

PROGRAMA DE GESTIÓN DEL HÁBITAT DEL TRITÓ DEL MONTSENY

(Calotriton arnoldi)

Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny



Redactores: Daniel Guinart, Fèlix Amat, Jordina Grau, Sonia Solórzano
Colaboradores: José Argemio, Jose Santaella, Juan Anglada, Olga García, Martí Comellas.

RESUMEN

I. PREÁMBULO

II. II. DIAGNOSIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN, del hábitat de ribera vinculado al tritón del Montseny

Antecedentes históricos

Biología y ecología del tritón del Montseny

Legislación aplicable y regulaciones

Amenazas y factores limitados, de la especie y el hábitat

III. ESTRATEGIA DE GESTIÓN DEL HÁBITAT

ANTECEDENTES

OBJETIVO

PLAN DE ACCIÓN. Líneas de trabajo de restauración del hábitat de ribera

Acción A. Gestión vinculada a la propiedad

Acción B. Gestionó de los recursos hídricos

Acción C. Gestionó de la conectividad ecológica

Acción D. Gestionó del bosque de ribera

Acción E. Acciones complementarias a la gestión del hábitat, por la conservación del tritón del Montseny

- Bioseguridad
- Seguimiento del impacto de las acciones
- Seguimiento del hábitat (parámetros abióticos y bióticos)
- Divulgación y procesos de participación
- Evaluación de resultados y gestión adaptativa

IV. BIBLIOGRAFÍA

0. RESUMEN

El Plan de gestión del hábitat del tritón del Montseny se basa en el conocimiento que actualmente se dispone sobre la especie (origen evolutivo y relaciones filogenéticas, distribución geográfica y uso del hábitat, características morfológicas y genéticas de las poblaciones, así como en la ecología, demografía y etología). El primer paso para plantear una gestión es el de realizar una diagnosis del estado de conservación de *Calotriton arnoldi* basándose en la información biológica de la especie y una valoración de las amenazas intrínsecas y extrínsecas, así como los factores limitantes que afectan la especie. Los problemas detectados han permitido establecer unos objetivos operativos, de los que se derivan acciones que deberían reducir o eliminar las amenazas que añaden al hábitat de ribera donde vive el tritón del Montseny.

En base a las amenazas identificadas se han establecido cuatro líneas de trabajo directamente vinculadas a la mejora del hábitat de ribera, que son la gestión vinculada a la propiedad del territorio, la gestión de los recursos hídricos, la gestión de la conectividad ecológica, y la gestión del bosque. También se expone brevemente una serie de acciones complementarias a la gestión sobre el hábitat, pero que conviene tenerlos presentes, como la bioseguridad, el seguimiento del impacto de las propias acciones y de los parámetros abióticos y bióticos, la divulgación y procesos de participación, y por último la evaluación de resultados y gestión adaptativa.

Este Plan de gestión del hábitat tiene la vocación de ser un documento operativo que propone estrategias de actuación aplicando buenas prácticas ambientales vinculadas a cumplir con las normativas vigentes y basadas en los resultados de otros proyectos de conservación, en la bibliografía y en la propia experiencia del proyecto LIFE Tritó Montseny y sus resultados. Este Plan se basa en la gestión adaptativa, por tanto debe ser un documento dinámico que se irá mejorando con el aprendizaje y conclusion que surjan de la valoración de los resultados obtenidos del seguimiento de las actuaciones realizadas

I- PREÁMBULO

Desde 2005, fecha de la identificación de *Calotriton arnoldi*, se ha llevado a cabo diversas acciones para mejorar el conocimiento, gestión y conservación de este endemismo, sin que se dispusiera de un documento marco que definiera una estrategia a medio y largo plazo. En el marco del proyecto Life Tritó Montseny (LIFE15 NAT/ES/000757) se ha redactado el Plan de Recuperación del Tritón del Montseny (*Calotriton arnoldi*), que es el documento de referencia para mejorar el estado de conservación de la especie. Este Plan debe ser aprobado y publicado en el DOGC, por parte de la Generalidad de Cataluña, que es la administración con competencia por la conservación de la fauna catalana. El Plan de Recuperación incluye varios Planes Sectoriales, para concretar las diferentes líneas de trabajo a promover con la finalidad de mejorar el actual estado de conservación de este anfibio, especie endémica del Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny (PN-RB Montseny). Uno de estos Planes Sectoriales es el Plan de gestión del hábitat.

Para desarrollar este Plan de gestión del hábitat, se parte del conocimiento de la biología de la especie en distintos ámbitos, como su origen evolutivo y relaciones filogenéticas, su distribución geográfica y uso del hábitat, sus características morfológicas y genéticas de las poblaciones, así como en su ecología, demografía y etología.

La información recopilada desde la identificación de la especie en 2005, por el personal del parque y los investigadores vinculados con el estudio de este anfibio, han permitido elaborar una diagnosis sobre el estado de conservación de *Calotriton arnoldi*, teniendo presente las amenazas intrínsecas y extrínsecas, así como los factores limitantes que afectan a la especie. Los problemas detectados han permitido establecer unos objetivos operativos, de los que se derivan acciones que deberían reducir o eliminar las amenazas que añaden al hábitat de ribera.

La primera parte del documento sintetiza la información actualmente disponible sobre la biología y la ecología de la especie y expone brevemente el marco legal en el que se amparan las actuaciones propuestas en la gestión del hábitat. Una segunda parte expone el estado de conservación de la especie, analizando las amenazas que le afectan y que existen sobre su hábitat de ribera. La tercera parte del documento expone la estrategia de conservación, vinculada a la gestión del hábitat y fundamentada en los precedentes desarrollados en el marco del Life Tritó Montseny, definiendo unos objetivos operativos que deben ser alcanzados mediante acciones que se desarrollan en

cinco líneas de trabajo: la gestión de la propiedad, la gestión del recurso agua, la gestión de la conectividad ecológica, la gestión del bosque de ribera y, finalmente,

Este Plan de gestión es un documento dinámico y una guía de trabajo que debe adaptarse a la evolución del estado de conservación de la especie y, por tanto, se plantea como una herramienta básicamente técnica, para los gestores de la especie y de su hábitat. El Plan de gestión deberá actualizarse a medida que se vaya incrementando el conocimiento y se valoren los resultados de las medidas de gestión aplicadas.

Hay que remarcar el valor social que puede tener una especie endémica y, por tanto, única de un lugar determinado, en este caso pequeño como es el macizo del Montseny, convirtiéndose en un emblema de la naturaleza en el Montseny y Catalunya. La persistencia de esta especie depende de la conservación de los arroyos de montaña, tanto en el bosque de ribera como en el medio del acuático y reófilo del Montseny.

Los dos principales recursos naturales del hábitat de ribera donde se encuentra el tritón del Montseny son el recurso hídrico y forestal, ambos -y muy especialmente el primero de ellos-, bajo fuerte presión. La actividad forestal en el Montseny ha sido y sigue siendo uno de los pilares de la economía tradicional de las fincas y pese a que el mercado de la madera está en bajada, la leña se cotiza y los bosques (especialmente de encina) se están gestionando con el fin de extraer únicamente un rendimiento económico. Tradicionalmente, las masías del Montseny se han abastecido de agua de los torrentes. Estas captaciones, y quizás las subterráneas, podrían ser la causa de una sequía estival de los torrentes que parece más frecuente ahora que en el pasado, situación que se espera empeore con el efecto del cambio climático.

Por todo ello, el tritón del Montseny representa por sí mismo dos importantes activos. En primer lugar, esta especie es un anfibio micro-endémico, que habita exclusivamente en un área geográfica muy pequeña. Si bien este tipo de elementos biogeográficos son frecuentes en los anfibios que habitan las regiones tropicales (Amphibiaweb, 2019), pocas especies de anfibios en Europa se encuentran geográficamente tan restringidas. En segundo lugar, la supervivencia de esta especie recae en la correcta gestión de los recursos naturales y en la implementación de políticas activas para alcanzar el óptimo estado de los hábitats acuáticos y forestales.

Así pues, esta especie podría ser un excelente indicador ecológico para demostrar que la buena gestión del medio natural puede mejorar el estado de

conservación de la biodiversidad del hábitat de ribera, salvaguardar el tritón del Montseny y, al mismo tiempo, puede permitir una explotación medida y sostenible de sus recursos naturales. Confiamos en que este Plan de gestión del hábitat del tritón del Montseny sea de utilidad para este objetivo.

III. DIAGNOSIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

del hábitat de ribera vinculado al tritón del Montseny

Antecedentes históricos

El tritón del Montseny es una especie probablemente originada por el aislamiento de una población del ancestro común con la especie pirenaica. Verosímilmente, el proceso de especiación produjo una diferenciación ecológica, de forma que *Calotriton arnoldi* se convirtió completamente en acuático. Asumiendo esto, desde hace al menos 1'5 millones de años, la especie quedó geográficamente restringida exclusivamente en la cuenca del Tordera. Probablemente, en su distribución inicial habría ocupado toda la cuenca superior de la Tordera con sustrato de esquisto. Los datos genéticos indican que el aislamiento entre los dos núcleos que actualmente existen, el occidental y el oriental, es mucho más antiguo que las dos últimas glaciaciones pleistocénicas. Por tanto, en algún momento de la historia del especie habría habido una reducción de esta distribución ancestral debido a algún factor ambiental anterior al proceso de humanización de los hábitats. Posteriormente, el desarrollo del poblamiento humano en la cuenca del Tordera provocó seguramente un fuerte impacto sobre los hábitats de esta cuenca; especialmente, durante el S.XIX coincidiendo con el auge de la explotación del carbón, por algunas explotaciones mineras en el S.XX y también por la fuerte actividad ganadera que podría haber afectado a la calidad de las aguas. Por tanto, no es inverosímil considerar que se habría producido una segunda reducción de la distribución geográfica que podría haber causado extinciones locales causadas por la actividad humana. Posteriormente, el desarrollo del poblamiento humano en la cuenca del Tordera provocó seguramente un fuerte impacto sobre los hábitats de esta cuenca; especialmente, durante el S.XIX coincidiendo con el auge de la explotación del carbón, por algunas explotaciones mineras en el S.XX y también por la fuerte actividad ganadera que podría haber afectado a la calidad de las aguas. Por tanto, no es inverosímil considerar que se habría producido una segunda reducción de la distribución geográfica que podría haber causado extinciones locales causadas por la actividad humana. Posteriormente, el desarrollo del poblamiento humano

en la cuenca del Tordera provocó seguramente un fuerte impacto sobre los hábitats de esta cuenca; especialmente, durante el S.XIX coincidiendo con el auge de la explotación del carbón, por algunas explotaciones mineras en el S.XX y también por la fuerte actividad ganadera que podría haber afectado a la calidad de las aguas. Por tanto, no es inverosímil considerar que se habría producido una segunda reducción de la distribución geográfica que podría haber causado extinciones locales causadas por la actividad humana. XX y también por la fuerte actividad ganadera que podría haber afectado a la calidad de las aguas. Por tanto, no es inverosímil considerar que se habría producido una segunda reducción de la distribución geográfica que podría haber causado extinciones locales causadas por la actividad humana. XX y también por la fuerte actividad ganadera que podría haber afectado a la calidad de las aguas. Por tanto, no es inverosímil considerar que se habría producido una segunda reducción de la distribución geográfica que podría haber causado extinciones locales causadas por la actividad humana.

Biología y ecología del tritón del Montseny

El tritón del Montseny es un anfibio del que se tiene un conocimiento reducido a pesar de los esfuerzos invertidos por investigadores y gestores desde su identificación (Carranza & Amat, 2005). Conocer las características biológicas y ecológicas es fundamental para aplicar una gestión eficiente para mejorar su estado de conservación y, por tanto, es necesario actualizar los conocimientos sobre la especie. De forma resumida se exponen los conocimientos hasta ahora disponibles de este endemismo del Montseny que debe ser la base para una buena gestión del hábitat de ribera en la que vive.

Taxonomía

Nombre científico	<i>Calotriton arnoldi</i> (Carranza & Amat, 2005)
Nombre vulgar	Tritón del Montseny
Phylum	Chordata
Clase	Lissamphibia
Orden	Caudata
Familia	Salamandridae
Subfamilia	Pleurodelinae
Tribu	Molginio
Género	<i>Calotriton</i>
Especie	<i>arnoldi</i>

Filogenética: Los *Calotriton* son tritones reófilos que habitan el noreste de la Península Ibérica. Están primariamente especializados en la vida en torrentes de aguas frías. Se separaron del ancestro común con el género *Triturus* hace aproximadamente 15 millones de años (Carranza & Amat, 2005). *C. arnoldi* tiene una especie hermana, el Tritón pirenaico (*Calotriton asper*) distribuido por las cordilleras Pirenaica y Prepirenaica. La divergencia entre ambas especies fue de alrededor de 1.7 millones de años (Vallbuena-Ureña et al., 2014; Vallbuena-Ureña et al., 2017), probablemente debido a un fenómeno de especiación parapátrida relacionada con los primeros ciclos glaciares (Carranza & Amat, 2005). Los análisis genéticos indican que no existen fenómenos de introgresión entre ellos y que el aislamiento genético entre ambas especies es total. *C. arnoldi* presenta dos núcleos poblacionales, datándose la carencia de flujo genético entre los dos núcleos poblacionales desde hace 180.000 años. Curiosamente, *C. arnoldi* presenta en su conjunto una elevada variabilidad genética y un bajo nivel de parentesco entre los individuos de la misma población, a pesar del bajo tamaño efectivo de población.

Distribución geográfica: *C. arnoldi* es una especie endémica del macizo del Montseny. La distribución natural actual se encuentra completamente restringida a siete torrentes que pertenecen a dos subcuencas distintas del río Tordera. En la subcuenca oriental, la especie vive en tres torrentes, y cada

población está aislada de las demás debido a la existencia de un hábitat desfavorable. En la subcuenca occidental, tres de las cuatro poblaciones están conectadas entre sí por la cabecera de una riera y la cuarta se encuentra desconectada también por la existencia de hábitat desfavorable. Considerando la población natural total, en 2017 se estimó que la especie vive en cursos de agua que suman una longitud total de 3.5 km lineales (Amat, 2017). Su distribución es por las partes altas de los torrentes (entre 600 y 1240 m de altitud).

Características del hábitat: *C. arnoldi* vive exclusivamente dentro del curso fluvial, en aguas frías (oscilando entre los 4 y los 15°C), oligotróficas y fuertemente oxigenadas, que fluyen sobre un sustrato de esquistos que provee de una gran cantidad de rocas fragmentadas y fisuras donde existen un flujo de agua subterránea. Algunos torrentes mantienen agua en su cauce durante todo el año, mientras que otros experimentan sequía y, sólo durante la primavera y el otoño, después de las lluvias o la fundición de la nieve, presentan un caudal superficial. El hábitat terrestre es en todos los casos un bosque bien desarrollado que da cobertura total al cauce del torrente. El bosque de ribera suele ser de aliso, fresno y avellano, que en las cotas inferiores a 1.000 m está rodeado de un encinar de montaña.

Morfología y dimorfismo sexual: La morfología de *C. arnoldi* está excelentemente adaptada al medio que habita. Tiene una cabeza grande y bien diferenciada del cuerpo, más larga que ancha, aplanada, con una boca grande, unos ojos comparativamente pequeños situados lateralmente en la parte superior de la cabeza, y tiene un hocico de aspecto cuadrangular, presentando un margen redondeado. El cuerpo es robusto y de sección subcilíndrica, debido a su allanamiento dorsal y presenta unos pliegues en los lados muy poco desarrollados. Las extremidades son más bien cortas pero robustas y presentan cuatro dedos en las anteriores y cinco en las posteriores, todos ellos terminados en una uña córnea. La cola es proporcionalmente más larga que la longitud de cuerpo más la de la cabeza y está comprimida lateralmente, con el extremo terminal obtuso. Su epidermis está recubierta de pequeños gránulos que terminan en una protuberancia negra keratinizada, pero sólo en su superficie dorsal; están ausentes en la garganta, la parte inferior de los flancos y la cola, así como en el vientre. Presenta un marcado dimorfismo sexual: los machos tienen una cabeza mayor, un abdomen más corto y una cola más corta y alta, al revés que las hembras. La forma de la región cloacal también los diferencia, pues en los machos es una protuberancia redondeada y bombeada,

mientras que en las hembras ésta es alargada y tubular. Su tamaño total (longitud de la cabeza, cuerpo y cola) es de 101.4 mm \pm 0.5, 108.0-94.0 mm (media \pm error estándar, máximo – mínimo) para los machos y de 105.7 mm \pm 1.0, 105.0-76.0 mm por hembra (Amat & Carranza, 2005). El cuerpo es pigmentado de coloración parda uniforme de tonalidades chocolatadas dorsalmente; algunos individuos de la población oriental presentan manchas irregulares de una pigmentación amarillo-verdosa pálida, que son más frecuentes en los lados de la cola y algunos presentan una línea vertebral clara de color pardo-carmín. Por parte de las poblaciones occidentales, tienen una pigmentación más oscura y sin manchas en la etapa adulta; los machos siempre presentan una pigmentación blanquecina en el margen del hocico. La coloración ventral se caracteriza por poseer una pigmentación de color crema translúcida con una mancha en la parte anterior cerca del cuello, que presenta una pigmentación marfil. En el caso de los machos esta pigmentación se reduce en la garganta y en la parte posterior del vientre, mientras que en la anterior hay un fino mosaico de puntitos grises y oscuros. En el caso de las hembras, la pigmentación se distribuye por toda la longitud de la superficie ventral,

Ontogenia: A nivel ontogénico, los inmaduros son similares a los adultos si bien, como es lógico, más pequeños: con longitudes totales comprendidas entre 95 - 61 mm y longitudes desde la punta del hocico a la abertura cloacal entre 54 - 35 mm y con pesos de 3.1 a 0.9 gr. Las larvas, al nacer, miden menos de un centímetro, son de color blanquecino pálido y van adquiriendo progresivamente una pigmentación marronosa oscura con un patrón de coloración similar a los adultos. La cabeza de las larvas es bastante alargada y más estrecha que la de los adultos, confiriendo un aspecto tubular. El cuerpo es delgado, delicado y alargado, con extremidades cortas y muy delgadas. La cola es alargada y presenta una cresta dorsal baja. Al contrario de los adultos, la epidermis de las larvas es completamente tersa.

Ecología y demografía: La rareza de la especie y sus discretos y nocturnos hábitos dificultan la recopilación de datos sobre su ecología y demografía poblacional. El tritón del Montseny es una especie obligadamente acuática. Los embriones respiran por difusión del oxígeno disuelto en el agua a través de la membrana externa de los huevos; las larvas lo hacen por medio de las branquias y la piel, mientras que los adultos presentan pulmones reducidos y no funcionales, respirando también a través de la piel. Esta particularidad anatómica se ha desarrollado probablemente para evitar la flotación y ser arrastrada por la corriente del agua. El período de actividad anual de la especie

comprende una pausa en invierno, debido a las bajas temperaturas que hacen disminuir su metabolismo, y otro en verano causado por la disminución de los niveles de agua superficiales y aumento de las temperaturas que generan estrés fisiológico. La actividad reproductora se inicia en marzo y finaliza en noviembre, observándose las cópulas frecuentemente desde marzo a junio, aunque excepcionalmente se han visto en diciembre. La puesta de la especie nunca ha sido observada en la naturaleza y, debido a la rareza de observación de larvas, nada se conoce sobre el período de desarrollo larvario o la metamorfosis en condiciones naturales. Se estima que el mínimo tamaño y edad de maduración sexual es de 51 mm y 3 años respectivamente y que la longevidad máxima es de 8-9 años, sin diferencias entre machos y hembras o núcleos poblacionales (Amat et al., 2015). Las estimaciones de tamaño poblacional dan valores de entre 42 y 150 adultos en un tramo medio de torrente de 130 m lineales (Amat & Carranza, 2006).

Comportamiento: *C. arnoldies* mayoritariamente nocturno y las observaciones diurnas son muy infrecuentes. El tritón utiliza las grietas y fisuras de la roca madre como refugio durante el día, para protegerse de la luz, cuando la temperatura del agua es elevada o cuando los niveles de agua son bajos. Las interacciones sociales entre individuos están relacionadas con la reproducción, cuando se han observado luchas entre machos, consistente en morder la cabeza y las extremidades y enrollar la cola en torno al cuerpo del oponente. Las cópulas pueden durar varias horas durante las cuales el macho enrolla su cola alrededor de la cola de la hembra, en la que ambos sexos sobreimponen las aberturas cloacales para que los machos transfieran el espermatozoides a la cloaca de las hembras. El abanico de comportamientos defensivos que se han detectado son,

Alimentación: El tritón del Montseny es un depredador no selectivo y la composición de la dieta es muy variada; no parece ser dependiente de una toma en concreto. Los pocos estudios hasta ahora realizados muestran que los dos principales componentes de la dieta del tritón son los insectos y las salamandras y, en menor medida, oligoquetos, branquiópodos, nematomorphas y tornillos. Dentro de los insectos aparecen numerosas familias y todas presentes de forma abundante en la fauna de macroinvertebrados de los torrentes de la cuenca alta del Tordera. No son selectivos para ningún linaje en concreto, pero las tres familias presentes en las heces de más individuos son los dípteros, los tricópteros y los efemerópteros (Gomà, J. & Murria, C. 2019).

Legislación aplicable y regulaciones

Las poblaciones de tritón del Montseny estaban protegidas desde el inicio de su descubrimiento en 1980 cuando fue identificado como tritón pirenaico, entonces llamado *Euproctus asper*. En 2005 se consideró que este taxon comprendía dos especies: *Calotriton asper* (tritón pirenaico) y *Calotriton arnoldi* (tritón del Montseny). Por esta razón, la legislación internacional y europea aún mantiene el nombre de la especie original de *Euproctus asper*, que incluiría implícitamente a las poblaciones del Montseny y, por tanto, al *Calotriton arnoldi*.

El tritón del Montseny está protegido por la siguiente legislación sectorial:

Legislación internacional	Convención de Berna (82/72/CEE) -Apéndice II (como <i>Euproctus asper</i>). Directiva de Hábitats (92/43/CEE) - Anexo IV (como <i>Euproctus asper</i>).
Legislación estatal	Ley 42/2007 de 13 de diciembre, sobre el patrimonio natural y la biodiversidad. Real Decreto 139/2011 de 4 de febrero, para el desarrollo de la lista de especies salvajes en régimen de protección especial y el catálogo español de especies amenazadas: calificada como en peligro de extinción.
Legislación catalana	Ley 2/2008, de 15 de abril, que aprueba el texto revisado de la ley de protección de los animales.

Sin embargo, la especie está considerada de muy alto interés de conservación por parte del Plan de Conservación del PN-RB MONTSENY (Guinart et al., 2014) y en peligro crítico por la IUCN: criterios CR B2ab (iii, iv) (Carranza & Martínez-Solano, 2009). El actual Decreto de protección del Parque Natural del Montseny (DECRETO 127/2021, de 1 de junio) establece algunas normas básicas de protección directamente aplicables en este Plan de Gestión, como serían:

4.11 a) Las rieras y torrentes, tanto permanentes como discontinuos, son considerados elementos de protección especial en la totalidad del ámbito del Parque Natural. No se admiten actuaciones que puedan producir una alteración significativa del estado de conservación favorable de las especies y hábitats

asociados objeto de protección. Asimismo, debe fomentarse su recuperación y restauración cuando sea el caso.

4.11 d) Con el fin de asegurar la funcionalidad ecológica del espacio fluvial, cuando las áreas de interés para la conectividad ecológica se basen en cursos fluviales, debe asegurarse de que se respete el caudal hidrológico establecido por el administración competente y que la morfología del cauce y los bordes, la calidad del agua y el estado de conservación de las poblaciones de especies riparias y de la vegetación de ribera sean las idóneas para desarrollar las funciones de hábitat y conector asociadas.

4.12 b) El tritón del Montseny (*Calotriton arnoldi*), como endemismo de este macizo, catalogado como especie en peligro de extinción, goza de protección estricta, así como su hábitat y ecosistemas, comunidades y elementos biológicos asociados. En consecuencia, sólo se admiten, en su hábitat, las actividades directamente asociadas a la investigación y conservación y se prohíbe cualquier uso o aprovechamiento que pueda tener un efecto negativo significativo sobre su estado de conservación.

La administración competente de la conservación del tritón del Montseny es la Generalidad de Cataluña, por delegación de competencias del Estado Español y que tiene el compromiso de aportar a la Unión Europea el reporte sexenal sobre el estado de conservación de las especies animales de interés comunitario que requieren una protección estricta.

El tritón del Montseny (*Calotriton arnoldi*) es un anfibio endémico del Parque Natural del Montseny y su gestión es competencia de la Diputació de Barcelona y la Diputació de Girona. Por tanto, estas dos administraciones supramunicipales son las responsables de conservar el hábitat de ribera donde sobrevive el tritón del Montseny y tienen la competencia de gestionarlo.

Amenazas y factores limitantes

El tritón del Montseny fue clasificado como especie en peligro crítico de extinción por la IUCN en 2005. Desde 2009 hasta ahora se ha mantenido un programa de investigación y seguimiento de las poblaciones de tritón del Montseny y, basando en los criterios IUCN (versión 3.1: 2001), se mantiene la categoría de críticamente amenazada para *Calotriton arnoldi*.

Los motivos de mantenerse en esta categoría son que la distribución estimada de la especie es inferior a 20 km² (la ocupación estimada es inferior a 5 km de cursos de agua). Desgraciadamente, la distribución geográfica se encuentra severamente fragmentada en dos núcleos poblacionales separados dentro de

los cuales existen poblaciones aisladas, que es el motivo de la existencia de claras diferencias a nivel morfológico y genético entre los dos núcleos de la distribución geográfica. También se está visualizando un continuado declive en la extensión de la ocupación de las poblaciones y se está observando un bajón en alguna población que incluso podría haberse extinguido. La fuerte especialización ecológica del tritón del Montseny constituye la principal limitación para la persistencia de la especie por su expansión geográfica.

Teniendo en cuenta el conocimiento que se dispone de la biología de la especie, su distribución potencial se encuentra limitada a la cuenca del Tordera, de la que ocupa un área bastante pequeña. A pesar de la gran disponibilidad de torrentes en el Montseny, gran parte de esta área no es actualmente favorable por la especie debido a limitaciones de carácter natural como: la geología, la baja altitud o la presencia de peces en muchos casos introducidos por el hombre. Por otra parte, al tratarse de una especie estrictamente acuática, los individuos sólo pueden migrar siguiendo la red hidrográfica, no siendo posible la dispersión terrestre. Además, el alcance del movimiento de adultos a lo largo de los torrentes parece muy reducido; en el caso de las larvas e inmaduros, si bien es desconocido, posiblemente sería mucho menor. Como resultado de todo esto,

A la hora de establecer el estado de conservación de la especie y su hábitat, se deben considerar las amenazas reales y potenciales que debe afrontar, tanto de carácter intrínseco como extrínseco. Las primeras están vinculadas a la biología de la especie y son expuestas brevemente. Las segundas están relacionadas con el hábitat y, por tanto, sobre las que se podría actuar para minimizar los problemas detectados o -si fuera posible- eliminar las amenazas.

Tipología amenaza	Efecto negativo por el tritón del Montseny o hábitat de ribera
Amenazas intrínsecas en la especie o hábitat	
Riesgo de endogamia	Baja variabilidad genética
Enfermedades infecciosas emergentes	Alta infección de los anfibios autóctonos o extinción de poblaciones
Especialización ecológica	Alta vulnerabilidad a cambios ambientales
Tipología de torrentes	Baja disponibilidad de hábitat idóneo
Amenazas extrínsecas globales	
Cambio climático	
Aumento de temperaturas	Cambios físico-químicos del hábitat
Reducción de caudal hidrológico	Carece de caudal de agua
Amenazas extrínsecas locales	
Explotación de los recursos naturales	
Aprovechamiento de aguas naturales	Reducción o eliminación de caudales superficiales
Vertidos aguas residuales	Eutrofización del agua
Gestión forestal	Alteración y destrucción del hábitat de ribera y su cuenca
Gestión de la pesca	Introducción de depredadores exóticos (<i>Salmo trutta</i>)
Vías de comunicación	
Caminos de desemboque	Fragmentación curso fluvial. Eliminación de conectividad ecológica
Red viaria principal y secundaria	Fragmentación curso fluvial. Eliminación de conectividad ecológica
Frecuentación humana	
Visitantes	Manipulación anfibios. Introducción de enfermedades
Deportes	Deterioro hábitat
Educación, divulgación	Manipulación anfibios. Introducción de enfermedades
Naturalistas	Manipulación y extracción de individuos. Introducción de enfermedades

Amenazas intrínsecas

De las amenazas intrínsecas -que son aquellas vinculadas a la propia especie y derivadas de su biología- destacamos: 1) el riesgo de endogamia, 2) la sensibilidad a las enfermedades infecciosas emergentes y 3) la elevada especialización ecológica.

1. Riesgo de endogamia: La población total de adultos de tritón del Montseny ha sido estimada en menos de 1.500 individuos, cuya distribución geográfica discontinua está subdividida en dos núcleos, con el añadido de que dentro de cada uno de ellos también hay aislamiento entre poblaciones. Esta situación da lugar a una fragmentación muy acusada de la población, que se ve agravada por la limitada capacidad de dispersión de los individuos, especialmente en lo que se refiere a los adultos. La problemática que esto puede implicar es que haya un fuerte riesgo de endogamia, pues los individuos deberían cruzarse con otros estrechamente emparentados. Como consecuencia de todo esto, es posible que exista una reducción de los niveles de variabilidad genética de la especie, que puede dar lugar a una fuerte pérdida de la capacidad de adaptación frente a cambios ambientales o enfermedades así como a una reducción de su fecundidad y la alteración del desarrollo de los huevos. Los estudios genéticos realizados hasta la fecha no sostienen esta situación y, en cambio, muestran una elevada variabilidad genética (Valbuena et al., 2017) a pesar del bajo tamaño efectivo estimado por la población. Por tanto, con los conocimientos actuales de la especie, no podemos afirmar que el riesgo de endogamia sea realmente una amenaza para el tritón del Montseny.

2. Enfermedades infecciosas emergentes: Uno de los signos más alarmantes de la crisis de la biodiversidad mundial es la rápida expansión de enfermedades infecciosas, previamente restringidas a un pequeño área geográfica. La globalización ha expandido rápidamente enfermedades mortales por los anfibios, como la quitridiomycosis o el ranavirus, produciendo declives poblacionales e incluso la extinción entera de especies de anfibios. Teniendo en cuenta el efecto letal de algunas de las enfermedades infecciosas sobre los tritones en general y el bajo número de las poblaciones de tritón del Montseny y de individuos que las constituyen, el riesgo de una rápida extinción de esta especie endémica, en caso de aparición de enfermedades infecciosas, es realmente muy alto. El problema actual es que algunas de estas enfermedades se han detectado en espacios naturales muy cercanos al Montseny, como en el caso del hongo *B. salamandrivorans* que se ha demostrado letal por *C. arnoldi* (Martel et al. 2013; 2020) e, incluso, alguna ha sido localizada en determinadas balsas del Montseny, siempre asociada a la introducción ilegal de anfibios

exóticos. A pesar de que hasta ahora no se ha identificado, en los torrentes donde subsisten las poblaciones de tritón del Montseny, ningún hongo ni virus que sean los responsables de estas enfermedades, es verosímil que factores como la proximidad geográfica y la gran movilidad de personas y fauna salvaje hacen completamente viable el contacto de algún ejemplar de *C. arnoldi* con la enfermedad, lo que con gran probabilidad provocaría la desaparición de la población infectada. siempre asociada a la introducción ilegal de anfibios exóticos. A pesar de que hasta ahora no se ha identificado, en los torrentes donde subsisten las poblaciones de tritón del Montseny, ningún hongo ni virus que sean los responsables de estas enfermedades, es verosímil que factores como la proximidad geográfica y la gran movilidad de personas y fauna salvaje hacen completamente viable el contacto de algún ejemplar de *C. arnoldi* con la enfermedad, lo que con gran probabilidad provocaría la desaparición de la población infectada. siempre asociada a la introducción ilegal de anfibios exóticos. A pesar de que hasta ahora no se ha identificado, en los torrentes donde subsisten las poblaciones de tritón del Montseny, ningún hongo ni virus que sean los responsables de estas enfermedades, es verosímil que factores como la proximidad geográfica y la gran movilidad de personas y fauna salvaje hacen completamente viable el contacto de algún ejemplar de *C. arnoldi* con la enfermedad, lo que con gran probabilidad provocaría la desaparición de la población infectada.

3. Especialización ecológica: En términos ecológicos, las especies pueden comportarse como especialistas o generalistas en cuanto a la utilización de los recursos de los ecosistemas. El tritón del Montseny es una especie que ha evolucionado durante más de un millón de años para adaptarse a un hábitat muy específico, son los torrentes de aguas rápidas y turbulentas (llamados ambientes reófilos). Su morfología se ha adaptado a este hábitat, desarrollando un cuerpo aplanado y de gran flexibilidad que facilita que pueda refugiarse en fisuras del subsuelo del cauce del torrente y su desplazamiento a lo largo del curso fluvial. La cópula caudal, es también una adaptación a la vida en aguas corrientes dado que permite la sujeción de la hembra, superponiendo las aberturas cloacales para transferir directamente el paquete espermático. Por otra parte,

4. Tipología de los torrentes: *Calotriton arnoldi* está muy bien adaptado a los torrentes con fisuras de entidad que tengan un sustrato de esquisto y pizarras porque tienen un cauce con una matriz rocosa y fisurada. También deben ser torrentes reófilos, con aguas limpias, rápidas y turbulentas, lo que facilita la presencia de oxígeno. Los torrentes no pueden ser temporales y el agua en el curso fluvial debe estar durante todo el año, aunque puede ser

subsuperficial. Por tanto, gran parte del medio abiótico del macizo del Montseny, por sus características geomorfológicas e hidrológicas, no reúne las condiciones necesarias para la subsistencia del tritón del Montseny.

Amenazas extrínsecas

Las amenazas extrínsecas son aquellas que actúan sobre el hábitat y/o la especie en diferentes escalas motivadas por un factor externo natural o vinculadas a la actividad humana. Entre las primeras se encuentran los fenómenos naturales excepcionales y que actualmente los vinculamos con el cambio climático (1), que son de carácter global y aunque puedan estar vinculados a la actividad humana, la causa no es específicamente local. Entre las segundas se incluyen las actividades humanas que en el ámbito local tienen una incidencia negativa como: la explotación de los recursos naturales y su logística -agua, madera, pesca (2), las vías de comunicación (3) y la frecuentación humana vinculada actividades de ocio y educativo (4).

1 - Cambio climático: El tritón del Montseny es una especie potencialmente afectada por el calentamiento climático. Las temperaturas ambientales han aumentado 1.5°C en el macizo del Montseny durante el último siglo (Peñuelas & Boada, 2003). Los modelos climáticos constatan este aumento de las temperaturas, produciendo más aridez que puede verse potenciada sinérgicamente por el aumento de la evapotranspiración, especialmente en un territorio predominantemente forestal como es el Montseny. Por otra parte, el patrón de precipitación será más irregular a través de los años, alternando períodos de fuertes lluvias concentradas en un corto período de tiempo, con fuertes sequías. El mayor riesgo que esto representa es la sequía del torrente durante largos períodos de tiempo, lo que puede producir el declive de la población o incluso su extinción. Otro posible efecto del cambio climático es el impacto de las fuertes lluvias, que puede producir un repentino incremento del nivel de agua por encima de la capacidad de auto-regulación del torrente. Esto puede motivar la erosión de los márgenes, la caída de árboles o el arrastre de grandes rocas, alterando la morfología de los torrentes y potencialmente generando mortalidad de individuos. El calentamiento global ya está produciendo cambios en la composición de las masas forestales, como lo es el reemplazo altitudinal del hayedo -tipo de bosque bastante favorable por el tritón del Montseny- por el encinar, que es menos favorable (Peñuelas & Boada 2003). La predicción es que los tramos superiores de torrentes serán los únicos que tenderán a conservar el hayedo en el futuro pero, desafortunadamente,

Hay que tener presente que, muy probablemente, el calentamiento climático y los cambios asociados a los ciclos hidrológicos son el principal peligro por la persistencia de la especie y seguramente son las amenazas que más difícilmente podrán combatirse a nivel local.

2 - Explotación de los recursos naturales

2.1) Aprovechamiento de aguas naturales: El aprovechamiento humano de los recursos hídricos incide en el hábitat del tritón del Montseny, tanto en la calidad del agua (debido a los vertidos) como en su cantidad (debido a las derivaciones de las captaciones). El hábitat del tritón del Montseny requiere que tenga aguas oligotróficas, es decir, limpias y sin contaminación. Por tanto, el vertido de aguas residuales es una amenaza que a pesar de que podría haber sido la causa de la desaparición de determinadas poblaciones en torrentes donde había habido importante actividad agroganadera y minera, actualmente no se ha detectado que sea frecuente.

Por el contrario sucede con la calidad del agua. No disponer de cantidad de agua es posiblemente la amenaza más relevante que actualmente sufre el tritón del Montseny, pues la carencia de un caudal de agua en determinados momentos del año puede motivar la extinción de una población. Aunque los torrentes del Montseny son temporales a nivel superficial y experimentan fluctuaciones estacionales e interanuales (características del clima mediterráneo), el tritón del Montseny ha subsistido en estos torrentes, muy posiblemente gracias a la permanencia constante de aguas subsuperficiales. Las explotaciones tradicionales de los recursos hídricos sin embargo, con el actual incremento del uso del agua (de particulares, regantes, municipales e industriales) y el escenario del cambio climático,

Aparte de la extracción superficial directa de agua por consumo humano, es necesario tener presente el consumo de aguas subterráneas, tanto de las captaciones de pozos como las aprovechadas por los árboles de los bosques regenerados de manera natural como de las plantaciones de especies exóticas de rápido crecimiento. De hecho, los bosques suelen ser verdaderas bombas de succión de agua, además de interceptar el agua de lluvia, que reduce significativamente su infiltración.



Derivación de aguas de torrentes y arroyos



Riego por aspersión, sistema de muy baja eficiencia hidrológica

2.2) Gestión forestal: La gestión forestal es una actividad tradicional en el ámbito del Montseny que ha estado favorecida por las buenas condiciones climáticas del macizo y por la propiedad de grandes fincas forestales. Pero la mecanización de la actividad desde las últimas décadas del siglo pasado y la implicación de profesionales y asociaciones que necesitan una rentabilidad económica, están promoviendo determinadas prácticas forestales que afectan negativamente a la conservación del tritón del Montseny.

En el ámbito fluvial, el corte del bosque de ribera es una doble amenaza. La primera es por la ocupación y destrucción del espacio fluvial durante la intervención y la consecuente aportación de sedimentos y eliminación de las especies acompañantes. Determinados gestores forestales utilizan las

torrenteras y rieras temporales como canales de desembosque (arrastrando los troncos cortados) y como plazas de almacenamiento de madera y giradores de maquinaria. Estas malas prácticas destrazan el equilibrio físico y biológico que existe en estos hábitats fluviales, a la vez que se incrementan de forma desmedida fenómenos de pérdida de suelo orgánico y de erosión. El segundo efecto negativo de la corta del bosque de ribera es la pérdida del bosque protector, tanto de la estabilización del suelo como de la cobertura arbolada que proporciona sombra, humedad y nutrientes en la biodiversidad acuática. En algunos casos, este bosque de ribera autóctono se ha reemplazado por la plantación de especies exóticas de rápido crecimiento (como *Pseudotsuga menziesii* o *Platanus* sp.) que tienen un alto consumo de agua y, por tanto, son una de las causas de la reducción de caudales de agua.

La corta del bosque de ribera autóctono, la plantación de árboles exóticos o la destrucción física de torrentes y rieras producen cambios abióticos (como el aumento de la temperatura del agua por insolación) que motivan cambios en la estructura y composición a la biota macro y microscópica del medio acuático del torrente y favorecen desequilibrios en la cadena trófica del ecosistema. Todo ello tiene un efecto negativo por la supervivencia del tritón del Montseny.

En el ámbito de la cuenca hidrográfica, la gestión forestal también puede tener una incidencia importante. Una vez más, las plantaciones de especies exóticas que se han promovido durante la segunda mitad del siglo pasado donde existían antiguos cultivos o pastos, motivan una disminución de la cantidad de agua que circula hacia los torrentes y, por tanto, disminuyen los caudales aparte de ser un perjuicio por la biodiversidad propia del macizo y sus procesos ecológicos.

Por otra parte, el predominio de bosques jóvenes, promovidos por la explotación forestal, también motiva un empobrecimiento biológico del sotobosque y de la capa edáfica; existe una menor capacidad de retener suelo y, en consecuencia, es más frecuente el arrastre de sedimentos o caída de árboles. En definitiva, la falta de bosques maduros y autóctonos en las cuencas donde se encuentra el tritón del Montseny va en detrimento de su propia conservación

Asociado a la explotación forestal se encuentran los caminos de desembosque y las plazas de almacenamiento de material. Esta infraestructura es un verdadero problema para la conservación de la biodiversidad del torrente; por un lado, por los procesos de erosión asociados y la aportación de sedimento al curso fluvial y, por otro, por la construcción de verdaderas barreras -dentro del cauce del torrente o riera- que facilitan el tráfico de vehículos pero que

imposibilitan el movimiento de la fauna acuática, dañando la conectividad ecológica del torrente.



Plantación monoespecífica de especies no autóctonas



Plantación en el espacio fluvial



Cortada del bosque de ribera



Destrucción del bosque de ribera para habilitar vías de desembosque



Utilización del bosque de ribera verter despiertos o plazas de almacenamiento

2.3) Gestión de la pesca: La pesca es una actividad deportiva que se lleva a cabo en algunos ríos y torrentes del Montseny, con el fin de capturar la tortilla de río. En algunos torrentes con caudales permanentes, desde las últimas décadas del siglo XX y hasta hace pocos años, se ha estado introduciendo -por parte de sociedades de pescadores y de la propia administración- la trucha de variedad atlántica procedente de piscifactorías. La trucha se alimenta de macroinvertebrados y también de larvas y subadultos de anfibios y, por tanto, su presencia en torrentes de la cuenca del Tordera es un problema para la conservación del tritón del Montseny. A pesar de que el caudal de agua de muchos torrentes es demasiado pequeño para permitir la existencia de grandes poblaciones de trucha, algunos ejemplares sí pueden colonizar y sobrevivir en pozas,

3 - *Vías de comunicación:* Las vías de comunicación como: carreteras, senderos, pistas forestales de acceso y comunicación entre casas aisladas y, especialmente, las pistas vinculadas a la actividad forestal, cruzan todos los torrentes habitados por el tritón del Montseny; en ningún caso, las intersecciones de las vías de comunicación con el torrente han contemplado la conectividad ecológica del torrente. A pesar de que en algunos pasos hay grandes tubos que permiten el paso del agua, todas las vías de comunicación que interceptan el hábitat donde vive el tritón del Montseny son estructuras que impiden su dispersión a lo largo del torrente. En general estas vías de comunicación tienen un carño de fragmentación del hábitat, eliminando la

cobertura forestal y alterando la morfología del torrente, debido a la canalización bajo la vía o a su soterramiento con tierra y piedras para permitir el paso de vehículos.



Caminos de desembosque que han tapado el curso del torrente



Encauzamiento de las aguas



Puente con el cauce del torrente hormigonado, con la consecuente erosión aguas abajo

4- Frecuentación humana: El hábitat de ribera del tritón del Montseny y su medio acuático, es altamente sensible a la frecuentación humana, a pesar de que ésta no esté vinculada a la explotación de un recurso. La sola presencia de personas en un torrente puede ser un motivo de preocupación por la subsistencia de este endemismo del Montseny, especialmente cuando se trata de grupos grandes de personas o cuando la actividad puede ser agresiva con el hábitat o la biota. Actividades de ocio como el excursionismo, el barranquismo o la BTT y actividades naturalísticas como la fotografía o la educación ambiental, pueden ser las que introduzcan, inconscientemente, enfermedades infecciosas letales por las poblaciones de tritón del Montseny; o bien pueden ser realmente impactantes cuando se trata de grupos numerosos dentro de lugares sensibles ambientalmente o cuando se manipulan ejemplares simplemente por la observación, la formación, divulgación u obtención de imágenes. Vinculado a la presencia humana en torrentes del macizo también cabe citar las actividades de furtivismos, que se ha constatado que se producen y que tienen como finalidad la captura de ejemplares de tritón del Montseny por coleccionismo particular o por la comercialización il -legal de especies raras y que tienen cierta demanda en el mercado ilegal de fauna silvestre.



Actividades deportivas con vehículos (BTT, Enduro...) tienen impacto negativo (erosión, ruido,...)



Actividades familiares o de educación ambiental motivar la degradación ecológica de rieras y pueden facilitar la introducción de enfermedades infecciosas por la fauna silvestre

III. ESTRATEGIA DE GESTIÓN DEL HÁBITAT DE RIBERA

A. ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LA GESTIÓN DEL HÁBITAT

Con inmediata posterioridad al descubrimiento de la especie en 2005 y durante tres años, se promovió y coordinó, desde el PN-RB Montseny, un programa de estudio sobre el tritón del Montseny con el fin de ampliar el conocimiento sobre el mismo endemismo. Los resultados que fueron obteniéndose pusieron de manifiesto el preocupante estado de conservación de sus poblaciones y, consecuentemente, el elevado riesgo de extinción. Estos resultados fueron la base sobre la que, la Unión Internacional por la Conservación de la Naturaleza (UICN), catalogó a *Calotriton arnoldi* como una especie en estado crítico de conservación. A partir del momento en que se empieza a ser consciente de la delicada situación del tritón del Montseny, se desarrollaron una serie de medidas de actuación básicamente centradas en tres ámbitos:

A partir de 2007, se inició un programa de estabulación y reproducción en cautividad de *Calotriton arnoldi*, en el Centro de Recuperación de Fauna de Torreferrusa de la Generalidad de Cataluña. Este programa tenía como objetivo disponer de una reserva genética para contrarrestar una posible extinción de poblaciones en la naturaleza, adquirir conocimiento práctico sobre su biología y reproducirla hasta cerrar su ciclo biológico para generar animales que pudieran ser liberar a la naturaleza para ampliar su área de distribución. Desde entonces hasta ahora, se han logrado estos objetivos y se ha permitido disponer de un stock de individuos para ser liberados en la naturaleza. Actualmente, siguiendo las recomendaciones de la UICN de mantener diferentes reservorios genéticos de especies en peligro de extinción, más centros se

La primera experiencia de creación de nuevas poblaciones mediante la liberación de tritones nacidos en cautividad tuvo lugar en 2010 en un hábitat potencial del núcleo occidental (Amat, 2010), que posteriormente, se han realizado liberaciones de refuerzo y se crearon nuevas poblaciones en otras tres localidades potenciales. Por otra parte, el programa de ampliación de la distribución geográfica de la especie dio un salto cualitativo con el desarrollo de modelos predictivos que permitieron objetivar los lugares potenciales abióticas y bióticas para definir los lugares más adecuados para la supervivencia de los animales liberados. Como resultado de esta modelización, se están planificando nuevas liberaciones que tienen como principal limitante la baja disponibilidad de lugares totalmente idóneos para la especie. Por tanto,

Este ámbito de trabajo se ha promovido gracias al proyecto LIFE15 NAT/ES/000757, iniciado en 2016, que también ha mejorado la implementación de la cría en cautividad, la creación de nuevas poblaciones, y ha dado un fuerte empuje a los programas de divulgación, sensibilización e implicación del sector privado en la aplicación de buenas prácticas ambientales en el ámbito ribereño. Este proyecto, con cofinanciación europea, está incrementando significativamente la ejecución de medidas correctoras sobre las amenazas que afectan a los hábitats de la especie, en especial interviniendo sobre los efectos negativos de las captaciones de agua, las vías de comunicación que interceptan los torrentes, así como la gestión forestal en las cuencas donde reside el tritón del Montseny.

B. OBJETIVO

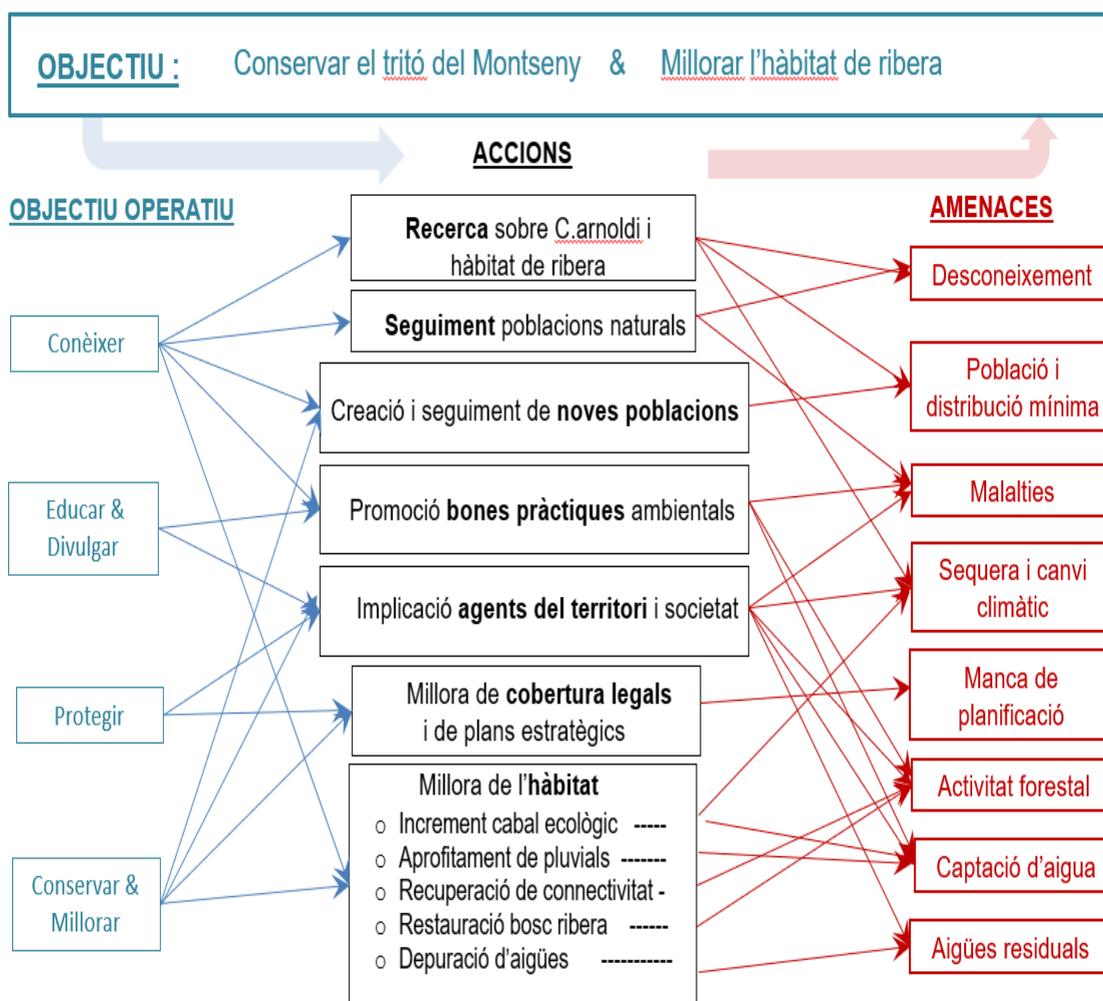
El Plan de gestión del hábitat del tritón del Montseny tiene la finalidad de establecer unas pautas de trabajo que puedan reducir las amenazas identificadas en las cuencas donde existen poblaciones de *C.arnoldi* y también en aquellas cuencas hidrográficas que son potencialmente idóneas para la su ampliación geográfica.

El objetivo del Plan es proponer buenas prácticas de gestión del hábitat de ribera y su cuenca, para eliminar amenazas y problemáticas identificadas. Una buena gestión del hábitat debería permitir mantener y mejorar el estado de conservación de los torrentes donde existen poblaciones de tritón del Montseny y, especialmente, restaurar aquellos bosques de ribera y torrentes donde potencialmente podría establecerse una nueva población y, que a su vez, son lugares que han sido identificados como favorables por la especie.

Una vez identificadas las amenazas e impactos que inciden sobre la especie (expuestas anteriormente), es necesario establecer unos objetivos específicos de los que deben derivarse actuaciones concretas, que tendrán la finalidad de minimizar, a corto o medio plazo, los problemas detectados y los que puedan ir surgiendo en el futuro. Estos objetivos se exponen en la tabla y diagrama posterior, donde también se proponen las acciones vinculadas para conseguirlos.

Pese a la mayoría de propuestas están directamente vinculadas a la gestión del hábitat -que es el objetivo de este Plan-, también se citan medidas que, de forma directa o indirecta, inciden en la conservación del tritón del Montseny y su hábitat. Estas medidas se presentan en un apartado final que llamamos

"Acciones complementarias a la gestió del hàbitat para la conservació del tritó del Montseny" y ya están desarrolladas en otros planes sectoriales vinculados al Plan de recuperación del tritó del Montseny.



Objetivos establecidos y acciones reducir amenazas (Fuente: Guinart et al, 2022)

C. PLAN DE ACCIÓN.

LÍNEAS DE TRABAJO DE RESTAURACIÓN DEL HÁBITAT DE RIBERA

Las actividades socioeconómicas que se desarrollan en el Parque Natural del Montseny pueden tener un efecto negativo, tanto sobre el bosque de ribera como en el medio acuático de los torrentes donde vive el tritón del Montseny, que pueden cuestionar la viabilidad de las poblaciones de esta especie endémica. Los impactos pueden ser puntuales (como el paso de una carretera) o gradual en el tiempo y el espacio (la derivación del agua de un torrente, la corta de pies de árboles autóctonos o la plantación de especies alóctonas). La gestión del hábitat de ribera, atendiendo a esta complejidad, deberá desarrollar acciones orientadas específicamente a cada problemática, pero teniendo presente la complejidad de los procesos ecológicos y al mismo tiempo las actividades privadas que lícitamente se llevan a cabo.

Para prevenir o eliminar los impactos desfavorables sobre el patrimonio natural, es deseable disponer de recomendaciones técnicas que reduzcan o eliminen los efectos negativos de determinadas prácticas forestales e hídricas que actualmente se realizan dentro del ámbito del Parque Natural del Montseny. La finalidad de estas propuestas técnicas es que los actuales Planes Técnicos de Gestión y Mejora Forestal (PTGMF) y las concesiones de aguas superficiales sean reformulados, con el objetivo de que la explotación de los recursos naturales (como la madera y leña o el agua) sea del todo sostenible y compatible con la conservación del patrimonio natural.

A largo plazo, lo deseable es que mediante la adquisición de fincas privadas por parte de la administración pública, o la implementación de acuerdos de custodia del territorio con propietarios particulares, sea posible que la totalidad del hábitat de ribera, y en especial de la zona de distribución del tritón del Montseny, esté bajo la gestión directa o indirecta de la oficina técnica del PN y RB del Montseny.

La gestión por la conservación del tritón del Montseny podría ser pasiva o activa. La primera sería la no intervención y exclusivamente está atenta a valorar la evolución natural del medio y tomar medidas en caso de que se detecten problemas o que se considere que una posible intervención puede favorecer el estado de conservación de la especie. En alguno de los torrentes en los que está presente la especie podría aplicarse este tipo de gestión, pero siempre manteniendo un programa de seguimiento por evaluaciones periódicas.

En la gestión activa sí se contempla la intervención humana, ya sea para reforzar una población o crear nuevas, así como para reducir o eliminar una amenaza, o bien para acompañar o favorecer un determinado proceso de la succión natural del hábitat que lleve a un estado de equilibrio natural idóneo para el tritón del Montseny.

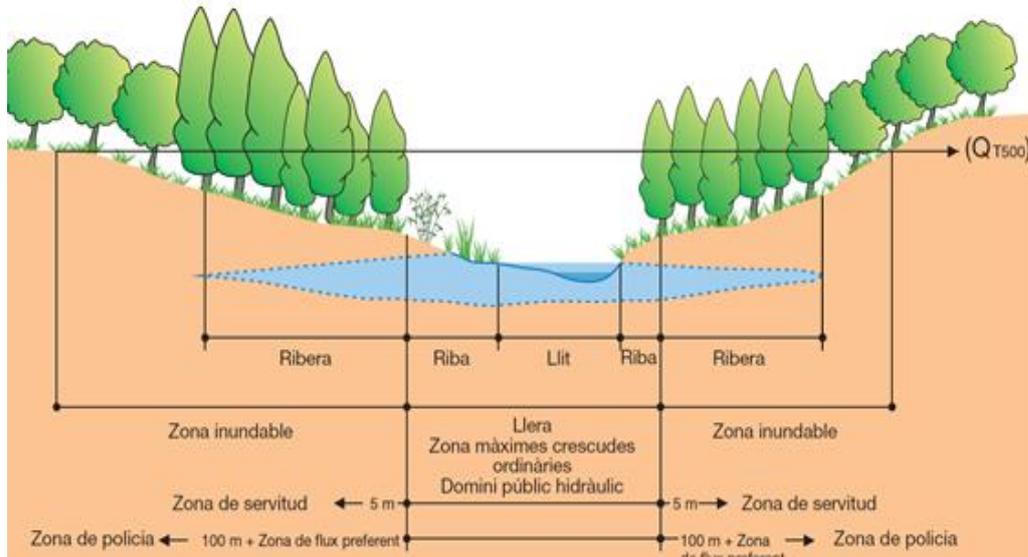
La propuesta técnica de la gestión activa del hábitat de ribera, se concreta en 5 líneas de trabajo:

- Acción A. Gestión vinculada a la propiedad
- Acción B. Gestión de los recursos hídricos
- Acción C. Gestión de la conectividad ecológica
- Acción D. Gestión del bosque de ribera
- Acción E. Acciones complementarias a la gestión del hábitat, para la conservación del tritón del Montseny

A. Gestión vinculada a la propiedad

Las intervenciones en el territorio y también en el bosque de ribera deben tener presente, desde el inicio de la planificación, la titularidad de los terrenos.

Se considera espacio fluvial (según el RD 9/2008) la zona ocupada por el cauce público y los terrenos de titularidad privada o pública que le rodean y que integran el corredor biológico asociado al río, la vegetación de ribera y la zona inundable. Dentro del espacio fluvial se diferencian 3 ámbitos: el primero es el “Dominio Público Hidráulico”, constituido por el cauce y la zona de máximas crecidas ordinarias, que son terrenos de propiedad y responsabilidad de la Administración pública y, por tanto, cualquier actuación está sometida a una autorización expresa; en los dos márgenes de este Dominio Público Hidráulico, de 5 m de ancho, es la “Zona de Servidumbre”, donde normalmente se asienta el bosque de ribera y tiene la función de proteger el ecosistema fluvial; el tercer ámbito es la “Zona de Policía”, constituido por los terrenos de cada margen del cauce -hasta 100 m de ancho-,



Zonificación del espacio fluvial según la legislación estatal de aguas vigente (modificado de la Agencia Catalana del Agua)

Los terrenos del espacio fluvial pueden ser de titularidad pública o privada. En el primer caso se entiende que la Administración pública aplicará la normativa pertinente y las buenas prácticas ambientales en función de la activación o actuación planificada. Si los terrenos son de titularidad privada será necesario: 1) la autorización, 2) la implicación, o 3) algún tipo de acuerdo con el titular de los terrenos.

1) La autorización sería el trámite más sencillo para intervenir en una finca privada y suele ser viable cuando la propiedad no tiene interés especial en el espacio fluvial ni en extraer un recurso natural (como sería el agua o la madera).

2) Implicar a la propiedad en la conservación y buena gestión del hábitat de ribera sería la mejor de las opciones, pues permite sumar sinergias con un interés común. Esta colaboración debería estar suscrita en un Acuerdo de Custodia del Territorio -regulado en del Código Civil de Cataluña (L 3/2017)-, y que la Ley 42/2007, de Patrimonio de la Biodiversidad, que lo reconociera formalmente y encomendara a las administraciones públicas el fomentarlo con el objetivo principal de la conservación del patrimonio natural y de la biodiversidad. Este acuerdo puede ceñirse a toda la finca o al espacio fluvial, que podríamos definir como la "Zona de Gestión Tutelada", donde es necesario llegar a un acuerdo entre ambas partes que permita establecer cuáles serán las actuaciones a realizar dentro de la finca para mejorar el

3) Otros acuerdos con la propiedad podrían ser la compra o permuta de los terrenos de interés de conservación, valorándolo en base al Reglamento de valoraciones de la Ley del suelo (RD 1492/2011, RDL 7/2015). Cuando por diversos motivos ha sido imposible llegar a acuerdo con la propiedad privada, como último recurso, se puede optar por la expropiación del espacio fluvial por motivo de interés público.

Aparte de acuerdos con la propiedad de los terrenos donde hay poblaciones de tritón del Montseny, cuyos hábitats depende la supervivencia de las poblaciones de la especie, deberían clasificarse de alto interés de conservación y, por tanto, incluirse dentro de las zonas de reserva natural que se establezcan dentro del Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny.

La gestión del uso público y el control de las actividades lúdicas, deportivas o naturalísticas que se puedan dar en el ámbito del hábitat del tritón del Montseny, también deben ser consideradas al gestionar el hábitat de ribera, pues son actividades que pueden ser una amenaza para la conservación de este anfibio.

Los torrentes donde vive el tritón del Montseny son, en general, lugares de difícil acceso y donde debería evitarse la presencia de visitantes, independientemente de su actividad. Por tanto, es recomendable desviar los posibles itinerarios públicos o senderos que se acerquen a los torrentes y alejarlos de lugares sensibles. Hay que concienciar a los visitantes de la fragilidad del hábitat de ribera y de la necesidad de no interferir en su dinámica natural y, por tanto, no estropearlo ni entrar en él.

Por tanto, es muy recomendable evitar los senderos públicos cerca de los torrentes y hacer un control de las actividades que puedan darse en estos ambientes frágiles y en estado desfavorable de conservación.



Establecimiento de límites de fincas, a la vez de compras, permutas y acuerdos de custodia

B. Gestión de los recursos hídricos

Los efectos del cambio climático, por la región mediterránea, se prevén con patrones de precipitación muy irregulares, posiblemente con más lluvias en otoño que en primavera y concentradas en pocos días en algunos años, así como períodos de grandes sequías. Este cambio de disponibilidad de agua y su demanda, que seguirá incrementándose, requiere un cambio en la gestión actual del agua, implicando la innovación de nuevas estrategias en todo el proceso de recogida, uso y almacenamiento. Por tanto, en el ámbito del Montseny habría que promover nuevas maneras de aprovechar este recurso natural, cumpliendo los requerimientos legales vinculados a los caudales ecológicos y siendo más eficientes en el uso del agua y su reciclaje. Habrá que remodelar las captaciones legales actuales para asegurar un caudal ecológico, será necesario aprovechar las aguas de lluvia,

Aparte de los efectos del cambio climático, hay que tener presente que el agua es un patrimonio natural y una herencia que es necesario proteger y defender, como determina la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE). Esta Directiva ha motivado la redacción y el despliegue del Plan de gestión del distrito de cuenca fluvial de Cataluña (Decreto 1/2017), que ha tenido en cuenta la Directiva 92/43/CE de hábitats y la Directiva 2009/147/CE de aves silvestres, así como el marco jurídico estatal y autonómico en materia de conservación. Este Plan establece la implantación del régimen de caudales de mantenimiento o ecológicos en los aprovechamientos existentes, que deben cumplir las personas titulares de aprovechamientos de aguas superficiales (art.18).

Frente a esta situación y con el fin de conservar y mejorar el hábitat ribereño donde reside el tritón del Montseny, se proponen cuatro líneas de trabajo vinculadas a la gestión del agua:

- B.1) Caja de distribución de agua para asegurar un caudal ecológico.
- B.2) Aprovechamiento de pluviales para reducir la captación de aguas superficiales.
- B.3) Reutilización de aguas grises para reducir la derivación de agua de los torrentes.
- B.4) Implementación del riego gota-gota para minimizar las pérdidas de agua.

B.1) Caja de distribución de agua en la derivación de aguas superficiales.

Hay que tener presente que la mayoría de los torrentes del Montseny son de carácter temporal y los estiajes son cada vez más largos y severos, posiblemente debido a una mayor explotación del recurso del agua y seguro que agravado por el cambio global que se está produciendo en las últimas décadas. En consecuencia a que los torrentes llevan menos agua y para asegurar un caudal ecológico -para dar cumplimiento al Directiva Marco del Agua (2000/60/CE)-, es necesario adecuar las captaciones existentes en el ámbito del Montseny. Las captaciones que tradicionalmente han estado funcionando para derivar agua superficial, o bien se legalizan y se dispone de la concesión pertinente de la ACA,

Las captaciones existentes deben modificarse y mejorarse para cumplir con la implantación del régimen de caudales de mantenimiento o ecológicos establecido por el Plan de gestión del distrito de cuenca fluvial de Catalunya (Decreto 1/2017). Los torrentes y rieras del macizo del Montseny son cursos fluviales con un aporte natural de agua (“no influenciada”) teórica inferior hasta 100 L/sy, por tanto, se establece que los caudales circulantes agua abajo de una captación s aproximen o sean similares a lo que sería su régimen natural; por tanto en momentos de sequía, debe haber una preferencia por el torrente frente a la captación.

Un método para la implantación del régimen de caudales de mantenimiento o ecológicos sería la instalación de un repartidor o caja de distribución, que

aseguraría un porcentaje de agua por el torrente y otra parte por la derivación. Este reparto debe instalarse en el punto inicial de la derivación, con el propósito de que el agua pueda devolver inmediatamente al torrente y evitar así que un tramo de torrente quede seco. Para realizar una explotación racional y ética del agua, también sería necesario un dispositivo de medida de los caudales derivados, instalar depósitos de acumulación de agua y colocar boyas de cierre para evitar la derivación de agua cuando el depósito esté lleno o cuando no se requiera agua.

Esta caja de distribución de agua propuesta es un prototipo, que ha sido diseñado en el marco del proyecto Life Tritó Montseny, fruto del debate técnico y como resolución de un expediente de la ACA por la renovación de una concesión de agua (L. Obach & A. Pérez, 2020). En esencia, se trata de garantizar la liberación de un caudal ecológico que dependerá de la entidad que tenga el torrente donde se realice la derivación del agua. Así como de implantar los dispositivos adecuados para evitar la captación de agua cuando no haya necesidad, y cuando los depósitos de acumulación estén llenos o se estén efectuando tareas de mantenimiento o reparación.

Por un torrente de mediana entidad del Montseny, podríamos establecer un caudal ecológico no inferior a 6 L/s de forma prioritaria, respecto al caudal máximo derivable de 4 L/s. La liberación de agua se calcula mediante la ecuación de Gourley y Crimp (consultable en la guía publicada por la ACA para diseñar limitadores de caudal), que permite calcular el caudal de descarga (Q: m³/s) a partir de la carga de agua arriba (H: m) y del ángulo del vertiente triangular (α : °), mediante la siguiente relación: $Q = 1,32 \cdot \text{tg } \alpha^{0,50} \cdot H^{2,48}$.

Con el fin de que la caja de distribución de agua haga el reparto de aguas, se propone que ésta sea en un cajón de acero inoxidable, con una primera cámara por un filtro y una segunda cámara con dos vertientes, uno para los caudales de mantenimiento y el otro por el agua derivada por la concesión de la ACA. La primera vertiente por el caudal ecológico, si la sección fuera rectangular, se conseguiría un reparto de caudales más adecuado en el rango más bajo de caudal del torrente, proponiéndose las siguientes dimensiones: 108 mm de ancho x 165 mm de altura . La segunda vertiente, por donde se derivaría el agua hacia la masía, sería de sección triangular (que es más preciso para caudales pequeños e inferiores a 30 l/s) con unas dimensiones de $\alpha = 90^\circ$ y altura 97 mm.

La distribución de ambos vertientes deberían respetar unas alturas para su correcto funcionamiento. En base al gráfico posterior (Figura 2), se propone que la cota del vértice inferior del vertiente triangular de captación esté por encima de la cota de la base del vertiente rectangular al menos 30 mm o incluso de 50 mm). Si la diferencia de cotas entre los puntos inferiores de ambos vertientes (vértice del triangular y base del rectangular) es de 30 mm, cuando el caudal captado llegue a ser de 1 L/s, entonces el caudal desaguado en el torrente será de unos 4 L/s, mientras que cuando el primero llegara a 2 L/s el segundo sería de 5,3 L/s y al alcanzar los 4 L/s del caudal máximo de captación habría un caudal ecológico superior a los 6 L/s . - Si la diferencia de cotas entre ambos puntos inferiores de los dos vertientes se estableciese en 50 mm,

Respecto a las posiciones relativas de los vertientes, deberían estar alineados por la parte superior, de modo que el vertiente rectangular empezaría a funcionar antes que el triangular, ya que las alturas respectivas serían de 127 y 97 mm, más el hecho de que habría un resguardo de 38 mm respecto a la parte superior del triangular, que estaría cerrado por la parte superior (Figura 1). La cota de la base de los vertientes sería por tanto 30 mm inferior en el caso del rectangular, dando prioridad al caudal de mantenimiento. En la franja del caudal crítico del torrente, es decir, entre 0 y 10 L/s, éste se repartiría entre

torrente y aprovechamiento, no proporcionalmente, sino de forma prioritaria por el torrente. Para caudales de acceso al cajón superiores a 10 L/s, la captación estaría limitada a los 4 L/s estipulados, dado que el orificio sería cerrado por la parte superior,

El lateral donde se dispondría el vertiente de mantenimiento del torrente, permitiría también devolver el exceso de caudal entrando en el cajón de la derivación, devolviéndolo al medio. Por otra parte, el exceso de caudal derivado y no utilizado debería volverse al torrente en un punto próximo a la captación. Para facilitararlo, habría que instalar un cierre del primer depósito de acumulación de agua de la captación mediante una valla por flotador o válvula de presión, así, el mismo lateral del vertiente de mantenimiento, por desbordamiento, devolvería todo el caudal en el mismo punto.

B.2) Aprovechamiento de pluviales para reducir la captación de aguas superficiales

En las subcuencas hidrográficas donde está presente el tritón del Montseny hay pequeños núcleos habitados; decenas de masías habitadas, algunas con actividad agroganadera y turística. Por tanto, en estas cuencas hay un importante consumo de agua que es captada de los torrentes y se aprovecha por consumo de boca, por el ganado, para regar prados y cultivos o por el ajardinamiento de las infraestructuras turísticas.

Aprovechar el agua de lluvia puede ser una medida eficiente para disponer de agua para usos agroganaderos y turísticos y, a su vez, reducir la derivación de agua de los torrentes. Recoger el agua de tejados y caminos, encauzarla a un sistema de decantación y filtración, recogerla en depósitos en cotas inferiores y bombearla (con energía eléctrica o placas solares) hasta depósitos cerrados en cotas superiores para almacenarla por su utilización por riego, consumo del ganado, limpiezas en general, inodoros o piscinas. Es un recurso que debe implementarse por su eficiencia y, en algunos casos, porque es la opción de futuro con el escenario del cambio climático. En el aprovechamiento de las aguas pluviales se deben considerar dos temas: el primero es valorar el balance hídrico y estimar la eficacia de aprovechar el agua de lluvia, y el segundo es la infraestructura necesaria para recoger,

B.2.1) Balance hídrico

Para estimar la capacidad de almacenamiento de agua de lluvia, es necesario realizar una estimación de los parámetros: lluvia, temperatura y evapotranspiración. Es necesario contrastar qué potencial hay de recogida de

este agua de lluvia y qué demanda de agua se requiere. Estas estimaciones nos permitirán realizar un balance hídrico y proyectar la cantidad de agua recogida.

B.2.1.1 Estimación de datos meteorológicos. En el macizo del Montseny hay alta diversidad de vertientes orográficas que no recogen la misma agua de lluvia a finales de año. A pesar de este hecho, el macizo del Montseny puede considerarse un lugar lluvioso -si lo comparamos con el resto de Cataluña-, con unas medias que varían entre 1.000 mm de agua anuales con un total de unos 104 días, hasta años más secos con medias de con 650 mm de lluvia anuales. La evapotranspiración está en función de la superficie de agua y la insolación. Por ejemplo en una balsa o piscina del Montseny, con 19,2 m² de superficie vegetada o en 28,8 m² de superficie libre de piscina, aplicando la fórmula de Visentini por la evaporación, da unas pérdidas de 44m³ anuales.

Pluviometria. Estació Fontmartina. Mitjana mensual serie (1993-2002/2010-2017)													
Ut.	Gen	Feb	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Set	Oct	Nov	Des	Anual
mm	80,89	50,94	74,06	91,32	87,78	66,43	44,74	59,92	92,14	97,81	102,31	85,06	933,41

Temperatura mitjana diària. Estació Fontmartina. Mitjana mensual serie (1993-2002/2010-2017)													
Ut.	Gen	Feb	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Set	Oct	Nov	Des	Anual
°C	5,10	5,65	7,76	9,10	12,01	15,85	18,34	18,65	14,96	12,28	7,95	6,06	11,14

Evapotranspiració. Viladrau.													
Ut.	Gen	Feb	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Set	Oct	Nov	Des	Anual
mm	23,39	34,49	62,05	80,58	111,05	128,59	142,52	130,43	83,23	57,57	33,38	25,86	913,13

(Sorolla et al., 2018)

B.2.1.2 Superficie de recogida de agua. Las superficies a considerar en primera instancia para la recogida de agua de lluvia son los tejados y terrazas de edificaciones existentes y, en segundo lugar, se pueden aprovechar rampas, caminos y pistas pavimentadas.

B.2.1.3 Estimaciones de demanda y consumo de agua. Las estimaciones de consumo se pueden calcular a partir de las lecturas del contador de agua, si las hubiere. En su defecto, se puede realizar una estimación a partir de valores generales.

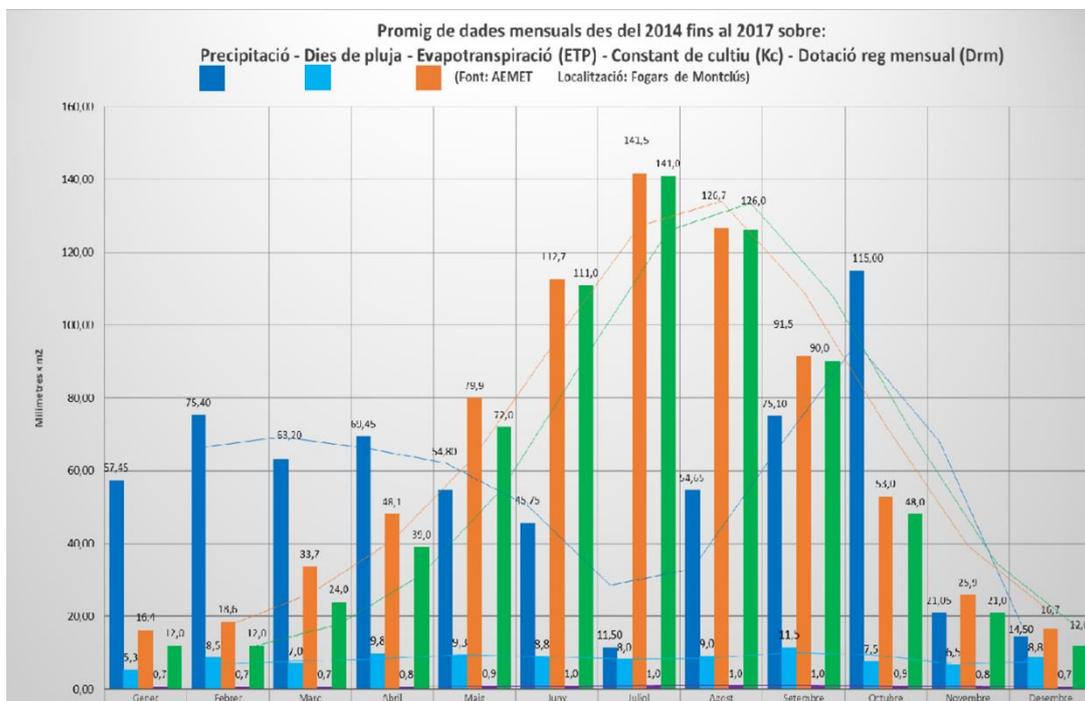
EXEMPLE. Mitjanes de consum d'aigua teòrica (Sorolla et al., 2018)

Consum individual a Catalunya	120 Lt / persona - dia
Bany i WC	30 Lt / persona - dia
Reg a l'estiu	30 Lt /m ² - setmana
Turisme de cap de setmana (14 persones)	17 m ³ / mes

B.2.1.4 Balance hídrico. Para calcular el balance hídrico y la capacidad necesaria de almacenamiento, es recomendable consultar el documento de la Agencia Catalana del Agua "Aprovechamiento del agua de lluvia en Cataluña. Dimensionamiento de depósitos de almacenamiento. 2011". Entra de otros criterios, este documento establece que la superficie de esorrentía sería la proyección horizontal de la superficie de las cubiertas o las rampas, y que la eficiencia en la entrada de agua de lluvia en el sistema de almacenamiento es del 80%. Por lo general, el factor limitante para el aprovechamiento de agua de lluvia es el volumen de depósitos disponibles. Por ejemplo, si se pudiera recoger toda el agua de 5200 m² de rampas y tejados, se necesitaría una capacidad de almacenamiento total de 1100m³, lo que supone un impacto alto (económico y de ocupación de espacio) que no siempre es asumible. Para valorar el depósito que sería conveniente construir, es necesario realizar un balance hídrico, es decir, contrastar el agua de lluvia que se puede recoger y el consumo estimado de agua que es necesario para la masía o el equipamiento.

EJEMPLO: Balance hídrico por un vivero de planta ornamental (R. Miralpeix & M. Miralpeix, 2018)

El balance hídrico debe contemplar la cantidad de riego mensual, que es significativamente más alta en verano. Como puede interpretarse en el gráfico posterior, el aprovechamiento de las aguas pluviales, como mínimo durante 6 u 8 meses al año, puede ser del 100% del agua de lluvia y, por tanto, no debería derivarse agua superficial de torrente o subterránea de pozo. Dependiendo de la pluviometría del año, durante 2 o 4 meses se puede llegar a reducir el 50% del consumo de agua de arroyo y se podría reducir el 33% del consumo de agua de arroyo durante los 2-3 meses más secos del verano.



EJEMPLO: Balance hídrico de un equipamiento de camping (Sorolla et al., 2018).

El volumen máximo potencial que se podría recoger en un camping aprovechando los tejados de los edificios (193 m²) y algunas rampas pavimentadas (2.300 m²), en base a: la pluviometría estimada (930 mm/año) y una evapotranspiración de 913 mm, es de 1.629 m³ a lo largo de todo el año. El camping tiene una ocupación media de 4.000 personas/año, un consumo medio de 1.185 m³/año de agua. El volumen total de depósito necesario para recoger toda el agua y poder dar respuesta a la demanda es de 340 m³, con una capacidad media de bombeo de agua a depósitos superiores a 30 m³/día. Con este volumen de almacenamiento, teniendo en cuenta que en algún mes de invierno no se puede recoger más agua porque el depósito está lleno, podrían recogerse 1.527 m³ a lo largo del año, que representa un 94% del volumen potencial y que es similar a la demanda. Por tanto,

coef multiplicador ocupació	3	-	aprofitament rampes terra	0,6	-
Capacitat xalet	14	pers	aprofitament rampes pavimen	0,8	-
Dies al mes xalet	10	dies	Superfície rampes terra	1332,5	m ²
Consum habitatge	120	l/p-dia	Superfície rampes pavimenta	988,1	m ²
Habitants	2	pers	Superfície teulades	193,9	m ²
Consum (excepte wc)	90	l/p-dia	Volum total dipòsit	340,0	m ³

	Set	Oct	Nov	Des	Gene	Feb	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agos	TOTAL
Consum													
Pernoctacions/mes	1317	1626	828	120	0	0	981	1563	1035	1368	1974	2712	13524
Consum variable ocupació	119	146	75	11	0	0	88	141	93	123	178	244	1217
Xalet	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	202
Habitatge	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	86
Total consum	143	170	99	35	24	24	112	165	117	147	202	268	1505
Disponibilitat recurs i balanç													
mm/mes	92	98	102	85	81	51	74	91	88	66	45	60	933
volum potencial teulades (m ³)	14	15	16	13	13	8	11	14	14	10	7	9	145
volum potencial rampes (m ³)	146	156	163	135	129	81	118	145	140	106	71	95	1484
volum potencial total	161	171	179	148	141	89	129	159	153	116	78	105	1629
balanç (potencial)	18	19	99	212	329	394	357	335	371	309	185	22	-
volum no aprofitat	0	0	0	0	0	54	17	0	31	0	0	0	
volum real dipòsit	18	19	99	212	329	340	340	335	340	309	185	22	-
volum real recollit	161	171	179	148	141	35	112	159	122	116	78	105	1527

*Volumen potencial: volumen máximo que podría recogerse. (Superficie x pluviometría x Coef de aprovechamiento).

* Balance potencial: Volumen máximo que se podría tener almacenado. (Volumen potencial -Consumo, + Vol. max del mes anterior).

* Volumen no aprovechado: Volumen que no se puede aprovechar porque no cabe en el depósito. (Balance potencial - Capacidad total de los depósitos).

* Volumen real depósito: Volumen real que puede estar almacenado (Estableciendo un tope en el balance potencial).

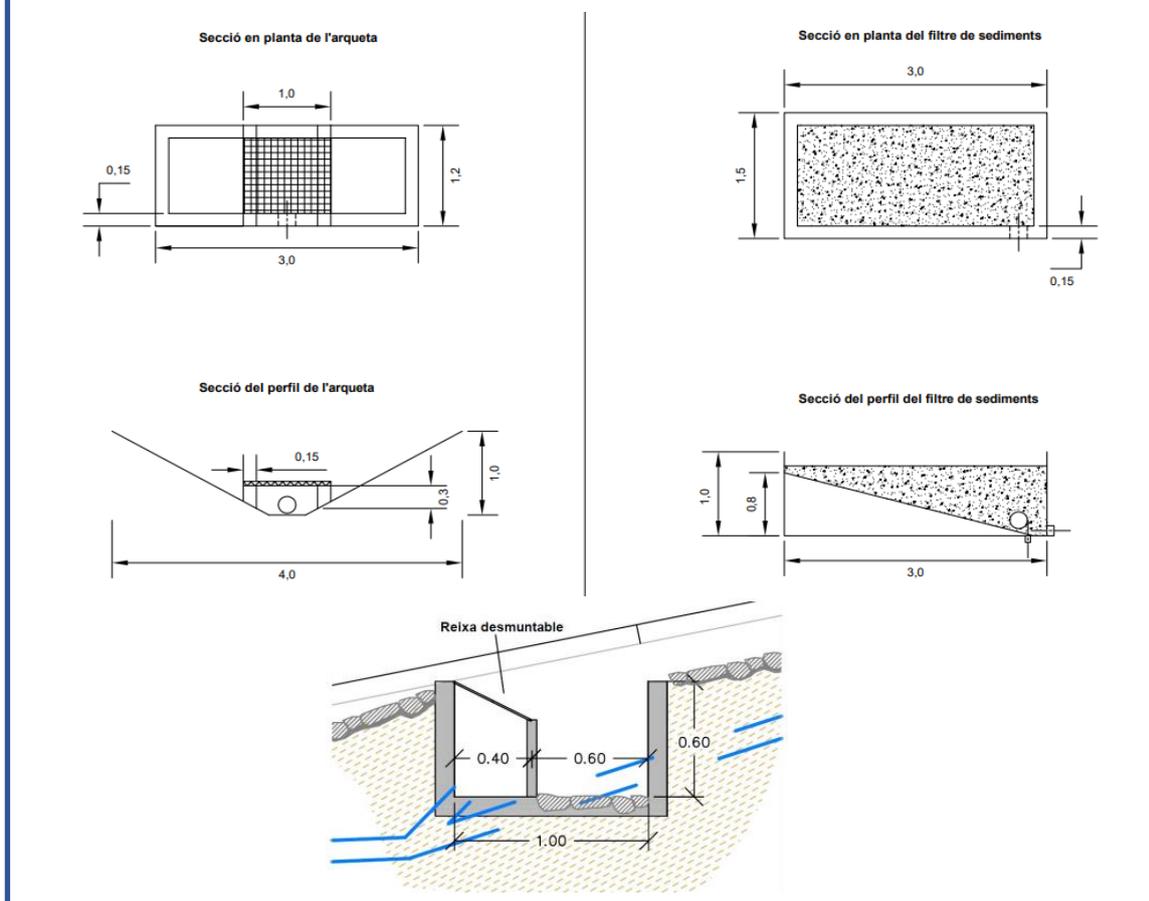
* Volumen real recogido: Volumen que se recoge cada mes. (Da igual al balance potencial Si se puede aprovechar todo).

B.2.2) Infraestructura necesaria para recoger, almacenar y utilizar el agua de lluvia

Una vez determinado el total de superficie disponible para captar el agua de lluvia, debe tenerse presente que la viabilidad del uso de esta agua está condicionada a poder recoger la máxima cantidad, lo más limpia posible de materia orgánica (hojas, ramas, etc.) e inorgánica (arena, piedras, etc.) y almacenarla en las más óptimas condiciones posibles; si pudiera ser, evitando la insolación.

B.2.2.1 Recogida del agua de lluvia. Para recoger el agua de tejados es necesario disponer de los respectivos canalones y bajantes para conducir el agua a los depósitos de acumulación. En caso de aprovechar el agua de terrazas, explanadas y caminos de tierra, es imprescindible prever la instalación de arquetas de decantación y de filtrado de sedimento y hojas. Cuando se aprovecha el agua de caminos, es muy recomendable que sean pavimentados, para reducir el aporte de sedimentos y suelos. Las aguas provinentes de escorrentías, a pesar de que vengan de caminos pavimentados, siempre es recomendable que pase por decantadores de sólidos; cuando existe tráfico destacable de vehículos en estos caminos, es recomendable instalar un filtro de hidrocarburos.

EJEMPLO: Decantadores de agua de escorrentía para retener sedimentos (P. Garcia, 2022)



(A. Sorolla et al., 2018)



gua



Proceso de asfaltado de una pista forestal para favorecer la recogida de pluviales (abril 2021)

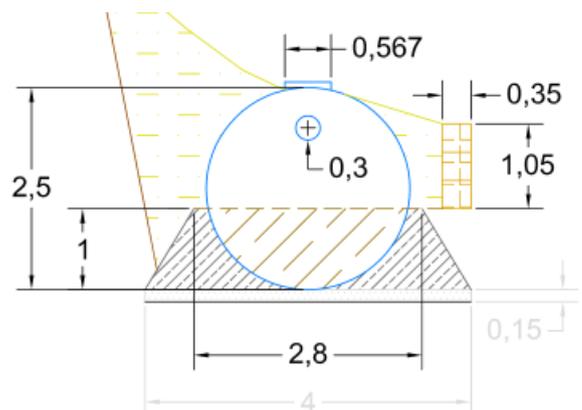
B.2.2.2 Almacenamiento del agua de lluvia. El depósito de recogida de las aguas puede ser enterrado y cerrado o bien exterior, de chapa u hormigón. Son más aconsejables los depósitos enterrados, con el fin de evitar la insolación del agua y así evitar su evaporación y producción de algas, que acaban dificultando el tratamiento del agua. Los depósitos enterrados tienen un bajo impacto paisajístico y no se producen posibles accidentes de ahogamientos (de fauna e incluso personas).

En el caso de depósitos externos, es muy aconsejable que sean cisternas tapadas; si se trata de depósitos abiertos debería instalarse un techo de chapa o lona para reducir la insolación.

Para dar mayor viabilidad a poder aprovechar el agua de lluvia y dado que se necesita de almacenamiento, es necesario prever la instalación de un depósito en la parte superior de la finca (o de las instalaciones que consumen el agua). Una buena opción sería instalar depósito soterrado o uno de chapa circular (recomendable $< o = 7$ m de diámetro). Este depósito actuaría como almacenamiento, como decantador y como pulmón regulador en los inicios de la demanda de agua, dado que podría alimentar de forma constante, siempre y cuando tuviera agua.

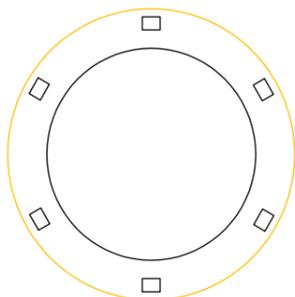
EJEMPLO: Depósitos de acumulación de aguas pluviales (P. Garcia, 2022)

Depósito de 100 m³ con diámetro 7m y 2,54 m de altura, con geotextil y liner PE. Es conveniente que exista una cobertura metálica del depósito de agua en carpa central a 0,50 m mínimo, por encima de perímetro y sin entrada de luz dentro del depósito, pero desmontable por posibles trabajos en su interior; todo él con soporte y fijación externo al depósito.

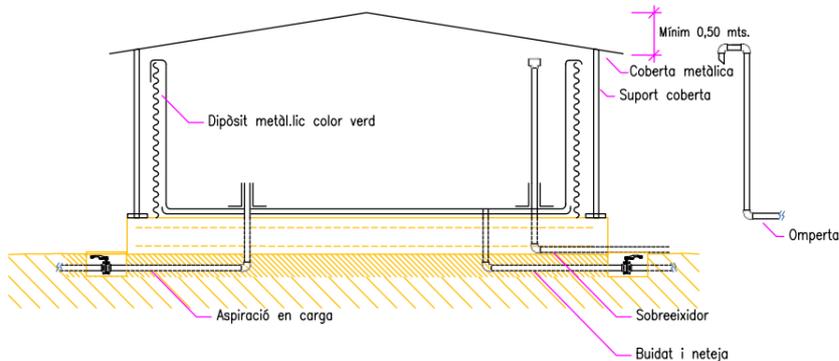


EJEMPLO: Depósito metálico de acumulación de aguas pluviales (R. Miralpeix & M. Miralpeix,

Detall planta dipòsit

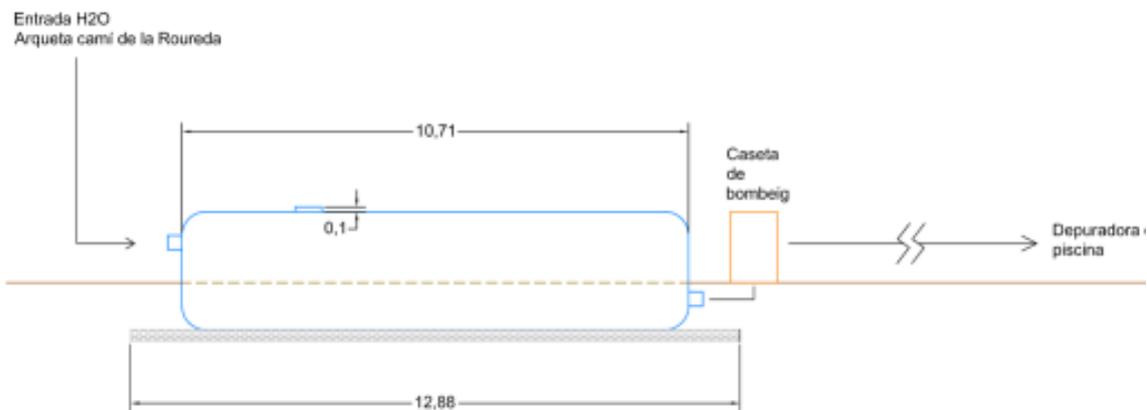


Detall perfil dipòsit



Deposito metálico de recogida de pluviales

EJEMPLO: Depósito enterrado de acumulación de pluviales (P.Garcia, 2022)



B.2.2.3 - El bombeo

El agua de lluvia se recoge por gravedad y, por tanto, el depósito donde se acumula estará en cotas inferiores de la finca. En algún caso, el aprovechamiento de esta agua -por ganadería, huerto, piscina o jardinería-, podría hacerse en una cota inferior al depósito de recogida y se podría aprovechar por gravedad -a menos que fuera necesario un grupo de presión para gestionar las instalaciones-. Pero si el agua de lluvia recogida se utiliza en cotas superiores, es necesario bombearla a depósitos de almacenamiento a mayor altitud para poder aprovecharla, por gravedad.

Cuanto más rápido sea el bombeo, el volumen de agua recogida real más se acercará al potencial, puesto que el depósito de recogida estará más disponible para aprovechar el agua que llueve. Si el bombeo es lento, la capacidad real de aprovechar el agua de lluvia es menor, especialmente en episodios de mucha intensidad de lluvia y corta duración. Se recomienda que el caudal de bombeo esté 10 y 50 m³/día.

El bombeo de agua puede ser mediante energía fotovoltaica o de red eléctrica. Se aconseja la primera opción con un sistema de funcionamiento directo y, por tanto, sin acumulación con baterías. Si el bombeo de agua fuera con electricidad de la red, es necesario tener presente el coste de la energía eléctrica y habría que escoger la curva de trabajo de la electro-bomba y así obtener la mínima potencia necesaria.

EJEMPLO: Características técnicas del bombeo de agua (R. Miralpeix, M. Miralpeix, 2018)

Por bombeo con energía fotovoltaica, se podría utilizar una electrón-bomba sumergible del modelo Grundfos SQF 14-3 o similar, en inox. 304 de 1,7 KW a 240 Voltios o una centrífuga externa vertical. Se debería disponer de un control Grundfos o similar CU-200, con sistema de arranque por demanda de agua y paro por falta de agua con control de nivel. El sistema estaría alimentado por 7 paneles solares de 260 Watts cada uno de ellos, con su estructura y soporte, ubicados a un máximo de 5 metros del control CU y orientados para poder alcanzar la máxima radiación posible durante todo el año. Hay que tener presente que la eficiencia de esta tecnología depende de la orientación solar, con la consideración de que, en el mejor de los casos, el máximo a obtener podría estar entre unos 15-17 m³/día, valores que serían siempre con las máximas condiciones de radiación solar.

Si la energía proviene de la red eléctrica, podría instalarse una electro-bomba vertical monobloque Grundfos o similar, en este caso CRE-3/19 con parte hidráulica en inox. 304, motor de 1,5 KW trifásico a 380 Voltios y capacidad para subir hasta 3,6 m³/h en el depósito de arriba.

La electro-bomba debería disponer de aspiración 2" con su valvulería y conexiones, filtrado de desbaste sobredimensionado en 3", impulsión con su valvulería 2", control eléctrico mediante cofre eléctrico con protección por falta de agua, arranque y paro a demanda siempre del depósito de arriba y, por último, un sistema de seguridad total por falta de circulación de agua, con detector de caudal y arranque temporizado con segundos, como sistema de doble protección.

Por la subida de agua, habría que disponer de una tubería adecuada; por ejemplo, por un recorrido aproximado de 600 m, podría ser PE 100 AENOR de D-63/10 AD con DI de 55,4 mm y soldada, con 2 válvulas de retención intercaladas.

B.3) Reutilización de aguas grises para reducir la captación de agua de los torrentes

Las aguas grises son las procedentes del uso doméstico, como el lavado de utensilios y suelos, de ropa y de la higiene de las propias personas. En esta tipología de aguas no se incluyen las provenientes del inodoro o de la cocina, por su alteración de materia orgánica o química. La utilización de estas aguas pueden reducir significativamente el uso de agua potable y por tanto la captación de agua del torrente. Para aprovechar estas aguas, es necesario instalar un sistema de desagüe de aguas independiente del inodoro y de la cocina, que conduzca las aguas grises a un depósito que por gravedad o mediante un bombeo en cotas superior, podría reutilizar esta agua por la cisterna del inodoro, limpieza de utensilios o lugares, riego de jardines o cultivos, u otros usos que no impliquen un consumo directo de personas o animales. De todas formas,

Las aguas residuales, -las llamadas aguas negras que contienen heces- deberían ser depuradas antes de ser vertidas al medio natural. En primera instancia es necesario hacerlo para dar cumplimiento a la legislación (RDL 1/2001, D.1/2017), y en segundo lugar puede ser un recurso de agua

importante para reducir la captación de agua del torrente si lo podemos reutilizar e incluso podría ser necesario disponer de ese agua en veranos de fuertes sequías. Por tanto, cuando no se dispone de red de alcantarillado, es necesario instalar sistemas de depuración primaria (retención de sólido y separador de grasas), de depuración secundaria (por decantación y aeración) y, finalmente, realizar un tratamiento terciario de lagunaje.

El lagunaje de las aguas residuales consiste en crear un humedal superficial horizontal en una balsa artificial impermeabilizada, donde el agua circula horizontalmente a través del medio granular y los rizomas y raíces de las plantas. La profundidad de agua debe ser poca (de 0,3 y 0,9 m) y se caracterizan por funcionar permanentemente inundados y con cargas de alrededor de 6 g DBO/m².

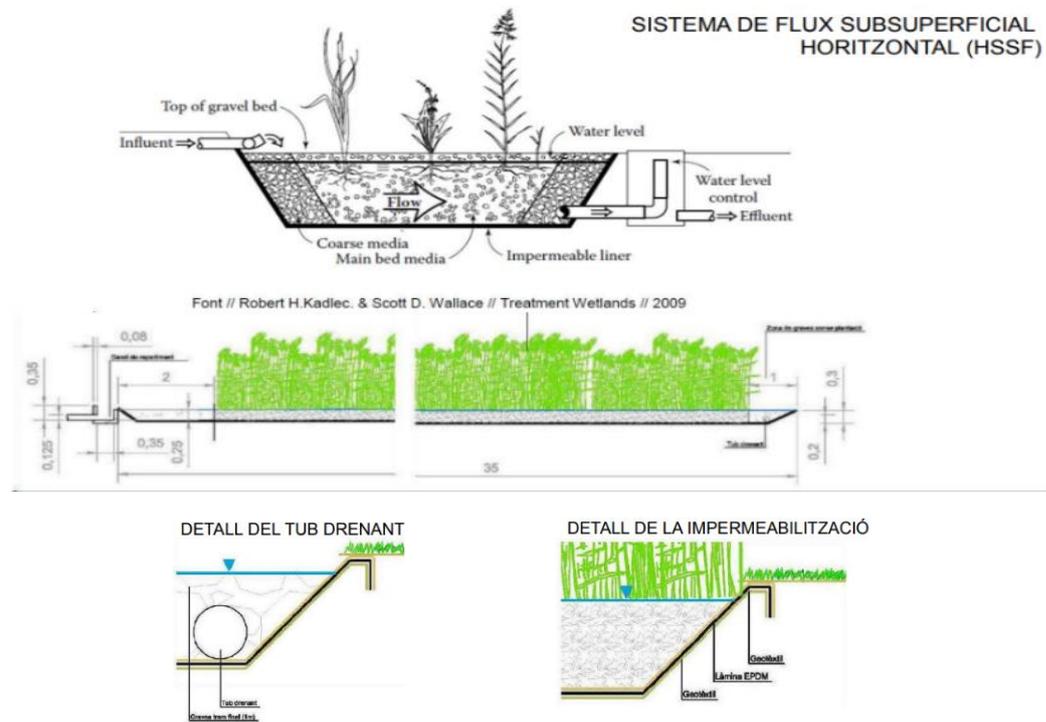
Los humedales horizontales están compuestos por los distintos elementos: 1) Estructuras de entrada del afluente; 2) Impermeabilización del fondo y laterales, ya sea con láminas sintéticas o arcilla compactada; 3) Estrato granular de gravas; 4) Vegetación emergente típica de zonas húmedas (por ejemplo, 70% *Phragmites australis* y 30% *Iris pseudacorus*); 5) Estructuras de salida regulables para controlar el nivel del agua.

La pendiente de la balsa debe ser nula para garantizar una retención del agua suficiente para favorecer la fijación de nitrógeno y fósforo, y es recomendable que el agua sea subsuperficial (por debajo de las gravas) para reducir el contacto con personas, animales y la presencia de mosquitos.

La vegetación y la grava proporciona una superficie para formar una película bacteriana. La actividad bacteriana degrada la materia orgánica del agua residual, facilita la absorción por parte de la vegetación, facilita la transferencia de oxígeno y controla el crecimiento de algas por limitar la penetración de luz. Las plantas proporcionan oxígeno a las bacterias por su respiración y actividad, a la vez que las bacterias aportan dióxido de carbono por la fotosíntesis de la planta, estableciéndose una simbiosis entre las bacterias del agua residual y el sistema radicular de las plantas.

El agua que sale del tratamiento de lagunaje estará en muy buenas condiciones físico-químicas para ser liberada al torrente, pero si es almacenada y bombeada (con energía solar o eléctrica) en cotas superiores -si fuera necesario-, también podría ser reutilizada por regar prados y cultivos, por el ajardinamiento de las infraestructuras turísticas, por los inodoros, por labores de limpieza e incluso una vez clorada, por otros usos agro-ganaderos.

EJEMPLO: Sistema de depuració de aigües residuals (Sorolla et al., 2018)



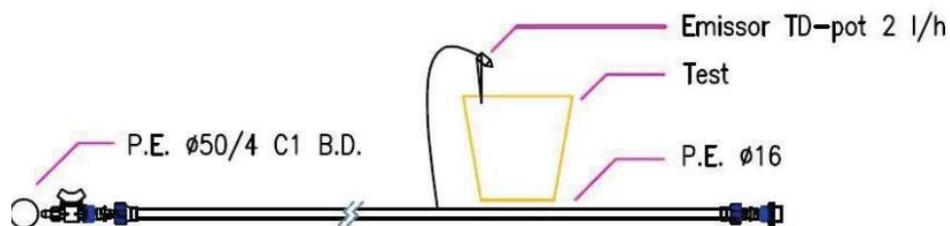
Balsas de lagunaje con estrato de gravas, con y sin agua estancada

B.4) Implementación del riego gota-gota para minimizar las pérdidas de agua

El regadío de plantas por huerta, producción de plantas de jardinería o por jardín particular o de equipamientos, tradicionalmente se había realizado con riego por inundación o al tendido, como se decía antes. Posteriormente, se ha transformado, por lo general, en el sistema de riego por aspersión clásico -con aspersores de largo alcance. El riego, por lo general, supone un consumo de agua mucho más alto que el consumo de agua de boca. La principal justificación técnica de la transformación del sistema de riego de aspersión viene dada por el ahorro del agua obtenido con un riego localizado de gota a gota. Por ejemplo, el consumo de agua de una infraestructura dedicada a la jardinería puede tener un consumo de hasta 20.000 m³/año, consumo que podría reducirse casi a la mitad (se estima que podría gastarse 11.700 m³/año) si el sistema de irrigación por aspersión fuese de gota a gota.

El riego por aspersión supone una pérdida de escorrentía >75% y, por tanto, apenas se aprovecha el 25% del agua utilizada. En cambio, con el riego por gota a gota, existe un ahorro de agua muy significativo ya que se aprovecha hasta un 90% del agua. Este ahorro se debe a que el riego del gota a gota aplica el 100% del agua en la superficie de la planta y se evita el 100% de las pérdidas de agua por el efecto del viento durante el riego y por el efecto paraguas de plantas altas; finalmente, evitamos el 90% de pérdidas de escorrentía durante el riego. Los inconvenientes a tener presentes son, entre otros, el coste por montaje, desmontaje y mantenimientos habituales para evitar incrustaciones, rupturas y obturaciones en general. También hay que tener presente que el agua de riego, a nivel físico de partículas, debe tener 21, 5 veces mayor el nivel de filtrado que el sistema de riego con aspersión, dados los pasos internos de los emisores (2,8 mm x 0,13 mm). Las diferencias extremas de temperatura, como las heladas del invierno, pueden dañar el sistema y, por tanto, el diseño del riego debe adaptarse al emisor turbulento y evitar el emisor de membrana (auto-compensante o anti-drenante). Para garantizar una calidad de agua es necesario tratarla con filtrado de arena y anillas (R. Miralpeix & M. Miralpeix, 2018).

EJEMPLO: Detalle del lateral de riego y los emisores (R. Miralpeix & M. Miralpeix, 2018)



C. Gestión de la conectividad ecológica

Con el fin de incrementar la longitud de conectividad ecológica de los torrentes del área de distribución real o potencial del tritón del Montseny, es necesario eliminar o modificar las infraestructuras viarias que han modificado el cauce natural de los torrentes y rieras e impiden la libre circulación de la fauna acuática.

Lo más deseable, o ideal, cuando estamos frente a un camino de desembosque abandonado o muy poco utilizado, es la restauración total del curso fluvial y, por tanto, la eliminación del paso de vehículos sobre el torrente. Cuando por intereses diversos o por voluntad de la propiedad es necesario mantener el camino por encima del curso fluvial, en general, las intervenciones consistirán en: a) retirar los áridos acumulados en el cauce para pasar directamente por encima, b) quitar los tubos de desagüe en caso de que haya, c) recuperado el curso natural del torrente, d) construir un puente para pasar los vehículos y al mismo tiempo permitan la continuidad natural en el torrente. Para dimensionar el puente habrá que realizar un estudio hidrológico, con el fin de obtener los caudales máximos del curso fluvial en diferentes períodos de retorno -10, 25, 100 y 500 años-.

Habrà que aplicar tres criterios generales: 1) Adaptar en lo posible las secciones hidráulicas de las obras de fábrica a las dimensiones actuales de los cauces y así evitar producir estrechos. 2) Adecuar la pendiente del cauce, modificada por las actuales obras de drenaje, a la pendiente natural. 3) Disponer de unas secciones hidráulicas que, como mínimo, sean las mismas que las existentes en la actualidad. Para recuperar la conectividad fluvial y ecológica de los torrentes y rieras se proponen diferentes tipologías de actuación, en función de la utilidad y envergadura del camino, la tipología de vehículos que podrán pasar, y los intereses de la propiedad.

C.1) Eliminación de paso de vehículos sobre el torrente

Los caminos de desembosque en desuso deberían ser eliminados y restaurar el cauce de los torrentes rehaciendo las pendientes y márgenes originales. Habría que retirar las tierras y material que se ha vertido como consecuencia del tráfico de maquinaria y vehículos. Lo mismo habría que hacer con caminos que serían utilizados en futuras campañas forestales y que en el momento de utilizarlos podrían ser operativos instalando, de forma temporal, planchas de hierro o vigas traveseras (de hierro o de troncos).



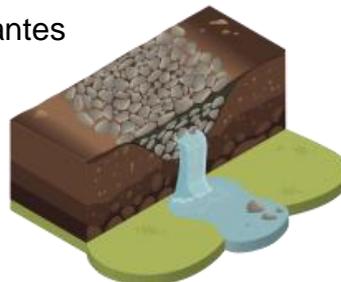
Proceso de recuperación de la conectividad ecológica de un torrente (antes, durante y una vez finalizada la actuación)

C.2) Modificación del paso de vehículos en caminos o pistas

Los caminos de red vial básica que son utilizados frecuentemente e impiden la conectividad ecológica cuando pasan por encima un torrente o riera, tendrán que modificarse. El procedimiento sería, en primera instancia, retirar todo el material que en su día, para permitir el paso de vehículos por encima, se aportó sobre el cauce para llenarlo. Una vez recuperado el perfil original del curso fluvial, para permitir de nuevo el paso de vehículos, se proponen 3 tipos de pasos en función de la intensidad de uso de la vía, del caudal del curso fluvial y de la orografía del terreno: paso con piedras filtrantes, puente de bóveda, y puente de sección plana.

En torrentes y rieras con un caudal bajo y temporal ($< 3 \text{ L/s}$) se podría pensar en un paso con piedras filtrantes, pero en torrentes y arroyos con un caudal constante de media entidad ($> 3 \text{ L/s}$) y dónde se pueden producir tormentadas importante, es necesario prever la construcción del puente que tenga en cuenta los períodos de retorno.

C.2.1) Paso con piedras filtrantes



Este paso sería adecuado para torrente de pequeña envergadura, que son de carácter temporal o con caudales reducidos, donde las tormentadas están ausentes o de baja intensidad, donde no existe presencia de peces (que requieren una mínima de columna de agua constante), y donde la fauna acuática presente puede desplazarse por las fisuras y la corriente de agua subsuperficial.

La adecuación del paso consistiría en que una vez limpiado de material el lecho del torrente y recuperado su estado inicial, se depositarían en el lecho del torrente grandes bloques de piedras (sería muy recomendable que fueran del mismo lugar donde se realiza la actuación). Se colocarían los bloques grandes en la parte baja y las piedras de tamaño más pequeño en los estratos superiores. En la parte superficial, y antes de depositar gravas finas para nivelar la superficie, habría que instalar una malla filtrante para evitar el paso de sedimentos finos y reduciendo así el aporte de material que podría obturar

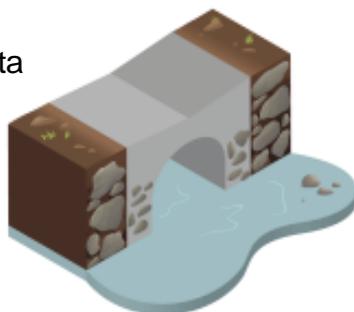
las fisuras entre las piedras depositadas en el torrente. Sobre esta capa de gravas se instalaría la última capa de piedras planas, que son las que facilitan el paso de vehículos por encima de la infraestructura generada sobre el torrente.

En lo alto del paso, por donde entra el agua del torrente, sería recomendable, si fuera posible, crear una balsa amplia que haría la función de reducir la velocidad del agua, retener sedimento del torrente, y facilitar una futura limpieza de sedimentos para reducir la obturación de las fisuras existentes entre los bloques de piedras.



Proceso de construcción de un paso de piedras filtrantes (antes, durante y una vez finalizada la actuación)

C.2.2) Puente de vuelta

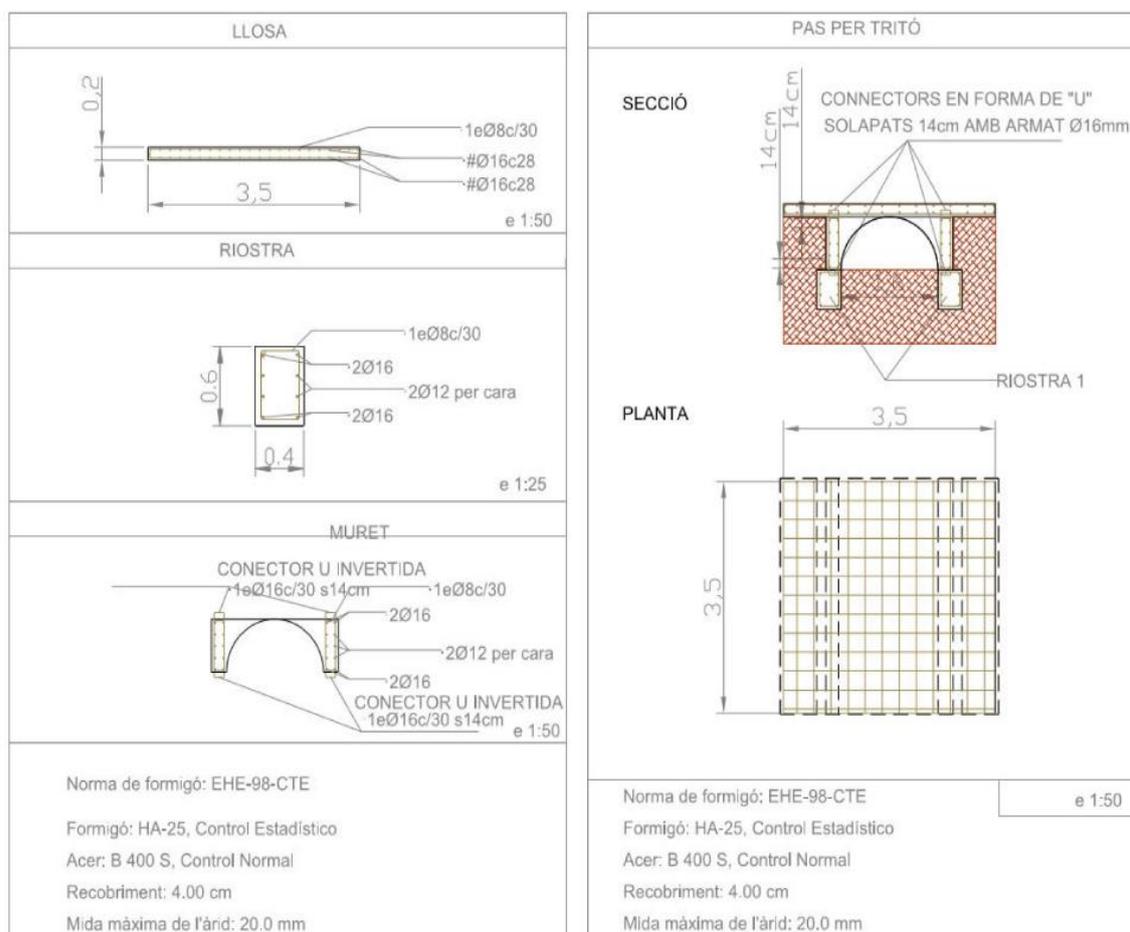


La primera acción consistiría en retirar todo el material que se aportó a la cama del torrente cuando (en el pasado) se adecuó el paso de vehículos. Este material debe retirarse evitando que baje riera abajo y reduciendo al máximo la aportación de sedimentos al curso fluvial. Las tierras y áridos que se extraigan podrían aprovecharse para restaurar el camino a ambos lados del torrente, o bien transportarlas a otros lugares cercanos para tareas de restauración; una última opción sería trasladar el material a una planta de tratamiento de áridos o residuos. Se tomarán todas las medidas pertinentes para evitar que la acumulación de estos áridos o las aportaciones en el camino generen taludes inestables que aporten sedimentos al curso fluvial. Si fuera necesario, se podrían construir trampas de sedimentos,

Una vez dimensionada la apertura del puente y retirado todo el material que se había aportado en el pasado, se tendrán que construir los zapatos y estribos de hormigón armado sobre el que apoyará un molde -de madera o de plancha de hierro- que constituirá el encofrado donde posteriormente se vierte el cemento armado. Estas obras se adaptarán a la nueva pendiente del cauce y, por tanto, su altura irá aumentando desde la entrada de la obra hasta la salida.

En las entradas y salidas de la obra del puente, es necesario realizar unas protecciones de escollera sin hormigonar, con piedra del mismo lugar (que se haya podido sacar del antiguo paso de vehículos) para proteger la parte posterior de los estribos, a modo de pequeñas aletas de aproximadamente 6 metros de longitud y adaptada a la altura de la obra de drenaje.

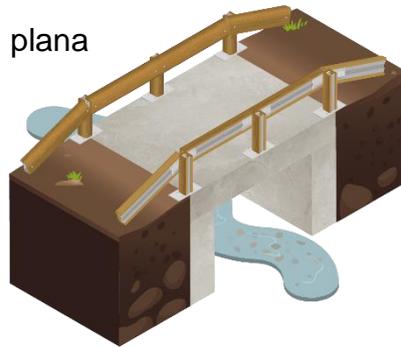
EJEMPLO: Detalles constructivos de un puente de bóveda sobre torrente (J. Argemi, PN Montseny, 2017)





Proceso de construcción de un puente de vuelta (antes, durante y una vez finalizada la actuación)

C.2.3) Puente de sección plana



La primera acción consistiría en retirar todo el material que se aportó al lecho del torrente cuando, en el pasado, se adecuó el paso de vehículos. Este material debe retirarse evitando que baje riera abajo y reduciendo al máximo la aportación de sedimentos al curso fluvial. Las tierras y áridos que se extrajeran podrían aprovecharse para restaurar el camino a ambos lados del torrente o bien transportarse a otros lugares cercanos para tareas de restauración; como última opción, podrían trasladarse a una planta de tratamiento de áridos o residuos. Se tomarán todas las medidas pertinentes para evitar que la acumulación de estos áridos o las aportaciones en el camino generen taludes inestables que aporten sedimentos al curso fluvial. Si fuera conveniente, habría que construir trampas de sedimentos, empalizadas o krainers con troncos y material vegetal de la zona (expuesto en el apartado posterior). Una vez dimensionada la apertura del puente y retirado todo el material que se había aportado en el pasado, deberían construirse los diferentes zapatos y estribos de hormigón armado, según la inclinación del terreno y respetando la pendiente original del torrente. Los zapatos deberían ser de diferentes dimensiones según el tramo de la obra del paso de agua, y es donde se apoyarían los estribos -que tendrán un grosor aproximado de 30 cm- y donde se instalaría la losa de hormigón.

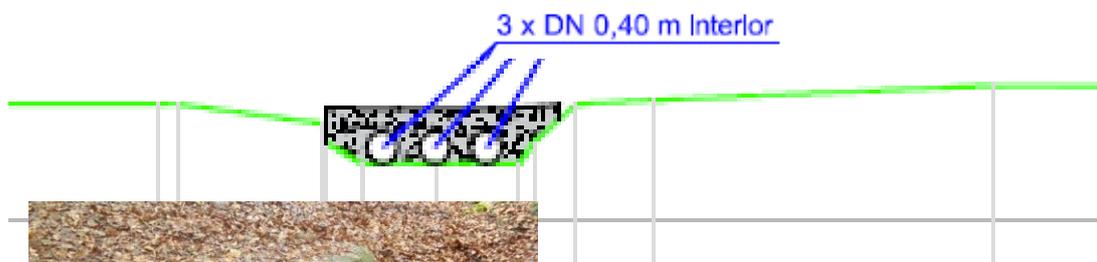
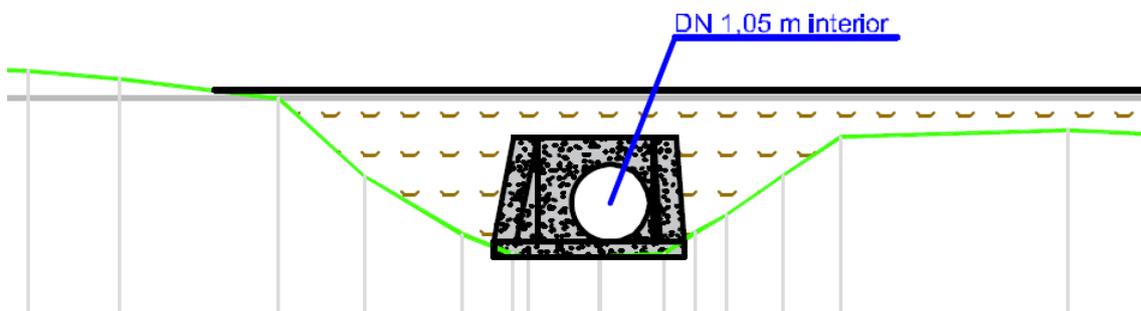
Se aconseja que esta losa fuera prefabricada para evitar los trabajos sobre el terreno de fabricación del hormigón, de movimientos de maquinaria, de posibles derrames indeseados o de problemas con el fraguado del material. Se propone una losa prefabricada de placas alveolares, de 120x25 cm, con una capa de compresión de hormigón de 5 cm con malla de alambre (mallazo). También es necesario prever el refuerzo del apoyo de la losa y los estribos, mediante un dado de hormigón de 0,5x0,3 m en toda la longitud de la obra de paso.

Estas obras se adaptarán a la nueva pendiente del cauce y, por tanto, su altura irá aumentando desde la entrada de la obra hasta la salida. La anchura de las

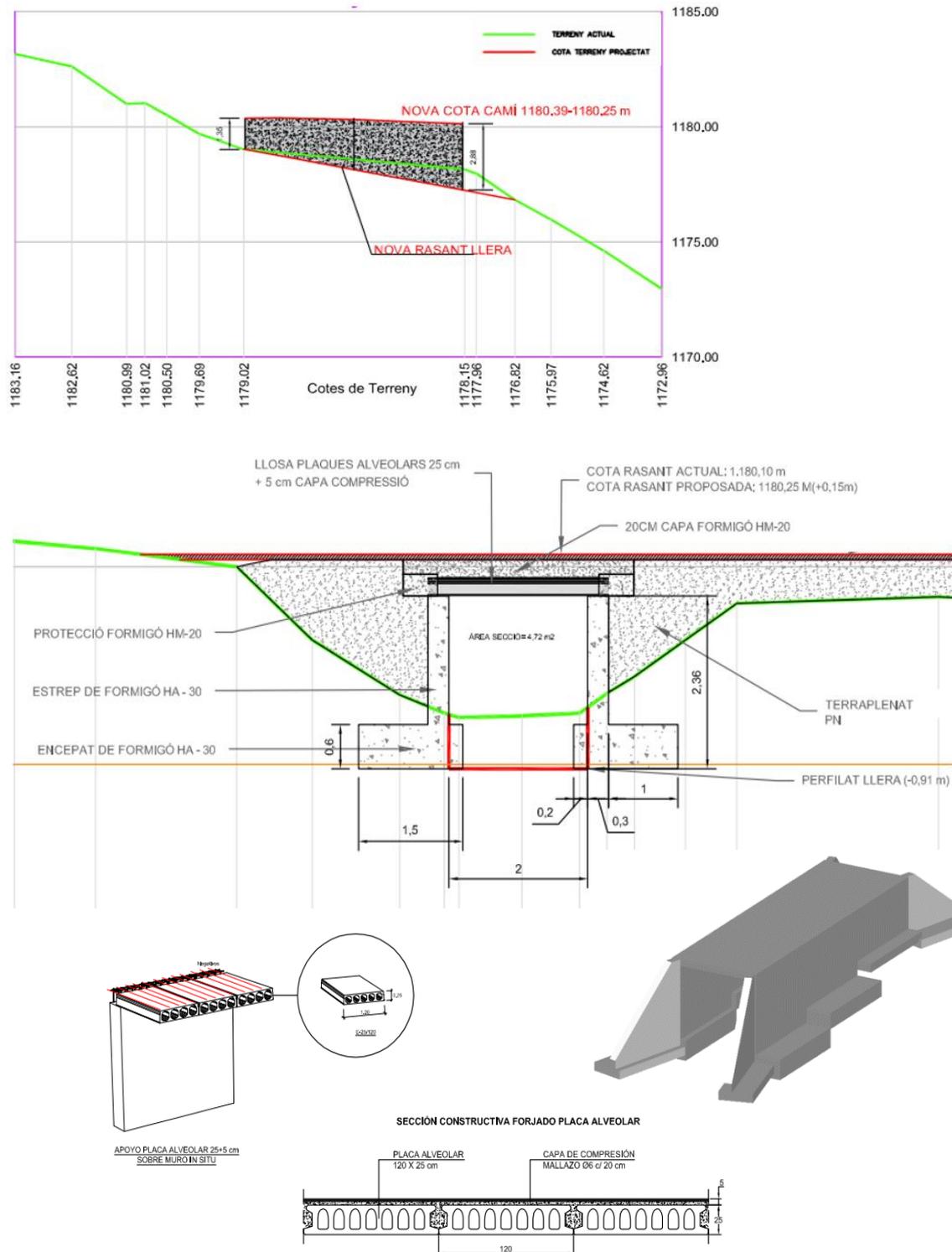
obras de drenaje se ha adaptado lo máximo posible a la anchura del cauce para evitar estrechos, ya la altura máxima que permite la cota del camino.

En las entradas y salidas de la obra del puente, con piedra del mismo lugar que se ha podido sacar del antiguo paso de vehículos, hay que realizar unas protecciones de escollera sin hormigonar. De esta forma, se protegería la parte posterior de los estribos a modo de pequeñas aletas de aproximadamente 2 m de longitud y altura adaptada a la altura de la obra de drenaje.

EJEMPLO. Tipologías de infraestructuras viarias que impiden la conectividad ecológica fluvial (Zapata et al.2020)



EJEMPLO: Detalles constructivos de un puente de sección plana con una estructura de muros de hormigón apoyados sobre zapatas corridas que soportan una losa alveolar que actúa como mostrador (Zapata et all , 2020)





Octubre 2018



Julio 2022



Abril 2018 Octubre 2020



Junio 2018



Febrero 2021

Ejemplos de varios puentes de sección plana, antes y después de la ejecución.

D. Gestión del bosque de ribera

Son numerosos los estudios que demuestran que el cambio global incide negativamente en el hábitat de ribera del ámbito mediterráneo. Hasta ahora, la precipitación no ha mostrado una tendencia clara en las recientes décadas en el NE de la península ibérica (González-Hidalgo, et al., 2011), pero la temperatura está incrementándose a raíz del cambio climático (Vicente-Serrano et al., 2014) y en el Montseny se ha observado un incremento de 0,3º C por década a partir de mediados del S.XX (Peñuelas & Boada, 2003). El incremento de temperatura motiva un aumento de la evapotranspiración de la vegetación (Wang, et al., 2012), lo que puede ser una de las causas de la reducción de caudales en los torrentes. También el tipo de cubierta del suelo tiene una influencia destacable en los recursos hídricos y varios estudios han demostrado que el incremento de la cubierta forestal motiva una disminución del rendimiento hídrico (Bosch & Hewlett, 1982; Gallart & Llorens, 2004). Una reducción de la cubierta forestal conlleva un incremento de este rendimiento hídrico anual y éste es mayor si se trata de coníferas frente a un bosque perenne (Sahin & Hall 1996). La vegetación intercepta gran cantidad de lluvia antes de llegar al suelo,

Por tanto, la gestión de la masa forestal del ámbito fluvial tiene una incidencia directa sobre el hábitat ribereño y las actuaciones forestales a nivel de la cuenca fluvial también inciden en el curso fluvial de torrentes y rieras.

Con el fin de conservar y mejorar el estado de conservación del hábitat de ribera del que depende totalmente el tritón del Montseny, es necesario aplicar determinadas buenas prácticas de gestión forestal como evitar la erosión, y recuperar los espacios abiertos y bosques autóctonos de el estanque.

D.1) Consolidación de taludes

La aportación de sedimentos en los cauces de torrentes y rieras es una amenaza para la fauna acuática y en especial por el tritón del Montseny. Los procesos erosivos pueden tener diferentes causas (apertura o repaso de caminos, logística de la explotación forestal, frecuentación de visitantes o de macrofauna, desprotección o pérdida de suelo vegetal, etc.) que es necesario minimizar o eliminar, cambiando las actividades y prácticas que provocan los procesos de erosión.

Al mismo tiempo que se implementan unas nuevas y buenas prácticas ambientales, es necesario intervenir allí donde hay procesos de erosión o está previsto que haya un aporte de sedimentos en el cauce del torrente. Por la consolidación de taludes deteriorados se proponen actuaciones basadas en la bioingeniería; haciendo guarduñas, empalizadas, enrejado o entramados tipo Krainer.

D.1.1) Las guarduñas consisten básicamente en la disposición de troncos y ramas fijadas con estacas de madera clavadas en el suelo, en líneas perpendiculares a la pendiente, para actuar como trampas de sedimentos que puedan bajar por acción de la lluvia o movimiento de fauna.



Construcción de guarduñas e imagen de una actuación finalizada en fiebres y después de seis meses

D.1.2) Las empalizadas son estructuras ligeramente inclinadas formadas por estacas clavadas en el suelo y palos de madera colocados de forma horizontal, para retener el suelo en taludes inestables o para impedir que deslizamientos lleguen a un camino o al torrente. Es un sistema muy simple y eficaz, que a menudo los mismos sedimentos aportados van llenando la banda superior que facilita la germinación de semillas y la revegetación del talud. Normalmente se hacen con tres o cuatro líneas de palos (idealmente de castaño, de 15-18 cm de diámetro) delimitadas frontalmente por estacas de las mismas características, colocadas cada 2 m y son de 1,5 m de longitud, quedando unos 0,6 m vistos. Si el terreno no permite el anclaje de las estacas, una alternativa es utilizar varillas de hierro corrugado (de 12 mm).



Proceso de construcción de una empalizada y diferentes ejemplos

D.1.3) El enrejado vivo, sobre el talud, está formado por troncos (preferentemente de castaño) de diámetro entre 15 y 25 cm dispuestos formando una celda de 1 x 0,7 m sobre un talud de máximo 60°, unidos entre sí y anclados al suelo con barras de acero corrugado de diámetro 12-14 mm y 1,2 m de largo; el relleno de los huecos con tierra de la propia excavación, colocando estacas de especies arbustivas autóctonas con capacidad de reproducción vegetativa.



Proceso de construcción de enrejado sobre talud



Consolidación del margen del torrente con diversas técnicas de enrejado y empalizada

D.1.4) El entramado Krainer es una estructura de madera constituida por un entramado de troncos (de 25 cm de diámetro aprox.), que son clavados con varillas y que forman cámaras a llenar de tierra donde se plantan estacas vivas o plantas en contenedor o, en la frente de cada cámara, se coloca un rollo de fibra de coco de alta densidad para retener el suelo y al mismo tiempo la humedad.



Proceso de construcción de entramado Krainer con plantación de planta



Entramado Krainer sin tierra ni plantación, reciente y un año después

D.2) Restauración del bosque de ribera y de los hábitats autóctonos de la cuenca

En los últimos cincuenta años, en la península ibérica se ha observado una disminución de los caudales de rieras y ríos, y está demostrado que en parte se debe a la expansión de matorrales y bosques en áreas de antiguos cultivos (Begueria et al.). 2003; Moran et al., 2010; Gallart et al. 2004; Lopez et al. 2011, 2006). Una conclusión simplista sería que es beneficioso reducir drásticamente el bosque, pero esta afirmación es totalmente errónea porque el bosque ofrece importantes beneficios ambientales, como la necesaria captación de carbono (Nabuurs et al., 2003; Nadal et al., 2016), y al mismo tiempo es la mejor alternativa por la conservación de la biodiversidad que estamos perdiendo (Navarro, 2012). Pero es cierto que el bosque influye en la reducción de los caudales de agua anuales, debido a los efectos de la intercepción de lluvia por parte de los árboles y del consumo del agua que reduce el agua retenida en el suelo y los límites de respuesta de captación hidrológica (Gallart et al. 2002; Llorens et al. 2018). Para mitigar los efectos del cambio global es necesario mejorar la gestión del territorio con estrategias de gestión forestal a nivel de escalera de cuenca y en el uso del agua, no sólo con un consumo más eficiente, sino también haciendo un uso más sostenible del territorio (Lana et al., 2020).

La gestión forestal practicada en décadas pasadas en el Montseny ha promovido en muchos casos la desaparición del bosque de ribera y la plantación de especies exóticas de rápido crecimiento y más rentables económicamente. Debido al impacto negativo sobre la biodiversidad y sobre los caudales de los torrentes, es necesario reducir o mejor eliminar, las plantaciones de coníferas y planifolios dentro del espacio fluvial, promover la revegetación natural del bosque de ribera con árboles y arbustos autóctonos, y también es muy favorable ir sustituyendo las plantaciones en toda la cuenca, por espacios abiertos (que tienen una demanda mucho más baja de agua) o bosques con especies autóctonas y donde sería muy deseable realizar una gestión favoreciendo su futura madurez.

El Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny es un espacio de la Red Natura 2000 y, por tanto, existe la obligación de mantener sus hábitats y especies de interés comunitario, en un “Estado de Conservación Favorable” (DH .92/43/CEE). Esto implica que la superficie de los hábitats se mantenga o amplíe, que su estructura y funciones ecológicas también se mantengan en el futuro y que sus especies tengan un buen estado de conservación. Para alcanzar estos objetivos, es necesario promover un tipo de gestión forestal integrada y sostenible, que potencie la biodiversidad de los bosques,

favoreciendo la diversidad estructural, funcional y de especies, y por tanto promoviendo la presencia de árboles viejos y la presencia de madera muerta . En definitiva, es necesario aplicar buenas prácticas de gestión forestal para compatibilizar la extracción de recursos con la mejora del estado de conservación del espacio fluvial.

EJEMPLO: Buenas prácticas forestales a promover en el ámbito del Montseny (Vayreda&Comas, 2021)

- Promover actuaciones forestales que permitan el mantenimiento o la mejora del estado de conservación favorable del hábitat y la capacidad de adaptación al cambio climático.
- Fomentar la conservación y aumento de las formaciones vegetales naturales de ribera (vernedas y otros bosques de ribera afines).
- Estimular la conservación y recuperación de la vegetación herbácea asociada a las riberas, presente en las áreas de inundación más frecuentes del cauce y de los márgenes fluviales.
- Implementar la no intervención (o gestión pasiva) en caso de que haya un rodal de bosque con un elevado grado de madurez o de cualquier bosque autóctono diverso, si está a menos de 50 m de un torrente o a menos de 100 m de una riera.
- Potenciar la diversidad de especies arbóreas y arbustivas, en especial que producen frutos.
- Evitar los desbroces del sotobosque, porque es la vegetación más efectiva para evitar la erosión del terreno.
- Recuperar los espacios abiertos y pastos para favorecer un paisaje con diversidad de hábitats, pero siempre respetando el bosque autóctono con riqueza de especies, en especial en pendientes pronunciadas y los lugares de fácil erosionabilidad.
- Reconvertir el bosque regular a bosque irregular o semiregular
- Alargar el turno de corte y el número de árboles de gran tamaño, favoreciendo y manteniendo una cierta proporción de árboles de tamaño grande hasta el límite de su longevidad.
- Planificar actuaciones de baja intensidad pero más continuadas en el tiempo (5-8 años entre actuación y actuación) que permitan valorar resultados y aplicar una gestión adaptativa, es decir, reprogramar actuaciones futuras en base a resultados obtenidos.
- Generar madera muerta de grandes dimensiones en pie y en el suelo (sin trocear) de diferentes especies (fuera de la ribera y, si es posible, combinar madera de coníferas y de planifolios), siempre que no sea una especie acompañante, escasa y/o d interés faunístico.
- Eliminar mecánicamente (cortando o anillando) especies exóticas. Si son muy abundantes y forman grupos de varios individuos es necesario programar su eliminación en diferentes etapas.
- Evitar las plantaciones con especies forestales exóticas o que estén fuera de su área de distribución natural, y promover la eliminación progresiva de las existentes, en especial en cabeceras de los torrentes, en las zonas de protección y de recarga de los acuíferos y dentro de espacio fluvial.
- Disponer la rama de los árboles cortados, transversalmente en la pendiente, haciendo guarduñas fijadas con estacas, para reducir procesos de erosión durante y después de las actuaciones forestales.

EJEMPLO: Buenas prácticas de gestión de árboles de ribera de tamaño excepcional (Vayreda&Comas, 2021)

- Los árboles vivos de ribera (alisos, fresnos, etc.) de grandes dimensiones tienen un valor por sí mismos y deben identificarse e intentar gestionarse adecuadamente para mantenerlos vivos y físicamente estables el mayor tiempo posible. Si es necesario liberarlos de competencia preferentemente se hará eliminando 1 o 2 árboles vecinos que no sean de ribera (encina, haya). Si la morfología de la ribera está cerrada y de fondo de valle, la eliminación estratégica de un único pie vecino de la vertiente puede liberar mucha competencia por la luz.
- En la selección del árbol vecino a eliminar es necesario observar la geomorfología de la orilla donde se asienta el árbol para que al eliminarlo no la desestabilice provocando la movilización de sedimentos dentro del cauce alterante, aunque sea temporalmente, el funcionamiento hidrogeomorfológico del sistema fluvial. Esto es especialmente importante en los torrentes situados en los encabezados donde la complejidad de la orografía hace que pueda ser más inestable porque los procesos erosivos son más agresivos.
- Anillar al competidor en vez de cortarlo (sobre todo si es una conífera exótica) puede ser una buena opción cuando lo que se pretende es una liberación y una entrada de luz más progresivas. Si se actúa sobre más de un vecino, se pueden combinar las dos opciones: cortar y anillar.
- Si son pies de rebrote, típicamente alisos, se puede hacer selección de retoños eliminando todos los rebrotes más pequeños y dejando el pie más alto y vigoroso.

EJEMPLO: Buenas prácticas de las especies acompañantes en bosque de ribera mejorar el título por ser explícito con el contenido (Vayreda&Comas, 2021)

- En bosques de ribera cualquier especie típica arbórea de ribera se considera especie acompañante (aliso, avellano, fresno, álamo...) y por tanto deben mantenerse y, eventualmente, liberarlos de competencia.
- Se siguen considerando especies acompañando a las que no son de ribera pero son igualmente poco comunes (tejo, acebo, cerezo, álamo...) y por tanto se deben mantener y liberar aunque estén en la ribera o en su margen.
- No se liberarán especies arbóreas, ni arbóreas de porte bajo, que se consideren pioneras a menos que se considere que pueden tener un papel ecológico relevante en el funcionamiento del río (pe, sauces situados en las orillas que fijan sedimentos y ayudan a la creación de balsas).
- La liberación de estas especies sólo debe considerarse cuando se trata de una especie poco común en el tramo de río donde se actúa. Sólo se liberará cuando tenga un cierto puerto (> 3 m de altura) y copa desarrollada y recta.
- La liberación debe generar una abertura del dosel suficiente como para permitir suficiente entrada de luz y que dependerá del temperamento de la especie. Es preferible liberarla cortando alguna especie no de ribera (encina, haya, castaño, sobre todo si está en la ribera o en el lecho...) orientada a sur respecto al pie liberar.

Al igual que en el resto del ámbito mediterráneo, en el Montseny el cambio climático está motivando un aumento de temperaturas, que incrementa la evapotranspiración de la vegetación y por tanto motiva una demanda mayor de agua que afecta a los recursos hídricos de la cuenca. El incremento de la cobertura forestal que se ha dado en todo el macizo del Montseny en el último siglo, agravado por las plantaciones de coníferas, está contribuyendo a la reducción de los caudales de los torrentes y rieras del macizo.

En el ámbito del Life Tritó Montseny se han promovido el corte de rodales de bosque que eran plantaciones de árboles exóticos (*Pseudotsuga menziesii*, *Pinus ponderosa*, *P. sylvestris* and *Cedrus* sp) y que retienen volúmenes importante de agua que no llega en el torrente o rieras. En la apertura de espacios motivados por el corte, se han promovido las especies autóctonas presentes y se gestionarán facilitando la revegetación natural o, en otros casos, se mantendrán como espacios abiertos por el pasto o por salvaguarda su biodiversidad de flora y fauna asociada.

En el ámbito de actuación del bosque de ribera se han favorecido especies típicas de este hábitat, como lo son el aliso (*Alnus glutinosa*), el saúco (*Sambucus nigra*), el fresno (*Fraxinus excelsior*) o el avellano (*Corylus avellana*). Éstas son especies vinculadas a los procesos ecológicos del hábitat de ribera y entre otras funciones generan nutrientes para los consumidores primarios y regulan las condiciones físico-químicas del agua.



Tallada de plantación Douglas para favorecer a especies autóctonas como el freja



*Evolución del hábitat después de la tallada (noviembre 2018) de una plantación de *P.menziesii* de los años setenta, con la revegetación de árboles de ribera autoalgodón (julio 2022)*

E. Acciones complementarias a la gestión del hábitat, por conservación del tritón del Montseny

Al mismo tiempo que se ejecuten acciones para mejorar el hábitat de ribera, también es necesario promover otras acciones que inciden indirectamente en la conservación del hábitat de ribera y su biodiversidad. Posteriormente y brevemente se exponen algunas de ellas, que deberían coordinarse con las actuaciones sobre el territorio expuestas anteriormente. Estas acciones complementarias a la gestión del hábitat de ribera se exponen en cinco apartados, que son:

- E.1) Gestión de las poblaciones de tritón del Montseny
- E.2) Seguimiento e investigación
- E.3) Bioseguridad
- E.4) Educación y divulgación ambiental
- E.5) Planificación, evaluación, gestión adaptativa

E.1) Gestión de las poblaciones de tritón del Montseny

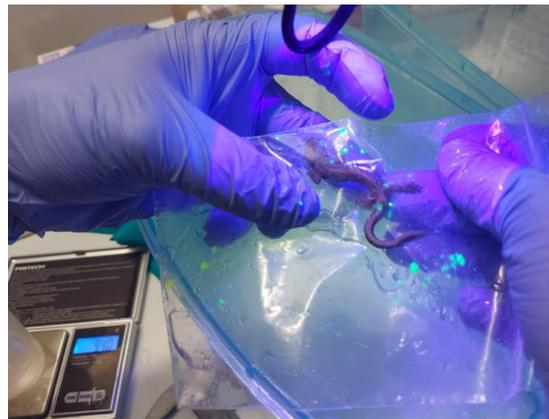
*E.1.1)*Poblaciones insitu.La gestión de las poblaciones naturales debe ser totalmente pasiva, con la única excepción de encontrar a individuos que por enfermedad o lesión tengan una probabilidad de supervivencia muy baja. En estos casos, estos individuos deberían ser trasladados a los centros de cría en cautividad a fin de impedir su muerte y aumentar la capacidad reproductora de estos centros.

*E.1.2)*Poblaciones exitu.Debido al alto riesgo de extinción de poblaciones naturales, es necesaria la creación de nuevas poblaciones, ampliando así el área de distribución geográfica y paralelamente el número de individuos. Dado que las poblaciones naturales de la especie se encuentran ya en un estado de conservación comprometido, los individuos a liberar en los nuevos hábitats deben provenir necesariamente de un programa de cría en cautiverio.

*E.1.3)*Programa de cría en cautividad.En 2007 se inició el programa de conservación exitu de tritón del Montseny y de su cría en cautividad. El programa es un éxito, se mantiene una población en cautividad (tal y como recomienda la UICN por especies en peligro crítico de conservación) y se obtiene una producción anual de ejemplares suficiente para crear nuevas

poblaciones, respetando los dos linajes morfológico-genéticos que nos ha dado el proceso evolutivo.

E.1.4) Programa de introducción. Para crear nuevas poblaciones ha sido necesario diseñar una planificación basada en la disponibilidad de potencial hábitat que pueda tener las condiciones óptimas para la especie. También es necesario prever el número de tritones a liberar para conseguir una población viable y efectuar una posterior monitorización de las nuevas poblaciones. Todo esto debe permitir poder aplicar una gestión adaptativa y corregir desviaciones o problemas no previstos. El objetivo final de este programa es ampliar la distribución geográfica de la especie. Por tanto, la ampliación geográfica está sujeta a la capacidad de producir animales en los centros de cría ya la disponibilidad de torrentes que presenten buenas condiciones ambientales para alojar una nueva población de tritón del Montseny.



Centro de cría de Pont de Suert Proceso de marcaje previo a la liberación



Liberación de tritones del Montseny en torrentes con buenas condiciones de hábitat de ribera

E.2) Seguimiento e Investigación

La gestión del patrimonio natural y en especial cuando se trata de una especie en peligro de extinción como lo es el tritón del Montseny, debe estar fundamentada en el conocimiento objetivo y riguroso de la biología de la especie y de sus requerimientos ambientales. A pesar del conocimiento sobre el tritón del Montseny se ha incrementado bastante desde su identificación en 2005, las incógnitas sobre esta especie todavía son muchas y resolverlas es básico para su correcta gestión. Por tanto, es necesario continuar profundizando en el conocimiento de su biología, promoviendo proyectos de investigación de carácter multidisciplinar, así como mantener el seguimiento de sus poblaciones, para confirmar hipótesis científicas sobre las que basar las medidas de gestión actuales y futuras.

En la gestió para conservar el patrimoni natural, es necesario aplicar una gestió adaptativa basada en los resultados positivos o negativos de las acciones realizadas y poder redirigir la gestió para alcanzar los objetivos definidos. Para ello, es imprescindible realizar un seguimiento periódico de la respuesta del medio natural durante y después de las intervenciones y, al mismo tiempo, ejecutar un programa de seguimiento y búsqueda de las especies objetivo, que en el caso que nos ocupa sería el tritó del Montseny (como demografía, genética o distribución geográfica) y las variables ambientales del hàbitat (cobertura arborea, erosión, o hidrología entre otros)



EJEMPLO: Programas de seguimiento e investigación del medio biótico

Monitorización de las poblaciones naturales del tritón del Montseny

<u>Objetivo</u>	Diagnosticar el estado de conservación de la especie
<u>Método</u>	Muestreo nocturno de toda la distribución geográfica de las poblaciones naturales. Localización de individuos, geolocalizados y sexados visualmente
<u>Ámbito temporal</u>	Primavera y otoño. Periodicidad anual. Evaluación cuatrienal
<u>VARIABLES DE REFERENCIA</u>	Abundancia relativa, porcentaje de empleo e índice de conectividad

Monitorización de las poblaciones reintroducidas de tritón del Montseny

<u>Objetivo</u>	Evaluar el éxito de las reintroducciones
<u>Método</u>	Muestreo nocturno de las poblaciones introducidas. Captura de individuos para identificar, medir y posteriormente liberar
<u>Ámbito temporal</u>	Primavera y otoño. Periodicidad anual. Evaluación cuatrienal
<u>VARIABLES DE REFERENCIA</u>	Tamaño poblacional, proporción de sexos, porcentaje de empleo y evidencia de reproducción in situ

Monitorización de patología poblacional de los anfibios

<u>Objetivo</u>	Evaluar el estado de salud de las poblaciones
<u>Método</u>	Toma de muestras de tejido y frotis para realizar analítica de enfermedades infecciosas emergentes, de poblaciones naturales e introducidas
<u>Ámbito temporal</u>	Primavera y otoño. Periodicidad anual. Evaluación anualmente
<u>VARIABLES DE REFERENCIA</u>	Presencia o ausencia de patologías y número de individuos afectados

Monitorización genética de tritón del Montseny

<u>Objetivo</u>	Conocer las fluctuaciones de la variabilidad genética
<u>Método</u>	Toma de muestras de tejido y frotis de poblaciones naturales e introducidas
<u>Ámbito temporal</u>	Primavera y otoño. Periodicidad anual. Evaluación cuatrienal
<u>VARIABLES DE REFERENCIA</u>	Heterocigosidad, número de alelos privados, diversidad genética

EJEMPLO: Programas de seguimiento e investigación del medio abiótico

Monitorización de la masa boscosa

<u>Objetivo</u>	Evaluar el estado de conservación del bosque autóctono
<u>Método</u>	Riqueza de especies autóctonas, abundancia y distribución, grado de madurez. De la ribera y la cuenca
<u>Ámbito temporal</u>	Periodicidad anual. Evaluación cuatrienal
<u>VARIABLES DE REFERENCIA</u>	Nº. especies, diversidad, Ha hábitat, índice de madurez, microhábitat

Monitorización del hábitat de ribera

<u>Objetivo</u>	Evaluar las comunidades de fauna acuática (macroinvertebrados y peces)
<u>Método</u>	Riqueza y diversidad de especies (autóctonas e introducidas), distribución y abundancia
<u>Ámbito temporal</u>	Periodicidad anual. Evaluación cuatrienal
<u>VARIABLES DE REFERENCIA</u>	Nº. especies, diversidad, ubicación

Monitorización hidrológica

<u>Objetivo</u>	Establecer un régimen de caudales y valorar su dinámica temporal
<u>Método</u>	Caudales, niveles piezométricos y datos de meteorología
<u>Ámbito temporal</u>	Periodicidad diaria. Evaluación anual
<u>VARIABLES DE REFERENCIA</u>	L/s de caudal, L/m2 de lluvia, Temp. agua y ambiental, Humedad relativa, M. profundidad del nivel piezométrico

E.3) Bioseguridad

Como se ha expuesto en el anterior apartado de amenazas, uno de los factores más alarmantes de la crisis de la biodiversidad mundial es la rápida expansión de enfermedades infecciosas, y esta amenaza afecta directamente al tritón del Montseny. Enfermedades como la quitridiomicosis son letales por este anfibio endémico del Montseny y, por tanto, es necesario tomar las medidas necesarias para evitar que estas infecciones entren en el macizo. Para evitar la introducción de las enfermedades infecciosas en el espacio natural del Montseny y, en especial, en todo el ámbito de distribución del tritón del Montseny, será necesario establecer medidas concretas: las acciones vinculadas a la extracción de especies exóticas tendrán que disponer de los permisos pertinentes y de los protocolos establecidos por su eliminación.



Aplicación del protocolo de bioseguridad tanto en el material como en la maquinaria

EJEMPLO: Acciones de bioseguridad

Control de actividad herpetológica y Eliminación de poblaciones exóticas

Objetivo	Evitar la entrada de enfermedades infecciosas y eEliminar las poblaciones de anfibios exóticos
Método	Vigilancia y extracción manual o con métodos químicos
Ámbito temporal	Condicionado la fenología de la especie objetivo
Variables de referencia	Nº. incidencias , Nº. ejemplares extraídos / presentes

Protocolo de desinfección de trabajos científico-técnicos

<u>Objetivo</u>	Evitar la entrada involuntaria de enfermedades infecciosas
<u>Método</u>	Formación del personal autorizado (trabajadores del Parque, científicos, educadores...) vinculados a medios húmedos (balsas, torrentes, rieras, ríos, mojados, etc.) Limpiar y desinfectar (con Virkon o similar) todo el material personal y común que entra en contacto con el agua
<u>Ámbito temporal</u>	Todo el año
<u>Variables de referencia</u>	Presencia / Ausencia de enfermedades

Protocolo de desinfección de obras

<u>Objetivo</u>	Evitar la entrada involuntaria de enfermedades infecciosas
<u>Método</u>	Formación de los operarios que ejecutan obras en medios húmedos (balsas, torrentes, rieras, ríos, mojados...) Limpiar y desinfectar (con Virkon o similar) todo el equipamiento personal, material y maquinaria, antes y después de la actividad
<u>Ámbito temporal</u>	Todo el año
<u>Variables de referencia</u>	Presencia / Ausencia de enfermedades

Concienciar sobre los riesgos de las enfermedades infecciosas y la introducción de exóticas

<u>Objetivo</u>	Evitar la entrada involuntaria de enfermedades infecciosas
<u>Método</u>	Educación, divulgación, concienciación de escolares, estudiantes, visitantes, residentes y empresas
<u>Ámbito temporal</u>	Todo el año
<u>Variables de referencia</u>	Nº. escolares, visitantes informados directamente. Nº. de campañas de divulgación

E.4) Educació i divulgació ambiental

La educació ambiental i els processos participatius són línies de treball destinades a informar e involucrar a col·lectius humans (escoles, naturalistes, deportistes, propietaris, empresaris, universitaris, ecologistes, etc.) en la gestió de la conservació de la naturalesa i, en especial, a tenir una actitud activa i positiva cap al tritó del Montseny i els ambients húmedos en general. La implicació de la societat en la conservació de la naturalesa és imprescindible per revertir la situació de declive general i constant de la biodiversitat, i si a nivell local, se quiere ser eficient amb les polítiques i accions a implementar per no perdre biodiversitat en el Montseny i millorar, l'estat de conservació de les hàbitats i espècies més vulnerables.



Ejemplos de acciones de divulgación y educación

Concienciar sobre el delicado estado de conservación de la naturaleza

<u>Objetivo</u>	Incrementar la demanda social por conservar la biodiversidad y favorecer el activismo medioambiental
<u>Método</u>	Trípticos, reportajes, artículos de divulgación, redes sociales, paneles, conferencias, charlas informativas
<u>Ámbito temporal</u>	Todo el año
<u>Variables de referencia</u>	Nº. acciones de información. Nº. de receptores

Implicación social por la conservación de la naturaleza

<u>Objetivo</u>	Fomentar la participación social en procesos de decisión y acciones directas de conservación
<u>Método</u>	Procesos participativos de debate, acciones de voluntariado, trípticos, reportajes, artículos, redes sociales, conferencias, charlas,...
<u>Ámbito temporal</u>	Todo el año
<u>Variables de referencia</u>	Nº. acciones de información. Nº. de receptores

Educación ambiental

<u>Objetivo</u>	Promover la conciencia ambiental entre los niños y jóvenes
<u>Método</u>	Programa "El Montseny en la Escuela", conferencia en institutos y universidades
<u>Ámbito temporal</u>	Todo el año
<u>Variables de referencia</u>	Nº. de centros, escolares, alumnos y universitarios participantes

Divulgación ambiental

<u>Objetivo</u>	Promover la conciencia ambiental en la sociedad. Informar al colectivo naturalístico
<u>Método</u>	Actualizar WEB del Life Tritó Montseny
<u>Ámbito temporal</u>	Trimestral
<u>Variables de referencia</u>	Nº. de visitas y consultas

Formación técnica

<u>Objetivo</u>	Implicar a gestores forestales en las buenas prácticas ambientales
<u>Método</u>	Dar a conocer el Manual de Buenas Prácticas Forestales a propietarios, gestores forestales y rematantes de madera. Acuerdos de Custodia con la propiedad privada
<u>Ámbito temporal</u>	Todo el año
<u>Variables de referencia</u>	Nº. de profesionales y propietarios implicados

E.5) Planificación, evaluación, gestión adaptativa

Un plan de gestión para una especie en estado crítico de conservación, debe ser una planificación dinámica que a medida que se actualice y analice la información sobre la especie y la gestión del hábitat, nos permita actuar en consecuencia y continuar o modificar la gestión en curso.

Las poblaciones de anfibios experimentan fluctuaciones a lo largo del tiempo, siendo necesario pues seguimientos de larga duración para detectar tendencias poblacionales claras. Por tanto, es conveniente prever evaluaciones a medio plazo (que podrían realizarse de forma cuatrienal). Con la misma finalidad, es necesario planificar una evaluación del hábitat, en especial el ámbito fluvial y su bosque de ribera.

Para asegurar un correcto desarrollo del Plan de gestión del hábitat del tritón del Montseny se requiere una correcta planificación, que cumple con los estándares de calidad en la gestión para la conservación (Arrechea et al., 2011).

En el proceso de planificación se debe contar con:

- Un marco legal y suficiente de capacidad de gestión.
- Contar con un registro de actuaciones y decisiones
- Garantizar el uso de la mejor información disponible.
- Asegurar el soporte institucional.
- Asegurar el soporte social.
- Comunicar y difundir los resultados.

Para definir la planificación que debe seguir la ejecución del Plan, es necesario asegurarse de que se contempla:

- La identificación de objetivos generales a alcanzar a largo plazo.
- La diagnosis de los problemas a los que pretende dar respuesta la estrategia de conservación.
- La formulación de objetivos específicos en cada uno de los ámbitos de actuación.
- La definición de un plan de acción definiendo cuáles son las actuaciones previstas.
- El diseño de un plan de seguimiento del desarrollo del plan de gestión.

En el proceso de evaluación, será necesario identificar si el plan establecido tiene claro el objeto de conservación y los objetivos que se pretenden alcanzar a largo plazo, así como la identificación de los problemas que se pretenden resolver mediante la definición de las acciones y su ejecución. Se prevé así que estas acciones produzcan unos resultados que deben contribuir a resolver los problemas diagnosticados. Sin embargo, el programa de evaluación permite redefinir los objetivos en un proceso de gestión adaptable.

Con el fin de garantizar una correcta evaluación del plan, es recomendable valorar de forma continuada las acciones que se están desarrollando y, por tanto, hay que prever lo siguiente:

- Verificando que los indicadores sobre el estado de conservación de la especie se registran adecuadamente.
- Incorporar los datos obtenidos en el Sistema de Información del Parque Natural.
- Valorar el desarrollo de las acciones de acuerdo con el presupuesto y los plazos previstos y validar la disponibilidad de la documentación justificativa.
- Documentar y justificar los cambios sobre los planteamientos iniciales del plan.
- Difundir los resultados del seguimiento y evaluación del proyecto entre los miembros del equipo de trabajo y todo el personal del parque natural.
- Redactar las pertinentes memorias de resultados y evaluación de desarrollo del proyecto.

IV. BIBLIOGRAFÍA

Amat, F. 2004. Distribución del tritón pirenaico en la Cuenca de la Tordera, Parque Natural del Montseny. Informe inédito, pp 17.

Amat, F. 2010. Seguimiento y actuaciones de conservación de las poblaciones de tritón del Montseny y de otros anfibios y sus hábitats, en la Reserva de la Biosfera y Parque Natural del Montseny: 2010. Informe inédito, pp 25.

Amat, F. 2017. Technical report. D2 Action (LIFE15 NAT/ES/000737): Life Tritó Montseny: Final report 2017, pp 45.

Amat, F. & Carranza, S. 2005. Estudio demográfico del tritón del Montseny *Calotriton arnoldi* en el Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny. Informe inédito, pp 27.

Amat, F. & Carranza, S. 2006. Aproximación a la evolución y biología del tritón del Montseny. In Monografías del Montseny / 21 (Pladevall, A. Ed.). Editorial El Ciervo, Barcelona, 165-193.

Amat, F. & Carranza, S. 2011. Opportunistic predation of salamandra larvae (*Salamandra salamandra terrestris*) by the Montseny brook newt (*Calotriton arnoldi*). Boletín de la Sociedad Catalana de Herpetología 19, 66-69.

Amat, F., Oromí, N., Sanuy, D. & Carranza, S. 2015. Sexual dimorphism and age structure of the Montseny newt (*Calotriton arnoldi*). *Amphibia-Reptilia* 36, 245-252.

Antón, M., Arola, J., Cristóbal, J., Guinart, D., Gómez, J., Herrando, S., Pié, G., Salvado, A., Soler, J., Solórzano, S. & Vicens, N. 2014. Plan de conservación del Parque Natural del Montseny. Reserva de la Biosfera. Diputació de Barcelona.

Arrechea, E., Vidal, E., Hernández, J., Vela, A., Álvarez, F., Rozas, M. Diego, F., Vicens, J., Bejarano, L., Guinart, D., Simón Martínez, M. & Atauti, JA 2011. Guía de aplicación del estándar de calidad en la gestión para la conservación de espacios protegidos. Manual09. EUROPARC-España.

Beguiría, S.; López-Moreno, JI; Lorente, A.; Seeger, M.; García-Ruiz, JM 2003Asesinar el efecto climatizado y land-use changes on streamflow en la central Spanish Pyrenees. *Ambio*, 32, 283-286.

Carranza, S. & Amat, F. 2005. Taxonomía, biogeográfico y evolución de *Euproctus* (Amphibia: Salamandridae), con la resurrección de los géneros *Calotriton* y la descripción de las nuevas endémicas de Iberian Península. *Zoological Journal of the Linnean Society* 145, 555-582.

Carranza, S. & Martínez-Solano, I. 2009. *Calotriton arnoldi*. In: IUCN 2013. 2013 IUCN Red List of Threatened Species Version 2013.1. www.iucnredlist.org.

Gallart, F.; Llorens, P.; Latron, J.; Regués, D. 2002. Hydrological process and these seasonal controls in a malmediterráneo mountain catchment in the Pyrenees. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 6, 527-537

Gallart, F.; Llorens, P. 2004. Observaciones on land cover changes and water resources in the headwaters of the Ebro catchment, Iberian Peninsula. *Physics and Chemistry of the Earth*, 29(11-12), 769-773.

Garcia, P. 2022. instalación de depósitos para la recuperación de aguas pluviales y de escorrentía por el suministro de un camping en Fogars de Montclús. Informe Life Tritó Montseny.

García-París, M., Montorio, A. & Herrero, P. Amphibia. Lissamphibia. Fauna Ibérica 24. MNCN-CSIC, 639 pp.

Gomà, J., Múrria, C. 2019. Estudio de los ecosistemas acuáticos del Montseny, en el marco del Life Tritó Montseny y del seguimiento y búsqueda de la biodiversidad de los hábitats ribereños del Parque Natural y Reserva de la Biosfera del Montseny. Informe Life Tritó Montseny.

Guinart, D.; Solórzano, S.; Amat, F.; Grau, J.; Fernández-Guiberteau, D.; Montori, A. 2022. Habitat Management of the Endemic and Critical Endangered Montseny Brook Newt (*Calotriton arnoldi*). Land, 11, 449. <https://doi.org/10.3390/>

Lana-Renault, N., Morán-Tejeda, E., Moreno de las Heras, M., Lorenzo-Lacruz, J., López-Moreno, N. Land-use change and impacts. Water resources in the mediterranean region (2020) 257-296.

López-Moreno, JI; Vicente-Serrano, SM; Moran-Tejeda, E.; Zabalza, J.; Lorenzo-Lacruz, J.; García-Ruiz, JM 2011. Impacto de clima evolution and land use changes on water yield in the Ebro basin. Hydrol. Earth Syst. Sci., 15, 311–322.

Llorens, P.; Gallart, F.; Cayuela, C.; Roig-Planasdemunt, M.; Casellas, E.; Molina, AJ; Moreno-de-las-Heras, M.; Bertran, G.; Sánchez-Costa, E.; Latron, J. . 2018. What have we learnt about Mediterranean catchment hydrology? 30 years observing hydrological proceses in the vallcebre research Catchments. Geogr. Nada. Lett, 4, 475-502.

Miralpeix, M. & Miralpeix, M., 2018. Estudio por la transformación del sistema de riego del cultivo de plantas en contenedor existente y del aprovechamiento de las aguas pluviales y escorrentía de los campos. Informe Life Tritó Montseny.

Montori, A. & Pascual, X. 1981. Nota sobre la distribución de *Euproctus asper* (Dugès, 1852) en Cataluña: Primera localidad para el macizo del Montseny. Publicaciones del Departamento de Zoología 6, 85-88.

Montori, A., Campeny, R. 1991. Situación actual de las poblaciones de tritón pirenaico, *Euproctus asper*, en el macizo del Montseny. Boletín de la Asociación Herpetológica Española 2, 10-12.

E. Morán-Tejeda, A. Ceballos-Barbancho, JM Llorente-Pinto, JI López-Moreno, 2012. Environ. Chang. 12,17-33.

Nabuurs, GJ; Schelhaas, MJ; Mohren, GMJ; Field, CB 2003. Temporal evolution of the European Forest sector carbon sink 1950-1999. Globo. Change Biol., 9, 152–160

Navidad-Romero, Cammeraat, E., Perez-Cardiel, Lasanta, T. 2016. How do soil orgánico carbon stocks change after cropland abandono in Mediterranean húmedo mountain areas? Sci. Total Environ. 566–567, 741–752,

Navarro, LM, Pereira, HM 2012. Rewilding abandoned landscapes in Europe, Ecosystems 15, 900–912

Obach, L. & Pérez, A. 2020. Modificada de adecuación ambiental de la captación para el suministro de un camping y de una zona de ocio en Fogars de Montclús. Informe ACA.

Peñuelas, J. & Boada, M. 2003. En global-change induce biome shift in the Montseny mountains NE Spain. *Global Change Biology* 9, 131-140.

Sorolla, A., Mota, E., Rueda, I., Sorolla, G., Unzeta, C., Ribera, S. 2018. Anteproyecto para la mejora ecológica de la gestión del agua en el chalet y el camping de Fontmartina. *Naturaleza. Informe Life Tritó Montseny.*

Valbuena-Ureña, E., Amat, F. & Carranza, S. 2013. Integrativa filogeográfica de *Calotriton newts* (Amphibia, Salamandridae), con especiales semarks en la conservación de la endangered Montseny brook bewt (*Calotriton arnoldi*). *PLOS ONE*8(6), e62542.

Valbuena-Ureña, E., Soler-Membrives, A., Steinfartz, S., Orozco-terWengel, P. & Carranza, S. 2017. newt (*Calotriton arnoldi*) *Heredity* 118: 424–435.

Valbuena-Ureña, E., Steinfartz, S. & Carranza, S. 2014. Caracterización de microsatellite loci marcas para critically endangered Montseny brook newt (*Calotriton arnoldi*) *Conservation Genetics Resources* 6, 263-265.

Vayreda, J., Comas, L. 2021, Buenas prácticas forestales Montseny. *Informe Life Tritó Montseny.*

Zapata, P., Francisco de Arriba, E. 2020, Proyecto ejecutivo de pasos de agua en cruces de pistas de la red viaria básica del Parque Natural del Montseny con torrentes situados en las cuencas hidrológicas protegidas. *PHILAE, Ingeniería de Proyectos. Informe Life Tritó Montseny.*