.5288	14.3886
19	273n1088w	27.32	-108.75	925	32	14.3202	17.7082	22.5429	26.1736	28.5946	27.3886	23.0431	22.1266	20.8325	18.5952	15.7307	13.4716
20	273n1084w	27.32	-108.438	1226	32	14.454	17.8183	22.6898	26.3434	28.7252	26.9028	22.1774	21.7885	20.7596	18.8439	15.9048	13.5603
21	273n1081w	27.32	-108.125	2037	32	14.6358	18.0107	22.9028	26.5172	28.744	25.7434	21.1642	21.4227	20.5172	19.0229	16.0975	13.7036
22	273n1078w	27.32	-107.812	1095	32	14.7848	18.2215	23.1422	26.6181	28.5494	24.1899	20.2738	21.0628	20.1044	19.0387	16.2422	13.8516
23	273n1075w	27.32	-107.5	2190	32	14.8989	18.4441	23.3849	26.6699	28.3	23.2492	19.9885	20.8787	19.6386	18.9543	16.3656	13.9954
24	273n1072w	27.32	-107.188	2204	32	15.067	18.7606	23.6234	26.7464	28.2144	23.4518	20.5269	21.0327	19.4205	18.9163	16.5137	14.2041
25	273n1069w	27.32	-106.875	1970	32	15.3245	19.1226	23.8212	26.8887	28.3421	24.555	21.7328	21.6202	19.7195	19.006	16.6788	14.4847
26	273n1066w	27.32	-106.562	2160	32	15.4998	19.2861	23.8616	26.9479	28.4902	25.7751	22.8651	22.2047	20.2607	19.0767	16.7447	14.6638
27	270n1088w	27.0078	-108.75	498	32	14.3514	17.766	22.4763	26.0051	28.3862	27.4454	23.4296	22.3181	20.7574	18.5624	15.7417	13.5153

NUM	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	SOLARAV1	SOLARAV2	SOLARAV3	SOLARAV4	SOLARAV5	SOLARAV6	SOLARAV7	SOLARAV8	SOLARAV9	SOLARAV10	SOLARAV11	SOLARAV12
28	270n1084w	27.0078	-108.438	609	32	14.4215	17.8022	22.5376	26.1125	28.4834	27.2277	22.8153	21.9702	20.7063	18.7232	15.8693	13.5266
29	270n1081w	27.0078	-108.125	947	32	14.622	18.01	22.7505	26.351	28.6177	26.7603	22.2961	21.8143	20.7298	19.0053	16.0764	13.6521
30	270n1078w	27.0078	-107.812	1334	32	14.8573	18.2831	23.045	26.6154	28.6867	25.8232	21.6722	21.6676	20.6796	19.253	16.2846	13.8477
31	270n1075w	27.0078	-107.5	2039	32	15.0661	18.5774	23.3698	26.8214	28.6414	24.7367	21.0396	21.4718	20.4383	19.356	16.4836	14.0629
32	270n1072w	27.0078	-107.188	2403	32	15.2609	18.9251	23.694	26.942	28.5347	24.1479	20.7685	21.2692	20.072	19.3407	16.6754	14.3118
33	270n1069w	27.0078	-106.875	2205	32	15.484	19.2623	23.9378	26.98	28.4111	24.2428	21.0417	21.2027	19.8265	19.2689	16.8453	14.591
34	270n1066w	27.0078	-106.562	2226	32	15.6443	19.4202	23.9806	26.8576	28.1719	24.6209	21.5644	21.2778	19.7621	19.1292	16.9092	14.7762
35	270n1062w	27.0078	-106.25	1683	32	15.6048	19.2841	23.7586	26.4646	27.6889	24.7447	21.7594	21.1922	19.6494	18.8474	16.774	14.756
36	267n1088w	26.6956	-108.75	213	32	14.5472	18.0292	22.6035	26.0301	28.3311	27.5591	23.924	22.7929	20.9032	18.7175	15.8683	13.6864
37	267n1084w	26.6956	-108.438	282	32	14.4916	17.9348	22.5346	25.9971	28.3138	27.2245	23.0227	22.087	20.6136	18.666	15.8858	13.5935
38	267n1081w	26.6956	-108.125	458	32	14.5595	17.9987	22.6136	26.1052	28.3891	26.8104	22.3075	21.5993	20.5022	18.7881	16.0285	13.6053
39	267n1078w	26.6956	-107.812	1544	32	14.7786	18.2189	22.8551	26.3667	28.518	26.1534	21.6777	21.3308	20.5006	19.0947	16.2508	13.7682
40	267n1075w	26.6956	-107.5	1228	32	15.074	18.5742	23.2459	26.6924	28.607	25.1392	20.9645	21.1236	20.4013	19.3824	16.5038	14.0391
41	267n1072w	26.6956	-107.188	2292	32	15.3483	18.9858	23.677	26.9076	28.5273	24.0475	20.2963	20.826	20.0639	19.4496	16.7399	14.3443
42	267n1069w	26.6956	-106.875	2288	32	15.5513	19.2977	23.963	26.8774	28.1685	23.2618	19.8771	20.3505	19.4523	19.2713	16.894	14.5982
43	267n1066w	26.6956	-106.562	2388	32	15.669	19.4247	24.0102	26.5715	27.5397	22.8842	19.7299	19.8494	18.7673	18.9619	16.9462	14.7575
44	267n1062w	26.6956	-106.25	1908	32	15.6871	19.3472	23.8291	26.0753	26.8224	22.8321	19.8826	19.6824	18.3786	18.6354	16.8958	14.7955
45	264n1084w	26.3833	-108.438	255	32	14.5355	18.0108	22.5177	25.8589	28.1875	26.9821	22.5461	21.8562	20.3602	18.587	15.9022	13.652
46	264n1081w	26.3833	-108.125	1033	32	14.4976	17.951	22.4783	25.8418	28.1789	26.4238	21.4784	20.9958	20.0025	18.5615	15.9619	13.5798
47	264n1078w	26.3833	-107.812	1212	32	14.6775	18.11	22.6596	26.0613	28.2765	25.8019	20.8561	20.6081	19.925	18.8251	16.1664	13.6943
48	264n1075w	26.3833	-107.5	1500	32	15.0177	18.4859	23.0795	26.4469	28.3951	24.8192	20.2662	20.3722	19.8486	19.1834	16.4509	13.9803
49	264n1072w	26.3833	-107.188	2298	32	15.3395	18.9063	23.5612	26.7247	28.2611	23.3055	19.4244	19.8871	19.4154	19.2577	16.6999	14.2993
50	264n1069w	26.3833	-106.875	2287	32	15.4986	19.1671	23.8504	26.6676	27.7101	21.8882	18.6386	19.2079	18.5925	18.9759	16.8252	14.5046
51	264n1066w	26.3833	-106.562	2409	32	15.5735	19.2838	23.9182	26.3203	26.9417	21.3116	18.3682	18.7191	17.7571	18.6096	16.8651	14.6292
52	264n1062w	26.3833	-106.25	2305	32	15.6925	19.3552	23.87	25.9123	26.3342	21.6405	18.9247	18.9216	17.503	18.4327	16.9229	14.76
53	261n1081w	26.0711	-108.125	298	32	14.5993	18.0294	22.4713	25.7818	28.113	26.5121	21.5519	21.1817	19.996	18.6193	16.0179	13.6851
54	261n1078w	26.0711	-107.812	716	32	14.7696	18.1792	22.6292	25.9766	28.2246	25.9882	20.971	20.7193	19.8454	18.8587	16.2303	13.7923
55	261n1075w	26.0711	-107.5	1027	32	15.0874	18.5131	23.0048	26.3192	28.3161	24.9374	20.2408	20.2191	19.5813	19.15	16.4935	14.0473

NUM	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	SOLARAV1	SOLARAV2	SOLARAV3	SOLARAV4	SOLARAV5	SOLARAV6	SOLARAV7	SOLARAV8	SOLARAV9	SOLARAV10	SOLARAV11	SOLARAV12
56	261n1072w	26.0711	-107.188	1301	32	15.3607	18.8421	23.4342	26.5541	28.0923	23.0378	19.0185	19.3122	18.8561	19.1083	16.6922	14.3079
57	261n1069w	26.0711	-106.875	2565	32	15.4869	19.0325	23.7056	26.5037	27.487	21.2214	18.0082	18.4337	17.9287	18.7429	16.7889	14.4443
58	261n1066w	26.0711	-106.562	2726	32	15.5683	19.1599	23.8235	26.2471	26.8038	20.6528	18.0785	18.3927	17.388	18.4425	16.8427	14.534
59	261n1062w	26.0711	-106.25	2894	32	15.75	19.3617	23.9162	26.0213	26.4148	21.4656	19.3791	19.4173	17.616	18.4843	16.9661	14.7232
60	258n1078w	25.7589	-107.812	297	32	15.0006	18.4302	22.7609	26.1107	28.3093	26.7978	22.4135	21.9556	20.4782	19.1534	16.3821	14.0133
61	258n1075w	25.7589	-107.5	1377	32	15.2164	18.6462	23.0157	26.3184	28.415	25.8754	21.3299	20.9906	19.9607	19.3264	16.5911	14.1945
62	258n1072w	25.7589	-107.188	899	32	15.4324	18.8355	23.3228	26.4636	28.2474	23.9637	19.6745	19.6427	18.9956	19.2339	16.756	14.3764
63	258n1069w	25.7589	-106.875	2310	32	15.5865	18.9892	23.5967	26.4908	27.7503	22.0052	18.4496	18.6344	18.0407	18.9283	16.8677	14.5058
64	258n1066w	25.7589	-106.562	2146	32	15.7053	19.1558	23.8001	26.403	27.2048	21.2895	18.6044	18.7711	17.7576	18.7123	16.9566	14.6125
65	258n1062w	25.7589	-106.25	2521	32	15.8855	19.4011	23.9815	26.3206	26.95	22.0662	20.1194	20.1067	18.269	18.7921	17.0908	14.8058
66	254n1075w	25.4467	-107.5	551	32	15.2698	18.7233	22.9958	26.2638	28.4253	26.8084	22.8384	22.2559	20.6768	19.4292	16.5969	14.2551
67	254n1072w	25.4467	-107.188	1076	32	15.4915	18.8661	23.2124	26.4012	28.4731	25.6575	21.3695	20.9177	19.8878	19.4735	16.7964	14.4253
68	254n1069w	25.4467	-106.875	2326	32	15.7342	19.0442	23.5077	26.548	28.2916	24.1188	20.114	19.8461	19.0726	19.3906	16.9792	14.6194
69	254n1066w	25.4467	-106.562	2251	32	15.9372	19.2667	23.8151	26.6389	27.9328	23.0167	19.682	19.5808	18.6752	19.2682	17.1361	14.7897
70	254n1062w	25.4467	-106.25	2600	32	16.0552	19.4815	24.0359	26.5925	27.5656	22.8029	20.0787	20.0779	18.6811	19.1359	17.235	14.9193

Río Mayo

NUM	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	SOLARAV1	SOLARAV2	SOLARAV3	SOLARAV4	SOLARAV5	SOLARAV6	SOLARAV7	SOLARAV8	SOLARAV9	SOLARAV10	SOLARAV11	SOLARAV12
1	270n1091w	27.0078	-109.062	388	32	14.4337	17.8862	22.5728	26.0302	28.3957	27.6446	24.2339	22.9341	20.9919	18.5734	15.7368	13.6073
2	270n1094w	27.0078	-109.375	89	32	14.5922	18.0682	22.7552	26.1287	28.4603	27.8762	25.0717	23.5394	21.3272	18.6859	15.8083	13.7384
3	273n1091w	27.32	-109.062	301	32	14.313	17.7215	22.5148	26.0996	28.4993	27.6059	23.8458	22.5887	20.932	18.4738	15.6508	13.474
4	273n1094w	27.32	-109.375	105	32	14.393	17.818	22.5848	26.1116	28.4864	27.7968	24.6071	23.0945	21.126	18.4921	15.6563	13.5285
5	276n1091w	27.6323	-109.062	932	32	14.131	17.4967	22.2937	25.9304	28.2592	27.2537	23.3331	22.19	20.8081	18.3472	15.4424	13.2928
6	276n1094w	27.6323	-109.375	379	32	14.0624	17.4391	22.1964	25.7651	28.0655	27.3227	23.7972	22.3791	20.7822	18.1681	15.3337	13.2334
7	279n1091w	27.9445	-109.062	899	32	14.1473	17.5416	22.3868	26.1031	28.4173	27.0153	22.5671	21.6252	20.7442	18.4558	15.4626	13.2963
8	279n1094w	27.9445	-109.375	500	32	14.0873	17.4881	22.2711	25.9076	28.2155	27.3285	23.266	22.0029	20.8171	18.2711	15.3398	13.2527
9	283n1091w	28.2567	-109.062	1695	32	13.9379	17.2895	22.2622	26.0328	28.3692	26.2862	21.1586	20.3639	20.0797	18.2496	15.3241	13.1073
10	283n1094w	28.2567	-109.375	609	32	14.0311	17.4273	22.3357	26.029	28.3467	27.1144	22.5966	21.4567	20.623	18.3116	15.316	13.2024
11	286n1078w	28.5689	-107.812	2100	32	14.7538	18.2844	23.2992	26.7804	28.598	24.7385	21.252	21.518	20.4533	18.8483	16.0585	13.8509
12	286n1081w	28.5689	-108.125	2544	32	14.3805	17.7833	22.8769	26.4394	28.4354	24.2706	20.0287	20.479	19.84	18.4938	15.7484	13.4691
13	286n1084w	28.5689	-108.438	1754	32	14.0166	17.3682	22.4829	26.151	28.3664	24.4853	19.3391	19.475	19.4047	18.2064	15.4702	13.1722
14	286n1088w	28.5689	-108.75	1191	32	13.7255	17.0464	22.168	25.9655	28.339	25.1713	19.5132	19.049	19.3	18.03	15.2075	12.9349
15	286n1091w	28.5689	-109.062	1068	32	13.6745	16.9807	22.1154	25.9433	28.3616	26.0994	20.8166	19.8803	19.7375	18.0447	15.119	12.891
16	286n1094w	28.5689	-109.375	600	32	13.7806	17.1085	22.2236	25.962	28.3646	26.9445	22.3164	21.0634	20.3528	18.1375	15.1392	12.987

Cuadro 100. Temperatura promedio del punto de rocío en el mes.

Río Fuerte

NUM	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	DEWPT1	DEWPT2	DEWPT3	DEWPT4	DEWPT5	DEWPT6	DEWPT7	DEWPT8	DEWPT9	DEWPT10	DEWPT11	DEWPT12
1	283n1088w	28.2567	-108.75	1808	32	0.481403	0.441549	0.365899	0.308697	0.30263	0.392822	0.693515	0.737895	0.661134	0.529173	0.462122	0.471385
2	283n1084w	28.2567	-108.438	1499	32	0.509216	0.472396	0.392969	0.337521	0.337119	0.424165	0.710409	0.752114	0.677032	0.559574	0.493213	0.498589
3	283n1081w	28.2567	-108.125	2195	32	0.538809	0.502226	0.415168	0.359865	0.362156	0.444598	0.702535	0.747419	0.685739	0.582948	0.523389	0.530924
4	283n1078w	28.2567	-107.812	2316	32	0.540816	0.502378	0.408801	0.354328	0.353047	0.437845	0.674264	0.732128	0.687188	0.58807	0.525086	0.532668
5	283n1075w	28.2567	-107.5	2249	32	0.515939	0.471821	0.377368	0.327725	0.324149	0.409718	0.629394	0.70349	0.674888	0.57417	0.502477	0.508099
6	279n1088w	27.9445	-108.75	672	32	0.436316	0.401369	0.33682	0.283435	0.274474	0.360614	0.634747	0.679698	0.610697	0.48394	0.417935	0.426159
7	279n1084w	27.9445	-108.438	1201	32	0.477941	0.443303	0.374736	0.321397	0.315697	0.400464	0.671614	0.711824	0.6421	0.527353	0.463025	0.466201
8	279n1081w	27.9445	-108.125	2200	32	0.532004	0.495385	0.417836	0.363934	0.364445	0.446567	0.706127	0.74712	0.682873	0.574808	0.517769	0.523134
9	279n1078w	27.9445	-107.812	2479	32	0.558419	0.520689	0.427302	0.375402	0.376408	0.46977	0.714966	0.762632	0.7118	0.605856	0.544844	0.555147
10	279n1075w	27.9445	-107.5	2517	32	0.545779	0.502035	0.401335	0.353185	0.351563	0.454519	0.685953	0.74671	0.712819	0.605657	0.533493	0.541326
11	279n1072w	27.9445	-107.188	2209	32	0.506725	0.454321	0.357254	0.313954	0.310644	0.409634	0.625809	0.703187	0.684426	0.57806	0.500006	0.503053
12	276n1088w	27.6323	-108.75	982	32	0.403065	0.371361	0.313783	0.265423	0.253934	0.340061	0.595828	0.647128	0.58328	0.450216	0.385675	0.395002
13	276n1084w	27.6323	-108.438	723	32	0.448374	0.416652	0.352432	0.302393	0.293069	0.383281	0.650864	0.691394	0.622922	0.49576	0.433134	0.439886
14	276n1081w	27.6323	-108.125	2186	32	0.517573	0.485698	0.407356	0.35408	0.349371	0.435897	0.702687	0.740714	0.670866	0.55087	0.495943	0.503961
15	276n1078w	27.6323	-107.812	2340	32	0.559394	0.517041	0.433041	0.384863	0.383616	0.474769	0.728285	0.768289	0.708763	0.594851	0.540351	0.557065
16	276n1075w	27.6323	-107.5	2410	32	0.553439	0.506416	0.414355	0.371587	0.368955	0.475924	0.71475	0.763638	0.719707	0.608024	0.543122	0.558651
17	276n1072w	27.6323	-107.188	2034	32	0.521425	0.469147	0.373763	0.33456	0.330109	0.439663	0.662629	0.727623	0.700871	0.5906	0.517716	0.526482
18	276n1069w	27.6323	-106.875	2162	32	0.472025	0.414166	0.323976	0.289457	0.284323	0.381042	0.581361	0.662612	0.653972	0.54618	0.474267	0.477793
19	273n1088w	27.32	-108.75	925	32	0.394068	0.360765	0.306616	0.260771	0.247429	0.336944	0.579588	0.638839	0.581907	0.442387	0.377216	0.387313
20	273n1084w	27.32	-108.438	1226	32	0.421649	0.387896	0.328971	0.283107	0.272164	0.369236	0.63156	0.676692	0.611449	0.472122	0.407981	0.416812
21	273n1081w	27.32	-108.125	2037	32	0.466765	0.431603	0.366499	0.321376	0.313211	0.412133	0.680468	0.71502	0.645126	0.512917	0.452843	0.461893
22	273n1078w	27.32	-107.812	1095	32	0.519325	0.480655	0.407938	0.363809	0.358208	0.452464	0.709979	0.742788	0.677653	0.557135	0.503558	0.518086
23	273n1075w	27.32	-107.5	2190	32	0.545142	0.501768	0.419267	0.377041	0.374434	0.473708	0.711967	0.750495	0.698572	0.587995	0.53469	0.552801
24	273n1072w	27.32	-107.188	2204	32	0.529901	0.481819	0.393062	0.354264	0.351367	0.461109	0.684095	0.735927	0.700686	0.592069	0.529013	0.541354
25	273n1069w	27.32	-106.875	1970	32	0.486151	0.432818	0.345384	0.31183	0.306949	0.414148	0.621195	0.690609	0.674491	0.563582	0.492509	0.496174
26	273n1066w	27.32	-106.562	2160	32	0.435592	0.378371	0.295951	0.268695	0.264452	0.361686	0.547615	0.629522	0.630505	0.518616	0.44671	0.444675
27	270n1088w	27.0078	-108.75	498	32	0.395514	0.361155	0.310289	0.266922	0.252051	0.340969	0.566066	0.626164	0.581385	0.444922	0.379317	0.390149

NUM	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	DEWPT1	DEWPT2	DEWPT3	DEWPT4	DEWPT5	DEWPT6	DEWPT7	DEWPT8	DEWPT9	DEWPT10	DEWPT11	DEWPT12
28	270n1084w	27.0078	-108.438	609	32	0.395087	0.361336	0.308129	0.265492	0.252944	0.353708	0.602061	0.650562	0.593876	0.450935	0.383117	0.391916
29	270n1081w	27.0078	-108.125	947	32	0.417422	0.384061	0.327337	0.285601	0.27549	0.383202	0.642218	0.677235	0.613435	0.474022	0.40795	0.416156
30	270n1078w	27.0078	-107.812	1334	32	0.461049	0.426365	0.363514	0.321412	0.312695	0.420999	0.67724	0.706392	0.642655	0.513751	0.453093	0.461409
31	270n1075w	27.0078	-107.5	2039	32	0.51021	0.471019	0.399144	0.356521	0.353137	0.458893	0.697477	0.728911	0.672777	0.559086	0.504404	0.513957
32	270n1072w	27.0078	-107.188	2403	32	0.526182	0.483754	0.402719	0.361865	0.363813	0.475232	0.694215	0.733785	0.691428	0.586078	0.527331	0.534157
33	270n1069w	27.0078	-106.875	2205	32	0.495936	0.450479	0.366671	0.332453	0.332975	0.45238	0.660987	0.716894	0.691543	0.579476	0.506315	0.504212
34	270n1066w	27.0078	-106.562	2226	32	0.448897	0.398118	0.31704	0.291954	0.29199	0.409106	0.605554	0.678958	0.670039	0.547183	0.463933	0.4553
35	270n1062w	27.0078	-106.25	1683	32	0.412958	0.356766	0.278294	0.260164	0.263226	0.37342	0.552961	0.636301	0.638739	0.513552	0.430018	0.419144
36	267n1088w	26.6956	-108.75	213	32	0.406818	0.373799	0.325896	0.284456	0.267814	0.350998	0.552543	0.611998	0.577744	0.45169	0.389196	0.400619
37	267n1084w	26.6956	-108.438	282	32	0.385629	0.351765	0.30205	0.26092	0.247404	0.348381	0.580378	0.631557	0.584228	0.442376	0.373811	0.382626
38	267n1081w	26.6956	-108.125	458	32	0.398308	0.363526	0.311825	0.271532	0.262018	0.377279	0.628818	0.666831	0.610523	0.46282	0.392728	0.39796
39	267n1078w	26.6956	-107.812	1544	32	0.433993	0.39809	0.340966	0.300548	0.293611	0.416727	0.673482	0.703711	0.643314	0.502152	0.433739	0.434343
40	267n1075w	26.6956	-107.5	1228	32	0.481995	0.448071	0.378938	0.335421	0.331406	0.456283	0.701906	0.731188	0.673814	0.548084	0.483997	0.480613
41	267n1072w	26.6956	-107.188	2292	32	0.515417	0.487531	0.404336	0.357024	0.360389	0.487022	0.71181	0.744763	0.697785	0.585317	0.520269	0.513987
42	267n1069w	26.6956	-106.875	2288	32	0.511995	0.482278	0.392812	0.35221	0.361412	0.498639	0.70777	0.748807	0.715252	0.601953	0.523859	0.51174
43	267n1066w	26.6956	-106.562	2388	32	0.482081	0.440294	0.353282	0.327062	0.337496	0.483219	0.686386	0.74123	0.719818	0.59392	0.499788	0.481284
44	267n1062w	26.6956	-106.25	1908	32	0.446973	0.394611	0.312175	0.296091	0.307809	0.448385	0.643418	0.712966	0.703354	0.568902	0.468279	0.44741
45	264n1084w	26.3833	-108.438	255	32	0.402185	0.366212	0.317368	0.274618	0.259203	0.361292	0.584561	0.63908	0.602775	0.460383	0.389055	0.398786
46	264n1081w	26.3833	-108.125	1033	32	0.401941	0.363336	0.313239	0.272239	0.261493	0.386375	0.640542	0.684891	0.634456	0.47601	0.39781	0.402194
47	264n1078w	26.3833	-107.812	1212	32	0.427834	0.388417	0.333032	0.292346	0.285446	0.426797	0.692221	0.725869	0.668331	0.511357	0.432255	0.429505
48	264n1075w	26.3833	-107.5	1500	32	0.463008	0.425751	0.362091	0.320183	0.316906	0.46572	0.723419	0.752073	0.696613	0.553259	0.475465	0.465887
49	264n1072w	26.3833	-107.188	2298	32	0.500008	0.4665	0.392434	0.351995	0.35481	0.503228	0.74138	0.770322	0.720815	0.594624	0.516975	0.503352
50	264n1069w	26.3833	-106.875	2287	32	0.529663	0.495292	0.412517	0.377435	0.390463	0.540296	0.753459	0.785063	0.744657	0.632228	0.550008	0.533287
51	264n1066w	26.3833	-106.562	2409	32	0.526331	0.485208	0.398478	0.371428	0.391215	0.551524	0.748078	0.787034	0.759202	0.646907	0.552431	0.529558
52	264n1062w	26.3833	-106.25	2305	32	0.490687	0.441369	0.354208	0.336003	0.35559	0.515564	0.705841	0.759818	0.746678	0.624506	0.519161	0.492349
53	261n1081w	26.0711	-108.125	298	32	0.395383	0.356573	0.308683	0.269343	0.259225	0.382556	0.623526	0.678828	0.640198	0.476293	0.391725	0.395142
54	261n1078w	26.0711	-107.812	716	32	0.400586	0.361752	0.310996	0.274346	0.269133	0.415481	0.675899	0.720344	0.670071	0.499782	0.410073	0.404565
55	261n1075w	26.0711	-107.5	1027	32	0.431087	0.397913	0.336757	0.296985	0.295329	0.456819	0.720613	0.753725	0.699943	0.538074	0.448074	0.434317

NUM	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	DEWPT1	DEWPT2	DEWPT3	DEWPT4	DEWPT5	DEWPT6	DEWPT7	DEWPT8	DEWPT9	DEWPT10	DEWPT11	DEWPT12
56	261n1072w	26.0711	-107.188	1301	32	0.48262	0.456236	0.382843	0.337552	0.339301	0.504254	0.75846	0.785976	0.733856	0.589399	0.501118	0.481304
57	261n1069w	26.0711	-106.875	2565	32	0.544987	0.512514	0.432812	0.391361	0.401139	0.557386	0.78196	0.808116	0.764118	0.645978	0.564322	0.544798
58	261n1066w	26.0711	-106.562	2726	32	0.566698	0.521968	0.437135	0.405287	0.423644	0.577826	0.771382	0.80206	0.772898	0.673556	0.59241	0.572923
59	261n1062w	26.0711	-106.25	2894	32	0.524244	0.471926	0.386163	0.36245	0.380865	0.536856	0.716254	0.762472	0.752754	0.651729	0.55873	0.53241
60	258n1078w	25.7589	-107.812	297	32	0.372411	0.337628	0.293334	0.261846	0.260053	0.394194	0.617551	0.667891	0.634156	0.46922	0.379726	0.375559
61	258n1075w	25.7589	-107.5	1377	32	0.387488	0.353612	0.305307	0.274403	0.275074	0.434362	0.684793	0.724046	0.677948	0.505085	0.408227	0.395371
62	258n1072w	25.7589	-107.188	899	32	0.434409	0.402466	0.343562	0.310739	0.313113	0.491781	0.753984	0.78147	0.728611	0.559761	0.458009	0.439938
63	258n1069w	25.7589	-106.875	2310	32	0.515305	0.482472	0.41135	0.376832	0.380192	0.550812	0.793538	0.815429	0.768029	0.626194	0.533978	0.518827
64	258n1066w	25.7589	-106.562	2146	32	0.57016	0.52831	0.451988	0.418307	0.425423	0.575282	0.779122	0.804247	0.771702	0.665464	0.589937	0.582391
65	258n1062w	25.7589	-106.25	2521	32	0.541813	0.489352	0.411256	0.383066	0.39378	0.540706	0.718677	0.757395	0.746236	0.652355	0.57387	0.561242
66	254n1075w	25.4467	-107.5	551	32	0.374175	0.342736	0.302545	0.276552	0.282244	0.432933	0.644023	0.687406	0.655922	0.4904	0.395823	0.381777
67	254n1072w	25.4467	-107.188	1076	32	0.391575	0.361569	0.31599	0.28994	0.296731	0.473951	0.715822	0.748299	0.702481	0.52435	0.421127	0.402314
68	254n1069w	25.4467	-106.875	2326	32	0.449284	0.422141	0.372041	0.341751	0.345797	0.528143	0.769541	0.790972	0.742329	0.578265	0.478251	0.460806
69	254n1066w	25.4467	-106.562	2251	32	0.525554	0.4962	0.438927	0.404542	0.40698	0.566101	0.778756	0.798415	0.759076	0.631127	0.547895	0.53955
70	254n1062w	25.4467	-106.25	2600	32	0.550385	0.507098	0.438428	0.407734	0.415098	0.558457	0.742912	0.772237	0.750109	0.651116	0.578446	0.574251

Río Mayo

NUM	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	DEWPT1	DEWPT2	DEWPT3	DEWPT4	DEWPT5	DEWPT6	DEWPT7	DEWPT8	DEWPT9	DEWPT10	DEWPT11	DEWPT12
1	270n1091w	27.0078	-109.062	388	32	0.419641	0.38642	0.338107	0.293428	0.277649	0.350674	0.542304	0.608926	0.576339	0.455076	0.396726	0.409728
2	270n1094w	27.0078	-109.375	89	32	0.463406	0.437899	0.395172	0.343347	0.328063	0.383251	0.533352	0.590786	0.56993	0.470293	0.425482	0.441395
3	273n1091w	27.32	-109.062	301	32	0.387696	0.354922	0.303351	0.257087	0.242796	0.319845	0.533694	0.602757	0.559177	0.427331	0.365636	0.377677
4	273n1094w	27.32	-109.375	105	32	0.408692	0.380089	0.330571	0.278914	0.262923	0.325495	0.507523	0.577406	0.547684	0.428179	0.376079	0.390978
5	276n1091w	27.6323	-109.062	932	32	0.383211	0.350341	0.294902	0.246524	0.233586	0.311917	0.547294	0.610413	0.556213	0.42419	0.361553	0.373936
6	276n1094w	27.6323	-109.375	379	32	0.384819	0.350884	0.295629	0.246806	0.231576	0.299143	0.512188	0.585869	0.545434	0.41449	0.356362	0.370718
7	279n1091w	27.9445	-109.062	899	32	0.408803	0.373221	0.311383	0.259203	0.247254	0.326759	0.591435	0.649442	0.585808	0.450509	0.38651	0.399791
8	279n1094w	27.9445	-109.375	500	32	0.390157	0.354542	0.293447	0.242118	0.226874	0.296338	0.536319	0.605638	0.554174	0.419817	0.360494	0.377266
9	283n1091w	28.2567	-109.062	1695	32	0.456874	0.415783	0.340959	0.282473	0.272095	0.352725	0.648308	0.701882	0.631926	0.495278	0.431012	0.446571
10	283n1094w	28.2567	-109.375	609	32	0.419083	0.379654	0.309038	0.252426	0.237111	0.305489	0.574361	0.639893	0.580497	0.444218	0.384641	0.405413
11	286n1078w	28.5689	-107.812	2100	32	0.511235	0.46963	0.380526	0.326775	0.321811	0.389687	0.616295	0.68399	0.642877	0.552147	0.495094	0.504997
12	286n1081w	28.5689	-108.125	2544	32	0.527465	0.488411	0.399369	0.343439	0.342852	0.414645	0.66393	0.717179	0.658185	0.563129	0.50851	0.52072
13	286n1084w	28.5689	-108.438	1754	32	0.519059	0.480974	0.394786	0.338755	0.339055	0.418888	0.695667	0.740095	0.665569	0.556461	0.496288	0.509761
14	286n1088w	28.5689	-108.75	1191	32	0.494514	0.452642	0.369835	0.311346	0.305664	0.390676	0.688163	0.732731	0.654727	0.529223	0.465702	0.481754
15	286n1091w	28.5689	-109.062	1068	32	0.471782	0.429151	0.345673	0.284594	0.273591	0.351413	0.649902	0.706292	0.631789	0.501401	0.441253	0.45995
16	286n1094w	28.5689	-109.375	600	32	0.44217	0.399385	0.319313	0.258191	0.241552	0.306906	0.590379	0.658471	0.593198	0.464695	0.406799	0.429567

Cuadro 101. Velocidad promedio del viento en el mes.

Río Fuerte

NUM	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	WNDAV1	WNDAV2	WNDAV3	WNDAV4	WNDAV5	WNDAV6	WNDAV7	WNDAV8	WNDAV9	WNDAV10	WNDAV11	WNDAV12
1	283n1088w	28.2567	-108.75	1808	32	2.96887	3.08771	3.29507	3.37412	3.28213	2.74187	2.00804	2.01612	2.34282	2.78036	2.91777	3.01446
2	283n1084w	28.2567	-108.438	1499	32	3.06174	3.1951	3.42849	3.49252	3.31087	2.63699	1.90984	1.9602	2.31816	2.75902	2.9445	3.09192
3	283n1081w	28.2567	-108.125	2195	32	3.2379	3.42588	3.72203	3.76241	3.43148	2.57607	1.94093	2.00311	2.34168	2.77759	3.04363	3.23678
4	283n1078w	28.2567	-107.812	2316	32	3.53447	3.77363	4.12609	4.11988	3.63541	2.64573	2.17614	2.16706	2.43819	2.86164	3.25478	3.50957
5	283n1075w	28.2567	-107.5	2249	32	3.73921	4.01095	4.41237	4.36933	3.82487	2.84863	2.47543	2.33884	2.51168	2.91092	3.39544	3.71239
6	279n1088w	27.9445	-108.75	672	32	2.98886	3.07207	3.24641	3.34083	3.29829	2.90613	2.21651	2.21039	2.50792	2.88811	2.9731	3.0307
7	279n1084w	27.9445	-108.438	1201	32	3.04544	3.13314	3.33563	3.42117	3.32731	2.84653	2.13563	2.1576	2.48029	2.85017	2.97757	3.09049
8	279n1081w	27.9445	-108.125	2200	32	3.10239	3.25992	3.52798	3.59531	3.37595	2.69851	2.04248	2.09446	2.42242	2.78992	2.96977	3.11969
9	279n1078w	27.9445	-107.812	2479	32	3.33954	3.57172	3.91632	3.91949	3.50466	2.56864	2.07418	2.12623	2.40927	2.796	3.10959	3.31593
10	279n1075w	27.9445	-107.5	2517	32	3.58155	3.85765	4.25518	4.19993	3.67059	2.66822	2.30919	2.2756	2.44878	2.82069	3.26804	3.55877
11	279n1072w	27.9445	-107.188	2209	32	3.62571	3.94496	4.39783	4.33524	3.82303	2.90676	2.54982	2.37859	2.44441	2.79037	3.2782	3.62393
12	276n1088w	27.6323	-108.75	982	32	3.09409	3.17478	3.31483	3.40916	3.37429	3.08338	2.45778	2.44688	2.71868	3.08855	3.1087	3.12063
13	276n1084w	27.6323	-108.438	723	32	3.14905	3.19485	3.34984	3.43969	3.39574	3.06232	2.3845	2.3956	2.70587	3.06174	3.1218	3.19258
14	276n1081w	27.6323	-108.125	2186	32	3.01953	3.10699	3.32689	3.41173	3.32502	2.87348	2.20111	2.23792	2.58321	2.89315	2.97012	3.04981
15	276n1078w	27.6323	-107.812	2340	32	3.05816	3.24597	3.53544	3.56572	3.31579	2.60409	2.05264	2.12363	2.4619	2.76903	2.93669	3.03703
16	276n1075w	27.6323	-107.5	2410	32	3.35281	3.61417	3.97974	3.93236	3.49434	2.54501	2.12684	2.17124	2.42774	2.76796	3.11569	3.30968
17	276n1072w	27.6323	-107.188	2034	32	3.56504	3.87977	4.32086	4.24803	3.73697	2.76302	2.37994	2.30463	2.43702	2.78065	3.23856	3.54269
18	276n1069w	27.6323	-106.875	2162	32	3.54595	3.91638	4.43051	4.38976	3.9163	3.02999	2.60498	2.37177	2.40759	2.7507	3.19648	3.53837
19	273n1088w	27.32	-108.75	925	32	3.14707	3.27459	3.4277	3.53114	3.50823	3.23393	2.65867	2.6163	2.86225	3.23005	3.19393	3.14954
20	273n1084w	27.32	-108.438	1226	32	3.28234	3.33072	3.45241	3.52838	3.48505	3.16093	2.51227	2.51247	2.8243	3.23138	3.26831	3.3032
21	273n1081w	27.32	-108.125	2037	32	3.15637	3.19698	3.34424	3.41056	3.36906	3.00043	2.321	2.34813	2.70574	3.0576	3.12066	3.17648
22	273n1078w	27.32	-107.812	1095	32	2.98331	3.09405	3.2983	3.34896	3.24864	2.74774	2.12642	2.18202	2.55968	2.84882	2.93518	2.9771
23	273n1075w	27.32	-107.5	2190	32	3.12738	3.33087	3.62698	3.61239	3.30998	2.53293	2.03982	2.11144	2.45475	2.75831	2.98617	3.08233
24	273n1072w	27.32	-107.188	2204	32	3.46496	3.73766	4.1274	4.05391	3.56234	2.58341	2.17495	2.18341	2.42092	2.76783	3.17172	3.41632
25	273n1069w	27.32	-106.875	1970	32	3.57807	3.91361	4.3858	4.31067	3.77957	2.8304	2.41888	2.26991	2.38509	2.73716	3.20004	3.54764
26	273n1066w	27.32	-106.562	2160	32	3.42133	3.81819	4.33292	4.29799	3.84429	3.02182	2.56808	2.27447	2.32647	2.6657	3.06156	3.38652
27	270n1088w	27.0078	-108.75	498	32	3.03956	3.21153	3.40329	3.52443	3.53918	3.34213	2.86249	2.77833	2.95136	3.23102	3.13767	3.01784

NUM	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	WNDAV1	WNDAV2	WNDAV3	WNDAV4	WNDAV5	WNDAV6	WNDAV7	WNDAV8	WNDAV9	WNDAV10	WNDAV11	WNDAV12
28	270n1084w	27.0078	-108.438	609	32	3.2741	3.34727	3.4773	3.55678	3.52817	3.24068	2.64572	2.61755	2.88668	3.28379	3.29887	3.27055
29	270n1081w	27.0078	-108.125	947	32	3.27283	3.30276	3.41376	3.47132	3.43741	3.11931	2.46127	2.46273	2.78455	3.17443	3.25003	3.2822
30	270n1078w	27.0078	-107.812	1334	32	3.08069	3.13994	3.27851	3.33561	3.29545	2.92237	2.26473	2.28694	2.63977	2.95322	3.04774	3.08699
31	270n1075w	27.0078	-107.5	2039	32	3.0143	3.14777	3.35291	3.37833	3.20907	2.62763	2.06434	2.12082	2.48547	2.76669	2.92765	2.99607
32	270n1072w	27.0078	-107.188	2403	32	3.27523	3.48679	3.79062	3.73765	3.32299	2.43969	2.00005	2.05937	2.36871	2.70318	3.03556	3.23112
33	270n1069w	27.0078	-106.875	2205	32	3.51938	3.80246	4.19417	4.08903	3.53652	2.54049	2.13704	2.09461	2.29161	2.67344	3.1365	3.47251
34	270n1066w	27.0078	-106.562	2226	32	3.47384	3.82202	4.26404	4.16012	3.63075	2.7555	2.33585	2.13551	2.24571	2.62963	3.0858	3.43628
35	270n1062w	27.0078	-106.25	1683	32	3.23315	3.63305	4.08089	4.02026	3.58745	2.8964	2.48301	2.1962	2.28176	2.58362	2.92813	3.17921
36	267n1088w	26.6956	-108.75	213	32	2.92361	3.13565	3.35799	3.5034	3.54075	3.45581	3.06159	2.93661	3.03823	3.21175	3.06596	2.88769
37	267n1084w	26.6956	-108.438	282	32	3.16252	3.29434	3.46038	3.56709	3.56285	3.34636	2.79458	2.73272	2.94464	3.28845	3.25416	3.13506
38	267n1081w	26.6956	-108.125	458	32	3.31016	3.38123	3.50117	3.57343	3.53741	3.25108	2.60854	2.58482	2.86181	3.26955	3.32832	3.3038
39	267n1078w	26.6956	-107.812	1544	32	3.24002	3.30257	3.4132	3.47329	3.42758	3.09511	2.43021	2.42733	2.73831	3.10027	3.2065	3.24941
40	267n1075w	26.6956	-107.5	1228	32	3.11229	3.20419	3.35405	3.40056	3.2942	2.81703	2.20263	2.2286	2.56895	2.87589	3.0337	3.12222
41	267n1072w	26.6956	-107.188	2292	32	3.2019	3.35247	3.58175	3.56272	3.26193	2.48661	1.97761	2.04654	2.38214	2.72546	3.01363	3.19204
42	267n1069w	26.6956	-106.875	2288	32	3.43352	3.66079	3.9795	3.86915	3.35669	2.34254	1.9257	1.97627	2.23407	2.65215	3.10435	3.40283
43	267n1066w	26.6956	-106.562	2388	32	3.50265	3.7976	4.17293	4.00314	3.41387	2.43163	2.06949	2.01315	2.16525	2.58723	3.10166	3.46146
44	267n1062w	26.6956	-106.25	1908	32	3.33111	3.67541	4.06273	3.89847	3.34536	2.59319	2.29204	2.11691	2.20137	2.52219	2.96847	3.28843
45	264n1084w	26.3833	-108.438	255	32	3.04778	3.24216	3.41674	3.52579	3.50818	3.31834	2.80896	2.73141	2.8878	3.21445	3.15448	2.99038
46	264n1081w	26.3833	-108.125	1033	32	3.29735	3.43515	3.57005	3.65015	3.5933	3.28513	2.65929	2.625	2.86633	3.3011	3.34212	3.26282
47	264n1078w	26.3833	-107.812	1212	32	3.39295	3.49448	3.60588	3.66734	3.58345	3.19459	2.53943	2.53652	2.82174	3.25326	3.36215	3.38631
48	264n1075w	26.3833	-107.5	1500	32	3.31035	3.41166	3.533	3.57315	3.45688	2.9719	2.34643	2.37556	2.67744	3.05177	3.2184	3.31879
49	264n1072w	26.3833	-107.188	2298	32	3.22862	3.36645	3.54051	3.52787	3.30474	2.62112	2.07557	2.13881	2.45479	2.81248	3.0724	3.23052
50	264n1069w	26.3833	-106.875	2287	32	3.28364	3.48655	3.74711	3.64175	3.21548	2.28887	1.86341	1.95397	2.23411	2.61854	3.01432	3.25762
51	264n1066w	26.3833	-106.562	2409	32	3.37439	3.63677	3.97109	3.77871	3.1882	2.18733	1.88453	1.93936	2.1067	2.48137	2.9843	3.31983
52	264n1062w	26.3833	-106.25	2305	32	3.33636	3.64107	3.99675	3.77335	3.15287	2.31652	2.11592	2.0518	2.10416	2.39623	2.90211	3.27669
53	261n1081w	26.0711	-108.125	298	32	3.13309	3.31834	3.44251	3.50641	3.42632	3.1318	2.57106	2.5178	2.70238	3.13266	3.15977	3.05952
54	261n1078w	26.0711	-107.812	716	32	3.33972	3.4841	3.59733	3.65481	3.54193	3.13146	2.51579	2.5113	2.76159	3.23028	3.31967	3.30152
55	261n1075w	26.0711	-107.5	1027	32	3.34677	3.46624	3.58088	3.62332	3.49	3.00167	2.40179	2.44341	2.71372	3.14683	3.28574	3.3443
56	261n1072w	26.0711	-107.188	1301	32	3.18735	3.3185	3.47021	3.48165	3.31447	2.73894	2.19777	2.26593	2.54085	2.91236	3.10141	3.19755

NUM	ESTACION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	WNDAV1	WNDAV2	WNDAV3	WNDAV4	WNDAV5	WNDAV6	WNDAV7	WNDAV8	WNDAV9	WNDAV10	WNDAV11	WNDAV12
57	261n1069w	26.0711	-106.875	2565	32	3.04965	3.2377	3.46589	3.41245	3.12607	2.38647	1.94801	2.03617	2.3148	2.62383	2.88462	3.03211
58	261n1066w	26.0711	-106.562	2726	32	3.09672	3.35009	3.67165	3.52339	3.05003	2.17321	1.85727	1.95448	2.15111	2.40518	2.78444	3.03291
59	261n1062w	26.0711	-106.25	2894	32	3.21435	3.51217	3.88201	3.67456	3.10527	2.25917	2.04045	2.04641	2.10321	2.32077	2.7966	3.13708
60	258n1078w	25.7589	-107.812	297	32	3.11719	3.29701	3.41526	3.475	3.38053	3.0786	2.52402	2.50088	2.68259	3.11696	3.12658	3.03758
61	258n1075w	25.7589	-107.5	1377	32	3.24634	3.39049	3.5023	3.54791	3.43633	3.01321	2.45073	2.50299	2.74232	3.19062	3.24793	3.21514
62	258n1072w	25.7589	-107.188	899	32	3.16311	3.29639	3.42173	3.4465	3.34237	2.86264	2.33088	2.41784	2.67122	3.0711	3.16648	3.16623
63	258n1069w	25.7589	-106.875	2310	32	2.93778	3.10568	3.29179	3.2904	3.16312	2.59949	2.12364	2.21466	2.48251	2.79449	2.91637	2.93525
64	258n1066w	25.7589	-106.562	2146	32	2.84664	3.08197	3.36965	3.29605	3.02719	2.31503	1.92463	2.03269	2.29389	2.49942	2.70016	2.78906
65	258n1062w	25.7589	-106.25	2521	32	2.9867	3.27911	3.64509	3.49518	3.06045	2.2773	1.96895	2.04548	2.19303	2.34904	2.6863	2.89614
66	254n1075w	25.4467	-107.5	551	32	3.04305	3.19515	3.29381	3.32957	3.25172	2.95687	2.47791	2.52457	2.70015	3.10808	3.08218	2.97277
67	254n1072w	25.4467	-107.188	1076	32	3.17359	3.28276	3.36968	3.37653	3.3016	2.89359	2.40002	2.50694	2.73957	3.17499	3.21725	3.15635
68	254n1069w	25.4467	-106.875	2326	32	3.07875	3.19318	3.31173	3.31292	3.25929	2.7903	2.29135	2.39937	2.65699	3.05083	3.13076	3.07657
69	254n1066w	25.4467	-106.562	2251	32	2.82635	2.99885	3.20581	3.19309	3.09657	2.51944	2.06404	2.16726	2.44909	2.73717	2.84106	2.80016
70	254n1062w	25.4467	-106.25	2600	32	2.75904	3.00898	3.32419	3.23689	2.95608	2.23496	1.86883	1.98653	2.24446	2.41492	2.60325	2.67375

Río Mayo

NUM	STATION	WLATITUDE	WLONGITUDE	WELEV	RAIN_ YRS	WNDAV1	WNDAV2	WNDAV3	WNDAV4	WNDAV5	WNDAV6	WNDAV7	WNDAV8	WNDAV9	WNDAV10	WNDAV11	WNDAV12
1	270n1091w	27.0078	-109.062	388	32	2.81208	3.07315	3.33108	3.50151	3.56338	3.51445	3.19198	3.01915	3.06405	3.14563	2.94825	2.78953
2	270n1094w	27.0078	-109.375	89	32	2.92161	3.21078	3.47937	3.70234	3.76059	3.88091	3.71223	3.44313	3.37849	3.24997	3.03124	2.93274
3	273n1091w	27.32	-109.062	301	32	2.83455	3.05626	3.28553	3.43241	3.46155	3.2891	2.81915	2.70488	2.84762	3.0751	2.93403	2.81288
4	273n1094w	27.32	-109.375	105	32	2.63466	2.90692	3.20369	3.40656	3.49291	3.46098	3.11567	2.90934	2.9325	2.97011	2.74688	2.60758
5	276n1091w	27.6323	-109.062	932	32	2.81174	2.97129	3.16275	3.28836	3.28592	3.0501	2.47948	2.42423	2.6351	2.93068	2.86952	2.80613
6	276n1094w	27.6323	-109.375	379	32	2.51326	2.72363	2.97718	3.1374	3.18763	3.04475	2.55794	2.43722	2.55496	2.72538	2.58215	2.47819
7	279n1091w	27.9445	-109.062	899	32	2.77064	2.89443	3.08853	3.2064	3.20217	2.89983	2.25211	2.20884	2.45231	2.7828	2.7999	2.78908
8	279n1094w	27.9445	-109.375	500	32	2.48142	2.62985	2.85122	2.9879	3.01995	2.82045	2.26168	2.18079	2.34089	2.57488	2.51977	2.46862
9	283n1091w	28.2567	-109.062	1695	32	2.75878	2.89194	3.11764	3.22499	3.19832	2.79072	2.09001	2.04711	2.30062	2.67668	2.75669	2.7942
10	283n1094w	28.2567	-109.375	609	32	2.47116	2.60416	2.8462	2.97634	3.00643	2.735	2.11636	2.02571	2.19356	2.46853	2.48797	2.48204
11	286n1078w	28.5689	-107.812	2100	32	3.50747	3.7423	4.10617	4.11696	3.64881	2.72549	2.25346	2.18195	2.46907	2.85874	3.23428	3.45638
12	286n1081w	28.5689	-108.125	2544	32	3.15828	3.33952	3.64554	3.68425	3.34333	2.54245	1.9577	1.99867	2.34367	2.71974	2.97736	3.13363
13	286n1084w	28.5689	-108.438	1754	32	2.93576	3.06189	3.30748	3.36748	3.16124	2.53063	1.84253	1.89688	2.26791	2.65985	2.83798	2.95531
14	286n1088w	28.5689	-108.75	1191	32	2.87079	2.98426	3.19674	3.26379	3.13003	2.61929	1.90739	1.92132	2.2592	2.6802	2.83079	2.92096
15	286n1091w	28.5689	-109.062	1068	32	2.69192	2.82211	3.06074	3.14782	3.07428	2.63698	1.96191	1.92231	2.17671	2.56026	2.6794	2.73086
16	286n1094w	28.5689	-109.375	600	32	2.40223	2.53551	2.81256	2.93405	2.94204	2.59386	1.97792	1.87727	2.03528	2.31996	2.39185	2.41184

Anexo 4. Lista de asistencia taller de capacitación

TARAHUMARA SUSTENTABLE

Nombre del evento "Presentación de resultados, uso y aplicación del modelo SWAT" PTS

Fecha 25/09/18 Lugar Hotel Sicomoro, Chihuahua, Chih.

Nombre y Apellido	Organización y Puesto	Correo	Teléfono	Firma
Arturo Humberto Morales Alvarez	CONANP ENCARGADO SIN	arturo.morales@conanp.gob.mx	6142243418	
Gabriel Sosa Pérez	INIFAP Investigador	sosa.gabriel@inifap.gob.mx	6143587264	
Abel López Castillo	CONAFOR	abel.lopez@conafor.gob.mx	7265811	
Jesús Cristopher Mantilla Cels	CONAFOR	cristopher.mantilla@conafor.gob.mx	6143454378	
Francisco Flores	JCAS. Director	francisco.floresaguirre@chih.gob.mx	614.4393500 ext 22079	
Oscar Ramirez Villazana	JCAS: Proyectos	oramirez.villazana@gmail.com	614 4673410	
Adrian Osiris Silva Palacios	P.S.T. SAN JUANITO	osirissilvapalacios@icloud.com	625-134-19-10	A.Osiris Silva P.
Saul Silva Rodriguez	P.S.T. San Juanito	saulsilvar@hotmail.com	6351041676	
Bernardo Manzano Lepe	PIES de la Tierra A.C. Director	BERNARDO@PIESDELATIERRA.ORG	6351058197	
Sebastian Ramirez Rejogochi	UACH-Facultad de Zootecnia y Ecología	0291052@uach.mx	614-230-81-96	
Federico Villarreal Guerrero	Fac. Zoo. y Ecología UACH - Profesor	fvillarreal@uach.mx	6141036853	

TARAHUMARA SUSTENTABLE

Nombre del evento "Presentación de resultados, uso y aplicación del modelo SWAT" PTS

Fecha 25/09/18 Lugar Hotel Sicomoro, Chihuahua, Chih.

Nombre y Apellido	Organización y Puesto	Correo	Teléfono	Firma
Arturo Humberto Morales Alvarez	CONANP ENCARGADO SIN	arturo.morales@conanp.gob.mx	6142243418	
Gabriel Sosa Pérez	INIFAP Investigador	sosa.gabriel@inifap.gob.mx	6143587264	
Abel López Castillo	CONAFOR	abel.lopez@conafor.gob.mx	7265811	
Jesús Cristopher Mantilla Cels	CONAFOR	cristopher.mantilla@conafor.gob.mx	6143454378	
Francisco Flores	JCAS. Director	francisco.floresaguirre@chih.gob.mx	614.4393500 ext 22079	
Oscar Ramirez Villazana	JCAS: Proyectos	oramirez.villazana@gmail.com	614 4673410	
Adrian Osiris Silva Palacios	P.S.T. SAN JUANITO	osirissilvapalacios@icloud.com	625-134-19-10	A.Osiris Silva P.
Saul Silva Rodriguez	P.S.T. San Juanito	saulsilvar@hotmail.com	6351041676	
Bernardo Manzano Lepe	PIES de la Tierra A.C. Director	BERNARDO@PIESDELATIERRA.ORG	6351058197	
Sebastian Ramirez Rejogochi	UACH-Facultad de Zootecnia y Ecología	0291052@uach.mx	614-230-81-96	
Federico Villarreal Guerrero	Fac. Zoo. y Ecología UACH - Profesor	fvillarreal@uach.mx	6141036853	

TARAHUMARA SUSTENTABLE

Nombre del evento "Presentación de resultados, uso y aplicación del modelo SIMAT" PIS

Fecha 25/09/18 Lugar Hotel Sicomoro, Chihuahua, Chih.

Nombre y Apellido	Organización y Puesto	Correo	Teléfono	Firma
Ireyli Z. Trachota	UACH	ireyli.trachota@gmail.com	197-82-85	
Jose Luis Arzabaina Ramos	UNAFOR GUACHOCHI COORDINADOR TECNICO	arzabaina_jlr@hotmail.com	649-102-09-32	
NOE FEDERICO GUERRERO HUIZ	CONAGUA RESIDENTE CONTROL TELEMETRIA	Noe.guerrero@conagua.gob.mx	4322400 Ext 1310	
Cristian Ramos Mendez	COLPOS	crm.inar@gmail.com		
Madai Sánchez Galindo	COLPOS	madaisaga@gmail.com	5574977171	
Carlos Palacios Espinosa	COLPOS	cepalacios.e@colpos.mx	595 120 1650	
Jesus Manuel Ochoa Rivas	INIFAP	ochoa.jesus@inifap.gob.mx	6142294802	
Adán Pinales Munguía	UACH-FI	apinales@uach.mx	6141789167	
Humberto Silva Hidalgo	UACH-FI	hsilva@uach.mx	614 196 22 84	

TARAHUMARA SUSTENTABLE

Nombre del evento "Presentación de resultados, uso y aplicación del SIMAT" PIS

Fecha 25/09/18 Lugar Hotel Sicomoro, Chihuahua, Chih.

Nombre y Apellido	Organización y Puesto	Correo	Teléfono	Firma
Gustavo Ramirez	Asesor Técnico	gustavo.ramirez.eva@gmail.com	614 142 4006	
Agustín Javier Torche Ramos	SCOP	ajtorche@gmail.com	614 182 2307	
Ana María Olivera Hernández	Eje Karst	a.olivera@eyeamail.com	6141224822	
Enrique Pinés Soto	WWF-TS	epines@wwfmex.org	4133967	EPS

TARAHUMARA SUSTENTABLE

Nombre del evento "Presentación de resultados, uso y aplicación del modelo SWAT" PTS

Fecha 25 Abril 2018 Lugar Hotel Sicomoro, Chihuahua, Chih.

Nombre y Apellido	Organización y Puesto	Correo	Teléfono	Firma
Martin Martinez Salvador	FZyE UACH	msalvador@uach.mx	614247 9142	[firma]
Alejandro Rodriguez D.	FZyE UACH	cu270918@uach.mx	614-150-25-09	[firma]
Georgina Guerra Pando	PTS	ggaona@wwfmex.org	6144948075	[firma]
Katharina Agena	PTS	agena.katharina@gmx.de	-	K. Agena
Alfredo Rodríguez	WWF-Coordinador	alrodriguez@wwfmex.org		[firma]
Francisco Gallegos Tenorio	SEMARNAT	francisco.gallegos@chihuahua.semarnat.gob.mx	4421522	[firma]
Sunny Carlos Solis	Semarnat	sunny.carlos@chihuahua.semarnat.gob.mx	4421522	[firma]
Adán Lopez Ortiz	CAAFF	alopez@caaff.com.mx	353-5573	[firma]
Augusto Cervantes Illescas	CAAFF	acervantes@caaff.com.mx	6141672928	[firma]
Victor Calzado Pinedo	EMS Sierra Madre	Victor495@live.com.mx	6142528485	[firma]

TARAHUMARA SUSTENTABLE

Nombre del evento "Presentacion de resultados, uso y aplicación del modelo SWAT" PTS

Fecha 26/09/18 Lugar Hotel Sicomoro, Chihuahua, Chih.

Nombre y Apellido	Organización y Puesto	Correo	Teléfono	Firma
Cristian Ramos Mendoza	COLPOS	crm.irnr@gmail.com	5951162058	[firma]
Alfredo Pinedo Alvarez	FZyE	apinedo@uach.mx	6141167562	[firma]
Jesus Alejandro Prieto Amparán	FZyE	jesus_prieto06@hotm		[firma]
Federico Villarreal	FZyE - UACH	fvillarreal@uach.mx	6141036853	[firma]
Myrna C. Nevarez	UACH - FACIATEC	mcnevarez@uach.mx	614-1-05-03-24	[firma]
Griselda Vázquez Quintero	FACIATEC - UACH	gquintero@uach.mx	619112-20-52	[firma]
Augusto Cervantes Illescas	CAAFF	acervantes@caaff.com.mx	6141672928	[firma]
Adán López Ortiz	CAAFF	alopez@caaff.com.mx	614-353-5573	[firma]
Vladimir Erives B.	CAAFF	verives@caaff.com.mx		[firma]
Jose Armendariz E	FCAyF	darmendariz@uach.mx	6143783732	[firma]
Demetrio Fernández R.	COLPOS	demetrio@colpos.mx	5959574476	[firma]

TARAHUMARA SUSTENTABLE

Nombre del evento "Presentación de resultados, uso y aplicación del modelo SWAT" PTS

Fecha 26/09/18 Lugar Hotel Sicomoro, Chihuahua, Chih.

Nombre y Apellido	Organización y Puesto	Correo	Teléfono	Firma
Noe Federico Guerrero Hdz	CONAGUA Residente Control Técnico	Noe.guerrero@conagua.gob.mx	432 24 00 Ext. 1310	
Martín Martínez Salvador	FZyE UACH	msalvador@uach.mx	6142479142	
Alejandra Rodríguez Díaz	FZyE UACH	cl.270918@uach.mx	614-130-25-09	
Gustavo Ramírez Mercado	Asesor técnico	gustavo.ramirez.ecd@gmail.com	6141424006	
Iregli Z. Iracheta Lara	FZyE UACH	iregli.iracheta@gmail.com	197-82-85	
Jesús Manuel Ochoa Rivero	INIFAP	ochoa.jesus@inifap.gob.mx	6142794802	
Sebastián Ramírez R.	FZyE UACH	a291052@uach.mx	614-230-81-96	
Luis Antonio Moreno Lozano	PST	amoreno5502@gmail.com	6144478063	
Agustín Javier Tonche Ramos	SCOP	ajtonche@gmail.com	6141822307	
Óscar Ramírez Villazana	JCAS: Proyectos	oramirez.villazana@gmail.com	614 4673410	
Adán Pinales Munguía	UACH-FI	apinales@uach.mx	6141789167	PINALES

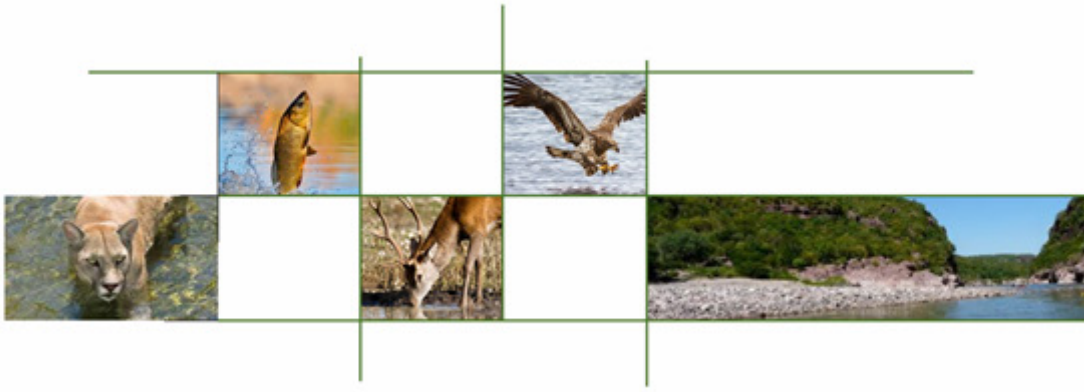
TARAHUMARA SUSTENTABLE

Nombre del evento "Presentación de resultados, uso y aplicación del modelo SWAT" PTS

Fecha 26/09/18 Lugar Hotel Sicomoro, Chihuahua, Chih.

Nombre y Apellido	Organización y Puesto	Correo	Teléfono	Firma
Bernardo Manzano Lepe	PIES de la Tierra A.C. Director	BERNARDO@PIESDELATIERRA.ORG	6391058197	
Jesús Cristopher Montilla Cuis	CONAFOR	cristopher.montilla@conafor.gob.mx	6143454378	
José Luis Arzabala Ramos	UMAFOR GUACHOCHI COORDINADOR TECNICO	arzabala_jir@hotmail.com umaforguach@hotmail.com	649-102-01-32	
Gabriel Sosa Pérez	INIFAP	sosa.gabriel2311@gmail.com	6143587264	
Arturo H. Morales Alvarez	CONANP	marturo1498@gmail.com	6142243418	
Víctor Calzada Pinedo	Ecosistemas y Medio Ambiente Sierra Madre S.C	Victor495@live.com.mx	6142528485	
Manuel Irigoyen Soto	GEOGENESIS	miriigoyen5@gmail.com	614 192 4789	
Francisco Gallegos Terrazas	SEMARNAT	francisco.gallegos@chihuahua.semarnat.gob.mx	4420522	
Humberto Silva H	UACH	hsilva@uach.mx	614 1962284	
Pamela Esparza B.	PTS	Pamela-esparza@hotmail.com	6142212838	Pamela

TARAHUMARA SUSTENTABLE



Anexo 5

ESTUDIO TÉCNICO DE AGUAS NACIONALES SUPERFICIALES DE LA SUBREGIÓN HIDROLÓGICA DEL RÍO MAYO

1. Contenido

1. Introducción **222**
2. Delimitación Geográfica **223**
3. Fisiografía **224**
4. Geología **225**
5. Tipo de suelo **232**
6. Climatología **235**
7. Cobertura Vegetal **238**
8. Hidrografía de la subregión. **242**
Cuencas hidrológicas 244
Registros hidrométricos 246
Presas Principales 247
Distrito de riego 248
9. Áreas naturales protegidas **249**
Áreas de importancia para la conservación de aves (AICAS) 250
Regiones Hidrologicas Prioritarias 251
Regiones Terrestres prioritarias 252
Parque Nacional Cascadas de Bassaseachic 253
Área de protección de flora y fauna sierra de Álamos y río Cuchujaqui 255
Área de protección de flora y fauna Tutuaca 256
Sistema de humedales de Yavaros-Moroncarit 257
10. Oferta y demanda de agua **259**
Aguas nacionales superficiales 259
Aguas subterráneas 260
Aguas residuales 263
Usos y demanda de agua 264
11. Demografía, economía y nivel de desarrollo **266**
12. Caudal ecológico **268**
13. Antecedentes normativos **270**
Marco de referencia Federal 270
Marco de referencia Estatal 274
14. Problemática **275**
15. Conclusiones y recomendaciones **276**
Conclusiones 276
Recomendaciones 277
16. Bibliografía **280**

Anexo 1. Determinación del gasto ecológico en la cuenca del Río Mayo. 285

Caudal ecológico río Mayo 1 287

Caudal ecológico arroyo Quiriego (Tezocoma) 288

Caudal ecológico río Mayo 2 289

Caudal ecológico río Mayo 3 291

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación de la subregión hidrológica río Mayo, respecto a las regiones y subregiones hidrológicas colindantes. 224

Figura 2. Provincias y subprovincias fisiográficas y topoformas de la subregión hidrológica Río Mayo (INEGI, 2001). 225

Figura 3. Geología de la Subregión hidrológica río Mayo (SGM, 2015) 227

Figura 5. Perfil CC' de la Carta Geológica-Minera H12-12, Tecoripa, Chihuahua (SGM, 2015). 229

Figura 6. Edafología de la subregión hidrológica río Mayo (INEGI, 2006). 233

Figura 7. Temperatura media mensual en dos estaciones climatológicas dentro de la subregión. 236

Figura 8. Distribución temporal y en elevación de la precipitación en la subregión hidrológica. 236

Figura 9. Distribución de los climas en la subregión hidrológica río Mayo (INEGI, 2008). 238

Figura 10. Uso de suelo y vegetación de la subregión hidrológica río Mayo (INEGI, 2011). 240

Figura 11. Hidrología de la subregión hidrológica Río Mayo (SEDENA, 2017). 244

Figura 12. Cuencas que componen la subregión hidrológica río Mayo. 245

Figura 13. Estaciones Hidrométricas de la subregión hidrológica 248

Figura 14. Áreas naturales protegidas en la subregión hidrológica Río Mayo (CONABIO, 2009). 251

Figura 15. Acuíferos de la subregión hidrológica río Mayo (CONAGUA, 2015). 262

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Provincias fisiográficas, subprovincias fisiográficas y topoformas de la subregión hidrológica Río Mayo. 226

Cuadro 2. Geología de la Subregión hidrológica río Mayo (SGM, 2015) 230

Cuadro 3. Unidades de suelo por cuenca de la subregión hidrológica río Mayo 234

Cuadro 4. Climas presentes en la subregión hidrológica río Mayo (Köppen, modificada por García, 2004). 238

Cuadro 5. Uso de suelo y vegetación, por cuenca, de la subregión hidrológica río Mayo. 240

Cuadro 6. Estaciones hidrométricas en la subregión hidrológica río Mayo (IMTA, 2017) .....

.....247
Cuadro 7. Presas principales. 249
Cuadro 8. Flora del Parque Nacional Cascada de Bassaseachic con alguna categoría de riesgo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM 059 Semarnat 2010.....254
Cuadro 9. Fauna del Parque Nacional Cascada De Bassaseachic con alguna categoría de riesgo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM 059 Semarnat 2010. 255
Cuadro 10. Especies representativas del Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2010. 257
Cuadro 11. Lista de especies consideradas según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2010. 257
Cuadro 12. Listado de Especies de Flora, con alguna categoría de protección.....259
Cuadro 13. Especies con alguna categoría de protección. Fuente: NOM-059/Ecol-2001. 259
Cuadro 14. Disponibilidad de aguas superficiales en la subregión hidrológica río Mayo (DOF, 2016). 260
Cuadro 15. Disponibilidad media anual de agua subterránea en hm^3 (CONAGUA, 2015). 262
Cuadro 16. Cobertura del servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales. 265
Cuadro 17. Volumen de los usos de aguas superficiales para la subregión hidrológica Río Mayo. 265
Cuadro 18. Volumen de los usos de aguas subterránea para la subregión hidrológica río Mayo. 265
Cuadro 19. Municipios y población para la subregión hidrológica río Mayo (INEGI, 2010). 267
Cuadro 20. Población Económicamente Activa e Inactiva.....267
Cuadro 21. Grado de marginación y cobertura de servicios, por localidad en la Subregión río Mayo.....268
Cuadro 22. Objetivos ambientales para determinar el régimen del caudal ecológico. 270
Cuadro 23. Resumen caudal ecológico de la cuenca río Mayo. 271

Índice de Figuras (Anexo 1)

Figura 1. Subregiones hidrológicas que componen la región hidrológica del río Mayo. ... .286

Figura 2. Modelo conceptual del objetivo ambiental, estado ecológico y estrategia de conservación.....287

Figura 3. Ubicación de puntos donde se determinaron los caudales ecológicos 289

Figura 4. Distrito de Riego 038, río Mayo, con relación al sistema de drenaje de la Subregión Hidrológica río Mayo 3. 293

Índice de Cuadros (Anexo 1)

Cuadro 1. Objetivos ambientales para determinar el régimen del caudal ecológico. 287

Cuadro 2. Relación de estaciones hidrométricas y corrientes analizadas. 288

Cuadro 3. Coeficientes de escurrimiento del río Mayo 2, por subcuenca, con base en su tipo de suelo y cobertura vegetal.....290

Cuadro 4. Superficie que aporta cada estación climatológica a las subcuencas de la subregión hidrológica río Mayo 2. 291

Cuadro 5. Volumen de escurrimiento que aportan las subcuencas de la subregión hidrológica río Mayo 2 a la presa Mocúzari. 291

Cuadro 6. Caudales ecológicos para las subcuencas que conforman la subregión hidrológica del río Mayo 2.....292

Cuadro 7. Volumen de agua drenada al mar de las extracciones de la presa Mocúzari. 294

Cuadro 8. Coeficientes de escurrimiento del río Mayo 3, por subcuenca, con base en su tipo de suelo y cobertura vegetal.....295

Cuadro 9. Superficie que aporta cada estación climatológica a las subcuencas de la subregión hidrológica río Mayo 3. 295

Cuadro 10. Composición del volumen de escurrimiento medio anual de las subcuencas que integran la subregión hidrológica río Mayo 3. 296

Cuadro 11. Caudales ecológicos para las subcuencas que conforman la subregión hidrológica del río Mayo 3.....296

Cuadro 12. Resumen caudal ecológico de la cuenca río Mayo. 297

1. Introducción

En el último siglo, se ha modificado el régimen hidrológico de los ecosistemas, ante la necesidad de satisfacer demandas de agua para uso agrícola, pecuario o desarrollo urbano-industrial. El incremento en la demanda de agua, ha contribuido a modificar el comportamiento de los patrones naturales de flujo de los ríos, reducir la disponibilidad y aumentar la variabilidad estacional del agua, y agudizar el descenso del nivel de los acuíferos, entre otros; además, ha generado impactos importantes en los ecosistemas acuáticos asociados y, con repercusiones sociales y económicas. La GEFN (2006) estima que más del 60% de los ríos en el mundo han sido fragmentados por estas alteraciones hidrológicas, lo que ha dado lugar a una degradación generalizada de los ecosistemas acuáticos. Hoy en día, el régimen en ríos y humedales ha sido identificado como un factor determinante de estructura y funcionamiento, aspecto clave para que estos sistemas puedan seguir proporcionando la variedad de servicios ecosistémicos que la sociedad requiere para su existencia.

A través del tiempo los ríos de México han sufrido variaciones en su caudal resultado de la actividad antropogénica, debido al aumento de población, para satisfacer la demanda del crecimiento urbano, económico y agropecuario. Este crecimiento constante ha propiciado se recurra a mayores niveles de explotación de cuerpos de agua, ríos, acuíferos y a la construcción de presas de almacenamiento y de derivación. Todas estas acciones han cambiado radicalmente en el régimen hídrico de los ríos del país y modificado los ecosistemas estuarinos, ripiaros y de humedales con la consecuente desaparición de animales y plantas nativas. Para mantener el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, es necesario garantizar un régimen de caudal mínimo necesario en los cauces de las cuencas hidrográficas para asegurar el funcionamiento ecológico y protección de los ecosistemas ripiaros, acuáticos terrestres y costeros (WWF, 2011).

El caudal ecológico es un instrumento de gestión ambiental que establece "la cantidad, calidad y variación del flujo de agua necesaria para, conservar y mejorar los servicios ambientales, componentes, funciones, procesos y resiliencia de los ecosistemas acuáticos y terrestres, que dependen del comportamiento y uso hidrológico y social de una cuenca". El reto es mantener en buen estado, y recuperar, los ecosistemas acuáticos en ríos y humedales, ante una sociedad que demanda servicios y crecimiento económico (GWP, 2000).

En este estudio se presentan los resultados del análisis del caudal ecológico de la subregión hidrológica del río Mayo, localizada en una zona con altas demandadas evapotranspirativas y una población en crecimiento, que utiliza recursos naturales, e hídricos (superficiales y subterráneos) para generar energía eléctrica, riego agrícola, piscicultura, uso pecuario, urbano y desarrollo industrial. Se presentan las estimaciones del caudal ecológico para las cuencas Mayo 1, Arroyo Quiriego, Mayo 2 y Mayo 3 (cuencas de la subregión), que orientaran las estrategias de manejo y

conservación de los servicios ambientales, funcionamiento y preservación de la biodiversidad de los ecosistemas riparios (intermitentes y efímeros) y humedales de la subregión hidrológica del Río Mayo. El caudal ecológico se estimó de acuerdo con la metodología de la Norma Mexicana NMX. AA-159-SCFI-2012, apéndice D, para cuencas hidrológicas (DOF, 2012), con base al comportamiento histórico de los escurrimientos diarios.

2. Delimitación Geográfica

La Subregión Hidrológica Río Mayo se localiza en el noroeste de México, en la región hidrológica 9 (Sonora Sur). Sus límites geográficos los marcan los meridanos 108° 02' 02" y 109° 52' 55" de longitud Oeste y los paralelos 26° 36' 18" y 28° 22' 55" de latitud Norte. Comprende una superficie de 14,827.51 Km^2, distribuidos parcialmente en los estados de Chihuahua y Sonora. Los afluentes del Río Mayo se originan, principalmente, en el estado de Chihuahua y en menor proporción en el estado de Sonora, los cuales descienden por la ladera occidental de la Sierra Madre Occidental y se concentran en el estado de Sonora para desembocar al Golfo de California.

Las colindancias de la cuenca del Río Mayo son: al noroeste y norte con la cuenca hidrológica del Río Yaqui, al sureste con la cuenca hidrológica del Río Fuerte y al suroeste con el Golfo de California (Figura 1).

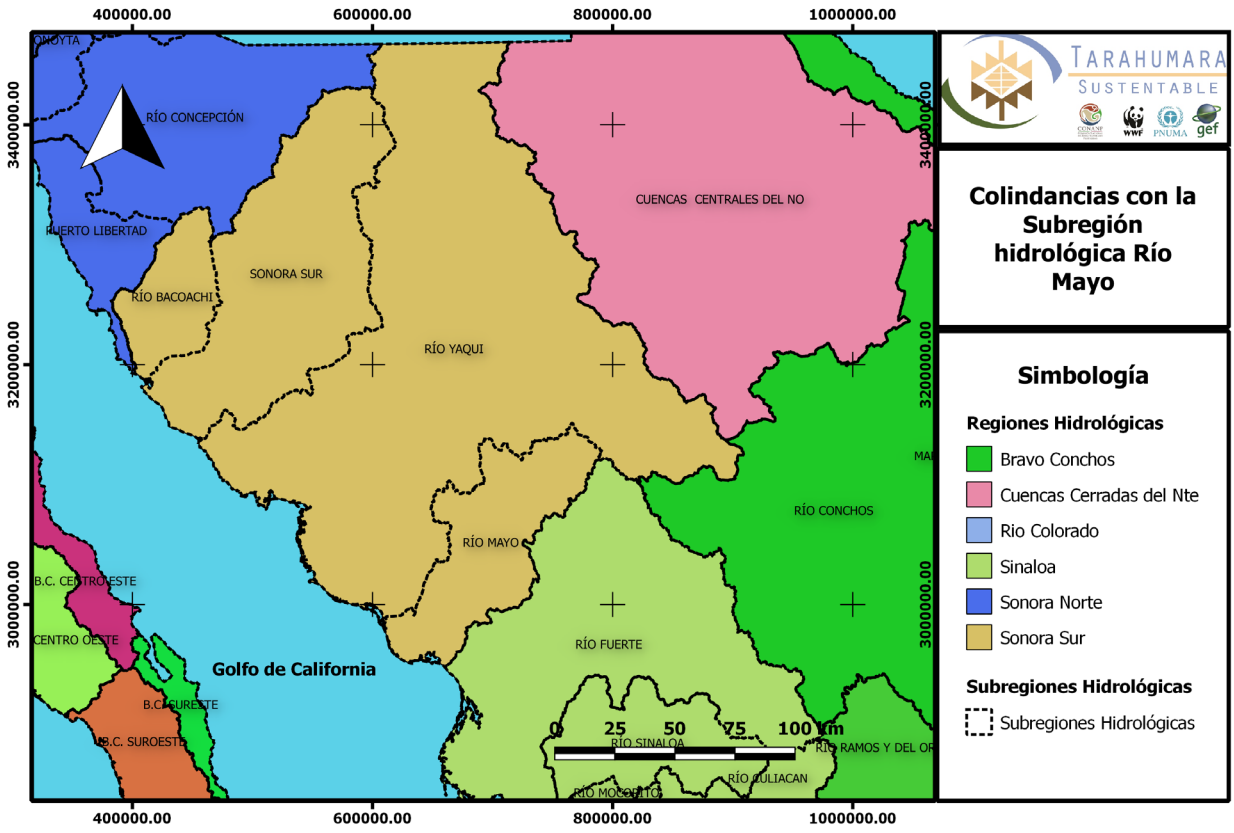


Figura 1. Ubicación de la subregión hidrológica río Mayo, respecto a las regiones y subregiones hidrológicas colindantes.

3. Fisiografía

La subregión río Mayo se localiza en el desierto de Sonora y se conforma por corrientes que nacen en la Sierra Madre Occidental hasta una altura máxima de 2,814 msnm. De acuerdo con el mapa de Provincias Fisiográficas de México de INEGI (2001), la cuenca del río Mayo se ubica dentro de dos provincias fisiográficas: Llanuras Costera del Pacífico y Sierra Madre Occidental. La Provincia Llanuras Costera del Pacífico está representada por la subprovincia "Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa". Mientras que la Provincia Sierra Madre Occidental se compone de tres subprovincias: "Pie de la Sierra", "Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses" y "Sierras y Cañadas del Norte" (Figura 2).

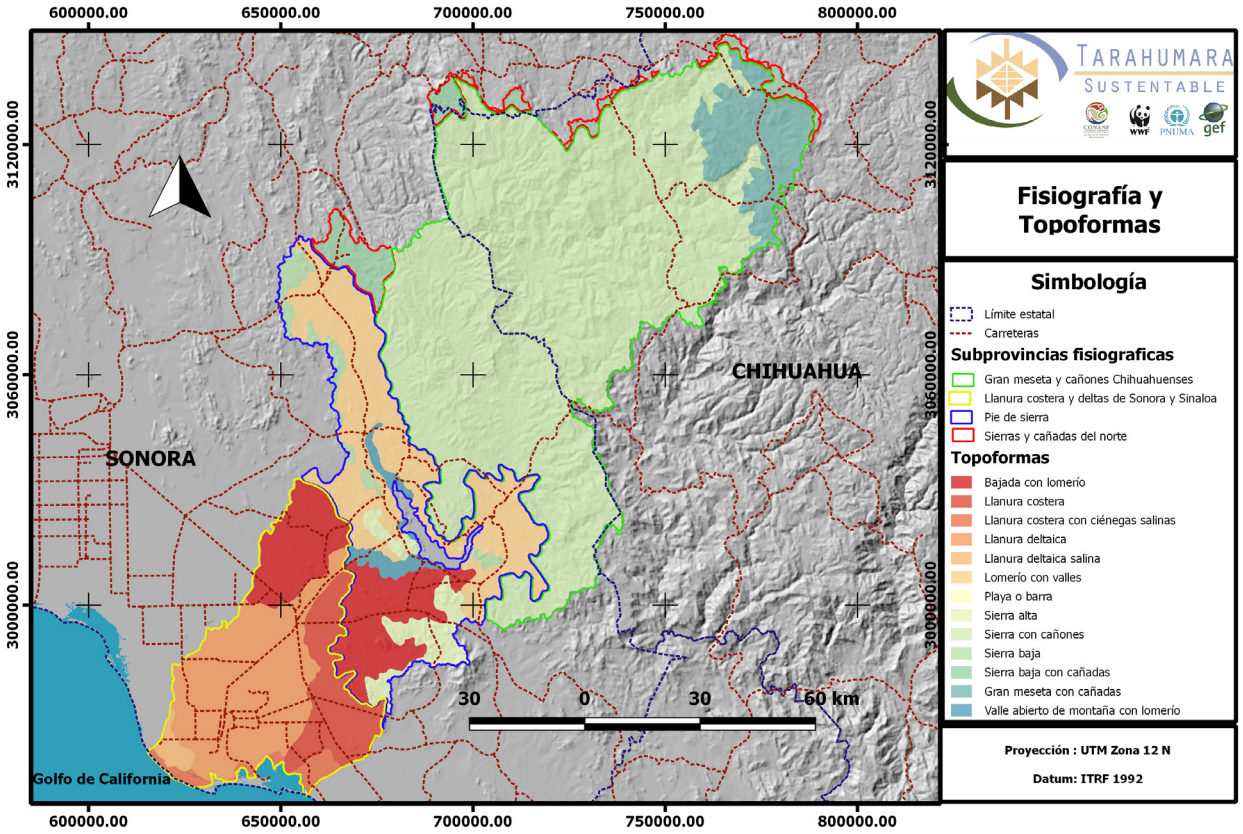


Figura 2. Provincias y subprovincias fisiográficas y topoformas de la subregión hidrológica Río Mayo (INEGI, 2001).

La subprovincia "Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa", ubicada en la parte más baja de la subregión, se compone principalmente de las topoformas Llanura Deltaica, Bajada con Lomeríos, y Llanura Costera. La subprovincia "Pie de la Sierra", en la parte media de subregión hidrológica, está conformada principalmente por topoformas de Lomeríos con Valles, Bajada con Lomerío, Sierra Alta y Sierras Bajas. La subprovincia "Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses", que ocupa la mayor superficie de la parte alta de la subregión hidrológica, está compuesta por topoformas de Sierras Altas con Cañones y Gran Meseta con cañadas, las cuales presentan pendientes escarpadas asociadas con lomeríos. Por último, la subprovincia "Sierras y Cañadas del Norte", ubicada en una

franja al norte de la cuenca, se conforma por topoformas de Sierra Baja con cañadas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Provincias fisiográficas, subprovincias fisiográficas y topoformas de la subregión hidrológica Río Mayo.

Provincia Fisiográfica	Subprovincia Fisiográfica	Topoforma	Superficie (ha)	Superficie (%) *	Superficie (%)**
Llanuras Costeras del Pacífico	Llanura Costera y Deltas de Sonora y Sinaloa	Llanura Deltaica	138,836.9	9.1	50.8
		Bajada con Lomerío	49,476.7	3.4	18.9
		Llanura Costera	59,212.4	4.1	22.5
		Llanura Costera con Ciénegas Salina	14,363.3	0.9	5.2
		Llanura Deltaica Salina	6,727.0	0.5	2.6
Sierra Madre Occidental	Sierras y Cañadas del Norte	Sierra Baja con cañadas	47,210.1	3.2	100.0
	Pie de Sierra	Bajada con Lomerío	60,492.4	4.2	19.6
		Lomerío con valles	179,413.5	12.1	56.7
		Sierra alta	35,205.8	2.4	11.4
		Sierra Baja	26,401.9	1.5	7.2
		Valle abierto de montaña con lomerío	16,524.4	1.1	5.0
	Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses	Sierra alta con cañones	775,870.3	52.5	91.2
		Gran meseta con cañadas	73,512.3	5.0	8.8
Total			**1,482,751**	**100.0**	

* Porcentaje respecto al total de la Subregión hidrológica.
** Porcentaje respecto a cada Subprovincia Fisiográfica.

A nivel de subregión hidrológica, las topoformas dominantes, en orden de importancia, son Sierra Alta con Cañones (52.53%), Lomeríos con Valles (12.06%), Llanura Deltaica (9.13%), Bajada con Lomeríos (7.57%), Gran Meseta con Cañadas (5.05%), Bajada con Lomeríos (4.17%) y Llanura Costera (4.06%).

4. Geología

Se considera a la geología como el material solido terrestre que compone la superficie terrestre y su subsuelo. La geología superficial de la subregión hidrológica río Mayo es muy variada, en la subprovincia más alta (meseta y cañones) está constituida principalmente de materiales ígneos extrusivos (54.3%) e intrusivos (11.1%) del periodo terciario; mientras que la subprovincia de pie de la sierra por depósitos de coluviales-conglomerados (12.7%); y en la subprovincia de la llanura costera y delta por depósitos aluviales (14.4%) de origen volcánico y diversos grados de cementación (SGM, 2015). Según el Servicio Geológico Nacional se tienen 28 clases litológicas de roca su distribución se muestra en la Figura 3 y los porcentajes que ocupa cada uno de ellos,

dentro de la subregión, se muestran en el Cuadro 2.

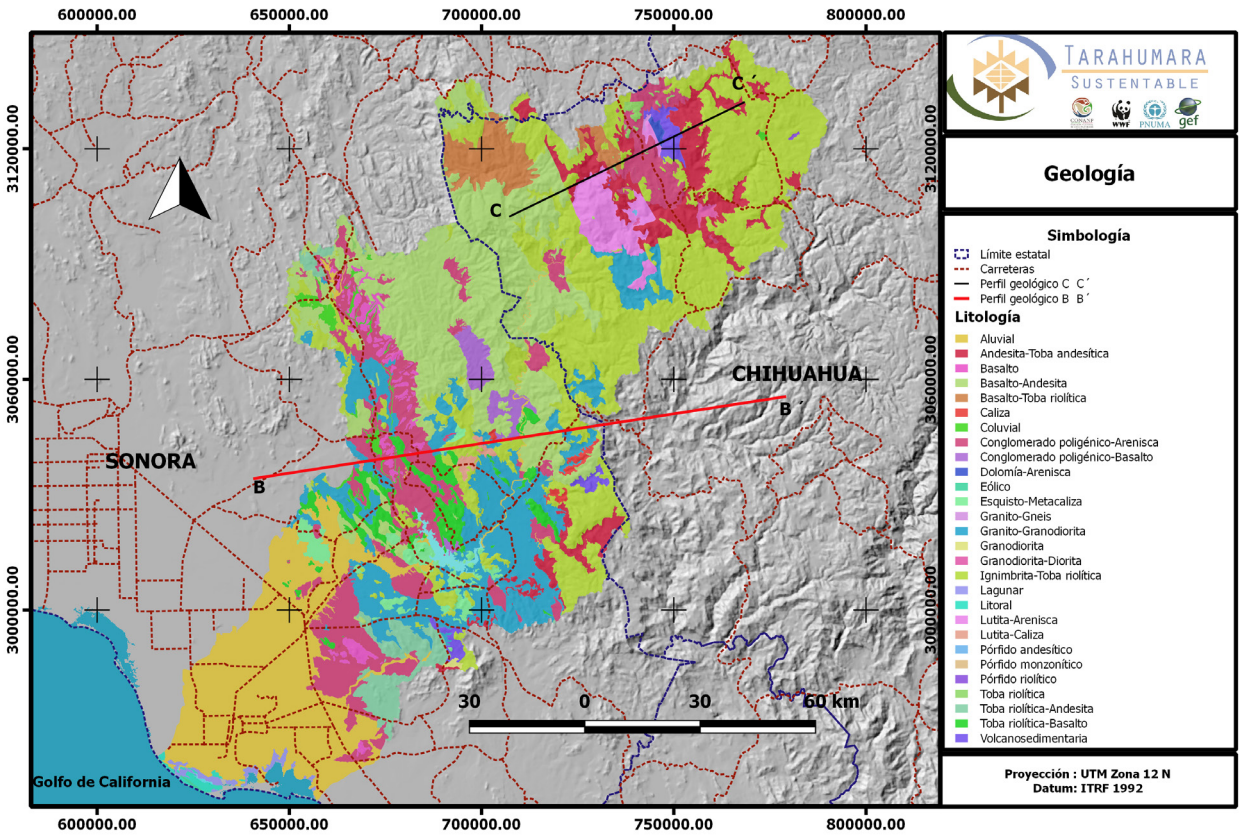


Figura 3. Geología de la Subregión hidrológica río Mayo (SGM, 2015).

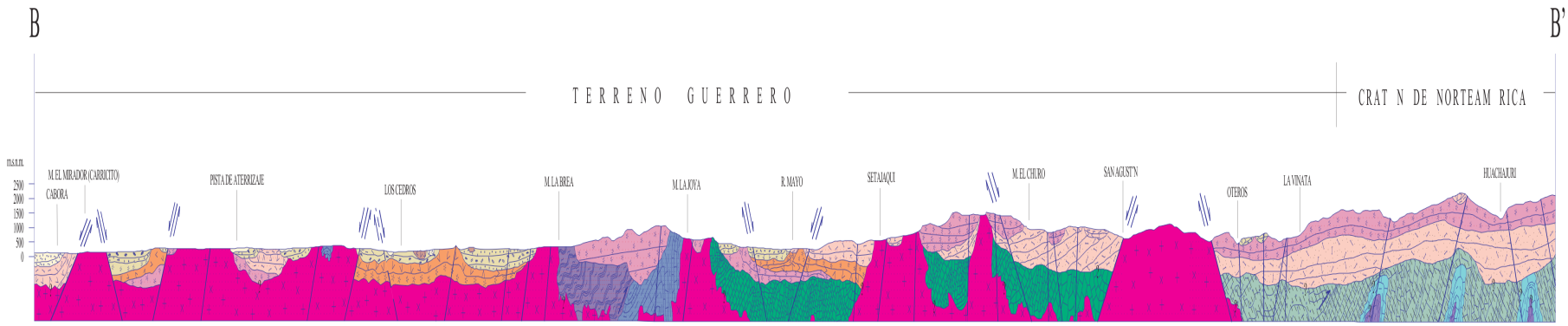


Figura 4. Perfil BB' de la Carta Geológica-Minera G12-3 Ciudad Obregón, Sonora (SGM, 2015).

SIMBOLOGÍA CUATERNARIO

- Qhoal — ALUVIÓN
- Qhoeo — EÓLICO
- Qhopa — PALUSTRE
- Qho lm-ar — LIMO - ARCILLA
- Qpt Cgp-ar — CONGLOMERADO POLIMÍCTICO - ARENA

TERCIARIO NEÓGENO

- Tpl Cgp-Ar — CONGLOMERADO POLIMÍCTICO - ARENISCA
- TmB — BASALTO
- TmLh — LAHAR
- Tm Ar-TR — ARENISCA - TOBA RIOLÍTICA

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

- CONTACTO GEOLÓGICO
- CONTACTO GEOLÓGICO INFERIDO
- 25° — RUMBO Y ECHADO (So)
- ECHADO VERTICAL
- ECHADO HORIZONTAL
- 70° — FOLIACIÓN (Si)
- 45° — FOLIACIÓN (Sd)
- 35° — SEUDOESTRATIFICACIÓN
- DOMO
- 30° — FLUJO DE LAVA

- TmTR — TOBA RIOLÍTICA
- Tm Cgp-B — CONGLOMERADO POLIMÍCTICO - BASALTO
- Tm Cgp-Ar — CONGLOMERADO POLIMÍCTICO - ARENISCA
- TmTR-B — TOBA RIOLÍTICA - BASALTO
- TmTR-A — TOBA RIOLÍTICA - ANDESITA
- TmB-A — BASALTO - ANDESITA
- TmA-Da — ANDESITA - DACITA
- TmTR-R — TOBA RIOLÍTICA - RIOLITA

PALEÓGENO

- To Ig-TR — IGNIMBRITA - TOBA RIOLÍTICA
- To(?) R-Da — RIOLITA - DACITA
- To Cgp-Ar — CONGLOMERADO POLIMÍCTICO - ARENISCA

- 55° — FALLA NORMAL
- FALLA NORMAL INFERIDA
- 50° — FALLA INVERSA O CABALGADURA
- FALLA INVERSA INFERIDA
- FALLA LATERAL
- FALLA LATERAL INFERIDA
- FALLA LATERAL SINESTRAL
- FALLA LATERAL DEXTRAL
- CURVILINEAMIENTO
- ANTICLINAL INFERIDO
- ANTICLINAL BUZANTE
- ANTICLINAL BUZANTE INFERIDO

- Tpae TR-R — TOBA RIOLÍTICA - RIOLITA
- Tpae A-TA — ANDESITA - TOBA ANDESÍTICA

TERCIARIO INF. - CRETÁCICO SUP.

- KsTpa Cgp-Ar — CONGLOMERADO POLIMÍCTICO - ARENISCA

CRETÁCICO INFERIOR

- KiCz-Lu — CALIZA - LUTITA

CRETÁCICO INF. - JURÁSICO SUP.

- JsKaCz — CALIZA
- JsKaVs — VOLCÁNICO SEDIMENTARIO
- JsKi Lu-Cz — LUTITA - CALIZA

- ANTICLINAL RECUMBENTE
- ANTICLINAL RECUMBENTE INFERIDO
- ANTICLINAL EN ABANICO
- ANTICLINAL EN ABANICO INFERIDO
- SINCLINAL
- SINCLINAL INFERIDO
- SINCLINAL BUZANTE
- SINCLINAL BUZANTE INFERIDO
- SINCLINAL RECUMBENTE
- SINCLINAL RECUMBENTE INFERIDO
- SINCLINAL EN ABANICO

JURÁSICO INF. - TRIÁSICO

- TRJi Lu-Cz — LUTITA - CALIZA

PÉRMICO - CÁMBRICO

- P(?) E-MCz — ESQUISTO - METACALIZA

PÉRMICO

- P(?) E-MS — ESQUISTO - METASEDIMENTARIA

ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS

- TcD — DIORITA
- KsTe Gr-Gd — GRANITO - GRANODIORITA

- SINCLINAL EN ABANICO INFERIDO
- KLIPPE
- ANTICLINAL
- FRACTURA
- FRACTURA INFERIDA
- 20° — FRACTURA MEDIDA
- FRACTURA VERTICAL
- 60° — VETA
- DIQUE ANDESÍTICO
- A A' — LÍNEA DE SECCIÓN

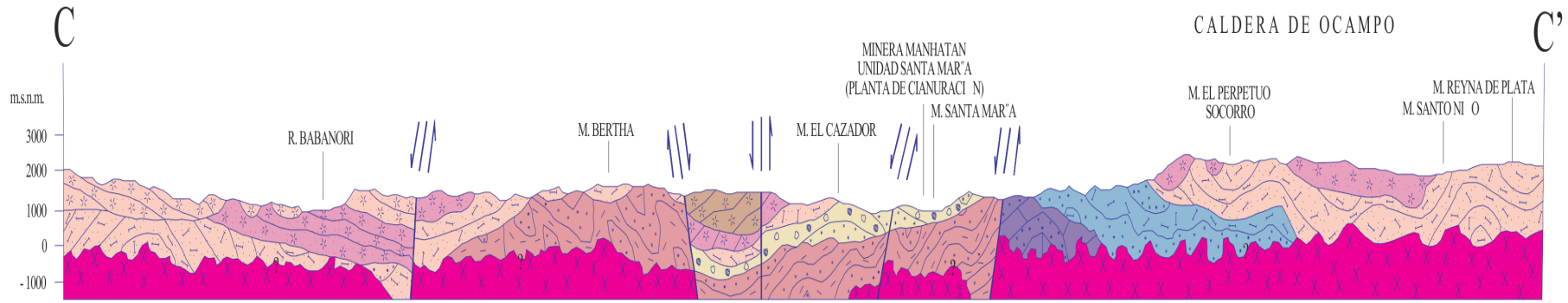


Figura 5. Perfil CC' de la Carta Geológica-Minera H12-12, Tecoripa, Chihuahua (SGM, 2015).

SIMBOLOGÍA

CUATERNARIO

- Qhoal — ALUVIÓN
- QptCgp — CONGLOMERADO POLIMÍCTICO

TERCIARIO

NEÓGENO

- Tm TR-A — TOBA RIOLÍTICA - ANDESITA
- TmTR — TOBA RIOLÍTICA
- Tm Cgp-Ar — CONGLOMERADO POLIMÍCTICO - ARENISCA
- TmB-A — BASALTO - ANDESITA
- Tm Cgp-B — CONGLOMERADO POLIMÍCTICO - BASALTO

PALEÓGENO

- Tom B-A — BASALTO - ANDESITA
- Tom B-TR — BASALTO - TOBA RIOLÍTICA

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

- CONTACTO GEOLÓGICO INFERIDO
- CONTACTO GEOLÓGICO
- 25° — RUMBO Y ECHADO (So)
- ECHADO VERTICAL
- ECHADO HORIZONTAL
- 70° — FOLIACIÓN (Si)
- 35° — SEUDOESTRATIFICACIÓN
- DOMO
- 30° — FLUJO DE LAVA
- CALDERA
- ANTICLINAL

- Tom TR-B — TOBA RIOLÍTICA - BASALTO
- TomTR — TOBA RIOLÍTICA
- ToA-B — ANDESITA - BASALTO
- To TR-R — TOBA RIOLÍTICA - RIOLITA
- Teo Cgp-Ar — CONGLOMERADO POLIMÍCTICO - ARENISCA
- Teo A-TA — ANDESITA - TOBA ANDESÍTICA

CRETÁCICO

SUPERIOR

- KsA-TA — ANDESITA - TOBA ANDESÍTICA
- KsA-Tq — ANDESITA - TRAQUITA
- KsA-Ar — ANDESITA - ARENISCA

INFERIOR

- Kapa Lu-Ar — LUTITA - ARENISCA
- Ki(?) Lu-Ar — LUTITA - ARENISCA

- ANTICLINAL INFERIDO
- ANTICLINAL BUZANTE
- ANTICLINAL BUZANTE INFERIDO
- ANTICLINAL RECUMBENTE
- ANTICLINAL RECUMBENTE INFERIDO
- ANTICLINAL EN ABANICO
- ANTICLINAL EN ABANICO INFERIDO
- SINCLINAL
- SINCLINAL INFERIDO
- SINCLINAL BUZANTE
- SINCLINAL BUZANTE INFERIDO
- SINCLINAL RECUMBENTE

JURÁSICO

SUPERIOR

- JsKi Cgp-Ar — CONGLOMERADO POLIMÍCTICO - ARENISCA
- Js(?)Vs — VOLCANOSEDIMENTARIO
- Js(?) MAr-MLu — META ARENISCA - METALUTITA

TRIÁSICO

SUPERIOR

- TRs Ar-Cgp — ARENISCA - CONGLOMERADO POLIMÍCTICO
- TRs Ar-Lu — ARENISCA - LUTITA

PÉRM. - DEVÓN.

- Pdp Cz-Ar — CALIZA - ARENISCA

CÁMBRICO

- €mPo Lu-Cz — LUTITA - CALIZA

- SINCLINAL RECUMBENTE INFERIDO
- SINCLINAL EN ABANICO
- SINCLINAL EN ABANICO INFERIDO
- FALLA LATERAL
- FALLA LATERAL INFERIDA
- FALLA LATERAL SINESTRAL
- FALLA LATERAL DEXTRAL
- 55° — FALLA NORMAL
- FALLA NORMAL INFERIDA
- 50° — FALLA INVERSA O CABALGADURA

PROTEROZOICO

- pTs(?) Ar-Do — ARENISCA - DOLOMÍA

ROCAS ÍGNEAS INTRUSIVAS

- Tm PqMz — PÓRFIDO CUARZOMONZONÍTICO
- ToPMz — PÓRFIDO MONZONÍTICO
- ToPA — PÓRFIDO ANDESÍTICO
- ToPR — PÓRFIDO RIOLÍTICO
- KsTe Gd-D — GRANODIORITA - DIORITA
- KsTpa Gr-Gd — GRANITO - GRANODIORITA
- pTm(?) Gr-Gn — GRANITO - GNEIS

- FALLA INVERSA INFERIDA
- FRACTURA
- FRACTURA INFERIDA
- 20° — FRACTURA MEDIDA
- KLIPPE
- ESTRUCTURA ANULAR
- 60° — VETA
- VETA VERTICAL
- DIQUE ANDESÍTICO
- A A' — LÍNEA DE SECCIÓN

De acuerdo a los perfiles geológicos mostrado en las Figuras 4 y 5 (SGM, 2015), localizados en la parte media y alta de la subregión hidrológica, básicamente en el área que cubre el acuífero de San Bernardo, se observa en la parte más profunda un estrato dominante de rocas ígneas intrusivas (granito-granodiorita). El tectonismo regional ha conformado grabenes compuestos por series de fallas geológicas normales y paralelas entre sí, que han sido cubiertos en primera instancia, por depósitos sedimentarios de calizas y lutitas del jurásico y cretácico; y posteriormente con depósitos volcánicos (andesita, riolitas, toba), conglomerados y brechas, sobre todo en las cercanías de las fallas geológicas dominantes. El seccionamiento del basamento granítico, el gran espesor de los depósitos volcánicos (toba, riolitas, andesitas y basalto), el arrastre de materiales volcánicos en forma de brechas-conglomerados y la conformación del delta del río Mayo nos indican una enorme actividad volcánica en el periodo terciario (neógeno). Los depósitos cuaternarios se observan principalmente en los valles intermontanos y en los márgenes del río Mayo.

Cuadro 2. Geología de la Subregión hidrológica río Mayo (SGM, 2015).

Unidad litológica	río Mayo 1	río Mayo 2	río Mayo 3	Arroyo Quiriego	Total	%
	Superficie (ha)					
Aluvial	2,309.72	1,354.96	208,750.08	1,403.75	213,818.51	14.420
Andesita-Toba andesítica	72,457.86	6,403.40	642.61		79,503.87	5.362
Basalto-Andesita	196,597.10	19,407.39	5,478.88	43,957.87	265,441.24	17.902
Basalto-Toba riolítica	35,334.29				35,334.29	2.383
Caliza	4,125.75				4,125.75	0.278
Coluvial	395.08	3,179.70	698.98	5,819.21	10,092.97	0.681
Conglomerado poligénico-Arenisca	39,937.69	49,193.15	52,782.85	18,413.48	160,327.17	10.813
Conglomerado poligénico-Basalto	17,355.53	852.03			18,207.56	1.228
Dolomía-Arenisca	1,459.91				1,459.91	0.098
Granito-Gneis	368.56				368.56	0.025
Granito-Granodiorita	35,949.74	85,973.47	35,977.83	4,062.53	161,963.57	10.923
Granodiorita-Diorita	1,907.53				1,907.53	0.129
Ignimbrita-Toba riolítica	309,907.64	28,881.52	7,893.13	9,178.38	355,860.67	24.000
Lutita-Arenisca	31,221.62				31,221.62	2.106
Lutita-Caliza	1,048.61	2,377.84	251.77		3,678.22	0.248
Pórfido andesítico	106.58				106.58	0.007
Pórfido monzonítico	91.05				91.05	0.006
Pórfido riolítico	299.92				299.92	0.020
Toba riolítica	2,682.79			367.09	3,049.88	0.206
Toba riolítica-Basalto	3,483.85	22,532.64	9,883.26		35,899.75	2.421
Volcanosedimentaria	9,479.92	70.74	3,443.11		12,993.77	0.876
Basalto		5,078.83	4,108.44	7,971.52	17,158.79	1.157
Esquisto-Metacaliza		8,880.36			8,880.36	0.599
No aplicable		5,570.39	338.29		5,908.68	0.398
Toba riolítica-Andesita		53.51	27,724.76	3,875.29	31,653.56	2.135

Unidad litológica	río Mayo 1	río Mayo 2	río Mayo 3	Arroyo Quiriego	Total	%
	Superficie (ha)					
Eólico			418.58		418.58	0.028
Esquisto-Metacaliza			12,970.27		12,970.27	0.875
Granodiorita			797.92		797.92	0.054
Lagunar			5,856.20		5,856.20	0.395
Litoral			3,355.14		3,355.14	0.226
Total					**1,482,751.8**	**100**

A continuación, se presenta una breve descripción de las principales unidades litológicas reportadas para la subregión hidrológica (INEGI, 2005).

Aluviales: Los suelos aluviales son depósitos transportados por el agua en movimiento y depositados cuando la velocidad del agua ha disminuido por lo que suelen contener partículas finas y gruesas entremezcladas. Los depósitos aluviales carecen de cementación por lo que tienden a ser sueltos y son propensos a la erosión en banco. En ocasiones, los suelos aluviales presentan una matriz de arcilla que aglomera los granos de arena, grava y limos; comunes en terrazas altas con niveles freáticos colgados muy susceptibles a la formación de cárcavas y barrancos.

Basalto: El basalto es una roca ígnea básica de grano fino (<0.05 mm), producto de la erupción volcánica que forma grandes depósitos. La composición mineral del basalto es aproximadamente mitad piroxeno y mitad plagioclasa, hasta con 5% de óxido de hierro. Por lo general, es de color negruzco o verde oscuro, pero en ocasiones puede ser rojizo o marrón, debido a la oxidación de los minerales que se convierten como en óxidos de hierro. El suelo formado a partir de basaltos es muy rico en nutrientes como potasio y fósforo.

Andesita: La andesita es una roca de grano fino volcánica, que se encuentra como flujo de lava y ocasionalmente, como pequeñas inclusiones. Los minerales constituyentes son esencialmente plagioclasa, hornablenda, biotita y muy poco cuarzo; que le confiere un color grisáceo o marrón. Tiene básicamente la misma composición que la diorita, pero grano fino como el basalto.

Conglomerado: El conglomerado es una variedad de roca sedimentaria de grano grueso. Se compone de cantos y guijarros de roca resistente cementados por otros materiales como carbonato de calcio. El nombre depende de la forma de los guijarros, si son redondeados se les llama conglomerados y si son angulosos se les denomina breccia o brechas. En algunos casos contienen material tanto redondeado como anguloso. La porosidad de estas rocas es muy alta y pueden conformar acuíferos importantes.

Areniscas: Son una forma de arena endurecida por procesos geológicos. El tamaño de los granos varía de 60 µm a varios mm y están cementados por otros minerales con frecuencia por el cuarzo

precipitado. Las areniscas se clasifican de acuerdo al tamaño de sus granos como fina, media o gruesa y de acuerdo a la naturaleza de los materiales cementantes. Las areniscas, aunque tienden a ser resistentes, en ocasiones son relativamente débiles cuando su cementación ha sido pobre.

El comportamiento de la arenisca meteorizada depende de la clase de cemento. Si es de calcita se disuelve con mayor facilidad que el de sílice. El cemento de óxido de hierro le proporciona un color rojizo a la arenisca y el dióxido de hierro un color marrón a amarillo. Las areniscas compuestas casi de puro cuarzo se les denominan cuarcitas.

Granito: Es una roca ígnea intrusiva ácida de grano grueso, compuesto principalmente por cuarzo, feldespatos y algo de mica. Se forma por el enfriamiento lento del magma, debajo de las cadenas montañosas, que forma cristales gruesos. A las grandes masas graníticas se les llama Batolitos y a las inclusiones menores diques, generalmente de textura más fina. El granito es el material constituyente de la corteza terrestre, es de muy dura a la perforación, pero medianamente resistente a la intemperismo, principalmente el químico.

Diorita: La diorita es una roca ígnea extrusiva intermedia de grano grueso compuesta principalmente de feldespatos, plagioclasa, así como hornablenda, que es un mineral ferromagnesiano de color verde. El contenido del cuarzo puede llegar hasta un 10%. La roca tiene un color que varía de blanco verdoso a verde, dependiendo del contenido de hornablenda. La granodiorita es una roca intermedia entre el granito y la diorita y su textura es generalmente gruesa. La diorita de encuentra en masas más pequeñas que los granitos y frecuentemente forma modificaciones locales a granodiorita, tonalita e inclusiones de granito.

Ignimbrita: Es un flujo piroclástico densos con un alto contenido de fragmentos magmáticos que se emplazan a temperatura elevada. Las ignimbrítas se generan por colapsos de las columnas eruptivas en erupciones plinianas y en el de domos y coladas lávicas de viscosidad elevada. En las ignimbrítas se desarrollan flujos laminares (unidad de mayor densidad) y flujos turbulentos en los niveles superiores que determinan diferentes unidades en el depósito. La velocidad de fluidización determinara la estructura interna del mismo. De acuerdo a la temperatura del flujo en el momento de su detención se distinguen ignimbrítas soldadas o no soldadas.

Toba: La toba volcánica es un tipo de roca ígnea volcánica extrusiva, ligera, de consistencia porosa, formada por la acumulación de cenizas u otros elementos piroclásticos muy pequeños expelidos por los respiraderos durante una erupción volcánica. La toba se forma principalmente por la deposición de cenizas y lapilli durante las erupciones piroclásticas. Su velocidad de enfriamiento es rápida por lo que se compone de cristales finos.

5. Tipo de suelo

La formación de los suelos ocurre por disgregación mecánica de las rocas, meteorización química de los materiales regolíticos y la acción de los seres vivos. Esta última es la etapa más significativa porque continúan con la descomposición de los minerales, iniciada por mecanismos inorgánicos, lo que favorece la formación de los suelos. La clasificación de los suelos se basa en las propiedades físicas y químicas de los horizontes edafológicos del área (INEGI, 2004). De acuerdo con los suelos reportados por INEGI (2006), en la subregión hidrológica río Mayo se observan diez grandes grupos de suelos (Figura 6 y Cuadro 3), por orden de importancia según la superficie que ocupan, se encuentran: Feozem (38.7%), Leptosol (19.1), Regosol (18.9), Vertisol (10.2), Cambisol (4.7%), luvisol (2.75%), Calcisol (1.9%), fluvisol (1.6%), Solonchak (1.0%) y Arenosol (0.3%). Se observa que la distribución espacial de las unidades de suelo presentes en la subregión hidrológica se relaciona con las topoformas, así, los suelos más someros se encuentran en las partes altas asociados con sierras, mesetas y cañadas (leptosoles y regosoles); en los lomeríos se encuentran phaeozems, regosoles y cambisoles, calcisoles, en los cauces de los ríos los fluvisoles y en la zona de la llanura costera y deltaica se localizan los arenosoles, calcisoles, chernozems, vertisoles.

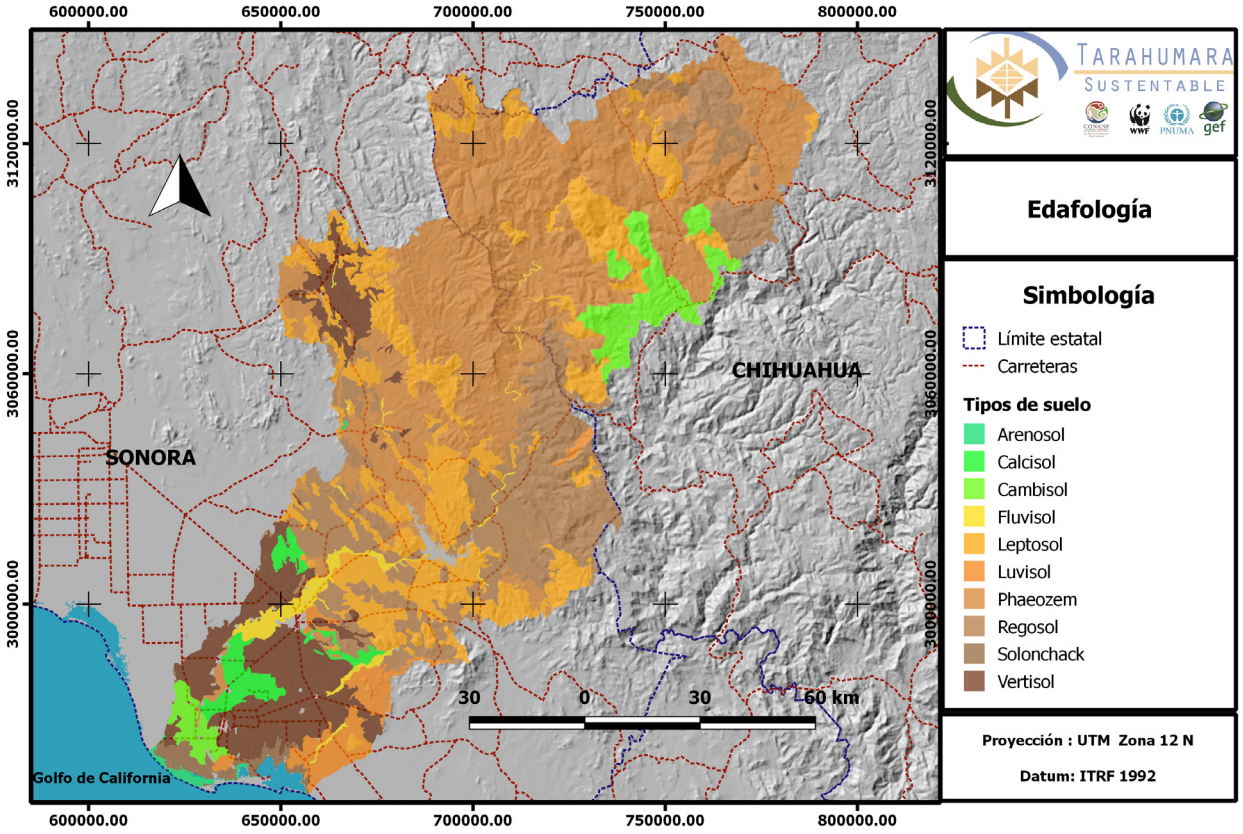


Figura 6. Edafología de la subregión hidrológica río Mayo (INEGI, 2006).

Cuadro 3. Unidades de suelo por cuenca de la subregión hidrológica río Mayo.

Tipo de Suelo	Río Mayo 1		Arroyo Quiriego		Río Mayo 2		Río Mayo 3		Total
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)
Arenosol					235.80	0.01	4,503.10	1.18	4,738.90
Calcisol							27,854.40	7.32	27,854.40
Cambisol	55,183.30	7.24					14,590.90	3.83	69,774.20
Fluvisol	1,055.30	0.13	590.40	0.57	1,864.30	0.78	20,316.30	5.34	23,826.30
Leptosol	100,308.50	13.16	37,121.00	36.07	89,769.10	37.74	54,289.60	14.28	281,488.20
Luvisol	3,682.70	0.48					37,200.50	9.78	40,883.20
Phaeozem	458,750.90	60.21	29,989.20	29.14	72,348.80	30.42	12,568.10	3.30	573,657.00
Regosol	140,602.70	18.45	4,098.30	3.98	66,996.10	28.17	69,671.90	18.32	281,369.00
Solonchack							15,563.30	4.09	15,563.30
Vertisol	2,303.20	0.30	30,989.40	30.11	1,865.70	0.78	117,769.30	30.97	152,927.60
Otro			100.00	0.09	4,743.10	1.99	5,825.80	1.53	10,668.90
Total									1,482,751.00

A continuación, se presenta una breve descripción de los principales tipos de suelo reportados para la subregión hidrológica (INEGI, 2004):

Fluvisol: se caracterizan por materiales acarreados por agua, son suelos poco desarrollados, medianamente profundos y presentan generalmente estructura débil o suelta. Estos suelos encuentran en terrenos adyacentes a lechos de ríos y sujetos a inundaciones frecuentes.

Arenosol: suelos que se caracteriza por tener textura gruesa con más de 65% de arena al menos en el primer metro de profundidad; tienen una alta permeabilidad, pero muy baja capacidad para retener agua o almacenar nutrientes. La susceptibilidad a la erosión en Arenosoles va de moderada a alta.

Feozem: Estos suelos se caracterizan por presentar una capa superficial oscura por la acumulación de materia orgánica y puede presentar horizontes con acumulaciones de carbonato de calcio. Son suelos formados por la acumulación de materiales de acarreo aluvial y eólico, son de textura media, con material pedregoso dentro del perfil del suelo y generalmente de fase física gravosa.

Regosol: Este suelo tiene una amplia distribución en la cuenca ya que se acumula de materiales residuales de origen aluvial o coluvial; provenientes de rocas ígneas básicas, conglomerados y lutitas-areniscas; por lo que es muy parecido al material parental de origen. Este suelo suele tener características calcáricas, carece de estructura, es pobre en materia orgánica, su textura varía de arenoso a migajón arenoso y presenta una capa superficial de colores pardo amarillento o pardo rojizo.

Leptosol: este suelo tiene un espesor menor a 10 cm suelo, es pobre en materia orgánica, carece de estructura, su textura varía de arenoso a migajón arenoso. Se denominan litosoles cuando subyacen en sitios de rocas ígneas extrusiva o metamórficas y rendzinas cuando la roca esta cementada formando rocas calizas, conglomerados y lutitas-areniscas carbonatadas. Localmente presenta una capa superficial de colores pardo amarillento o pardo rojizo.

Vertisol: estos suelos donde ha ocurrido la decantación de arcillas en bajos topográficos de planicies aluviales. Por su textura arcillosa, son pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando secos. Se caracterizan por presentar grietas anchas y profundas que aparecen en época de sequía. Comúnmente se asocian a una fase física gravosa a menos de 100 cm de profundidad.

Cambisol: Son suelos residuales de color pardo oscuro a rojo poco intenso, formados a partir de la degradación física y química de rocas ígneas. Suene tener más de 25 cm de espesor y se desarrollan en precipitaciones superiores a los 750 mm, clima templado, crestas de topografía de poca pendiente, buen drenaje, vegetación densa; donde las velocidades de meteorización superan las de erosión. Contiene un horizonte B argílico, es ligeramente ácido y suelen estar asociados perfiles esquelético conformado por residuos de la misma roca parental.

Luvisol: son suelos residuales, ligeramente ácidos, proveniente de la intemperización de tobas volcánicas. En general su coloración es pardo oscuro a rojizo cuando húmedos. En los primeros 30 cm superficiales presentan un buen equilibrio entre arcilla, limo y arena (textural media). Contiene un horizonte B argílico, por la acumulación de arcilla, pobre en materia orgánica, pero potencialmente rico en minerales. A unos 50 cm de profundidad suelen contener una fase física de tipo lítica o gravosa.

Calcisol: Son suelos de pH básico y alta saturación de bases que se caracterizan por presentar una acumulación de carbonato cálcico (horizonte cálcico, k) a cierta profundidad. Esta acumulación puede ocurrir en climas subhúmedos con lluvia estacionalmente irregular, por la translocación del calcio, producto de la intemperización de rocas volcánicas ricas en silicatos de calcio, desde los horizontes más superficiales; o bien, en áreas semiáridas por aportaciones laterales de aguas ricas en bicarbonatos. La acumulación puede darse bajo varias formas: pulverulentas, nódulos con distinta morfología y dureza, cemento bajo los cantos (cemento geopetal) e incluso masas continuas que, una vez cementadas transforman el horizonte cálcico en petrocálcico (caliche).

Solonchak: Son suelos que presentan sales en todo o alguna parte del perfil. Ocurren principalmente en ambientes evaporíticos con influencia de mareas, como las áreas aledañas a lagunas costeras. Las cuales son ocupadas por plantas tolerantes al exceso de sal como los pastos de marismas y manglares.

6. Climatología

Las condiciones climáticas en la Subregión Hidrológica son resultado de su localización al norte del Trópico de Cáncer, su cercanía con el Golfo de California y el relieve de la Sierra Madre Occidental. Los registros climatológicos de temperatura, a nivel regional, permiten identificar tres periodos bien definidos de temperatura (Figura 7); el primero comprende los meses de junio a octubre y se caracteriza por un valor promedio de 29 °C; el segundo entre noviembre y febrero, con temperaturas que oscilan alrededor de los 21 °C; y el tercero entre marzo a mayo con una temperatura de 23 °C.

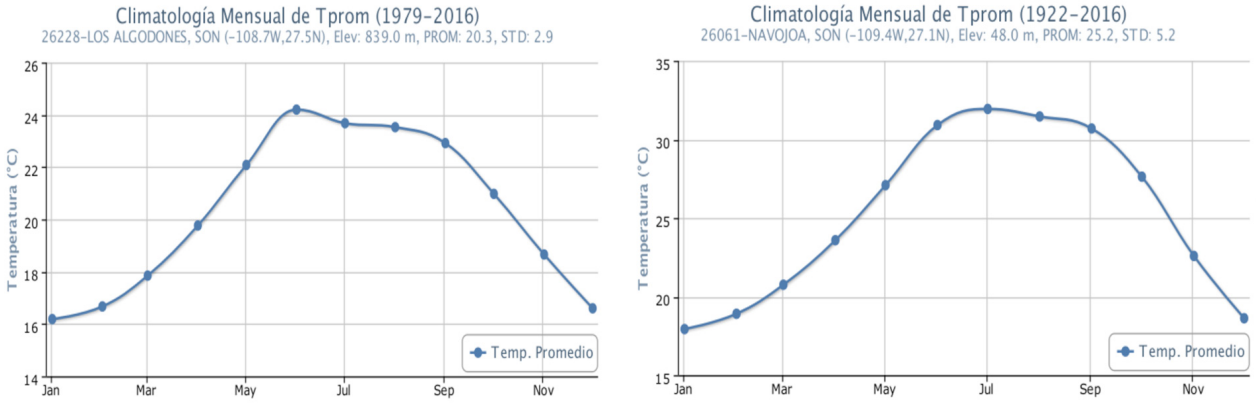


Figura 7. Temperatura media mensual en dos estaciones climatológicas dentro de la subregión.

A nivel regional el 85% de la precipitación media anual (623 mm, para una lluvia media anual de 733 mm) se presenta en verano, entre junio y octubre; el 12% acontece en invierno, entre noviembre y enero; y el otro 3% ocurre en los meses restantes. La zona baja (costa) presenta precipitaciones medias anuales menores a 300 mm, pero conforme aumentan la cota sobre el nivel del mar aumenta la cantidad de lluvia (Figura 8). En las inmediaciones del pie de monte de la Sierra Madre Occidental, principal zona de recarga de la planicie costera, precipitan alrededor de 700 mm. Por otro lado, en la parte alta de la subregión se presentan precipitaciones medias anuales superiores a los 1,200 mm.

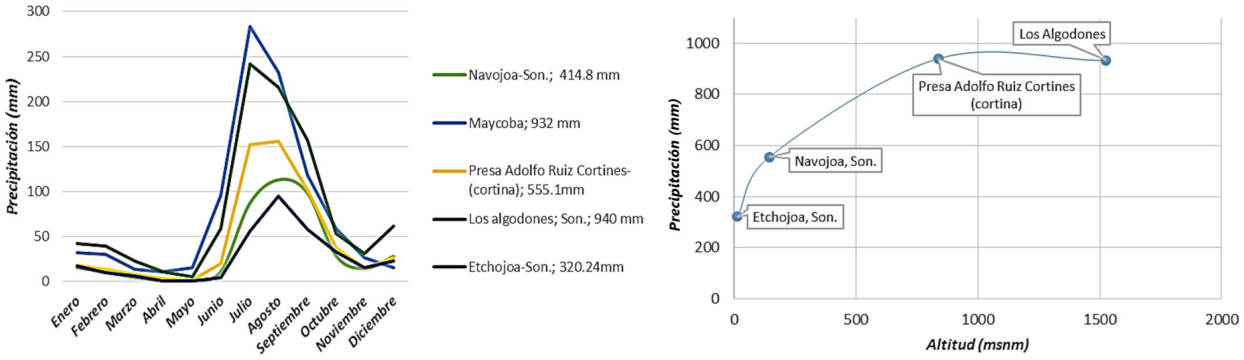


Figura 8. Distribución temporal y en elevación de la precipitación en la subregión hidrológica.

Las variables regionales del clima están determinadas, en gran medida por la gran influencia de los vientos alisios provenientes del NE, que en durante su recorrido continental pierden humedad al chocar contra la Sierra Madre Occidental, y arriban a la llanura sonorense sin humedad. Por otro lado, el mar no proporciona suficiente humedad debido a las bajas temperaturas del agua en buena parte del año, por lo que no es posible una evaporación considerable. Como consecuencia de lo anterior, en la llanura costera los climas son de carácter seco y semiseco, mientras que en la sierra dominan climas húmedos y subhúmedos. Debido a esto es posible delinear claramente la escasez de agua en la parte baja. A fines del verano (septiembre-octubre) el calentamiento de las agua del mar de Cortés favorece el avance de ciclones hacia costas sonorenses, que producen lluvias torrenciales y de corta duración. Por otra parte, en los periodos invernales las masas de aire frío, proveniente del norte, generan algunas precipitaciones como se observa en la figura anterior (INEGI, 1990).

En verano, la Subregión hidrológica está expuesta a la incidencia esporádica de ciclones tropicales y periodos de sequía; los cuales tiene impacto en el los niveles de presas y la economía de la región. Las características generales del clima en la subregión obedecen a su ubicación latitudinal donde prevalece un sistema de alta presión, que corresponde al cinturón de zonas áridas, que favorece cielos despejados, amplia exposición solar y altas temperaturas. Aunado a las condiciones de circulación general atmosférica, se tiene la confluencia de masas de aire frío y tropical, que junto a la cercanía al mar y el relieve producen los matices climáticos que reflejan las distintas condiciones de precipitación, temperatura y evaporación en la subregión.

Dentro del área de influencia de la subregión hidrológica río Mayo, el clima destaca por sus variantes de humedad las categorías: árido, muy árido, semiárido y subhúmedo; y por sus variantes por temperatura las categorías: cálido, semicálido, templado y semifrío. De acuerdo a INEGI (2008), los climas dominantes en la subregión hidrológica son: semiárido-cálido (18.3%), semiárido-semicálido (14.6%), muy árido-cálido (11.5%), templado-subhúmedo (11.3%), semicálido-subhúmedo (11.1%) y árido-cálido (10.7%). A continuación, se presenta la descripción del tipo de clima en la zona de estudio, así como su distribución espacial (Figura 9 y Cuadro 4).

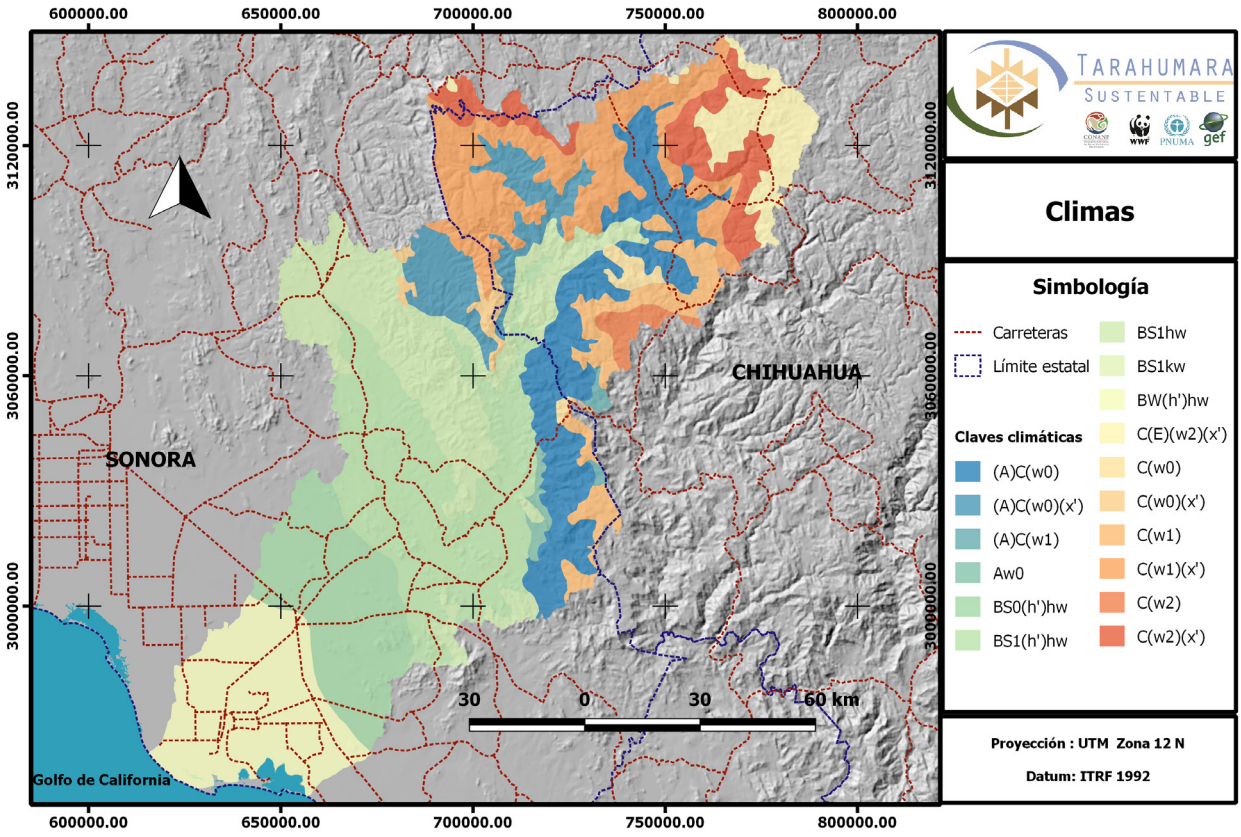


Figura 9. Distribución de los climas en la subregión hidrológica río Mayo (INEGI, 2008).

Cuadro 4. Climas presentes en la subregión hidrológica río Mayo (Köppen, modificada por García, 2004).

Clave	Descripción	Superficie (ha)	Superficie %
(A)C(w0)	Semicálido subhúmedo del Grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor a 22°C, el más seco de los subhúmedos.	163791.2	11.1
(A)C(w0)(x`)	Semicálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 18°C el más seco de los subhúmedos, lluvias en verano y sequía en invierno.	77934.7	5.3
(A)C(w1)	Semicálido subhúmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, los intermedios en cuanto el grado de humedad.	5453.2	0.3
Aw0	Cálido Subhúmedo, el más seco de los subhúmedos	7735.4	0.5
BS0(h´)hw	Árido Cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío menor a 18 °C, con lluvias en verano.	158192.7	10.7
BS1(h´)hw	Semiárido Cálido, temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío menor a 18°C, más seco que el BS0, con lluvias en verano.	268152	18.3
BS1hw	Semiárido, semicálido, con invierno fresco temperatura media anual mayor a 18°C, temperatura del mes más frío inferior a los 18°C, con lluvias en verano.	219992.7	14.6

Clave	Descripción	Superficie (ha)	Superficie %
BW(h´)hw	Muy árido, cálido, temperatura media anual mayor a 22°C, y la temperatura del mes más frío inferior a los 18°C, con lluvias en verano.	168764.7	11.5
CE(w2)(x´)	Semifrío subhúmedo, los más húmedos de los subhúmedos.	63798.7	4.3
C(w0)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del más frío entre -3°C y 18° C., el más seco de los subhúmedos.	12339.9	0.8
C(w0)(x´)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, el más seco de los subhúmedos.	13987.7	0.9
C(w1)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, los intermedios en cuanto a grado de humedad.	65249.5	4.2
C(w1)(x´)	Templado, subhúmedo, temperatura media natural entre 12°C y 18°C., los intermedios en cuanto a grado de humedad.	163551.8	11.3
C(w2)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C., los más húmedos de los subhúmedos.	15543.2	1
C(w2)(x´)	Templado subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente menor a 22°C, los más húmedos de los subhúmedos.	78264.2	5.2
Total		**1482751.6**	**100**

7. Cobertura Vegetal

La vegetación es un componente muy importante de las cuencas hidrológicas, proporcionan servicios ambientales como la captura de CO_2, regula el clima y el flujo del agua, es el hábitat de muchas especies de animales, protege al suelo de la erosión y pueden ser fuente de materia prima como madera, leña y postes para cercos. La vegetación del río Mayo, de la costa a la montaña, está formada por dunas costeras, manglares, mezquitales, vegetación riparia, selva baja caducifolia, pastizal inducido, bosque de encino y bosque de pino en la parte alta.

De acuerdo con INEGI (2011), en la superficie de la subregión hidrológica (14,827.51 km^2) se presentan 35 diferentes usos de suelo y vegetación (Figura 10 y Cuadro 5). Entre las principales coberturas se tiene: selva baja caducifolia (28.23%), bosque de encino (13.98%), y agricultura de riego (8.51%), pastizal cultivado (8.01 %), bosque de pino-encino (5.95%), agricultura de temporal (5.03%) y bosque de pino (4.50%). De acuerdo con datos de la SEMARNAP (2004), en la zona existen 23 concesiones para la elaboración de carbón y 15 para centros de acopio de vara blanca.

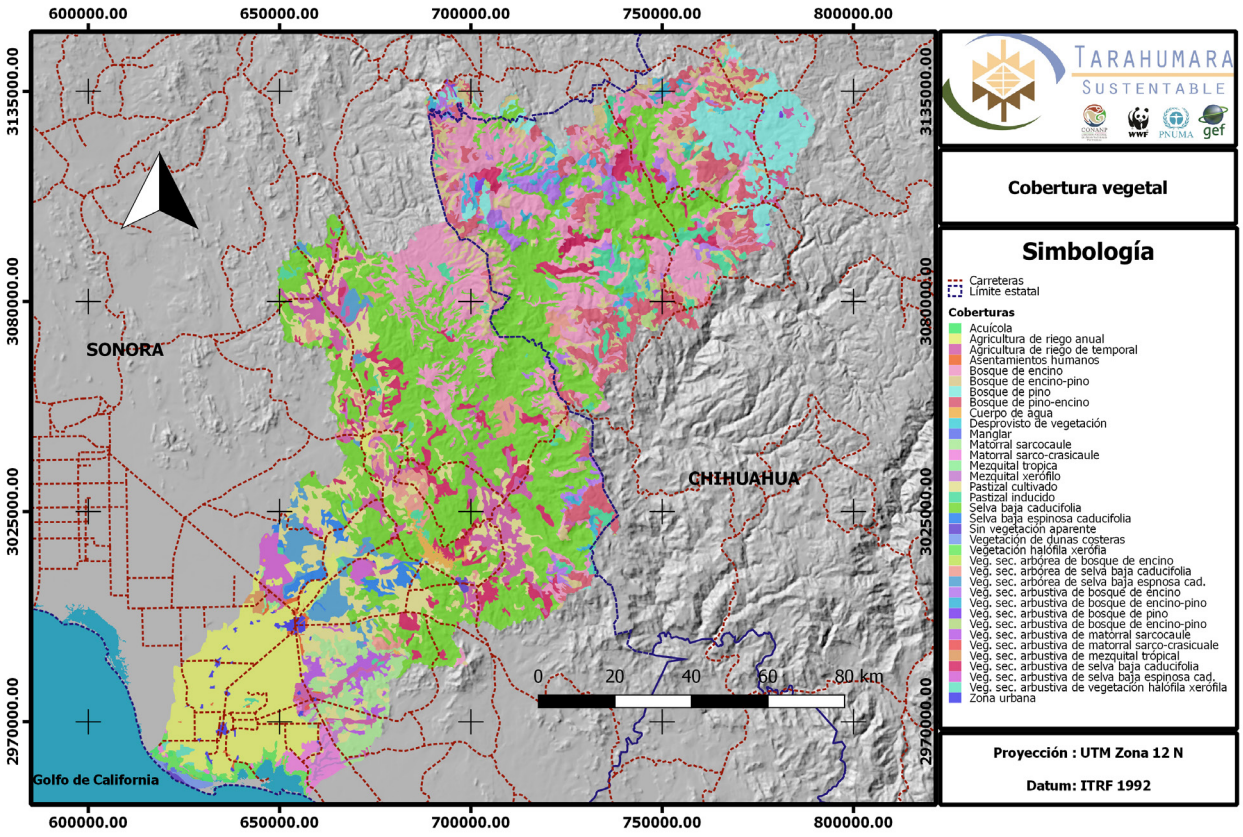


Figura 10. Uso de suelo y vegetación de la subregión hidrológica río Mayo (INEGI, 2011).

Cuadro 5. Uso de suelo y vegetación, por cuenca, de la subregión hidrológica río Mayo.

Uso de suelo y cobertura vegetal	río Mayo 1		río Mayo 2		río Mayo 3		Arroyo Quiriego		Superficie Total (ha)
	Sup. (ha)	%*	Sup. (ha)	%*	Sup. (ha)	%*	Sup. (ha)	%*	
Agricultura de Temporal	16,353.00	2.15	30,461.30	12.85	11,887.10	3.14	15,925.60	15.18	74,627.00
Agricultura de Riego			1,701.50	0.72	124,600.10	32.92			126,301.60
Bosque de Encino	196,210.60	25.74	5,617.90	2.37	685.8	0.18	4,990.80	4.76	207,505.10
Bosque de Encino-Pino	64,744.80	8.49	829.1	0.3496					65573.9
Bosque de Pino	66,759.30	8.76							66759.3
Bosque de Pino-Encino	86,995.80	11.41	1,265.40	0.53					88,261.20
Desprovisto de vegetación	795.9	0.1044	1,005.70	0.42	750.4	0.20			2,552.00
Pastizal Cultivado	1,382.30	0.18	35,409.10	14.93	57,180.50	15.11	24,920.10	23.76	118,892.00
Pastizal Inducido	35,769.70	4.69	2,720.80	1.15	1,782.40	0.47	2,960.20	2.82	43,233.10
Selva Baja Caducifolia	216,785.40	28.44	114,253.20	48.19	43,490	11.49	44,450.80	42.38	418,979.40
Veg. Sec. Arbórea	7,903.70	1.04	12,552.00	5.29	25,190.00	6.65	7,892.50	7.53	53,538.20
Veg. Sec. Arbustiva	68,548.41	8.99	26,613.60	11.22	28,844	7.62	3,741.60	3.57	127,747.21
Zona Urbana					5,261.80	1.39			5,261.80

Uso de suelo y cobertura vegetal	río Mayo 1		río Mayo 2		río Mayo 3		Arroyo Quiriego		Superficie Total (ha)
	Sup. (ha)	%*	Sup. (ha)	%*	Sup. (ha)	%*	Sup. (ha)	%*	
Asentamientos Humanos					2,694	0.71			2,694.30
Acuícola					1,554.00	0.41			1,554.00
Cuerpo de Agua			4,676.40	1.97	790	0.21			5,466.70
Selva Baja Espinosa Caducifolia					12,175.50	3.22			12,175.50
Manglar					503	0.13			502.70
Matorral Sarco-Crasicaule					11,596.60	3.06			11,596.60
Matorral Sarcocaule					32,501	8.59			32,501.40
Mezquital Tropical					1,535.50	0.41			1,535.50
Mezquital Xerófilo					4,236	1.12			4,235.90
Vegetación de Dunas Costeras					2,155.50	0.57			2,155.50
Vegetación Halófila Xerófila					9,101	2.40			9,100.50
Total									**1,482,750.41**

*El porcentaje de superficie determinado con respecto al área de cada una de las cuencas.

La vegetación de la Cuenca del Mayo, en su parte más elevada, comprende bosques de pinos y pino- encino; conformado por especies coníferas como Pinus duranguensis, Leiophylla, oocarpa. A medida que se reduce la altitud, en las faldas de la sierra, cerriles y sabanas, se localizan los bosques encinos deciduos del género Quercus asociados con táscates (*Cupressus lusitanica*), enebros (*Juniperus sp.*) y pastos amacollados duros como *Muhlenbergia gracilis*, *Muhlenbergia emersleyi, Andropogon cirrhatus* y *Heteropogon cantortus*. Entre especies de encino sobresalen el encino blanco (*Quercus arizonica*), encino emory (*Q. emoryi*) y otras variedades como *Q. epileuca*, *Q. perpallida, Q. subspathulata y Q. toumeyi*. Debido a la configuración climática y topográfica de la región, hay islas de selva baja caducifolia en el bosque de encino y en los cañones ambas vegetaciones tiendan a combinarse (DeBano, 1999).

A medida que se reduce la altitud y la precipitación, domina la selva baja caducifolia (SBC), la cual forma parte de la comunidad más septentrional del continente americano (Martin et al., 1998). La SBC está rodeada, en su parte alta, por bosque de encino y en su parte baja, por bosque de espinos; característicos del delta del río. Este tipo de selva (SBC), común de los climas cálidos y subhúmedos del país, se caracteriza por su gran biodiversidad y marcada estacionalidad que le confiere un aspecto muy distinto en época de lluvias y en época de secas. En la época de lluvias, que dura de 3 a 4 meses, los árboles de la SBC permanecen cubiertos de hojas; que coincide con la época de reproducción de muchas de las plantas y animales que lo componen. En el resto del año, época de secas, la mayor parte de los árboles de la SBC pierden sus hojas, muchos florecen y producen frutos y semillas. La vegetación que crece en las SBC es densa y sus árboles alcanzan alturas de hasta 15 m. En las zonas más secas es común la presencia de cactáceas

columnares y candelabriformes. Algunas especies y géneros representativos de la SBC son *Bursera spp, Haematoxylon brasiletto, Lysiloma spp, Ipomea spp, Cercidium spp* "palo verde", *Ceiba spp*, *Beaucarnea spp*, *Yucca spp* árboles hidromórficos del género Ficus, algunas lianas (Arrabidaea littoralis y Marsdenia edulis y Gouania mexicana) y el garabato (*Pisonia capitata*). Las plantas epífitas son representadas por orquídeas, como *Oncidium cebolleta* y bromelias (*Tillandsia inflata* y *Hechtia sp*). Se pueden mencionar a algunas otras plantas con distribución tropical notorias tal y como *Guazuma ulmifolia*, *Solanum verbascifolium, Cestrum lanatum, Drypetes laterifolia, Bursera grandiflora, Coutarea latiflora, Stemmadenia palmeri, Cassia emarginata, Cassia occidentalis, Trichilia hirta, Sassafridium macrophyllum, Vitex mollis*, U*rera caracasana* y lechuguilla mezcalera (*Agave bovicornuta*). La altura de la SBC es muy variable, con árboles bajos (*Bursera confusa, Coutarea pterosperma y Haematoxylum brasiletto*), que raramente exceden los 8 m de altura, y especies altas (C*onzattia sericea, Cochlosperum vitifolium, Ceiba acuminata, Bursera inopinnata y Lysiloma watsonii)* que van de 12 a 18 m.

Actualmente la SBC es uno de los ecosistemas más amenazados en el país, por los altos índices de deforestación (estimados en más del 2.06%), con una pérdida del 90 al 95% de especies vegetales (Velázquez et al., 2002); lo cual provoca y alteraciones del ciclo hidrológico, erosión del suelo y un deterioro general de los recursos naturales. En la cuenca del río Mayo, este tipo de vegetación está sometida a fuertes presiones por extracción de vara blanca (*Croton spp*) la cual es utilizada como guía en la siembra de hortalizas, el mezquite (*Prosopis juliflora*), el palo fierro (*Olneya tesota*), el palo brea (*Cercidium praecox*), la pitahaya (*Stenocereus thurberi)* y el guayacán (*Guaiacum coulteri*) entre otras especies, que ha traído como consecuencia que, en periodo de 1980 a 2004, su superficie se redujo en 5.6% (Palacios et al., 2009).

El cuadro anterior muestra que la SBC es la comunidad vegetal de mayor importancia, ya que respecto a los demás tipos de vegetación, es dominante en la cuenca rio Mayo 1, río Mayo 2 y Arroyo Quiriego. En las inmediaciones del embalse de la presa Mocúzari, el embalse ha favorecido la vegetación de galería en cañones, arroyos, cajones y barrancas que desembocan en su periferia. Los árboles de este ecosistema, que alcanza alturas mayores que en otros nichos similares del país, se le conoce como el "bosque secreto" de Sonora (Bye 1984; Jenkins et al. 1995; Búrquez et al. 2006).

En la planicie costera de la cuenca sobresale la asociación vegetal de cactus columnares como *Lemairocereus thurberi* (pitahaya) y *Pachycereus pecten-aboriginum* (etcho). Esta cobertura es irregular, con manchones de vegetación muy densa y clara, pero aisladas y casi desaparecidas de la cuenca.

La zona de transición es representada por la interacción de la zona de cauce y la zona costera. Los bosques de galería son importantes corredores biológicos, albergan gran número de fauna

silvestre y desempeñan funciones de sustento y recreación para los humanos. Duarte et al. (2014) mencionan alteraciones importantes en los bosques de galería y especies de mangle de la zona costera. El bosque de galería, compuesto por *Populus fremontii* y *Salix bonplandiana,* aún se encuentran en la cuenca, pero de manera irregular y fragmentada, restringidos a los sitios de agua permanente. Se han identificado sitios donde están siendo remplazadas por otras especies como *Prosopis juliflora*, A*cacia farnesiana*, *A. cymbispina* y *Mimosa asperata*, especies indicadoras de perturbación. En cuanto a la zona costera, es representada por plantas que toleran la alta salinidad o halófitas como *Salicornia virginica, Maythenus Phyllantoides, Allenrolfea occidentalis* y *Lycium californicum*. En el manglar la especie más representativa es el mangle dulce (*Maytenus phyllantoides*), que forma comunidades puras o asociaciones con el chamizo (*Atriplex canescens*) en partes donde las altas concentraciones de sales no permiten el crecimiento de ninguna otra especie. Actualmente la distribución del mangle está presente interaccionando con el chamizo, pero con poca abundancia y restringida a la zona costera.

8. Hidrografía de la subregión.

La subregión hidrológica río Mayo se localiza en el extremo suroriente de la Región Hidrológica 9. La parte alta de la subregión se ubica principalmente al estado de Chihuahua a partir de la sierra de San Luis, hasta su desembocadura al Golfo de California, en el estado de Sonora.

La topografía de la cuenca es accidentada con altitudes que varían de 0 hasta 2,814 msnm, las cotas más altas de localizan al nororiente en el parteaguas con la cuenca del Río Oteros, que es afluente del río Fuerte. El curso general del río Mayo es hacia el suroeste y sus escurrimientos se regulan al embalsarse en la presa Adolfo Ruiz Cortines (Mocúzari). La corriente tiene sus orígenes a 2,600 msnm, en el parteaguas común de los ríos Tutuaca y Verde (afluentes del Yaqui) a 25 km al sur de Agua Caliente Chihuahua, con el nombre de Río Concheño y curso al oriente; el cual al cambiar su rumbo al sur cambia de nombre a río Moris. También en la parte alta, por su margen izquierda, se inicia como Río Candameña a una elevación de 700 m.

A partir de la confluencia del río Moris, cambia su nombre a río Mayo y toma dirección suroeste. El río Mayo cambia su dirección al sur con la confluencia del río Babanore, a una elevación de 380 msnm, y continúa con este rumbo hasta descargar en la presa Mocúzari. Las aportaciones del río Mayo, antes de su descarga a la presa, se registran en la estación hidrométrica San Bernardo. Asimismo, los volúmenes proporcionados por el arroyo Quiriego, afluente de la presa Adolfo Ruiz Cortines, por su margen derecha, se registran en la estación hidrométrica Tezocoma.

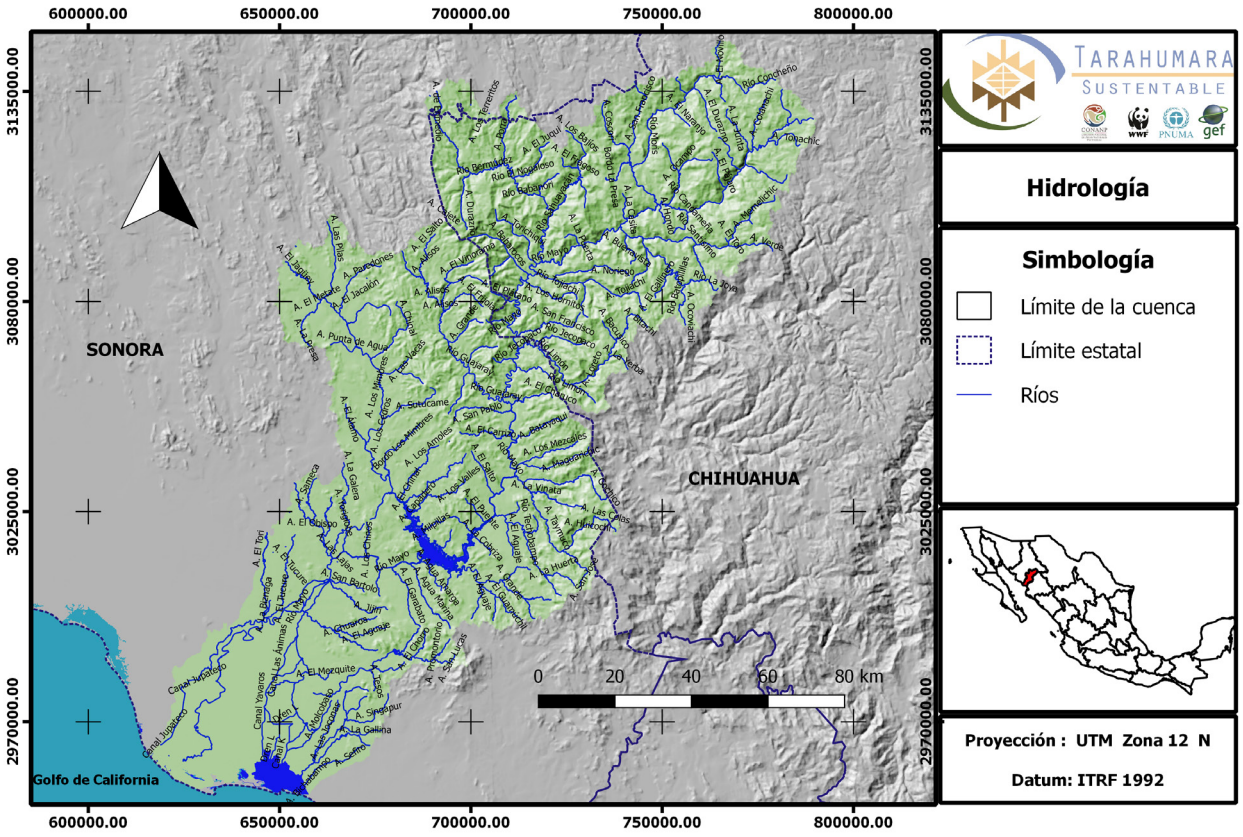


Figura 11. Hidrología de la subregión hidrológica Río Mayo (SEDENA, 2017).

Entre los arroyos más importantes que alimentan al Alto Mayo se encuentran, por la margen izquierda, los ríos Santisimo y Babanori; y por la margen derecha, los ríos Babanori y Guajaray. A una elevación de 380 msnm, con la confluencia del Río Babanori, el río Mayo cambia su curso en dirección Sur hasta alcanzar la estación hidrométrica San Bernardo (27° 24′ 5.87″ de latitud norte y 108° 50′ 50.22″ de longitud), al poniente del poblado con el mismo nombre. Finalmente, Aguas abajo de la presa, el río Mayo, antes de descargar al Golfo de California, fluye por zonas de topografía plana del delta (Figura 11).

Aguas arriba de la presa Mocúzari, predomina el drenaje dendrítico, en general sus afluentes aprovecharon zonas de debilidad geológica para trazar el curso del río Mayo. En aquellas áreas de rocas más débiles (proclives a formar fallas geológicas) el río ha labrado y ensanchado su cauce formado valles intermontanos con depósitos fluvio-aluviales de material granular de diversas texturas y buenas condiciones para la infiltración y almacenamiento subterráneo.

Otros sistemas de drenaje, con presencia importante, son radiales y en enrejado; la lo largo de la sierra madre occidental. Los primeros labrados sobre rocas intrusivas principalmente y el segundo evidenciando el trazo de los cauces sobre los sistemas estructurales de la región y por producto de rocas volcanoclásticas pseudoestratificadas. Estos sistemas, además de influir en forma

importante en la dirección de los escurrimientos superficiales, funcionan como redes ortogonales que favorecen la infiltración a los estratos subterráneos.

Cuencas hidrológicas

La subregión río Mayo está compuesta por cuatro cuencas hidrológicas, denominadas río Mayo 1 (Alto Mayo), Arroyo Quiriego, río Mayo 2 (Alto Pesqueira) y río Mayo 3 (Bajo Mayo) (DOF, 2015) (Figura 12).

Cuenca hidrológica Río Mayo 1 (Alto Mayo)

Desde el nacimiento del río Mayo, en el estado de Chihuahua, hasta la estación hidrométrica de San Bernardo, drena una superficie de 7,633.03 km^2. La cuenca del Alto Mayo se afora en la estación hidrométrica San Bernardo. Colinda con la cuenca del Río Fuerte de la Región 10; al norte con los orígenes del río Yaqui y al oeste con la cuenca del río Chico, afluente del río Yaqui y con la del arroyo Cocoraque. En una gran proporción, la cuenca pertenece al estado de Chihuahua. Dentro de la cuenca río Mayo 1 se pueden identificar las subcuencas río Morís; río Candameña; río Babanori y Arroyo Guajaray.

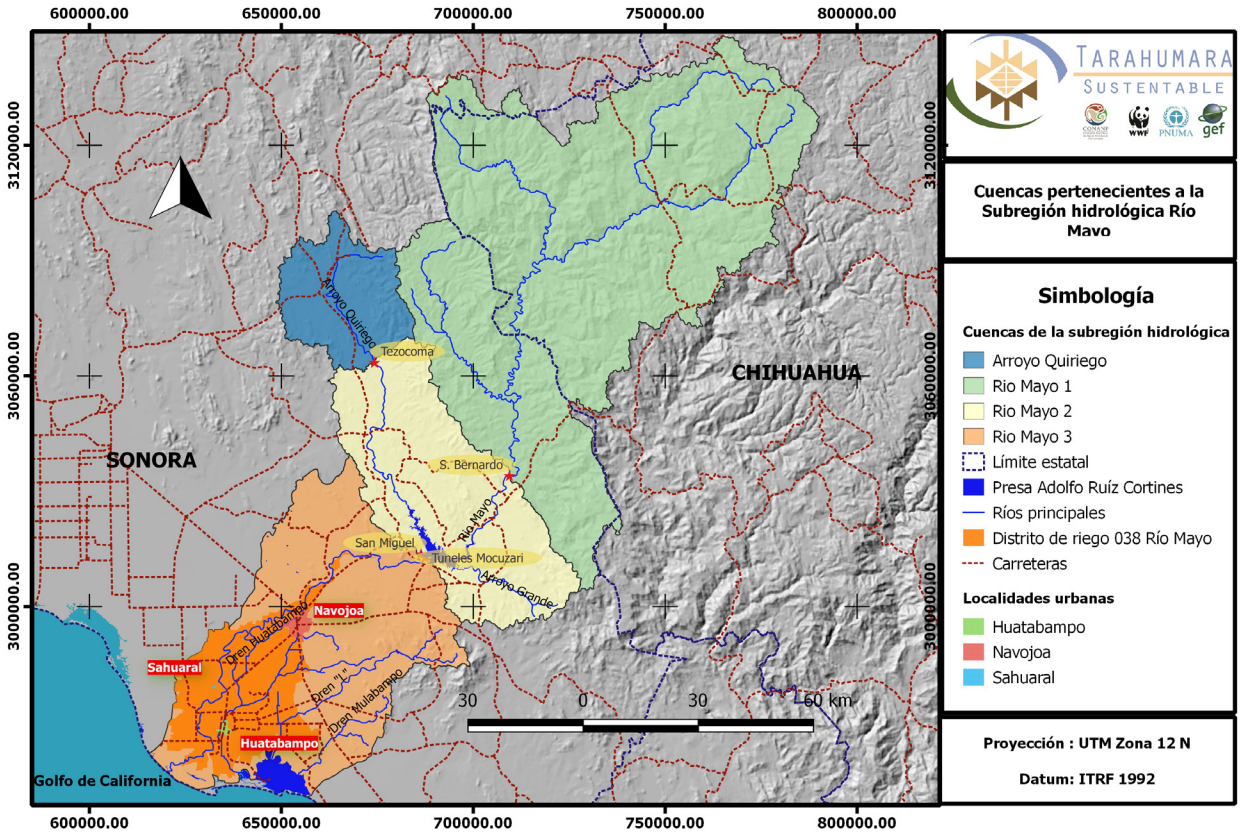


Figura 12. Cuencas que componen la subregión hidrológica río Mayo.

Cuenca hidrológica Arroyo Quiriego

La cuenca de arroyo Quiriego, o Cedros, se afora en la estación hidrométrica Tezocoma. Esta estación se localiza 45 km aguas arriba de la presa Adolfo Ruíz Cortines, cubre una superficie 1059.48 km^2 y registra un escurrimiento medio anual de 26.1 hm^3. El cauce principal de la cuenca presenta un curso general sur-suroriente y cruza la cuenca del Mayo 2, antes de desembocar en la presa Mocúzari. Los escurrimientos de la estación Tezocoma se originan en elevaciones de 1,200 m en el parteaguas con el arroyo Las Pilas. Dentro de esta cuenca se localiza el acuífero Rosario-Tezopaco-El Quiriego.

Cuenca hidrológica Río Mayo 2.

Esta cuenca cubre el área comprendida entre las estaciones hidrométricas San Bernardo y Tezocoma y la presa Adolfo Ruiz Cortines; conocida comúnmente como Mocúzari. La cuenca cubre una superficie de 2,337.95 km^2 y se encuentra interceptada por las corrientes del río Mayo y los arroyos Quiriego y Grande (Figura 12). Estas tres corrientes, que se unen en el vaso de la presa Mocúzari, son la principal fuente de abastecimiento del embalse.

La presa Adolfo Ruiz Cortines embalsa los escurrimientos de las cuencas hidrológicas Mayo 1, Arroyo Quiriego y Mayo 2. Con las aportaciones de las estaciones hidrométricas Tezocuma y San Bernardo y los niveles del agua en el vaso de la presa se estima, a nivel diario, las entradas no controladas, es decir, el agua que aporta únicamente la cuenca Río Mayo 2 a la presa.

Cuenca hidrológica Río Mayo 3 (bajo Mayo).

Posterior a la presa Adolfo Ruiz Cortines, en la cuenca hidrológica Mayo 3, el Río Mayo discurre hacia el oeste y a una altura de 50 msnm cambia con rumbo suroeste, donde cruza la ciudad de Navojoa, Sonora, antes de desembocar en el Golfo de California.

La cuenca Río Mayo 3, también conocida como bajo río Mayo o río Mayo-Navojoa, tiene una extensión de 3,797.05 km^2, que comprende los municipios de Navojoa, Etchojoa, Huatabampo y fracciones de las alcaldías de Quiriego y Álamos.

La red hidrográfica de la cuenca está determinada por el relieve y llanuras propias de un delta, con un perfil topográfico poco abrupto a lo largo de 90 km, alcanzando los 140 msnm en su parte más alta. En el delta convergen, al río Mayo, cauces de corrientes intermitentes que sólo conducen agua para ciertos eventos de lluvia. La mayoría de estas corrientes efímeras se han conformado artificialmente como parte del sistema de drenaje agrícola del Distrito de Riego 038 río Mayo; el cual constituye el eje de las actividades económicas de la región.

Registros hidrométricos

De acuerdo con la base de datos hidrométrica de la CONAGUA (IMTA, 2017) para el registro de escurrimientos, en diferentes sectores de interés de la subregión hidrológica río Mayo, llegaron a operar once estaciones hidrométricas (Cuadro 6, Figura 13). Estas estaciones fueron ubicadas en las corrientes principales, otras en la presa para medir extracciones y excedencias, y el resto en canales del distrito de riego. De las estaciones instaladas originalmente, actualmente solo se encuentran en operación cinco de ellas: San Bernardo, Tezocoma, Las pilas, Túneles Mocúzari y San Miguel.

Cuadro 6. Estaciones hidrométricas en la subregión hidrológica río Mayo (IMTA, 2017).

Clave	Nombre	Corriente	Periodo de registro	Observaciones
09002	Navojoa	río Mayo	1939-1942	Fuera de operación
09018	Tres Hermanos	río Mayo	1945-1964	Tuvo por objeto estudiar el régimen de la corriente para la planeación de la presa Mocúzari. Hasta marzo de 1964 se midieron en este sitio las extracciones destinadas al riego.
09035	Santa Bárbara	Canal Santa Bárbara	1945-1948	Medía los escurrimientos de este canal que no eran aforados en la estación tres hermanos.
09039	Tesia km 1+457	Canal Tesia	1947-1967	Fue sustituida por la estación las Pilas.
09040	San Pedro	Canal San Pedro	1948-1956	
09064	Casa Blanca	Canal Principal Margen Derecha	1957-1987	Se instaló para medir los aforos del canal principal margen derecho.
09067	San Bernardo	río Mayo	1961-hasta la fecha	Afora el Río Mayo a la altura de la comunidad San Bernardo.
09068	Tezocoma	Arroyo Quiriego	1961-hasta la fecha	Se instaló para medir los escurrimientos que aporta Arroyo Quiriego a la presa.
09070	Las pilas	Canal Tesia	1961-hasta la fecha	Se instaló para medir los volúmenes de agua del canal principal destinados para el riego de la margen izquierda.
09074	Túneles Mocúzarí	Presa Adolfo Ruiz Cortines	1974-hasta la fecha	Se instaló para medir las extracciones de la presa Mocúzari
09091	San Miguel	Derrames	1964-hasta la fecha	Instalada para medir los derrames de presa Mocúzari.

La estación hidrometrica San Bernardo, cuyos escurrimientos provienen principalmente del estado de Chihuahua, inició operaciones en enero de 1960. Para un escurrimiento aforado medio anual de 955.4 hm^3, una superficie de 7,633.03 km^2, la cuenca del Alto Mayo presenta un coeficiente de escurrimiento de 14.1% (INEGI, 1990).

La estación Navojoa, ya suspendida, se localizaba al norte de la ciudad del mismo nombre y reportó entre 1940 y 1942, para el río Mayo, un escurrimiento medio anual de 827.3 hm^3.

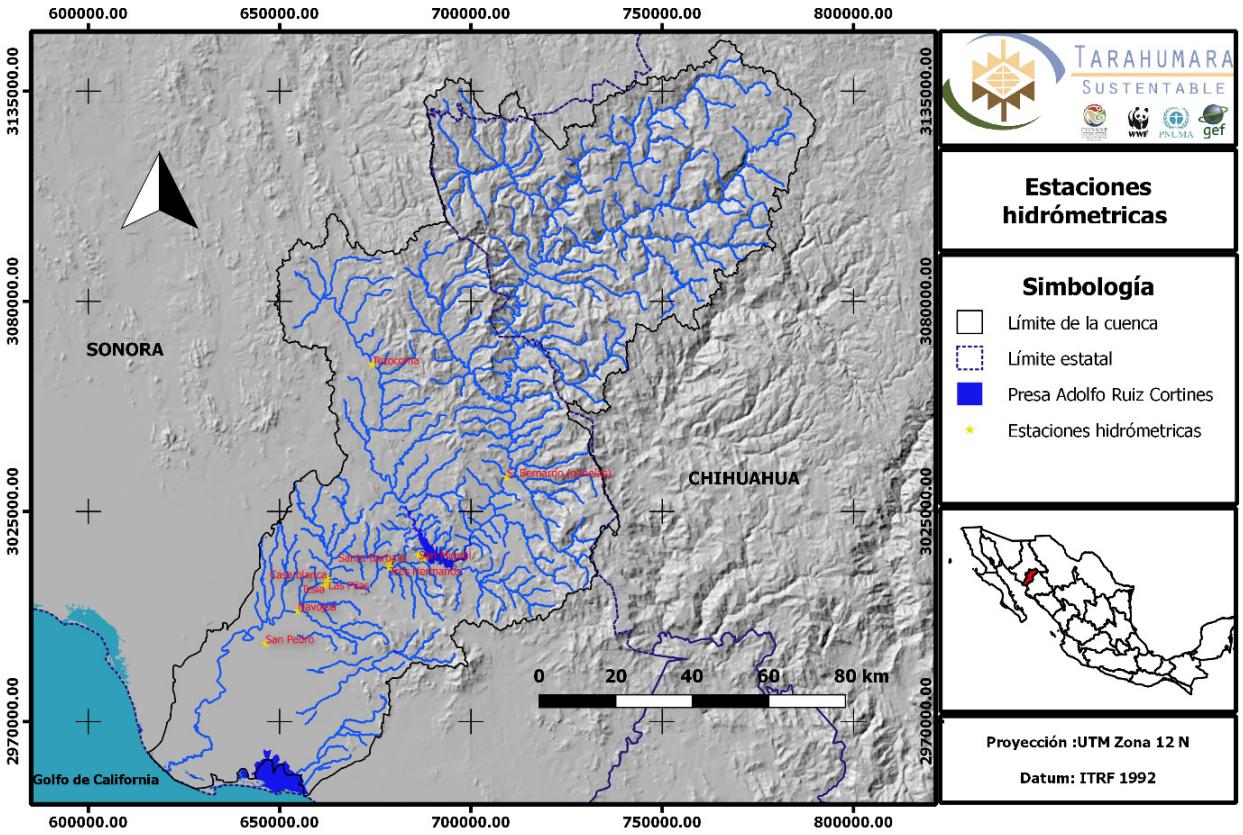


Figura 13. Estaciones Hidrométricas de la subregión hidrológica

La subregión hidrológica río Mayo, desde sus orígenes hasta su desembocadura en el Golfo de California, según la, PRONACOSE (2014) presenta un escurrimiento medio anual de 1,211.58 hm^3 y CONAGUA (2016) reporta un volumen de escurrimiento natural de 1206.4 hm^3.

Presas Principales

La subregión hidrológica cuenta con las presas: El Veranito, en el arroyo Promontorios; Juan Maldonado, en el arroyo Jíncori; y Adolfo Ruíz Cortines (Mocúzari), sobre el río Mayo. La presa el Veranito es una presa pequeña, ubicada en el municipio Álamos, que se abastece de arroyos intermitentes. Las presas Adolfo Ruiz Cortines y El Veranito, registran una capacidad de almacenamiento de 950.3 hm^3 y 9.02 hm^3, respectivamente.

La presa Mocúzari se ubica en las coordenadas geográficas 27°14´ N y 109° 06´ W, 40 km al noreste de Navojoa, en el municipio de Álamos, Sonora. Esta presa inició operaciones en 1955 con la finalidad de aprovechar las aguas del río Mayo para riego agrícola, generación de electricidad y control de avenidas (CONAGUA, 1995). La cortina de la presa tiene una altura total de 74 m y de 64 m sobre el lecho del río, la corona es de 10 de ancho y 780 m de largo. El vaso colinda con el municipio de Navojoa y ocupa parte de los municipios de Álamos y El Quiriego.

A la altura de la cresta vertedora (NAMO) cubre un área de 6,447 ha y una capacidad de almacenamiento de 950.3 hm^3. A la altura del NAME (Nivel de aguas Máximas Extraordinarias) el área de embalse cubre 7,692 ha con un almacenamiento de 1,825 hm^3. La capacidad muerta de la presa es de 24.8 hm^3 y un almacenamiento anual promedio de 926 hm^3. La obra de toma, para el aprovechamiento de la capacidad útil, está alojada en el margen izquierdo y tiene un gasto total de 110 m^3/s, dividido en dos túneles. El primer túnel tiene 6 m de diámetro, 710 m de longitud total y un caudal de diseño de 70 m^3/s y el segundo túnel, usado para la generación de energía eléctrica, presenta un gasto de diseño de 40 m^3/s (CONAGUA-SEMARNAP, 1997).

Cuadro 7. Presas principales.

Embalse	Capacidad de almacenamiento (hm^3)	Altura de la cortina (m)	NAMO (hm^3)	NAME (hm^3)	Capacidad útil de la obra de toma (m^3/s)
Adolfo Ruiz Cortines (Mocúzari)	950.3	74	950.3	1825	110
El Veranito	9.02				

Este embalse además abastecer usos agrícolas, domésticos e industriales; genera 9,600 kw de energía eléctrica y en su vaso se desarrolla la acuicultura de especies de agua dulce como la tilapia (Oreochromis spp.) y el bagre de canal (Ictalurus punctatus) (IAES, 1999).

Distrito de riego

Aguas abajo de la presa, en la cuenca baja del río Mayo (Mayo 3), se localiza el distrito de riego 38 río Mayo en los municipios de Etchojoa, Huatabampo y Navojoa. Se ubica entre los paralelos 26°45' y 27°15' y los meridianos 109°30' y 110°00'; limita: al Norte con el DR-041 Rio Yaqui, al Este con la Sierra Madre Occidental, al Sur con el Estado de Sinaloa y al Oeste con el Golfo de California. El distrito de riego está organizado en 16 módulos de riego, cuya superficie varía entre 3700 y 8900 ha, que cubren una superficie de 114,000 ha, de las cuales 97,891 ha están empadronadas, pero sólo se riegan 88,124 ha (DDR-Mayo, 2017). Los principales cultivos agrícolas sembrados en el distrito de riego son el trigo, cártamo, hortalizas, maíz, papa, garbanzo, algodón, sorgo, soya, ajonjolí y fríjol.

Las fuentes de agua del DDR-038, son superficiales y subterráneas, las primeras proporcionadas por la presa Adolfo Ruiz Cortines y a través de la presa derivadora de Tesia y las segundas por 280 pozos profundos. Para la distribución del agua, el distrito cuenta con 290.25 km de canales principales y 965.42 km de canales secundarios. Actualmente se tienen revestidos con concreto simple 59 km de canales primarios y 60 km de canales secundarios. El canal principal margen de la derecha conduce actualmente 20 m^3/s del kilómetro 0+000 al 15+640. Los canales secundarios conducen entre 0.5 a 2.0 m^3/s (Martínez, 2014). Para el desalojo del exceso de agua pluvial, manto freático y el agua en exceso del riego, se cuenta con 207 kilómetros de drenes principales y

602 kilómetros de drenes secundarios. Los drenes principales son: rito, liga, S-30, S-29, Mayas, Etchoropo, Huitchaca, TO, Huatabampo, Ánimas, Moroncarit, Yavaros, A, L y el K.

En la parte baja del distrito, cercana a la costa, la topografía es más plana y dificulta la descarga de los drenes colectores hacia los cuerpos receptores, el estero de Moroncarit y la Bahía de Yavaros; Pulido et al. (2009) mencionan que los drenes en la zona de descarga reducen su capacidad de conducción, por deficiencias en el mantenimiento y atribuyen a esta causa el aumento en los problemas de salinidad y manto freático superficial en las áreas localizadas por abajo de la cota 5.

9. Áreas naturales protegidas

Entre los problemas ambientales que enfrentan la cuenca del río Mayo y sus ecosistemas están relacionados principalmente a las actividades humanas, especialmente agrícolas, ganaderas, forestales, acuícolas y minería (Trejo y Dirso, 2000). Entre estos problemas, el más importante es la deforestación de comunidades vegetales, la erosión del suelo y la contaminación por agroquímicos, provenientes principalmente del Distrito de Riego 038, en la zona de la desembocadura del río en el Pacífico, entre Yaváros y Huatabampo. La tecnificación del valle ha implicado la deforestación del ecosistema costero, pero aún subsiste la vegetación característica del río Mayo, aguas abajo de la presa del Mocúzari, debido a otros afluentes que aportan aguas de mejor calidad. Hasta ahora las comunidades vegetales del río y ciertas especies animales han sobrevivido, aunque no las piscícolas. Por otra parte, la construcción de la presa Mocúzari afectó la diversidad de los peces y la casi extinción de especies como el camarón de río cauque (*Macrobrachium americanum*), sobre todo por la introducción de la carpa (Cyprinus carpio), una especie agresiva para las demás (Servín, 1996; Árias, 2005).

El uso del agua con fines urbanos, de riego y generación de energía eléctrica ha afectado a manglares, dunas costeras, corredores riparios; por desecación de ríos y degradación del hábitat, a moluscos, peces, aves y otros animales. Ante esta problemática, en la parte alta de la subregión hidrológica se ha decretado el Parque Nacional Cascadas de Bassaseachic, el Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Álamos - Cuchujaqui y el Área de Protección de Flora y Fauna Tutuaca. Mientras que en la parte baja se ha establecido un sitio RAMSAR a través de un convenio internacional sobre humedales de importancia para el hábitat de aves acuáticas (Figura 14).

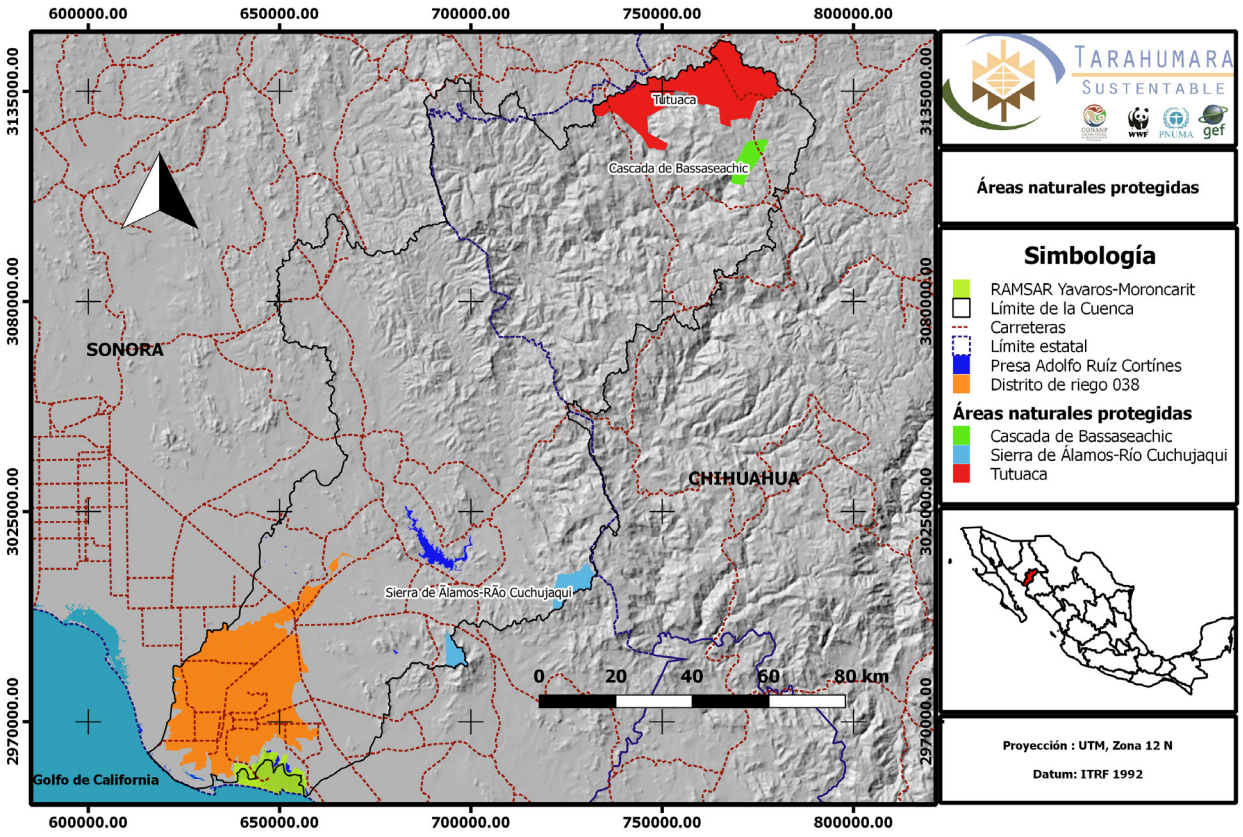


Figura 14. Áreas naturales protegidas en la subregión hidrológica Río Mayo (CONABIO, 2009).

A continuación se incluye la descripción de las áreas de importancia para la conservación de aves, AICAS (Zonas húmedas de Yávaros y el área Álamos-río Mayo), la Región Hidrológica Prioritaria del Río Mayo y las Regiones Terrestres Prioritarias de las Bocas y Cañón de Chínipas.

Áreas de importancia para la conservación de aves (AICAS)

Zonas humedas de Yávaros

La comisión Nacional para el Uso de la Biodiversidad (CONABIO, 1998), clasifica a las regiones hidrológicas del río Mayo y Yaqui como prioritarias para la conservación de aves. Dentro de la subregión río Mayo se ubican las zonas húmedas de Yávaros, considerado como un hábitat crítico para gran variedad de especies, algunas de ellas bajo alguna categoría de protección legal en México. En esta área se encuentran 66 especies de aves que están en las listas de especies prioritarias para el Acta de Conservación de Humedales de Norteamérica (NAWCA) y para el Acta de Conservación de Aves Neotropicales (NBCA), su conservación es prioritaria por:

• **Riqueza biológica:** Vegetación de manglar multiespecífico de 4 especies halófilas y de dunas costeras. La vegetación de matorrales costeros aledaña al humedal es el hábitat de un buen número de aves terrestres neotropicales migratorias.

• Sobresale la presencia de números muy importantes de especies de aves marinas de marismas, residentes y migratorias: brantas, varias especies de patos (golondrino y calvo), garzas, grullas, pelícanos blancos y grises, espátula rosada, varias especies de gaviotas, fragatas, gallitos de mar.

El sistema Yávaros incluye la actual desembocadura del río Mayo, la laguna de Etchoropo, la laguna de Santa Bárbara, la laguna Moroncarit, el estero Huatabampo y la bahía de Yávaros. El sistema se localiza a 22 km al sur de Huatabampo y a menos de 10 km al norte la playa Huatabampito, en el municipio de Huatabampo. Según CONABIO (2017) el sistema Yávaros tiene una superficie de 29,457.89 ha, compuesto de matorral crasicaule (6,973.54 ha), manglar (459.75 ha), halófitas (8,227.03 ha), dunas costeras (1,497.05 ha), mezquital (212.57 ha), zonas agropecuarias (6,512.73 ha) y sin vegetación aparente (897.87 ha); sin contar la superficie propia de la bahía.

Este sistema es el único remanente de matorrales costeros del sur de Sonora y del norte de Sinaloa, alberga a numerosas especies con distribución disyunta en la costa y la montaña. La laguna Moroncarit resalta en cuanto a su importancia como sitio de reposo, alimentación y refugio de aves playeras. Cada año, más de 50,000 individuos visitan las marismas, los bajos fangosos y el maglar de este humedal que lo hace un sitio de importancia regional para las aves playeras. También es un lugar de invernada importante para 47,000 patos, gansos y otras aves acuáticas.

Alamos-Río Mayo

Zona más norteña de Vegetación de Selva Baja caducifolia, se encuentra en parte del área Natural Protegida de Álamos.

Regiones Hidrologicas Prioritarias

Río Mayo

Esta región hidrológica prioritaria se ubicada en el estado de Sonora y Chihuahua y sus recursos hídricos principales se componen de presas, pantanos, estuarios, charcas temporales, llanuras de inundación, brazos de ríos abandonados (lénticos), ríos, manantiales y arroyos (loticos). Entre los principales problemas que registran se tiene la modificación del entorno (construcción de presas y sistemas hidráulicos para control de avenidas, generación de energía eléctrica y riego), la explotación forestal, la construcción de carreteras, los desmontes y el desvío de corrientes. Según la CONABIO (2017) en la cuenca es notoria la alteración del patrón y de la calidad del agua en la planicie costera; la erosión de la cuenca y azolvamiento de las costas; la erosión en la costa por las presas y la intrusión salina. También son patentes problemas de contaminación por abuso de agroquímicos en la planicie costera, los desechos mineros en la sierra, el uso de herbicidas en campañas antinarcóticos, los desechos domésticos y residuales, y la descarga en los sistemas

lagunares de químicos, metales y pesticidas. La CONABIO (2017) recomienda establecer el derecho de uso de agua para los sistemas limnológicos, la recarga de acuíferos, cuotas de sedimento para mitigar la erosión costera y un equilibrio en el aporte de sedimentos provenientes de las tierras agrícolas a los humedales.

Regiones Terrestres prioritarias

Las Bocas

Región ubicada en los estados de Sonora, dentro de los municipios de Navojoa, Huatabampo, Yávaros, Agiabampo; Ahome, El fuerte, Gustavo Díaz Ordaz pertenecientes al Estado de Sinaloa, está definida como prioritaria en función de la existencia del único remanente de los matorrales costeros del sur de Sonora y norte de Sinaloa. Comprende un área muy llana, ubicada en la llanura costera, donde el tipo de vegetación predominante de acuerdo con INEGI, es el matorral crasicaule, presentándose un extraordinario ejemplo de comunidad densamente dominada y con cactáceas columnares.

Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son: Matorral crasicaule Vegetación dominada por cactáceas de gran tamaño como 74% nopaleras, chollas y sahuaros. Agricultura, pecuario y forestal Actividad que hace uso de los recursos forestales y ganaderos, 21% puede ser permanente o de temporal. Otros 5%. Posee una superficie total de 851 km^2. (CONABIO, 2017)

Cañón de Chínipas

Esta región fue considerada como prioritaria por su excelente estado de conservación en su área ripiaria, selva y bosques de las laderas. La parte baja se encuentra cubierta por selva baja caducifolia, mientras que en las laderas se presenta bosque de encino como vegetación de transición hacia bosques de pino-encino. Una de las especies claves presentes en la RTP es la nutria.

En esta región están representados una gran variedad de ecosistemas, desde selva baja hasta bosque de pino. Los principales tipos de vegetación y uso del suelo, representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son:

Selva baja caducifolia Comunidad vegetal de 4 a 15 m de altura en donde más del 75 % 65% de las especies pierden las hojas durante la época de secas. Bosque de encino Bosques en donde predomina el encino. Suelen estar en climas 28% templados y en altitudes mayores a los 800 m. Otros 7%. Abarca de superficie de 1459 km^2, y se ubica dentro de los municipios de Álamos, Chínipas, Guazapares, Uruachic.

Problemática ambiental: Hasta el momento la situación es estable, pero se está proyectando

construir una carretera hacia el poblado de Creel y existe un proyecto turístico de Fonatur que en breve pueden cambiar la situación. (CONABIO, 2017).

Parque Nacional Cascadas de Bassaseachic

El Parque Nacional Cascada de Bassaseachic se estableció mediante decreto presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 2 de febrero de 1981. Este Parque Nacional se ubica en el municipio de Ocampo del estado de Chihuahua y abarca una superficie de 5,802 ha. En esta Área Natural Protegida se localizan bosques templados formados por especies arbóreas de pinos, como: real (*Pinus engelmannii*), prieto (*Pinus oocarpa*), huiyoco (*Pinus ayacahuite*), sahuaca (*Pinus leiophylla* var. chihuahuana) y encinos como el roble (*Quercus rugosa*) entre otros. Asimismo, es hábitat de especies de fauna, como venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), mapache (*Procyon lotor mexicanus*), tejón (*Nasua narica molaris*) y algunas aves, como cernícalo americano (*Falco sparverius*), cardenal rojo (*Cardinalis cardinalis*) y chara pecho gris (*Aphelocoma ultramarina*). En las zonas más bajas, sobre todo en el fondo de la Barranca de Candameña, la vegetación es de selva baja, conformada por especies de climas más cálidos, como orquídeas (*Deiregyne eriophora, Stenorrhynchos michuacanus*) y bromelias (*Tillandsia benthamiana, Hechtia subalata*). En este cañón se precipita el Río Bassaseachic en la cascada de tipo perenne más alta del país, con 246 m de altura. Asimismo, se localiza el salto de agua, de tipo intermitente, Piedra Volada de 453 m de caída (SEMARNAP-CONANP, 2016).

Normas Oficiales Mexicanas relacionadas al manejo del agua que esté sujeta el área natural protegida:

• Norma Oficial Mexicana Nom 001 Semarnat 1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

De acuerdo con el plan de manejo del Parque Nacional Cascada Bassaseachic (CONANP, 2016), el Parque Nacional tiene un listado de especies de flora y fauna que se encuentran bajo alguna categoria de riesgo, las cuales se muestran en los cuadros 8 y 9.

Cuadro 8. Flora del Parque Nacional Cascada de Bassaseachic con alguna categoría de riesgo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM 059 Semarnat 2010.

Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo
Ostrya virginiana var. guatemalensis		Pr
Trifolium wormskioldii		A
Cupressus lusitanica	Táscate sabino	Pr
Pinus strobiformis	Pino	Pr

A: amenazadas; P: en peligro de extinción; Pr: sujeta a protección especial

Cuadro 9. Fauna del Parque Nacional Cascada De Bassaseachic con alguna categoría de riesgo de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM 059 Semarnat 2010.

Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo
Mamíferos		
Herpailurus yagouaroundi	Jaguarundi	A
Lontra longicaudis annectens	Nutria neotropical	A
Taxidea taxus	Tlalcoyote	A
Choeronycteris mexicana	Murciélago trompudo	A
Euderma maculatum	Murciélago pinto	Pr
Castor canadensis	Castor	P
Erethizon dorsatum	Puerco espín del norte	P
Glaucomys volans	Ardilla voladora del sur	A
Sciurus aberti phaeurus	Ardilla de Albert	Pr
Spermophilus madrensis	Ardillón de Sierra Madre	Pr
Notiosorex crawfordi	Musaraña desértica norteña	A
Aves		
Aquila chrysaetos	Águila real	A
Accipiter cooperii	Gavilán de Cooper	Pr
Buteogallus anthracinus	Aguililla negra menor	Pr
Cyrtonyx montezumae	Codorniz Moctezuma	Pr
Cinclus mexicanus	Mirlo acuático norteamericano	Pr
Amazona finschi	Loro corona lila	P
Ara militaris	Guacamaya verde	P
Aratinga holochlora	Perico mexicano	A
Rhynchopsitta pachyrhyncha	Cotorra serrana occidental	P
Anfibios		
Anaxyrus debilis	Sapo verde, sapo de montaña	Pr
Gastrophryne olivacea	Sapo boca angosta oliváceo	Pr
Lithobates berlandieri	Rana del Río Grande	Pr
Reptiles		
Elgaria multicarinata	Lagarto escorpión del Sur	Pr
Heterodon nasicus	Culebra nariz de cerdo occidental	Pr
Hypsiglena torquata	Culebra nocturna ojo de gato	Pr
Lampropeltis getula	Culebra real común	A
Lampropeltis pyromelana	Culebra real sonorense	A
Coluber flagellum	Culebra chirriadora común	A
Tantilla atriceps	Culebra encapuchada mexicana	A
Thamnophis cyrtopsis	Culebra listonada cuello negro	A
Thamnophis eques	Culebra listonada del sur mexicano	A
Thamnophis marcianus	Culebra listonada manchada	A
Crotaphytus collaris	Lagartija de collar común	A
Gambelia wislizenii	Lagartija leopardo narigona	Pr
Cophosaurus texanus	Lagartija sorda mayor	A
Uta stansburiana	Lagartija costado	A
Crotalus lepidus	Cascabel verde de las rocas	Pr
Crotalus pricei	Víbora de cascabel	Pr
Crotalus scutulatus	Víbora de cascabel	Pr
Crotalus viridis	Víbora de cascabel	Pr

Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo
Crotalus willardi	Víbora de cascabel	Pr
Terrapene ornata	Tortuga adornada	Pr
Kinosternon hirtipes	Tortuga pecho quebrado pata rugosa	Pr
Peces		
Agosia chrysogaster	Pupo panzaverde	A

A: amenazadas; P: en peligro de extinción; Pr: sujeta a protección especial (CONANP, 2016).

Área de protección de flora y fauna sierra de Álamos y río Cuchujaqui

El Área de Protección de Flora y Fauna Silvestres y Acuáticas Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui se estableció mediante Decreto Presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 19 de julio de 1996, con una superficie total de 92,889.7 ha, ubicada en los municipios de Álamos y Navojoa, Estado de Sonora. Esta área se ubica dentro de las subprovincias fisiográficas de la "Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses" y el "Pie de la Sierra". El sector perteneciente a la "Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses" presenta topoformas de sierra alta con cañones y cubierta con vegetación de bosque de pino-encino. Mientras que el sector que pertenece a la subprovincia denominada "Pie de la Sierra" cuenta con topoformas de sierra alta y vegetación de tipo selva baja caducifolia. Esta reserva de la biosfera se localiza en un enclave de la subregión hidrológica que alberga gran diversidad biológica, con aproximadamente 1.200 especies de plantas, en 566 géneros y 148 familias (Rzedowski, 1991). Entre las plantas, sobresalen: árbol santo (Guaiacum coulteri), la palma Brahea sp., la cícadas (Dioon tomaselli), la Magnolia (Magnolia pacifica) y el ahuahuete (Taxodium mucronatum) en comunidades ripiarias. En cuanto a fauna, el área contiene aproximadamente 557 especies de vertebrados, entre estos sobresalen: el puma (Puma concolor), el jaguar (Panthera onca), el ocelote (Leopardus pardalis), el mapache (Herpailurus yaguaroundi) y la nutria (Lontra longicaudis) (Valencia, 2009).

Las Normas Oficiales Mexicanas aplicables a todas y cada una de las actividades relacionadas al agua las que está sujeta el Área de Protección de Flora y Fauna Silvestres y Acuáticas Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui son las siguientes:

• Norma Oficial Mexicana NOM-060-Semarnat-1994. Que establece las especificaciones para mitigar los efectos adversos ocasionados en los suelos y cuerpos de agua por el aprovechamiento forestal.

De acuerdo al plan de manejo (CONANP, 2015) dentro del área de protección se encuentran especies de flora y fauna sujetas a alguna categoría de riesgo enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Cuadro 10 y 11).

Cuadro 10. Especies representativas del Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2010.

Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo
Dioon sonorense	palma de la Virgen	P
Tabebuia chysantha		A
Abebuia palmeri		A
Echinocereus subinermis	órgano pequeño pelón	Pr
Zinnia violacea		A
Magnolia scheidiana		A
Cedrela odorata	cedro rojo	Pr
Laelia speciosa		Pr
Oserya coulteriana		Pr
Crusea coronata		Pr
Sideroxylon capiri		A
Guaiacum coulteri	guayacán, palo santo	A
Agave polianthiflora	maguey de colibrí	A
Brahea nitida	palma pitshan	Pr
Palma pitshan	palmilla	A
Sabal uresana	palma blanca	Pr
Tripsacum zopilotense		Pr

A: amenazadas; P: en peligro de extinción; Pr: sujeta a protección especial

Cuadro 11. Lista de especies consideradas según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-Semarnat-2010.

Taxa	A	P	Pr	Total
Mamíferos	6	3	2	11
Aves	13	6	23	42
Reptiles	13	0	22	35
Anfibios	0	0	4	4
Peces	4	0	2	6
Plantas	8	1	8	17
Total	**40**	**10**	**57**	**115**

A: amenazadas; P: en peligro de extinción; Pr: sujeta a protección especial (CONANP, 2015)

Área de protección de flora y fauna Tutuaca

El Área de Protección de Flora y Fauna Tutuaca, tiene sus orígenes en el decreto del Diario Oficial de la Federación el 6 de julio de 1937, donde se declaró la Reserva Forestal Nacional y Zona de Refugio de la Fauna Silvestre "Tutuaca", que posteriormente se recategorizó como Área de Protección de Flora y Fauna Tutuaca, mediante acuerdo secretarial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 27 de diciembre de 2001. El área se localizada en los municipios de Temósachic, Madera, Matachic, Ocampo, Moris y Guerrero, del estado de Chihuahua. Abarca una superficie de 436,985.7 ha que comprenden ecosistemas de bosque de pino, bosque de coníferas, bosque

de encino y vegetación inducida. Esta área es considerada de gran importancia biológica por la riqueza y abundancia de especies como la cotorra serrana occidental (*Rhynchopsitta pachyrrincha*), el águila real *(Aquila chrysaetos*), el oso negro americano (*Ursus americanus*), el pinabete espinoso (Picea chihuahuana) y diferentes tipos de cactáceas endémicas de esa zona.

Dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Tutuaca existen algunas áreas que se consideran frágiles o sensibles, como el santuario de la cotorra serrana (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*), la cual se encuentra en proceso de declaratoria; la guacamaya verde (*Ara militaris*), la cóa o pájaro bandera (*Trogón mexicanus*) y el búho moteado (*Strix occidentalis caurina*) ubicado al norte del Anp.

Normas Oficiales Mexicanas Las normas aplicables a las actividades relacionadas al agua que está sujeta el Área de Protección de Flora y Fauna Tutuaca son las siguientes(CONANP,2014):

• Norma Oficial Mexicana Nom-001-Semarnat-1996. Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

• Norma Oficial Mexicana Nom-052-Semarnat-2005. Que establece las características, el proceso de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

• Norma Oficial Mexicana Nom-155-Semarnat-2007. Que establece los requisitos de protección ambiental para los sistemas de lixiviación de minerales de oro y plata.

Sistema de humedales de Yavaros-Moroncarit

El sistema de humedales Yavaros - Moroncarit, se ubica en la zona de transición biogeográfica de la región neartica y neotropical, está caracterizado por una serie de esteros o lagunas costeras que tienen comunicación permanente con el mar y forman parte del corredor migratorio del Pacífico. El complejo lagunar Yavaros – Moroncarit se localiza en las coordenadas 26º43'39"N y 109º31'00"W y tiene una superficie de 13,627.16 hectáreas. La conservación de este humedal es prioritaria por la riqueza biológica del manglar, marisma y dunas costeras. Es un hábitat natural de un buen número de aves terrestres neotropicales, aves migratorias, aves marinas y aves de marismas residentes. Este sistema es un hábitat crítico para gran variedad de especies, algunas de ellas bajo alguna categoría de protección legal en México, como la Gaviota patas amarillas (Larus livens), el halcón peregrino (Falco peregrinus) y Branta Negra (Branta bernicla nigricans). En este humedal también ocurren 66 especies de aves que están en las listas de especies prioritarias por el Acta de Conservación de Humedales de Norteamérica (NAWCA) y el Acta de Conservación de Aves Neotropicales (NBCA). Debido a su alta biodiversidad y el uso de sus recursos naturales, la costa sur de Sonora ocupa el número 17 de la lista de áreas prioritarias marinas de México, que estableció en 1998 la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). También por la presencia de mamíferos terrestres como Ocelote (listada como especie

en Peligro según la NOM-059-ECOL-2001) y cientos de especies de peces e invertebrados marinos y costeros. En la playa de Tojahui o Tojagui se registra la crianza de ballena gris (CEDES, 2011).

Entre los principales problemas ambientales que enfrentan los humedales de Yavaros-Moroncarit destacan: la violación de vedas, la descarga de aguas residuales a los cuerpos de agua y los asentamientos humanos irregulares. La violación de vedas se observa principalmente en la pesca de camarón, ya que existe una extracción de talla pequeña, principalmente por pescadores libres; lo cual se debe a la falta de vigilancia y el control por parte de las autoridades en los periodos de vedas. Esta práctica se observa también para el callo de hacha y variedades de almejas de la zona. La descarga de aguas residuales proviene de diversas fuentes, la industria, los distritos de riego y los municipios de Huatabampo, Etchojoa y Navojoa. La irregularidad de asentamientos humanos cercanos a los humedales tiene origen en la venta ilegal de terrenos, falta de regulación en el crecimiento de localidades y por las condiciones socioeconómicas de la zona, particularmente la falta de empleos (CEDES, 2011).

Según la Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora (CEDES, 2011), el sitio Ramsar tiene un listado de especies de flora y fauna que están bajo alguna categoría de protección, de acuerdo a la NOM-ECOL-2001 (Cuadro 12 y 13).

Cuadro 12. Listado de Especies de Flora, con alguna categoría de protección.

ESPECIE	CATEGORÍA
Amoreuxia palmatifida	Pr
Lophocereus shotti	Pr
Avicennia germinans	Pr
Langucularia racemosa	Pr
Conocarpus erectus	Pr
Rhyzophora mangle	Pr
Guaiacum coulteri	Pr
Pachycereus pectenaboriginum	Pr

A = Amenazada Pr = Protegida P = En Peligro de Extinción * = Endémica

Cuadro 13. Especies con alguna categoría de protección. Fuente: NOM-059/Ecol-2001.

ESPECIE	CATEGORÍA	ESPECIE	CATEGORÍA
Accipiter cooperii	Pr	*Gastrophryne olivacea*	Pr
Accipiter striatus	Pr	*Gopherus agassizii*	A
Aquila chrysaetos	A	*Heloderma horridum*	A
Ardea herodias santilucae	Pr	*Heloderma suspectum*	A
Asio flammeus	Pr	*Hypsiglena torcuata*	Pr
Athene cunicularia	Pr	*Larus heermanni*	Pr
Branta bernicla nigricans	A	*Larus livens*	Pr
Bubo virginianus	A	*Leptonycteris curacaoe*	A
Choeronycteris mexicana	A	*Lichanura trivirgata*	A
Crotalus atrox	Pr	*Masticophis flagellum*	A

ESPECIE	CATEGORÍA	ESPECIE	CATEGORÍA
Crotalus basiliscus	Pr	*Micruroides euryxanthus*	A
Egretta rufescens	Pr	*Micrurus distans*	Pr
Falco mexicanus	A	*Regulus calendula obscurus*	Pr
Falco peregrinus	Pr	*Uta stansburiana*	A

A = Amenazada Pr = Protegida P = En Peligro de Extinción * = Endémica

10. Oferta y demanda de agua

Aguas nacionales superficiales

De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación del 7 de julio de 2016 (DOF, 2016), en la cuenca del Río Mayo se presenta una disponibilidad de aguas superficiales de 401.3 hm^3; las subcuencas que aportan la mayor proporción de escurrimientos son las subcuencas Alto y Medio Mayo. La disponibilidad de aguas superficiales representa el 33% del volumen medio anual de escurrimientos superficiales.

Cuadro 14. Disponibilidad de aguas superficiales en la subregión hidrológica río Mayo (DOF, 2016).

Nombre y descripción	**río Mayo 1:** **D**esde su nacimiento, hasta la EH San Bernardo	**Arroyo Quiriego:** *Desde su nacimiento, hasta la EH Tezocoma*	**río Mayo 2:** *Desde las EH San Bernardo y Tezocoma, hasta la presa Mocúzari*	**río Mayo 3:** *Desde EH presa Mocúzari hasta su desembocadura al mar*	**Totales** Subregión Hidrológica río Mayo
Volumen medio anual de escurrimiento natural (Cp)	964.8	24.6	151.6	62.6	1,203.6
Volumen medio anual de escurrimiento desde la cuenca aguas arriba (Ar)	0.0	0.0	986.0	1070.8	
Volumen anual de extracción de agua superficial mediante títulos inscritos actualmente en el REPDA (Uc (a))	3.3	0.2	1,033.7	874.1	1,911.2
Volumen anual de extracción de agua superficial de títulos en proceso de inscripción en el REPDA (Uc (b))	0.0	0.0	0.0	1.4	1.4
Volumen anual correspondiente a las reservas, el caudal ecológico y las zonas reglamentadas (Uc (c))	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Volumen anual de retornos (R)	0.0	0.0	1,033.6	0.0	1,033.6

Nombre y descripción	**río Mayo 1:** Desde su nacimiento, hasta la EH San Bernardo	**Arroyo Quiriego:** *Desde su nacimiento, hasta la EH Tezocoma*	**río Mayo 2:** *Desde las EH San Bernardo y Tezocoma, hasta la presa Mocúzari*	**río Mayo 3:** *Desde EH presa Mocúzari hasta su desembocadura al mar*	**Totales** Subregión Hidrológica río Mayo
Volumen anual de importaciones (Im)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Volumen anual de exportaciones (Ex)	0.0	0.0	0.0	88.8	88.8
Volumen medio anual de evaporación en embalses (Ev)	0.0	0.0	74.8	0.0	74.8
Volumen medio anual de variación de almacenamiento en embalses (Av)	0.0	0.0	-8.1	0.0	-8.1
Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo (Ab)	961.6	24.4	1,070.8	169.1	
Volumen anual actual comprometido aguas abajo (Rxy)	890.8	22.6	911.1	0.0	
Ab – Rxy	70.7	1.8	159.7	169.1	
Disponibilidad media anual de agua superficial en la cuenca hidrológica (D)	70.7	1.8	159.7	169.1	401.3
Clasificación	**Disponibilidad**	**Disponibilidad**	**Disponibilidad**	**Disponibilidad**	

* Valores en millones de metros cúbicos
EH: Estación hidrométrica

Aguas subterráneas

Dentro de la cuenca se localizan cuatro acuíferos Cocoraque, Rosario-Tesopaco-El Quiriego, San Bernardo y Valle del Mayo (Cuadro 15 y Figura 15). En la subregión hidrológica río Mayo se tienen 2,719 concesiones de aprovechamiento de aguas subterráneas, para un volumen total al 2016 de 450.8 hm^3. La mayor proporción de estas concesiones se encuentra en el acuífero del valle del Mayo para uso fundamentalmente de riego agrícola, el cual complementa con concesiones de aguas superficiales y uso urbano (CONAGUA, 2015).

Cuadro 15. Disponibilidad media anual de agua subterránea en hm³ (CONAGUA, 2015).

Acuífero	Cocoraque	Rosario Tesopaco-El Quiriego	San Bernardo	Valle del Mayo	TOTAL
Clave	**2641**	**2646**	**2658**	**2642**	
Recarga media anual (R)	198.2	27.7	39.7	370	635.6
Descarga natural comprometida (DNCOM)	20	7.7	6.5	78.1	112.3
Volumen concesionado de agua subterránea (VCAS)	173.72	1.5	0.54	275.1	450.86
Volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos (VEXTET)	70	2	1.1	166.7	239.8
Disponibilidad media anual de agua subterránea (DAS)	4.48	18.5	32.66	16.8	72.44
Déficit	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**

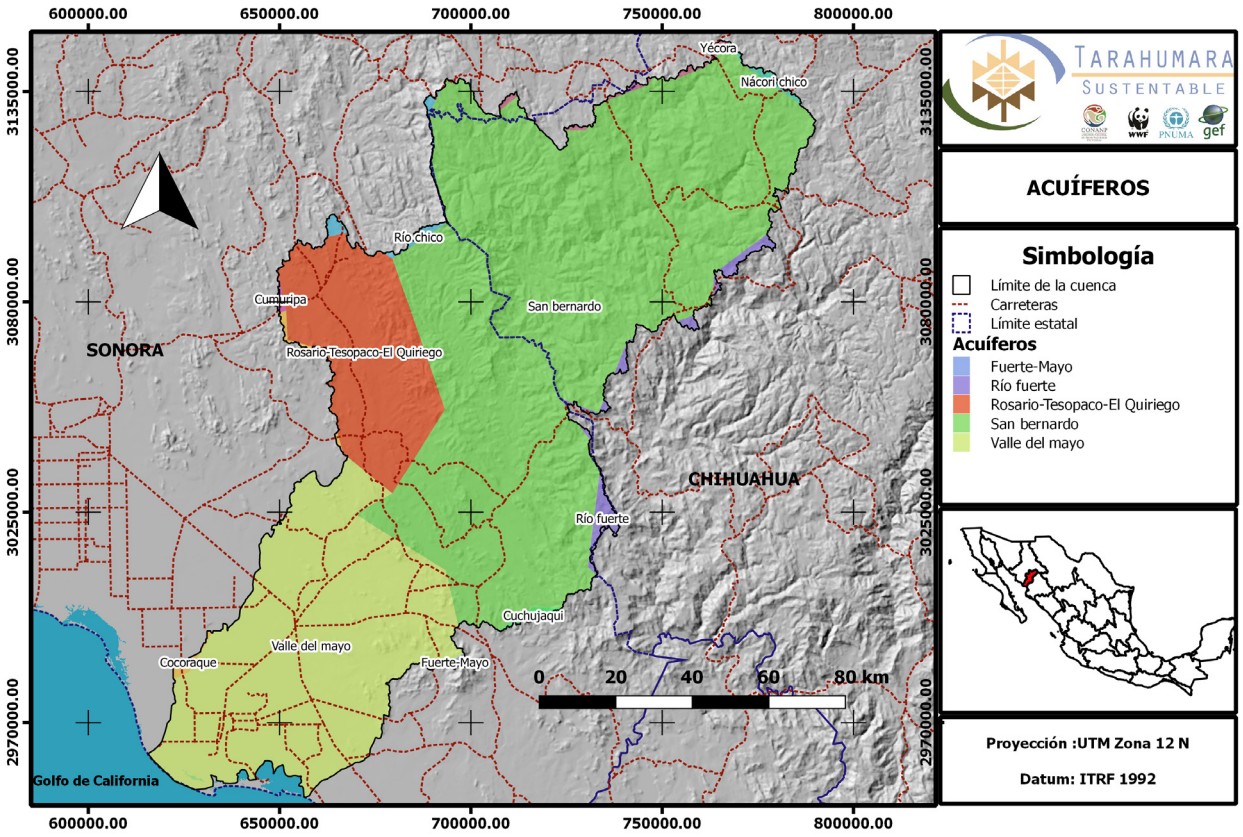


Figura 15. Acuíferos de la subregión hidrológica río Mayo (CONAGUA, 2015).

A continuación, se describen los tres principales acuíferos; Valle del Mayo (26.01 %), Rosario-Tesopaco (11.23%), San Bernardo (60.14%), que en su conjunto representan un (97.96%) de la superficie de la subregión hidrológica río Mayo.

Acuífero San Bernardo (2658)

El acuífero San Bernardo sus dimensiones son propiamente las de la cuenca del mismo nombre con una superficie de 9,674 km^2. El acuífero está conformado por medios granular de tipo libre y por roca fracturada que puede comportarse en ocasiones como libre o semiconfinado (CONAGUA, 2015a). El acuífero tiene en vigor una veda tipo III "Distrito de Riego Río Mayo" decretada el 21 de febrero de 1956, según la cual la capacidad de los acuíferos permite extracciones limitadas para todos los usos. Desde entonces el acuífero tiene una veda por tiempo indefinido, para el alumbramiento de aguas del subsuelo que solo aplica en una porción de este (DOF, 2013).

Acuífero Valle Del Mayo (2642)

El acuífero Valle del Mayo se localiza en la porción Sur de la planicie costera del Estado de Sonora y abarca una superficie de 1140 km^2 de los municipios de Etchojoa, Huatabampo y Navojoa, y parcialmente dentro del municipio de Benito Juárez. El acuífero es de tipo libre, este contenido en materiales aluviales y basaltos interestratificados. Los sedimentos aluviales son gravas, arenas, limos y arcillas, con cambios texturales bruscos en sentido vertical como horizontalmente; el relleno aluvial tiene profundidad mayor a 400 m. El nivel estático varía de 5 m en la porción sur hasta 60 m al noroeste de la ciudad de Navojoa. Esta posición del nivel estático prácticamente se ha mantenido desde que se inició la explotación del acuífero a finales de la década de los años 1940's (CONAGUA, 2015b). Este acuífero tiene una veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona que comprende el Distrito de Riego del Río Yaqui 038 (DOF, 2013).

Acuífero Rosario-Tesopaco-El Quiriego (2646)

El Acuífero Rosario-Tesopaco-El Quiriego, está ubicado al sur del estado de Sonora, al noroeste de la Presa A. Ruiz Cortines, su superficie es de 1,744 km^2, colinda al norte con el acuífero Río Chico, al este con San Bernardo, al sur con Valle del Mayo y al oeste con los acuíferos Cocoraque y Cumuripa. Este acuífero se clasifica de tipo libre, dadas las condiciones de las unidades aluviales y terrazas fluviales de espesores reducidos. El acuífero de la cuenca Rosario Tesopaco-El Quiriego, está constituido principalmente por las unidades geohidrológicas Aluvial (6.5 % del área) y en menor escala por las Terrazas Fluviales-Basaltos (formación Báucarit) y el medio fracturado de las Riolitas. Desde el punto de vista geohidrológico, las unidades de mayor importancia están representadas por la unidad aluvial y las terrazas fluviales (CONAGUA, 2015c). Este acuífero tiene una veda por tiempo indefinido para el libre alumbramiento de las aguas nacionales del subsuelo por lo que se prohíbe la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura y la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, así como el incremento de volúmenes de extracción autorizados o registrados, sin contar con concesión, asignación o autorización de la Comisión Nacional del Agua (DOF, 2013).

Aguas residuales

El servicio de agua potable, alcantarillado y el tratamiento de las aguas residuales son esenciales para la salud de los ecosistemas, la biodiversidad y la salud humana. A partir de la construcción de la presa Adolfo Ruiz Cortines, en la década de 1950, el bajo río Mayo ha experimentado un crecimiento de actividades productivas lo que ha fomentado el crecimiento poblacional, principalmente urbano, y la demanda de mayores volúmenes de agua para usos domésticos y comerciales. Aunado a una mayor demanda de agua potable, también se ha incrementado el drenaje de aguas residuales (urbanas, industriales y agrícolas) sin tratamiento a los ecosistemas riparios y costeros (humedales, manglares, esteros y lagunas) del delta.

Entre las fuentes de contaminación que afectan la salud de la población y de los ecosistemas riparios y costeros del delta del río Mayo, se presentan los siguientes (Haro et al., 2015):

- Descarga de aguas residuales, a la red de drenes agrícola, provenientes de usos domésticos, industriales y ganaderos (establos y granjas porcícolas y avícolas).
- Insuficiente infraestructura para el tratamiento de aguas residuales.
- Transporte, a través de la red de drenaje agrícola, de agroquímicos usados para el control de plagas, enfermedades y nutrición de plantas.
- Descarga directa de los desechos producidos por la actividad acuícola y pesquera a los ecosistemas naturales costeros.
- Diseminación de basura proveniente de ciudades y comunidades rurales.
- Falta de rellenos sanitarios, ya que la basura de las ciudades se dispone en tiraderos a cielo abierto y sin tratamiento para lixiviados.

De los municipios por los que cruza el río Mayo, Huatabampo dispone de dos plantas para el tratamiento de aguas residuales (Cuadro 16) y el parque industrial de Navojoa cuenta con una laguna de oxidación. La depuración del agua residual en la planta de tratamiento de Huatabampo se realiza con procesos de tipo primario, es decir, procesos que solo eliminan sólidos en suspensión a través de la sedimentación, flotación, coagulación, floculación y filtración (PRONACOSE, 2014). Huatabampo la operación de la laguna de estabilización para el tratamiento de aguas residuales recibe aproximadamente el agua residual del 90% de la población. Su capacidad total de tratamiento de aguas residuales es de alrededor de 100 l/s y se estima que llegan anualmente a planta 1.8 hm^3. Navojoa opera una planta de tratamiento de aguas residuales moderna (aireación extendida) que fue construida en el año 2013 para recibir un volumen de 300 l/s de la ciudad. El 80% de la población de la ciudad está conectado con la planta de tratamiento a través del sistema de alcantarillado sanitario y el agua residual se utilizada para riego agrícola (CONAGUA, 2015d).

Cuadro 16. Cobertura del servicio de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales.

Localidad	Población	Habitantes Alcantarillado	(%)	Plantas de Tratamiento	Capacidad Instalada (l/s)	Caudal Tratado (l/s)
Álamos	9,585	8,625	90.0		22	14.98
Etchojoa	9,893	8,192	83.0			
Huatabampo	30,806	27,796	90.0	2	104	7.00
Navojoa	116,176	86,912	75.0		300	270.15
Total:	**166,460**	**131,525**	**84.5**	**2**	**426**	**292.13**

Usos y demanda de agua

En la subregión hidrológica se tienen consignados los usos del agua superficial que se indican en el Cuadro 17 (DOF 2016). La agricultura de riego ha sido por mucho tiempo una de las principales actividades económicas de la cuenca del río Mayo. El sector agrícola demanda aproximadamente el 97% del agua que se utiliza en la subregión y su fuente principal la constituye el agua del río Mayo. Aunque el Distrito de Riego 038 Río Mayo, con una superficie de 8,812.2 ha, se abastece principalmente de agua superficial, y se complementa con agua subterránea (Cuadro 18).

Cuadro 17. Volumen de los usos de aguas superficiales para la subregión hidrológica Río Mayo.

Uso	Arroyo Quiriego	río Mayo 1 (hm^3)	río Mayo 2 (hm^3)	río Mayo 3 (hm^3)	Total General (hm^3)
Acuacultura		7.465			7.465
Agrícola		0.447	0.045	0.300	0.792
Diferentes usos		583.685			583.684
Domestico		0.001			0.001
Generación de energía eléctrica				450.000	450.000
Industrial		0.033			0.033
Pecuario	0.007	0.730			0.737
Público urbano		5.840			5.840
Servicios		0.500			0.500
Total General	**0.007**	**598.701**	**0.045**	**450.300**	**1,049.052**

Cuadro 18. Volumen de los usos de aguas subterránea para la subregión hidrológica río Mayo.

Uso	Rosario-Tezopaco (hm^3)	San Bernardo (hm^3)	Valle del Mayo (hm^3)	Total (hm^3)
Agrícola	0.284	0.128	166.397	176.361
Diferentes Usos	0.725	0.688	16.294	18.472
Doméstico		0.0003	0.102	0.102
Industrial	0.200	8.290	4.956	13.446
Pecuario	0.196	0.050	7.634	8.101
Público Urbano			39.747	39.903

Uso	Rosario-Tezopaco (hm^3)	San Bernardo (hm^3)	Valle del Mayo (hm^3)	Total (hm^3)
Servicios			0.253	0.253
Total general	**1.405**	**8.9063**	**235.38**	**256.388**

El cultivo de camarón es una actividad productiva importante en la subregión principalmente en las desembocaduras y esteros de la parte costera del valle el Mayo, por cooperativas y asociaciones camaronícolas. También, en menor medida, se tiene actividad pesquera en el vaso de la presa Adolfo Ruíz Cortines. Estas actividades se ven amenazadas por arrastres de suelo, producto de la deforestación que azolva la parte baja de los ríos y destruye los manglares en los litorales.

Las empresas que utilizan agua para desarrollar su actividad son del ramo de cerveceras y refresqueras, ubicándose en su mayoría en la parte baja de la cuenca del río Mayo. La industria cervecera es la que mayor demanda el recurso y el volumen anual utilizado por esta rama de producción es de aproximadamente 1.10% (14.479 hm^3) de la oferta total. Existen también industrias procesadoras de productos pesqueros que generan importantes descargas de aguas residuales en la Bahía de Yávaros.

El agua que demandada la ganadería se destina básicamente en abrevaderos y su consumo medio anual alcanza aproximado de 8.83 Hm^3. Las áreas ganaderas se ubican en agostaderos no montañosos dependientes de las lluvias y cuando se presentan sequías extremas, por falta de pastos, se reduce el hato ganadero. Dentro del distrito de riego 038 río Mayo existe también una producción importante de tipo porcícola y avícola. Las aguas residuales de las granjas porcícolas descargan directamente a los cuerpos receptores lo que provoca contaminación del agua superficial.

El servicio de agua potable y alcantarillado es proporcionado por siete organismos operadores ubicados en las cabeceras municipales. La cobertura del servicio de agua potable a nivel regional es del 93%, cifra por arriba de la media nacional que es de 86%, y la del alcantarillado ronda la media nacional del 72%. Las principales ciudades con infraestructura turística son Álamos y Navojoa y la mayor parte de sus hoteles se abastecen de agua potable en las redes municipales y solo un pequeño grupo de prestadores de servicios turísticos se abastece de fuentes directas de aguas nacionales. El volumen anual de agua requerido para el abastecimiento a las localidades es del orden de 18.4 Hm^3, siendo la principal fuente de abastecimiento el agua subterránea.

La parte baja de la cuenca del Mayo ha incrementado notablemente la extensión de terreno dedicado a la acuicultura; según el Comité de Sanidad Acuícola del Estado de Sonora, A.C en 1997 se contaba con 81 granjas de camarón (7,428 ha) para el 2012 las granjas fueron del orden de 140. Este crecimiento ha generado un importante impacto sobre los humedales costeros, directamente por la destrucción del manglar e indirectamente por la modificación de la calidad del agua e

hidrodinámica de los esteros.

11. Demografía, economía y nivel de desarrollo

El área geográfica de la subregión hidrológica río Mayo está conformada con fracciones de los estados de Sonora (73%) y Chihuahua (27%). Incluye, total o parcialmente, 12 municipios; Sonora (7) y Chihuahua (5). En la Cuadro 19 se enlistan los municipios y tamaño de su población por género y en el Cuadro 20 se resume la población económicamente activa y la tasa de crecimiento a nivel municipal.

Cuadro 19. Municipios y población para la subregión hidrológica río Mayo (INEGI, 2010).

Estado	Cuenca	Municipio	Localidades	Población total	Hombres	Mujeres
Chihuahua	Mayo 1	Chinipas	9	838	442	396
		Moris	60	4,766	2,485	2,281
		Ocampo	48	6,516	3,382	3,134
		Temósachic	1	32	23	9
		Uruachi	81	3,673	1,858	1,815
Sonora	Arroyo Quiriego	Rosario	8	3,776	1,932	1,844
	Mayo 1	Álamos	36	3,044	1,640	1,404
		Quiriego	5	380	199	181
		Rosario	3	54	35	19
		Yécora	2	102	53	49
	Mayo 2	Álamos	28	3,249	1,749	1,500
		Quiriego	5	1,693	883	810
	Mayo 3	Álamos	16	1,283	678	605
		Etchojoa	83	49,878	25,584	24,294
		Huatabampo	88	63,396	31,914	31,482
		Navojoa	107	143,678	70,974	72,704
Total	**580**	**286,358**	**143,831**	**142,527**		

Cuadro 20. Población Económicamente Activa e Inactiva.

Población económicamente activa				Población no económicamente activa	No especificado	Tasa de crecimiento poblacional (%)
Municipio	Total	Ocupada	Desocupada			
Álamos	2,758	2,705	53	2,915	1,903	0.84
Etchojoa	18,089	17,178	911	19,793	11,996	1.08
Huatabampo	23,303	22,110	1,193	26,027	14,066	0.95
Navojoa	56,580	53,518	3,062	53,062	34,036	1.11
Quiriego	666	645	21	878	529	0.83
Rosario	1,416	1,311	105	1,551	863	0.53
Chinipas	150	117	33	466	222	1.12
Moris	1,593	1,490	103	1,867	1,306	0.68
Ocampo	2,308	2,224	84	2,420	1,788	1.31
Temósachic	12	11	1	9	11	0.00
Uruachi	1,238	1,202	36	1,509	926	0.90

Población económicamente activa				Población no económicamente activa	No especificado	Tasa de crecimiento poblacional (%)
Municipio	Total	Ocupada	Desocupada			
Yécora	29	29	-	47	26	0.03

La población se concentra principalmente en la parte baja de la subregión del Mayo, la subcuenca Mayo 3 concentra el 90.17% de la población total con una densidad (DP) de 68.1 habitantes/km^2, en el Mayo 1 se asienta el 6.77 (DP de 2.54 h/km^2), en la cuenca del Arroyo Quiriego se encuentra el 1.77% (DP de 4.06) y el resto en la cuenca Mayo 2 con una DP de 2.07. El Censo del Población del año 2010, reporta 580 localidades, de las cuales 572 son localidades rurales, 6 semiurbanas y solo una urbana. En lo que respecta a la cobertura de servicios, el 73.7% de la población tiene drenaje, 62.4 % cuenta con energía eléctrica, solo el 55.67 tiene agua potable y el 29,1% de las viviendas aún tienen piso de tierra. Esta cobertura de servicios, marca la tendencia de los índices de marginación dentro de la subregión (Cuadro 21).

En la Subregión hidrológica rio Mayo, a pesar que el 82.9% de las comunidades muestran grados de marginación que varían de altos a muy altos, estas concentran el 26.4% de la población asentada en la subregión. En las 11 localidades catalogadas con grado de marginación muy bajo, se concentra cerca del 40% de la población.

Cuadro 21. Grado de marginación y cobertura de servicios, por localidad en la Subregión río Mayo.

Subregión	Grado de Marginación	Localidades	Población total	PEA	Cobertura de servicios (%)			
					Drenaje	Energía eléctrica	Agua entubada	Piso de tierra
A. Quiriego	Muy bajo	1	8	3				
	Medio	2	3,171	1,201	91.44	97.35	97.94	5.5
	Alto	5	597	196	73.79	90.22	61.35	20.4
Mayo 1	Muy bajo	1	12	6				
	Bajo	2	537	242	97.83		98.55	2.2
	Medio	10	5,008	1,789	91.52	94.68	89.97	4.4
	Alto	133	10,196	3,298	73.65	47.99	52.59	24.3
	Muy alto	99	3,652	1,186	39.42	25.31	33.67	63.2
Mayo 2	Medio	3	867	313	91.67	97.25	81.60	12.3
	Alto	26	4,026	1,447	80.66	90.29	72.30	21.2
	Muy alto	4	49	21	21.59	10.80	9.09	62.9
Mayo 3	Muy bajo	9	114,256	46,065	95.61	99.13	56.83	6.0
	Bajo	23	64,776	24,612	96.86	98.19	91.95	6.6
	Medio	48	21,129	7,356	92.88	95.88	77.82	9.7
	Alto	187	57,524	20,211	86.08	89.10	60.82	22.9
	Muy alto	27	550	196	40.32	21.62	16.05	52.2
Total general		**580**	**286,358**	**108,142**	**73.77**	**62.40**	**55.67**	**29.6**

12. Caudal ecológico

El caudal ecológico tiene como objetivo establecer el volumen mínimo necesario que permita conservar el estado natural de la cuenca para proteger y conservar las condiciones ambientales y fomentar el equilibrio ecológico de la cuenca. La metodología para su determinación, para cuencas hidrológicas, se presenta EN la Norma Mexicana NMX.AA-159-SCFI-2012, apéndice D (DOF, 2012). Dicha metodología se basa en la relación entre los usos productivos del agua y el objetivo ambiental asociado, esto es, de acuerdo a su estado ecológico y la presión de uso del agua en la cuenca. En el Cuadro 22 se indican los objetivos ambientales, actualizado al 2016, recomendados para el cálculo de caudal ecológico de las cuencas que componen la subregión hidrológica Río Mayo (WWF, 2016).

La cuenca del río Mayo 1 presenta una importancia ecológica alta por la presencia de áreas naturales protegidas como Cascadas de Bassaseachic y Tutuaca, porque no existe alteración hidrológica del régimen natural y por una presión de uso baja al no existir grandes asentamientos humanos; ya que la relación (Vol. Asignado + Vol. Concesionado) / Disponibilidad Media Anual es menor al 10%.

La cuenca del río Mayo 2 la presión de uso es muy alta ya que la relación (Vol. Asignado + Vol. Concesionado) / Disponibilidad Media Anual es mayor al 80 %, y su importancia ecológica es media, ya que en esta cuenca existen poblaciones de diferentes especies de relevancia regional, por su aportación a servicios ecosistémicos o al desarrollo socioeconómico. Como ocurre en el área natural protegida Sierra de Álamos- río Cuchujaqui que se encuentra moderadamente alterada pero aún conserva su funcionamiento, estructura y servicies básicos a pesar de tener presencia de infraestructura antropogénica y las alteraciones evidentes al régimen hidrológico.

El río Mayo 3 presenta una presión de uso muy alta debido a la presencia de zonas urbanas y a las concesiones otorgadas para el distrito de riego 038 río Mayo, además de que en su relación (Vol. Asignado + Vol. Concesionado) / Disponibilidad Media Anual, es mayor al 80 %. Su importancia ecológica muy alta debido a la presencia del sitio Ramsar Humedal Yavaros-Moroncarit que es considerado un sitio prioritario para la conservación debido a la presencia de especies endémicas en la región y de relevancia internacional que se en encuentran en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La cuenca del Arroyo Quiriego presenta una presión de uso media, ya que la relación (Vol. Asignado + Vol. Concesionado) / Disponibilidad Media Anual, es mayor a 11% ya que la demanda de agua para uso público no es tan grande, ya que el desarrollo urbano es tan importantes como sucede en el río Mayo 3. La importancia ecología de esta cuenca es baja ya que no existen áreas de conservación o protección. La cuenca está sometida a una fuerte presión por el cambio de uso de suelo y alteración de hábitat, también es baja la presencia de especies nativas con presencia de especies exóticas.

Cuadro 22. Objetivos ambientales para determinar el régimen del caudal ecológico.

Cuencas	Objetivo Ambiental	Presión de uso	Importancia ecológica
Río Mayo 1	A	Baja	Alta
Río Mayo 2	D	Muy alta	Media
Río Mayo 3	C	Muy alta	Muy alta
Arroyo Quiriego	C	Media	Baja

El caudal ecológico para las subregiones hidrológicas río Mayo 1 y Arroyo Quiriego se calculó a partir de los registros hidrométricos (IMTA, 2017) de las estaciones de aforo San Bernardo y Tezocoma, respectivamente (Ver Cuadro 23). Para la subregión del río Mayo 2 se basa en los reportes de "Entradas No Controladas" de la Presa Mocúzari (IMTA, 2017) los cuales se ponderaron, para cuatro subcuencas que aportan a la presa, con base en su área de influencia y sus coeficientes de escurrimiento calculados conforme a la NOM-011-CONAGUA-2015 (DOF, 2015); la cual establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

Para la subregión hidrológica río Mayo 3 el caudal ecológico se basa en los aforos (IMTA, 2017) de las salidas controladas de la presa (Túneles Mocúzari) y del vertedor de excedencias (Estación hidrométrica San Miguel), la eficiencia de conducción y distribución del Distrito de Riego 038 Río Mayo (64.1%, según Pedroza e Hinojosa, 2014) y los coeficientes de escurrimiento para dos subcuencas del Mayo 3 (DOF, 2015), una que drena al Océano Pacífico (río Mayo) y otra a la zona de humedales Yavaros-Moroncarit con la denominación de sitio RAMSAR. Igual que en la cuenca del río Mayo 2, el escurrimiento medio anual se calculó conforme a la NOM-011-CONAGUA-2015 (DOF, 2015). Es importante mencionar que en la determinación del caudal ecológico del Mayo 3 no se utilizaron las estaciones hidrométricas que aforan los canales de riego ya que sus mediciones no representan un régimen natural.

En el Cuadro 23 se resumen los caudales ecológicos, por subcuenca, de las tres subregiones hidrológicas que componen la región hidrológica del río Mayo. Así también, se observa que el escurrimiento medio anual se incrementa conforme transita de las subcuencas más altas a las más bajas, sin embargo, este patrón se altera por el almacenamiento de la presa Mocúzari. De este modo las subcuencas de la subregión hidrológica río Mayo 3 sus escurrimientos corresponden básicamente al agua que no es aprovechada para el riego agrícola y por los escurrimientos que genera la lluvia en estas subcuencas más bajas y que desembocan directamente al mar.

La presa Mocúzari reporta (IMTA, 2017) un volumen de entradas media anual por ríos de 1,137.1 Hm^3 y la aportación de las cuatro subcuencas del río Mayo 2 (que incluyen el volumen aportado por río Mayo 1 y Arroyo Quiriego) un volumen de 1,136.4, ambas cifras parecidas en un 99.9%.

Por otra parte, se observa que el Objetivo Ambiental (OA) impacta sobremanera los caudales ecológicos. Por ejemplo, para la subcuenca de Río Mayo, para un OA tipo A, le corresponde un caudal ecológico de 499.7 hm^3 y este caudal disminuye a 217.4 hm^3, para un OA tipo D, cuando esta misma corriente llega a la presa Macúzari; contrario al escurrimiento medio anual que sube de 955.4 a 1,028.4 hm^3.

Cuadro 23. Resumen caudal ecológico de la cuenca río Mayo.

Subregión hidrológica	Subcuenca	Área	Escurrimiento Medio Anual	Objetivo ambiental	Caudal ecológico	% del EMA
		(ha)	hm^3		hm3	
río Mayo 1	Río Mayo	763,303.0	955.4	A	497.7	52.1
Arroyo Quiriego	Arroyo Quiriego	105,948.0	26.1	C	2.9	11.2
río Mayo 2	Arroyo Grande.	34,038.2	21.7	D	0.734	3.4
	Río Mayo (Hasta P. Mocúzari)	814,226.7	1028.4	D	217.4	21.1
	Arroyo Quiriego (Hasta P. Mocúzari)	198,853.2	65.4	D	2.1	3.2
	Contorno Presa Mocúzari	42,758.09	20.9			
río Mayo 3	Presa Mocúzari -Desembocadura del Río Mayo.	202,118.1	224.7	C	109.98	48.4
	Humedal Yavaros-Moroncarit.	177,587.0	326.4	C	146.76	44.5

Anexo. Determinación del gasto ecológico en la cuenca del Río Mayo.

13. Antecedentes normativos

La subregión río Mayo se encuentra en vigor la veda tipo III "Distrito de Riego Río Mayo" decretada el 21 de febrero de 1956, según la cual la capacidad de los acuíferos permite extracciones limitadas para todos los usos. En este se declara de utilidad pública la construcción de obras del Distrito de Riego río Mayo. El segundo acuerdo declara subsistente, por tiempo indefinido, la veda para el otorgar concesiones de aguas del río Mayo y de su cuenca tributaria, (DOF, 27 de julio de 1931), publicada el 5 de septiembre del mismo año.

El tercer acuerdo declara subsistente por tiempo indefinido, la veda establecida para el alumbramiento de las aguas del subsuelo el decreto presidencial de fecha 8 de septiembre de 1954, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 14 de octubre del mismo año y se amplía la zona vedada agregándole la parte de la cuenca hidrológica del Río Mayo que dicho decreto no vedo.

Marco de referencia Federal

El marco jurídico se basa en el derecho vigente que regula el uso y aprovechamiento en materia

de aguas en nuestro país, estipulado en el artículo 27, párrafo quinto de la Constitución, que establece que es propiedad de la Nación las aguas de corrientes constantes o intermitentes, mares territoriales, aguas marinas interiores, lagunas y esteros, lagos, ríos, manantiales y las que se extraigan de las minas. En materia de aguas del subsuelo, cuando lo exija el interés público o se afecten otros aprovechamientos, el Ejecutivo Federal reglamentará su extracción y uso, y establecerá zonas de veda. El antepenúltimo párrafo del artículo 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, dice que, por las distintas leyes emanadas de la propia Constitución, que la administración del recurso hidráulico a nivel estatal se hará de acuerdo con la Constitución Mexicana es de observancia General, las leyes estatales, están y deben ser acordes son la constitución, y deben respetar (DOF, 2006; SEMARNAT; 2013):

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Ley de Aguas Nacionales, promulgada en diciembre de 1992. (Ley reglamentaria del artículo 27 Constitucional en materia de Aguas Nacionales).
- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 12 de enero de 1994 y modificado posteriormente.
- Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.
- Decreto por el que se crea la CNA, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 16 de enero de 1989.
- Ley Federal de Derechos en Materia de Agua.
- Ley de Ingresos de la Federación (2017).
- Ley de Contribución de Mejoras por Obras Públicas Federales de Infraestructura Hidráulica.
- Leyes Estatales en materia de agua potable y alcantarillado.
- Ley General de Bienes Nacionales.
- Ley Federal de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (2017).
- Tratado sobre la distribución de aguas nacionales entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de Norteamérica.
- Decreto Presidencial de creación del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) el 7 de agosto de 1986.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Todo cuerpo de agua relevante en el país, según el artículo 27 de la Constitución Mexicana de 1917, es propiedad de la nación y su explotación, uso y/o aprovechamiento, requiere de una concesión expedida del ejecutivo federal. Por tanto, todo aprovechamiento de las aguas nacionales debe ser autorizado por las autoridades en la materia, pues en el derecho mexicano no existe ni la propiedad privada completa del agua, ni mercados de agua propiamente dichos que permitan su venta y enajenación sin la intervención del Estado.

Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y su objetivo es regular la explotación, uso y aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como para la preservación de su cantidad y calidad para lograr el desarrollo integral sustentable (DOF, 2016a).

En la Ley de Aguas Nacionales se entiende por "derecho de agua" la autorización otorgada por la autoridad legal correspondiente para acceder a la explotación, uso o aprovechamiento del recurso hídrico de propiedad nacional, por medio de un título o documento oficial registrado en el REPDA. Tanto la "asignación" como la "concesión" de derechos de agua se refieren a los títulos o documentos que avalan esta autorización. La diferencia entre asignación y concesión estriba en que la primera se otorga a los municipios o los estados y está destinada a los servicios de agua con carácter público, urbano o doméstico (LAN, art. 3, VIII), mientras que la concesión se otorga a las personas físicas o morales de carácter público y privado (LAN, art. 3, XIII). Otra diferencia es que las asignaciones no pueden ser objeto de transmisión (LAN, art. 20), mientras que las concesiones pueden ser transferidas entre personas físicas o morales, bien por la vía sucesoria o por adjudicación judicial (Reglamento de la Ley Aguas Nacionales, RLAN, arts. 64 y 71; (DOF, 1994). Según el RLAN, art. 64, la transmisión de aguas superficiales solo puede hacerse dentro de la misma cuenca y la de aguas subterráneas solo dentro del mismo acuífero (DOF, 2014).

El Ejecutivo Federal es quien expide los títulos y este tiene la responsabilidad de velar por el interés general de la nación, es decir, prever y planear el destino más apropiado para los usos del agua. La ley establece que el criterio para otorgar las concesiones es la disponibilidad media anual del agua en el lugar en que se solicita. Asimismo, conforme a la planeación y la normatividad existente, la disponibilidad del recurso debe revisarse cada tres años (LAN art. 22, párrafo segundo). Con la finalidad de anticiparse a posibles bajas en la disponibilidad, la LAN prevé que las concesiones expedidas señalen expresamente las condiciones de variabilidad de la fuente donde se realiza la extracción, así como sequías y otros fenómenos. Por ello, los títulos de concesión no garantizan la existencia o invariabilidad de los volúmenes que amparan (LAN, art. 22, párrafo quinto); en otras palabras, el hecho de contar con una concesión no garantiza necesariamente el acceso al recurso, porque este queda sujeto a que el recurso hídrico se encuentre disponible en la fuente o lugar de extracción.

La LAN es reiterativa en que los concesionarios deben limitar sus extracciones a la disponibilidad del recurso. Así, establece que "en ningún caso podrá el titular de una concesión o asignación disponer del agua en volúmenes mayores que los autorizados por la Autoridad del Agua"; además para aumentar o modificar la extracción, el concesionario debe tramitar la expedición de un nuevo

título (LAN, art. 23, párrafo tercero). También el concesionario debe avisar a la autoridad hidráulica cuando cambie o modifique el tipo de uso que le da al recurso y deberá solicitar permiso para realizar las obras que se requieren para ese nuevo tipo de aprovechamiento (LAN, art. 25, párrafo octavo). Para reforzar la limitación en las extracciones del agua a los volúmenes concesionados, la LAN establece que los concesionarios deben contar con medidores o dispositivos para la medición directa o indirecta de las extracciones (LAN, art. 29, fracc. II). También los concesionarios deben pagar los derechos fiscales que les correspondan de acuerdo con las extracciones, consumo y descargas volumétricas que realicen. El incumplimiento de estos pagos puede ser motivo de suspensión o revocación de la concesión (LAN, art. 29, fracc. iv). Los concesionarios deben proporcionar la información y documentación que les soliciten las autoridades del agua y deben procurar el uso eficiente y el reúso de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas (LAN, art. 29, fracc. IX y X). Por último, es importante destacar que las concesiones son temporales y pueden tener una duración de entre cinco y veinte años (LAN, art. 24). Por lo tanto, las concesiones deben ser renovadas al final del periodo de concesión y en cada caso la autoridad hidráulica tiene la posibilidad de suspenderlas o revocarlas.

Registro Público de Derechos de Agua

La LAN del 1 de diciembre 1992 establece en su artículo 30 el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA). El REPDA tiene como objetivo "proporcionar seguridad jurídica a los concesionarios de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, haciendo constar la titularidad de los derechos inscritos y los cambios en sus características y resolver consultas en forma eficaz, sobre los derechos de los usuarios en materia de aguas nacionales" (CONAGUA, 2017).

El REPDA tiene como misión prevenir conflictos y discrepancias entre los usuarios y no tanto la de planear y controlar los usos y extracciones siguiendo la disponibilidad. De este modo, la seguridad jurídica que se menciona puede ser efectiva frente a otros demandantes, pero no cuando se trata de limitaciones en la disponibilidad natural del recurso. Dicho de otro modo, la garantía o certeza jurídica no opera cuando se agota el pozo o cuando se seca el río. Se infiere entonces que, de acuerdo con el marco normativo, ni los derechos, ni su registro tienen la función de controlar los usos y extracciones del recurso en la búsqueda de su conservación y equilibrio. Aunado a lo anterior, la ley tampoco establece ninguna disposición para que los usuarios procuren ahorrar o conservar las fuentes de suministro tratando de utilizar volúmenes menores a los que les fueron concesionados. Aun cuando la LAN sugiere que la concesión no se perderá si el usuario no usa la totalidad del agua concesionada, mientras las causas de esto no sean imputables al usuario (entre los concesionarios es frecuente la idea de que pueden perder la concesión si no emplean en su totalidad el recurso). Lo más cercano que llega a la idea de conservación del recurso es la disposición del artículo 29, fracción X, de "cumplir con los requisitos de uso eficiente del agua y realizar su reúso".

Programa Nacional Hidráulico

A pesar de que desde el PH 1995-2000, se mencionaba la necesidad enlazar la ley de equilibrio ecológico con la acción de este plan, es hasta el PNH 2013-2018, cuando se establece plenamente la necesidad de mantener la calidad del agua, para diferentes usos dentro de las regiones administrativas del agua, en especial para consumo humano y mantener la calidad de los ecosistemas y garantizar la permanencia de los servicios ambientales que de ellos se derivan, principios que se alinean con el Plan Nacional de Desarrollo (DOF, 2006; SEMARNAT; 2013).

Marco de referencia Estatal

Con apego a la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Sonora, el marco institucional vigente en la entidad que regula el uso del agua en el delta del río Mayo, así como la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado, está contenido básicamente en los siguientes ordenamientos: Pueden ser consultados en la página del congreso de Sonora, en la siguiente dirección:

http://www.congresoson.gob.mx/Transparencia/Leyes

1. Ley Número 38 de Aguas para el Estado de Sonora (2005).

2. Ley No. 217 del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente para el Estado de Sonora (2007).

3. Ley 104 de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Sonora (1992).

4. Reglamento de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Sonora.

5. Decreto que crea la Comisión Estatal del Agua (2003).

6. Ley Número 75 de Gobierno y Administración Municipal (2000).

7. Plan Estatal de Desarrollo 2016 – 20021.

8. Programa Estatal de Mediano Plazo: Aprovechamiento Sustentable del Agua 2004-2009.

El Congreso Estatal decretó en abril de 1944 la Ley de Aguas del Estado de Sonora, que establece la normatividad en materia de aguas de jurisdicción estatal, y cuya aplicación corresponde al ejecutivo, el Gobernador del Estado por conducto de los Agentes del Gobierno del Estado de Sonora.

El Gobierno del Estado reformó su Constitución Política, a través de la Ley No. 42 reformó y adicionó diversas disposiciones de la Constitución Política sonorense, en las que se establece que corresponde a los Municipios la prestación de los servicios públicos de agua potable y

alcantarillado, los cuales podrán prestarse con el concurso del Estado, cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes, así como en coordinación y asociación con otros municipios del Estado, previo acuerdo entre sus Ayuntamientos y con sujeción a la ley, también podrán ser prestados mediante concertaciones con particulares o a través del otorgamiento de concesiones.

Las disposiciones de la Ley de Agua Potable y Alcantarillado (Ley 104) son de interés público y social, y tienen por objeto regular el sistema de agua potable y alcantarillado del Estado, la prestación de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado, la organización y funcionamiento de los Organismos Operadores del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado y el servicio público de conducción, suministro y distribución de agua potable o residual que presten los particulares.

14. Problemática

En la subregión hidrológica del río Mayo, la problemática ambiental se ha magnificado por la modificación que se ha hecho al régimen natural del río Mayo, por la construcción de embalses y el bombeo de aguas subterráneas para usos agrícola, urbano, generación de electricidad y control de avenidas; lo que ha alterado la magnitud de los ecosistemas naturales y la diversidad de especies. Por otro lado, el cambio de uso de suelo, el sobrepastoreo, la agricultura en ladera, la actividad minera, la extracción de materiales pétreos y la construcción de caminos, han favorecido la erosión de suelos y reducido su capacidad de almacenamiento de los principales cuerpos de agua. En este sentido, el IMTA (2004) reporta que la presa Mocúzari recibe en promedio un millón de toneladas de sedimentos anualmente, es decir, desde su construcción ha captado más de 50 millones de m^3 de suelo producto de la degradación en la parte alta y media de la cuenca.

Por otro lado, las comunidades rurales en la parte alta y media de la cuenca del río Mayo, utilizan los ecosistemas circundantes para proveerse de alimentos, leña, forrajes, agua, plantas medicinales y materias primas. Estas actividades, además de erosión, han generado impactos ambientales importantes como la pérdida de hábitat de la fauna silvestre y el incremento del escurrimiento superficial en laderas. Por ejemplo, Palacios et al. (2009) reporta una reducción en la superficie de la selva baja caducifolia superior al 5% en el periodo de 1984-2004.

Producto de los giros económicos de la región, el incremento en la urbanización, el abuso de agroquímicos en la planicie costera, la quema de residuos agrícolas y la ampliación de zonas para cultivo, el cauce del río Mato se ha contaminado con descargas de aguas residuales municipales, drenaje agrícola, subproductos mineros de las partes altas y residuos piscícolas. Estas aguas además de descargar directamente al Golfo de California, una fracción de estas son descargadas a través del sistema de drenaje del distrito de riego a los esteros de Moroncarit y la Bahía de Yavaros. Pulido et al. (2009) mencionan que los drenes en la zona de descarga reducen su capacidad de conducción, por deficiencias en el mantenimiento, lo que ha aumentado los problemas de salinidad y manto

freático superficial en las áreas localizadas por abajo de la cota 5. De igual forma, Duarte et al. (2014) reporta daños significativos al bosque de galería y una reducción del manglar, superior al 50%, por la expansión de las granjas acuícolas.

15. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

La Subregión Hidrológica río Mayo cubre una superficie de 14,827.51 km^2, está conformada por las cuencas del río Mayo 1 (Alto Mayo), Arroyo Quiriego, río Mayo 2 (Alto Pesqueira) y río Mayo 3 (Bajo Mayo), que ocupan el 51.48%, 7.15%, 15.77% y 25.61% de la subregión hidrológica, respectivamente. El recurso hidráulico más importante de la subregión hidrológica lo constituye el río Mayo, el cual tiene una longitud de cauce principal, hasta su desembocadura en el Golfo de California, de 294 km.

Las aguas superficiales y subterráneas representan una disponibilidad media anual de 1,343.5 Hm^3 de la cual el agua subterránea aporta el 12.9% de la disponibilidad anual (174.5 Hm^3) mientras que el agua superficial representa el 87.1% del total disponible en la subregión (1,169 Hm3).

De acuerdo censo de Población y Vivienda 2010 del INEGI (2017), la población total asentada en esta subregión es de 289,861 habitantes, de esta el 89.61% se concentra en la cuenca del Mayo 3, específicamente en los municipios Navojoa, Huatabampo y Etchojoa. Los usos principales de los volúmenes de agua disponibles en la región, de acuerdo al Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la CONAGUA, son agrícola (90%), público urbano (7%), industrial (1%) y el restante 2% corresponde a los sectores pecuario, acuícola y de servicios.

Las deficiencias en la conducción, distribución y aplicación del agua en el riego y en el uso público urbano, la falta de drenaje y saneamiento urbano y rural y la contaminación por las aguas de retorno agrícola, disminuyen la disponibilidad de agua y limitan la posibilidad para diversos usos

De acuerdo a la CONAGUA, los registros de precipitación son de 150 mm en la planicie costera y de hasta 1,000 mm en las partes altas de la sierra. Sin embargo, la ocurrencia de la lluvia muestra una tendencia variable en espacio y tiempo; en los últimos años, el ciclo pluvial se ha inclinado, a nivel regional, hacia condiciones de sequía. Esto ha provocado reducciones importantes en los volúmenes de escurrimiento y disponibilidad del agua superficial para riego. Esta restricción hídrica ha sido complementada, en forma parcial, con bombeo de aguas subterráneas, lo que ha incrementado la concentración de sales en las partes bajas del acuífero y limitado su explotación. Esta problemática exige el manejo de ambas fuentes de abastecimiento conforme a un plan de manejo integral del agua.

En parte baja de la cuenca del río Mayo, la construcción de presas y sistemas hidráulicos para

control de avenidas, generación de energía eléctrica y riego; explotación forestal, construcción de carreteras, desmontes y desvió de corrientes, han modificado sustancialmente el entorno ecológico. El cauce del rio se ha contaminado por agentes de diversas fuentes que provienen de descargas de aguas residuales municipales, agrícolas, porcícolas y acuícolas; por el abuso de agroquímicos en la planicie costera, quema de residuos agrícolas, ampliación de zonas de cultivo, ganadería extensiva, extracción de materiales pétreos y desechos mineros de las partes altas. Lo que ha impactado negativo en la vegetación de la parte baja de la cuenca del río Mayo, sin soslayar la presencia de problemas de salinidad en los terrenos de cultivo.

La vegetación del río Mayo, de la costa a la montaña, está formada por dunas costeras, manglares, mezquitales, vegetación de galería, selva baja caducifolia, pastizal inducido, bosques de encino y pino en la parte alta. La diversidad de especies se incrementa de la parte alta, a la parte baja; ya que a menor altitud mayor es la presión sobre los recursos naturales por una mayor urbanización y agricultura más intensiva. La degradación de las comunidades vegetales también se presenta en los humedales costeros (por establecimiento de granjas acuícolas), en el bosque de galería (por la tala de árboles para tendido eléctrico) y en los manglares (por la modificación de la calidad del agua y el crecimiento de las granjas acuícolas).

La caracterización del régimen natural del sitio, permitió conocer el comportamiento histórico del río y los umbrales de variación (gastos medios, máximos y mínimos), lo que nos permite reconocer la importancia de mantener la variabilidad y una adecuada asignación del caudal ecológico, ya que está relacionado con los procesos ambientales que ocurren en los ríos, esto ayudará a la conservación, restauración de la estructura y funciones de los ecosistemas acuáticos.

El caudal ecológico determinado para la subregión hidrológica del río Mayo, es un indicador del volumen mínimo que se ha de procurar para mantener la riqueza natural existente en la Subregión, ya que su observancia permitirá la conservación de especies animales y vegetales principalmente en humedales, esteros y corredores riparios de la Subregión hidrológica. Para procurar este caudal es necesario establecer los mecanismos que permitan garantizar un adecuado control de las extracciones y la sustentabilidad hidrológica de los aprovechamientos de las aguas nacionales superficiales para usos agrícolas, pecuarios, doméstico, industriales, acuícolas y urbanos que permitan la conservación de los ecosistemas vitales, la riqueza natural, el bienestar social y el desarrollo económico, garantizando finalmente la sustentabilidad hidrológica de la Subregión Hidrológica río Mayo.

Recomendaciones

Para la cuenca del río Mayo 1 se recomienda dirigir acciones que ayuden a preservación y conservación de los ecosistemas existentes, ya que en esta cuenca existe una importancia ecológica

alta debido a presencia de áreas naturales protegidas como Cascadas de Bassaseachic y Tutuaca y una presión de uso baja, ya que existen asentamientos humanos ralos, lo que se traduce en una demanda de agua baja.

Para el caso de la cuenca del río Mayo 2 la presión de uso es muy alta y su importancia ecológica es media, que requiere de acciones encaminadas a la recuperación de ecosistemas. En esta cuenca existen poblaciones de diferentes especies de relevancia regional, por su aportación a servicios ecosistémicos o al desarrollo socioeconómico, como ocurre en el área natural protegida Sierra de Álamos- río Cuchujaqui.

Para el río Mayo 3 presenta una presión de uso muy alta debido a la presencia de zonas urbanas y a las concesiones otorgadas para el distrito de riego 038 río Mayo. Su importancia ecológica muy alta debido a la presencia del sitio Ramsar Humedal Yavaros-Moroncarit que es considerado un sitio prioritario para la conservación, ya que cuenta con varias especies de relevancia que se encuentran bajo protección. La importancia de mantener el régimen hidrológico en esta cuenca radica en preservar la estructura natural e integridad asociada a los servicios ecosistémicos que brinda el humedal, es necesario encaminar acciones que mejoren la conectividad en estos ecosistemas teniendo como objetivo claro el mejoramiento y restauración del Humedal Yavaros-Moroncarit.

Dado que el uso agrícola representa una fracción importante del agua utilizada en Subregión Hidrológica del río Mayo (90%) y las eficiencias de aprovechamiento son relativamente bajas (67%), es conveniente reforzar acciones para modernizar la infraestructura y tecnificar el riego, incluyendo la medición de los volúmenes aplicados.

Efectuar mejoras en el tratamiento adecuado de las descargas de aguas residuales municipales, de drenes agrícolas y las provenientes de las actividades porcícolas; así como un uso racional de los agroquímicos con la finalidad de evitar o disminuir la contaminación a los cuerpos receptores que dañan la actividad acuícola, y la composición, permanencia, cobertura, distribución y funcionamiento de los ecosistemas naturales, especialmente los manglares y bosque de galería.

Desarrollar planes de drenaje de acuerdo a los esquemas actuales de irrigación. Existe el potencial de que la salinidad aumente mientras los sistemas de drenaje no sean instalados adecuadamente y no sean suficientes. Tratar de realizar las acciones de drenaje a escala regional pues los niveles estáticos incrementan más allá de los límites de unas parcelas. Es necesario un cálculo adecuado de las láminas de riego para evitar los excesos de irrigación en el área que agreguen más sales al suelo y agua.

La cuenca del Arroyo Quiriego presenta una presión de uso media, ya que la demanda de agua para uso público no es tan grande debido que los asentamientos en la zona no presentan un

desarrollo urbano como en el caso del río Mayo 3. La importancia ecología de esta cuenca es baja ya que no existe algún área de conservación o protección. La cuenca está sometida a una fuerte presión por el cambio de uso de suelo y alteración de hábitat. Las acciones en esta cuenca deben encaminarse a mejorar la conectividad de los ecosistemas, su recuperación y a la creación de planes de manejo integral.

Establecer una zona de reserva agua de superficial para uso ambiental y/o de conservación ecológica, acorde con los objetivos ambientales de las cuencas de acuerdo con los resultados del cálculo de caudal ecológico que se muestra en el cuadro siguiente:

Subregión hidrológica	Subcuenca	Área	Escurrimiento Medio Anual	Gasto Diario	OA	Caudal ecológico	% del EMA
		(Ha)	hm^3	m^3/s		hm^3	
Río Mayo 1	Río Mayo	763,303.00	955.4	30.3	A	497.7	52.1
Arroyo Quiriego	Arroyo Quiriego	105,948.00	26.1	0.83	C	2.9	11.2
Río Mayo 2	Arroyo Grande.	34,038.20	21.7	0.689	D	0.734	3.4
	Río Mayo (Hasta P. Mocúzari)	814,226.70	1028.4	32.6	D	217.4	21.1
	Arroyo Quiriego (Hasta P. Mocúzari)	198,853.20	65.4	2.07	D	2.1	3.2
	Contorno Presa Mocúzari	42,758.09	20.9	0.66			
Río Mayo 3	Presa Mocúzari -Desembocadura del Río Mayo.	202,118.10	224.7	7.13	C	109.98	48.4
	Humedal Yavaros-Moroncarit.	177,587.00	326.4	10.35	C	146.76	44.5

16. Bibliografía

- **Arias Patrón, E. 2005.** Plan de acción para el uso eficiente de agua dulce en el Golfo de California. Reporte técnico final para WWF. 64 p.
- **Búrquez, Alberto, Angelina Martínez-Yrizar, Richard Felger y David Yetman. 2006.** Biodiversity at the Southern Desert Edge in Southern Sonora, México. En Ecology and Conservation of the Sonoran Desert Flora. A Tribute to the Desert Laboratory. Tucson: University of Arizona.
- **Bye, Robert. 1984.** Prominence of the Sierra Madre Occidental in the Biodiversity of Mexico. En Biodiversity and Management of the Madrean Archipielago. The Sky Islands of Southwestern United States and Northwestern Mexico, editado por USDA, pp. 19-27. Tucson: USDA.
- **CEDES (Comisión de Ecología y Desarrollo Sustentable del Estado de Sonora). 2011**. Ficha informativa de los Humedales de Ramsar: Humedales de Yavaros-Moroncarit. Sonora, México. Disponible en http://ramsar.conanp.gob.mx/sitios.php
- **CONABIO (Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad), 2009.** Base de Datos Geográfica de Área Naturales Protegidas Estatales y del Distrito Federal de México. http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadata/gis/anpe09gw.xml?_xsl=/db/metadata/xsl/fgdc_html.xsl&_indent=no
- **CONABIO (Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad), 2017.** Regiones terrestres prioritarias, Regiones Hidrológicas prioritarias, áreas de importancia para la conservación de Aves (AICAS) http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tnoroeste.html
- **CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 1995.** Presas de México, Vol. III. SEMARNAP México, D.F. 199 pp.
- **CONAGUA-SEMARNAP. 1997.** Presas de México, 1982-1994, Vol. III. México.
- **CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2012b.** Registro de vedas de aguas subterráneas, CONAGUA, México, en línea: http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Noticias/VEDAS_SUBTERRANEAS_P.pdf
- **CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2015.** subsistema de visualización, en Google Earth, de las capas de datos geográficos de los aprovechamientos inscritos del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA). Disponible en: http://siga.conagua.gob.mx/REPDA/Menu/FrameKMZ.htm (Consultado el 10 de mayo del 2017).
- **CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2015a**. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el Acuífero San Bernardo (2658), Estado de Sonora. Publicado en el Diario Oficial de la Federación, 20 de abril del 2015.
- **CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2015b.** Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el Acuífero Valle del Mayo (2642), Estado de Sonora. Publicado en el Diario

Oficial de la Federación, 20 de abril del 2015.

- **CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2015c**. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el Acuífero Rosario-Tesopaco-El Quiriego (2646), Estado de Sonora. Publicado en el Diario Oficial de la Federación, 20 de abril del 2015.
- **CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2015d.** Reutilización de Aguas Residuales en México: http://files.conagua.gob.mx/transparencia/REUTILIZACI%C3%93N-AR-SON.pdf.
- **CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) 2017.** Registro público de derechos de agua (REPDA). https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/registro-publico-de-derechos-de-agua-repda-55190
- **CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), 2016**. Plan de manejo de Parque Nacional Cascada de Bassaseachic
- **CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), 2015.** Plan de manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui.
- **CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas), 2014.** Plan de manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Tutuaca
- **DDR-Mayo (Distrito de Riego del Río Mayo). 2017.** Página web de la sociedad de Usuarios del Distrito de Riego del río Mayo http://drrmayo.mx/historia/. Consulta de mayo, 2017.
- **DeBano, Leonard F. 1999.** Biodiversity and the Management of the Madrean Archipelago: The Sky Islands of Southwestern United States and Northwestern Mexico. DIANE publishing.
- **DOF (Diario Oficial de la Federación), 2016a**. Ley de aguas Nacionales, publicada el 24/03/2016.
- **DOF (Diario Oficial de la Federación). 1994.** Reglamento de Ley de Aguas Nacionales, última modificación publicada el 25-08-2014.
- **DOF (Diario Oficial de la Federación). 2006**, Programa Hídrico 1995-2000, para México, publicado el 10/06/1996.
- **DOF (Diario Oficial de la Federación). 2012.** Norma Mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012, Procedimiento para la determinación el Caudal ecológico en cuencas hidrológicas. CONAGUA 2012.
- **DOF (Diario Oficial de la Federación). 2012.** Norma Mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012, Procedimiento para la determinación el Caudal ecológico en cuencas hidrológicas. CONAGUA 2012.
- **DOF (Diario Oficial de la Federación). 2013.** ACUERDO General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 175 acuíferos que se indican. Diario Oficial de la Federación, 5 de abril de 2013.
- **DOF (Diario Oficial de la Federación). 2015.** Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA. 2015. Especificaciones y método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas

nacionales. SEMARNAT, 2015.

- **DOF (Diario Oficial de la Federación). 2015.** Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015. Especificaciones y método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. SEMARNAT, 2015.
- **DOF (Diario Oficial de la Federación). 2016**. ACUERDO por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas superficiales nacionales de las 731 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 regiones hidrológicas en que se encuentra dividido los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación, 07 de julio del 2016.
- **Duarte Ruiz, J.C., R. Osuna R. y T de J: Parra V. 2014.** Recursos florísticos de la cuenca baja del río Mayo, Sonora. Epistemus, 8(19): 36-43.
- **García, Enriqueta; Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, 2004;** Instituto Nacional de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México; Quinta Edición: corregida y aumentada
- **Global Environmental Flows Network (GEFN). 2006.** Sitio web de la Red Global de Caudales Ambientales. Sitio web y fecha de consulta: http://www.eflownet.org/ index.cfm?linkcategoryid=1&siteid=1&FuseAction=main. Marzo de 2011. UICN, IWMI, DHI Water & Environment, Delft Hydraulics, SIWI, TNC, Swedish Water House, Centre for Ecology and Hydrology, Global Water for Sustainability y WWF.
- **GWP (Global Water Partnership). 2000.** Integrated Water Resources Management (IWRM): A way to sustainability. InfoResources FOCUS No. 4 Disponible en línea: http://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/background-papers/04-integrated-water-resources-management-2000-english.pdf
- **Haro Martínez, A, H.M Arias R y I. C. Taddei B. 2015.** El valor de los servicios ambientales en la cuenca baja del río Mayo. Región y Sociedad, XXVII (63): 31-59.
- **IAES (Instituto de Acuacultura del estado de Sonora) 1999.** Estudio de Preservación para la recuperación de la pesquería. Presa Adolfo Ruiz Cortines. Sonora, México 33p.
- **IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua). 2017.** Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales (BANDAS). Jiutepec, Morelos, México. Sitio Web: https://www.imta.gob.mx/. (Consultado en marzo de 2017).
- **INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática), 1990.** Estudio Hidrológico del Estado de Sonora: México. D.F, 81p.
- **http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/default.aspx**
- **INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2001.** Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos, escala 1:1 000 000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática. Aguascalientes, México.
- **INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2004.** Guía para la interpretación de cartografía. Edafología. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.

- **INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática). 2005** Guía para la interpretación de cartografía Geológica. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, Aguascalientes, México.
- **INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2006.** Conjunto de datos vectorial edafológica escala 1:250 000 serie II (continuo nacional). Aguascalientes, México. Sitio Web: http://www.inegi.org.mx/.
- **INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2008.** Conjunto de datos vectoriales de Unidades Climáticas escala 1:1 000 000.
- **INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2009.** Conjunto de datos vectoriales edafológicos, serie II, escala 1:250,000. Consulta Abril, 2017. http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/edafologia/vectorial_serieii.aspx
- **INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática), 2010.** Censo de Población y Vivienda.
- **INEGI (Instituto Nacional de Geografía y Estadística). 2011**. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie V, escala 1: 250 000. México.
- **INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2014.** Conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación, serie V, escala 1:250,000. Consulta abril 2017. http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/usosuelo/Default.aspx
- **Jenkins, P. D., P. S. Martin, L. A. McDade, M. Fishbein, T. R. Van Devender y A. Búrquez. 1995.** Plant phenological patterns of a tropical dry forest with bimodal annual rainfall: Río Mayo Basin, Northwestern Mexico. San Diego: Association for Tropical Biology.
- **Martin, P.S., D. Yetman, M. Fishbein, P. Jenkins, T.R. Van Devender Y R.K. Wilson. 1998.** Gentry's Rio Mayo Plants. The Tropical Deciduous Forest and Environs of Northwest Mexico. University of Arizona Press, Tucsón, Arizona.
- **Martínez Cruz, D.A. 2014.** Impacto ambiental de la agricultura de riego en la calidad del suelo y los recursos hídricos en el Distrito de Riego 038 Río Mayo Navojoa, Sonora México. Tesis de Doctor en Ciencias, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 212 pp.
- **Palacios Sánchez, J.E.; E. Mejía S.; J. L. Oropeza M.; M.R Martínez M.; B. Figueroa S. 2009.** Impacto de las actividades económicas en los recursos suelo y vegetación. Terra Latinoamericana, 27(3): 247-255.
- **Pedroza González, Edmundo e Hinojosa Cuéllar, Gustavo A. 2014.** Manejo y distribución del agua en distritos de riego. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Jiutepec, Morelos, México. ISBN: 978-607-7563-96-9.
- **Pedroza González, Edmundo e Hinojosa Cuéllar, Gustavo A. 2014.** Manejo y distribución del agua en distritos de riego. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Jiutepec, Morelos, México. ISBN: 978-607-7563-96-9.
- **PRONACOSE (Programa Nacional de Combate a la Sequía). 2014.** Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía, Cuenca Río Mayo. Link: https://www.gob.mx/cms/

uploads/attachment/file/99954/PMPMS_CC_R_o_Mayo_R.pdf

- **Pulido Madrigal, L., L González M. y M. Villarreal P. 2009.** Metodología para el diagnóstico, manejo y control de la salinidad, aplicada en el distrito de riego 038 Río Mayo, Sonora, México. Ingeniería Hidráulica en México, 24(1): 55-72.
- **Rzedowski, J. 2001.** Diversidad y orígenes de la flora Fanerogámica de México, Instituto Nacional de Ecología (INECOL), Centro Regional del Bajío.
- **SEDENA (Secretaría de la Defensa Nacional). 2017.** Conjunto de datos Vectoriales escala 1:100000 cubrimiento nacional, hidrografías. https://datos.gob.mx/busca/dataset/carta-general-de-la-republica-mexicana/resource/61a5fbd4-78b8-4bd0-96f6-751225011a04
- **SEMARNAT. 2004.** Centros de almacenamiento y transformación de materias primas forestales maderables. Sonora. http://www.semarnat.gob.mx/
- **SEMARNAT. 2013.** Programa Nacional Hídrico 2014-2018. https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/programa-nacional-hidrico-pnh-2014-2018
- **SEMARNAT-CONANP. 2016.** Programa de Manejo Parque Nacional Cascada de Bassaseachic. 1ª Ed. México, D.F. 148 pp.
- **Servín Aguilar, M. 1996.** Diagnóstico para el saneamiento de la cuenca del río Mayo. Tesis de Maestría en Ingeniería en Administración de Recursos Hidráulicos. ITSON. Cd. Obregón Sonora, México, p. 127.
- **SGM (Servicio Geológico Mexicano). 2015.** Continuo Nacional de Geología de la República Mexicana escala 1:250,000. https://datos.gob.mx/busca/dataset/cartografia-geologia-de-la-republica-mexicana-escala-1-250000
- **SMN (Servicio Meteorológico Nacional). 2017.** Base de datos climatológica nacional. Sistema CLICOM (Climate Computing Project). Consultado mayo 2017. http://clicom-mex.cicese.mx/
- **Trejo, I. y R. Dirzo. 2000.** Deforestation in seasonally dry tropical forests : Anational and local analysis in Mexico. Biological Conservation 94: 133-142.
- **Valencia Ortega, G. 2009.** Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR), Ecosistema Arroyo Verde APFF Sierra de Álamos Río Cuchujaqui. Hermosillo Son. 17 pp.
- **Velázquez, A.; Mas, J. F.; Díaz Gallegos, J. R.; Mayorga Saucedo, R.; Alcántara, P. C.; Castro, R.; Fernández, T.; Bocco, G.; Ezcurra, E.; Palacio, J. L. 2002.** Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. Gaceta Ecológica 62: 21-37.
- **WWF (World Wildlife Fund). 2011.** Guía para la determinación de caudal ecológico en México: Sistematización de experiencias de la Alianza WWF – Fundación Gonzalo Río Arronte I.A.P. 96 p.
- **WWF (World Wildlife Fund). 2017.** Programa nacional de reservas de agua. Reservas de agua, México. http://www.wwf.org.mx/
- **WWF (World Wildlife Fund). 2016.** Programa nacional de reservas de agua. Reservas de agua, México. http://www.wwf.org.mx/

- **Páginas de interés**: **https://agua.org.mx/categoria/marco-juridico/**

Anexo 1. Determinación del gasto ecológico en la cuenca del Río Mayo.

La cuenca del río Mayo se divide en cuatro subregiones hidrológicas, denominadas: río Mayo 1, que abarca desde su nacimiento hasta la ubicación da la estación hidrométrica, San Bernardo; Río Mayo 2, que va desde las estaciones hidrométricas San Bernardo y Tezocoma hasta la presa Adolfo Ruiz Cortines (Mocúzari); río Mayo 3 que va desde la cortina de presa hasta su desembocadura al mar de Cortés; por último, se tiene la subcuenca del arroyo Quiriego que vas desde su nacimiento hasta la estación de aforo Tezocoma (Figura 1).

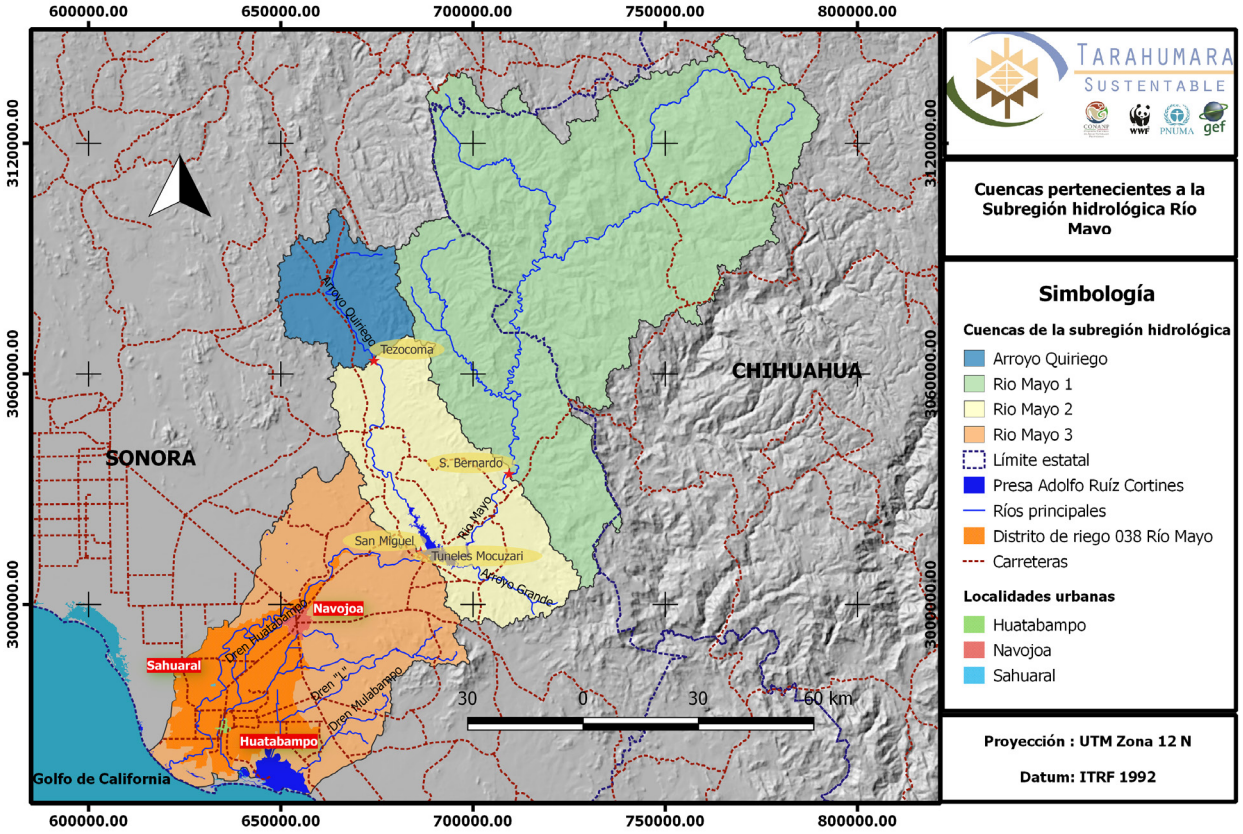


Figura 1. Subregiones hidrológicas que componen la región hidrológica del río Mayo.

Para proteger y conservar las condiciones ambientales y fomentar el equilibrio ecológico de la cuenca, se calculó el caudal ecológico con objetivo de conservar el estado ecológico de la cuenca. La metodología utilizada para determinar el caudal ecológico, para cuencas hidrológicas, se obtuvo de la Norma Mexicana NMX.AA-159-SCFI-2012, apéndice D (DOF, 2012). Dicha metodología determina el caudal ecológico en relación con los usos productivos del agua y el objetivo ambiental asociado, esto es, de acuerdo a su estado ecológico y la presión de uso del agua en la cuenca a fin

de establecer estrategias de conservación (Figura 2).

Los objetivos ambientales representan el estado ecológico que se pretende alcanzar o conservar en la cuenca, estableciendo la relación entre su valor de conservación (importancia ecológica) y la implicación de los usos productivos del agua (presión de uso). La importancia ecológica y la presión de uso permiten reconocer las necesidades ambientales de agua conforme a la vocación específica de cada cuenca.

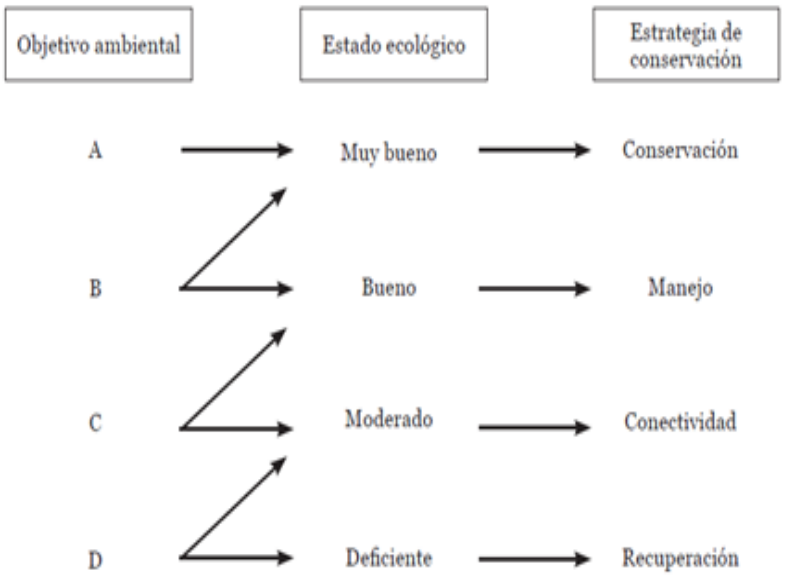


Figura 2. Modelo conceptual del objetivo ambiental, estado ecológico y estrategia de conservación.

En el Cuadro 1 se indican los objetivos ambientales, actualizado al 2016, usados para el cálculo de caudal ecológico por subregión hidrológica (WWF, 2017).

Cuadro 1. Objetivos ambientales para determinar el régimen del caudal ecológico.

Subregión hidrológica	Objetivo Ambiental
Río Mayo 1	A
Río Mayo 2	D
Río Mayo 3	C
Arroyo Quiriego	C

El caudal ecológico para las subregiones hidrológicas río Mayo 1 y Arroyo Quiriego fue a partir de los registros hidrométricos (CONAGUA, 2017) de las estaciones de aforo San Bernardo y Tezocoma, respectivamente (ver Cuadro 2). Para la subregión del río Mayo 2 se utilizaron los reportes de "Entradas no controladas" de la Presa Mocúzari (CONAGUA, 2017) los cuales se ponderaron, para cuatro subcuencas que aportan a la presa, con base en su área de influencia y sus coeficientes de escurrimiento calculados conforme a la NOM-011-CONAGUA-2015 (DOF, 2015); la cual establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

Para la subregión hidrológica río Mayo 3 el caudal ecológico se determinó con base en los aforos (CONAGUA, 2017) de las salidas controladas de la presa (Túneles Mocúzari) y del vertedor de excedencias (Estación hidrométrica San Miguel), la eficiencia de conducción y distribución del Distrito de Riego 038 río Mayo (64.1%, según Pedroza e Hinojosa, 2014) y los coeficientes de escurrimiento para dos subcuencas (DOF, 2015), una que drena al Océano Pacífico (río Mayo) y otra a la zona de humedales Yavaros-Moroncarit con la denominación de sitio RAMSAR.

Cuadro 2. Relación de estaciones hidrométricas y corrientes analizadas.

Estación Hidrométrica	Clave	Periodo Utilizado	Datos Utilizados	Corriente
San Bernardo	09067	1960-2009	Gasto promedio diario	Río Mayo 1
Tezocoma	09068	1961-1994	Gasto promedio diario	Arroyo Quiriego
Presa Mocúzari	FD025ARC	1964-1990	Entradas no controladas	Río Mayo 2
Túneles Mocúzari	09074	1975-1997	Gasto promedio diario	Río Mayo 3
San Miguel	09091	1975.1997	Gasto de excedencia de la presa	Río Mayo 3

A continuación, se describe como se abordó y en su caso se subdividió cada subregión a fin de calcular el caudal ecológico en siete subcuencas.

Caudal ecológico río Mayo 1

Esta subregión nace en la Sierra Madre Occidental, en el estado de Chihuahua, y cubre el área de escurrimiento de la estación hidrométrica San Bernardo (Figura 3). Su área de aportación es de 7,633.03 km^2, el escurrimiento medio anual de 955.4 hm3 y su caudal medio anual es de 30.3 m^3/s.

Para el cálculo del caudal ecológico se utilizaron datos hidrométricos de la estación San Bernardo y se aplicó el procedimiento establecido en la Norma Mexicana NMX.AA-159-SCFI-2012 (DOF, 2012). Para un objetivo ambiental A, para esta subcuenca se obtuvo un caudal ecológico de 497.7 hm^3, que corresponde al 52.1% del escurrimiento medio anual. En la cuenca el periodo de lluvia se presenta de julio a septiembre y el periodo de estiaje abarca el resto del año (octubre-junio).

Subcuenca	Área (ha)	Escurrimiento Medio Anual hm^3	Gasto diario m^3/s	Objetivo ambiental	Caudal ecológico hm^3	% del EMA
Río Mayo 1	763,303.0	955.4	30.3	A	497.7	52.1

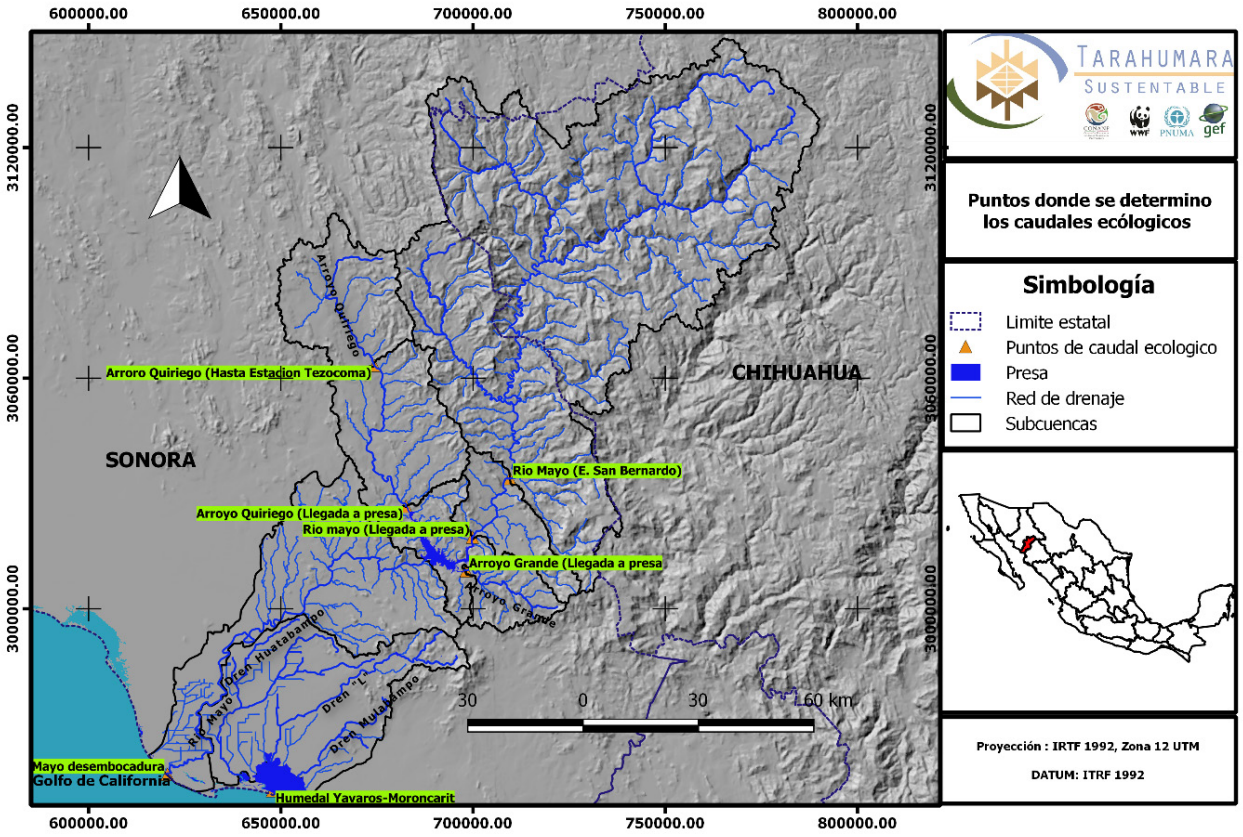


Figura 3. Ubicación de puntos donde se determinaron los caudales ecológicos

Caudal ecológico arroyo Quiriego (Tezocoma)

La subregión Arroyo Quiriego (Figura 3), abarca desde su nacimiento hasta la estación hidrométrica Tezocoma que afora el Arroyo Quiriego, cubre una superficie de 1059.48 km^2, produce un escurrimiento medio anual de 26.1 hm^3, y genera un caudal promedio de 0.83 m^3/s.

Para la determinación del caudal ecológico se utilizaron los datos de la estación hidrométrica Tezocoma (CONAGUA, 2017), siguiendo el procedimiento establecido en la Norma Mexicana NMX.AA-159-SCFI-2012 (DOF, 2012) para el periodo de registro 1961-1994. Del análisis resultó un caudal ecológico de 2.9 millones de metros cúbicos para un objetivo ambiental C. Esto corresponde al 11.2 % del escurrimiento medio anual.

Subcuenca	Área (ha)	Escurrimiento Medio Anual hm^3	Gasto diario m3/s	Objetivo ambiental	Caudal ecológico hm^3	% del EMA
Arroyo Quiriego	105,948.0	26.1	0.83	C	2.9	11.2

Caudal ecológico río Mayo 2

La Subregión hidrológica río Mayo 2 tiene su origen en las estaciones hidrométricas San Bernardo y Tezocoma, hasta su límite con la presa Adolfo Ruiz Cortines (Mocúzari). Esta subregión, ubicada en la parte media de la región hidrológica (Figura 1), recibe los escurrimientos de las subregiones Río Mayo 1 y Arroyo Quiriego, aforados por las estaciones San Bernardo y Tezocoma, respectivamente. Esta subregión, que rodea la presa Mocúzari, para el cálculo del caudal ecológico, se dividió en cuatro subcuencas que aportan sus escurrimientos directamente al vaso de la presa, estos son: Arroyo Grande, Río Mayo (tramo San Bernardo-Presa Mocúzari), Arroyo Quiriego (tramo Tezocoma-Presa Mocúzari) y en una cuarta área que rodea la presa Mocúzari con pequeños cauces (Figura 3) que descargan directamente a esta y que en conjunto cubren el 3.92% de la superficie de esta subregión hidrológica, que no fue considerada como subcuenca de estudio.

Para conocer los escurrimientos aportados, por cada una de las tres subcuencas y el área limítrofe a la presa, se utilizaron los registros diarios de "Entradas no controladas" que se reportan para la presa (CONAGUA, 2017); estos registros se ponderaron con base en su área de aportación y sus coeficientes de escurrimiento calculados conforme a la NOM-011-CONAGUA-2015 (DOF, 2015).

Los coeficientes de escurrimiento, por subcuenca, se calcularon con base en las combinaciones de tipo de suelo (INEGI, 2009) y cobertura vegetal (INEGI, 2014) que se reportan para la subregión hidrológica (Cuadro 3). Para la subregión hidrológica resultó un suelo tipo B el cual se caracteriza por una permeabilidad media.

Cuadro 3. Coeficientes de escurrimiento del río Mayo 2, por subcuenca, con base en su tipo de suelo y cobertura vegetal.

Subcuenca	Tipo de suelo	Tipo de cobertura	Superficie (ha)	K Adim.	K ponderado Adim.	CE Adim.
Arroyo Grande	B	Agricultura	6207.9	0.27		
		Asentamientos humanos	37.6	0.29	0.2565	0.123
		Pastizal	9094.3	0.24		
		Bosque	18698.7	0.26		
San Bernardo-P. Mocúzari	B	Agricultura	14034.8	0.27		
		Asentamientos humanos	56.7	0.29		
		Pastizal	13245.4	0.24		
		Bosque	23712.6	0.24		
Tezocoma-P. Mocuzari	B	Agricultura	9415.42	0.27	0.2533	0.12
		Asentamientos humanos	42.74	0.29		
		Pastizal	40180.16	0.24		
		Bosque	56310.1	0.26		

Subcuenca	Tipo de suelo	Tipo de cobertura	Superficie (ha)	K Adim.	K ponderado Adim.	CE Adim.
Contorno-Presa Mocuzari	B	Agricultura	3760.4	0.27	0.2537	0.109
		Asentamientos humanos				
		Pastizal	15227.3	0.24		
		Bosque	23770.4	0.26		

Con el propósito de calcular la lámina de escurrimiento, usando los coeficientes arriba indicados, se determinó la distribución de la precipitación reportada (SMN, 2017), con base en las aéreas de influencia de los polígonos de Thiessen correspondientes a las estaciones climatológicas y subcuencas que se indican en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Superficie que aporta cada estación climatológica a las subcuencas de la subregión hidrológica río Mayo 2.

Estación climatológica	Precipitación media anual mm	Arroyo Grande		Tramo San Bernardo-P. Mocúzari		Tramo Tezocoma-P. Mocúzari		Contorno Presa Mocúzari	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Batacosa	544.5					1,575.91	1.5		
Km 91+600	364.3					4,180.4	3.9	1,012.8	2.1
Las panelas	712.8			17,790.0	34.8	9,147.5	8.6	2,136.9	4.5
Minas nuevas	684.8	27,027.3	79.4	2,579.4	5.0			5,194.5	10.9
Presa Adolfo R. Cortines	551.9	6,383.7	18.7	7,460.4	14.6	5,328.9	5.0	39,118.6	82.4
Quiriego	645.8					50,504.6	47.7		
San Bernardo	732.7	627.5	1.8	23,219.8	45.5				
Tezocoma	710.5					35,211.2	33.2		
Total		**34,038.5**	**100.0**	**51,049.5**	**100.0**	**105,948.5**	**100.0**	**47,462.8**	**100.0**

Con los valores ponderados de lluvia, coeficiente de escurrimiento y área de las subcuencas se calculó el volumen de escurrimiento que aporta cada subárea, de la subregión hidrológica río Mayo 2, a la Presa Mocúzari (Cuadro 5).

Cuadro 5. Volumen de escurrimiento que aportan las subcuencas de la subregión hidrológica río Mayo 2 a la presa Mocúzari.

Subcuenca	Precipitación ponderada mm	CE	Superficie ha	Vol. Escurrimiento m3	Aportación %
Arroyo Grande	660.74	0.124	34,038.48	27,818,488.46	15.11
Tramo San Bernardo-Presa	696.91	0.129	51,049.48	45,996,703.45	24.98
Tramo Tezocoma-Presa	655.77	0.120	105,948.42	83,561,531.08	45.39
Contorno presa	569.66	0.110	42,758.09	26,727,538.21	14.52
Total				**184,104,261.21**	**100.0**

Una vez definido los porcentajes que aporta cada subcuenca estos se aplicaron a las "Entradas no controladas" que se reportan para la presa Mocúzari (CONAGUA, 2017). De este modo, se distribuyeron de forma proporcional y a nivel diario las "Entradas no controladas", considerando un objetivo ambiental D, posteriormente se le sumaron los escurrimientos diarios provenientes de las subregiones hidrológicas vecinas.

Los caudales ecológicos para las subcuencas "Tramo San Bernardo-Presa Mocúzari", "Tramo Tezocoma-Presa Mocúzari" y Arroyo Grande, a su llegada al vaso de la presa, se determinaron como sigue: para el caso del río Mayo se le sumaron los datos diarios de la estación hidrométrica San Bernardo y para el Arroyo Quiriego se le sumaron los datos de la estación Tezocoma. Para el caso de la subcuenca del Arroyo Grande solo se utilizaron los datos diarios de las entradas no controladas de presa según su factor de ponderación correspondiente. La subcuenca Contorno–Presa Mocúzari no se le determinó el caudal ecológico ya que esta área se conforma por múltiples escurrimientos que drenan directamente al vaso de la presa sin conformar un cauce definido.

En el siguiente cuadro se muestran las áreas que abarcan las cuencas desde su origen hasta su descarga a la presa Mocúzari.

Cuadro 6. Caudales ecológicos para las subcuencas que conforman la subregión hidrológica del río Mayo 2.

Subcuenca	AREA ha	Superficie %	Escurrimiento Medio Anual hm^3	Gasto Medio diario m^3/s	Caudal ecológico hm^3	% del EMA
Arroyo Grande	34,038.16	3.12	21.7	0.689	0.734	3.4
Río Mayo (Tramo San Bernardo-Presa)	814,226.72	74.71	1028.4	32.6	217.4	21.1
Arroyo Quiriego (Tramo Tezocoma-Presa)	198,853.21	18.25	65.4	2.07	2.1	3.2
Contorno Presa Mocúzari*	42,758.09	3.92				
TOTAL	**1,089,876.18**	**100.00**				

* Para el contorno de la presa no se determinó caudal ecológico ya que no se tiene un punto único de salida y solo aporta el 3.92% de la superficie de la subregión hidrológica.

Caudal ecológico río Mayo 3

Esta subregión hidrológica abarca desde la cortina de la presa Adolfo Ruiz Cortines (Mocúzari) hasta la costa del golfo de California. Tomando como base el sistema de canales y drenes del Distrito de Riego 038 río Mayo, la subregión se dividió en dos subcuencas delimitadas, a partir de la presa derivadora del canal principal denominado Margen Izquierdo y del canal principal Margen Derecho, del río Mayo (Figura 4). De este modo, la margen derecha del río Mayo drena directamente al golfo de California. Mientras que la margen izquierda del río Mayo, producto del dominio topográfico de este canal principal, drena hacia el humedal Yavaros-Moroncarit, el cual tiene la denominación de sitio RAMSAR.

La cantidad de agua de riego que retorna al sistema de drenaje del distrito se calculó, con base en los aforos diarios de la estación hidrométrica Túneles Mocúzari, la proporción de superficie de riego de cada margen y las eficiencias de conducción y distribución de los canales. Para el Distrito de Riego 038, río Mayo, se reporta una eficiencia general de conducción y distribución del agua riego del 64.1% (Pedroza e Hinojosa, 2014), lo que implica que el 35.9% del agua aforada en la estación hidrométrica Túneles de Mocúzari se pierde por el estado de conservación y manejo de los canales de riego; agua que eventualmente se concentra en la red de drenaje del distrito para su salida al mar.

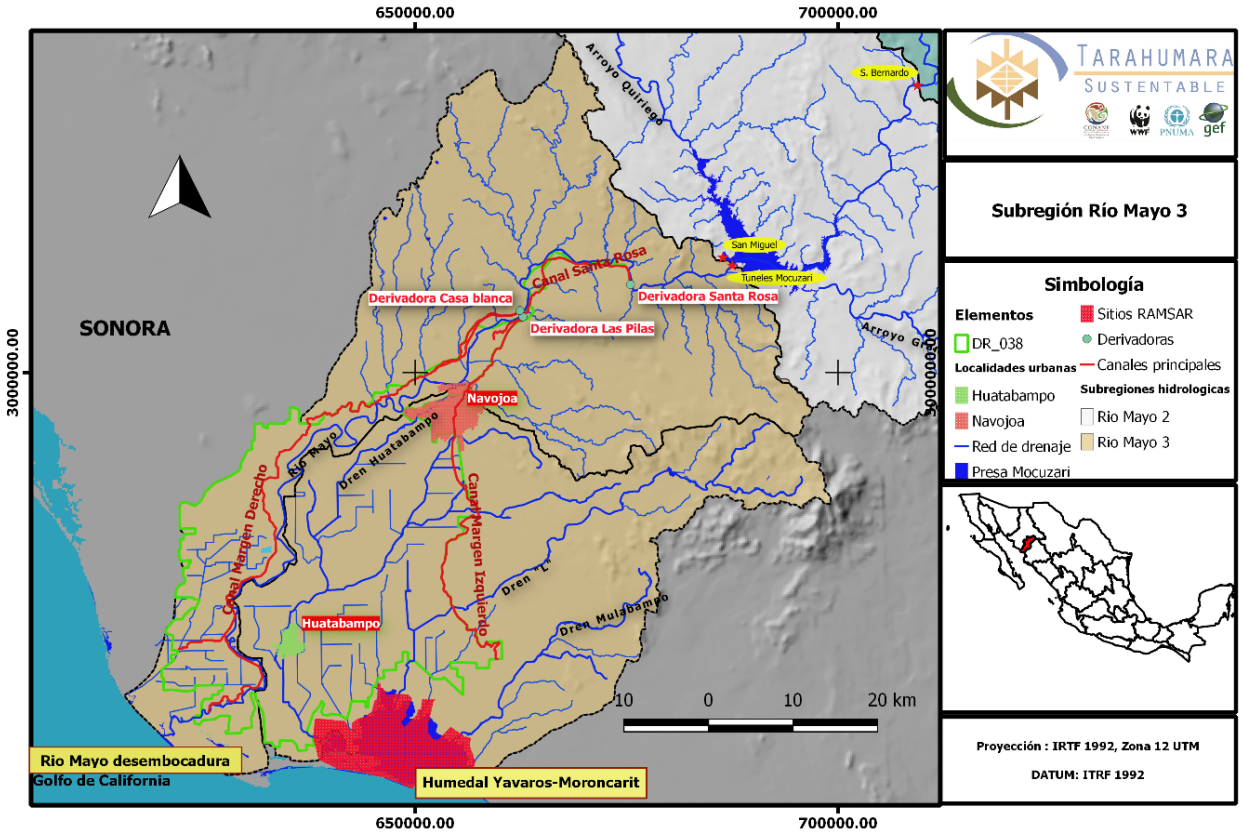


Figura 4. Distrito de Riego 038, río Mayo, con relación al sistema de drenaje de la Subregión Hidrológica río Mayo 3.

A partir de esta subdivisión de la subregión hidrológica, en dos subcuencas, el caudal ecológico de la subcuenca denominada río Mayo se calculó con base en los aforos diarios de la estación hidrométrica Túneles de Mocúzari, de los escurrimientos superficiales producto de la lluvia sobre la subcuenca y los aforos diarios del vertedor de la presa Mocúzari (Estación hidrométrica San Miguel). Por otra parte, en la subcuenca denominada humedal Yavaros-Moroncarit el caudal ecológico se calculó en función de los aforos diarios de la estación hidrométrica Túneles de Macúzari y los escurrimientos superficiales producto de la lluvia en esta subcuenca.

Para la determinación del caudal ecológico se utilizaron los aforos diarios promedio de la estación hidrométrica Túneles Mocúzari, que afora las extracciones de la presa Adolfo Ruiz Cortines, los

cuales se ajustaron al porcentaje de pérdida de agua en los canales de riego y la fracción de la superficie que ocupa cada margen con respecto a la superficie total del distrito. De este modo, la subcuenca Mocúzari- Desembocadura del río Mayo, que es regada por el canal principal Margen Derecho y el canal santa Rosa, abarca una superficie de 30,773.1 ha (32.1% de la superficie del distrito de riego). Mientras que la superficie del distrito de riego, localizada en la subcuenca Humedal Yavaros-Moroncarit, regada por el canal principal Margen Izquierdo cubre una superficie de 65,075.1 ha, la cual corresponde al 67.9% de la superficie distrital.

Una vez calculadas las fracciones del distrito, que riegan cada subcuenca, se ponderó la distribución de los volúmenes de agua multiplicando los caudales para riego diarios aforados en la estación Túneles Mocúzari (salida de la presa) por el 35.9 % (agua que se pierde en la conducción de los canales de riego) y por el 32.1% (subcuenca Mocúzari- Desembocadura del río Mayo) correspondiente al Canal Margen Derecho y Canal Santa Rosa y por 67.9 %, correspondiente al volumen de agua para el Canal Margen Izquierdo (Cuadro 6).

Cuadro 7. Volumen de agua drenada al mar de las extracciones de la presa Mocúzari.

	Extracciones de la presa hm^3	Eficiencia global de conducción %	Agua drenada %	Superficie de riego	
				ha	%
Margen Izquierdo		64.1	35.9	65,075.1	67.9
Margen Derecho y Canal Santa Rosa		64.1	35.9	30,773.1	32.1
Volumen de salida anual de la presa	928.87	64.1		95,848.3	100.0

Como se indicó anteriormente, para el cálculo del caudal ecológico también se consideraron los escurrimientos producto de las precipitaciones, en ambas subcuencas, con base en la metodología de la NOM-011-CONAGUA-2015 (DOF, 2015) la cual determina el volumen de escurrimiento medio anual en función del coeficiente de escurrimiento.

Los coeficientes de escurrimiento, por subcuenca, se calcularon con base en las combinaciones de tipo de suelo (INEGI, 2009) y cobertura vegetal (INEGI, 2014) que se reportan para la subregión hidrológica (Cuadro 7). Para la subregión hidrológica resultó dominante un suelo tipo C el cual se caracteriza por una permeabilidad baja.

Cuadro 8. Coeficientes de escurrimiento del río Mayo 3, por subcuenca, con base en su tipo de suelo y cobertura vegetal.

Subcuenca	Tipo de suelo	Tipo de cobertura	Superficie ha	K Adim.	K ponderado Adim.	CE Adim.
Humedal Yavaros-Moroncarit	C	Agricultura	81,519.9	0.30	0.297	0.123
	C	Asentamientos humanos	5,388.1	0.32		
	C	Pastizal	77,242.2	0.30		
	B	Bosque	12,760.2	0.26		
Presa Mocúzari -Desembocadura del Río Mayo	C	Agricultura	56,263.6	0.30	0.291	0.122
	C	Asentamientos humanos	2,523.5	0.32		
	C	Pastizal	97,347.1	0.30		
	B	Bosque	44,358.2	0.26		

Con el propósito de calcular la lámina de escurrimiento, usando los coeficientes arriba indicados, se determinó la distribución de la precipitación reportada (SMN, 2017), con base en las aéreas de influencia de los polígonos de Thiessen correspondientes a las estaciones climatológicas y subcuencas que se indican en el Cuadro 8.

Cuadro 9. Superficie que aporta cada estación climatológica a las subcuencas de la subregión hidrológica río Mayo 3.

Estación climatológica	Precipitación media anual	Mocúzari -Desembocadura del río Mayo		Humedal Yavaros-Moroncarit	
		ha	%	ha	%
Sinahuisa	366.7	21,388.3	10.6	98,000.7	55.3
CIANO	417.9	19,646.4	9.7	22,529.2	12.8
Navojoa	418.1	19,296.3	9.6	10,676.4	6.2
Minas Nuevas	696.6	7,886.7	3.9	9,194.3	5.4
El veranito	483.8	12,297.2	6.1	37,186.5	20.3
Tres hermanos	559.9	31,652.8	15.7		
Presa Adolfo Ruiz Cortines	539.7	3,629.4	1.7		
Km 91+600	368.0	48,100.7	23.8		
Villa Juárez	320.4	8,478.1	4.2		
Tesia	512.6	29,742.2	14.7		

Para las subcuencas Mocúzari- Desembocadura del río Mayo y Humedal Yavaros-Moroncarit se calculó el escurrimiento diario usando los coeficientes de escurrimiento, la superficie de las distintas combinaciones de tipo de suelo y su uso (Cuadro 7), así como la lluvia diaria (1975-1997) que precipita en estos polígonos según los porcentajes en que participa cada estación meteorológica (Cuadro 8).

Para la subcuenca Moçúzari-Desembocadura río Mayo se sumaron 1) las pérdidas diarias de conducción y distribución de agua los canales del Distrito de Riego, 2) los escurrimientos provenientes de la precipitación en la subcuenca y 3) los volúmenes diarios de agua desalojados por el vertedor de la presa Macúzari. Estos últimos escurrimientos, vertido por la presa y aforados en la estación hidrométrica San Miguel, son vertidos directamente al cauce del río Mayo y que

fines del presente trabajo se asume no se utilizan con fines de riego.

Por otra parte, para la subcuenca Humedal Yavaros-Moroncarit se sumaron los 1) escurrimientos diarios por pérdidas de conducción y distribución del distrito de riego y 2) los escurrimientos producto de las lluvias en las distintas coberturas y usos de suelo en la subcuenca. En el Cuadro 9 se muestra la integración del caudal ecológico para las dos subcuencas en que se divide la subregión hidrológica río Mayo 3.

Cuadro 10. Composición del volumen de escurrimiento medio anual de las subcuencas que integran la subregión hidrológica río Mayo 3.

Origen de escurrimiento	Mocúzari- Desembocadura del río Mayo (EMA) hm^3	Humedal Yavaros-Moroncarit (EMA) hm^3
Precipitación en el área	110.1	87.79
Pérdidas en el distrito de riego	112.8	238.65
Vertedor Hidrométrica San Miguel	2.02	
Total	**224.7**	**326.44**

Para determinar el caudal ecológico, por subcuenca, se usaron los escurrimientos diarios que produce la lluvia para el coeficiente de escurrimiento calculado y las pérdidas diarias ponderadas para los aforos de la estación Túneles de Macúzari. Específicamente para la subcuenca "Mocúzari – desembocadura del río Mayo" también se sumaron los aforos diarios de los volúmenes vertidos por la estación hidrométrica San Miguel. Con los datos diarios de escurrimiento, de las diversas fuentes, se calcularon los caudales ecológicos para cada subcuenca siguiendo la metodología de la Norma Mexicana NMX-AA-159-SCFI-2012 (DOF, 2012), que establece el procedimiento para la determinación el Caudal ecológico en cuencas hidrológicas, en su apéndice D. Los resultados de este análisis se muestran en el Cuadro 10.

Cuadro 11. Caudales ecológicos para las subcuencas que conforman la subregión hidrológica del río Mayo 3.

Subcuenca	Área ha	Coeficiente de Escurrimiento	EMA hm^3	Objetivo ambiental	Gasto m^3/s	Caudal Ecológico hm^3	% del EMA
Presa Mocúzari -Desembocadura del Río Mayo	202,118.13	0.122	224.73	C	7.13	109.98	48.49
Humedal Yavaros-Moroncarit	177,587.04	0.123	326.44	C	10.35	146.76	44.96
Total	**379,705.17**		**551.17**				

En el Cuadro 11 se resumen los caudales ecológicos, por subcuenca, de las tres subregiones hidrológicas que componen la región hidrológica del río Mayo. En cuadro se observa que el escurrimiento medio anual se incrementa conforme se pasa de las subcuencas más altas a las siguientes más bajas.

Sin embargo, este patrón se suspende por las captaciones de la presa Mocúzari, así, las subcuencas

de la subregión hidrológica río Mayo 3 presentan escurrimientos más bajos producto del agua que no es aprovechada para el riego agrícola y por los escurrimientos generados por la lluvia que ocurre en estas subcuencas, más bajas, que desembocan al mar.

La presa Mocúzari reporta (CONAGUA, 2017) un volumen de entradas media anual por ríos de 1,137.1 hm^3 y la aportación de las cuatro subcuencas del río Mayo 2 (que incluyen el volumen aportado por río Mayo 1 y Arroyo Quiriego) un volumen de 1,136.4 hm^3, ambas cifras parecidas en un 99.9%.

Por otra parte, se observa que el objetivo ambiental (OA) impacta sobremanera los caudales ecológicos. Por ejemplo, para la subcuenca de Río Mayo, para un OA tipo A, le corresponde un caudal ecológico de 499.7 hm^3 y este caudal disminuye a 217.4 hm^3, para un OA tipo D, cuando esta misma corriente llega a la presa Mocúzari; contrario al escurrimiento medio anual que sube de 955.4 a 1,028.4 hm^3.

Cuadro 12. Resumen caudal ecológico de la cuenca río Mayo.

Subregión hidrológica	Subcuenca	Área ha	Escurrimiento Medio Anual hm^3	Gasto diario m^3/s	Objetivo ambiental	Caudal ecológico hm^3	% del EMA
Río Mayo 1	Río Mayo	763,303.0	955.4	30.3	A	497.7	52.1
Arroyo Quiriego	Arroyo Quiriego	105,948.0	26.1	0.83	C	2.9	11.2
Río Mayo 2	Arroyo Grande.	34,038.2	21.7	0.689	D	0.734	3.4
	Río Mayo (Hasta P. Mocúzari)	814,226.7	1028.4	32.6	D	217.4	21.1
	Arroyo Quiriego (Hasta P. Mocúzari)	198,853.2	65.4	2.07	D	2.1	3.2
	Contorno Presa Mocúzari	42,758.1	20.9	0.66			
Río Mayo 3	Presa Mocúzari -Desembocadura del Río Mayo.	202,118.1	224.7	7.13	C	109.98	48.4
	Humedal Yavaros-Moroncarit.	177,587.0	326.4	10.35	C	146.76	44.5