

1. Antecedentes

Desde el año 2004, la Alianza WWF-Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P. (FGRA), en colaboración con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y otras dependencias, instituciones académicas, organizaciones, usuarios del agua y comunidades rurales, ha realizado propuestas de **caudal ecológico (CE)** en tres cuencas con contextos de conservación, presión y gestión muy distintos: i) Conchos en Chihuahua; ii) Copalita-Zimatán-Huatulco en Oaxaca; y iii) San Pedro Mezquital en Durango y Nayarit. De 33 sitios analizados a detalle en las tres cuencas, en el 73% de los casos el caudal ecológico ocurre bajo las condiciones actuales; en un 21% el manejo del agua requiere de regulación en las condiciones de extracción y operación de la infraestructura; y sólo en un 6% es necesario realizar adecuaciones en la asignación de agua a los usuarios. Estos resultados fueron sistematizados para la propuesta de la Norma Mexicana de Caudal Ecológico (NMx) (Figura 1).



Figura 1. Proceso de sistematización de resultados del modelo de la Alianza WWF-FGRA

2. Principios o fundamentos científicos

Por su aplicación directa en el estudio de las necesidades hídricas de los ecosistemas acuáticos, sus implicaciones en las metodologías y en el marco normativo mexicano, los dos conceptos clave son (Figura 2):

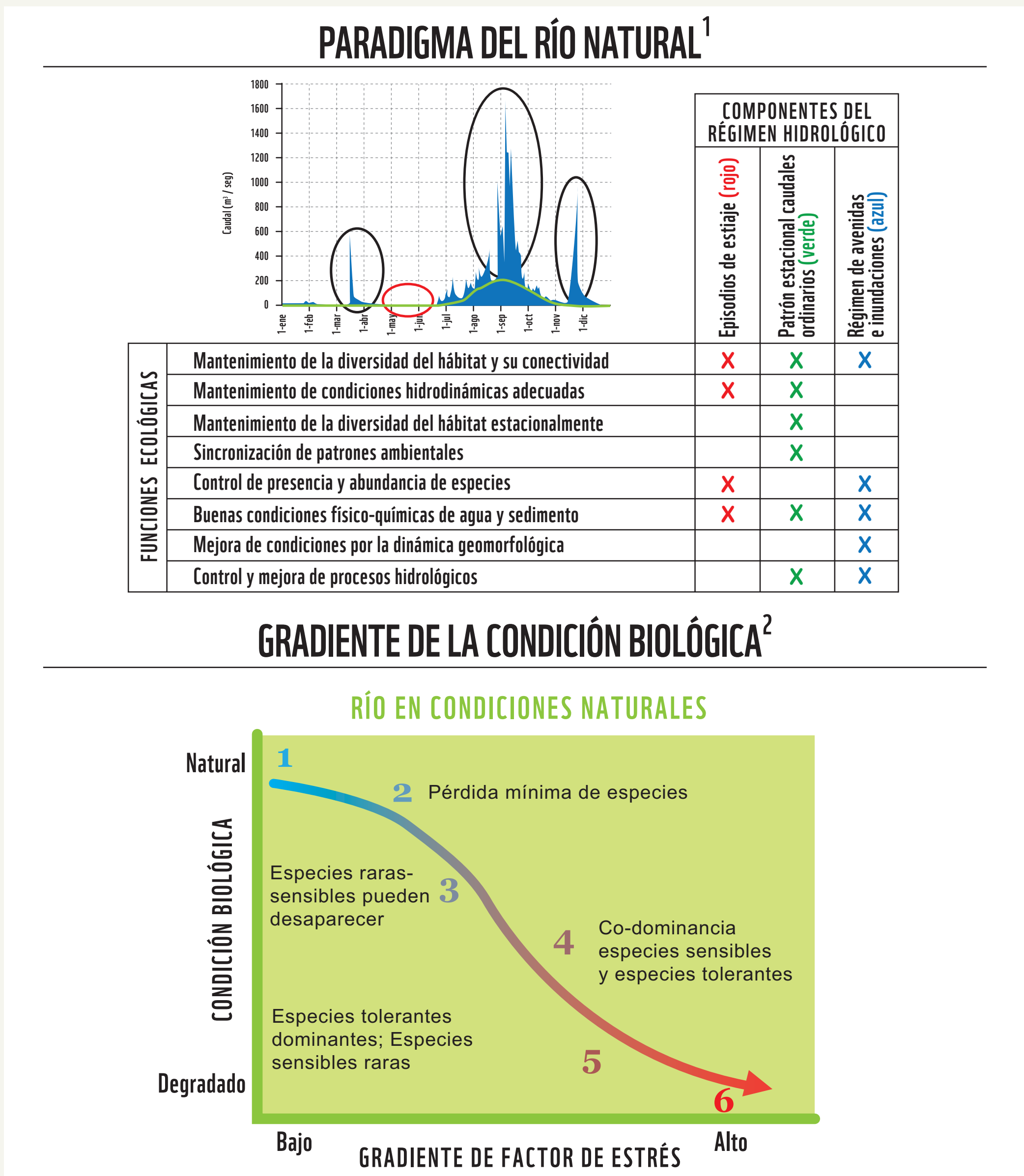


Figura 2. Fundamentos científicos de la NMx

Cualquier metodología para determinar el régimen de CE será válida si lleva a la práctica los fundamentos científicos clave, es decir:

- Deberá comprender el significado ecológico de cada componente del régimen hidrológico natural y generar propuestas, desde un punto de vista funcional, para su conservación o restablecimiento.
- Las propuestas tendrán que considerar el rango natural de variabilidad hidrológica, tanto en condiciones ordinarias como en su régimen de avenidas.
- Reconoce que un ecosistema acuático modifica sus atributos como respuesta al aumento de los niveles de estrés, por lo tanto permite ajustar las propuestas de CE a los objetivos ambientales o de conservación del río.

3. Objetivo

Establecer el procedimiento y especificaciones técnicas para determinar el régimen de caudal ecológico en corrientes o cuerpos de agua nacionales en una cuenca hidrológica.

4. Campo de aplicación

Asignaciones, infraestructura, obras que impliquen trasvases entre cuencas y similares que requieran de una Evaluación de Impacto Ambiental. Todas las corrientes o cuerpos de agua cuyos acuerdos de disponibilidad publicados en el Diario Oficial de la Federación (DOF) no consideren un caudal para la conservación de ecosistemas acuáticos.

5. Referencias normativas de especial interés para la NMx

NOM-011-CNA-2000, Conservación del recurso agua – Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.

NORMA MEXICANA (NMx) QUE ESTABLECE EL PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE CAUDAL ECOLÓGICO EN CUENCAS HIDROLÓGICAS

6. Especificaciones generales

Los métodos descritos son considerados como requerimiento técnico mínimo y no excluyen la aplicación de métodos complementarios o alternos más precisos.

6.1. Objetivos ambientales

El régimen de caudal ecológico deberá determinarse con base en el objetivo ambiental asociado, de acuerdo a la importancia ecológica y presión de uso de la cuenca conforme al **Anexo Técnico 1** de la NMx, ya sea en corrientes superficiales, en cuerpos receptores de diversa índole, o como parte de la descarga natural del acuífero asociado, para conservar y proteger las condiciones ambientales fomentando el equilibrio ecológico.

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 su implicación en los usos productivos del agua (presión de uso) (Figura 3).

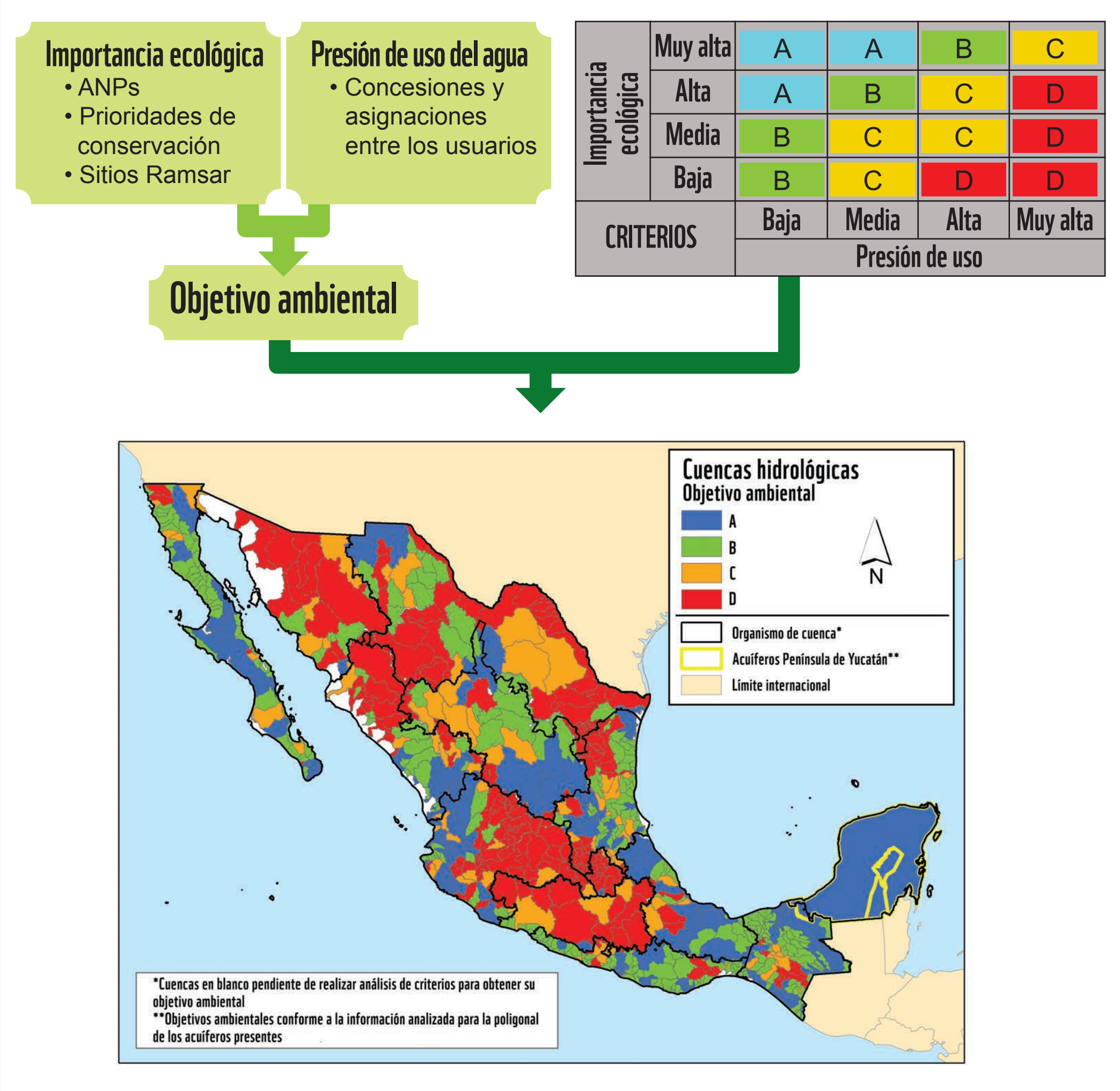


Figura 3. Modelo conceptual, matriz de criterios y mapa de objetivos ambientales

6.2. Metodologías

i. Hidrológicas (Anexos Técnicos 2, 3 y 4)

- Sin conflictividad por el uso del agua y sin régimen hidrológico alterado (Figura 4).
- Con base en valores de referencia a manera de intervalos en el porcentaje del escurrimiento medio anual y llevado a escala mensual

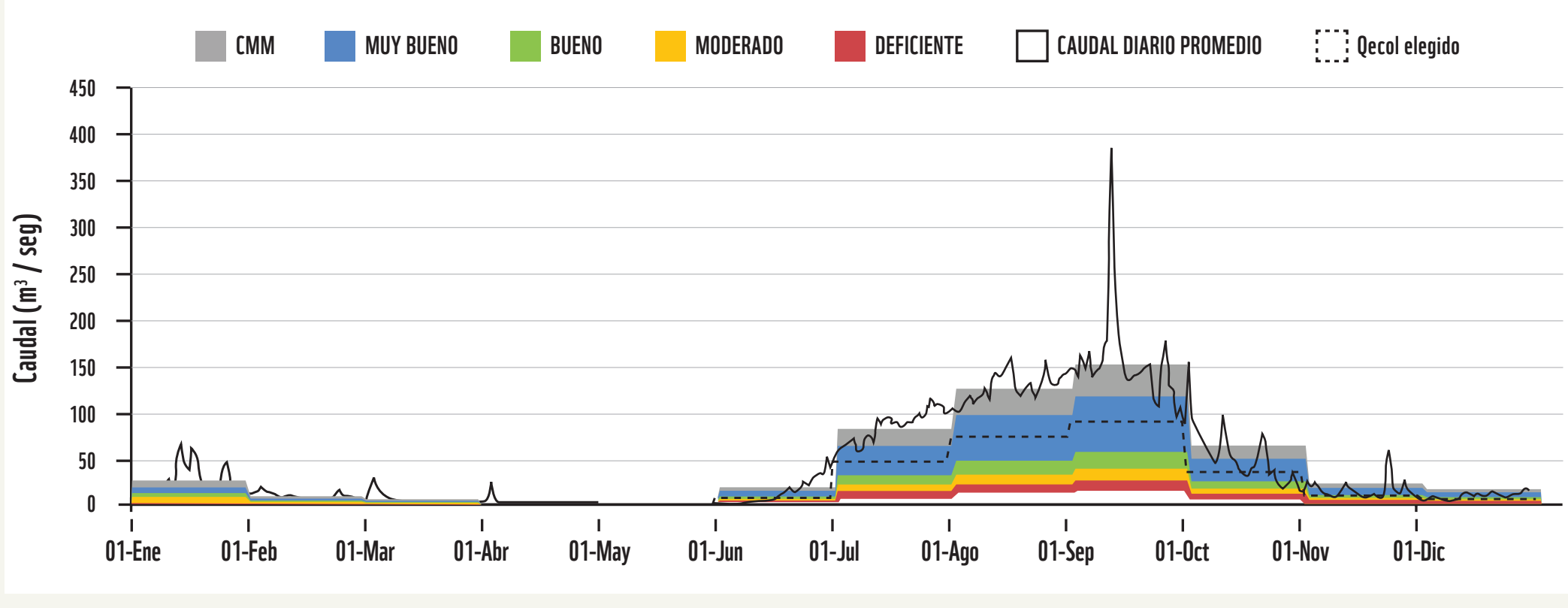


Figura 4. Régimen de caudal ecológico mediante el uso de valores de referencia

- Presencia de infraestructuras hidráulicas o hidroeléctricas con alteración sobre el régimen hidrológico (Figura 5):
- Régimen de caudales ordinarios estacionales para condiciones hidrológicas húmedas, medias, secas y muy secas
- Régimen de avenidas intraanuales, interanuales de baja magnitud y de media magnitud (tipos I, II y III, respectivamente) con sus correspondientes atributos de magnitud, duración, frecuencia, momento de ocurrencia y tasa de cambio

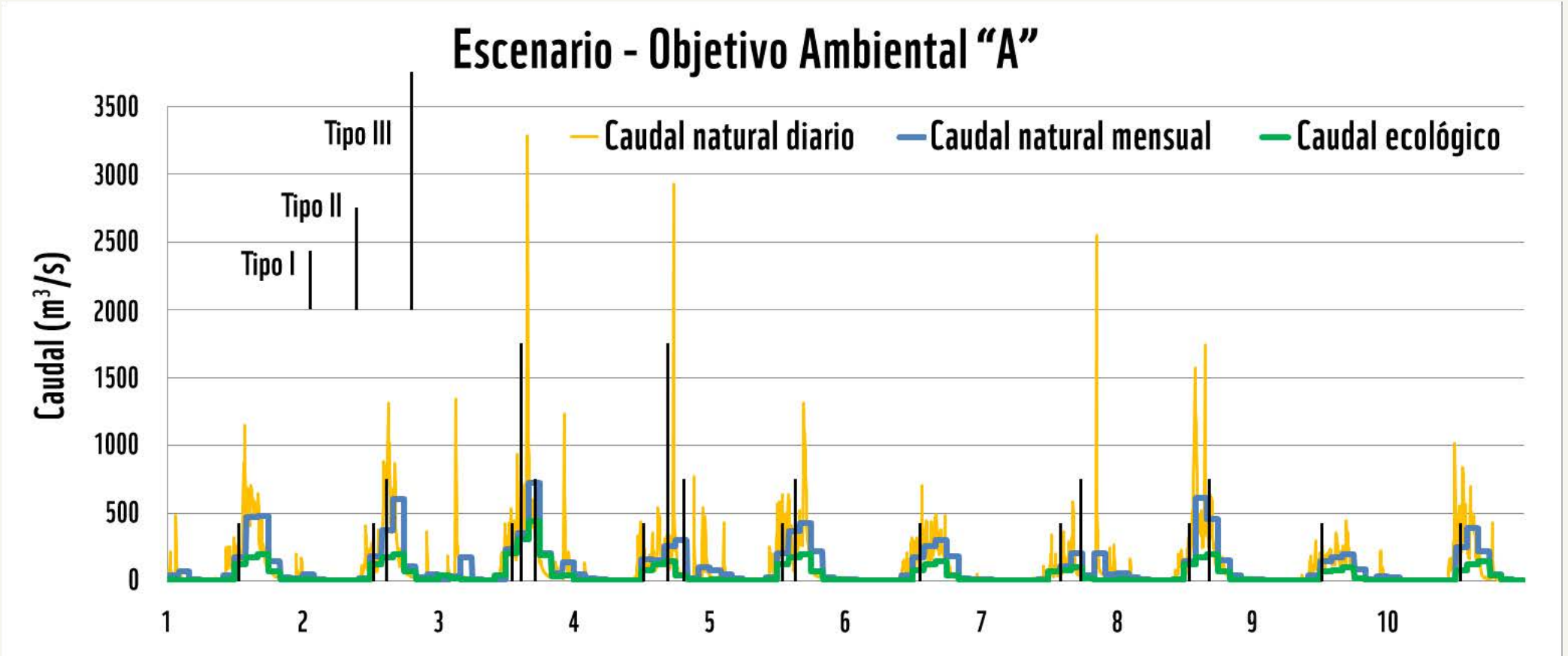


Figura 5. Régimen de caudal ecológico (caudal ordinario estacional y régimen de avenidas) proyectado a un periodo hipotético de 10 años

ii. Hidrobiológicas (Anexo Técnico 5)

- Modelos de simulación de hábitat para proyectar el ambiente físico y sus cambios en función del caudal, con el propósito de cuantificar las preferencias de hábitat de la especie que se toma como objetivo (Figura 6). Utilizan variables hidráulicas para auxiliar la determinación de la conectividad de los ríos, sus inundaciones y capacidades de los cauces. Entre los modelos más utilizados destacan:
- Metodología incremental (*Instream Flow Incremental Methodology* – IFIM)
- Sistema de simulación del hábitat físico (*Physical Habitat Simulation System* – PHABSIM)

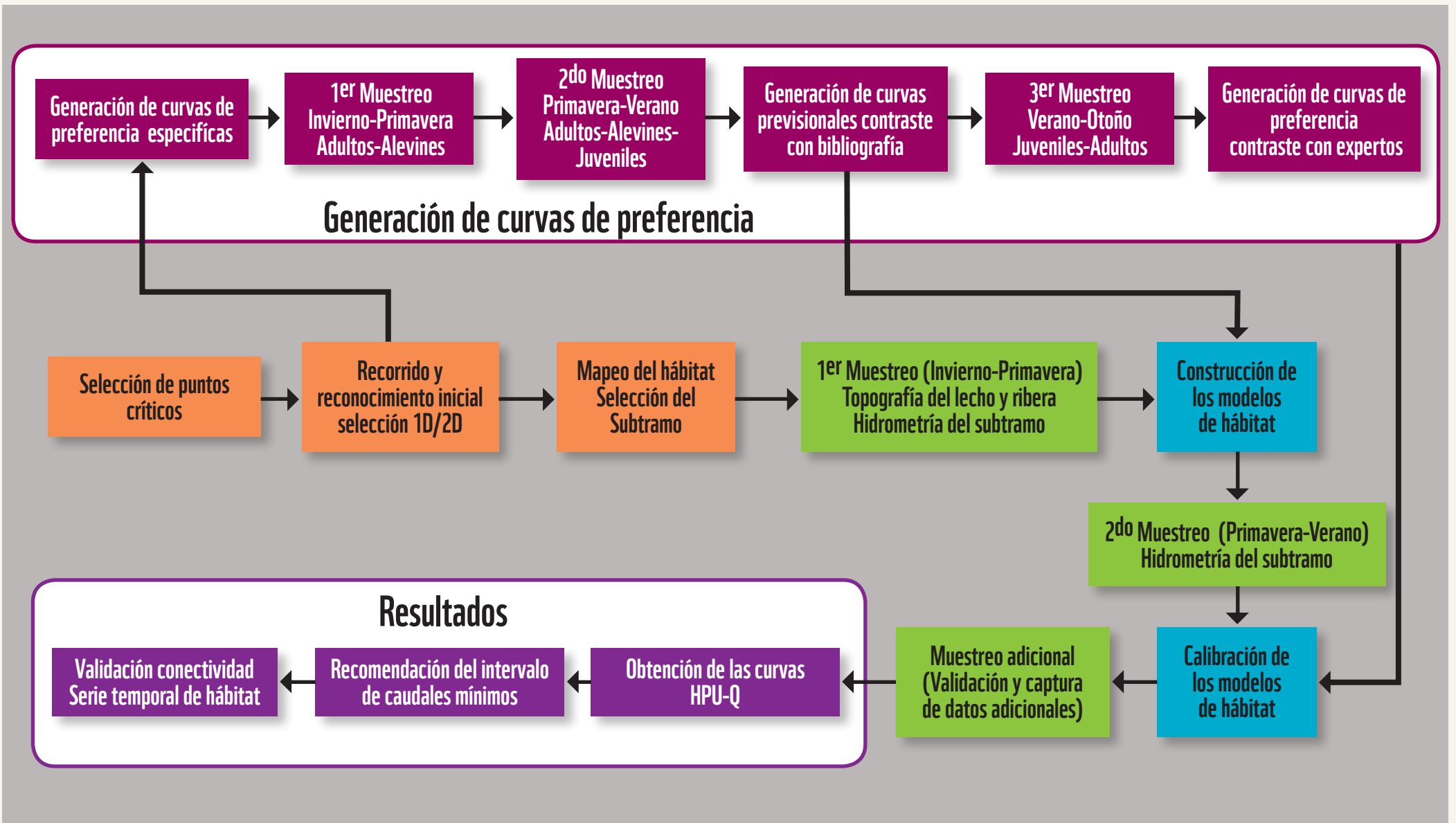


Figura 6. Esquema metodológico para el análisis de caudales ecológicos mediante modelación física del hábitat y conforme a la preferencia de alguna especie

iii. Holísticas (Anexo Técnico 6)

- Recomendables para casos donde se requiere detallar la propuesta de CE debido a la complejidad, dificultad o conflictividad social. Atienden particularidades de las zonas de estudio y, en específico, identifican el significado ecológico de los componentes del régimen hidrológico y su relación con la importancia ecológica y el impacto en los usos del agua (Figura 7). Metodologías de este tipo son:

- La de Construcción por Bloques (*Building Block Methodology* – BBM)
- Respuesta a la Modificación del Flujo Aguas Abajo (*Downstream Response to Impose Flow Transformation* – DRIFT)
- Condiciones de Referencia (*Benchmarking*)
- Límites Ecológicos de Alteración Hidrológica (*Ecological Limits Of Hydrologic Alteration* – ELOHA)

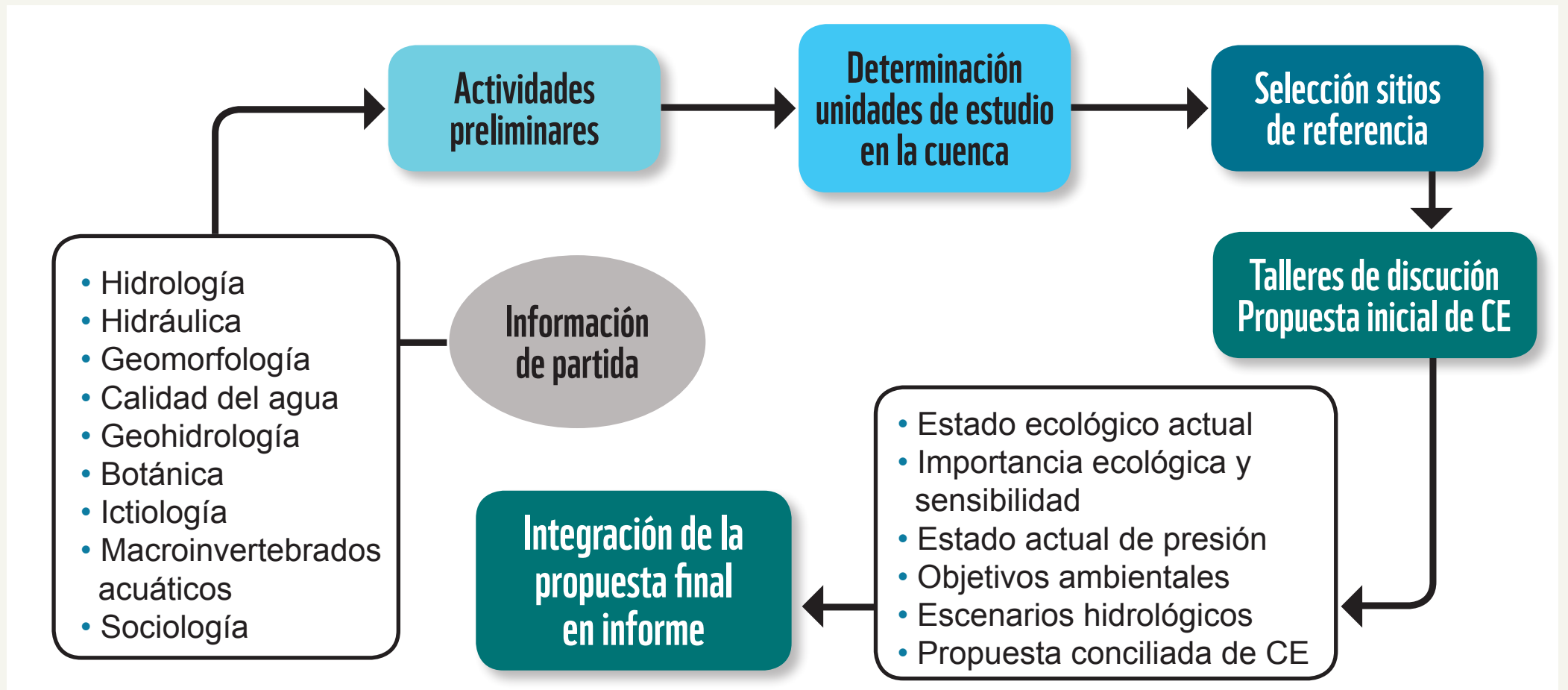


Figura 7. Modelo conceptual para el desarrollo de una metodología holística

6.3. Presentación del estudio

Para sistematizar los resultados de los estudios realizados, la determinación del régimen de caudal ecológico se presentará en función de las estaciones hidrométricas en parte alta, media y baja de la cuenca y a la salida de las subcuencas, presentando el reporte con la siguiente estructura:

- Descripción de la cuenca hidrológica
- Selección y características de la subcuenca
- Caudales ecológicos por cuenca
 - Descripción de la metodología utilizada, justificación y determinación preliminar de caudales ecológicos
 - Sitios de referencia y propuesta de régimen de caudal ecológico
- Anexos. Fichas técnicas de cada sitios de referencia analizado

Para mayor información contacte a:

Eugenio Barrios Ordóñez

Director Programa Agua
WWF-México
ebarrios@wwfmex.org

Sergio Salinas Rodríguez

Oficial de Programa Conservación de Ecosistemas Acuáticos
WWF-México
ssalinas@wwfmex.org

Instituciones participantes en el proyecto de Norma Mexicana

Comisión Federal de Electricidad, Comisión Nacional del Agua, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Institutos de Biología e Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, The Nature Conservancy y World Wildlife Fund, Programa México.

1 Poff N.L., J.D. Allan, M.B. Bain, J.R. Karr, K.L. Prestegard, B. Richter, R. Sparks and J. Stromberg. 1997. The natural flow regime: a new paradigm for riverine conservation and restoration. *BioScience* 47:769-784.

2 Davies S.P. y Jackson S.K. 2006. The Biological Condition Gradient: A Descriptive Model for Interpreting Change in Aquatic Ecosystems. *Ecological Applications*: Vol. 16, No. 4 pp. 1251-1266.

USEPA. 2005. Use of Biological Information to Better Define Designated Aquatic Life Uses in State and Tribal Water Quality Standards: Tiered Aquatic Life Uses.