

GUÍA TÉCNICA PARA IMPLEMENTAR MEDIDAS DE RESCATE/ RELOCALIZACIÓN Y PERTURBACIÓN CONTROLADA

Juan C. Torres-Mura

Edvin Riveros-Riffo

Víctor Escobar-Gimpel

Contenidos

I.	Introducción	1
II.	Glosario.....	2
III.	Revisión bibliográfica	4
1.	Revisión y diagnóstico de las medidas de mitigación implementadas en el marco del SEIA.....	4
2.	Revisión de literatura científica y técnica.....	8
IV.	Claves de decisión para medidas de mitigación	11
V.	Medidas de mitigación para fauna silvestre de baja movilidad	22
1.	Rescate y relocalización.....	22
1.1.	Esfuerzo en la ejecución de la medida de rescate /relocalización	23
1.2.	Etapas y pasos en la ejecución de la medida de rescate/relocalización	24
2.	Perturbación controlada	30
VI.	Indicadores de éxito de las medidas de rescate / relocalización y perturbación controlada: plan de seguimiento	35

I. Introducción

El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), es una herramienta elaborada para regular el desarrollo de proyectos de inversión manteniendo el cuidado del medio ambiente. Esta herramienta considera una variedad de medidas de mitigación, reparación o compensación, con el objetivo de disminuir los efectos adversos que puede provocar un proyecto en el ecosistema. A través de este instrumento se evalúa y certifica que las iniciativas públicas y privadas se encuentren en condiciones de cumplir con los requisitos ambientales que estipulan la ley y sus reglamentos.

Dentro de las medidas de mitigación específicas empleadas para disminuir el efecto adverso en fauna, se considera la ejecución de planes de rescate y relocalización, como también planes de perturbación controlada. Actualmente no existen criterios definidos para aplicar estas medidas y decidir cuál de las dos es la más adecuada considerando las especies o grupos taxonómicos involucrados, los tipos de proyectos y el lugar donde estos se emplazarán.

Por lo tanto, el objetivo de la siguiente guía técnica es desarrollar criterios para definir cuál de las dos medidas de mitigación es la más adecuada según el grupo taxonómico y el tipo de proyecto en evaluación, apoyar la labor técnica de los funcionarios del SAG en la evaluación de dichos proyectos y entregar antecedentes sobre los contenidos específicos que deben tener los planes de rescate y perturbación controlada.

El presente documento se inicia con un glosario de términos que ayudara a entender el contenido de la guía. Luego se realiza una revisión bibliográfica de antecedentes y datos importantes como diagnóstico para conocer cómo se están aplicando las medidas de rescate/relocalización y perturbación controlada en el marco del SEIA, y una revisión de antecedentes científicos relacionados con el manejo de fauna silvestre de baja movilidad. Posteriormente se propone una clave de decisión general para las medidas de mitigación. Finalmente se entregan los antecedentes y recomendaciones para aplicar las medidas de rescate / relocalización y perturbación controlada en cada uno de los grupos de vertebrados terrestres de baja movilidad y los indicadores de éxito asociados.

II. Glosario

A continuación se definen algunos de los conceptos empleados en este documento, advirtiendo que su aplicación y alcance se circunscribe al ámbito del presente trabajo. Algunos están descritos de forma general, ya que serán especificados más adelante.

Abundancia: Es una estimación de la cantidad de individuos en un lugar. La abundancia absoluta es el número total de individuos de una población, sin embargo como es difícil de determinar, se utiliza usualmente la abundancia relativa, que es el número o proporción comparativa de individuos en un espacio o tiempo.

Especialista de hábitat: Especie u organismo que posee requerimientos particulares de hábitat, lo que provoca que habitualmente se encuentre sólo en un tipo de hábitat (e.g. bosque caducifolio). Por el contrario, una especie u organismo generalista de hábitat es aquella que se encuentra en dos o más tipos hábitats (e.g. praderas y matorrales).

Especie endémica de Chile: Especie cuya distribución geográfica se restringe exclusivamente a los límites políticos del país.

Fauna de baja movilidad: Se refiere a la reducida capacidad que poseen algunos organismos animales para diseminarse naturalmente en el territorio que habitan o para moverse de un lugar a otro. En el marco del presente documento, este concepto es aplicable a la fauna vertebrada terrestre, siendo una característica propia de grupos como anfibios y reptiles, pero también incluye ciertas especies de mamíferos pequeños (micromamíferos: marsupiales y roedores).

Hábitat receptor: Corresponde al área o ambiente que recibirá a los individuos relocalizados y que presenta características similares al hábitat de origen de las especies o individuos capturados.

Indicador de éxito: Estimación cuantitativa que permite determinar el cumplimiento y valorar los beneficios para la fauna según las medidas de rescate / relocalización y perturbación controlada.

Medidas de mitigación: El artículo 98 del Decreto 40/2012 del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, define las medidas de mitigación como aquellas que "...tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto o actividad, cualquiera sea su fase de ejecución...". Entre otros, esta definición es aplicable a los procedimientos conocidos como perturbación controlada y rescates de fauna, que se describen en los párrafos siguientes.

Perturbación controlada: Procedimiento que consiste en provocar el abandono o inducir el desplazamiento gradual de los individuos de la fauna silvestre, desde su lugar de origen (hábitat original) hacia zonas inmediatamente adyacentes (hábitat receptor), en forma previa a su intervención por parte del proyecto o actividad con un período de anticipación que asegure el no retorno de los individuos desplazados (1 – 5 días máximo). Esta medida de mitigación no requiere de la captura de los especímenes objetivo y por lo general considera reducidas distancias en el desplazamiento de los organismos, por lo que muchas veces el hábitat receptor es equivalente al hábitat original.

Proyectos de extensión areal: Son aquellos proyectos que generan modificación intensiva del hábitat dentro de un área o un polígono de dimensiones variables. En este tipo de proyectos, el principal impacto que se origina corresponde a la pérdida total o parcial de poblaciones, implicando consecuencias negativas sobre la reproducción y sobrevivencia de los individuos afectados.

Proyectos de extensión lineal: Corresponden a aquellos proyectos que generan, en distinto grado y escala, fragmentación del hábitat a través de una faja de ancho variable que se puede extender por largas distancias, generando en algunos casos, pérdida de hábitat en la zona afectada, y distinto grado de fragmentación de hábitat en las poblaciones que son intervenidas por la faja. Por lo tanto, este tipo de proyecto permite el desplazamiento natural de la mayoría de las especies de baja movilidad, salvo los anfibios y algunos reptiles.

Proyectos de extensión mixta: Son aquellos proyectos que involucran una superficie areal y otra lineal en distintos grados. Un ejemplo son los proyectos de energías renovables no convencionales que combinan paneles fotovoltaicos o aerogeneradores y líneas de transmisión eléctrica.

Rescate y relocalización de fauna: procedimiento destinado a minimizar o disminuir el o los efectos adversos significativos identificados sobre la fauna, mediante la captura, almacenamiento, traslado y relocalización de los individuos afectados desde su lugar de origen (hábitat original) hacia el lugar de destino o área de relocalización (hábitat receptor), la que debe cumplir con los requerimientos de hábitat propios de la(s) especie(s) involucrada(s), a fin de favorecer su establecimiento.

III. Revisión bibliográfica

1. Revisión y diagnóstico de las medidas de mitigación implementadas en el marco del SEIA

Se realizó un análisis de los proyectos (EIA y DIA) aprobados por el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), con el objetivo de conocer qué medidas de mitigación han sido propuestas y qué actividades han sido implementadas para la protección de fauna de baja movilidad. Se revisó un total de 244 proyectos aprobados, provenientes de las distintas regiones del país durante el año 2013 y el primer semestre de 2014. Se excluyeron del análisis los proyectos urbanos y los desarrollados en aguas límnicas y marinas (salmonicultura).

En 84 proyectos que presentaron distintos tipos de medidas para fauna, todas fueron denominadas “medidas de mitigación” por los titulares, sin considerar medidas de reparación o compensación. Las medidas de mitigación mencionadas en estos estudios, aunque algunas por definición corresponden a otro tipo de medidas, son las siguientes y la proporción de cada una de ellas se presenta en la **Figura 1**:

1. Rescate y relocalización de fauna
2. Perturbación controlada de fauna
3. Educación y capacitación de los trabajadores del proyecto
4. Instalación de señalética en caminos donde transita fauna silvestre
5. Investigación y difusión
6. Monitoreo general
7. Monitoreo específico
8. Protección y manejo de vegetación
9. Creación de áreas de protección para fauna

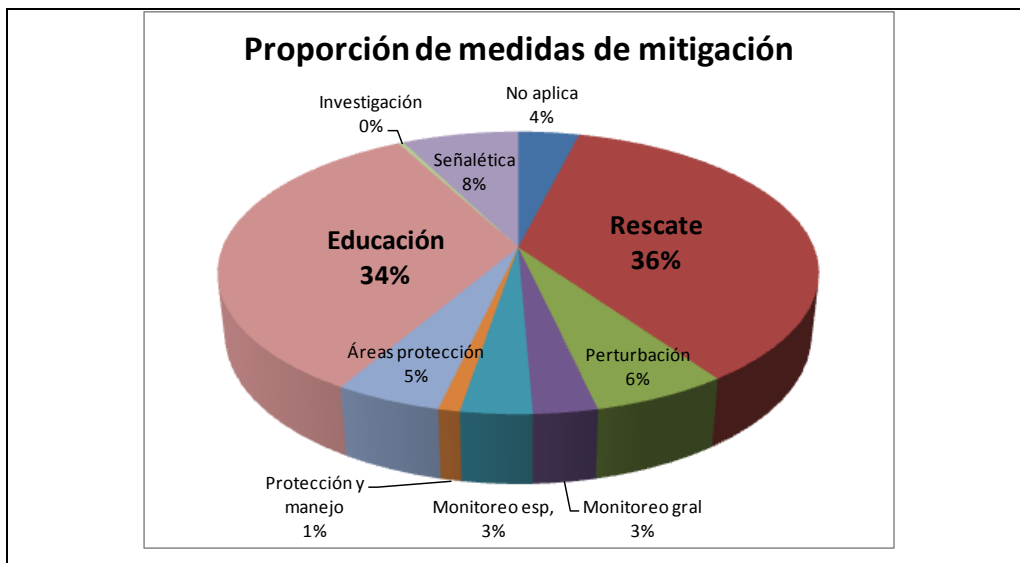


Figura 1. Porcentaje de las distintas medidas de utilizadas e indicadas por el titular.

Con respecto a lo anterior, se considera que las acciones 3, 4 y 5 corresponden a medidas genéricas y la acción 9, a una medida de compensación.

En relación con la proporción de medidas de rescate/relocalización y perturbación controlada utilizadas en los proyectos y separadas por tipo de estudio (**Figura 2**), un 70% propone hacer rescate y relocalización de fauna en las DIA, aunque bajo esta modalidad de ingreso al SEIA no corresponda legalmente usar esta medida; un 14% propone realizar perturbación controlada y un 16% indica que aplicará simultáneamente ambas medidas. En el caso de EIA, en un 80% se propone hacer rescate y relocalización, en 13% perturbación controlada y en 7% efectuar ambas medidas.

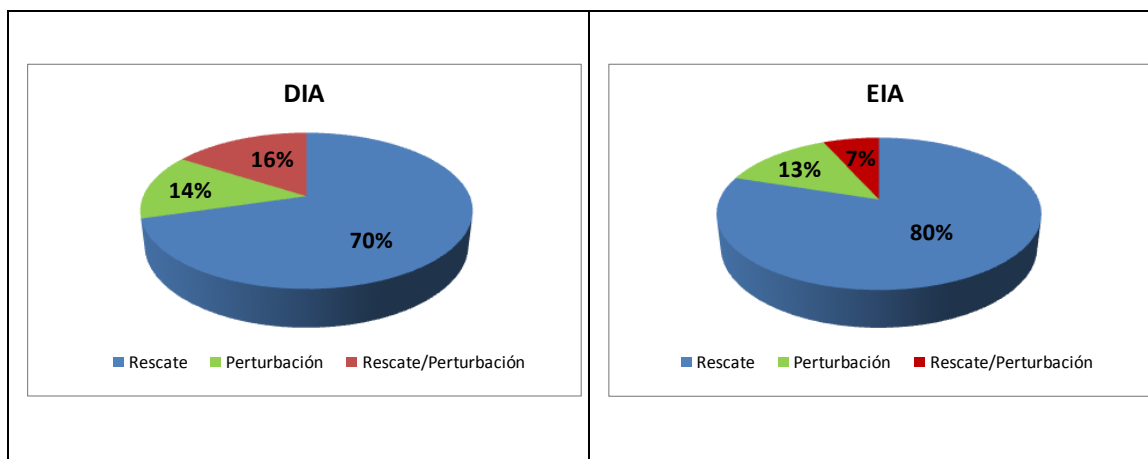


Figura 2. Proporción de medidas de rescate/relocalización y perturbación controlada utilizadas.

De los proyectos revisados que utilizan la medida de rescate y relocalización, el 59% de ellos propone el marcaje de los individuos para su posterior seguimiento. Las metodologías de marcaje en el rescate y relocalización son indicadas por cada titular y las técnicas varían según el grupo taxonómico. En la **Tabla 1** se indican los tipos de marcas propuestas para cada grupo taxonómico; la mayoría de los proyectos (53%) indica que se marcarán los individuos pero no se especifica el tipo de marca, 34% usa pintura y 8% usa “chips” (PIT, “*Passive Integrated Transponder*”). La mayoría de las marcas (54%) fueron propuestas para reptiles, seguido en un 15% por los anfibios y en 12% por aves y micromamíferos.

Tabla 1. Tipo de marcas utilizadas por grupo taxonómico.

Tipo marca	Fauna en general	Anfibios	Reptiles	Aves	Micromamíferos	Mamíferos*	Total
No especificada	2	17	24	18	11	5	77
Pintura	--	2	46	--	1	--	49
PIT	--	--	6	--	4	1	11
Crotales	--	--	1	--	1	--	2
Etiqueta subcutánea	--	3	1	--	--	--	4
Total	2	22	78	18	17	6	143

*Incluye meso y mega mamíferos

En la **Tabla 2** se presenta el seguimiento por grupo taxonómico, en donde un 21% de los casos analizados se indica que hay seguimiento pero no se especifica en qué consiste, un 74% realiza seguimiento y un 4% no realiza seguimiento, aunque hace rescate y relocalización. La actividad de seguimiento se realiza mayoritariamente en reptiles (61%), en menor grado en anfibios (17%) y micromamíferos (11%).

Tabla 2. Seguimiento de las medidas de rescate y relocalización por grupo taxonómico.

	No especificado	Con seguimiento	Sin seguimiento	Total
Anfibios	4	16	1	21
Reptiles	9	62	4	75
Aves	6	2	--	8
Micromamíferos	6	8	--	14
Meso/megamamíferos	1	3	--	4
Total	26	91	5	122

En la **Tabla 3** y en la **Figura 3**, se muestran los proyectos que propusieron la medida de rescate/relocalización y que tuvieron una evaluación previa del área de relocalización para cada uno de los grupos taxonómicos involucrados y que además indicaron en forma explícita la metodología. Aquellos proyectos que señalan que evaluaron el área receptora en forma visual y subjetiva fueron considerados como una evaluación no especificada. Del total de 124 ocasiones en que se aplicó la medida, en el 21% de los casos fue mencionada de forma general pero no fue especificada, en el 60 % fue efectivamente evaluada y descrita y en el 19% de las veces el área no fue evaluada.

Tabla 3. Evaluación previa del área de relocalización.

	No especificada	Evaluada	No evaluada	Total
Fauna en general	2	--	--	2
Anfibios	2	16	3	21
Reptiles	9	46	20	75
Aves	8	--	--	8
Micromamíferos	3	11	--	14
Meso/megamamíferos	2	1	1	4
Total	26	74	24	124

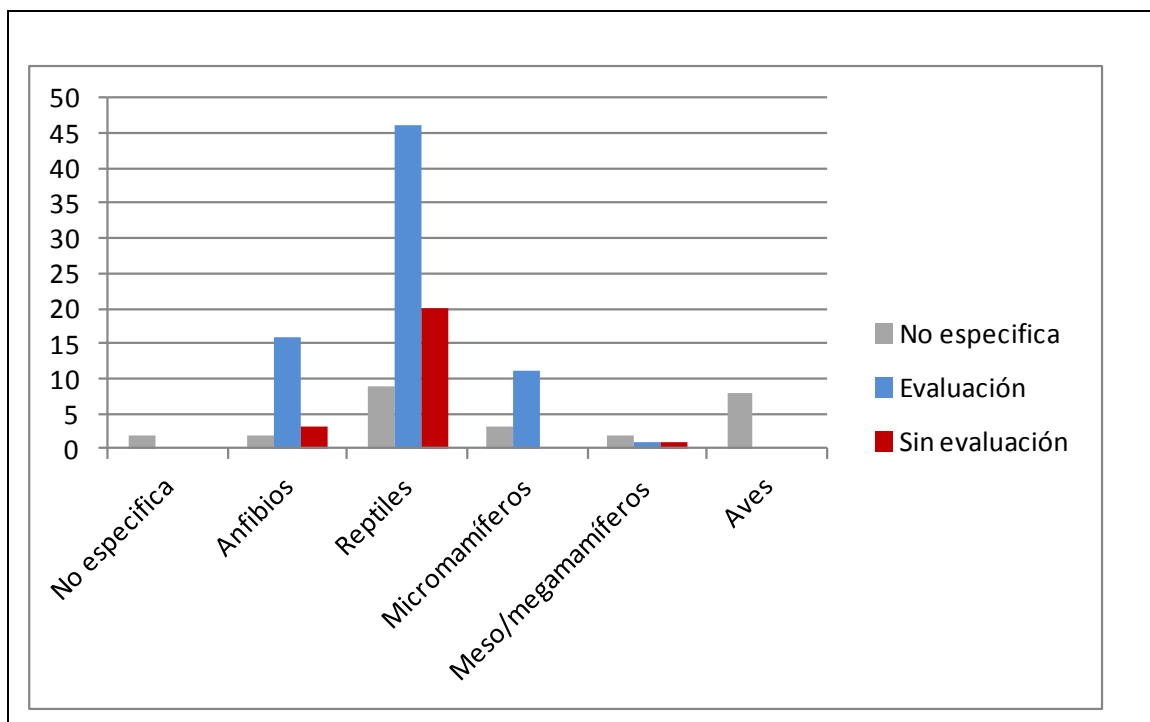


Figura 3. Evaluación previa del área de relocalización.

En relación con la evaluación del éxito del rescate/relocalización, se detallan los proyectos que realizaron la acción y que presentaron indicadores de éxito en forma explícita por grupo taxonómico. En aquellos proyectos que lo mencionaron pero no lo explicitaron, se les consideró como no especificado. Como muestra la **Tabla 4**, en el 44 % de los casos se mencionó de forma general la realización de una evaluación pero no fue especificado un indicador de éxito, en el 35% se presentó un indicador y en el 20% no hubo evaluación del resultado final de la medida de rescate/relocalización. Por grupo taxonómico esta evaluación es coincidente con la realización del seguimiento de la medida (**Tablas 2 y 4**).

Tabla 4. Definición explícita del Indicador de éxito del rescate y relocalización.

	No especificado	Indicador de éxito	Sin indicador	Total
Anfibios	11	4	6	21
Reptiles	25	34	16	75
Aves	8	--	--	8
Micromamíferos	8	4	2	14
Meso/megamamíferos	2	1	1	4
Total	54	43	25	122

Con respecto a los antecedentes anteriormente expuestos, se puede afirmar que las medidas de rescate / relocalización es una medida ampliamente utilizada en proyectos de inversión, al punto que los rescates y relocalizaciones de anfibios, reptiles y micromamíferos pueden considerarse en la actualidad como una medida de mitigación estándar para estos grupos.

Debido a las incertezas e incertidumbres en el éxito de las medidas de mitigación adoptadas, se hace necesario desarrollar criterios claros para determinar qué medidas aplicar para determinados grupos taxonómicos y los posteriores indicadores de éxito de cada una de las medidas propuestas.

2. Revisión de literatura científica y técnica

En base a una búsqueda sistemática de los trabajos publicados en revistas científicas e informes técnicos relacionados con rescate, relocalización y perturbación controlada de fauna silvestre a través de las plataformas Science Citation Index (Web of Science), Scholar Google y Base de Datos Pontificia Universidad Católica de Chile;

se presenta a continuación una revisión bibliográfica de las medidas aplicadas en especies de vertebrados terrestres de baja movilidad.

El rescate y relocalización es el movimiento deliberado de organismos desde un lugar a otro que se realiza como medida de conservación a nivel de población, especie o ecosistema y ha sido promovido por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN/SSC 2013). También se ha usado como medida de mitigación de impactos negativos para especies silvestres que habitan áreas a ser desarrolladas, denominándose “rescate o salvataje” (Edgar et al. 2005; Teixeira et al. 2007; Short 2009).

En el marco del SEIA el rescate y relocalización ha sido utilizada para mitigar los impactos de pérdida irrecuperable de hábitat (CEDREM-SAG, 2004) y cuando se verifica la presencia de especies de baja movilidad en los sitios que serán intervenidos por un proyecto o actividad, y que estén clasificadas en las categorías de conservación En Peligro o Vulnerable (Bustamante *et al.*, 2009). Sin embargo, la efectividad de las translocaciones (término genérico empleado internacionalmente para los rescates y relocalizaciones) en fauna silvestre se ha debatido ampliamente en las últimas dos décadas y las tasas de éxito reportadas en la literatura son bajas, particularmente para especies amenazadas o en peligro (Fischer & Lindenmayer 2000, Nelson *et al.* 2002, Germano & Bishop 2008; Miller *et al.* 2014).

Algunas de las translocaciones consideradas exitosas requieren de intentos sucesivos que pueden involucrar varios años y que en su mayoría involucran el traslado de un gran número de individuos (más de 1000 ejemplares) (Cooke & Oldham, 1995; Germano & Bishop, 2008; Zeisset & Beebee, 2013), requiriendo de monitoreos sistemáticos y de largo plazo, entre 10 y 15 años, para poder verificar que el establecimiento de los ejemplares desplazados se ha producido con éxito (Dodd & Seigel, 1991; Zeisset & Beebee, 2013).

En algunas especies de anfibios y reptiles se ha documentado que la mitigación a través del rescate y relocalización posee una baja tasa de éxito con respecto a los efectos producidos sobre los individuos trasladados, los que exhiben una sustancial pérdida de masa corporal, desorientación y un incremento en la movilidad y mortalidad de los organismos, ya que a menudo los individuos relocalizados regresan o intentan retornar al sitio de captura (Matthews, 2003; Germano & Bishop 2008; Sullivan *et al.* 2014). La baja tasa de éxito se atribuye a un aumento en mortalidad o al regreso al sitio de captura (filopatría o *homing*) (Fontúrbel y Simonetti 2011, Sullivan *et al.* 2014). En el caso de *Abrothrix longipilis* en Chile central, existe una relación entre la distancia

de liberación y la capacidad de retorno a su ámbito de hogar original, a más de 100 m de distancia la capacidad de volver es menor pero la mortalidad es mayor debido a peleas entre conespecíficos (Villaseñor *et al.*, 2013); mostrando la necesidad de desarrollar medidas en el ambiente receptor para que pueda ser colonizado.

También se han reportado consecuencias negativas derivadas del alto nivel de estrés que se provoca a los individuos durante la manipulación física en la captura y marcaje; la mortalidad en el transporte y luego en la liberación de individuos en un ambiente desconocido; la propagación de enfermedades y la desorganización social entre los individuos relocalizados y de poblaciones residentes en los sitios de liberación, produciéndose una disminución en el éxito de sobrevivencia y reproducción, además de presentar conductas anormales (Letty *et al.* 2007; Massei *et al.* 2010).

Con respecto a las técnicas de marcaje utilizadas en fauna, la mayoría corresponden a técnicas invasivas con un cuestionado manejo ético como el corte de dedos (May 2004), que además conllevan efectos secundarios adversos (Clarke 1972; Golay & Durrer 1994, McCarthy & Parris 2004); remoción de escamas, tatuajes, etiquetas subcutáneas y superficiales, y microtransmisores (Norton 2014).

El ambiente seleccionado para la liberación, debe ser similar al ambiente de origen de los individuos capturados, ya que los individuos relocalizados pueden sufrir desnutrición, deshidratación, inmunodepresión y mayor depredación y por lo tanto, existe una mayor probabilidad de sobrevivencia en un ambiente familiar con recursos adecuados (Massei *et al.*, 2010).

A causa de la incertidumbre que genera la aplicación del rescate de fauna, parece razonable evitar su uso de manera indiscriminada, a través de la aplicación de criterios de decisión que permitan orientar su aplicación o buscar otras alternativas de manejo, y reservarla para aquellas situaciones en que el rescate y relocalización de fauna silvestre se perfila como la única solución viable desde una perspectiva biológica y no antrópica.

Por su parte, la perturbación controlada es una medida desarrollada y aplicada *ad hoc* en el SEIA en Chile, no existiendo antecedentes técnicos ni literatura científica referida a este tipo de medida a nivel internacional.

IV. Claves de decisión para medidas de mitigación

Las claves de decisión que a continuación se presentan, proporcionan de manera simple, un conjunto de criterios binarios de decisión, los que al ser aplicados de manera secuencial permiten la discriminación lógica y excluyente entre las dos medidas de mitigación tratadas en la presente guía: rescate y relocalización de fauna silvestre de baja movilidad / perturbación controlada. En función de las características generales de los proyectos, los atributos biológicos de los grupos taxonómicos y sus especies, así como también los estados de conservación, los criterios definidos permiten orientar el proceso de decisión que conlleva la selección de las medidas aquí tratadas, conduciendo finalmente hacia la medida de mitigación que se considera más apropiada para cada caso en evaluación, y que por tanto, es recomendable adoptar.

A continuación se detallan los criterios usados para la elaboración de las distintas claves de decisión, incluyendo los dos elementos que los componen:

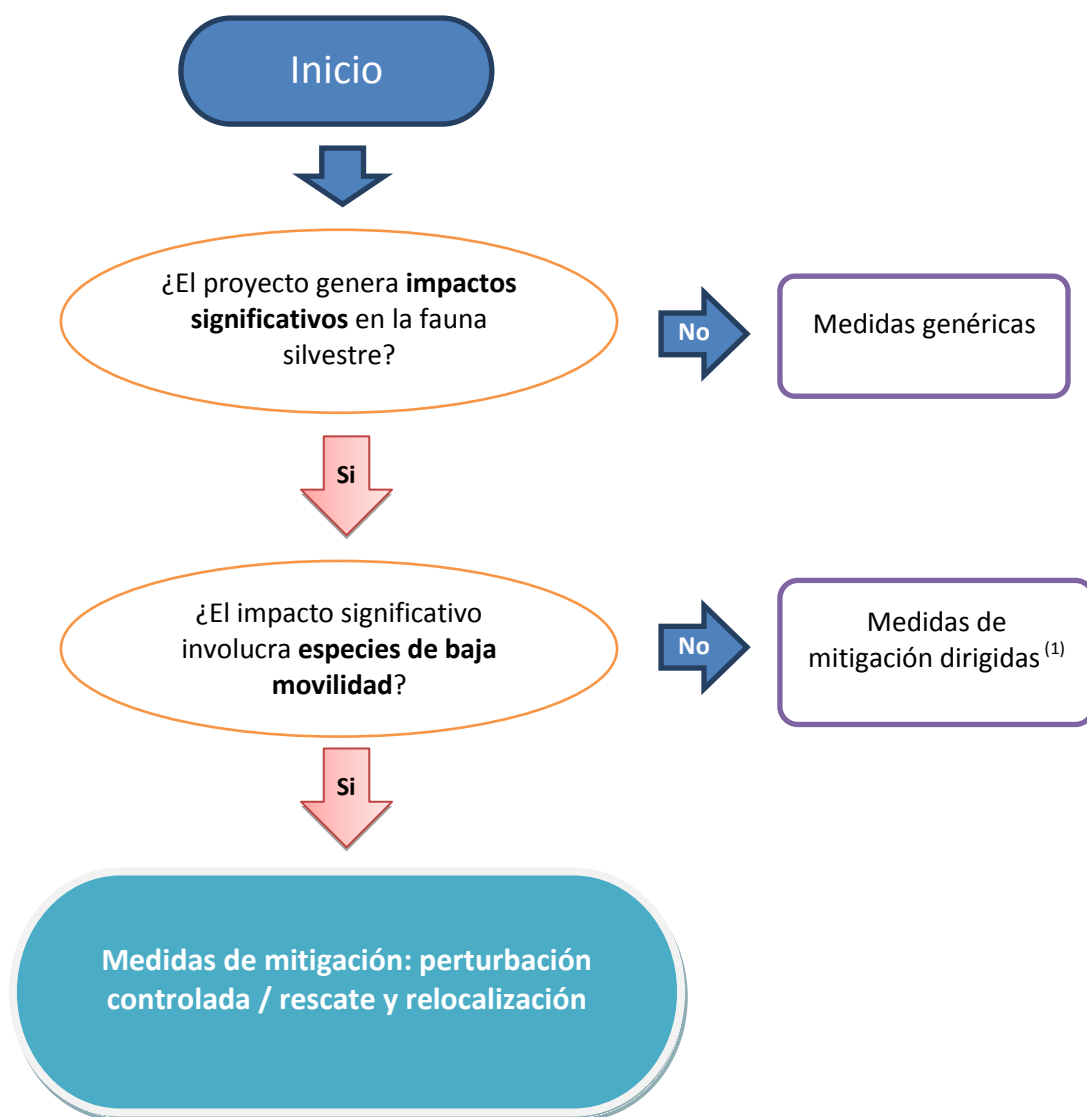
- **Extensión del proyecto o actividad:** areal v/s lineal.
- **Estado de conservación:** especie amenazada (En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable) y con Datos Insuficientes v/s especie no amenazada (Casi Amenazada, Preocupación Menor). En el marco del SEIA durante el proceso de evaluación las especies en categoría de conservación son las referidas únicamente al RCA y para las especies que aún no han sido clasificadas en este reglamento, son válidas las categorías establecidas en la Ley de Caza.
- **Abundancia:** especie de alta abundancia en el área del proyecto v/s especie de baja abundancia.
- **Endemismo:** especie endémica de Chile v/s especie no endémica.
- **Requerimientos de hábitat:** restringidos v/s generalistas.

Para los reptiles y micromamíferos, se consideraron de manera adicional los siguientes criterios:

- **Patrón de actividad (sólo para reptiles):** hábitos crepusculares-nocturnos v/s hábitos diurnos.
- **Forma de vida (sólo para micromamíferos):** hábitos fosoriales v/s hábitos cursoriales.

En el caso de no contar con la determinación a nivel de especie, el criterio será el más conservador, es decir, la de la especie que se encuentre en categoría de amenaza.

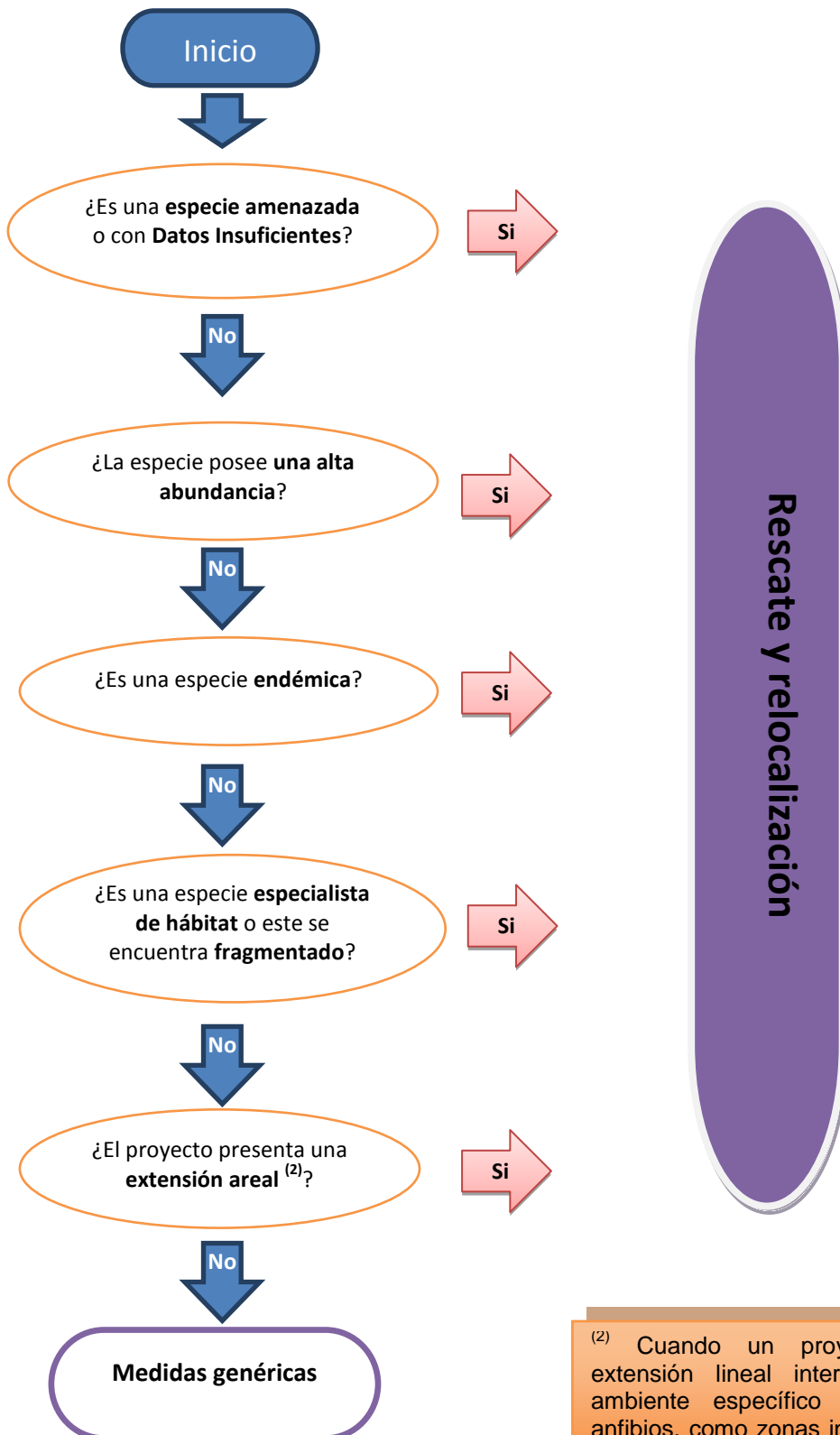
1. Clave de decisión general para medidas de mitigación



1.

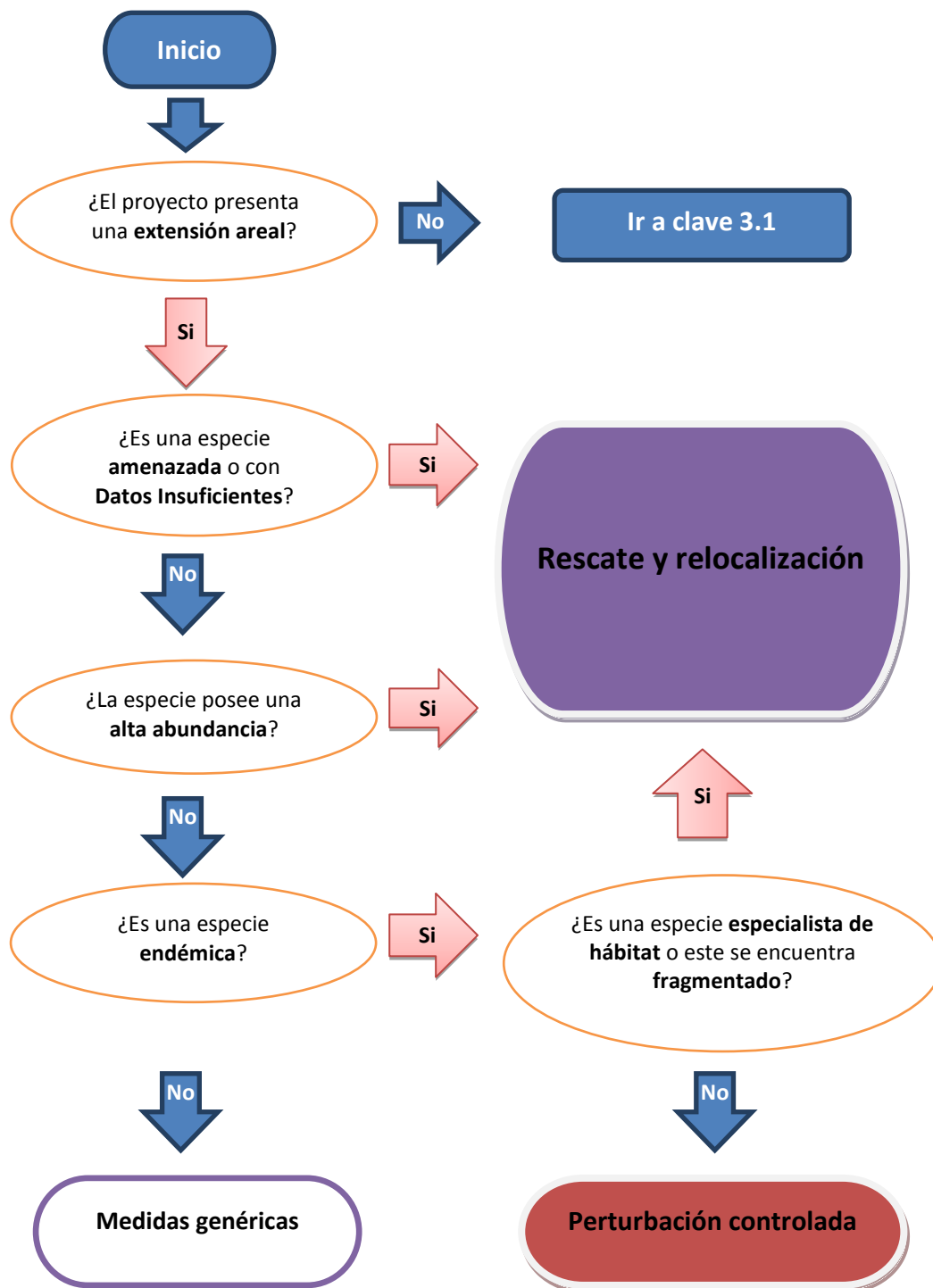
⁽¹⁾ Las medidas de mitigación dirigidas a la fauna silvestre de mayor movilidad deben adoptarse considerando las particularidades que presenta cada caso en evaluación, es decir, considerando tanto el impacto generado como las características propias de las especies involucradas. Un ejemplo de medidas de mitigación dirigidas, adoptada en el marco del SEIA, ha sido la instalación de disuasores de vuelo o salvapájaros, destinados a reducir las colisiones de aves con las líneas de energía.

2. Clave de decisión para anfibios

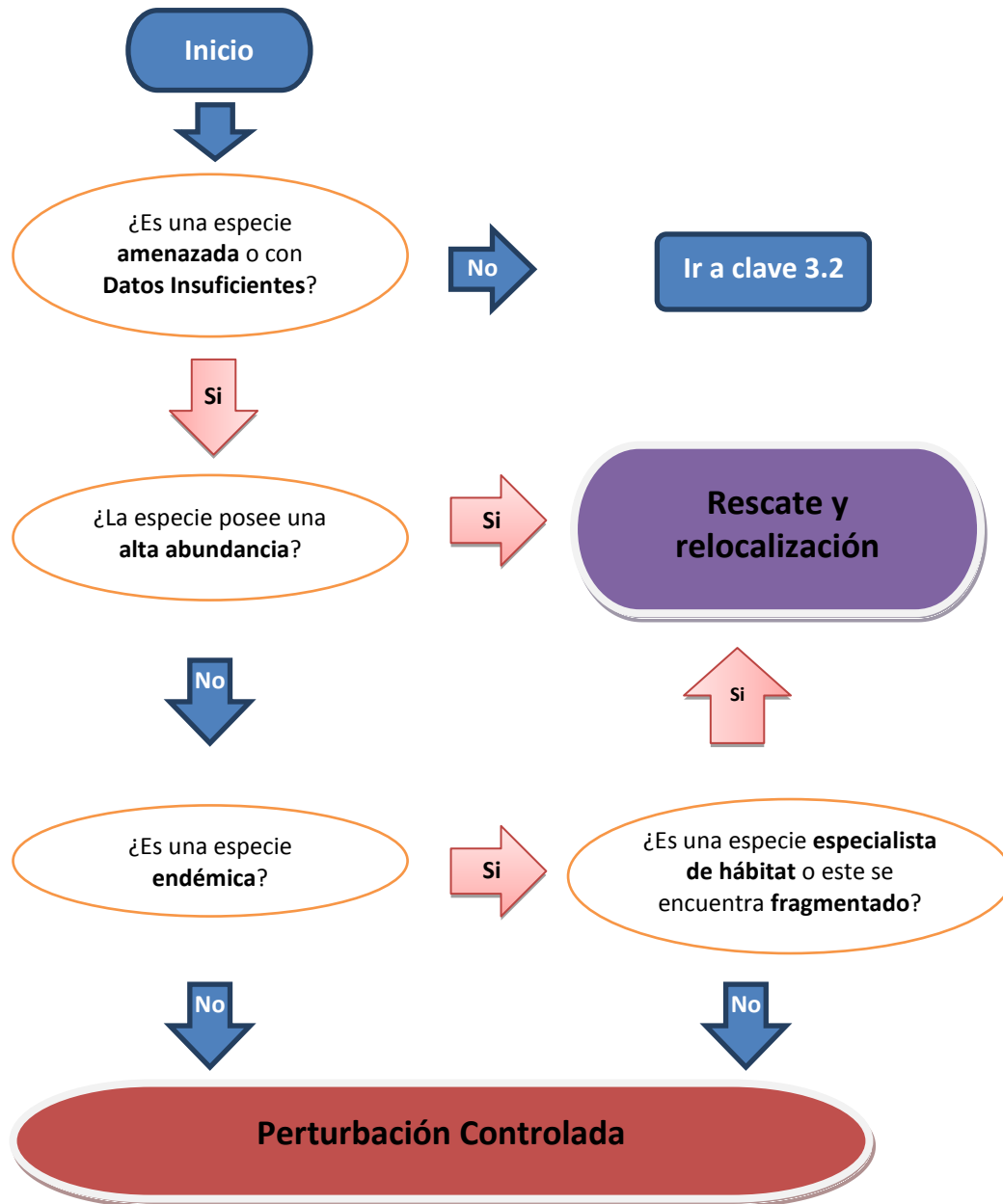


⁽²⁾ Cuando un proyecto de extensión lineal interviene un ambiente específico para los anfibios, como zonas inundadas, cursos de ríos y esteros, cuerpos de agua o humedales en general, la clave de decisión debe aplicarse como si se tratara de un proyecto de extensión areal.

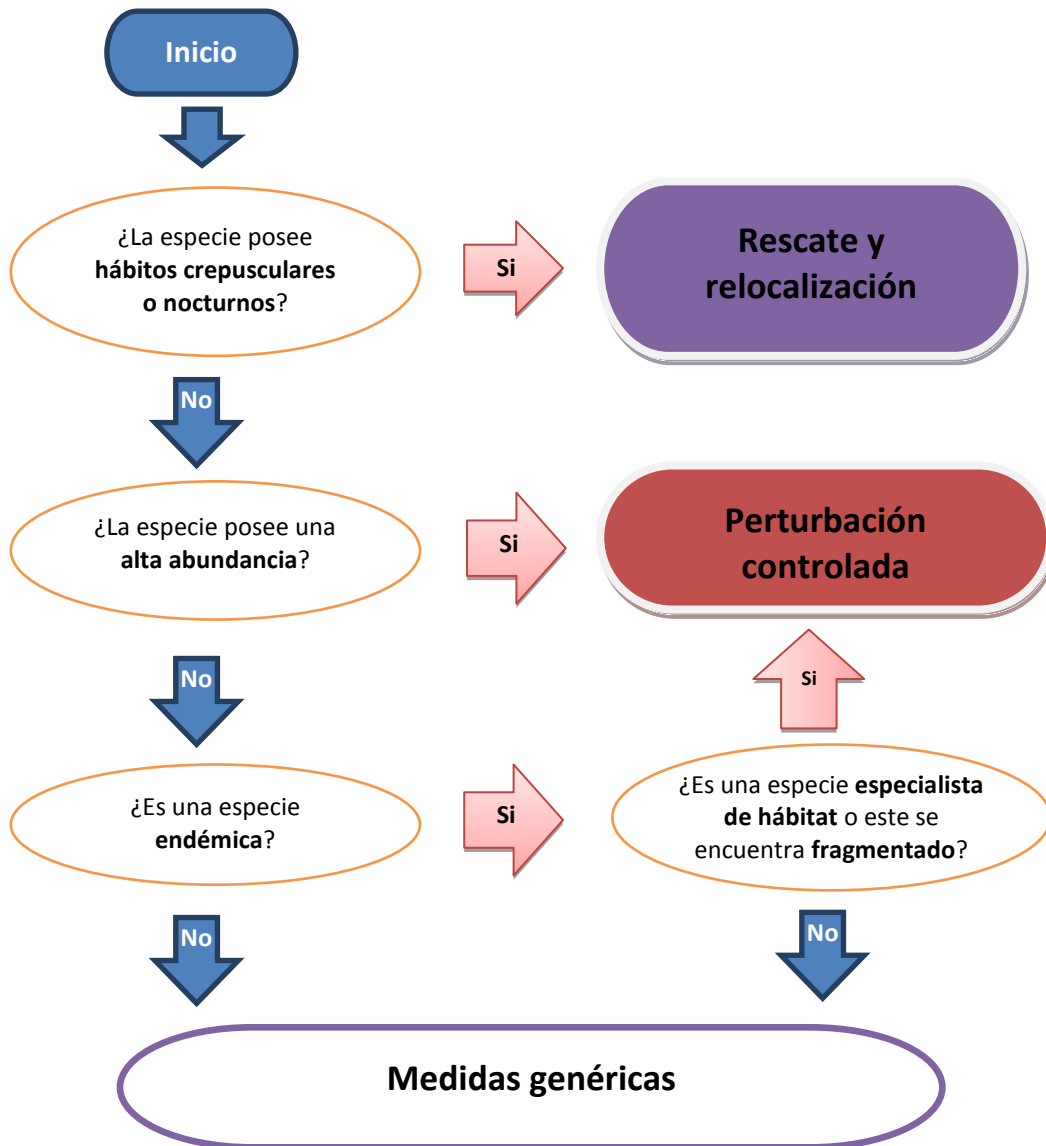
3. Clave de decisión para reptiles



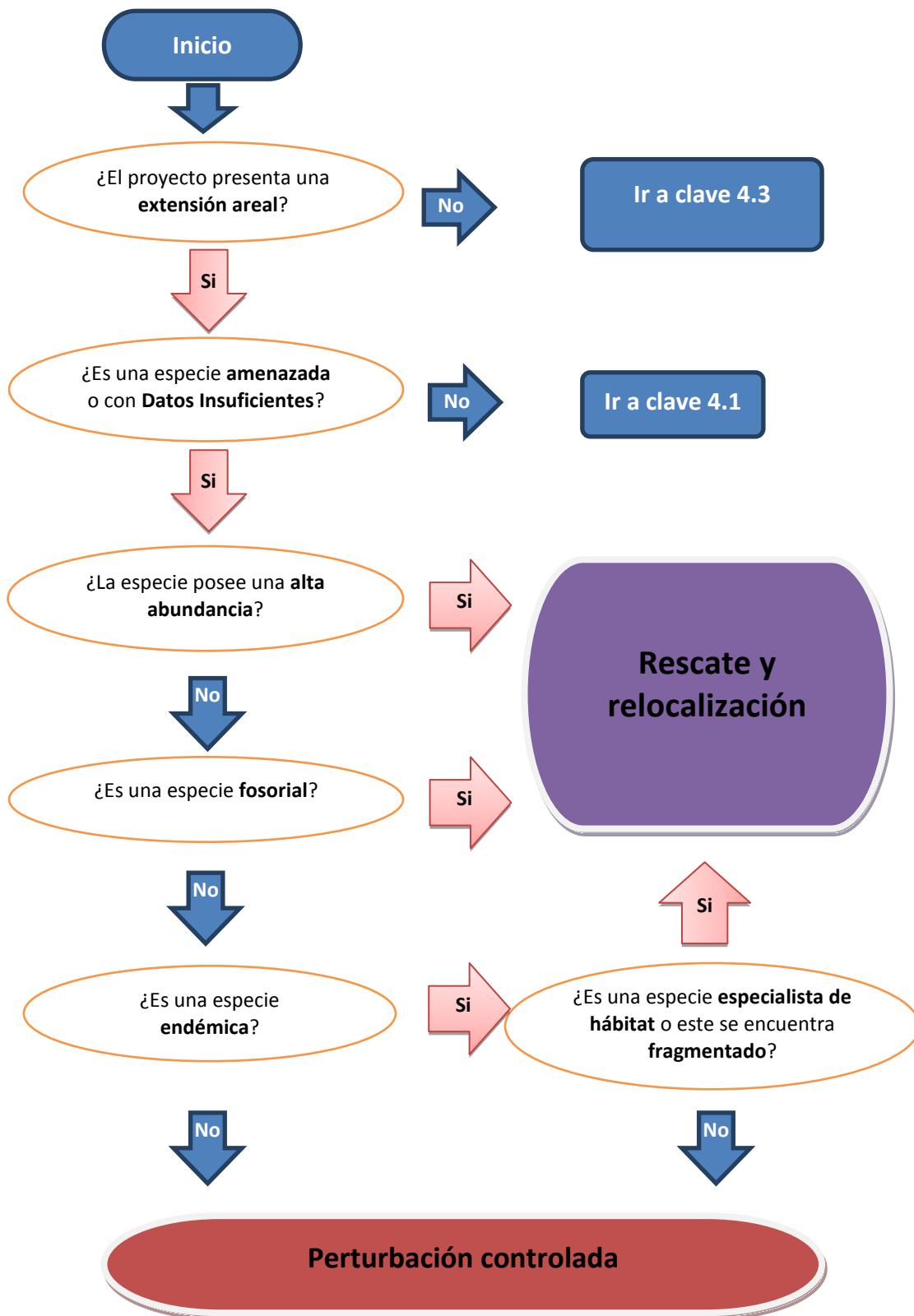
3.1. Clave de decisión para reptiles (continuación)



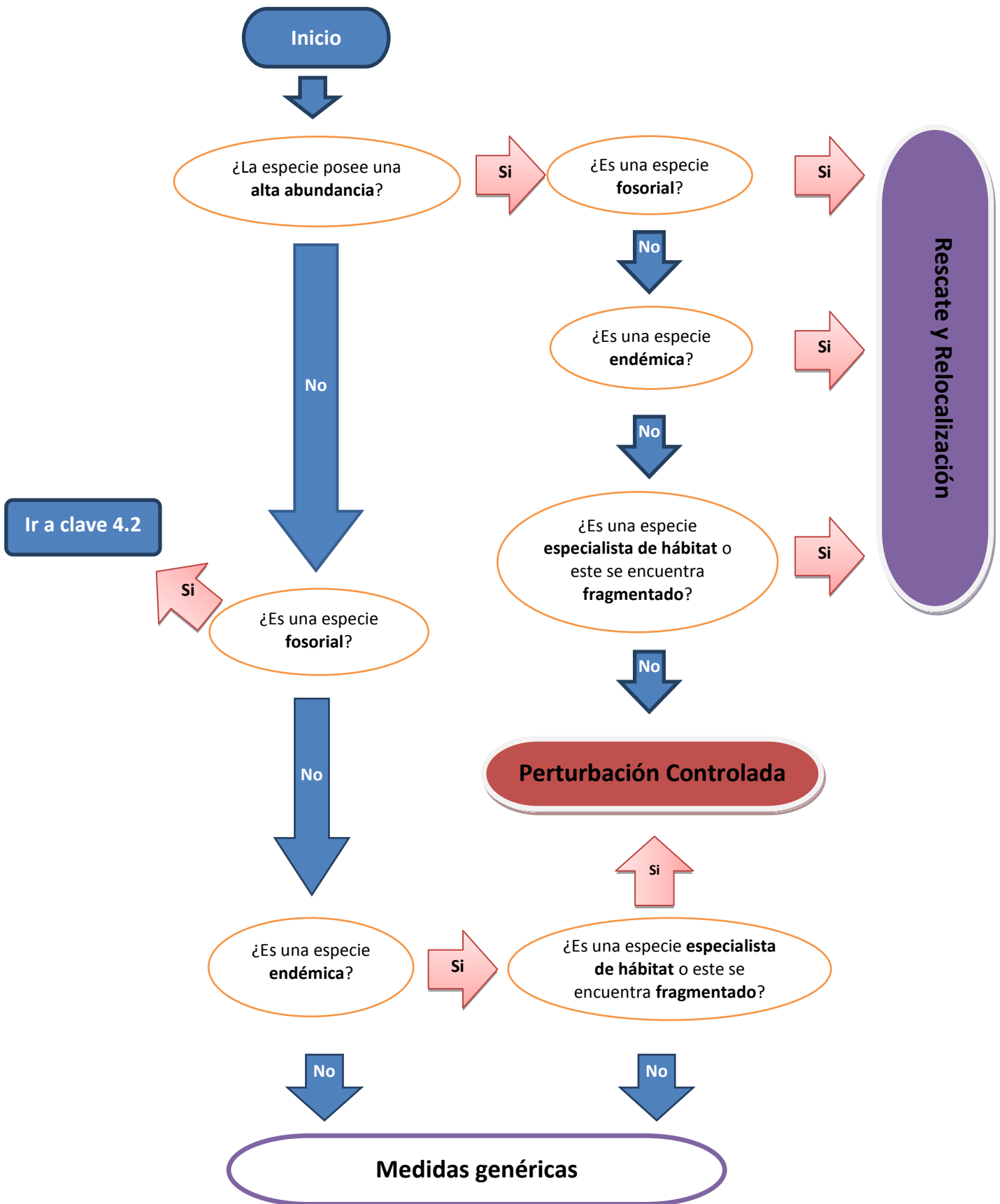
3.2. Clave de decisión para reptiles (continuación)



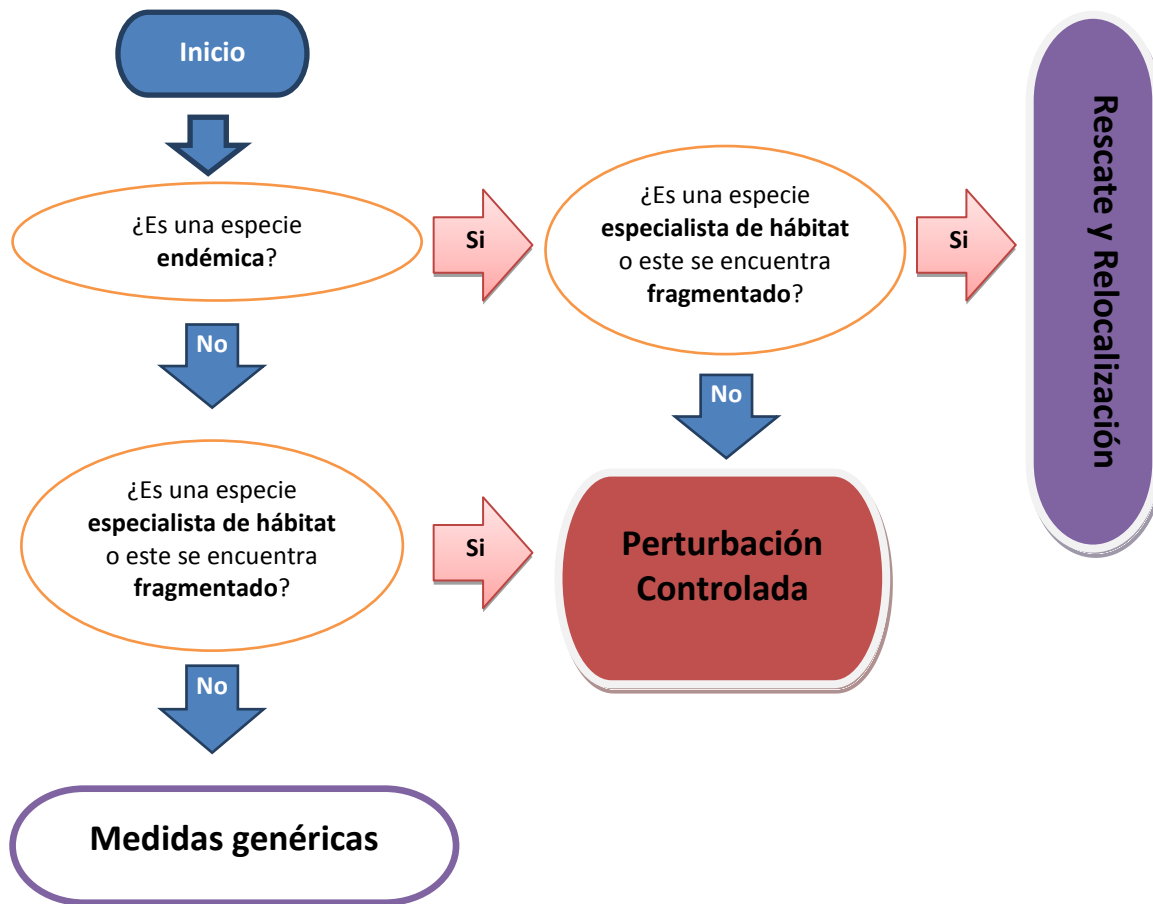
4. Clave de decisión para micromamíferos



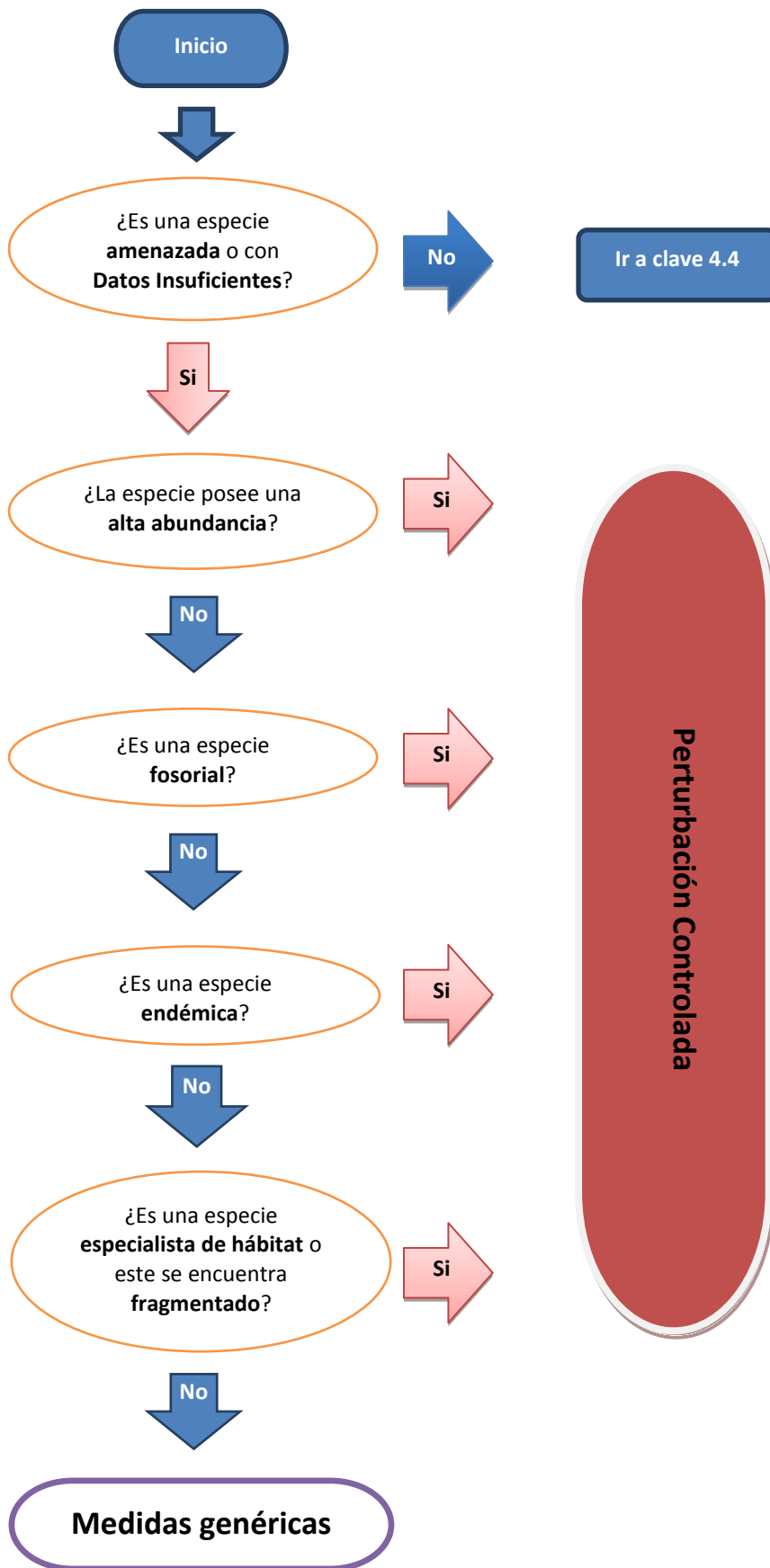
4.1. Clave de decisión para micromamíferos (continuación)



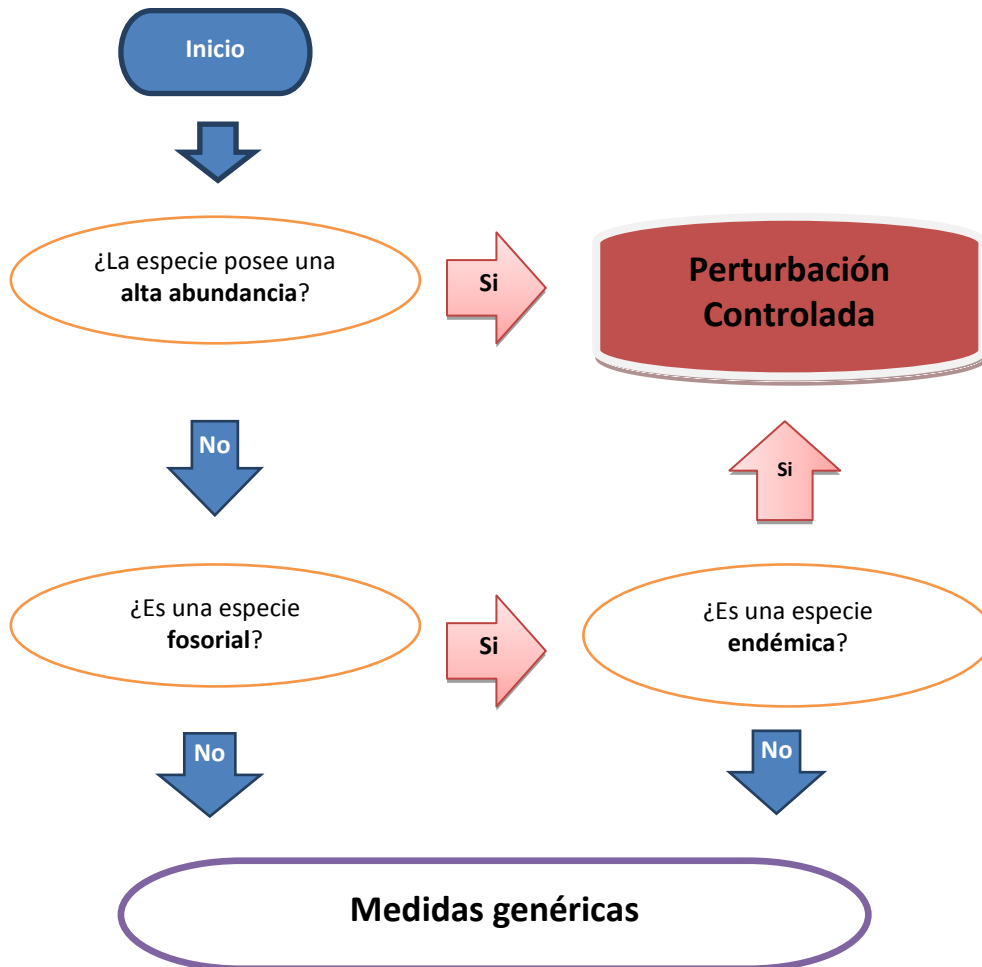
4.2. Clave de decisión para micromamíferos (continuación)



4.3. Clave de decisión para micromamíferos (continuación)



4.4. Clave de decisión para micromamíferos (continuación)



V. Medidas de mitigación para fauna silvestre de baja movilidad

1. Rescate y relocalización

La medida de rescate y relocalización de fauna silvestre ha sido utilizada, en el marco del SEIA, como una alternativa para mitigar los impactos de pérdida irrecuperable del hábitat y pérdida de individuos pertenecientes a especies amenazadas o en categoría de conservación, particularmente aquellas de ámbitos de hogar reducidos o baja movilidad (Bustamante *et al.* 2009, CEDREM-SAG 2004, SAG 2012).

Si bien su aplicación a nivel nacional difiere de los objetivos y alcances que tradicionalmente se han documentados para la medida a nivel internacional, puede ser entendido como un tipo de translocación (IUCN 2013). Aunque los planes de rescate son utilizados frecuentemente en el marco del SEIA como medida de mitigación de los impactos ambientales de destrucción de hábitat y pérdida de individuos (mortalidad), el éxito no está garantizado. La revisión de literatura científica como se indicó anteriormente, muestra que las tasas de éxito para este tipo de medidas son variables, en general bajas para las especies amenazadas (Fischer & Lindenmayer 2000; Nelson *et al.* 2002; Miller *et al.* 2014). En reptiles se ha reportado que la mitigación a través del rescate y relocalización posee una baja tasa de éxito con respecto a los individuos trasladados, que muestran un incremento en movimiento y mortalidad, ya que a menudo los individuos relocalizados regresan al sitio de captura (Germano & Bishop 2009; Sullivan *et al.* 2014).

Entre las desventajas de utilizar esta medida se encuentra el estrés producido a los individuos por la manipulación física en la captura y marcaje, el transporte y la liberación en un ambiente desconocido, la propagación de enfermedades, el cambio en la configuración genética, el riesgo de superar la capacidad de carga en el ambiente receptor y la desorganización social entre los individuos relocalizados produciéndose una disminución en el éxito de sobrevivencia y reproducción (Letty *et al.* 2007; Massei *et al.* 2010).

Entre las ventajas que tiene la aplicación de un rescate y relocalización está la posibilidad de asegurar la sobrevivencia de una fracción importante de la población de

una especie que se verá afectada y que posea una distribución regional restringida o que sea endémica (UICN 2013).

El objetivo del rescate y relocalización es permitir la continuidad biológica de la población, trasladando la mayor proporción de sus individuos y permitir la conservación del patrimonio genético de la población (SAG 2012; IUCN 2013).

Como el objetivo de las medidas de mitigación es proteger las especies que se verán afectadas por un proyecto o actividad, se recomienda no usar marcas invasivas para los individuos que se rescatarán, debido al impacto que generan algunas técnicas especialmente en anfibios y reptiles; proponiéndose, alternativamente, realizar un estudio y análisis comparativo de poblaciones en los lugares donde se liberarán los individuos y el lugar de origen.

Para evaluar el éxito de la medida de rescate / relocalización se debe tener en cuenta:

- El area cubierta (superficie) por el rescate en relación al área total que será intervenida.
- El número de especies y ejemplares rescatados
- La proporción de individuos rescatados en relación al total de individuos observados o abundancias estimadas por especies.
- Describir la estructura poblacional de las especies rescatadas.
- La sobrevivencia de los individuos rescatados y relocalizados.

1.1. Esfuerzo en la ejecución de la medida de rescate /relocalización

Si bien el esfuerzo para ejecutar la medida de rescate y relocalización es variable, dependiendo en gran medida de la superficie a intervenir, el tipo de ambiente, la geografía propia del lugar, el grupo taxonómico involucrado y el número de especies focales, se recomienda en base a la literatura, experiencia y metodología empleada en la aplicación de esta medida, algunas consideraciones con respecto al tiempo y esfuerzo de ejecución (**Tabla 1**).

Tabla 1. Esfuerzo estándar en la ejecución de la medida de rescate / relocalización.

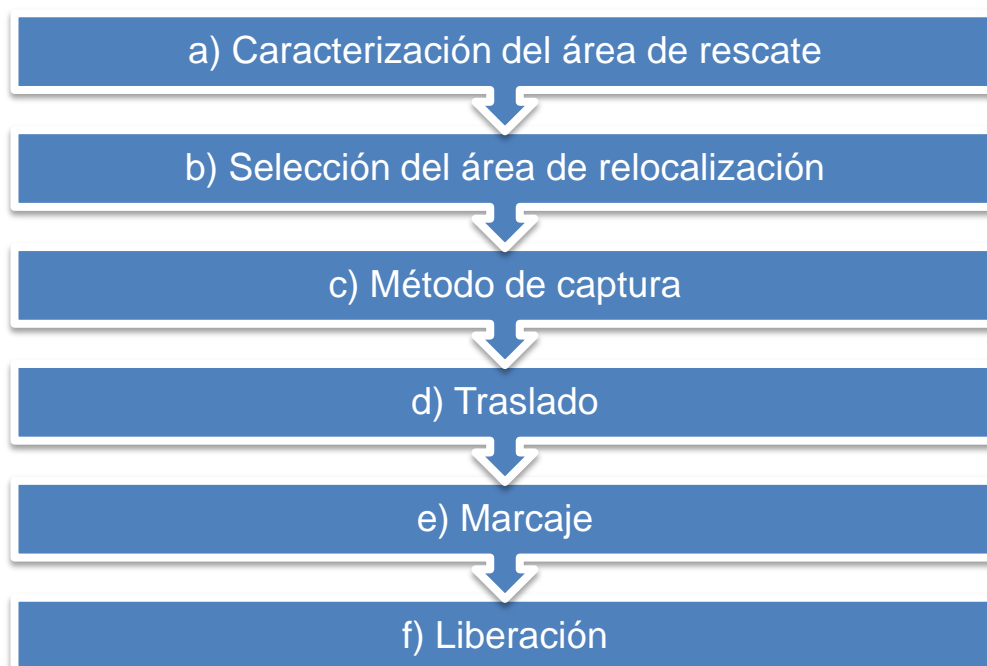
Grupo		Nº especialistas	Tasa área cubierta
Anfibios		2	1/2 ha / noche
Reptiles		3	1 ha / día
Micromamíferos	Cursoriales	2	108 trampas/noche ¹
		4	363 trampas/noche ²
	Fosoriales	5	1/2 ha / día

¹ Esfuerzo de muestreo colocando trampas de vivo (Sherman) cada 20 metros, en una grilla de 1ha durante tres noches.

² Esfuerzo de muestreo colocando trampas de vivo (Sherman) cada 10 metros, en una grilla de 1ha durante tres noches

1.2. Etapas y pasos en la ejecución de la medida de rescate/relocalización

Para efectuar la medida de rescate y relocalización se recomienda seguir las siguientes etapas y pasos consecutivos:



a) Caracterización del área de rescate

Independiente de lo indicado en la Línea Base, se debe caracterizar el área de rescate para identificar, cuantificar o estimar los individuos que se relocalizarán. Además se deberán medir algunos parámetros (ver tabla 1 del capítulo VI:

“Indicadores de éxito”) para compararlos posteriormente con el área o el ambiente receptor con el objetivo que este último posea y mantenga los requerimientos esenciales del hábitat de origen de los individuos rescatados.

b) Selección del área de relocalización

La elección adecuada del área de relocalización (hábitat receptor) es fundamental para el éxito de la medida de rescate y relocalización, ya que las características del sitio específico de liberación determinarán la capacidad de los individuos de asentarse. Las liberaciones realizadas en el centro del rango de distribución de una especie son más exitosas que las realizadas en la periferia o fuera del rango de distribución natural de una especie (Bustamante *et al.* 2009; Massei *et al.* 2010).

El ambiente seleccionado para la liberación debe ser similar al ambiente de origen de los individuos capturados, ya que se ha reportado que los individuos relocalizados pueden sufrir desnutrición, deshidratación e inmunodepresión y sobreviven mejor cuando están en un ambiente con recursos (refugio, alimento) con los que están familiarizados (Massei *et al.* 2010).

Previo a la ejecución del rescate, es necesario definir un área de relocalización que sea apropiada para cada grupo taxonómico de interés y que al menos cumpla con los requerimientos de hábitat básicos de las especies que han originado la medida además de conocer el ámbito de hogar mínimo para determinar el área requerida para la relocalización. Lo anterior, admite por parte del investigador especialista que ejecutará la medida, un sólido conocimiento sobre la historia natural de cada una de las especies focales, de modo que pueda identificar sus necesidades críticas y en función de ellas, evaluar las opciones que exhiben las eventuales áreas de relocalización para solventarlas. De acuerdo a Bustamante *et al.* (2009) y consideraciones propias, la caracterización del hábitat natural de las especies a ser relocalizadas debiera considerar la descripción de al menos, los siguientes atributos ambientales:

- Cobertura de la vegetación
- Estructura de la vegetación
- Fisionomía de la vegetación
- Exposición y altura geográfica
- Tipo de sustrato

- Distancia a cursos de agua (en casos que se justifique)
- Humedad del ambiente (para anfibios)
- Distancia a construcciones, proyectos o actividades antrópicas para identificar factores de amenaza (ej: caminos, rutas, autopistas, extracción de tierra, asentamientos humanos etc.)

Si bien los parámetros expuestos son adecuados para una aproximación genérica a nivel de paisaje, en algunos casos pueden resultar insuficientes, siendo necesaria una evaluación pormenorizada y a nivel de microhábitat de las distintas taxas (**Tabla 2**).

Tabla 2. Elementos a considerar para la relocalización de individuos rescatados.

GRUPO	
Anfibios	<ul style="list-style-type: none"> • Riqueza y abundancia de especies • Disponibilidad de recursos (refugio y alimento).
Reptiles	<ul style="list-style-type: none"> • Riqueza y abundancia de especies • Disponibilidad de refugios
Micromamíferos	<ul style="list-style-type: none"> • Homogeneidad comunitaria con respecto al hábitat de origen.

c) Métodos de captura

Los métodos de captura para anfibios, reptiles y micromamíferos difieren entre los tres grupos y entre especies, especialmente para el grupo de los micromamíferos que poseen hábitos fosoriales y cursoriales.

En el contexto de las medidas de rescate y relocalización se recomiendan los métodos menos invasivos para la fauna, rápidos y de menor costo de implementación, además de indicar la época del año, horas del día y condiciones ambientales propicias para aumentar la probabilidad de captura en cada uno de los grupos (**Tabla 3**).

La medida de rescate y relocalización idealmente debiera ejecutarse fuera del período reproductivo, esto con el objetivo de no intervenir el proceso de reproducción de las especies, a través de la captura de individuos. Sin embargo, debido a que existe un desconocimiento generalizado sobre la historia natural de la mayoría de las especies de anfibios, reptiles y micromamíferos (Méndez y Correa 2008), se hace difícil determinar un periodo reproductivo donde se impida ejecutar esta medida.

Además que algunos períodos pueden coincidir con las épocas del año más propicias para la captura de individuos, especialmente en anfibios y reptiles.

Tabla 3. Época del año, hora del día, condición ambiental y método de captura para los distintos grupos.

Grupo	Época del año	Hora del día condición ambiental	Técnica
Anfibios (adultos)	Preferentemente Primavera - verano	Durante el día y la noche sin precipitaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Inventarios de Encuentro Visual (REV)¹ • Captura manual² • Redes de mano²
Anfibios (larvas)	Preferentemente Primavera - verano	Durante el día y la noche Sin precipitaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Redes de mano • Trampas de embudo
Reptiles	Preferentemente Primavera - verano	Durante el día (Soleado y baja humedad T° > 18°C) ³	<ul style="list-style-type: none"> • Captura con lazo², muestreo activo³ • Redes de mano² • Manual²
Micro Mamíferos*	Todo el año	Trampas activas durante la noche sin precipitaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Trampas de vivo (Sherman)⁴ Grillas o líneas

¹ (Lips & Reaser 1999), ² (Eymann *et al.* 2010); (Shine & Koenig 2001); (Norton 2014), ³ (Maldonado 2007), ⁴ (Mills *et al.* 1998; Muñoz-Pedrerros y Yáñez 2009).

* Cuando hay especies arbóreas de micromamíferos, las trampas deberán colocarse tanto en el suelo como en los árboles, para asegurar una representatividad de estas especies en las capturas.

d) Traslado

En el traslado de la fauna capturada es importante considerar las condiciones físicas empleadas para la retención de los individuos de los distintos grupos y el tiempo transcurrido desde la captura hasta la liberación de los ejemplares (**Tabla 4**).

Tabla 4. Condiciones y tiempo de traslado de los individuos rescatados.

Grupo	Condiciones	Tiempo de traslado
Anfibios	Recipientes plásticos con agua (o humedad) y aire	Máximo 2 horas
Reptiles	Recipiente plástico con aire o bolsas de género o papel, una por ejemplar *	Máximo 10 horas
Micromamíferos	En la misma trampa de captura o en jaulas, con alimento (agua/fruta durante mantención)	Antes del atardecer

* (Bustamante *et al.* 2009).

e) Marcaje

El uso y selección de la mejor técnica de marcaje debe estar subordinada a los objetivos del estudio, la biología de las especies, estado de desarrollo de los individuos, al método de monitoreo escogido y también a los recursos disponibles (Norton 2014).

Evaluaciones de corto plazo pueden realizarse a través del uso de técnicas no invasivas, que al ser aplicadas de manera eficiente también permiten el reconocimiento individual de los especímenes relocalizados (Tellería, 1986) (**Tabla 5**).

Tabla 5. Tipo de marcas recomendadas por grupo y duración.

Grupo	Tipo de marcas	Temporalidad de la marca
Anfibios	Fotoidentificación, reconocimiento de patrones ¹	Permanente
Reptiles	Coloración (Pintura) ¹	Máximo 1 mes ²
Micromamíferos	<ul style="list-style-type: none">• Crotales³• Coloración y/o corte de pelo³	<ul style="list-style-type: none">• Permanente• Máximo 3 semanas

¹ (Halliday, 2006; Ferner 2007; y Norton *et al.* 2014); ² (Beausoleil *et al.* 2004); ³ (Wilson *et al.* 1996 Gibbons y Andrews 2004, Muñoz-Pedreras y Yáñez 2009).

f) Liberación

Con el objetivo de asegurar éxito en la relocalización se requiere una adecuada preparación y capacitación de los profesionales, una planificación de todas las etapas, el reporte de resultados y el uso de indicadores (Germano & Bishop 2009). La

liberación de animales relocizados, requiere tener en consideración los siguientes aspectos:

- Liberar pocos individuos en cada lugar (logra un espaciamento adecuado de los organismos y evita las agresiones entre individuos de la misma especie) para no superar la capacidad de carga del sitio.
- Liberar individuos adultos separados de infantiles y juveniles.
- Liberar una proporción de machos y hembras acorde con la estructura de la especie (territorial, polígama, etc.).
- No liberar depredadores cerca de presas (ej. liberar culebras e iguanas lejos de otras lagartijas, liberar yacas lejos de lagartijas y roedores juveniles).
- Evaluar la condición sanitaria de los individuos
- Registrar marcas o cicatrices de los especímenes para favorecer su posterior identificación.

No realizar la relocalización:

- Si el animal presenta problemas evidentes de salud o está muy estresado (ej. Grandes concentraciones de ácaros o parásitos).

Para la liberación, existen dos estrategias, rápida (*hard release*) y lenta o suave (*soft release*). En la liberación rápida los animales se liberan inmediatamente desde la caja o bolsa de traslado a su nuevo ambiente, tratando que encuentren refugio rápidamente. En la liberación lenta se les proporciona alimento, refugio y se les mantiene en un lugar cerrado (usualmente con malla de alambre) por algunos días hasta que se han aclimatado al nuevo hábitat (Bright y Morris 1994). Este tipo de liberación puede reducir los movimientos de dispersión y mortalidad post-liberación, sin embargo la implementación de estas medidas puede aumentar el costo económico del rescate y relocalización (Massei *et al.* 2010). En la **Tabla 6** se presenta el tipo de liberación por grupo y el momento del día para realizarlo.

Tabla 6. Tipo de liberación por grupo taxonómico.

Grupo	Tipo de liberación	Horas del día
Anfibios (adultos)	Rápida	Durante el día y noche ¹
Anfibios (larvas)	Rápida	Durante el día ¹
Reptiles	Rápida	Durante el día (soleado)
Micromamíferos	Lenta en especies sensibles ² Rápida en otras especies ²	Durante el día ²

¹(Heyer *et al.* 1994); ²(Bright y Morris, 1994), en Chile especies de *Geoxus* y *Chelemys*.

2. Perturbación controlada

La perturbación controlada tiene por objetivo provocar el abandono o inducir el desplazamiento gradual de los individuos de la fauna de baja movilidad, desde su lugar de origen hacia zonas inmediatamente adyacentes, en forma previa a la intervención por parte del proyecto o actividad. Es una medida que ha sido desarrollada y aplicada en el SEIA en Chile, no existiendo antecedentes a nivel internacional. En términos genéricos, la medida consiste en remover de forma manual y gradual los refugios de las especies de interés, como cúmulos de rocas o vegetación arbustiva, previo al inicio de las actividades de despeje de vegetación o de movimiento de tierras con medios mecánicos (SAG, 2012).

La perturbación controlada no debiera ser entendida como un “ahuyentamiento” aleatorio, como se encuentra planteado en algunos proyectos del SEIA, pues debe desarrollarse de modo que entregue certezas mínimas sobre la dirección del desplazamiento de los individuos y el lugar hacia donde se dirigirán.

En la mayoría de las situaciones, esta medida sólo es efectiva cuando se usa en bandas o franjas de reducida extensión areal, típicas de proyectos lineales; así como también en proyectos areales de pequeño tamaño, no mayor a 3 ha.

Una de las principales ventajas de la perturbación controlada en relación al rescate y relocalización, es que no involucra la manipulación de individuos, evitando de esta forma su captura, el estrés asociado, los riesgos sanitarios y la posibilidad de muerte en la captura. Otra ventaja de implementar esta medida, es que los individuos desplazados se mantienen en un ambiente relativamente conocido y familiar con una alta probabilidad de encontrar refugio y alimento similar al de su área de origen, relativamente cercano. También existe una alta probabilidad de que los individuos

mantengan relaciones familiares, territorialidad e interacciones con otras poblaciones y especies, y se mantenga la configuración genética de la población.

Dentro de las desventajas de la perturbación controlada, se puede indicar que es una medida aplicable a una pequeña escala, en áreas o superficies reducidas y en proyectos lineales. Los resultados no son completamente predecibles, ya que no se conoce la respuesta de cada individuo sometido a la perturbación, aun cuando se manejen algunas variables. Por ejemplo en organismos fosoriales como el cururo (*Spalacopus cyanus*), se ha visto que pueden aparecer nuevamente en la zona perturbada o esconderse más profundamente en sus madrigueras.

El destino de los animales perturbados depende de las características del hábitat, condiciones para el desplazamiento y características propias de cada especie, además de la temporada del año. En reptiles, animales ectotermos, la capacidad de emigrar en invierno es menor que en primavera-verano, especialmente en proyectos de las zonas sur y austral del país.

La efectividad de la medida está condicionada por el breve lapso de tiempo entre la aplicación de la perturbación y la implementación de la intervención definitiva del proyecto (1 – 5 días máximo), para evitar la recolonización por los mismos u otros individuos en la zona.

Antes de aplicar la medida debe considerarse:

- Las especies que serán desplazadas
- El hábitat de origen y el potencial hábitat de destino
- La distancia de desplazamiento mínimo requerido
- La tasa esperada de avance del desplazamiento
- La metodología específica para inducir el desplazamiento
- El criterio para establecer que la medida está completa (y el área puede ser ocupada para los fines del proyecto)

De igual forma que para la relocalización de individuos mediante rescate/relocalización, el desplazamiento de individuos o poblaciones por perturbación controlada se ve favorecida con un enriquecimiento del hábitat receptor, generando refugios o mejorando la productividad del área (UICN 2013).

El seguimiento posterior de la medida, consiste en evaluar el desplazamiento de los individuos del área que será afectada por el proyecto, a través de técnicas de monitoreo e indicadores asociados a la ausencia de individuos en el área de origen y abundancias en las zonas adyacentes que no serán afectadas, para evitar capturas de animales desplazados. Esta medida debe ser diseñada de forma que cumpla tres objetivos básicos:

- Asegurar que la población fue efectivamente desplazada con el nivel de efectividad esperado (ej. porcentaje de los individuos desplazados).
- Evaluar la localización final de la población. Por ejemplo en el caso de los roedores fosoriales es posible determinar la ubicación final de las madrigueras.
- Evaluar la re-ocupación de los ambientes liberados en el caso en que las obras no se ejecuten inmediatamente.

A continuación se indican algunas consideraciones para la aplicación de la medida de perturbación controlada por clase de vertebrado:

Anfibios

Entre los vertebrados terrestres, los anfibios constituyen el grupo de mayor sedentarismo, por su fidelidad a refugios y baja capacidad para desplazarse. Poseen un ámbito de hogar o radio de acción varias veces menor que reptiles insectívoros y micromamíferos de similar peso, lo que implica que son incapaces de realizar movimientos de larga distancia o distintos a los que realizan diariamente para obtener recursos (Wells 2007). Esta condición les confiere la casi nula opción de reaccionar frente a cambios abruptos y repentinos en su hábitat. Para los anfibios, la conducta de escape no sólo depende de sus hábitos de vida y de la capacidad de movimiento intrínseca de cada especie, sino que también de factores ambientales y de la condición de desarrollo en que se encuentren los individuos durante el momento de la intervención (e.g. larvas, postmetamórficos, adultos, etc.). Al respecto, cabe señalar que muchas de las especies que habitan en la zona central, sur y austral de Chile permanecen ocultos en arroyos, bajo tierra o nieve durante gran parte del año (e.g. *Alsodes montanus*, *Alsodes tumultuosus*, *Alsodes pehuenche*, *Rhinella spinulosa*, etc.), lo que finalmente restringe su mayor actividad a ciertas épocas, habitualmente primavera y verano. De similar modo, la mayoría de las especies que habitan en el país exhiben una mayor actividad durante la noche, especialmente los ejemplares

adultos, y durante el día generalmente permanecen ocultos en sus refugios. **Estos antecedentes permiten concluir que la consideración de la medida de perturbación controlada para los anfibios, en el marco del SEIA, no constituye una opción apropiada, por ser ineficaz en sus objetivos fundamentales.**

Reptiles

Los reptiles, de forma similar a los anfibios, por su tamaño pequeño y su condición ectoterma, son un grupo con ámbitos de hogar reducidos y menor capacidad para desplazarse. Sin embargo los reptiles tienen una amplia capacidad ecológica que les ha permitido ocupar diversos ambientes a lo largo de todo el país.

En los reptiles, la perturbación controlada es aplicable para proyectos de extensión lineal y para proyectos areales pequeños (<3ha), en áreas más grandes puede ser realizada solo si la intervención se realiza en forma gradual. Esto debido a que al intervenir una franja de hábitat o áreas reducidas, los individuos tienen la posibilidad de escapar y de moverse a los sectores contiguos. La perturbación controlada para reptiles, debe considerar el remover y retirar en forma manual rocas, troncos, vegetación y todo aquello que pueda servir como refugio potencial para los individuos, 1-5 días antes del inicio de las actividades del proyecto, para conceder un margen de tiempo de escape y evitar también la recolonización del área intervenida o el regreso de los animales (SAG 2012; Sullivan *et al.* 2014).

Micromamíferos

En base a las diversas formas de vida que exhiben los mamíferos de tamaño pequeño o micromamíferos, la aplicación de la medida de perturbación controlada puede exhibir variaciones conceptuales y también prácticas, por lo que se ha diferenciado entre micromamíferos de hábitos cursoriales y fosoriales.

Micromamíferos cursoriales: Entre los vertebrados terrestres, los micromamíferos constituyen un grupo que exhibe un grado de movilidad intermedio. Por una parte, su pequeño tamaño les impide efectuar grandes desplazamientos, pero por otra su metabolismo (alto en comparación con los ectotermos) les permite realizar movimientos que en algunos casos pueden extenderse por cientos de metros (McNab 1963, Mace y Harvey 1983). La mayoría de estas especies presentan hábitos nocturnos (la excepción son *Auliscomys boliviensis* y *Octodon degus* que son diurnas)

y por tanto pasan la mayor parte del tiempo del día en sus madrigueras. De manera similar, la mayor proporción de las especies presentes en Chile poseen hábitos terrestres y solo *Dromiciops gliroides*, *Thyllamys elegans* e *Irenomys tarsalis* presentan capacidad trepadora y pueden ser arborícolas (Muñoz-Pedrerros y Yáñez 2009). Dado que los juveniles de las especies cursoriales usualmente se mueven desde su lugar de nacimiento hacia nuevas áreas (dispersión), es posible verificar la capacidad de algunas especies para desplazarse hacia sectores (territorios o ámbitos de hogar) nuevos. Para este tipo de micromamíferos, el procedimiento consiste en modificar el ambiente donde viven ejemplares de una determinada especie, habitualmente a través de la remoción manual de vegetación y piedras, de forma tal que los animales no lo reconozcan como un hábitat adecuado y se muevan hacia otros sectores con recursos de mayor calidad. Dado que las especies son mayoritariamente nocturnas, la aplicación de esta medida debe hacerse durante el día y esperar a que los animales estén activos en el área modificada y busquen salir hacia sectores cercanos.

Micromamíferos fosoriales: Dada la dificultad práctica que conlleva capturar algunas especies de mamíferos subterráneos, se ha desarrollado y aplicado en el marco del SEIA el sistema de perturbación controlada. La aplicación de la medida requiere, en una primera etapa, la prospección minuciosa del área que será intervenida, con el objeto de identificar y establecer las cuevas que exhiben signos conspicuos de actividad, como cúmulos de tierra depositadas en las afueras de las galerías o cuevas. Un procedimiento preliminar consiste en tapar las cuevas y alisar el terreno, para proceder a su inspección en los días siguientes y verificar si existe actividad reciente. En los sitios reconocidos como activos se procede a la perturbación, la que consiste en despejar los túneles, tanto superficiales (de alimentación) como más profundos (madrigueras) con medios manuales, con el fin de promover el desplazamiento de los animales hacia los límites de su sistema de galerías y llevarlo más allá del área a intervenir. En el caso del cururo (*Spalacopus cyanus*), que es una especie colonial y habitualmente foco de esta medida en la zona norte y centro del país, la perturbación así realizada es menos invasiva que las capturas y además existe la opción de que todo el grupo (colonia) logre trasladarse hacia los nuevos sectores. En caso de encontrar depósitos de alimento (geófitas), estos se deben mover hacia los sectores donde se desea dirigir a los animales, depositándolos preferentemente dentro de cuevas de la misma especie.

Esfuerzo en la ejecución de la medida de perturbación controlada

Similar a lo indicado para la medida de rescate / relocalización de fauna, el esfuerzo para ejecutar la medida de perturbación controlada es variable, dependiendo del área, tipo de ambiente, geografía, grupo taxonómico y número de especies focales, sin embargo se recomienda en base a la literatura, experiencia y metodología empleada en la aplicación de las medidas, algunas consideraciones con respecto al tiempo y esfuerzo de ejecución (**Tabla 7**).

Tabla 7. Esfuerzo estándar en la ejecución de la medida de perturbación controlada.

Grupo		Nº especialistas	Tasa área cubierta
Reptiles		4	1 ha / día
Micromamíferos	Cursoriales	4	1 ha / día
	Fosoriales	8	1 ha / día

VI. Indicadores de éxito de las medidas de rescate / relocalización y perturbación controlada: plan de seguimiento

El monitoreo de fauna se utiliza usualmente para verificar los cambios o efectos de las prácticas de manejo en hábitats y poblaciones de fauna silvestre, evaluando la efectividad de las medidas para especies sensibles o amenazadas (Gibbs 2000).

En el marco de esta propuesta y teniendo en consideración los antecedentes bibliográficos que generan incertidumbre sobre el éxito de las traslocaciones de fauna silvestre, anteriormente mencionadas y la perturbación controlada, se plantea la siguiente alternativa como seguimiento:

- Un estudio poblacional a largo plazo de los ambientes o hábitats seleccionados para la relocalización de los individuos rescatados o perturbados.

1. Rescate y relocalización

Se sugiere al menos dos niveles de monitoreo para esta medida. Uno incluye evaluar los individuos marcados presentes en el nuevo hábitat, en un periodo de tiempo de unas pocas semanas, para individuos con marca temporal, hasta meses, para individuos marcados semipermanente o permanentemente con el objetivo de evaluar la proporción de individuos que se mantienen o que se van del hábitat receptor.

En esta etapa se puede estimar el porcentaje de individuos observados o recapturados (% recaptura = N° individuos marcados / N° Individuos observados con marcas) o utilizar un estimador simple del tamaño poblacional (Modelo de Lincoln – Peterson) del ambiente o hábitat receptor (Tellería 1986; Bustamante *et al.* 2009).

Modelo de Lincoln – Peterson

$$N = n1 * n2 / m2$$

Donde N, es la estimación poblacional.

n1, es el número de individuos capturados y marcados en una muestra inicial

n2, es el número de individuos capturados en la segunda muestra

m2, es el número de individuos marcados inicialmente, registrados en la segunda muestra

La duración del plan de seguimiento de los individuos marcados dependerá del tipo de marca utilizado (**Tabla 1**).

Tabla 1. Duración del seguimiento de los individuos marcados en la medida de Rescate / relocalización.

Tipo de marca	Anfibios		Reptiles		Micromamíferos	
	Nº monitoreos	Duración	Nº monitoreos	Duración	Nº monitoreos	Duración
Coloración (pintura)			3	3 semanas	3	3 semanas
Corte de pelo					3	3 semanas
Crotales					6	3 meses
Cauterización			6	3 meses		
Etiqueta o Chips	6	3 meses				
Fotoidentificación	6	3 meses				

* El número de días para cada uno de los monitoreos dependerá del tipo de proyecto.

Un segundo nivel, especialmente para el caso en que los individuos no sean marcados, se basa en los atributos ecológicos y de historia de vida (biología reproductiva) de los organismos, planificando un seguimiento a largo plazo (3-4 años) que incluya al menos tres estaciones reproductivas de la población con el fin de evaluar si se está expresando el potencial reproductivo y por ende si los individuos relocados podrían estar insertos en un proceso de establecimiento en el nuevo hábitat (Bustamante *et al.* 2009; IUCN 2013).

Los parámetros que deberán evaluarse para determinar el éxito de la medida en este segundo nivel son:

- Riqueza de especies del ensamble (antes/después de la aplicación de la medida)
- Abundancia específica de especies
- Diversidad del ensamble : Índice de Simpson, basado en la importancia de las especies más dominantes o el Índice de Shannon-Wiener, basado en la equidad tomando en cuenta el valor de importancia de cada especie.
- Presencia de reproducción
- Estructura poblacional (Proporción de edad y sexo).
- Área cubierta (superficie) por el rescate en relación al área que se verá afectada.
- Riqueza y Abundancia de otros grupos de fauna que conviven con la(s) especie(s) foco(s), para identificar potenciales competidores, depredadores y especies introducidas (identificación de factores de amenaza).
- Número de cuevas activas vs. número de colonias para roedores fosoriales.

2. Perturbación controlada

En general, la perturbación controlada permite liberar áreas de superficie acotada, o franjas de obras lineares. Áreas grandes requieren de un trabajo gradual que puede llegar a ser equivalente a la captura activa con respecto a los recursos humanos y tiempo empleado.

Si consideramos las incertezas probables de la perturbación, esta debe ser planificada, de tal modo que los animales sean efectivamente “inducidos” a desplazarse en una dirección determinada, hacia un hábitat particular, o alejándose de las áreas que serán intervenidas.

El éxito de la medida de perturbación dependerá en gran medida, de los siguientes factores:

- El grado de planificación y el tipo de inducción utilizado
- Intensidad de la perturbación
- Tiempo destinado para su ejecución en relación al grupo de organismos y la superficie involucrada.

Algunos ejemplos de perturbación controlada son la remoción gradual de la vegetación con supervisión de especialistas, llenado lento de embalses, el uso de sustancias químicas para producir el desplazamiento de herbívoros, la instalación de elementos disuasivos visuales y auditivos, remoción gradual de madrigueras entre otros.

El seguimiento de esta medida dependerá si el estudio corresponde a una DIA o a una EIA. Si corresponde a una DIA el seguimiento de los parámetros deberán evaluarse durante un año en los ambientes o hábitats donde se cree se movieron los individuos perturbados o se tiene la seguridad del lugar de destino.

Si corresponde a un EIA, el seguimiento deberá ser a largo plazo (3 años o más), evaluando algunos parámetros relevantes de la población en los ambientes o hábitats donde se cree se movieron los individuos perturbados o se tiene la seguridad del lugar de destino.

Los parámetros que deberán evaluarse para determinar el éxito de la medida de perturbación controlada son:

- Riqueza de especies del ensamble (antes/después de la aplicación de la medida)
- Abundancia específica de especies
- Diversidad del ensamble: Índice de Simpson, basado en la importancia de las especies más dominantes o el Índice de Shannon, basado en la equidad tomando en cuenta el valor de importancia de cada especie.
- Presencia de reproducción
- Grado de desplazamiento: migración espacial desde el punto de perturbación.
- Área proyectada para la perturbación (superficie) vs área efectivamente perturbada.
- Riqueza y abundancia de otros grupos de fauna que conviven con la(s) especie(s) foco(s), para identificar potenciales competidores, depredadores y especies introducidas (identificación de factores de amenaza).

- Número de cuevas activas vs. número de colonias para roedores fosoriales.

En la **Tabla 2** se presentan los parámetros a evaluar para cada una de las medidas (rescate / relocalización y perturbación controlada) por grupos taxonómicos y en la **Tabla 3**, la duración del plan de seguimiento para las medidas.

Tabla 2. Parámetros a evaluar para el seguimiento de las medidas de Rescate / relocalización y Perturbación controlada.

PARÁMETROS A EVALUAR	GRUPOS			
	Anfibios	Reptiles	Micromamíferos	
Cursoriales			Fosoriales	
1. Rescate y relocalización				
Riqueza de especies				
Abundancia por especies				
Diversidad ensamble				
Reproducción				
Estructura poblacional				
Grado de desplazamiento				
Riqueza y abund. Otros grps				
2. Perturbación controlada				
Riqueza de especies				
Abundancia por especies				
Diversidad comunitaria				
Reproducción				
Grado de desplazamiento				
Área cubierta				
Riqueza y abund. Otros grps				
Nº cuevas activas vs. Nº colonias				

 Solamente individuos marcados.

Una de las diferencias en los parámetros de seguimiento de la perturbación controlada, es la ausencia de la estructura poblacional, debido a que para determinar este parámetro, se requiere la captura de los ejemplares, y por lo tanto, esto se contrapone con el objetivo de la medida que es evitar el estrés de los animales.

Tabla 3. Duración del plan de seguimiento de las medidas de rescate / relocalización y perturbación controlada para una EIA y el seguimiento de la perturbación controlada para una DIA.

Grupo	Rescate/ relocalización Perturbación controlada (EIA)	Perturbación controlada (DIA)
Anfibios	3 – 4 años	
Reptiles	3 – 4 años	1 año (cuatro estaciones)
Micromamíferos		
Cursoriales	3 a 4 años	1 año (cuatro estaciones)
Fosoriales		

Cuatro monitoreos anuales, uno en cada estación

Referencias bibliográficas

- Bender, D. J., D. L. Gummer & R. E. Dzenkiw. 2007. Monitoring protocol for the Ord's kangaroo rat. Alberta Species at Risk - Project Reports 131: 18 pp.
- Beausoleil, N. J., D. Mellor & K.J. Stafford. 2004. Methods for marking New Zealand wildlife Amphibians, reptiles and marine mammals. Wellington, New Zealand.
- Breiman L, Friedman J, Olsehn R, & Stone C. 1984. Classification and regression trees. Wadsworth International Group. Chapman Hall, Boca Ratón, FLA.
- Bright, P. W. & P. A. Morris. 1994. Animal translocation for conservation: Performance of Dormice in relation to release methods, origin and season. Journal of Applied Ecology 31: 699-708.
- Bouzat, J. L., J. A. Johnson, J. E. Toepfer, S. A. Simpson, T. L. Esker & R. L. Westemeier. 2009. Beyond the beneficial effects of translocations as an effective tool for the genetic restoration of isolated populations. Conservation Genetics 10: 191-201.
- Burger C. & C. Both. 2011. Translocation as a novel approach to study effects of a new breeding habitat on reproductive output in wild birds. PLoS ONE 6(e18143): 5 pp.
- Bustamante R., A. Oporto, S. Moraga, F. De La Barrera, G. Sepúlveda & D. Moreira. 2009. Informe sobre mitigación de impacto ambiental en Fauna Silvestre: Rescate y Relocalización. SAG-Universidad de Chile.
- Bustamante, J. 1998. Use of simulation models to plan species reintroductions: the case of the bearded vulture in southern Spain. Animal Conservation 1: 229-238.

- Calvete, C. & R. Estrada. 2004. Short-term survival and dispersal of translocated European wild rabbits. Improving the release protocol. *Biological Conservation* 120: 507–516.
- Canessa, S., D. Hunter, M. McFadden, G. Marantelli & M. A. McCarthy. 2014. Optimal release strategies for cost-effective reintroductions. *Journal of Applied Ecology* 51: 1107–1115.
- CEDREM/SAG. 2004. Medidas de mitigación de impactos ambientales en Fauna silvestre. CEDREM y Servicio Agrícola y Ganadero, Santiago.
- Cooke A. S. & R. S. Oldham. 1995. Establishment of populations of the common frog *Rana temporaria* and common toad *Bufo bufo* in a newly created reserve following translocation. *Herpetological Journal* 5, 173-180
- Craven, S., T. Barnes & G. Kania. 1998. Toward a professional position on the translocation of problem wildlife. *Wildlife Society Bulletin* 26:171–177.
- Cunningham, A. A. 1996. Disease Risks of Wildlife Translocations. *Conservation Biology* 10: 349-353.
- Delibes-Mateos, M., E. Ramírez, P. Ferreras & R. Villafuerte. 2008. Translocations as a risk for the conservation of European wild rabbit *Oryctolagus cuniculus* lineages. *Oryx*, 42: 259–264.
- Dickens, M. J., D. J. Delehanty & L. M. Romero. 2010. Stress: An inevitable component of animal translocation. *Biological Conservation* 143: 1329-1341.
- Dickens, M. J., D. J. Delehanty, J. M. Reed & L. M. Romero. 2009. What happens to translocated game birds that ‘disappear’? *Animal Conservation* 12: 418-425.
- Doan, J. 2003. Which methods are most effective for surveying rain forest herpetofauna. *Journal of Herpetology* 37: 72-81.
- Dood, K.C & A. R. Siegel 1991. Relocation, repatriation, and translocation of amphibians and reptiles: are they conservation strategies that work? *Herpetologica* 47: 336-350
- Dullum, J. A. L. D., K. R. Foresman & M. R. Matchett. 2005. Efficacy of translocations for restoring populations of Black-Tailed Prairie Dogs. *Wildlife Society Bulletin*, 33: 842-850.
- Duellman, W. & L. Trueb. 1994. *Biology of Amphibians*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, United States of America. 670 p.
- Dunham, K. M. 2001. Status of a reintroduced population of mountain gazelles *Gazella gazella* in central Arabia: management lessons from an aridland reintroduction. *Oryx* 35: 111-118.
- Edgard, P. W.; Griffiths & Foster, J.P. 2005. Evaluation of translocation as a tool for mitigating development threats to great newts (*Triurus cristatus*) in England, 1990-2001. *Biological conservation* 122: 45-52.
- Ekner, A., Z. Sajkowska, K. Dudek & P. Tryjanowski. 2011. Medical cautery units as a permanent and non-invasive method of marking lizards. *Acta Herpetologica* 6: 229-236.

- Eymann, J., J. Degreef, C. Häuser, J.C. Monje, Y. Samyn y D. Van den Spiegel (eds.). 2010. Manual on field recording techniques and protocols for all taxa biodiversity inventories. ABC Taxa 8: 653 pp.
- Ferner, J. W. 2007. A review of marking and individual recognition techniques for amphibians and reptiles. Herpetological Circulars 35: 72 pp.
- Fisher, J. y Lindermyer, D. B. 2000. An assessment of the published results of animal relocations. Biological Conservation 96: 1-11.
- Fontúrbel F. E. & J. A. Simonetti. 2011. Translocations and human-carnivore conflicts: problem solving or problem creating? Wildlife Biology 17: 217-224.
- Gerber, L. R., E. W. Seabloom, R. S. Burton & O. J. Reichman. 2003. Translocation of an imperilled woodrat population: integrating spatial and habitat patterns. Animal Conservation 6: 309-316.
- Germano, J. & Bishop, P. 2008. Suitability of amphibians and reptiles for translocation. Conservation Biology 23(1), 7-15.
- Gibbs J. P. 2000. Monitoring Populations. In Research Techniques in Animal Ecology. (Ed.) Pearl M.C. Columbia University Press, New York. 441 pp.
- Golay N.& H. Durrer. 1994. Inflammation due to toe-clipping in natterjack toads (*Bufo calamita*). Amphibia-Reptilia 15: 81–96.
- Griffith, B; Scott, J.M.; Carpenter, J.W. y Reed, C. 1989. Translocation as a species conservation tool: status and strategy. Science 245: 477-480.
- Halliday, T. 2006. Amphibians. Pp: 278-296. In: Sutherland, W. (Ed.). Ecological Census Techniques: a handbook. Second Edition. Cambridge University Press, New York, 432 pp.
- Hale ,S. L., J.L. Koprowski & H. Hicks. 2013. Review of black-tailed prairie dog reintroduction strategies and site selection: Arizona reintroduction. U.S. Department of Agriculture, Forest Service Proceedings, RMRS-P-67: 310-315.
- Heyer, W.R., M.A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L.C. Hayek, & M.S. Foster. 1994. Measuring and monitoring biological diversity: a standard method for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington, 364pp.
- Inger, R. (1994). Microhabitat description. Pp: 60-66. In: Heyer W. R, M.A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L.-A. D. Hayek and M. S. Foster (eds.). Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians. Pp: 275-276. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 323 p.
- IUCN/SSC. 2013. Guidelines for reintroductions and other conservation translocations. Version 1.0., IUCN Species Survival Commission, Gland, 57 pp.
- Kraemer, J. 2009. Variación de atributos de historia de vida y morfológicos en *Rhinella spinulosa* en respuesta a la desecación de pozas artificiales en La Parva, Región Metropolitana. Tesis, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile, 33 pp.

- Lenain, D. M. & S. Warrington. 2001. Is translocation an effective tool to remove predatory foxes from a desert protected area? *Journal of Arid Environments* 48: 205-209.
- Letty, J., Marchandeu, S. & Aubineau, J., 2007. Problems encountered by individuals in animal translocations : Lessons from field studies. *Ecoscience* 14: 420-431.
- Lips, K.R., J. Reaser y B. E. Young (eds.). 1999. El monitoreo de anfibios en américa latina un manual para coordinar esfuerzos. The Nature Conservancy, 42 pp.
- Lobos, G.A., M. Vidal, M. A. Labra, C. Correa, F. Rabanal, H. Díaz-Páez, A. Alzamora y C. Soto. Sin Fecha. Protocolo para el control de enfermedades infecciosas en anfibios durante estudios de campo. www.herpetologiadechile.cl.
- Márquez-García, M., M. Correa-Solís & M. A. Méndez, 2010. Life-history trait variation in tadpoles of the warty toad in response to pond drying. *Journal of Zoology* 281: 105–111
- Maldonado, M., 2007. Monitoreo de anfibios y reptiles terrestres en áreas de aprovechamiento forestal en bosques de Bolivia. Proyecto BOLFOR/IBIF, Santa Cruz, Bolivia, 30 pp.
- Massei, G., R. J. Quy, J. Gurney, D. P. Cowan. 2010. Can translocations be used to mitigate human–wildlife conflicts? *Wildlife Research* 37: 428-439.
- Miller, K. a, Bell, T.P. & Germano, J.M., 2014. Understanding publication bias in reintroduction biology by assessing translocations of New Zealand’s herpetofauna. *Conservation Biology* 28: 1045–56.
- Mace, G.M., y Paul H. Harvey. 1983. Energetic constraints on home-range size. *American Naturalist*. 121: 120-132.
- McCarthy M. & K. Parris. 2004. Clarifying the effect of toe clipping on frogs with Bayesian statistics. *Journal of Applied Ecology* 41: 780 – 786.
- Matthews K.R. 2003. Response of mountain yellow-legged frogs, *Rana mucosa*, to short distance translocation. *Journal of Herpetology* 37: 621-626
- Méndez M., C. Correa. 2008. Diversidad de especies ANFIBIOS, en: Biodiversidad de Chile, Patrimonio y desafíos (Santiago –Chile), CONAMA. 640 pp.
- McNab B K. 1963. Bioenergetics and the determination of home range size. *American Naturalist* 97:133-40.
- Miller, B., K. Ralls, R. P. Reading, J. M. Scott & J. Estes. 1999. Biological and technical considerations of carnivore translocation: a review. *Animal Conservation* 2: 59-68.
- Miller, K A., T. P. Bell, & J. M. Germano. 2014. Understanding publication bias in reintroduction biology by assessing translocations of New Zealand’s herpetofauna. *Conservation Biology* 28: 1045–1056.
- Mills, J.N., J. E. Childs, T. G. Ksiazek, C. J. Peters, W. M. Velleca. 1998. Métodos de trapeo y muestreo de pequeños mamíferos para estudios virológicos. CDC/OPS/OMS, Santiago, 66 pp.
- Muñoz-Pedrerros A. & J. Yáñez. 2009. Mamíferos de Chile. Segunda edición. CEA Ediciones, Chile. 573 pp.
- Murúa, R. 1999. Hantavirus en Chile: los mastozoólogos como un grupo ocupacional de riesgo epidemiológico. *Revista Chilena de Historia Natural* 72: 7-12.

- Nevo, E., 1979. Adaptive convergence and divergence of subterranean mammals. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 10: 269–308.
- Nelson, N.J. et al., 2002. Establishing a New Wild Population of Tuatara (*Sphenodon guntheri*). *Conservation Biology*, 16: 887–894.
- Norton, T. N, K. M. Andrews, and L. L. Smith. 2014. Chapter 29: Techniques for working with wild reptiles. Pages 310–340 in *Current Therapy in Reptile Medicine and Surgery*. Mader, D. R. & S. J. Divers (eds.). Elsevier Saunders, Missouri.
- Reading, R., T.W. Clark & B. Griffith. 1997. The influence of valuatinal and organizational considerations on the success of rare species translocations. *Biological Conservation* 79: 217-225.
- Sáez, P., P. Fibla, C. Correa, M. Sallaberry, H. Salinas, A. Veloso, J. Mella, P. Iturra and M.A. Méndez. 2014. A new endemic lineage of the Andean frog genus *Telmatobius* (Anura, Telmatobiidae) from the western slopes of the central Andes. *Zoological Journal of the Linnean Society* 171: 769–782.
- SAG. 2012. Guía de evaluación ambiental: Componente Fauna Silvestre, G-PR-GA-03. 22 pp.
- Schiattino, I. & Silva, C., 2008. Árboles de Clasificación y Regresión. *Modelos Cart. Ciencia & Trabajo* 10: 161-166.
- Serfass, T. L. 2008. Reintroduction of Woodrats: Concepts and Applications. PP 169-191 in (J. D. Peles & J. Wright Editors) *The Allegheny Woodrat. Ecology, Conservation & Management of a Declining Species*. Springer, New York, 226 pp.
- Shine, R., and J. Koenig. 2001. Snakes in the garden: an analysis of reptiles “rescued” by community based wildlife careers. *Biological Conservation* 102: 271–283.
- Short, J. 2009. The characteristics and success of vertebrate translocations within Australia: a progress report. Australian Government, Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, Canberra, 95 pp.
- Soorae, P. S. 2002. The IUCN/SSC Re-introduction Specialist Group (RSG) Literature Database Version 1.0. Environment Research & Wildlife Development Agency, Abu Dhabi, UAE. www.iucnsscrrsg.org/
- Stockwell, C. A., M. Mulvey & G. L. Vinyardi. 1996. Translocations and the preservation of allelic diversity. *Conservation Biology* 10: 1133-1141.
- Sullivan, B.K., Nowak, E.M. & Kwiatkowski, M. a., 2014. Problems with mitigation translocation of herpetofauna. *Conservation Biology* 17:217-224.
- Sutherland, W. (Ed.). 2006. *Ecological Census Techniques: a handbook*. Second Edition. Cambridge University Press, New York, 432 pp.
- Tellería, J.L. 1986. *Manual para el censo de los vertebrados terrestres*. Editorial Raíces, Madrid – España. 276 pp.
- Tennant, E. N., D. J. Germano & B. L. Cypher. 2013. Translocating endangered kangaroo rats in the San Joaquin Valley of California: recommendations for future efforts. *California Fish and Game* 99: 90-103.

- Teixeira, C.P., C. De Azevedo, M. Mendl, C. Cipreste, R. Young. 2007. Revisiting translocation and reintroduction programmes: The importance of considering stress. *Animal Behaviour* 73:1-13.
- Truett, J. C., J. A. L. D. Dullum, M. R. Matchett, E. Owens & D. Seery. 2001. Translocating Prairie Dogs: A Review. *Wildlife Society Bulletin* 29: 863-872.
- UICN. 2013. Guías para reintroducciones de la UICN. Preparadas por el Grupo Especialista en Reintroducción de la Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland y Cambridge, 20 pp.
- van der Griff, E. A., R. van der Ree, L. Fahrig, S. Findlay, J. Houlahan, J. A. Jaeger, N. Klar, L. F. Madriñan & L. Olson. 2013. Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. *Biodiversity and Conservation* 22: 425-448.
- Vitt, L.J. and J.P. Caldwell. 2009. *Herpetology. An introductory biology of amphibians and reptiles*. Academic Press, 3rd ed., New York, 697 pp.
- Wilson, D.E., F. Russell Cole, J. D. Nichols, R. Rudran, and M. S. Foster (Eds.). 1996. *Measuring and monitoring biological diversity. standard methods for mammals*. Smithsonian Institution Press, Washington, 480 pp.
- Villaseñor NR, Escobar MA, Estades CF (2013) There is no place like home: high homing rate and increased mortality after translocation of a small mammal. *European Journal of Wildlife Research* 59:749–760.
- Wells, K.D. 2007. *The Ecology and behavior of amphibians*. The University of Chicago Press, Chicago, 1148 p.
- Wolf, C. M., T. Garland, Jr., B. Griffith. 1998. Predictors of avian and mammalian translocation success: reanalysis with phylogenetically independent contrasts. *Biological Conservation* 86: 243-255.
- Wolf, C.M.; Griffith, B. Reed, C.; Temple, S.A. 1996. Avian and mammalian translocations: update and reanalysis of 1987 survey data. *Conservation Biology* 10: 1142-1154.
- Zeisset I. & T.J. Beebee. 2013. Donor population size rather than local adaptation can be a key determinant of amphibian translocation success. *Animal Conservation* 16: 359-366.