

INFORME DE DIAGNOSTICO SOBRE EL ESTATUS DEL PROCESO DE ORDENAMIENTO

REGIÓN JIRA



Medio Ambiente y
Desarrollo Territorial



JALISCO
GOBIERNO DEL ESTADO

Prólogo.....	2
Revisión documental del anteproyecto POETR JIRA.....	4
Plan de trabajo.....	8
Equipo Multidisciplinario requerido.....	8
Descripción de sus funciones.....	9
Cronograma de trabajo.....	11
Consideraciones finales.....	11
Anexo A. Revisión documental.....	12
Anexo. B. Hidrología.....	16
Delimitación de microcuencas.....	16
Datos de partida y preprocesamiento.....	24
Procesamiento de los datos de precipitación.....	24
Procedimiento.....	24
Resultados.....	29
Datos de partida y fuentes de información de referencia.....	30
Tratamiento de la información.....	31
Resultados.....	32
Procedimiento.....	34
Volumen medio anual escurrimiento.....	34
Volumen anual de retorno.....	34
Volumen Anual Extracción de Agua Superficial.....	34
Volumen anual actual comprometido aguas abajo.....	35
Resultados.....	35
Bibliografía.....	46

Informe de Diagnóstico sobre el Estatus del Proceso de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca Baja del Río Ayuquila

Prólogo

El origen de la Junta Intermunicipal del Río Ayuquila (JIRA), formalizada en 2007 como Organismo Público Descentralizado (OPD), está íntimamente ligado a la necesidad de revertir el grave impacto ambiental provocado por el ingenio azucarero Melchor Ocampo desde 1998. La contaminación de las aguas del río Ayuquila¹, considerada una de las 24 cuencas prioritarias de México y uno de los 43 ríos más importantes a nivel nacional, exigió la creación de una estrategia institucional innovadora (Gerritsen y Álvarez, 2017).

Esta estrategia no solo se enfocó en el saneamiento, sino también en estructurar la política ambiental de la región. El territorio es crucial no solo por su valor en la producción agroalimentaria de exportación, sino también por su papel como corredor de conectividad ecológica con las Áreas Naturales Protegidas (ANP) Sierra de Quila (1982) y Sierra de Manantlán (1987).

La continuidad de esta iniciativa estratégica de política ambiental, destinada a regular los usos del suelo y resolver conflictos socioambientales mediante la planeación territorial para los municipios que conforman esta región (Autlán de Navarro, Ejutla, El Grullo, El Limón, Tonaya, Tolimán, Tuxcacuesco, San Gabriel, Unión de Tula y Zapotitlán de Vadillo) se reforzó en 2019, con la formalización de la coordinación intergubernamental (SEMARNAT, SEMADET, Municipios) y la OPD para la elaboración del Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Cuenca Baja del Río Ayuquila (POERCBRA).

Este informe diagnóstico se elabora con la urgencia de contextualizar y evaluar el estatus del anteproyecto. Su propósito es servir como la base técnica que guíe las decisiones y defina las acciones prioritarias de la administración 2024-2030 para asegurar la sostenibilidad del río.

En este sentido, derivado de la revisión de los documentos correspondientes al procedimiento de planeación para la formulación del programa, los cuales, fueron proporcionados a la Dirección General de Ordenamiento Territorial (DGOT) por los responsables de este ejercicio, se emiten las siguientes observaciones con el propósito de complementar las etapas de Caracterización, Diagnóstico, Pronóstico y Propuesta de este instrumento.

De acuerdo a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico, el Manual de proceso de Ordenamiento Ecológico de la SEMARNAT, la Guía de ordenamiento ecológico del territorio para autoridades municipales y los criterios establecidos por la DGOT, todo Programa de Ordenamiento Ecológico debe estructurarse de manera secuencial y contener los siguientes apartados:

¹ Este río recorre 321 kilómetros desde la Sierra de Quila, en Jalisco, hasta desembocar en el pacífico mexicano, específicamente en Boca de Pascuales, en el estado de Colima.

Introducción

La sección introductoria debe contextualizar el instrumento dentro de la política ambiental nacional y estatal. Este apartado debe contener los alcances del instrumento, antecedentes y fundamentación jurídica que otorgan atribuciones a la autoridad para ordenar el territorio. Igualmente, debe establecer la congruencia del instrumento con los planes de desarrollo urbano (de haberlos), ordenamientos ecológicos de nivel superior y demás marcos territoriales aplicables. Finalmente, la introducción debe identificar a las autoridades, órganos colegiados y dependencias responsables de coordinar y ejecutar el proceso, e incorporar una descripción del proceso participativo, incluyendo los talleres, foros y mecanismos de consulta pública mediante los cuales se integraron las aportaciones de los sectores sociales y productivos en la construcción del programa conocida como Agenda Ambiental.

Caracterización

Debe presentar una descripción integral y detallada de las condiciones ambientales, territoriales, socioeconómicas y culturales de la región. Se establece el área de estudio, considerando los límites geográficos, políticos y administrativos oficiales. El componente natural debe describir los rasgos biofísicos del territorio complementando con el análisis climatológico, la caracterización de los suelos, la hidrología superficial y subterránea, la distribución del uso de suelo y vegetación, la biodiversidad con especies prioritarias y protegidas, y el análisis de corredores biológicos y de la conectividad del paisaje, además de la delimitación de áreas de preservación, restauración y manejo sostenible.

De igual forma, debe integrar el análisis de peligros y riesgos naturales y antrópicos mediante la zonificación de áreas susceptibles. En el componente urbano-rural y socioeconómico, la caracterización debe examinar las relaciones entre asentamientos humanos, los patrones de ocupación del territorio, el crecimiento poblacional, la migración, el desarrollo humano, los grupos vulnerables y la población con discapacidad, así como las actividades económicas, los sectores productivos, el empleo y la infraestructura disponible en transporte, energía, agua, saneamiento y telecomunicaciones.

Diagnóstico

Este debe construirse a partir de los resultados de los foros de participación y la Agenda Ambiental y Urbana, documentando las problemáticas, necesidades y prioridades identificadas por los distintos actores y sectores productivos. El diagnóstico debe contener un análisis de aptitud sectorial, con base en el Manual de proceso de Ordenamiento Ecológico de la SEMARNAT, deben identificarse los grupos de aptitud dominantes y realizar un análisis de concurrencias espaciales entre sectores, con el objetivo de identificar posibles conflictos territoriales.

Pronóstico

Debe establecer una imagen objetivo, es decir, definir un horizonte temporal con métricas claras y medibles para cada sector. A partir del diagnóstico se elabora un escenario tendencial que proyecte el crecimiento, disminución o

permanencia de los diversos sectores sin la intervención del POETR. Posteriormente se desarrolla un escenario contextual que incorpore las políticas públicas, programas, proyectos y planes de inversión de los tres órdenes de gobierno, analizando sus efectos en los sectores productivos.

Finalmente se elabora un pronóstico, que integra un escenario estratégico que combine las intervenciones del escenario contextual con la aplicación de las políticas ambientales del POETR y evalúe su incidencia en el desarrollo regional para definir los objetivos de protección, preservación y aprovechamiento para cada Unidad de Gestión Ambiental que sea congruente con la imagen objetivo.

Propuesta

En este apartado se formulan, por Unidad de Gestión Ambiental (UGA), las políticas territoriales ambientales, los lineamientos ecológicos y las estrategias de desarrollo, que orientan las acciones para el ordenamiento del territorio. Asimismo, se deben definir los usos de suelo aplicables al POETR y los criterios de regulación ecológica que deberán cumplir los sectores productivos y las actividades presentes.

El apartado debe incorporar una matriz de compatibilidad que evalúe las interacciones entre los usos de suelo propuestos en cada UGA e identifique compatibilidades, incompatibilidades y condicionantes. La estrategia debe integrarse en fichas técnicas por UGA que sintetizen la propuesta territorial, incluyendo su ubicación regional, políticas aplicables, usos compatibles, criterios regulatorios, lineamientos, estrategias, información hídrica y mapas de conflictos territoriales.

Revisión documental del anteproyecto POETR JIRA

Se revisó el documento "*Caracterización_Jira_Copia de respaldo última versión 14-nov-2024*" y el archivo *POER_JIRA_Versión publicación_251018_adminpasada_sexta.pdf*, cuya fecha de modificación corresponde a la administración anterior. La revisión de ambos insumos permitió identificar avances, omisiones y áreas a mejorar en las distintas etapas del procedimiento que debe llevar la elaboración de un Programa de Ordenamiento Ecológico Regional, lo cual constituye la base para emitir las observaciones y recomendaciones técnicas presentadas en este informe.

De manera general, se identificaron diversos temas que requieren atención en cada una de las etapas del ordenamiento, a fin de asegurar su congruencia con lo que establece el marco normativo originado a partir de la articulación de los principios contenidos en la LGEEPA a fin de evitar inconsistencias y contradicciones en sus objetivos, así como evitar la duplicidad de recurso, tomando en cuenta tanto el nivel jerárquico como la escala de aplicación de los instrumentos que forman parte del Sistema Estatal de Planeación (Código Urbano, artículo 78 A).

A continuación se presentan los hallazgos para cada una de las etapas del instrumento, desglosando los temas que requieren ser atendidos o complementados, con el fin de fortalecer al POER.

1. Introducción

El documento revisado carece de alcances, fundamentos jurídicos, congruencia con el marco territorial, responsables y procesos participativos.

- Incluir la parte introductoria al documento bajo una estructura que incluya: justificación (marco legal y marco específico), convenios firmados, alcances de cada etapa del POER, objetivos y metas, fundamentos jurídicos, autoridades y órganos, así como el proceso participativo.
 - La justificación debe contener la utilidad del proyecto y motivar la realización del instrumento con un enfoque de cuenca.
 - El alcance debe delimitar la cobertura, los resultados esperados y las limitaciones del proyecto.
 - Los fundamentos jurídicos deben fundar y motivar las estrategias propuestas en el documento.
 - Se deberá analizar la adecuación del proyecto al uso del suelo, la planificación territorial vigente y la armonización con el desarrollo urbano y territorial.
 - El apartado de responsables debe identificar a las autoridades y órganos responsables, detallar sus funciones y niveles de participación, e incluir la instalación del Comité correspondiente.
 - Debe describir el proceso participativo, incluyendo los foros de opinión y la realización de la consulta pública.

2. Caracterización

Es necesario desarrollar los apartados relativos a: Hidrología superficial, subterránea y balance hídrico; Riesgos y peligros de origen natural; Dinámicas poblacionales y urbano-rurales; Sectores económicos; Corredores biológicos; Conectividad ecológica. También es necesario actualizar los mapas temáticos (mapas de ubicación, distribución y análisis espacial) y la información de uso de suelo y vegetación, dado que los datos existentes presentan varios años de rezago (desde 2014).

- Planeación Participativa
 - Descripción general de los talleres de planeación participativa, asistencia, fechas y lugar donde se realizaron, así como evidencia que sustente la realización de estos talleres .
- Delimitación del área de estudio
 - Ajustar el límite administrativo de la región conforme a los límites municipales establecidos por el IIEG (2012), excluyendo el municipio de San Gabriel por contar con un POETR vigente en el contexto del ordenamiento Tapalpa.
 - Actualizar los mapas de acuerdo con el nuevo límite administrativo.
 - Incluir población total por municipio y región.
 - Incorporar análisis sobre las superficies en conflicto administrativos, con base a las diferencias entre los límites estatales y municipales del IIEG e INEGI.
- Componente natural

- Complementar todos los apartados del componente con mapas de ubicación o distribución, así como con tablas y/o figuras que presenten datos relevantes. Incluir también la descripción de los materiales y métodos empleados, además de las fuentes de consulta utilizadas.
- Elaborar los temas referentes a climatología.
- Elaborar los temas referentes a hidrología con análisis de aprovechamiento de agua superficial y subterránea, con sus respectivos balances hidrológicos.
- Incluir análisis de “Corredores biológicos” y “Conectividad”.
- Debido a la antigüedad del análisis de uso de suelo y vegetación (diez años o más), es necesario actualizar la información sobre las coberturas vegetales, ya que durante este periodo pudieron haberse presentado cambios significativos en la dinámica territorial.
- Incluir análisis que permitan identificar las áreas de peligro, riesgo o susceptibilidad asociadas a fenómenos naturales y antrópicos, incorporando la delimitación de zonas con diferentes niveles de afectación potencial. Asimismo, agregar mapas de zonificación que representen los grados de peligro, riesgo o susceptibilidad ante las amenazas identificadas en zonas urbanas.
- Incluir análisis de cambio climático.
- Componente urbano, socioeconómico y cultural
 - Complementar los apartados del componente con mapas de ubicación o distribución, así como con tablas y figuras que integren información relevante, según se requiera. La información presentada deberá actualizarse con datos recientes. Incluir citas y fuente consultada.
 - Elaborar los apartados: Urbano-rural, infraestructura, Migración, desarrollo humano, grupos vulnerables de población, población discapacitada.

3. Diagnóstico

En esta etapa hace falta incluir información proveniente de los talleres de participación ciudadana, particularmente la relacionada con los atributos ambientales por sector económico. Este insumo es fundamental para la elaboración del análisis de aptitud, concurrencia y conflictos, componentes esenciales para estructurar adecuadamente el modelo de ordenamiento.

- Incluir la información de la Agenda ambiental, sobre las problemáticas urbano-ambientales identificadas durante los talleres de participación ciudadana. Asimismo, integrar la descripción breve del proceso mediante el cual se definieron los atributos ambientales utilizados para la elaboración de los mapas de aptitud por sector económico.
- Realizar los análisis de aptitud por sector económico con base en los atributos ambientales clasificados como aptos y no aptos, derivados de

los talleres participativos. Estos deben desarrollarse de acuerdo con los lineamientos establecidos por la SEMARNAT.

- Desarrollar el análisis de concurrencia espacial de las actividades económicas derivado del análisis de aptitud espacial. Incluir mapa con gradiente de incompatibilidad.
- Elaborar el análisis de los conflictos ambientales generados entre los distintos sectores productivos, ya sea por competencia, disponibilidad de agua o degradación del recurso.

Es fundamental incorporar la información actualizada a través de los talleres de participación ciudadana o foros de opinión realizados durante esta etapa, ya que aportan elementos clave para el desarrollo del mismo. Se debe incluir la descripción de las problemáticas urbanas y ecológicas identificadas en las mesas de trabajo por municipio, así como los atributos ambientales considerados aptos y no aptos, junto con el grado de importancia asignado a cada uno para el desarrollo del análisis de aptitud de los distintos sectores económicos. Esta información resulta esencial para fortalecer y dar sustento técnico a la etapa de Diagnóstico del ordenamiento. Se reitera que dicho análisis deberá realizarse en apego a los lineamientos metodológicos establecidos por la SEMARNAT, garantizando la congruencia del proceso con la normatividad vigente en materia de ordenamiento ecológico.

4. Pronóstico

En esta fase se deben plantear, como mínimo: un Escenario Tendencial (proyección de las dinámicas actuales sin intervención), un Escenario Contextual (considerando variables externas o globales) y un Escenario Estratégico (la imagen objetivo). Se identificó la necesidad de reorganizar la información y presentarla de manera clara y coherente. Aunque se mencionan escenarios, la metodología es poco clara, únicamente se menciona al sector urbano y, si bien se establecen horizontes temporales, no se definen metas específicas por sector. Para garantizar la congruencia metodológica y la adecuada interpretación de los resultados, es indispensable describir con claridad los materiales, procedimientos, algoritmos o métodos cualitativos utilizados para la proyección de variables a futuro, de modo que el proceso de construcción del pronóstico sea verificable, reproducible y técnicamente sólido.

- La imagen objetivo debe establecer un horizonte temporal y especificar las metas por sector.
- Actualizar el escenario tendencial para que contenga datos duros.
- El escenario contextual debe mencionar los programas, proyectos y políticas públicas a los que obedecen los cambios y hacer mención de métricas específicas.
- El escenario estratégico debe hacer referencia a la imagen objetivo y contener métricas claras.

5. Estrategia

Se observó que las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) no están delimitadas con un enfoque de cuenca, lo cual limita la coherencia territorial del instrumento. Asimismo, es necesario: Definir el concepto y los alcances de las actividades económicas, los usos de suelo aplicables al POER conforme a la aptitud y vocación del territorio; Incorporar la justificación técnica y legal de los criterios ambientales utilizados; Establecer los usos

compatibles, incompatibles y condicionados para cada UGA; Precisar los lineamientos y regulaciones correspondientes, garantizando su congruencia con el modelo de ordenamiento ecológico.

- Las UGAs se encuentran definidas pero no se delimitaron con el enfoque de cuenca que se utilizó en los otros ordenamientos.
- Las fichas de las UGA no contienen los usos de suelo aplicables a cada una. Actualizar las fichas delimitadas con el enfoque de cuenca y para que contengan los usos de suelo aplicables a cada una.
- El instrumento incluye al municipio San Gabriel, el cual ya se encuentra dentro del POETR Tapalpa. Actualizar el área de estudio del ordenamiento.
- Clasificar las políticas territoriales ambientales a partir de lo señalado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Medio Ambiente (LGEEPA).
- Agregar justificación técnica y legal a los criterios de regulación ecológica.
- Elaborar matriz de compatibilidad, que evalúa las interacciones entre los diferentes usos de suelo propuestos.
- Deseable incluir un apartado de evaluación y seguimiento que contenga los indicadores con los que se irá evaluando la aplicación y cumplimiento del POETR.

Plan de trabajo

El POER "Cuenca Baja del Río Ayuquila" requiere ser actualizado, complementado y armonizado de acuerdo con los lineamientos metodológicos para los Ordenamientos Ecológicos Territoriales de la SEMARNAT (2025) y en apego a las disposiciones que el marco legal establece para la concurrencia de la planeación territorial; esto puede significar un área de oportunidad para que la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial también ejerza sus atribuciones con eficacia, logrando un instrumento técnicamente sólido, participativo y congruente con las condiciones actuales ambientales, territoriales, ecológicas y socioeconómicas de la región, garantizando consistencia con las políticas ambientales vigentes.

Para la correcta ejecución de este plan de trabajo se requiere un equipo multidisciplinario de especialistas en los ámbitos: hidrológico, urbanístico, análisis y planeación territorial, ecosistemas y biodiversidad así como en Sistemas de Información Geográfica; además de una persona responsable de la coordinación general para el control de la gestión.

A continuación se detalla la distribución de funciones para dichos perfiles:

Equipo Multidisciplinario requerido

- **1 Coordinador/a del proyecto:** urbanista, geógrafo o especialista en planeación territorial con maestría afín y mínimo 10 años de experiencia en procesos de planeación.

- **2 Especialistas en desarrollo urbano y planeación territorial:** experiencia comprobable en instrumentos de planeación urbana y análisis socioeconómico.
- **2 Especialistas en medio ambiente e hidrología:** Ingeniería ambiental o biología con enfoque en manejo de cuencas, balance hídrico, riesgos, cambio climático y sustentabilidad.
- **3 Especialistas en sistemas de información geográfica (SIG):** manejo avanzado de herramientas geoespaciales.
- **1 Especialista en participación ciudadana:** diseño e implementación de metodologías participativas.
- **1 Especialista en diseño gráfico:** diseño editorial y de contenidos.

Descripción de sus funciones

El/La Coordinador/a del proyecto será responsable de la integración metodológica, el control de tiempos, la validación de productos y el enlace técnico entre la DGOT, el Consejo Técnico y el equipo de trabajo operativo.

Los/Las especialistas en desarrollo urbano serán los responsables de formular los componentes de planeación urbana, garantizando su estricta congruencia territorial con los instrumentos de ordenamiento ecológico y la normatividad vigente.

Los/Las especialistas en medio ambiente e hidrología serán responsables de generar el balance hídrico superficial y subterráneo, la delimitación de zonas de recarga y la estimación de disponibilidad de agua en la cuenca, así como el análisis de riesgos y biodiversidad.

Los/Las especialistas en planeación territorial (perfil complementario al de desarrollo urbano) serán responsables de los análisis socioeconómicos, culturales y regionales. Su función es esencial para armonizar el POETR con los instrumentos de planeación y garantizar que se contemplen adecuadamente las problemáticas urbano-rurales, fungiendo el ordenamiento como referencia obligatoria para la planeación local.

Con este equipo de trabajo se pretende complementar los siguientes apartados y especificidades:

Caracterización

Hidrología

- Actualizar la disponibilidad de agua superficial y subterránea.
- Elaborar balances hidrológicos actualizados.
- Delimitar zonas de recarga hídrica y vulnerabilidad.
- Integrar aprovechamientos actuales y presión sobre el recurso.

Ecosistemas y biodiversidad

- Actualizar uso de suelo y vegetación (últimos 5 años o utilizar una capa actualizada).
- Identificar cambios significativos en coberturas.
- Integrar análisis de corredores biológicos y conectividad ecológica.
- Incorporar análisis de cambio climático regional.

Riesgos naturales y antrópicos

- Integrar análisis de peligro, riesgo y susceptibilidad.
- Elaborar mapas de amenazas para zonas urbanas y ecosistemas.

Componente urbano, socioeconómico y cultural

- Actualizar información demográfica, migración y grupos vulnerables.
- Describir infraestructura y servicios regionales.
- Integrar dinámicas urbano–rurales.
- Identificar problemáticas urbano-ambientales por municipio.
- Actualizar información de las actividades económicas de la región.

SIG y análisis espacial

- Actualizar cartografía base.
- Estandarizar proyecciones y escalas.
- Elaborar mapas temáticos por componente con su metadato.

Diagnóstico

- Realizar los talleres de participación ciudadana.
- Sistematizar resultados de talleres de participación ciudadana.
- Clasificar atributos ambientales *aptos, parcialmente aptos y no aptos*.
- Elaborar mapas de aptitud por sector económico conforme a SEMARNAT.
- Integrar análisis de concurrencia espacial e incompatibilidades.
- Identificar conflictos ambientales entre sectores productivos.
- Elaborar síntesis diagnóstico por municipio y regional.

Pronóstico

- Elaborar escenarios tendenciales, deseables y posibles.
- Considerar presiones, tendencias de cambio de cobertura y demanda territorial.
- Evaluar riesgos futuros asociados a cambio climático, expansión urbana o degradación ambiental.

Propuesta

- Definir Unidades de Gestión Ambiental (UGAs).
- Establecer lineamientos, políticas y regulaciones por UGA.
- Integrar criterios de uso del suelo, conservación, restricción y aprovechamiento.
- Formular el Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio.
- Integrar las fichas por UGA

Como **Anexo A**, se incluye una tabla donde se detalla el resultado de la revisión de los documentos, así como el nivel de cumplimiento evaluado, y la prioridad de los temas introductorios y fundamentos jurídicos que habrá que atenderse.

Cronograma de trabajo

La siguiente figura muestra el cronograma general de trabajo con los tiempos estimados por mes. Estos plazos podrán ajustarse según las necesidades del proceso y la realización de las mesas de opinión requeridas para complementar cada etapa.

Figura 1.- Cronograma de trabajo

Etapas	2026												2027						
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Revisión y recopilación	X	X	X																
Caracterización			X	X	X	X													
Diagnóstico					X	X	X	X											
Pronóstico							X	X	X										
Propuesta									X	X	X	X							
Consulta Publica													X	X	X				
Atención observaciones													X	X	X	X			
Documento Final																	X	X	X

Fuente: elaboración propia.

Consideraciones finales

Para la ejecución de los servicios profesionales de un equipo como el ya descrito, durante un periodo de 7 meses, se ha calculado un presupuesto estimado de **\$1,750,000.00 pesos**. Es importante precisar que este monto está condicionado a la disponibilidad financiera. Su aprobación definitiva dependerá de los acuerdos que establezca la DGOT con la Dirección General Administrativa y la titular de la secretaría, conforme a la suficiencia presupuestal autorizada para **2026** y los compromisos programáticos vigentes hacia el **2030**.

Adicionalmente, la DGOT cuenta con información actualizada generada en este primer año gubernamental, lo que permitirá fortalecer el trabajo de los equipos que darán continuidad a los apartados relativos a límites político-administrativos, hidrología, uso de suelo, vegetación y análisis de peligros. Asimismo, se incorpora una propuesta de delimitación de microcuencas (Anexo B) que incluye datos sobre la disponibilidad de agua superficial y subterránea, así como su balance hídrico, con el propósito de integrar al POER y subsanar la ausencia del enfoque de cuencas en la versión actual del anteproyecto.

Finalmente, como siguiente paso, se plantea la articulación de una estrategia política-financiera flexible que promueva y priorice la actualización de los instrumentos de planeación territorial: ambiental y urbana. El objetivo es asistir a los municipios para que construyan herramientas claves que den certeza jurídica y técnica a la toma de decisiones que involucran la gestión de los usos de suelo a fin de **potenciar sus ingresos propios** y garantizar la gobernabilidad ambiental de la región.

Anexo A. Revisión documental

La tabla que a continuación se presenta, detalla el resultado de la revisión de cada uno de los documentos que conforman las etapas del anteproyecto del ordenamiento ecológico de la Cuenca Baja del Río Ayuquila, los valores TRUE y FALSE se utilizan para indicar si el requisito fue satisfecho o si se encuentra pendiente de subsanar a través del equipo multidisciplinario.

Tema	Cumplimiento	Prioridad	Sustento legal
Introducción			
Justificación	TRUE	Alta	LGEEPA: Art. 2 Reglamento LGEEPA en materia de ordenamiento ecológico: Art. 6 (I,II,III) y Art. 19
Alcances	FALSE	Alta	Reglamento LGEEPA en materia de OET: Art. 5
Fundamentos Jurídicos	FALSE	Máxima	LGEEPA: Art. 19 y 20 (Objeto y contenido de los OET). Reglamento LGEEPA OET: Art. 18, fracc. I (Fundamentos legales).
Objetivos y metas	TRUE		Reglamento LGEEPA en materia de ordenamiento ecológico: Art. 19 (II y IV), Art. 22
Congruencia con marco territorial	FALSE	Máxima	LGEEPA: Art. 20 Bis 3 (Congruencia de la política de OET con otros instrumentos).
Responsables (autoridades y órganos)	FALSE	Alta	Reglamento LGEEPA en materia de ordenamiento ecológico: LGEEPA: Art. 20 Bis 4 (Participación de dependencias y Comité). Reglamento LGEEPA OET: Art. 18, fracc. VI (Autoridades y órganos responsables).
Proceso participativo	FALSE	Máxima	LGEEPA: Art. 20 Bis 4 (Consulta pública). Reglamento LGEEPA OET: Cap. IV (Participación social en OET).
Caracterización			
Planeación participativa	TRUE	Alta	LGEEPA: Art. 20 Bis 5 (VII), Art. 20 BIS 8 Reglamento LGEEPA OET: Art. 18, fracc. VII (Documentación del proceso participativo).
Delimitación del área de estudio	TRUE	Alta	LGEEPA: Art. 19 (Delimitación geográfica). Sustento Técnico: Criterios de cartografía oficial (IIEG).
Componente natural	TRUE	Alta	Manual del proceso de ordenamiento ecológico SEMARNAT: Exige rigor en el sustento cartográfico y metodológico.
<i>Climatología</i>	FALSE	Alta	Reglamento LGEEPA OET: Art. 18, fracc. VIII (Información ecológica y socioeconómica).
<i>Suelo</i>	TRUE	Alta	Manual del proceso de ordenamiento ecológico SEMARNAT: Requisito de rigor en el diagnóstico

Tema	Cumplimiento	Prioridad	Sustento legal
			biofísico.
<i>Hidrología</i>	TRUE	Alta	LGEEPA: Art. 20, fracc. II (Consideración de la capacidad de asimilación y restauración de los recursos hídricos).
<i>Uso de suelo y vegetación</i>	TRUE	Máxima	Manual del proceso de ordenamiento ecológico SEMARNAT: La cartografía base (Uso de Suelo) debe estar actualizada para un Diagnóstico válido.
<i>Ecosistemas por relevancia ecológica</i>	TRUE	Alta	LGEEPA: Art. 20, fracc. II (Criterios para el aprovechamiento de ecosistemas y recursos naturales).
<i>Tipo de vegetación</i>	TRUE	Alta	Manual del proceso de ordenamiento ecológico SEMARNAT: Detalle requerido para la gestión de recursos.
<i>Biodiversidad</i>	TRUE	Alta	LGEEPA: Art. 20, fracc. II (Criterios de protección y conservación de la biodiversidad).
<i>Corredores biológicos</i>	FALSE	Alta	LGEEPA: Art. 20, fracc. IV (Criterios de preservación y restauración).
<i>Conectividad del paisaje</i>	FALSE	Alta	Manual del proceso de ordenamiento ecológico SEMARNAT: Componente clave para la conservación y manejo.
<i>Áreas de preservación y restauración</i>	TRUE	Alta	LGEEPA: Art. 20, fracc. IV (Definición de políticas de preservación y restauración).
<i>Peligros</i>	TRUE	Alta	Reglamento LGEEPA OET: Art. 18, fracc. VIII (Análisis de riesgos).
<i>Componente urbano-rural</i>	FALSE	Alta	LGEEPA: Art. 20 Bis 3 (Congruencia con desarrollo urbano).
<i>Componente socioeconómico y cultural</i>	TRUE	Alta	Reglamento LGEEPA OET: Art. 18, fracc. VIII (Información socioeconómica).
<i>Crecimiento de población</i>	TRUE	Alta	Manual del proceso de ordenamiento ecológico SEMARNAT: Dato esencial para el Diagnóstico y Pronóstico.
<i>Migración</i>	FALSE	Alta	Reglamento LGEEPA OET: Art. 18, fracc. VIII.
<i>Desarrollo humano</i>	FALSE	Alta	Manual del proceso de ordenamiento ecológico SEMARNAT: Indicadores de sustentabilidad social.
<i>Grupos vulnerables de población</i>	FALSE	Alta	LGEEPA: Art. 20, fracc. IV (Criterios de aprovechamiento sustentable).
<i>Población con</i>	FALSE	Alta	Reglamento LGEEPA OET: Art. 18, fracc. VIII

Tema	Cumplimiento	Prioridad	Sustento legal
<i>discapacidad</i>			(Análisis social).
<i>Aspectos económicos</i>	TRUE	Alta	Reglamento LGEEPA OET: Art. 18, fracc. VIII.
<i>Sectores económicos</i>	TRUE	Alta	Reglamento LGEEPA OET: Art. 18, fracc. VIII.
<i>Infraestructuras</i>	FALSE	Alta	Reglamento LGEEPA OET: Art. 18, fracc. VIII.
Diagnóstico			
Agenda ambiental y urbana /Foros de opinión	TRUE	Máxima	LGEEPA: Art. 20 Bis 5 (VII) Reglamento LGEEPA OET: Art. 18, fracc. VII (Documentación de la participación). Sustento Técnico: Vincula la percepción social con la Aptitud.
Aptitud sectorial	TRUE	Máxima	Manual del proceso de ordenamiento ecológico SEMARNAT: Requiere la definición de variables por sector con base en la participación y el análisis multicriterio.
Grupos de aptitud dominantes	TRUE	Máxima	Manual del proceso de ordenamiento ecológico SEMARNAT: La salida de este análisis depende del análisis de Aptitud.
Análisis de concurrencia espacial de conflictos	TRUE	Máxima	Manual del proceso de ordenamiento ecológico SEMARNAT: Base para la definición de UGAs y la Matriz de Compatibilidad.
Consulta pública	TRUE	Máxima	LGEEPA: Art. 20 Bis 5 (VII)
Pronóstico			
Imagen objetivo	TRUE	Alta	Manual del proceso de ordenamiento ecológico SEMARNAT: Las proyecciones deben ser medibles
Escenario tendencial	TRUE	Alta	Manual del proceso de ordenamiento ecológico SEMARNAT: Las proyecciones deben basarse en datos duros y ser cartográficamente claras.
Escenario contextual	TRUE	Alta	Manual del proceso de ordenamiento ecológico SEMARNAT: El Pronóstico debe ser congruente con la planificación de los 3 niveles de gobierno.
Escenario estratégico	TRUE	Alta	Manual del proceso de ordenamiento ecológico SEMARNAT: El escenario estratégico es la base para la Propuesta.
Estrategia			
Unidades de Gestión Ambiental	TRUE	Alta	Reglamento LGEEPA OET: Art. 18, fracc. XI (Definición de UGAs). Sustento Técnico: Debe respetar la delimitación técnica (enfoque de cuencas) y legal (no duplicidad con POETR

Tema	Cumplimiento	Prioridad	Sustento legal
			vigente).
Políticas territoriales ambientales	TRUE	Alta	LGEEPA: Art. 20, fracc. III (Clasificación de políticas: Preservación, Protección, Restauración, Aprovechamiento).
Lineamientos ecológicos	TRUE	Media	Reglamento LGEEPA OET: Art. 18, fracc. XI.
Estrategias de desarrollo del territorio	TRUE	Media	Reglamento LGEEPA OET: Art. 18, fracc. XI.
Usos de suelo	FALSE	Máxima	Reglamento LGEEPA OET: Art. 18, fracc. XIII (Esencial para la regulación).
Criterios de Regulación Ecológica	TRUE	Máxima	LGEEPA: Art. 20, fracc. IV. Reglamento LGEEPA OET: Art. 18, fracc. XI. (Los criterios son el cuerpo normativo del POETR).
Matriz de compatibilidad	FALSE	Máxima	Reglamento LGEEPA OET: Art. 18, fracc. XIII (Herramienta clave para la aplicación regulatoria).
Fichas Técnicas por UGA	TRUE	Alta	Reglamento LGEEPA OET: Art. 18, fracc. XI (Síntesis de la regulación por UGA). La clave es esencial para la gestión.
Evaluación y seguimiento	FALSE	Media	LGEEPA: Art. 20 Bis 5 (Evaluación y mecanismos de vigilancia). Reglamento LGEEPA OET: Art. 18, fracc. XIV (Indicadores de cumplimiento).

Anexo. B. Hidrología

Delimitación de microcuencas

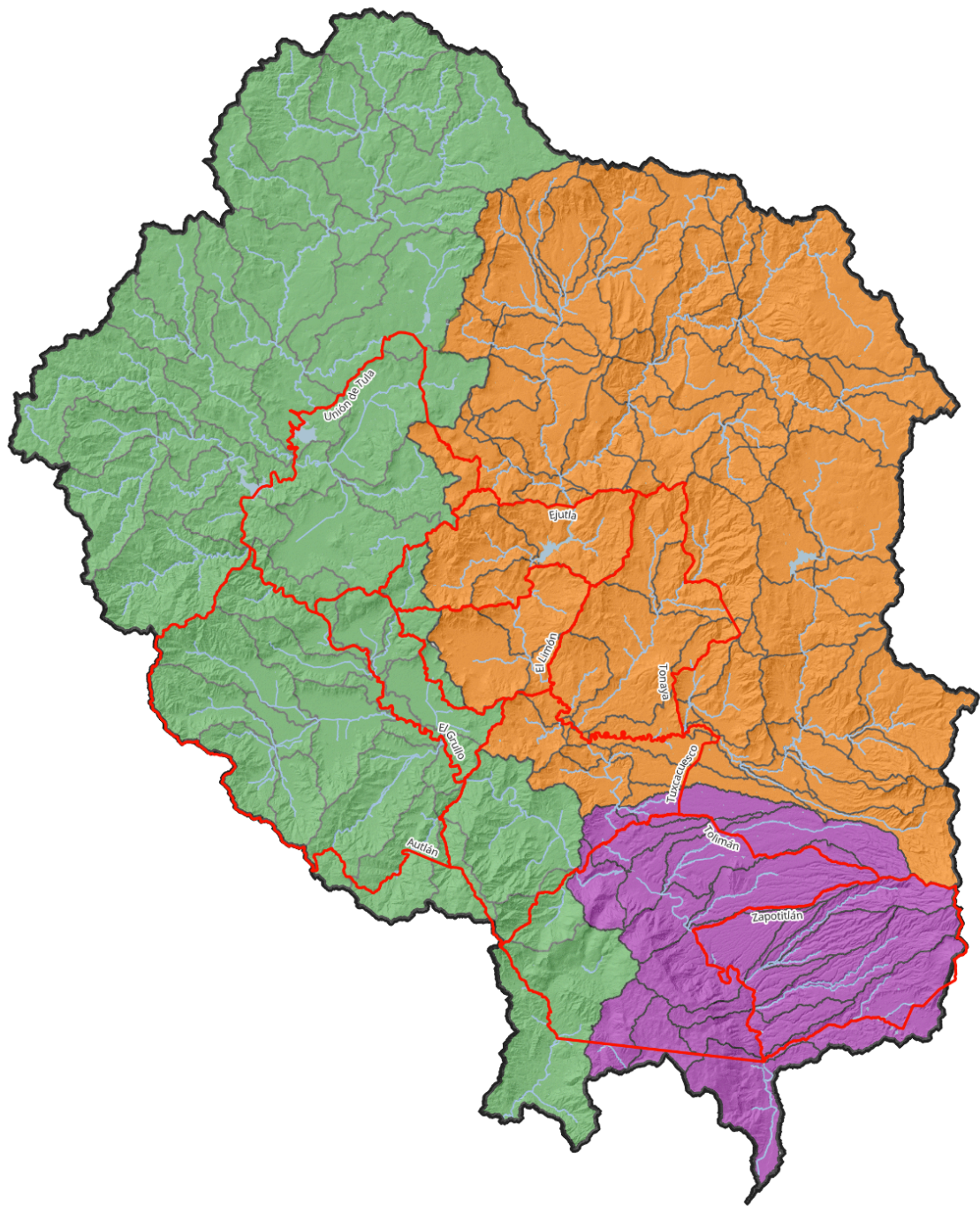
Introducción

Se presenta el tren de pensamiento y la metodología que se llevó a cabo para delimitar las microcuencas de la Región Cuenca Baja del Río Ayuquila (JIRA), tomando en cuenta la información que se tiene generada por la SEMADET para los Programas de Ordenamiento Ecológico Territoriales regionales (POETR) de la Región Tapalpa (RT) y Región Cuenca Alta Costa Sur (CACS) y la producción de información faltante para completar la delimitación de las microcuencas que componen el Área de Estudio Hidrológico (AEH) de la Región JIRA.

Antecedentes

Después de revisar la información disponible procedente de los resultados de los Programas de Ordenamiento Ecológico y Territorial de las regiones Cuenca Alta de la Costa Sur (CACS) y Tapalpa (SEMADET, 2021), se concluye que las microcuencas delimitadas para las subcuencas, Río Ayuquila y Río Tuxcacuesco son adecuadas y se pueden utilizar directamente de la información vectorial que se tiene de SEMADET. Sin embargo, estas microcuencas no cubren la totalidad de la Región JIRA.

Por tanto, se propone modelar las microcuencas faltantes utilizando las subcuencas de INEGI como límites para modelar las zonas en las que la región aún no tiene microcuencas modeladas. A continuación se muestran las microcuencas modeladas en ambos estudios previamente mencionados, el color naranja hace referencia a la subcuenca del Río Tuxcacuesco y el color verde a la del Río Ayuquila.



Mapa 2. Microcuencas que se modelaron para el área faltante en la Región JIRA.
A continuación se explican los datos de partida y el procedimiento que se usó para ello.

Datos de partida y procesamiento de la información

Se utiliza ArcHydro, para realizar la delimitación de microcuencas y se requiere la siguiente información de entrada:

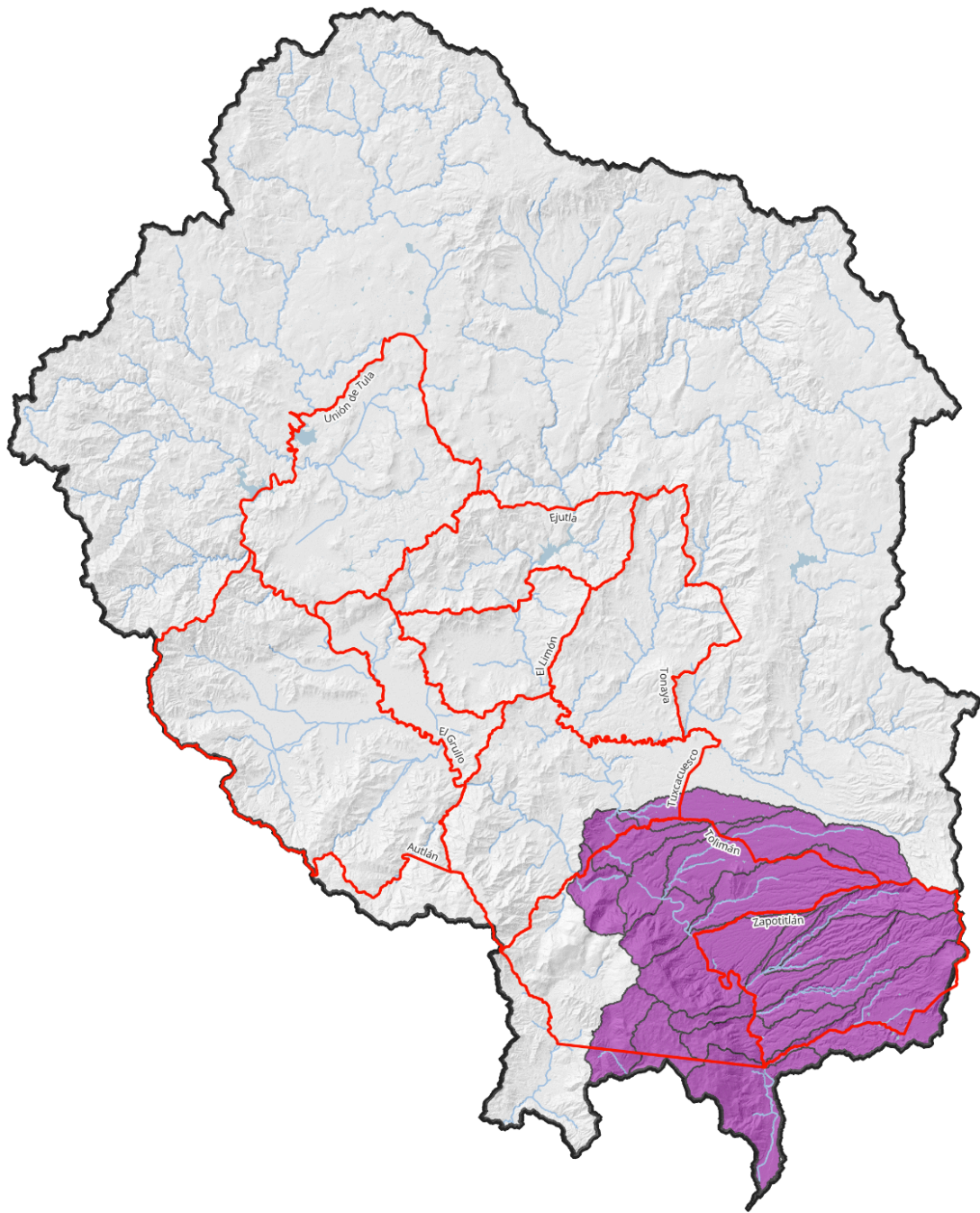
- Modelo de elevación digital (MDE), ALOS PALSAR de 12.5 metros (ASF, 2011).
- Red hidrológica, escala 1:50,000 (INEGI,2010)
- Cuerpos de agua

Es importante mencionar que es necesario que dicho modelo, y la red de drenaje se encuentren en el mismo sistema de coordenadas en las que se vaya trabajar, en esta ocasión se trabajó con UTM, Zona 13, Datum WGS84, ya que este sistema se encuentra en metros y facilita en las mediciones, de lo contrario, podría causar error en los procesos subsiguientes. Es importante destacar que se ha realizado una corrección satelital en la red de drenaje, ya que los escurrimientos no seguían el cauce marcado en la imagen satelital.

Metodología

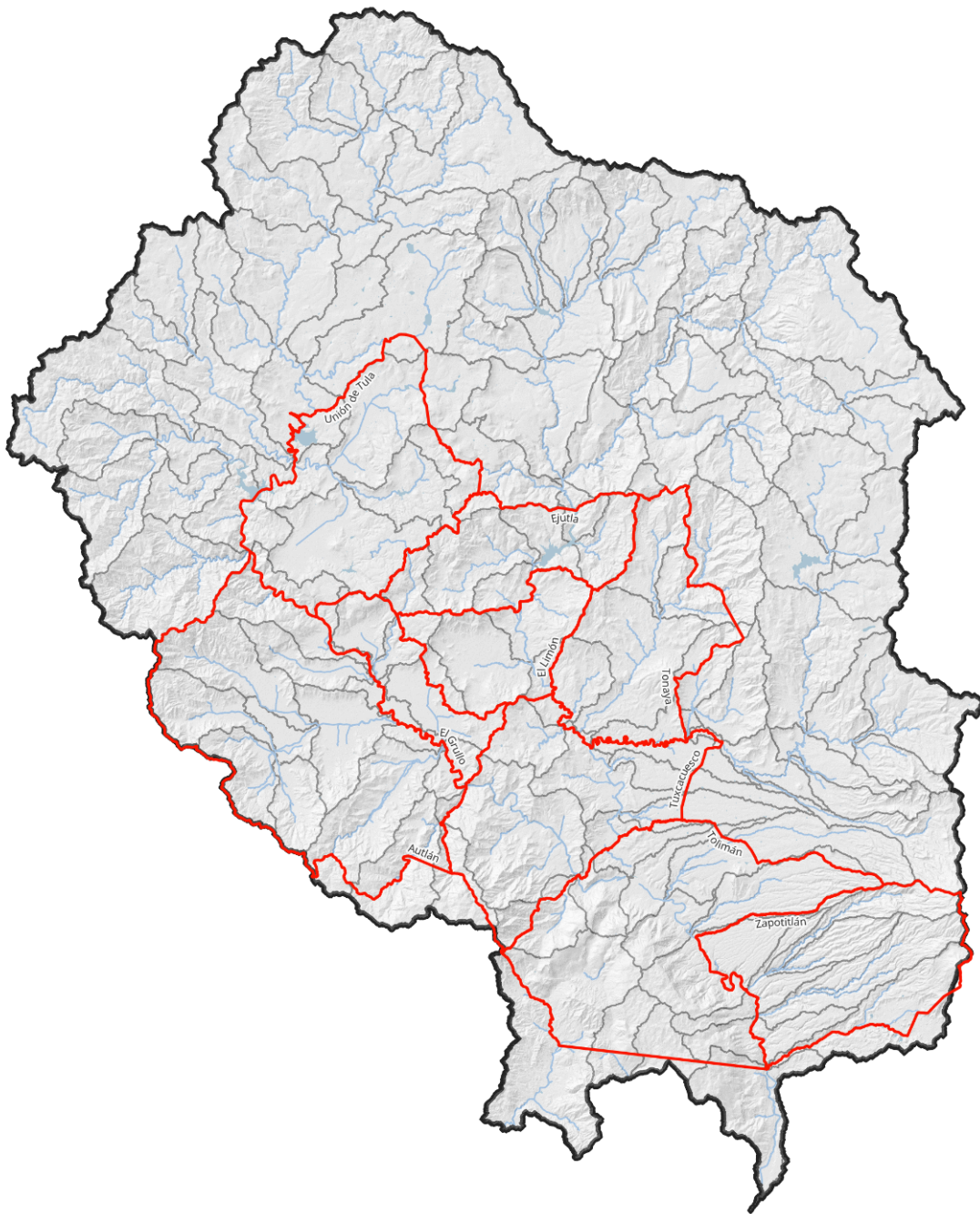
A continuación, se describe paso a paso el procedimiento seguido:

1. El primer paso consiste en preparar el MDE para rellenar posibles depresiones o defectos que tenga el MDE. Esto se realizó con la herramienta "fill sinks".
2. A continuación, se "quema" la red de drenaje (red hidrográfica INEGI corregida) con "DEM Reconditioning", esto es corregir efectos de la variación de la pendiente debido a la cobertura vegetal y obliga al DEM a seguir la red de drenaje pre-establecida. Además, se utilizó la capa de cuerpos de agua identificados previamente (JIRA_Cuerpo_agua).
3. El tercer paso consistió en modelar la red drenaje con formato raster a partir del archivo MDE ya corregido en el paso 1. Para ello, se utilizaron las herramientas: "Flowdir", "Flow Accumulation", "Stream Definition", en este orden. El resultado del uso de las 3 herramientas fue una capa con la dirección de flujo, otra donde se identifica qué puntos reciben flujo de otros puntos y una tercera que contiene los puntos en los que se vierte mayor flujo de agua. Es en este momento cuando se debe asignar el área específica que recibirá un flujo, en nuestro caso el valor fue de 35 km², este umbral se seleccionó para homologar el tamaño al que se usó para la modelación de las microcuencas de los POETR de las regiones Tapalpa y CACS.
4. El cuarto paso consta de la segmentación de la red de drenaje y su vectorización, mediante los procesos aplicados en las herramientas "Stream Segmentation" y "Drainage Line Processing", sucesivamente.
5. Una vez obtenida la red de drenaje segmentada y en formato vectorial, se procedió a delimitar las cuencas con la herramienta "Catchment Grid Delineation". A continuación, este ráster se pasa a formato vectorial con "Catchment Polygon Processing", donde resulta una cantidad de 17 microcuencas para la Subcuenca R. Armería, ver siguiente mapa:



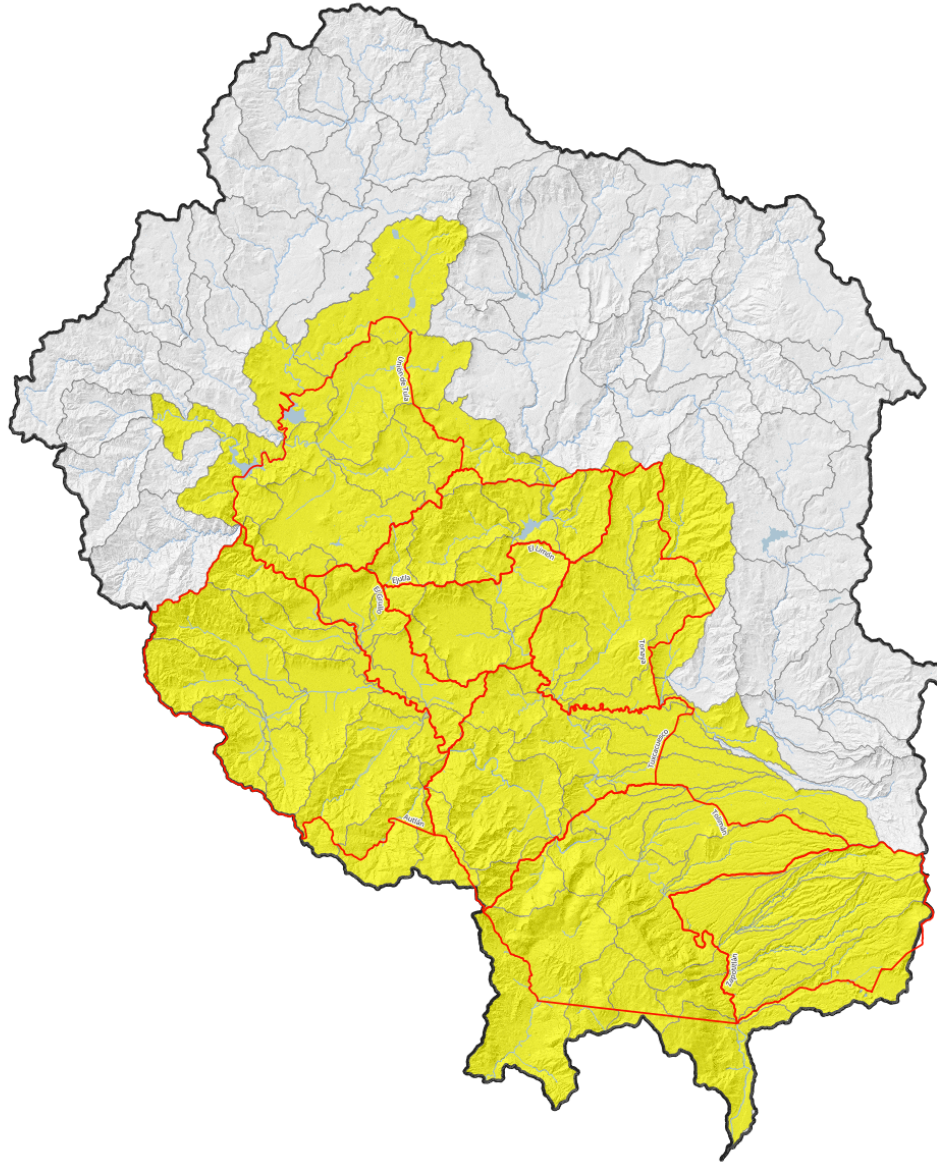
Mapa 3. Microcuencas modeladas para la subcuenca Río Gigantes

Se prosiguió a unir las microcuencas de la subcuenca R. Armería con el resto de las microcuencas del AEH:



Mapa 4. Microcuencas del AEH de la Región JIRA

Terminando este proceso y seleccionando las microcuencas que se encuentran dentro del límite de la Región JIRA o intersectan con él, se tienen un total de 59 microcuencas para la Región Cuenca Baja del Río Ayuquila, ver siguiente mapa.



Mapa 5. Microcuencas seleccionadas para la Región JIRA (Total de 59)

Se toma en cuenta que las microcuencas utilizadas de la Región Tapalpa ya cuentan con el balance hidrológico.

Modelo lluvia-escorrentamiento

Introducción

Esta memoria describe el proceso que sigue al de la delimitación de microcuencas, esto es, el modelo hidrológico, cuyo objetivo es obtener un valor de escurrimiento medio anual por microcuenca, y que supone el paso previo para determinar la disponibilidad hídrica superficial. Cabe mencionar como ya se explicó en la memoria previa, que esta memoria solo corresponde a las microcuencas pertenecientes a la subcuenca Río Armería, debido a ser las únicas que no contaban con información procedente de otros estudios sobre el escurrimiento medio anual.

En el gráfico 1 se puede observar el paso que representa el modelo-lluvia escurrimiento bajo el concepto "SWAT", que es prácticamente la herramienta utilizada para realizar este modelado dentro del flujo de trabajo seguido:

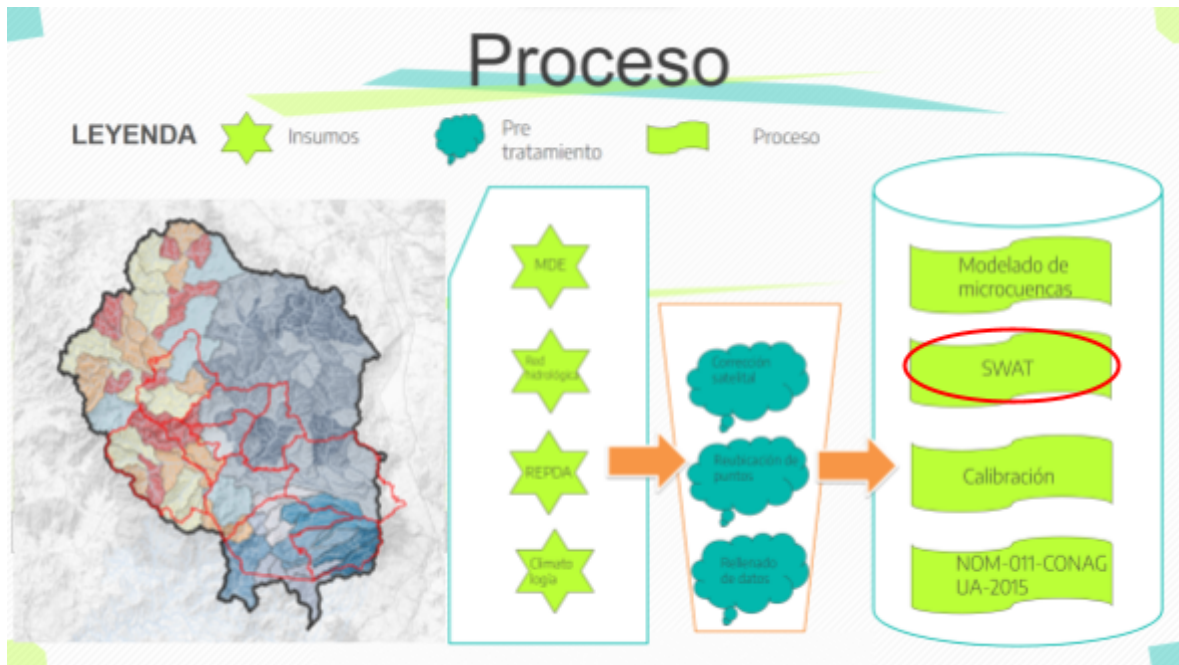


Gráfico 1. Procesos de modelación hidrológica.

El objetivo principal del modelo SWAT, para este caso particular, es obtener un valor de escurrimiento medio anual por microcuenca. Esto se logra por medio de la modelación de los procesos hidrológicos que ocurren en el área de estudio hidrológico a lo largo de un periodo de tiempo. El modelo recibe *inputs* como las condiciones meteorológicas (precipitación y temperatura) y características intrínsecas del área de estudio, como el relieve, uso y tipo de suelo. Utilizando estos insumos al final se obtiene un registro de volúmenes de agua a lo largo del tiempo modelado, desglosado por microcuenca.

Por último, se realiza el cálculo de la disponibilidad media anual por microcuenca utilizando la metodología de la Norma Oficial Mexicana, NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua- Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. Esta metodología

Llevada a cabo para la Región JIRA se describe en el apartado “Disponibilidad hídrica superficial”

A continuación, se enlistan los pasos que se siguieron para desarrollar el modelo de QSWAT. Se incluyen capturas de pantalla para simplificar el procedimiento.

Datos de partida y preprocesamiento

- Modelo Digital de Elevación (MDE) (ASF, 2011), en formato ráster. Es importante que el MDE de partida sea de alta resolución para obtener resultados precisos, el de esta fuente tiene una resolución de 12.5 m.
- Red hidrológica (INEGI, 2010), en formato vectorial. Esta red, fue quemada al MDE para que sean apreciables los cauces naturales en el relieve,
- Uso de suelo y vegetación (SEMADET, 2020).
- Cuerpos de agua (CONAGUA, 2020)
- Edafología (IIEG, 2015), en formato vectorial.
- Pendiente (Elaboración propia, 2022), creada a partir del MDE (ASF, 2011).
- Precipitación (CONAGUA, 1983-2018). Con el fin de homologar el periodo de datos de precipitación con los que se utilizaron para el modelo de lluvia-escorrentamiento de las regiones Tapalpa y CACS, se realizó una depuración de la base de datos de CONAGUA. Este procesamiento de datos se explica a continuación.

Procesamiento de los datos de precipitación

Para realizar el modelo SWAT se debe seleccionar un periodo de mínimo 20 años y preferentemente que este periodo tenga la misma temporalidad a lo largo de todos los años (años húmedos o años secos). El primer paso es ubicar todas las estaciones climatológicas que se encuentran dentro del AEH, una vez sabiendo cuales son, se descargan los datos diarios de temperatura mínima, media, máxima y la precipitación de todas estas estaciones. Posteriormente, se hace un análisis para seleccionar la mayor cantidad de estaciones que tienen más datos para un periodo de mínimo 20 años.

Para el caso de las microcuencas objeto de estudio se utilizaron 7 estaciones climatológicas para la precipitación y para la temperatura. El periodo de años con más datos disponibles para la mayor cantidad de estaciones fue del 1/1/1983 al 31/12/2018.

Procedimiento

A continuación, se describe el procedimiento llevado a cabo para crear el Modelo SWAT de la Región JIRA.

El primer paso es crear un nuevo proyecto QSWAT utilizando la herramienta desde el software QGIS y se le da la ubicación de la carpeta para guardar el proyecto.

1. Se abre la pestaña “Delineate watershed”
 - Se comienza importando el MDE
 - Se le da la opción de “burn in stream network” para quemar red de drenaje (SIATL, 2010) previamente corregida mediante imágenes satelitales.

- En el apartado de “Stream threshold” se modelan los escurrimientos con base al MDE, con un área de captación de 35 kilómetros cuadrados.
 - Se crea el “watershed” que corresponde a las microcuencas con la misma área de captación que se menciona anteriormente.
2. El siguiente paso es el análisis de las unidades de respuesta hidrológica por sus siglas en inglés (HRUs), a partir de asignación de uso de suelo, tipo de suelo y clasificación de pendiente.
- Se utilizó la capa de uso de Suelo y vegetación de Jalisco (SEMADET, 2020) recortada al polígono que abarca la subcuenca Río Armería. Una vez teniendo esta capa, se prosiguió a clasificar cada uso conforme a como lo pide el programa SWAT. Se creó un archivo .txt con la clasificación del SWAT para utilizarla como “lookuptable” y darle valores a cada uso, ver imagen 1.

fid	LEYENDA	DESC_SAMOF	DESC_IPCC	SAMOF_20	DESCRIPCIO	Landuse_ID	NLCD_Code
1	6 Agua	Agua (H2O, PRE y ACUI)	WL	32	NULL	11	WATR
2	2 Urbano y Construido	Urbano y Construido (ZU y AH)	ST	30	NULL	22	URLD
3	5 Suelo Desnudo	Suelo Desnudo (ADV y DV)	OL	31	NULL	31	BARR
4	19 Selva Mediana Subcaducifolia	Selva Mediana Caducifolia y Subcaducifolia (SMC y SMS)	FL	13	NULL	41	FRSD
5	17 Selva Baja Caducifolia	Selva Baja Caducifolia Subcaducifolia (SBC, SBK, SBS, MST y VPI)	FL	12	NULL	41	FRSD
6	12 Bosque Mesófilo	Bosque Mesófilo y Selva Baja Perennifolia (BM y SBP)	FL	7	NULL	42	FRSE
7	9 Bosque de Coníferas de Altura	Bosque de Coníferas de Altura (BA, BB y BS)	FL	1	NULL	42	FRSE
8	8 Bosque de Coníferas	Bosque de Coníferas (BP, BPQ, BJ y MJ)	FL	2	NULL	42	FRSE
9	10 Bosque de Encino-Galería	Bosque de Encino-Galería (BQ, BQP y BG)	FL	3	NULL	43	FRST
10	20 Selva Mediana Subperennifolia	Selva Baja y Mediana Subperennifolia (SBQ, SBQP, SHQ, SG y VPI)	FL	8	NULL	43	FRST
11	7 Bosque Cultivado e Inducido	Bosque Cultivado e Inducido (BC y BI)	FL	6	NULL	43	FRST
12	15 Mezquital Xerófilo	Mezquital Xerófilo y Vegetación Galería (MKX y VG)	FL	14	NULL	52	RNGB
13	16 Pastizales Naturales	Pastizales Naturales (PN, PY, PH, VW, VS y VSI)	GL	28	NULL	71	RNGE
14	1 Pastizales Cultivados e Inducidos	Pastizales Cultivados e Inducidos (PC y PI)	GL	280	NULL	81	HAY
15	3 Tierras Agrícolas Cultivos Anuales	Tierras Agrícolas Cultivos Anuales (T, R y H) (A, AP, AS, S y SP)	CL	29	NULL	82	AGR
16	4 Tierras Agrícolas Cultivos Perennes	Tierras Agrícolas Cultivos Perennes (T, R y H) (P)	CL	290	NULL	82	AGRL

Imagen 1. Procesos de modelación hidrológica.

- Se necesita convertir el shp a raster utilizando como objetivo el atributo de “NLCD_code” para ingresarlo como “Landuse map” en la pestaña de “Create HRUs”, ver imagen 2.

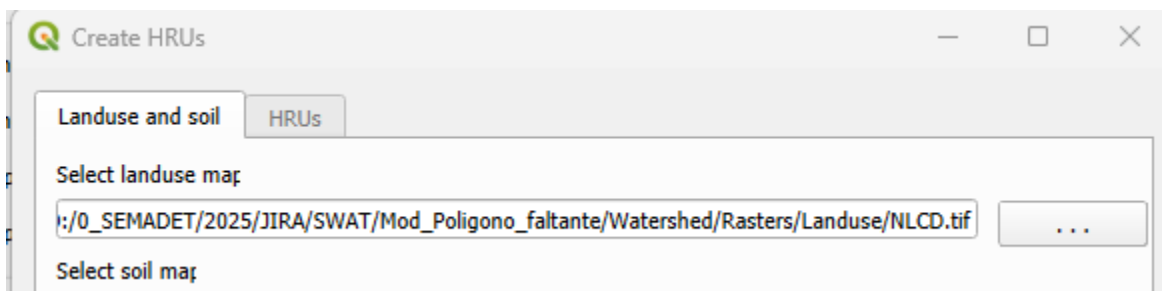


Imagen 2. Procesos de modelación hidrológica.

- La clasificación del tipo de suelo se realizó con la capa de Edafología de Jalisco del IIEG escala 1:50,000. Para ligar los tipos de suelo del IIEG con los de la base de datos del SWAT, se realizó un proceso extenso de clasificación de cada tipo de suelo con base su suelo predominante y su textura para asignarle un código “SNAM” de la base de datos del SWAT a cada uno; de acuerdo con, la clasificación que se llevó a cabo en otros POETRs anteriores. Se siguieron los mismos pasos anteriormente mencionados para la vegetación de exportar la capa a raster utilizando el código SNAM como objetivo y se creó su lookup table, ver imagen 3.

	CLAVESUEL	SUELPREUNI	SUELPRESUB	FASEQUIMI	CLASETEX	SUELOSEC	SUELOTERC	FASEFISICA
1	Bc+I/2	Cambisol	crómico	Ninguno	Media	Litosol	Ninguno	Pedregosa
2	Bd/1	Cambisol	districo	Ninguno	Gruesa	Ninguno	Ninguno	Ninguno
3	Bd/1	Cambisol	districo	Ninguno	Gruesa	Ninguno	Ninguno	Ninguno
4	Bd/1	Cambisol	districo	Ninguno	Gruesa	Ninguno	Ninguno	Ninguno
5	Bd+Rd/2	Cambisol	districo	Ninguno	Media	Regosol districo	Ninguno	Pedregosa
6	Bd+Tv/1	Cambisol	districo	Ninguno	Gruesa	Andosol vitrico	Ninguno	Ninguno
7	Be/1	Cambisol	eutrico	Ninguno	Gruesa	Ninguno	Ninguno	Ninguno
8	Be/1	Cambisol	eutrico	Ninguno	Gruesa	Ninguno	Ninguno	Ninguno
9	Be/1	Cambisol	eutrico	Ninguno	Gruesa	Ninguno	Ninguno	Ninguno
10	Be/1	Cambisol	eutrico	Ninguno	Gruesa	Ninguno	Ninguno	Ninguno

Imagen 3. Clasificación tipo de suelos.

- Para la clasificación de la pendiente se eligió dividir el % de pendiente en 6 clases para obtener la mejor resolución posible durante la modelación. Las clases van del 0%-2%, 2%-5%, 5% al 10%, 10%-15%, 15%-30 y mayor al 30%.
3. El siguiente paso es definir las HRUs (Hydrologic Response Unit), un proceso que lleva a cabo SWAT en el cual se dividen las subcuencas en polígonos más pequeños que comparten los mismos atributos topográficos, de tipo de suelo y uso de suelo. Se necesita definir un umbral del porcentaje de área que cubre cierta topografía, tipo y uso de suelo sobre una subcuenca y así el programa genera cierta cantidad de HRUs con base a los valores umbral asignados
 4. Lo que sigue es la definición de la información climatológica. Para esto ya se debe tener preparada la información de las estaciones climatológicas en archivos de texto por cada estación. Se abre la ventana "Edit Inputs and Run SWAT+" y se selecciona la pestaña "Weather Stations", ver imagen 4, para escoger la siguiente opción en el menú:

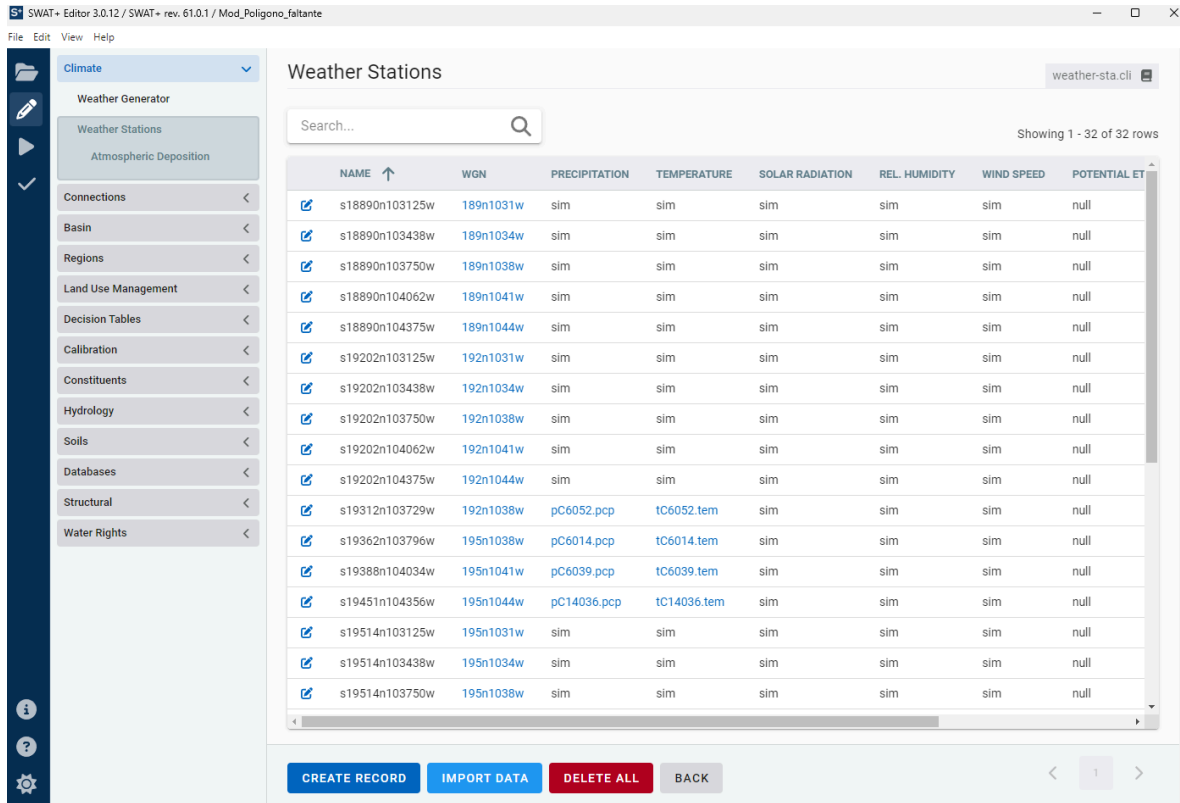


Imagen 4. Pestaña Datos climaticos

- Esto significa que no utilizaremos los datos climatológicos que vienen por default en la base de datos del SWAT, le daremos nuestra propia información meteorológica.
- Se importan las estaciones climatológicas en formato txt con los valores diarios de precipitación y temperatura para el periodo de años descrito anteriormente. Se continúa a abrir el archivo "pcp" en donde viene la información de las estaciones climatológicas que se usarán para los datos de precipitación, en esta ocasión fueron 7 estaciones ver imagen 5.

```

ID,NAME,LAT,LONG,ELEVATION
1,p14002,20.4206,-103.5911,1354
2,p14018,20.0097,-103.5153,1341
3,p14056,20.5103,-103.8569,1246
4,p14113,20.4394,-103.6325,1371
5,p14142,19.9450,-103.7581,2046
6,p14168,20.2278,-103.5694,1347

```

Imagen 5. Estaciones meteorológicas.

- Los datos de precipitación están acomodados en archivos de texto, cada uno con el nombre de su estación climatológica correspondiente y solo cuentan con la fecha en la que empiezan los datos en el primer renglón y

a continuación se enlistan todos los valores de precipitación, un renglón por día. Estos archivos deben de estar guardados en la misma carpeta que el archivo "pcp".

- Continuando con el procedimiento, se ingresan los datos de temperatura seleccionando la pestaña con dicho nombre y se selecciona la opción de "Climate Stations" para realizar el mismo procedimiento que en precipitación, pero ahora con el archivo "temp".
5. El siguiente paso es generar las tablas de la base de datos para el modelo. Se seleccionan todas las casillas de la lista y se le da click en "Create Tables".
- Cuando se realiza una modificación a algún SWAT Input, es necesario regresar al paso anterior y volver a escribir las SWAT Input Tables.
 - Ahora si el modelo está listo para correr, se abre la pestaña de "Run SWAT+" para acomodar los parámetros generales del modelo. Aquí se definen los años por los que correrá el modelo, que van de la mano del rango de años para los que se tienen datos de precipitación y temperatura. Se le asignan 2 años de calentamiento al modelo para que nos arroje datos hasta después de esta etapa de calentamiento y también se selecciona la opción del programa de 64 bits, de acorde al sistema operativo de la computadora del modelador, ver imagen 8.

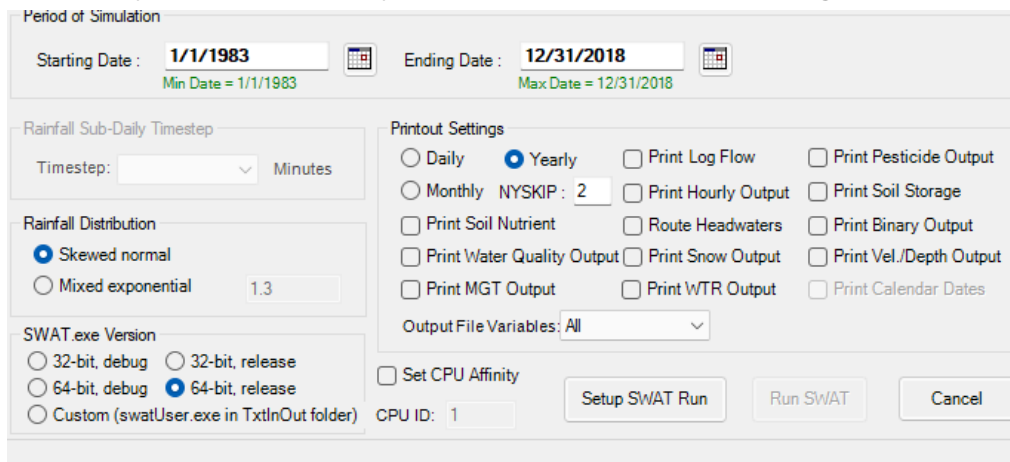


Imagen 6. Pestaña periodo de simulación.

Al terminar el proceso "SWAT Run" se abre la pestaña "Read SWAT Output" para importar a tu base de datos del proyecto las tablas que representan al modelo y se puede correr la primera medida de calibración, el SwatCheck, ver imagen 7, un programa que lo incluye el ArcSWAT. Si el modelo no tiene errores, se completa la barra verde como en la figura anterior.

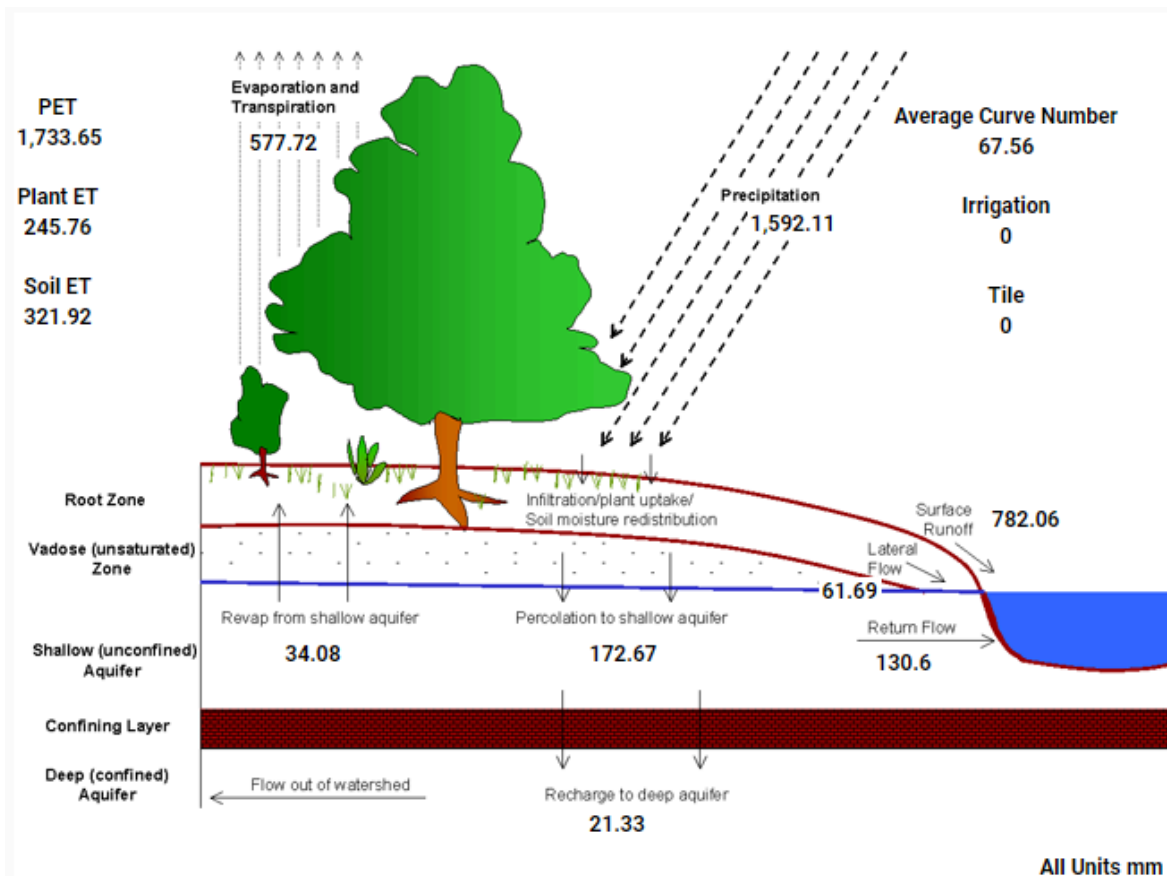
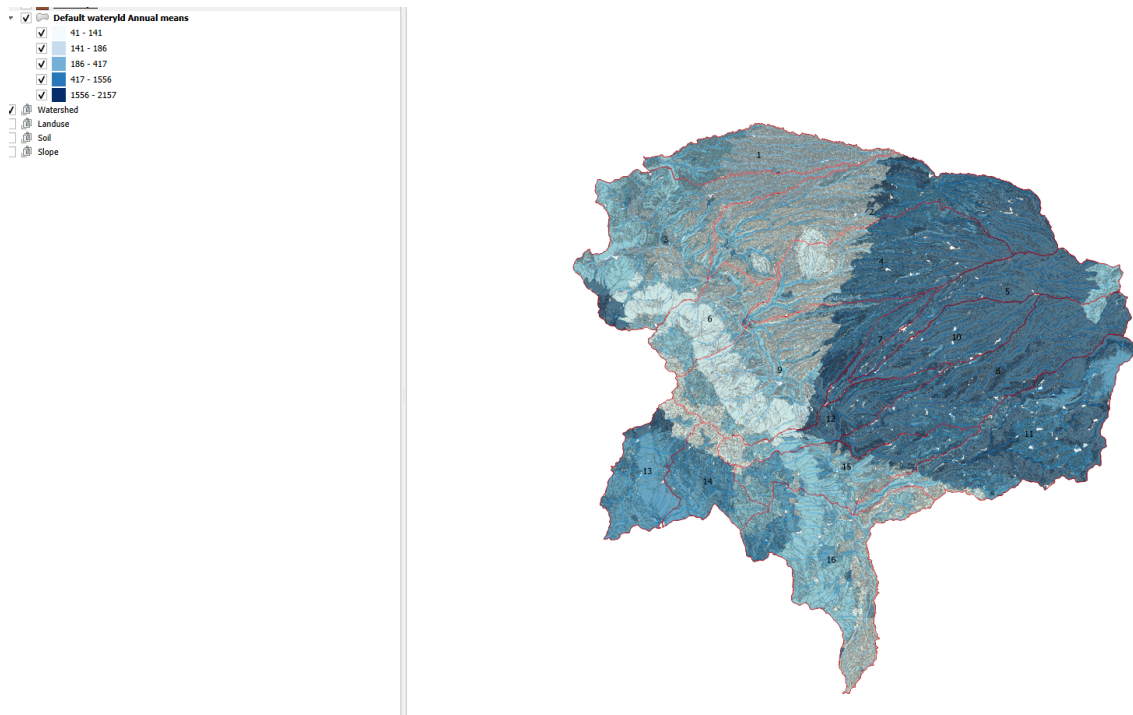


Imagen 7. SwatCheck / Hydrology.

Resultados

Los resultados obtenidos del modelo arrojan datos sobre el escurrimiento medio anual por microcuenca para el periodo de años de modelación (1983-2018) (Ver siguiente mapa). Se utilizaron los valores de escurrimiento superficial (water yld), lo que corresponde al valor buscado que es la lluvia neta. Este volumen medio anual será el dato tomado en cuenta para el Volumen Medio Anual Escurrimiento Natural (Cp), requerido para obtener la disponibilidad hídrica por microcuenca.



Mapa 6. Valores de escurrimiento superficial (Cp) en (mm) para las microcuencas faltantes.

Concesiones superficiales y subterráneas

Introducción

Este apartado describe el tratamiento dado al compilado de información de extracciones de agua superficiales del Registro Público de los Derechos de Agua (REPDA) ubicados dentro de las microcuencas de la Región Cuenca Baja del Río Ayuquila (JIRA).

Estos datos son insumos para el análisis de disponibilidad superficial de la Región JIRA, cuyos resultados son eje rector en el establecimiento de políticas, usos compatibles y criterios regulatorios tanto del POETR como de los PMDUs. Por tanto, contar con insumos de partida veraces y precisos es fundamental para obtener resultados congruentes, y con ello, unos instrumentos de planeación ajustados a la realidad del territorio.

Datos de partida y fuentes de información de referencia

- Archivo vectorial de puntos en formato shapefile (SHP) REPDA 2021, que incluye los títulos de extracción de agua superficial a escala nacional registrados hasta el 2020.

Este shapefile contiene los siguientes campos en su tabla de atributos:

FID Id de identificación de atributo

Shape *Tipo de shapefile

FID_REPDA_	Id de identificación de concesión (Se lo pusimos nosotros)
OBJECTID	Id de identificación del objeto
LONDEC	Longitud decimal del atributo
LATDEC	Latitud decimal del atributo
TITULO	Título de concesión
ID_REGHID	Id de identificación de la región hidrológica donde se encuentra el atributo
NOMREGHID	Nombre de la región hidrológica donde se encuentra el atributo
CUENCAINI	Nombre de la cuenca de INEGI donde se encuentra el atributo
CUENCAPUB	Nombre de la Cuenca Pública de CONAGUA donde se encuentra el atributo
ID_EDO	Id de identificación del estado donde se encuentra el atributo
NOMESTADO	Nombre del estado donde se encuentra el atributo
CVEMPIO	Clave del municipio donde se encuentra el atributo
NOMMUPIO	Nombre del municipio donde se encuentra el atributo
USO	Uso principal al que se destina el volumen concesionado
VOLSP	Volumen de agua concesionado al uso principal (m3)
USO2	Uso secundario al que se destina VSP2
VOLSP2	Volumen de agua concesionado al uso secundario (m3)
USO3	Uso terciario al que se destina VSP3
VOLSP3	Volumen de agua concesionado al uso terciario (m3)
GRALAT	Grados de latitud del atributo
MINLAT	Minutos de latitud del atributo
SEGLAT	Segundos de latitud del atributo
GRALON	Grados de longitud del atributo
MINLON	Minutos de longitud del atributo
SEGLON	Segundos de longitud del atributo
FECHA_REGI	Fecha de inicio del registro de la concesión
FECHAVENCE	Fecha de vencimiento de la concesión

Este shapefile tiene muchos errores:

- Puntos en otras partes fuera del territorio nacional
- Concesiones sin atributos de cuenca pública, municipio, etc.
- Concesiones con atributos correctos pero ubicación geoespacial sin lógica
- Concesiones faltantes

RESTO DE FUENTES UTILIZADAS PARA VALIDAR DATOS

- *Registro Público de los derechos del agua*
<https://app.conagua.gob.mx/ConsultaRepda.aspx>
- *SHP de núcleos agrarios para ubicar concesiones*
- *Imagen satelital ESRI*

Tratamiento de la información

Una vez teniendo el archivo vectorial de puntos con las concesiones de agua superficial en los municipios de la Región JIRA, se prosiguió a seleccionar y separar solo las que caen dentro de las microcuencas modeladas.

microcuencas ya cuentan con un balance hidrológico, como se mencionó anteriormente en el apartado de “Delimitación de Microcuencas”.

Disponibilidad Superficial

Introducción

La presente memoria describe la obtención de los volúmenes de disponibilidad media anual para las microcuencas pertenecientes a las subcuencas del río Ayuquila, río Chacala y río Armería, 45, 1 y 14 microcuencas respectivamente, el resto de las microcuencas ya contaban con disponibilidad media anual debido a que formaron parte del del ordenamiento ecológico territorial de la Región Tapalpa, documento que antecede a este, por lo que la disponibilidad media anual de las microcuencas correspondientes a la Región Tapalpa, se traspasaron a este análisis.

El cálculo de la disponibilidad de agua superficial se basó en lo escrito dentro de la NOM-011-CONAGUA-2015 que establece *“las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.”*

La expresión que determina la norma queda visible a continuación tal y como lo expresa NOM-011-CONAGUA-2015:

$$\begin{array}{r} \text{Disponibilidad Media} \\ \text{Anual de Agua Superficial} \\ \text{en la Cuenca Hidrológica} \end{array} = \begin{array}{r} \text{Volumen Medio Anual de} \\ \text{Escorrimento de la} \\ \text{cuenca hacia aguas abajo} \end{array} - \begin{array}{r} \text{Volumen Anual actual} \\ \text{comprometido aguas} \\ \text{abajo} \end{array}$$

El volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia agua abajo se determina de la siguiente manera:

$$\begin{array}{l} \text{Volumen Medio} \\ \text{Anual} \\ \text{Escorrimento} \\ \text{de la cuenca} \\ \text{hacia aguas} \\ \text{abajo (Ab)} \end{array} = \begin{array}{l} \text{Volumen Medio} \\ \text{Anual} \\ \text{Escorrimento} \\ \text{desde la cuenca} \\ \text{aguas arriba (Ar)} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Volumen Medio} \\ \text{Anual} \\ \text{Escorrimento} \\ \text{Natural (Cp)} \end{array} + \begin{array}{l} \text{Volumen Anual} \\ \text{Retornos (R)} \end{array} \\ \\ + \begin{array}{l} \text{Volumen Anual} \\ \text{Importaciones} \\ \text{(Im)} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Volumen Anual} \\ \text{Exportaciones} \\ \text{(Ex)} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Volumen Anual} \\ \text{Extracción de} \\ \text{Agua Superficial} \\ \text{(Uc)} \end{array} \\ \\ - \begin{array}{l} \text{Volumen Medio} \\ \text{Anual} \\ \text{Evaporación en} \\ \text{Embalses (Ev)} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Volumen Medio} \\ \text{Anual Variación} \\ \text{Almacenamiento} \\ \text{en Embalses (Av)} \end{array}$$

Procedimiento

A continuación, se hace un desglose de las variables que intervienen en el cálculo del volumen medio anual de escurrimiento por microcuenca en el área de estudio hidrológico (AEH) de la Región JIRA y, de esta forma, poder aplicar la ecuación antes mencionada.

Volumen medio anual escurrimiento

El escurrimiento medio anual se determinó a partir de la simulación hecha en SWAT+, el resultado reportado, es el que se obtiene de la variable “wateryld”. Esta variable se multiplicó por el área de cada microcuenca y se dividió entre 1000 para tener volúmenes reportados en m³. Asimismo, los detalles del modelo hidrológico están reportados en el apartado “Modelo lluvia-escurrimiento”.

Volumen anual de retorno

La NOM-011-CONAGUA-2015 establece porcentajes de retorno de los volúmenes que se reincorporan a la red de drenaje dependiendo de los diferentes usos que se da en la cuenca, los cuales se presentan en el siguiente gráfico, dichos volúmenes son sumados dentro del balance hídrico.

Porcentaje de retorno de los usos del agua.

Uso	% Rango de Retorno
Acuicultura	95-100
Agrícola	10-30
Doméstico	70-80
Industrial	50-60
Pecuario	10-30
Público urbano	70-80

Gráfico 2. Fuente elaboración propia

Volumen Anual Extracción de Agua Superficial

Las concesiones para la extracción de agua superficial obtenidas del Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) presentan algunos errores en la ubicación de los puntos; por este motivo, se decidió realizar una reubicación de acuerdo a valores registrados en la tabla de atributos del archivo vectorial.

Para la reubicación de las concesiones se realizó la validación de datos a partir de la siguiente información:

- Municipio
- Subcuenca
- Titular (cuando estaba registrado como ejido o municipio)
- Coordenadas geográficas

Estos volúmenes son parte importante, ya que nos muestran el panorama de las actividades socioeconómicas que se desarrollan dentro de la región y los consumos de agua que dichos municipios realizan.

Volumen anual actual comprometido aguas abajo

Ya para finalizar, el volumen anual comprometido aguas abajo (Rxy), los cuales incluyen los volúmenes correspondientes a reservas, uso ambiental, reglamentos y programación hídrica. Estos fueron repartidos entre las microcuencas ajustado al Volumen medio anual de escurrimiento de la cuenca hacia aguas abajo (Ab), con la finalidad de obtener el resultado final que es la disponibilidad media anual (D) por microcuenca.

Resultados

Para terminar, en el gráfico 3 se muestran el desglose de las variables involucradas en la obtención de los volúmenes medios anuales por microcuenca para la región Cuenca Baja del Río Verde, junto con el nombre de la subcuenca a la corresponden.

Desglose de variables para la obtención de los volúmenes medios anuales por microcuenca.

ID	Procedencia	SUBCUENCA	Area_km2	VESC_M3	RES_ECO_M3	V_EXTAC_M3	V_DISP_M3	V_DISP_HM3	Vol_ret_m3
2	JIRA	Rio Armeria	33.2	69774 16.17	0	108269	0	1.602.16 0.281	21653.76
3	JIRA	Rio Armeria	52.76	81955 705.3	0	346294	0	8.186.8 42.275	258716. 75
4	JIRA	Rio Armeria	42.84	73835 80.6	0	2033513	0	1.638.63 6.217	428356. 65
5	JIRA	Rio Armeria	93.36	14674 8204	0	163803	0	146.706 .547	122350
6	JIRA	Rio Armeria	110.74	54169 153.5	0	338818	0	5.389.9 94.265	69760.6 5
7	JIRA	Rio Armeria	41.97	71280 972.3	0	0	0	71.281	0
8	JIRA	Rio Armeria	112.15	14949 8303	0	4855934	0	1.458.29 8.711	1.187.80 5.128
9	JIRA	Rio Armeria	46.37	35346 385.6	0	185822	0	3.521.07 4.695	50568.9 5
10	JIRA	Rio Armeria	35.38	201113 97.4	0	336142	0	198.428 .208	67.962.7 98
11	JIRA	Rio Armeria	57.28	361191 46	0	3650	0	3.611.60 8	730

ID	Procedencia	SUBCUENCA	Area_km2	VESC_M3	RES_ECO_M3	V_EXTAC_M3	V_DISP_M3	V_DISP_HM3	Vol_ret_m3
12	JIRA	Río Armeria	96.33	30327 372.1	0	42266165	0	1.394.9 63.218	258887 97.18
13	JIRA	Río Armeria	49.57	67221 527.6	0	2991	0	6.722.12 5.225	2243.25
151	TAPALPA	Río Armeria	100.21	11204 6534	222699	791955	153244 0	1.601.40 6.105	361998. 25
152	TAPALPA	Río Armeria	132.12	99766 602.9	296693	1202361	234166 0	1.851.65 0.899	242096. 35
14	CACS	Río Ayuquila	82.49	10724 563.5	0	9649	0	9.551.34 4.209	1929.86
15	CACS	Río Ayuquila	104.01	19148 544.1	0	64097	0	1.741.48 7.417	48072.7 5
16	CACS	Río Ayuquila	57.5	89535 23.54	0	0	0	8.076.0 91.987	0
17	CACS	Río Ayuquila	168.5	36324 650	0	133997	0	3.327.3 40.267	99630.2 5
18	CACS	Río Ayuquila	38.98	72724 43.8	0	18000	0	6.609.4 65.674	3600
19	CACS	Río Ayuquila	102.09	21599 934.9	0	0	0	1.978.99 0.389	0
20	CACS	Río Ayuquila	53.86	9064 894.7 7	0	50664	0	8.172.28 8.227	10132.8
21	CACS	Río Ayuquila	26.28	45735 96.22	0	102719	0	4.080.1 20.259	31269.3
22	CACS	Río Ayuquila	123.14	23830 242	0	129813	0	2.165.97 8.294	44850.1 5
23	CACS	Río Ayuquila	73.36	11385 468.3	0	1825	0	1.026.51 9.793	365
24	CACS	Río Ayuquila	67.36	82967 87.66	0	0	0	266.682 .241	0
25	CACS	Río Ayuquila	166.97	34686 730.6	0	877754	0	3.105.26 5.351	175550. 8

ID	Procedencia	SUBCUENCA	Area_km2	VESC_M3	RES_ECO_M3	V_EXTAC_M3	V_DISP_M3	V_DISP_HM3	Vol_ret_m3
26	CACS	Río Ayuquila	49.34	86841 23.69	0	63764	0	7.870.5 93.169	47823
27	CACS	Río Ayuquila	41.94	4830 917.12	0	0	0	-34.961. 088	0
28	CACS	Río Ayuquila	89.97	14574 739.1	0	83607	0	2.397.0 28.805	25606.6 5
29	CACS	Río Ayuquila	157.09	19494 301.4	0	131806	0	609.707 .101	32854.5
30	CACS	Río Ayuquila	148.46	30769 504.5	0	86832	0	8.038.4 69.993	35716.6
31	CACS	Río Ayuquila	59.7	10030 143.9	0	57952	0	1.830.51 8.542	43464
32	CACS	Río Ayuquila	62.06	10201 437.7	0	3416640	0	-951.132. 241	683328
33	CACS	Río Ayuquila	91.35	16044 080.4	0	14923	0	3.237.27 5.552	11192.25
34	CACS	Río Ayuquila	44.38	62081 11.66	0	2600565 23	0	-1.239.2 97.633	247042 392.2
35	CACS	Río Ayuquila	131.11	20192 422.3	0	168464	0	2.824.17 7.844	44132.9
36	CACS	Río Ayuquila	144.92	28841 666	0	75847	0	7.141.45 8.014	38385.2 5
37	CACS	Río Ayuquila	97.93	93879 28.33	0	67138	0	-1.257.5 65.458	28557
38	CACS	Río Ayuquila	56.92	94748 94.41	0	6000	0	1.701.19 4.709	1200
39	CACS	Río Ayuquila	38.04	59298 11.97	0	0	0	898.724 .845	0
40	CACS	Río Ayuquila	94.25	22642 521	0	1099837	0	6.426.2 59.194	522610. 95
41	CACS	Río Ayuquila	48.12	93427 07.71	0	60045	0	2.226.7 36.582	43452.5

ID	Procedencia	SUBCUENCA	Area_km2	VESC_M3	RES_ECO_M3	V_EXTAC_M3	V_DISP_M3	V_DISP_HM3	Vol_ret_m3
42	CACS	Rio Ayuquila	68.5	12596 878.6	0	0	0	3.013.25 2.905	0
43	CACS	Rio Ayuquila	68.89	22931 056.5	0	129553	0	8.860.3 72.938	36840.7 5
44	CACS	Rio Ayuquila	81.69	13297 037.9	0	118264	0	3.292.71 7.719	88698
45	CACS	Rio Ayuquila	56.01	110471 08	0	143057	0	2.581.47 4.414	31911.4
46	CACS	Rio Ayuquila	123.89	23580 496.6	0	170213	0	558.289 .278	127659.7 5
47	CACS	Rio Ayuquila	48.21	79029 65.02	0	439202	0	1.924.0 68.456	133756.6
48	CACS	Rio Ayuquila	87.31	26205 296.9	0	775461	0	5.563.4 50.036	494145. 75
49	CACS	Rio Ayuquila	47.04	12648 465	0	0	0	2.758.8 56.632	0
50	CACS	Rio Ayuquila	39.64	77604 31.35	0	2626310	0	1.619.411 .687	571546.1 1
51	CACS	Rio Ayuquila	59.03	118576 45.2	0	15273	0	2.769.2 38.282	11454.75
53	CACS	Rio Ayuquila	24.55	4847 089.4 5	0	105771	0	1.129.30 7.144	26126.75
54	CACS	Rio Ayuquila	79.6	14264 041.3	0	12562563 7	0	6.650.7 26.546	1193100 07.9
55	CACS	Rio Ayuquila	100.06	19496 720.4	0	31824	0	4.697.9 39.079	23365.8 5
56	CACS	Rio Ayuquila	44.15	98316 77.06	0	12256	0	2.808.0 69.027	5126.95
57	CACS	Rio Ayuquila	174.82	34035 435.8	0	739045	0	795.938 .717	178743.7 5
58	CACS	Rio Ayuquila	56.68	14899 735.6	0	261634	0	1.364.71 6.753	141933.9

ID	Procedencia	SUBCUENCA	Area_km2	VESC_M3	RES_ECO_M3	V_EXTAC_M3	V_DISP_M3	V_DISP_HM3	Vol_ret_m3
59	CACS	Rio Ayuquila	59.82	10792 673.2	0	1748665	0	245.571. 367	350098. 75
52	CACS	Rio Chacala	241.26	13577 9096	0	6606835	0	6.214.3 04.255	1.874.38 5.062
1	JIRA	Rio Tuxcacuesco	46.45	117736 21	0	2612687	0	2.392.10 9.268	524610. 9
60	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	67.48	73353 10	287862	490440	6565120	6.57	
61	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	105.2	12564 300	506836	426060	1199660 0	12	
62	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	16.36	12564 300	506836	426060	1199660 0	12	
63	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	40.77	36961 70	149951	1074950	260038 0	2.6	
64	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	60.18	54766 10	224657	61540	544485 0	5.44	
65	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	55.97	83520 10	342368	0	839152 0	8.39	
66	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	30.1	83520 10	342368	0	839152 0	8.39	
67	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	42.09	32580 400	142267	92190	300018 00	30	
68	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	27.46	56039 200	479483	21720	483378 00	48.34	
69	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	25.3	56039 200	479483	21720	483378 00	48.34	
70	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	63.25	56039 200	479483	21720	483378 00	48.34	
71	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	58.32	6050 900	246044	769380	5261190	5.26	
72	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	32.49	48201 400	299305	93840	190285 00	19.03	

ID	Procedencia	SUBCUENCA	Area_km2	VESC_M3	RES_ECO_M3	V_EXTAC_M3	V_DISP_M3	V_DISP_HM3	Vol_ret_m3
73	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	26.91	48201400	299305	93840	19028500	19.03	
74	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	29.47	48201400	299305	93840	19028500	19.03	
75	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	2.48	2815150	111595	142890	2592330	2.59	
76	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	31.25	2815150	111595	142890	2592330	2.59	
77	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	9.27	3296310	135908	159680	3171440	3.17	
78	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	17.26	3296310	135908	159680	3171440	3.17	
79	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	28	3296310	135908	159680	3171440	3.17	
80	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	10.77	65928500	153691	41500	20717200	20.72	
81	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	12.37	65928500	153691	41500	20717200	20.72	
82	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	16.68	65928500	153691	41500	20717200	20.72	
83	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	56.74	15029400	347674	2080	14641700	14.64	
84	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	17.07	15029400	347674	2080	14641700	14.64	
85	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	45.93	3291250	137515	419780	2950740	2.95	
86	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	28.29	4941480	172413	9350	4216520	4.22	
87	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	8.18	4941480	172413	9350	4216520	4.22	
88	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	70.67	18221500	358526	533950	17250200	17.25	

ID	Procedencia	SUBCUENCA	Area_km2	VESC_M3	RES_ECO_M3	V_EXTAC_M3	V_DISP_M3	V_DISP_HM3	Vol_ret_m3
89	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	17.74	4932180	196550	37370	4780130	4.78	
90	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	25.44	4932180	196550	37370	4780130	4.78	
91	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	80.25	56764200	234113	71980	15500700	15.5	
92	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	14.5	91012400	283583	183320	18746500	18.75	
93	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	61.55	91012400	283583	183320	18746500	18.75	
94	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	7.9	157249000	386646	18910	21891400	21.89	
95	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	38.91	157249000	386646	18910	21891400	21.89	
96	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	26.36	157249000	386646	18910	21891400	21.89	
97	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	30.1	157249000	386646	18910	21891400	21.89	
98	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	156.13	40674000	1607010	804890	12966200	12.97	
99	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	0.22	168006000	1155600	86450	19270200	19.27	
100	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	99.22	168006000	1155600	86450	19270200	19.27	
101	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	5.77	168006000	1155600	86450	19270200	19.27	
102	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	0.53	87345739	2077.4	18980	87329100	87.33	
103	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	54.39	49991600	567880	179210	17653400	17.65	
104	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	47.8	4847740	521599	111100	4358680	4.36	

ID	Procedencia	SUBCUENCA	Area_km2	VESC_M3	RES_ECO_M3	V_EXTAC_M3	V_DISP_M3	V_DISP_HM3	Vol_ret_m3
105	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	85.88	982020	390623	338750	9235500	9.24	
106	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	10.16	7601730	804965	181950	6716090	6.72	
107	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	59.16	7601730	804965	181950	6716090	6.72	
108	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	41.57	15250400	1637250	42650	13987600	13.99	
109	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	97.31	15250400	1637250	42650	13987600	13.99	
110	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	26.03	106059000	956309	15520	17446900	17.45	
111	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	66.53	106059000	956309	15520	17446900	17.45	
112	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	82.45	7410360	808212	166750	-23765900	-23.77	
113	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	18.72	5066590	532263	74590	4486580	4.49	
114	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	1.82	5066590	532263	74590	4486580	4.49	
115	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	23.44	5066590	532263	74590	4486580	4.49	
116	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	7.58	7305370	768164	61610	6521070	6.52	
117	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	55.8	7305370	768164	61610	6521070	6.52	
118	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	44.63	119716000	652042	2437610	11329400	11.33	
119	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	14.08	119716000	652042	2437610	11329400	11.33	
120	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	10.06	119716000	652042	2437610	11329400	11.33	

ID	Procedencia	SUBCUENCA	Area_km2	VESC_M3	RES_ECO_M3	V_EXTAC_M3	V_DISP_M3	V_DISP_HM3	Vol_ret_m3
121	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	82.01	45859900	1510120	5553950	38523700	38.52	
122	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	57.34	45859900	1510120	5553950	38523700	38.52	
123	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	0.92	123680000	19556.3	0	6774110	6.77	
124	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	1.45	123680000	19556.3	0	6774110	6.77	
125	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	136.88	36838100	1474120	226600	33109400	33.11	
126	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	44.62	3772020	406479	26750	3456530	3.46	
127	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	4.87	12784100	45640.1	0	11398800	11.4	
128	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	99.32	7614450	819557	338510	6684580	6.68	
129	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	53.6	16016000	609888	1499580	13045600	13.05	
130	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	36.18	2813530	307402	0	2634250	2.63	
131	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	0.75	160902000	33852.4	1320330	11543000	11.54	
132	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	3.27	160902000	33852.4	1320330	11543000	11.54	
133	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	24.92	87777100	469630	498660	5494370	5.49	
134	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	24.61	87777100	469630	498660	5494370	5.49	
135	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	11.33	87777100	469630	498660	5494370	5.49	
136	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	40.02	65517100	398448	0	7532350	7.53	

ID	Procedencia	SUBCUENCA	Area_km2	VESC_M3	RES_ECO_M3	V_EXTAC_M3	V_DISP_M3	V_DISP_HM3	Vol_ret_m3
137	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	10.39	249485000	85225.9	10000	3215870	3.22	
138	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	23.44	2696730	284995	114940	2327290	2.33	
139	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	23.43	2696730	284995	114940	2327290	2.33	
140	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	2.44	70625900	203842	169320	3428020	3.43	
141	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	19.83	70625900	203842	169320	3428020	3.43	
142	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	16.64	67187600	33447.2	0	4888020	4.89	
143	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	40.36	1339070	152657	121230	1186950	1.19	
144	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	44.88	255914000	396674	2118990	4327870	4.33	
145	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	4.42	3246460	359090	0	3077180	03.08	
146	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	23.02	3246460	359090	0	3077180	03.08	
147	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	29.41	3246460	359090	12000	3077180	9.197.96 1.439	2400
148	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	80.92	1556290	190702	70280	1563920	1.56	
149	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	11.55	29100100	1151260	129810	28087800	28.09	
150	TAPA LPA	Rio Tuxcacuesco	216.35	29100100	1151260	129810	28087800	28.09	

Gráfico 3. Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta un mapa con el resultado de la disponibilidad media anual por microcuenca del Área de Estudio Hidrológico de la Región JIRA, expresado en millones de metros cúbicos.

Bibliografía

- Arellano Rios, A., & Rivera Pahuá, Y. (2022). Asociacionismo municipal y medio ambiente. *La junta intermunicipal del río Ayuquila, Jalisco*. *Espacios Públicos*, 14(31). Consultado de <https://espaciospublicos.ugemex.mx/article/view/19822>
- Arnold, J., Kiniry, J., Srinivasan, R., Williams, J., Haney, E., & Neitsch, S. (n.d.). *Input/Output Documentation Soil & Water Assessment Tool*. <https://swat.tamu.edu/media/69296/swat-io-documentation-2012.pdf>
- ASF Data Search Vertex. (2011). *Mapa de pendientes clasificado con base en imágenes satelitales*. EARTHDATA. Disponible en: <https://vertex-retired.daac.asf.alaska.edu/#>
- CONAGUA. (2020) *Humedales y áreas naturales protegidas (ANP) nacional*. Disponible en : <https://siqaqis.conagua.gob.mx/humedales/>
- DOF (2020). *Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales de las 757 cuencas hidrológicas que comprenden las 37 Regiones Hidrológicas en que se encuentran dividido los Estados Unidos Mexicanos*. Disponible en: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5600849&fecha=21/09/2020#gsc.tab=0
- FIDEUR. 2019. *Estudio técnico de balance hídrico de las cuencas de los ríos Zula y Verde para el fortalecimiento del ordenamiento ecológico territorial del estado de Jalisco*.
- Gerritsen, P. W., & Álvarez G., N. S. (2017). *Conflictos ambientales en la región Costa Sur del Estado de Jalisco en el occidente de México: problemas y perspectivas [PDF]. Conflictos ambientales en ecosistemas estratégicos. América latina y el Caribe. Siglos XIX -XXI (Primera)*. Compiladores: Aceneth Perafán Cabrera, Jorge Enrique Elías Caro.
- IIEG (2015). *Conjunto de datos vectoriales edafológicos 1:50000 Jalisco*. Disponible en: <https://datos.jalisco.gob.mx/search?query=edafologia>
- INEGI (2010). *Red hidrográfica de la cuenca RH12I escala 1:50000*. Disponible en: https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siat/
- INEGI (2010). *Red hidrográfica de las subcuencas Verde Bajo, Río Calderón, Río Gigantes, Río Zula y Lagos escala 1:50000*. Disponible en: https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siat/
- NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, *Conservación del recurso agua-Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Diario Oficial de la Federación*, primera sección, 27 de marzo de 2015.
- SEMADET. (2020). *Uso de suelo y vegetación*. Jalisco: Geomática.
- SEMADET. (2021). *Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial Regional de Tapalpa: Microcuenca superficial [archivo vectorial, escala 1:50,000]*. Dirección Estratégica de Planeación, Ordenamiento Territorial y Gestión Urbana, Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Gobierno del Estado de Jalisco.