



## **CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE PROYECTOS DE REPRESAMIENTO DE AGUAS SUPERFICIALES**

### **OBJETIVO**

El objetivo del presente documento es la definición de los criterios a ser considerados durante el proceso de clasificación de proyectos de represamiento de aguas superficiales, según lo establecido en el Decreto 349/005 de fecha 21 de setiembre de 2005.

Estos criterios serán de aplicación por parte de los técnicos del Área Evaluación Ambiental, para clasificar el proyecto comunicado en alguna de las siguientes categorías establecidas en el artículo 5º del citado Decreto:

- Categoría "A": incluye aquellos proyectos de actividades, construcciones u obras, cuya ejecución sólo presentaría impactos ambientales negativos no significativos, dentro de lo tolerado y previsto por las normas vigentes.
- Categoría "B": incluye aquellos proyectos de actividades, construcciones u obras, cuya ejecución pueda tener impactos ambientales significativos moderados, cuyos efectos negativos pueden ser eliminados o minimizados mediante la adopción de medidas bien conocidas y fácilmente aplicables. En estos casos, deberá realizarse un estudio de impacto ambiental sectorial.
- Categoría "C": incluye aquellos proyectos de actividades, construcciones u obras, cuya ejecución pueda producir impactos ambientales negativos significativos, se encuentren o no previstas medidas de prevención o mitigación. Dichos proyectos requerirán un estudio de impacto ambiental completo.

### **ALCANCE**

Los criterios aquí definidos son de aplicación para aquellos proyectos comprendidos en el numeral 25 del artículo 2º del Decreto 349/005, correspondiente a la construcción de represas con capacidad de embalse superior a 2 millones de metros cúbicos o cuyo espejo de agua exceda las 100 hectáreas.

El presente documento propone como método de evaluación para la clasificación de proyectos de represamiento, valorar la posible afectación sobre el medio físico, biótico y antrópico de los aspectos ambientales considerando las características de este tipo de emprendimientos, en concordancia con el artículo 5º del Decreto 349/005.

A fin de facilitar la tramitación y evaluación del proyecto se incluyen al final del documento una serie de anexos con contenido específico útil tanto para el proponente como para el técnico evaluador:



- **Anexo I:** Contenido mínimo necesario para la comunicación de un proyecto de represamiento.
- **Anexo II:** Determinación de caudales ambientales para proyectos de embalse.
- **Anexo III:** Criterio de clasificación según aporte de fósforo.
- **Anexo IV:** Autorizaciones requeridas en función de cuando ha sido construido el embalse.

## **MARCO NORMATIVO**

A continuación se presenta un extracto de la normativa más relevante aplicable a los proyectos de embalse.

- Ley Nº 14859 (Código de Aguas) y sus modificativos. Establece el régimen jurídico y define las competencias para la gestión de las aguas a nivel nacional.
- Ley Nº 16466 (Evaluación de Impacto Ambiental) y su Decreto reglamentario, Decreto 349/005. Establece los ámbitos para los cuales se deberá tramitar Autorización Ambiental Previa, así como los elementos a considerar para su tramitación.
- Ley Nº 16858 (Riego con destino agrario), sus modificativos. Declara de interés general el riego con destino agrario y regula el aprovechamiento de las aguas del dominio público.
- Ley Nº 18308 (Ordenamiento Territorial) y su Decreto reglamentario, Decreto 221/009. Establece el marco general para el ordenamiento territorial y el desarrollo sostenible.
- Ley Nº 18610 (Política Nacional de Aguas). Establece los principios rectores para la gestión de los recursos hídricos.
- Decreto 253/079 y sus modificativos. Define normas técnicas para prevenir la contaminación de las aguas.
- Decreto 368/018. Establece medidas para asegurar un caudal ambiental que permita la protección del ambiente y define la necesidad de la obtención de la Autorización Ambiental de Operación para los proyectos de embalse.
- Resolución Ministerial MVOTMA Nº 99/005. Determina que los cursos de agua cuya cuenca tributaria sea mayor a 10 km<sup>2</sup> y que no hayan sido clasificados a la fecha, serán considerados como clase 3.

## **TÉRMINOS Y DEFINICIONES**

A continuación se definen algunos conceptos relevantes para la interpretación y aplicación del presente documento.



### Área de influencia del proyecto

A los efectos del presente documento se entiende como **área de influencia** para un proyecto de represa a la cuenca hidrográfica que determina el punto de cierre del represamiento, y al tramo del curso, aguas abajo del cierre, que se extiende hasta donde el caudal medio duplica al que se tendría en el punto de cierre sin represamiento.

### Caudal ambiental

El artículo 3º del Decreto 368/018 define como **caudal ambiental** “*el régimen hidrológico de un cuerpo o curso de agua, o sus tramos, necesario para sostener la estructura y funcionamiento de los ecosistemas correspondientes y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos asociados en la cuenca*”.

Los lineamientos para el cálculo del caudal ambiental se presentan en el ANEXO II, en concordancia con el Decreto 368/018.

## **ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES EN PROYECTOS DE REPRESAMIENTO**

Es importante identificar los aspectos ambientales correspondientes tanto a la etapa de construcción como de operación. A continuación se presentan ejemplos de algunos de los principales aspectos e impactos ambientales negativos identificados para proyectos de represamiento.

Durante la construcción se identifican como aspectos relevantes la generación de residuos sólidos y de efluentes líquidos, los cuales sin una adecuada gestión podrían implicar una contaminación del suelo y el agua; por otra parte la presencia física es otro aspecto significativo, debido a que se podría afectar a la flora o a los bienes patrimoniales si no se realiza una correcta identificación y valoración de los mismos así como si no se adoptan las medidas de gestión adecuadas; finalmente podría darse también una afectación a pobladores locales que pudieran llegar a ser relocalizados. Durante la etapa de operación la presencia física continúa siendo uno de los principales aspectos ambientales del emprendimiento ya que provocará alteraciones en el régimen hídrico, cambios en el uso de suelo y sustitución de hábitats, asimismo tiene la potencialidad de afectar, dentro del área de influencia, ecosistemas sensibles, infraestructura y servicios y a otros usuarios del recurso hídrico aguas abajo del proyecto. Por otra parte, el cambio de régimen hídrico de lótico a léntico puede aumentar la probabilidad de ocurrencia de eventos de eutrofización.

## **VALORACIÓN DE AFECTACIONES**

La Tabla I presenta la valoración de la interacción entre los aspectos ambientales del proyecto de represamiento y los posibles componentes del medio receptor que podrían interaccionar con el proyecto, según dos categorías: “SIGNIFICATIVO” y “NO



SIGNIFICATIVO". La clasificación del proyecto se realizará en base a las asignaciones de significancia asociadas a cada aspecto, de la siguiente forma:

- **Clasificación A:** evaluadas las características del proyecto y del medio receptor no surgen interacciones con carácter "SIGNIFICATIVO".

Sin perjuicio de lo anterior, un proyecto que presente interacciones de carácter "SIGNIFICATIVO" podría ser clasificado en la categoría A cuando del análisis de la interacción se demuestre que dadas las particularidades del medio no amerita la significancia otorgada por defecto.

- **Clasificación B:** evaluadas las características del proyecto y del medio receptor surge al menos una interacción con carácter "SIGNIFICATIVO".
- **Clasificación C:** evaluadas las características del proyecto y del medio receptor surge que todas las interacciones se identifican con carácter "SIGNIFICATIVO". Podrán ser clasificados también en esta categoría aquellos proyectos que no presenten una categorización "SIGNIFICATIVA" en todas las interacciones, pero que por sus características específicas (p.ej. dimensiones del emprendimiento) la administración entienda conveniente su clasificación de tal manera.

**Tabla I.** Valoración de la interacción de proyectos de represamiento de agua superficial.

| Componente del medio | Afectación al medio  | Significancia    |
|----------------------|--|------------------|
| MEDIO BIÓTICO        | El área del vaso del represamiento y/o el área de influencia aguas abajo del mismo, no presentan ecosistemas prioritarios para la conservación, hábitat de especies amenazadas ni ecosistemas sensibles asociados al curso de agua.  | NO SIGNIFICATIVO |
|                      | El área del vaso del represamiento y/o el área de influencia aguas abajo del mismo, se encuentra dentro de alguna de las siguientes figuras de conservación: área protegida del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) o en su zona adyacente, área protegida del SNAP en proceso de ingreso o con propuesta en elaboración/estudio, Reserva Natural Departamental, sitio RAMSAR. | SIGNIFICATIVO    |
|                      | El área del vaso del represamiento y/o el área de influencia aguas abajo del mismo, se encuentra dentro de las zonas que representan el 20% del país más prioritario para la conservación según el Plan Estratégico del SNAP 2015-2020 y/o afecta humedales de interés ecosistémico.   | SIGNIFICATIVO    |
|                      | El represamiento inunda o implica la remoción de más de 5 ha de bosque nativo.   | SIGNIFICATIVO    |
| MEDIO                | La cuenca de aporte en la cual se realizará el represamiento presenta, en función de los usos de suelo, una carga anual de fósforo específica a la superficie del embalse inferior a la resultante de la expresión Lc. <sup>1</sup>  | NO SIGNIFICATIVO |
|                      | La cuenca de aporte en la cual se realizará el represamiento presenta, en función de los usos de suelo, una carga anual de fósforo específica a la superficie del embalse superior a la resultante de la expresión Lc. <sup>1</sup>  | SIGNIFICATIVO    |

<sup>1</sup> En el Anexo III del presente documento se detalla la forma de cálculo de Lc (carga anual específica por unidad de superficie). En caso de contar con información suficiente de monitoreo de nutrientes en el curso de agua a represar, en zona donde se proyecta el embalse o cercana a la misma, se empleará esta información para evaluar de la probabilidad de eutrofización en función de la concentración de nutrientes (especialmente fósforo).



|                 |                                      |  |                  |
|-----------------|--------------------------------------|--|------------------|
|                 |                                      | No existen aportes de nutrientes a través de emisiones líquidas en el curso represado o sobre sus tributarios principales, aguas arriba de la represa, provenientes de emprendimientos industriales, agroindustriales y/o pecuarios intensivos, ni aportes de efluentes domésticos de centro poblados.                 | NO SIGNIFICATIVO |
|                 |                                      | Existen aportes significativos de nutrientes a través de emisiones líquidas en el curso represado o sobre sus tributarios principales, aguas arriba de la represa, como provenientes de emprendimientos industriales, agroindustriales y/o pecuarios intensivos, o aportes de efluentes domésticos de centro poblados. | SIGNIFICATIVO    |
| MEDIO ANTRÓPICO | Valores patrimoniales                | El área del vaso del represamiento y la zona de extracción de materiales para la obra (incluyendo el material para el enrocado) no presentan sitios de interés patrimonial (cultural, arqueológico, paleontológico).   | NO SIGNIFICATIVO |
|                 | Valores patrimoniales                | El área del vaso del represamiento y la zona de extracción de materiales para la obra (incluyendo el material para el enrocado) presentan sitios de interés patrimonial (cultural, arqueológico, paleontológico).  | SIGNIFICATIVO    |
| MEDIO ANTRÓPICO | Usos del recurso hídrico aguas abajo | No existen, en el área del vaso del represamiento y/o el área de influencia aguas abajo del mismo, balnearios o playas con un uso recreativo instaurado en la comunidad local.   | NO SIGNIFICATIVO |
|                 |                                      | Existen, a en el área del vaso del represamiento y/o el área de influencia aguas abajo del mismo, balnearios o playas con un uso recreativo instaurado en la comunidad local.  | SIGNIFICATIVO    |
|                 |                                      | No existen en el área del vaso del represamiento viviendas ni infraestructuras (p.ej. caminos, líneas de media tensión).   | NO SIGNIFICATIVO |
|                 |                                      | Existen en el área del vaso del represamiento viviendas y/o infraestructuras (p.ej. caminos, líneas de media tensión).   | SIGNIFICATIVO    |
|                 |                                      | Existen en el área de influencia del proyecto emprendimientos de piscicultura.   | SIGNIFICATIVO    |

**Nota:** Las canteras de aprovisionamiento de material para la construcción del dique (incluyendo el enrocado) deberán contar con Autorización Ambiental Previa y Autorización Ambiental de Operación.



## ANEXO I

### CONTENIDO MÍNIMO NECESARIO PARA LA COMUNICACIÓN DE UN PROYECTO DE REPRESAMIENTO

El artículo 4º del Decreto 349/005 establece los contenidos que debe incluir una comunicación de proyecto, en base a ello, se presentan a continuación los elementos mínimos que el interesado deberá definir tanto del proyecto como del medio receptor, para realizar un correcto análisis ambiental.

#### Localización y descripción del área de ejecución e influencia del proyecto

- Ubicación del proyecto.
- Delimitación y superficie de la cuenca de aporte en km<sup>2</sup>.
- Usos del suelo en la cuenca de aporte, discriminando las superficies dedicadas a cada tipo de uso, incluyendo, en caso de existir, el detalle de los emprendimientos industriales y agroindustriales y demás actividades capaces de generar emisiones líquidas. Se deberá detallar además la superficie de la cuenca de aporte correspondiente a:
  - Cultivos en hilera (verano)
  - Cultivos de arroz (por inundación)
  - Plantación forestal
  - Monte nativo y áreas inundables
  - Cultivos de pasturas
  - Cultivos de invierno
  - Campo natural
  - Zonas urbanizadas
- Uso actual del área a ser ocupada con el embalse.
- Mapa de coberturas vegetales del área a ser intervenida, detallando en caso de corresponder los sectores con presencia de: áreas protegidas del SNAP o zonas adyacentes, reservas naturales de carácter departamental, sitios RAMSAR, zonas incluidas dentro del 20% del territorio nacional prioritario para la conservación según el Plan Estratégico del SNAP 2015-2020, humedales y monte nativo.
- Presencia de sitios de interés patrimonial (cultural, arqueológico, paleontológico) en el área a ser intervenida (área a afectar por el represamiento y zona de préstamo).
- Fotografía aérea o imagen satelital del predio en la cual se delimite el área de influencia aguas abajo del proyecto (según el criterio definido en el presente documento).



- Presencia de tomas superficiales de agua, balnearios o playas con un uso recreativo instaurado en la comunidad local, aguas abajo del proyecto.
- Identificación de viviendas e infraestructura presentes en el área del vaso del represamiento y de los centros poblados cercanos al proyecto.

#### Características del proyecto

- Usos previstos para el embalse.
- Planos del proyecto, vistas lateral y en planta. Se deberán apreciar claramente sus diferentes componentes.
- Curva taquimétrica y características del dique incluyendo como mínimo: volumen y tipo de material requerido para su construcción, pendiente de los taludes aguas arriba y aguas abajo, detalle de las medidas de prevención de erosión a ser implementadas (p.ej. empastado, exclusión de ganado con pastor eléctrico, enrocado), características del aliviadero y la obra de toma.
- Fotografía aérea o imagen satelital del predio identificando claramente las zonas de extracción de materiales para la obra (incluyendo el material para el enrocado), la ubicación de talleres de mantenimiento y las demás estructuras que se instalarán durante la etapa de construcción, sector para lavado de equipos.
- Características hidráulicas del proyecto incluyendo: superficie y volumen máximo del represamiento, niveles operativos máximo y mínimo y volumen muerto, tiempo de retención hidráulica y caudales máximo, mínimo y medio a extraer mensualmente.
- Cálculo del caudal ambiental que deberá ser erogado<sup>2</sup> y detalle de la estructura que permitirá erogar y aforar el caudal ambiental. En caso de emplearse un vertedero para el aforado del caudal ambiental se deberán presentar planos del vertedero (vistas lateral y en planta), coordenadas de ubicación del vertedero y cálculo para la determinación del caudal a partir de la altura del agua.
- Análisis de probabilidad de eutrofización mediante el modelo CEPIS<sup>3</sup>.
- Cronograma de obras y detalle del número de empleados que trabajarán en las diferentes etapas del proyecto.

<sup>2</sup> Los lineamientos para el cálculo del caudal ambiental se presentan en el Anexo II.

<sup>3</sup> Los lineamientos para el cálculo de probabilidad de eutrofización mediante el modelo CEPIS se encuentran en: Salas, J. 2001. Metodologías simplificadas para la evaluación de eutroficación en lagos cálidos tropicales. CEPIS. 60 pp.



### Plan de monitoreo

- Plan de monitoreo del agua erogada por el represamiento incluyendo:
  - para el monitoreo de la calidad como mínimo los parámetros: pH, oxígeno disuelto, DBO<sub>5</sub>, temperatura, conductividad, turbidez, nitrógeno total, fósforo total, clorofila a. La frecuencia de muestreos deberá ser al menos trimestral, sujeto a revisión según los resultados obtenidos después de ese plazo en el marco de la renovación de la Autorización Ambiental de Operación. Dicho monitoreo deberá realizarse como mínimo en un punto aguas abajo del embalse, a una distancia entre 30 y 50 metros del punto de descarga (caudal ambiental).
  - para el monitoreo de la cantidad de agua erogada se deberá informar el tipo y frecuencia del registro.
- Plan de monitoreo del estado del dique.
- Plan de abandono.

Adicionalmente, cuando corresponda, deberá plantear también las acciones de gestión ambiental previstas, tales como:

- Medidas de gestión previstas para la totalidad de los efluentes líquidos y los residuos sólidos durante la etapa de obras, incluyendo el detalle de los gestores autorizados que se encargarán de la gestión de los residuos categoría I.
- Medidas de gestión tendientes a disminuir la probabilidad de eutrofización del embalse.
- Medidas de gestión asociadas a la afectación de ecosistemas naturales sensibles y valores patrimoniales.



## **ANEXO II**

### **DETERMINACIÓN DE CAUDALES AMBIENTALES PARA PROYECTOS DE EMBALSE**

A los efectos de la determinación del caudal ambiental en las obras de represamiento se sugiere emplear valores cuatrimestrales de caudales específicos, para unidades de cuenca nivel 2.

Los valores de caudal específico aquí sugeridos se desprenden del documento Regionalización de estadísticas de caudales (MVOTMA/DINAGUA-División Servicio Hidrológico, 2019). Dicho documento considera los siguientes cuatrimestres: Abril-Julio, Agosto-Noviembre y Diciembre-Marzo.

Para la determinación del caudal ambiental por cuatrimestre se deberá conocer la superficie de la cuenca de aporte -considerada como el área comprendida entre la divisoria de aguas y el punto de cierre (correspondiente con la ubicación del dique)-, la cual se multiplicará por el valor de Q80 (caudal específico con un 80% de probabilidad de excedencia) que le corresponda según el cuatrimestre y la cuenca nivel 2 en la cual se sitúe el proyecto. Los valores de caudal específico Q80, por cuatrimestre, para cada cuenca de nivel 2 (Fig. 1) se presentan en las Tabla II.

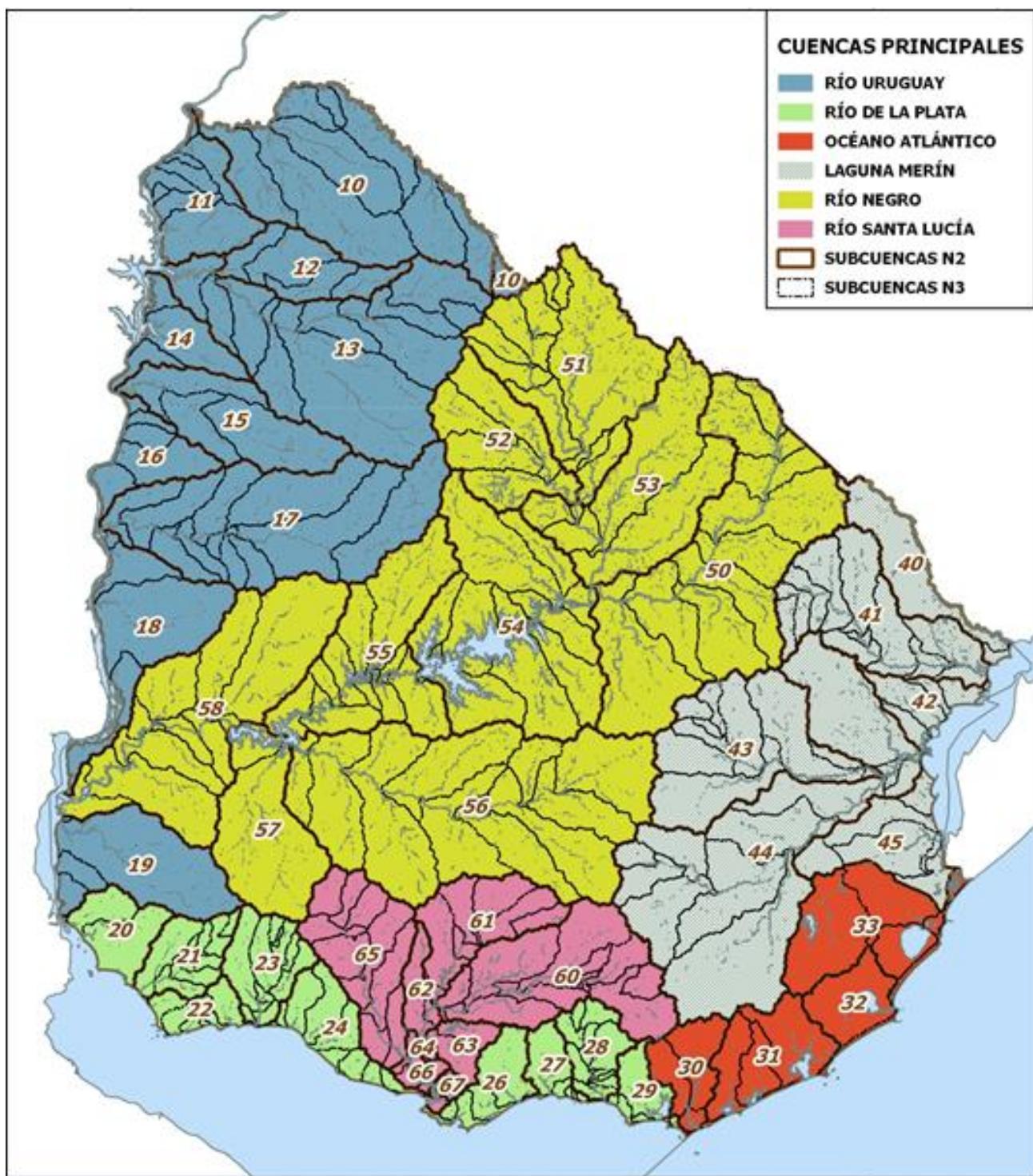
$$Q_{AMBIENTAL} = \text{área cuenca}_{APORTE} (\text{km}^2) \times q_{ESPECÍFICO} (\text{L/s.km}^2)$$

Dependiendo de la superficie de la cuenca de aporte se deberá emplear un caudal específico con un 60% de probabilidad de excedencia (Q60) o un caudal específico con un 80% de probabilidad de excedencia (Q80). Si la cuenca de aporte tiene una superficie mayor o igual a 10 km<sup>2</sup> se deberá emplear el Q60, en tanto si la superficie de la cuenca de aporte es menor a 10 km<sup>2</sup> se deberá emplear el Q80.

Los valores de caudal específico Q60 y Q80, por cuatrimestre, para cada cuenca de nivel 2 (Fig. 1) se presentan en las Tablas II y III, respectivamente.

El valor obtenido ( $Q_{AMBIENTAL}$ ) resulta ser el volumen diario mínimo que debe erogarse, de preferencia en forma continua, durante los cuatro meses que componen el cuatrimestre.

El caudal que infiltre a través del cuerpo de la represa, en los casos en que este pueda ser colectado y encauzado hacia aguas abajo del cierre, podrá aportar al caudal ambiental siempre que se disponga de un cálculo detallado de su estimación en función del nivel de agua en la represa o de algún dispositivo que permita aforarlo.



**Figura 1.** Distribución de cuencas nivel 2 con su correspondiente codificación.

**Tabla II.** Valores de caudal específico Q60 (L/s.km<sup>2</sup>), para cada cuenca de nivel 2 por cuatrimestre.

| Cuenca nivel 2 | q <sub>1</sub><br>(ABR-JUL) | q <sub>2</sub><br>(AGO-NOV) | q <sub>3</sub><br>(DIC-MAR) | Cuenca nivel 2 | q <sub>1</sub><br>(ABR-JUL) | q <sub>2</sub><br>(AGO-NOV) | q <sub>3</sub><br>(DIC-MAR) |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <b>10</b>      | 2,28                        | 1,93                        | 0,50                        | <b>40</b>      | 4,92                        | 6,61                        | 1,30                        |
| <b>11</b>      | 1,98                        | 1,63                        | 0,45                        | <b>41</b>      | 4,61                        | 5,37                        | 0,65                        |
| <b>12</b>      | 2,20                        | 1,65                        | 0,49                        | <b>42</b>      | 4,08                        | 5,95                        | 1,11                        |
| <b>13</b>      | 2,11                        | 1,60                        | 0,40                        | <b>43</b>      | 5,47                        | 6,49                        | 1,66                        |
| <b>14</b>      | 1,63                        | 1,32                        | 0,40                        | <b>44</b>      | 4,43                        | 6,12                        | 1,29                        |
| <b>15</b>      | 3,21                        | 2,53                        | 1,31                        | <b>45</b>      | 3,65                        | 5,59                        | 0,97                        |
| <b>16</b>      | 2,99                        | 2,78                        | 1,36                        | <b>50</b>      | 4,89                        | 5,39                        | 0,57                        |
| <b>17</b>      | 3,17                        | 2,48                        | 1,22                        | <b>51</b>      | 5,59                        | 5,96                        | 0,98                        |
| <b>18</b>      | 2,19                        | 2,23                        | 1,03                        | <b>52</b>      | 5,34                        | 5,61                        | 1,06                        |
| <b>19</b>      | 1,68                        | 2,70                        | 0,85                        | <b>53</b>      | 4,63                        | 5,20                        | 0,61                        |
| <b>20</b>      | 0,81                        | 1,54                        | 0,42                        | <b>54</b>      | 4,32                        | 4,59                        | 0,72                        |
| <b>21</b>      | 1,04                        | 1,71                        | 0,43                        | <b>55</b>      | 3,70                        | 3,78                        | 0,66                        |
| <b>22</b>      | 1,04                        | 1,64                        | 0,39                        | <b>56</b>      | 2,05                        | 2,92                        | 0,74                        |
| <b>23</b>      | 1,61                        | 2,29                        | 0,48                        | <b>57</b>      | 2,29                        | 3,16                        | 1,03                        |
| <b>24</b>      | 1,23                        | 2,47                        | 0,49                        | <b>58</b>      | 2,49                        | 2,61                        | 1,19                        |
| <b>26</b>      | 2,46                        | 4,01                        | 0,59                        | <b>60</b>      | 3,19                        | 4,82                        | 0,90                        |
| <b>27</b>      | 2,90                        | 4,39                        | 0,72                        | <b>61</b>      | 1,79                        | 2,98                        | 0,64                        |
| <b>28</b>      | 3,12                        | 5,45                        | 0,86                        | <b>62</b>      | 1,58                        | 2,74                        | 0,55                        |
| <b>29</b>      | 3,15                        | 5,12                        | 0,79                        | <b>63</b>      | 2,34                        | 3,82                        | 0,60                        |
| <b>30</b>      | 3,21                        | 5,16                        | 0,83                        | <b>64</b>      | 2,15                        | 3,62                        | 0,58                        |
| <b>31</b>      | 3,51                        | 5,30                        | 0,84                        | <b>65</b>      | 2,06                        | 2,51                        | 0,53                        |
| <b>32</b>      | 3,28                        | 5,37                        | 0,71                        | <b>66</b>      | 2,00                        | 3,51                        | 0,57                        |
| <b>33</b>      | 3,35                        | 5,35                        | 0,81                        | <b>67</b>      | 2,12                        | 3,74                        | 0,54                        |

Sin perjuicio de lo anterior, el proponente podrá optar por realizar una estimación del caudal ambiental, como aquél que tiene una probabilidad de excedencia del 60% para cada cuatrimestre. A los efectos de tal cálculo se deberá utilizar una estadística hidrológica de al menos 20 (veinte) años, la cual podrá surgir de registros históricos hidrométricos o de modelos hidrológicos de paso diario, debiendo justificar y detallar claramente la procedencia de los datos y el modelo utilizado.

**Tabla III.** Valores de caudal específico Q80 (L/s.km<sup>2</sup>), para cada cuenca de nivel 2 por cuatrimestre.

| Cuenca nivel 2 | q <sub>1</sub><br>(ABR-JUL) | q <sub>2</sub><br>(AGO-NOV) | q <sub>3</sub><br>(DIC-MAR) | Cuenca nivel 2 | q <sub>1</sub><br>(ABR-JUL) | q <sub>2</sub><br>(AGO-NOV) | q <sub>3</sub><br>(DIC-MAR) |
|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <b>10</b>      | 0,70                        | 0,87                        | 0,18                        | <b>40</b>      | 1,86                        | 3,58                        | 0,66                        |
| <b>11</b>      | 0,61                        | 0,73                        | 0,16                        | <b>41</b>      | 1,10                        | 1,90                        | 0,19                        |
| <b>12</b>      | 0,68                        | 0,74                        | 0,18                        | <b>42</b>      | 1,54                        | 3,22                        | 0,56                        |
| <b>13</b>      | 0,65                        | 0,72                        | 0,15                        | <b>43</b>      | 2,07                        | 3,51                        | 0,85                        |
| <b>14</b>      | 0,50                        | 0,59                        | 0,15                        | <b>44</b>      | 1,68                        | 3,32                        | 0,66                        |
| <b>15</b>      | 1,50                        | 1,50                        | 0,77                        | <b>45</b>      | 1,38                        | 3,03                        | 0,49                        |
| <b>16</b>      | 1,40                        | 1,65                        | 0,81                        | <b>50</b>      | 1,17                        | 1,90                        | 0,17                        |
| <b>17</b>      | 1,48                        | 1,47                        | 0,72                        | <b>51</b>      | 1,84                        | 2,86                        | 0,42                        |
| <b>18</b>      | 1,02                        | 1,32                        | 0,61                        | <b>52</b>      | 1,76                        | 2,70                        | 0,46                        |
| <b>19</b>      | 0,78                        | 1,61                        | 0,50                        | <b>53</b>      | 1,11                        | 1,83                        | 0,18                        |
| <b>20</b>      | 0,37                        | 0,86                        | 0,19                        | <b>54</b>      | 1,03                        | 1,62                        | 0,21                        |
| <b>21</b>      | 0,47                        | 0,95                        | 0,20                        | <b>55</b>      | 0,89                        | 1,33                        | 0,19                        |
| <b>22</b>      | 0,47                        | 0,91                        | 0,18                        | <b>56</b>      | 0,74                        | 1,48                        | 0,19                        |
| <b>23</b>      | 0,73                        | 1,27                        | 0,22                        | <b>57</b>      | 1,07                        | 1,88                        | 0,61                        |
| <b>24</b>      | 0,45                        | 1,26                        | 0,13                        | <b>58</b>      | 1,16                        | 1,55                        | 0,70                        |
| <b>26</b>      | 1,02                        | 2,37                        | 0,28                        | <b>60</b>      | 1,32                        | 2,85                        | 0,43                        |
| <b>27</b>      | 1,20                        | 2,59                        | 0,35                        | <b>61</b>      | 0,65                        | 1,52                        | 0,16                        |
| <b>28</b>      | 1,18                        | 2,95                        | 0,44                        | <b>62</b>      | 0,57                        | 1,39                        | 0,14                        |
| <b>29</b>      | 1,19                        | 2,77                        | 0,40                        | <b>63</b>      | 0,97                        | 2,26                        | 0,29                        |
| <b>30</b>      | 1,21                        | 2,80                        | 0,42                        | <b>64</b>      | 0,89                        | 2,14                        | 0,28                        |
| <b>31</b>      | 1,33                        | 2,87                        | 0,43                        | <b>65</b>      | 0,93                        | 1,40                        | 0,24                        |
| <b>32</b>      | 1,24                        | 2,91                        | 0,36                        | <b>66</b>      | 0,83                        | 2,07                        | 0,27                        |
| <b>33</b>      | 1,27                        | 2,90                        | 0,41                        | <b>67</b>      | 0,88                        | 2,21                        | 0,26                        |

Sin perjuicio de lo anterior, el proponente podrá optar por realizar una estimación del caudal ambiental, como aquél que tiene una probabilidad de excedencia del 80% para cada cuatrimestre. A los efectos de tal cálculo se deberá utilizar una estadística hidrológica de al menos 20 (veinte) años, la cual podrá surgir de registros históricos hidrométricos o de modelos hidrológicos de paso diario, debiendo justificar y detallar claramente la procedencia de los datos y el modelo utilizado.

**ANEXO III****CRITERIO PARA LA CLASIFICACIÓN SEGÚN APORTE DE FÓSFORO**

La aplicación de este criterio exige por una parte conocer las características de la cuenca embalsada (para poder estimar el aporte anual de fósforo), y las del propio embalse propuesto (al menos la superficie y volumen del embalse).

En tal sentido, a partir del conocimiento de los siguientes datos/información:

- $V$  = volumen del embalse ( $\text{m}^3$ )
- $A_e$  = área del embalse ( $\text{km}^2$ )
- $A_c$  = área de la cuenca de aporte ( $\text{km}^2$ )
- Ubicación de la presa
- Usos de suelo en la cuenca

Se procede a la determinación de los parámetros que a continuación se exponen:

- Con la ubicación de la presa se obtienen los valores de caudal medio específico ( $q_{\frac{1}{2}}$ ) y caudal ambiental específico, expresados en [ $\text{L/s/km}^2$ ]
- Con  $V$ ,  $A_e$  y  $q_{\frac{1}{2}}$  se determinan la profundidad media del embalse en m (z) y el tiempo de retención hidráulica en año ( $t_w$ ).
- Con z y  $t_w$  se calcula  $L_c$  según la siguiente expresión

$$L_c = 50 * \frac{z}{t_w} * (1 + \sqrt{t_w})$$

donde el 50 corresponde a un valor de concentración de 50 mg/ $\text{m}^3$  de fósforo.

A partir de este último se calcula la carga anual de fósforo crítica como  $L_c \times A_e$

- Con los usos de suelo se obtiene la 'CARGA ANUAL' de fósforo (carga) en términos de [kg (P)/año], determinada como  $\sum C_i \times A_i$ , siendo  $C_i$  el coeficiente de aporte de fósforo [kg (P)/ha/año] correspondiente al área  $A_i$  en [ha]
- Finalmente se procede del siguiente modo:

Si  $L_c \times A_e \geq$  CARGA ANUAL  $\Rightarrow$  El criterio no resulta significativo

Si  $L_c \times A_e <$  CARGA ANUAL  $\Rightarrow$  El criterio es significativo

Sobre las formas de estimar la carga anual de fósforo que se tiene para un punto de cierre de la cuenca en función de lo que son los usos del suelo, existe abundante bibliografía que aborda el tema y no resulta sencillo sintetizar toda ella en un conjunto



único de valores dada la dispersión de los resultados publicados para los coeficientes de exportación de fósforo.

A los fines prácticos se sugiere utilizar a nivel nacional, tomando como base los trabajos publicados por Perdomo, C. (2013)<sup>4</sup> para las condiciones locales, el siguiente conjunto de valores para los coeficientes de exportación de fósforo para distintos tipos de uso del suelo (en kg/ha año):

|  |                            |
|--|----------------------------|
| Cultivos en hilera (verano): 4.11        | Cultivos de pasturas: 1.16 |
| Cultivos de arroz (por inundación): 0.75 | Cultivos de invierno: 0.35 |
| Plantación forestal: 0.29                | Campo natural: 0.24        |
| Monte nativo y áreas inundables: 0.01    | Zonas urbanizadas: 0.01    |

Al momento de estimar los valores anuales, se sugiere tener en cuenta las eventuales rotaciones de cultivos que experimenten las áreas rurales.

En los casos en que resultare pertinente plantear medidas de mitigación, se sugiere consultar la publicación "How to combat cyanobacterial blooms: strategy toward preventive lake restoration and reactive control measures" (Stroom & Kardinaal, 2016).

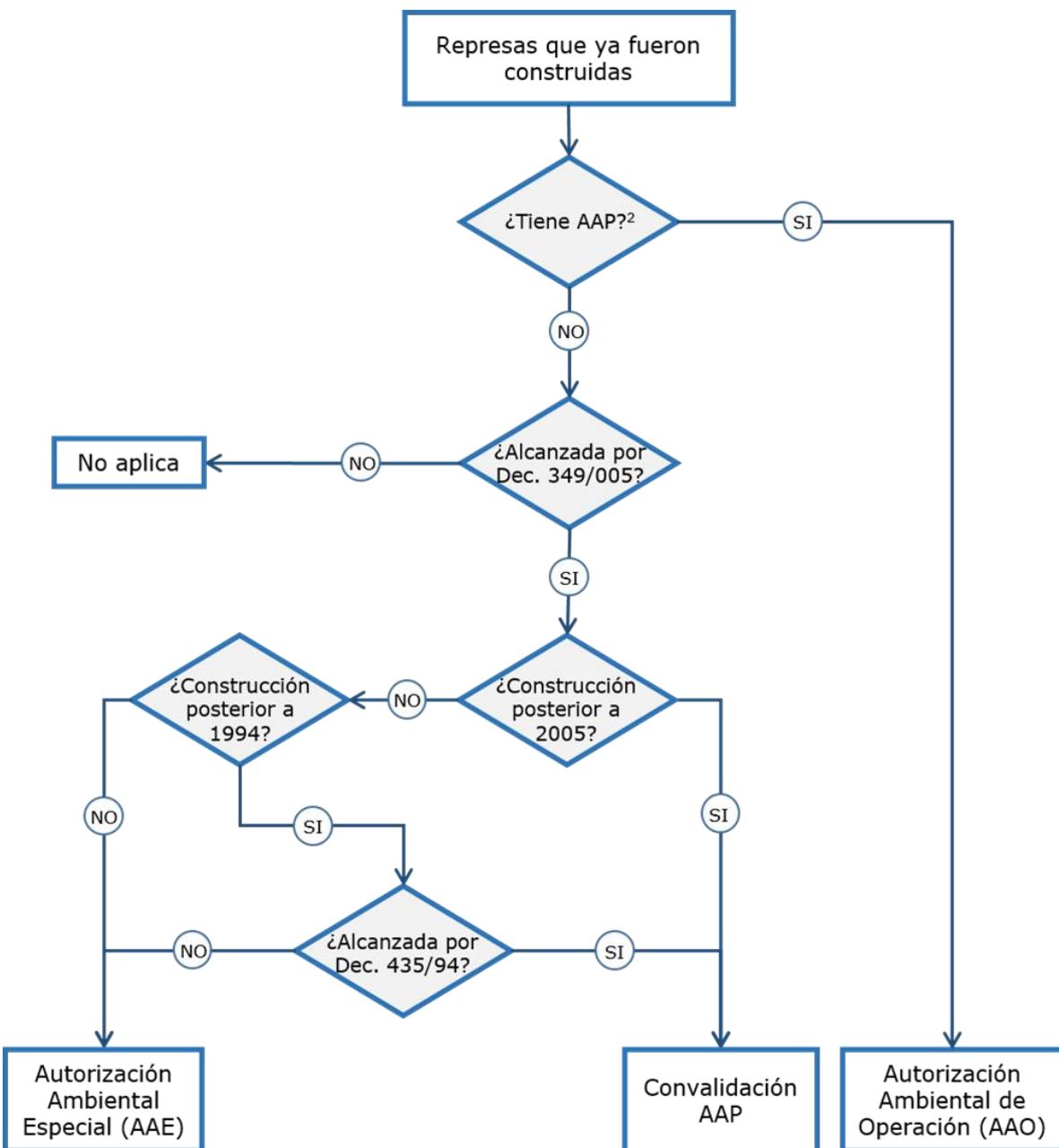
Como una referencia adicional, para situaciones en las que se quiera estimar la eficacia de la implementación de zonas de amortiguamiento sobre sectores del perímetro del embalse, se sugiere consultar la publicación "Conservation Buffers: Design Guidelines for Buffers, Corridors, and Greenways" disponible en:

[https://www.fs.usda.gov/nac/buffers/docs/GTR-SRS-109\\_Spanish.pdf](https://www.fs.usda.gov/nac/buffers/docs/GTR-SRS-109_Spanish.pdf)

<sup>4</sup> Perdomo, Carlos. (2013). Metodología de estimación de aportes difusos de nitrógeno y fósforo a aguas superficiales desde suelos bajo uso agropecuario.



**ANEXO IV**  
**AUTORIZACIONES REQUERIDAS EN FUNCIÓN DE CUANDO HA SIDO  
CONSTRUIDO EL EMBALSE**





## MODIFICACIONES

| <b>Fecha</b> | <b>Versión</b> | <b>Numerales modificados y modificaciones</b>   |
|--------------|----------------|---|
|              | 00             | No corresponde  |
|              | 01             | Modificación de los valores de Q60 e incorporación de valores de Q80 en el Anexo II.<br>Incorporación como Anexo III del documento Metodología de estimación de aportes difusos de nitrógeno y fósforo a aguas superficiales desde suelos bajo uso agropecuario (Perdomo, 2013).  |
|              | 02             | Modificación de redacción y tablas.<br>Modificación del criterio de afectación a la calidad del agua e incorporación de las actividades de piscicultura en Tabla I.<br>Incorporación de contenido al Anexo I.<br>Modificación de Anexo III, sustitución del documento presente en el mismo por un apartado titulado Criterio de clasificación según aporte de fósforo.<br>Incorporación de un Anexo IV titulado Autorizaciones requeridas en función de cuando ha sido construido el embalse. |