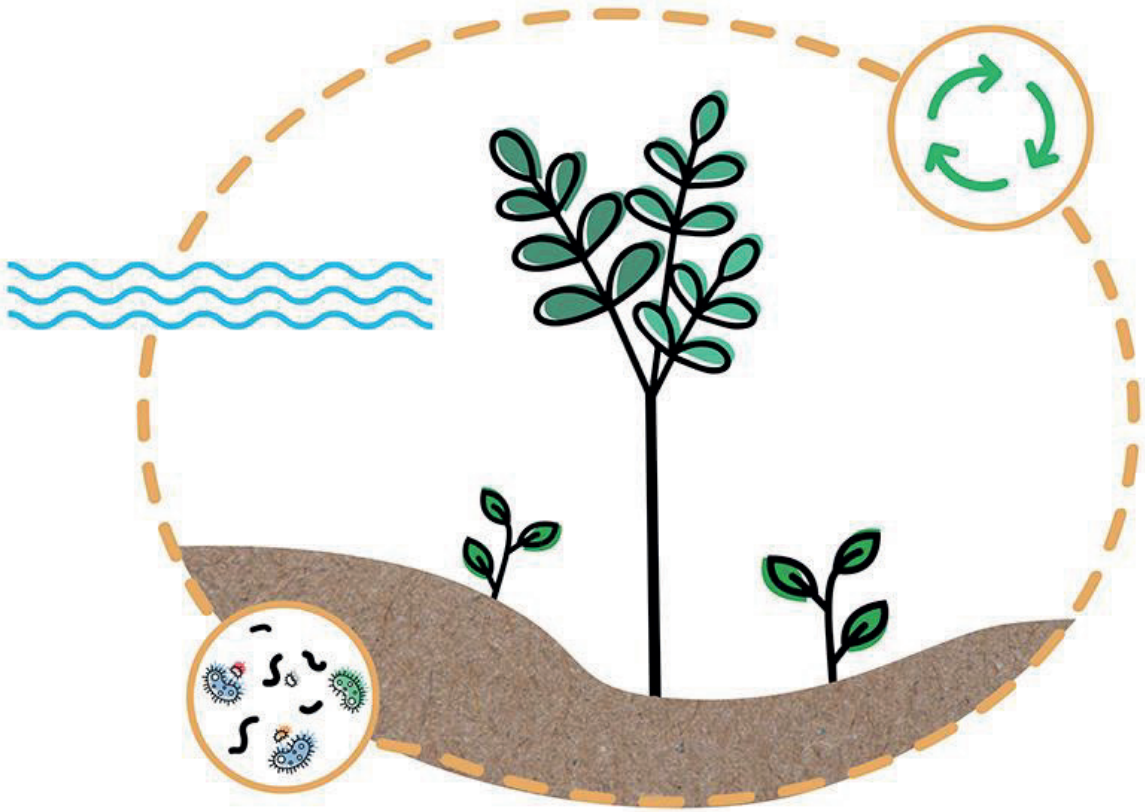
GUÍA METODOLÓGICA
para la aplicación de
COMPENSACIONES POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

en el marco del **LICENCIAMIENTO AMBIENTAL** de obras e industrias en la provincia de **BUENOS AIRES**



MINISTERIO DE AMBIENTE
GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

AUTORIDADES

Gobernador de la provincia de Buenos Aires
Axel Kicillof

Vicegobernadora
Verónica Magario

Ministra de Ambiente
Daniela Vilar

Jefe de Gabinete
Matías Fernández

MINISTERIO DE AMBIENTE

GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Autores

Betania González

Eliana B. González

Adriana C. Rojas Barrios

Melina A. Álvarez

Colaboradores

Graciela M. Pozzer

César A. Ruiz Agudelo

La presente guía se realizó en el marco del proyecto del Consejo Federal de Inversiones (CFI) "Compensaciones por pérdida de biodiversidad en el marco del licenciamiento ambiental de obras e industrias bajo competencia del Ministerio de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires" (2023). Coordinadora: Betania González Chanampa. Equipo técnico: Eliana Belén González, Adriana Carolina Rojas Barrios, Melina Andrea Álvarez, Graciela María Pozzer. Revisor: César Augusto Ruiz Agudelo.

Contribuyeron a la realización de esta guía:
Ministerio de Ambiente: Juan Pablo Manchiola, Mariana Rodríguez, Tamara Sánchez, Mariano Pérez Safontas, Patrick Gado, Verónica Trevisan, Carmela Marín, Daniela Steigmeier, Mariana Tangorra, María José Tesoro. Especialistas externos: Susana H. Mulvany, Mariano Oyarzabal, Nora Gómez, Soledad Nomdebeu, Federico Kacoliris e Igor Berkunsky.

Agradecimientos

Agradecemos a todos los profesionales que participaron en las instancias del proceso consultivo para el desarrollo del presente documento, entre ellos: Susana H. Mulvany, Pablo Grilli, Federico Kacoliris, Igor Berkunsky, Mariano Oyarzabal, David Balderrama, Nadia Boscarol, Sergio Martín Zalba, Natalia Fracassi, Patricia kandus, Andrea Long, Juan Ignacio Túnez, Ana Eljall, Juan Pablo Isacch, Alejandra Carminati, Esteban González Zugasti, Vanina Pietragalla, Andrea F. Rodríguez, Daniel Cicerone, Camila Deutsch, Lía Ramos.

La presente guía es un documento de propuesta técnica. No tiene validez de implementación hasta tanto la Autoridad lo apruebe por acto administrativo correspondiente.
En caso de referenciar este documento, puede citarse como: González, B.; González, E. B.; Rojas, A. C.; Álvarez, M. A. (2023). Guía metodológica para la aplicación de compensaciones por pérdida de biodiversidad en el marco del licenciamiento ambiental de obras e industrias en la Provincia de Buenos Aires. Concejo Federal de Inversiones.

PRESENTACIÓN

La presente guía es el resultado de un proyecto desarrollado a través del Consejo Federal de Inversiones para el Ministerio de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires.

Nace de la necesidad de fortalecer la estrategia de mitigación de impactos negativos significativos sobre la biodiversidad generada por proyectos de obras y actividades y poder brindar una solución a aquellos impactos residuales, no mitigables, bajo una metodología estandarizada basada en buenas prácticas a nivel global y adaptada a la realidad de la provincia.

La propuesta desarrollada surge de un detallado relevamiento, análisis y selección de diversas metodologías implementadas por países con trayectoria en materia de compensaciones por pérdida de biodiversidad para generar una metodología adaptada a las necesidades y desafíos de la provincia. Este proceso se nutrió y fortaleció con la participación de diversos expertos e investigadores, así como técnicos del Ministerio de Ambiente vinculados a la conservación de la biodiversidad y evaluación ambiental, quienes acompañaron todo el proceso.

El presente documento es el resultado de una primera etapa de construcción de una herramienta incipiente en el país, que no se agota en la presente propuesta, sino más bien, se constituye un punto de partida que podrá requerir ajustes metodológicos en función de consensos en un horizonte ampliado de actores interesados, así como de la actualización y ampliación de la información de los atributos de la biodiversidad bajo un proceso continuo de análisis y valoración de su representación en el territorio.

Índice

1. INTRODUCCIÓN 6

1.1. OBJETIVO Y ALCANCE 6

1.2. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA GUÍA 7

1.3. MARCO CONCEPTUAL Y NORMATIVO DE LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 10

1.4. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES 14

1.5. IMPORTANCIA ESTRATÉGICA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS COMPENSACIONES POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD 19

2. METODOLOGÍA PARA DEFINIR LA COMPENSACIÓN POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD 22

2.1. PRINCIPIOS E INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA 22

2.2. APLICACIÓN DE LA JERARQUÍA DE MITIGACIÓN 27

2.3. CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA IMPACTOS RESIDUALES 32

2.4. COMPONENTES DE LA MÉTRICA DEL FACTOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (FIE) 38

2.5. COMPONENTES DE LA CONDICIÓN ECOLÓGICA DEL SITIO A IMPACTAR 42

2.6. EXCEPCIONES AL CÁLCULO Y APLICACIÓN DEL FACTOR MÁXIMO 57

2.7. ACCIONES Y MECANISMOS DE COMPENSACIÓN 60

2.8. LOCALIZACIÓN DE LAS ACCIONES DE COMPENSACIÓN 72

2.9. CUÁNDO COMPENSAR 77

3. LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA PRESENTACIÓN DE UN PLAN DE COMPENSACIÓN POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD 78

GLOSARIO 82

BIBLIOGRAFIA 84

ANEXO I 90

ANEXO II 91

Índice de tablas

Tabla 1. Esquema de matriz de comparación de alternativas. Elaboración propia. 30
Tabla 2. Matriz modelo de aplicación de la jerarquía de mitigación. Fuente: adaptado de BBOP, 2009. 31
Tabla 3. Esquema matriz mitigada que incluye la valoración de impactos ficticios antes y después de la implementación de las medidas de mitigación. Los impactos que persisten como críticos y severos deberán ser compensados. Fuente: adaptado de SAyDS, 2019. 33
Tabla 4. Criterios orientadores para el diseño del área de influencia de impactos residuales según acciones generadoras de impactos. 35
Tabla 5. Categorías seleccionadas para el cálculo de representatividad. 39
Tabla 6. Valor criterio para rangos de representatividad. MC: Máxima categoría de Conservación. C: Alguna figura de Conservación. 39
Tabla 7. Valor criterio para la remanencia. 40
Tabla 8. Valores de ponderación para los niveles de beneficios ambientales. 40
Tabla 9. Parámetros e indicadores mínimos para evaluar la condición ecológica de los ambientes o ecosistemas terrestres (T). 49
Tabla 10. Parámetros e indicadores mínimos para evaluar la condición de los humedales secos y húmedos (H). 49
Tabla 11. Parámetros e indicadores mínimos que se sugieren para evaluar la condición de los ecosistemas acuáticos (A). 50
Tabla 12. Parámetros e indicadores mínimos para evaluar la condición de la costa del Río de la Plata (C) (agua dulce). 50
Tabla 13. Parámetros e indicadores mínimos para evaluar la condición de la costera-marina (CM) (agua mixohalina y salada). 51
Tabla 14. Puntuación de los indicadores que determinan la condición del ecosistema terrestre en el sitio de impacto. 51
Tabla 15. Puntuación de los indicadores que determinan la condición del humedal en el sitio de impacto. 52
Tabla 16. Puntuación de los indicadores que determinan la condición del ambiente o ecosistema acuático en el sitio de impacto (los valores de C se estiman considerando las tablas 16.1 y 16.2). ..53
Tabla 17. Puntuación de los indicadores que determinan la condición del ambiente o ecosistema costero del Río de la Plata en el sitio de impacto (se utilizan las tablas 17.1, 17.2 y 17.3). 54
Tabla 18. Puntuación de los indicadores de la condición del ambiente costero-marino. 55
Tabla 19. Esquema de asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad en el marco del OTBN. 66
Tabla 20. Niveles de decisión para la implementación de las acciones de compensación en función del valor del factor de compensación. 70
Tabla 21. Modelo de tabla para el relevamiento de información de los estratos. 92
Tabla 22. Modelo de matriz para la interpretación de la apariencia de los estratos. 92
Tabla 23. Matriz recomendada para organizarla información y calcular el índice de Shannon. 95
Tabla 24. Valores de IHRPlata, categorías y su significado. Fuente: Gómez y Cochero, 2013. 102
Tabla 25. Valores de IBIP, categorías y su significado. Fuente: Gómez et al., 2012. 102
Tabla 26. Número de muestras a tomar de acuerdo al volumen del sitio impactado. Fuente: Resolución OPDS N°263/19. 104
Tabla 27. Clasificación granulométrica de Wentworth (1992). 104
Tabla 28. Composición del sedimento a partir del tamizado con diferente tamaño de poro. Fuente: Baggio R., 2019. 104
Tabla 29. Clasificación de contaminantes químicos en cinco rangos de calidad y su relación con el factor C. Elaboración propia. 106

Tabla 30. Valores de alerta para materia orgánica total, Nk y Pt. Fuente: Resolución CONAMA N°344/2004. 106
Tabla 31. Criterios para el diagnóstico de la calidad de los sedimentos (AIC, 2011) convertidos al factor C. Elaboración propia. 106
Tabla 32. Clasificación de calidad de sedimentos según la metodología AMBI (Borja et al., 2000). 107
Tabla 33. Categorías del índice biótico y su transformación al factor C. Elaboración propia. 108
Tabla 34. Clasificación de vulnerabilidad según el coeficiente obtenido (Lasta et al., 2019) y su transformación al factor C. Elaboración propia. 109
Tabla 35. Otros indicadores e índices. 109

Índice de figuras

Figura 1. Modelo conceptual de jerarquía de mitigación aplicado a la biodiversidad. Fuente: adaptado de SAyDS, 2019. 22
Figura 2. Pasos a seguir para el diseño de un plan de compensación. Elaboración propia. 24
Figura 3. Modelo conceptual de implementación de la jerarquía de mitigación en 3 etapas del ciclo de proyecto Fuente: adaptado de CSBI (2015). 28
Figura 4. El diseño 3 plantea una asignación más eficiente de los recursos respecto a la probabilidad de éxito de los resultados y en términos de costos, en relación con los diseños 1 y 2. Fuente: adaptado de CSBI, 2015. 28
Figura 5. Esquema de la vinculación de un ciclo de proyecto estándar con las herramientas de la evaluación ambiental y la jerarquía de mitigación. Fuente: elaboración propia. 29
Figura 6. Esquema metodológico del cálculo de Fie donde Ac: Área a compensar, Ai: Área de impactos residuales, Fie: Factor de importancia ecológica y C: Factor de condición del sitio de impacto. SPH corresponde a Sistemas de Paisajes de Humedales. Elaboración propia. 38
Figura 7. Esquema de los ecosistemas terrestres, acuáticos y humedales en relación a la variación del nivel de agua (adaptado de Brinson, 2004). Fuente: Kandus et al., 2011. 44
Figura 8. Ejemplo de área de influencia residual (1), que incluye dos ecosistemas diferentes: uno terrestre (2) y otro acuático (3). Elaboración propia. 48
Figura 9. Acciones y mecanismos de compensación. 60
Figura 10. Principios de un PSA. Fuente: basado y adaptado de Wunder (2006); Ruiz et al. (2007). 69
Figura 11. Criterios para localizar las compensaciones por pérdida de biodiversidad. 72
Figura 12. Diagrama de decisión para la prospección de localización del plan de compensación. 76
Figura 13. Ficha para la evaluación de suelos. Fuente: Álvarez, L. et al., 2021 97
Figura 14. Fórmula y unidad de medida. ICA-CCME. Fuente: Ficha metodológica (ACUMAR, 2021).99
Figura 15- Metodología de cálculo. ICA-CCME. Fuente: Ficha metodológica (ACUMAR, 2021). 100
Figura 16. Diagrama de las escalas utilizadas para la evaluación de la calidad del hábitat en la zona costera del Río de la Plata. Fuente: Gómez y Cochero, 2013. 102
Figura 17. Clasificación de contaminantes químicos en cinco rangos de calidad y su relación con los criterios TEL e PEL. 105

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVO Y ALCANCE

El objetivo de la presente guía es poner a disposición lineamientos, directrices y una metodología estandarizada para diseñar e implementar medidas de compensación por pérdida de biodiversidad para impactos negativos residuales en el marco del licenciamiento ambiental de obras y actividades industriales, de índole público y privado, bajo la órbita del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Provincia de Buenos Aires.

En este sentido, busca que proponentes, titulares y consultores cuenten con una metodología para definir *qué, cuánto, cómo* y *dónde* deben compensarse los efectos generados por impactos residuales sobre la biodiversidad y que no pudieron ser evitados, minimizados o corregidos y restablecidos los componentes afectados.

En este marco, propone criterios y herramientas para que los proyectos que se someten al procedimiento de evaluación de impacto ambiental puedan mejorar las propuestas para mitigar los impactos negativos sobre la biodiversidad, así como identificar y cuantificar los impactos residuales, dejando como última instancia la estrategia de compensación, con el objetivo de buscar una pérdida nula y, de preferencia, una adicionalidad de los atributos de la biodiversidad afectada.

Esta herramienta de la política ambiental ofrece oportunidades para un mejor desempeño ambiental de los proyectos de obras y actividades en el marco del desarrollo sostenible. Asimismo, genera un marco de oportunidades para desarrollar un mercado de incentivos para la conservación de la biodiversidad y la acción climática en el mediano y largo plazo.

En este sentido, como instrumento multisectorial, promueve el involucramiento y sinergia del sector público y privado, instituciones académicas y de investigación, organizaciones de la sociedad civil, así como actores y promotores de la conservación de la biodiversidad.

La guía proveerá al Estado Provincial una herramienta para fortalecer las políticas públicas sobre la biodiversidad y diversificar las oportunidades y estrategias de conservación alineadas con la normativa local y nacional, así como con los objetivos y metas globales en materia de biodiversidad asumidas por el país.

1.2. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA GUÍA

La presente guía es una iniciativa del Ministerio de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires que se llevó a cabo con el apoyo del Consejo Federal de Inversiones (CFI).

El proyecto tuvo como finalidad el desarrollo de una metodología estandarizada y adaptada a la Provincia de Buenos Aires. Para ello se contrató a un equipo interdisciplinario de expertos y se conformó una mesa interministerial de seguimiento del Ministerio de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires integrada por la Dirección de Biodiversidad, la Dirección de Áreas Protegidas, la Dirección de Bosques, la Dirección de Ordenamiento Ambiental del Territorio, la Dirección de Adaptación, la Dirección Provincial de Evaluación de Impacto Ambiental y la Dirección Provincial de Mitigación al Cambio Climático.

Paralelamente, se convocó a una serie de especialistas referentes del sector académico, científico y actores vinculados a la conservación de la biodiversidad de la Provincia de Buenos Aires para la realización de una serie de instancias consultivas, que se tradujeron en 4 talleres participativos realizados entre julio y septiembre de 2023.

Con una participación de más de 30 especialistas, los encuentros se dividieron en 4 ejes principales: Qué, Cuánto, Cómo y Dónde compensar; en los cuales se fue relevando información y se pusieron en discusión criterios y alternativas metodológicas para evaluar su viabilidad, en función de la información obrante y normativa vigente.

El proceso tomó como referencia los principios establecidos en el Programa de Negocios y Compensaciones de Biodiversidad - *Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP)*, y una variedad de experiencias y lecciones aprendidas de la implementación de la herramienta en diversos países de América Latina, así como antecedentes en Argentina.

Asimismo, buscó alcanzar una metodología estandarizada que se transformara en una herramienta ágil y accesible que se pueda utilizar en las etapas preliminares de la planificación de obras y actividades, con la finalidad de que sea factible analizar el marco de compensaciones en el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.

A diferencia de un resarcimiento pecuniario, las compensaciones por pérdida de biodiversidad están directamente vinculadas a medidas concretas y medibles de conservación de atributos y funciones ecológicas (SAyDS, 2019). La búsqueda de la metodología siguió las tendencias globales basadas en el enfoque de **cálculo de área** incorporando la valoración cualitativa de la biodiversidad a través de **métricas**, o sea, la cuantificación del impacto residual del proyecto sobre la biodiversidad para determinar la cantidad, la naturaleza y la escala del resultado de conservación que se requiere de manera realista para compensar ese impacto (BBOP, 2009).

En términos teóricos, la compensación debería abordar todas las pérdidas residuales de todos los niveles de la biodiversidad afectada (genético, especies, ecosistemas) teniendo en cuenta, además, sus interrelaciones que le dan sostén, integridad y cohesión. Sin embargo, en la práctica, rara vez es posible o práctico relevar y cuantificar las pérdidas de cada componente de la biodiversidad o para todos sus niveles. Por lo tanto, muchos enfoques utilizan medidas cuantificadas o métricas basadas en “factores de representación” medibles para toda la biodiversidad. Este enfoque, si bien no puede hacer justicia

a todos los componentes de la biodiversidad, tiene la ventaja de ser viable de implementar (BBOP, 2009)[1].

Las métricas permiten realizar comparaciones entre las pérdidas de biodiversidad debidas a un proyecto y lo que se puede ganar a través de una compensación, mediante resultados mensurables.

En este sentido, hay que considerar los riesgos que conlleva esta herramienta en el marco de los objetivos de conservación, las incertidumbres sobre los resultados (por ejemplo, los métodos de restauración no siempre son confiables) y la pérdida temporal de biodiversidad cuando hay un desfase entre el impacto y el logro de los objetivos de la compensación.

Para abordar estos aspectos, las políticas sobre compensaciones por lo general utilizan **multiplicadores** para aumentar el área de una compensación en un determinado factor, con el objetivo de mejorar las posibilidades de lograr la pérdida nula y de preferencia la adicionalidad.

Los multiplicadores basados en resultados de conservación están sustentados en los objetivos de la conservación definidos en la política ambiental. Esto toma mayor preponderancia ante atributos de la biodiversidad priorizados, por ejemplo, aquellos amenazados o endémicos con distribución restringida.

El uso de multiplicadores está ampliamente difundido en las metodologías de compensaciones a nivel global y están basados en la concepción teórica de que las posibilidades de compensación no son ilimitadas. En algún momento, en el futuro, toda la superficie de un ecosistema o hábitat se habrá utilizado para el desarrollo o para la conservación a través de una compensación, de esta forma sus resultados, si bien exitosos, no podrán cubrir/compensar toda la superficie perdida. Habrá siempre un porcentaje de pérdida a lo largo del tiempo, lo cual podría llevar al cambio de categoría de amenaza de ese hábitat o ambiente afectado (BBOP, 2009).

Existen numerosos ejemplos de implementación de multiplicadores en las metodologías de compensaciones a nivel mundial, muchos de ellos vinculados al estado de conservación de los ecosistemas o a la presencia de atributos priorizados en el marco de la política ambiental.

En función de instituir una metodología estandarizada y viable para la realidad de la Provincia de Buenos Aires y teniendo en cuenta la experiencia de países de la región, se tomó la escala multiplicadora de 1 a 10 [(2)], a partir de atributos de la biodiversidad priorizados en la política ambiental de la Provincia y su estado de conservación.

De esta forma, el Ministerio de Ambiente desarrolló una metodología en la que participan tanto el Estado como el proponente, bajo una métrica que contempla información sobre la importancia ecológica de la Provincia y un análisis de la condición del sitio de impacto, para lo cual se definió un mapa y una serie de parámetros e indicadores según el ecosistema impactado.

La guía también contempla los requerimientos de equivalencia ecológica, las acciones y mecanismos de compensación en base a instrumentos financieros y jurídicos adecuados, así como los criterios para su localización, teniendo en cuenta la normativa vigente en materia de biodiversidad, participación pública y las prioridades en materia de conservación.

---

[1] A diferencia del caso de la compensación de carbono, donde tanto las emisiones como las compensaciones se miden en una única unidad (toneladas de dióxido de carbono equivalente), no existe una medida única que pueda captar adecuadamente la diversidad de vida en todos los niveles de la biodiversidad (BBOP.2009).

[2] Esta escala es utilizada en el Manual de Compensaciones para el Medio Biótico de Colombia (2018) y otros países que implementan la herramienta (BBOP,2009).

El proceso también detectó la necesidad de avanzar en la definición de criterios para el diseño del **área de influencia de los impactos residuales** sujetos a compensación según el tipo de impacto.

El método contempló y se ajustó a los vacíos de información obrante en la Provincia, los cuales se podrán ir subsanando a medida que la herramienta se vaya implementando y genere un marco de experiencias y lecciones aprendidas que permitan su mejora continua.

El diseño metodológico se fue afinando en un proceso iterativo de consultas y revisión con la mesa de seguimiento del Ministerio de Ambiente y especialistas convocados en el proceso participativo.

De esta forma, se presenta una guía metodológica que podrá ser utilizada por proponentes de proyectos y consultores para diseñar una medida de compensación bajo los estándares y compromisos asumidos por el país en materia de conservación de la biodiversidad.

1.3. MARCO CONCEPTUAL Y NORMATIVO DE LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y LA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

El Convenio de Diversidad Biológica (CBD) aprobado mediante la **Ley N° 24.375**, define a la biodiversidad o diversidad biológica como "la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas."

La biodiversidad comprende a la diversidad genética, de especies (animales, plantas, hongos y microorganismos), de poblaciones y de ecosistemas, como a la de los múltiples procesos culturales que en diferentes épocas y contextos han caracterizado la relación del ser humano con su entorno natural (ENByPA, 2016).

La diversidad biológica sostiene una multiplicidad de bienes y servicios ecosistémicos de los que se benefician las personas. Estos incluyen los servicios de aprovisionamiento como los alimentos y el agua; servicios de regulación como el control de inundaciones y enfermedades; servicios culturales como el espiritual, recreacional y cultural; y los servicios de soporte, como el ciclo de nutrientes que mantiene las condiciones para la vida en el planeta (MEA, 2003).

La pérdida del hábitat y la fragmentación de los ecosistemas constituyen una de las principales amenazas para la conservación de la biodiversidad a nivel mundial (Fahrig 2003, Hobbs y Yates 2003, Henle *et al.* 2004, Guimaraes *et al.* 2014, Wilson *et al.* 2016, como se citó en ENByPA, 2016). En este sentido, la problemática de la pérdida de biodiversidad requiere un enfoque holístico que integre al ser humano y sus actividades, es decir que vincule la conservación al desarrollo sostenible.

El CBD establece el enfoque ecosistémico para la conservación de la biodiversidad, como una estrategia para la gestión integrada de los bienes naturales por la que se promueve la conservación y utilización sostenible de modo equitativo. Por lo tanto, la aplicación del enfoque por ecosistemas ayudará a lograr un equilibrio entre los tres objetivos del Convenio: conservación; utilización sostenible; y distribución justa y equitativa de los beneficios dimanantes de la utilización de los recursos genéticos (SCDB, 2004).

A escala nacional, el compromiso marco de nuestro país para enfrentar esa pérdida se expresa a través de la Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB), documento nacional que sintetiza los compromisos asumidos por el país en el marco del CDB y marco de políticas, programas y planes en materia de biodiversidad, de modo que estas sean coordinadas e integradas con el desarrollo humano sostenible.

La **Ley General del Ambiente Nº 25.675** trata sobre los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sostenible.

Entre sus objetivos, define: asegurar la preservación, conservación, recuperación y mejoramiento de la calidad de los recursos ambientales, tanto naturales como culturales, en la realización de las diferentes actividades antrópicas; promover el mejoramiento de la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras, en forma prioritaria; fomentar la participación social en los procesos de toma de decisión; promover el uso racional y sustentable de los recursos naturales; mantener el equilibrio y dinámica de los sistemas ecológicos; asegurar la conservación de la diversidad biológica;

La norma regula los instrumentos de la política y la gestión ambiental, entre ellos, la evaluación de impacto ambiental, a través de la cual se deberán detallar las acciones destinadas a mitigar los efectos negativos sobre el ambiente.

Asimismo, crea la figura de fondo de compensación ambiental administrado por la autoridad competente para garantizar la protección, preservación, conservación o compensación de los sistemas ecológicos y el ambiente y que podrá contribuir a sustentar los costos de las acciones de restauración que puedan minimizar el daño generado.

En la Provincia de Buenos Aires, rige la **Ley Nº 11.723** de Protección, Conservación, Mejoramiento y Restauración de los Recursos Naturales y del Ambiente en general, la cual tiene como objetivo preservar la vida en su sentido más amplio; asegurando a las generaciones presentes y futuras la conservación de la calidad ambiental y la diversidad biológica.

La Ley también define los instrumentos de la política ambiental del planeamiento y ordenamiento ambiental, la **Evaluación de Impacto Ambiental** (EIA), la gestión de la flora, la fauna, suelo, la calidad del aire y las aguas, entre otros.

En relación a la EIA, la autoridad ambiental Provincial tiene la competencia para seleccionar y diseñar los procedimientos y fijar los criterios para su aplicación a proyectos de obras o actividades y determinar los parámetros significativos a ser incorporados.

En el marco procedimental, la Resolución N°492/19 establece los lineamientos para la presentación del estudio de impacto ambiental junto al plan de gestión ambiental de proyectos de obras, a través del cual se deberá adoptar las medidas para prevenir y mitigar los impactos negativos del proyecto y las acciones de corrección y/o compensación que se llevarán a cabo cuando sea procedente.

La **Ley N° 11.459** de radicación industrial y su Decreto Reglamentario N°532/19 establece los procedimientos para la categorización, obtención del certificado de aptitud ambiental (CAA) y autorización de funcionamiento de los establecimientos industriales en la Provincia de Buenos Aires. El procedimiento para la obtención del CAA, definido en la Resolución N° 565/19, establece los lineamientos para la presentación del estudio de impacto ambiental junto al plan de gestión ambiental de proyectos industriales, a través del cual se deberá adoptar las medidas para prevenir y mitigar los impactos negativos del proyecto y las acciones de corrección y/o compensación que se llevarán a cabo cuando sea procedente.

En materia de conservación, la Provincia cuenta con la **Ley N° 10.907** que regula su Sistema Provincial de Áreas Naturales Protegidas y establece categorías según su estado patrimonial (jurisdicción Provincial, municipal o privada) o según sus objetivos de conservación: Parques Provinciales, Reservas naturales integrales, Reservas naturales de objetivos definidos (botánicas, faunísticas, geológicas y/o paleontológicas, de protección del suelo y/o cuencas hídricas, escénicas, educativas o mixtas), Reservas de uso múltiple y Refugios de vida silvestre.

La Ley también crea la figura de Monumentos Naturales, definidos como regiones, objetos o especies determinadas de flora o fauna de interés estético, valor histórico o científico que gozan de protección absoluta.

A excepción de los Refugios de Vida Silvestre y en los casos de Reservas Naturales de Objetivos Definidos que se expliciten excepciones en la norma legal de su creación, rigen prohibiciones para el uso extractivo, explotación agrícola, ganadera, forestal, industrial o minera, obras, edificaciones o

cualquier acción que pudiere modificar el paisaje natural o el equilibrio biológico, a criterio de la Autoridad de Aplicación.

El artículo 21° de la Ley presenta la excepción para obras u acciones de necesidad e interés público de la Provincia, para lo cual el Poder Ejecutivo podrá autorizarlas requiriendo previamente una EIA. La norma específica que ante alteraciones significativas debe existir otra área de iguales o mejores características para el cumplimiento de los objetivos de la reserva, que permitan su desafectación y la creación de una reserva natural alternativa en dicha área.

La **Ley N° 14.888** establece las normas complementarias para la conservación y el manejo sostenible de los bosques nativos de la Provincia y aprueba el **Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos** (OTBN) de los mismos, en acuerdo con la Ley Nacional Nº 26.331 donde se establecen los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, la restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los bosques nativos, y de los servicios ambientales que éstos brindan a la sociedad. Asimismo, se otorga un régimen de fomento y criterios para la distribución de fondos por los servicios ambientales que brindan los bosques nativos. Se crean las distintas categorías de conservación (Categoría I– Rojo; II–Amarillo; III– Verde, de mayor a menor valor de conservación respectivamente), las cuales deberán contar con un plan específico según las actividades permitidas, aprobado por la Autoridad.

En relación a las actividades permitidas, la **categoría I** es la más restrictiva, admitiendo únicamente las actividades de protección, turismo de bajo impacto, investigación y educación ambiental, para lo cual se deberá presentar un plan de conservación. La **categoría II**, admite las actividades de la categoría I mediante un plan de conservación, a la vez que permite el aprovechamiento forestal sostenible, silvopastoril y turístico mediante un plan de manejo. Si bien la **categoría III** admite las actividades de las categorías de mayor nivel, mediante los planes mencionados, se podrá realizar desmonte parcial o total, siempre y cuando la Autoridad apruebe un plan de cambio de uso de suelo.

Se destaca especialmente que el artículo 12° de la Ley genera un marco de excepción en las categorías de conservación I y II, en las cuales se podrá autorizar la realización de obras públicas, de interés público o de infraestructura, mediante acto debidamente fundado por la Autoridad de Aplicación, previo procedimiento de EIA y de audiencia pública.

De esta forma, tanto las autorizaciones de cambio de uso de suelo como de cualquier actividad que se considere de potencial afectación significativa para los bosques nativos requerirá de un procedimiento de EIA bajo determinados lineamientos definidos por la Ley. Entre ellos, se destaca la exigencia en la presentación de un estudio de impacto ambiental con propuestas para prevenir y mitigar los impactos ambientales adversos, incluyendo acciones de restauración ambiental y mecanismos de compensación. Así también, un análisis de alternativas de localización, tecnología y operación, herramienta clave para implementar la jerarquía de mitigación.

En relación a los humedales, la Provincia cuenta con la figura de sitios RAMSAR, bajo la **Ley N° 23.919** que aprueba la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, firmada en Ramsar.

En el marco de la gestión de estos ecosistemas, se destaca el **Programa Provincial de Humedales,** creado bajo Resolución N° 25/2023, que impulsa el Inventario de Humedales de la Provincia como una herramienta de gestión y conocimiento de estos ecosistemas que son estructurantes de gran parte del paisaje de la Provincia y cuya gestión es clave para la planificación territorial y el uso sostenible.

El Inventario Provincial de Humedales constituye un proceso técnico científico enmarcado en la metodología propuesta para el Inventario Nacional de Humedales (INH) que utiliza un enfoque ecohidrogeomórfico y que, de acuerdo a la ecología del paisaje, plantea 4 niveles o escalas de trabajo: Nivel I de Regiones de Humedales; Nivel II de Sistemas de Paisaje de humedales; Nivel III de Unidades de Paisaje de humedales y Nivel IV de Unidades de Humedales.

La Provincia cuenta a la fecha con el Nivel II. donde se han reconocido 18 sistemas de paisaje de humedales y trabaja en completar el Nivel III para todo el territorio Provincial, incorporando los avances realizados en islas bonaerenses del Delta del Paraná y la cuenca Matanza Riachuelo.

Otras figuras de conservación que posee la Provincia son el de Paisaje Protegido de Interés Provincial y de Espacio Verde de Interés Provincial, definidos en la **Ley N°12.704.**

Asimismo, la Provincia también cuenta con áreas bajo la categoría de Reservas de Biosfera definidas bajo el Programa el Hombre y la Biosfera **(**Man and Biosphere**)** de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) y con Otras Medidas Efectivas de Conservación Basadas en Áreas (OMEC).

Las OMEC son áreas que no están dentro del marco de protección normativo pero que presentan reconocimiento científico y de las comunidades beneficiarias sobre los valores de la biodiversidad, las funciones ecológicas y los servicios ecosistémicos asociados, valores culturales, espirituales, socioeconómicos, entre otros. Estas áreas deben tener un nivel de gobernanza y gestión para su conservación a largo plazo. Algunas de estas áreas son las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) o Áreas Valiosas de Pastizal (AVP), también reconocidas por la Estrategia Nacional de Biodiversidad como Áreas Prioritarias para Protección Legal.

Es estratégica la incorporación de todas estas áreas a la planificación del uso del suelo y del ordenamiento ambiental del territorio. En este sentido, el **Decreto-Ley Nº 8912/77** considera entre sus objetivos fundamentales “asegurar la preservación y mejoramiento del medio ambiente”, incluyendo “la proscripción de acciones degradantes del ambiente y la corrección de los efectos de las ya producidas”, resultando estos aspectos de sumo interés a la hora de la complementariedad que las normas bonaerenses requieren para su aplicación.

1.4. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES

La Provincia de Buenos Aires se emplaza en 4 de las 18 ecorregiones que comprenden el país: la ecorregión Pampa, que constituye gran parte de su superficie, Delta e islas del Paraná en la región noreste, el Espinal hacia el sur, y una pequeña porción del extremo austral alcanzada por la ecorregión del Monte de Llanuras y Mesetas.

Gran parte de la Provincia se enmarca en la cuenca del Plata, con diversidad de ríos y arroyos exorreicos, amplias llanuras de pastizales y sistemas de humedales determinados por los pulsos del régimen hidrológico asociados a la variabilidad climática y geomorfológica del paisaje. Así, la Provincia encuentra una diversidad de ecosistemas determinados por costas fluviales y marítimas, como bosques, pastizales, selvas ribereñas, dunas y deltas, que incluye sistemas serranos con valiosos endemismos restringidos.

Además, su extensa costa marítima configura diversos ambientes de importancia para la fauna acuática y la avifauna, especialmente de especies migratorias.

El 75% de la superficie bonaerense está representada por la ecorregión **Pampa**, una de las áreas más grandes de pastizales templados, siendo el más importante ecosistema de praderas de la Argentina (Morello *et al.*, 2012). En esta región predominan diversos sistemas de planicies, solamente interrumpidos por las sierras de Tandilia y Ventania, que alcanzan los 1200 msnm y cuya abundancia de endemismos, ha sido la base para la propuesta de creación de una nueva Provincia biogeográfica.[3]

Bajo un clima templado húmedo, prevalece la comunidad de gramíneas (Morello *et al.*, 2012) que convive con bosques ribereños presentes en las zonas costeras de ríos y arroyos. En estos ambientes se expresan selvas en galería o matorrales ribereños y bosques espinosos como los talares de las barrancas de los ríos y los albardones costeros marinos. La fauna pampeana es abundante en aves, con una riqueza aproximada de 300 especies (Morello *et al*, 2012) lo que representa poco más del 25% de la avifauna del territorio nacional.

Desde la colonia, los pastizales naturales pampeanos han sufrido una gran retracción por las actividades ganaderas y agrícolas. En las últimas décadas, esta transformación se intensificó mediante la aplicación de tecnologías de modificación genética y siembra directa de monocultivos, que desplazó la producción ganadera (Morello *et al.*, 2012). Las transformaciones de los ecosistemas naturales por sistemas agropecuarios y urbanos han dejado a los pastizales naturales en condición de extrema vulnerabilidad, con diversas especies de fauna en situación de amenaza o peligro de extinción.

Los pastizales tienen un enorme potencial para mitigar el cambio climático al absorber y almacenar carbono, conformando un sumidero que podría superar al que ofrecen los bosques, si se gestiona adecuadamente. A su vez, el carbono retenido en los pastizales mejora la capacidad de retención del agua del suelo y con ello su capacidad para resistir las sequías (FAO, 2009). La mejora de las prácticas de gestión para restaurar la materia orgánica en los suelos de los pastizales, reducir la erosión y disminuir las pérdidas derivadas de la quema y el sobrepastoreo es uno de los grandes desafíos para la conservación y uso sostenible de los pastizales (FAO, 2009).

[3] En 2022 se publicó un artículo en el Biological Journal of the Linnean Society que propone la creación de una nueva Provincia biogeográfica en los pastizales serranos y roquedales del sistema de Ventania, en alturas mayores a los 300-400 metros sobre el nivel del mar.

Una de las ecorregiones paradigmáticas en términos de biodiversidad es el **Delta del Paraná**, sobre el cual la Provincia ocupa el sector austral correspondiente al tramo inferior del Río Paraná y la formación de su delta en la desembocadura del Río de la Plata. Esta ecorregión, de clima templado y húmedo, está definida por sistemas de paisajes de humedales (Kandus *et al.*, 2019), donde los suelos y las comunidades vegetales están sometidas y adaptadas a una variada dinámica de pulsos hidrológicos. Se encuentran diversas comunidades boscosas, compuestas por bosques fluviales, alisales, sauzales, ceibales, espinillares y bosques de albardón que alternan con pastizales, juncales, pajonales de cortadera, camalotales y otros ambientes que se presentan según los patrones de saturación del suelo (Morello *et al.,* 2012).

La diversidad de especies a nivel local y regional es muy alta debido a la variedad de tipos de hábitats (Morello *et al*, 2012) que se expresa en variedades de especies anfibios, reptiles, aves acuáticas e ictiofauna.

Uno de los usos más importantes es el de transporte fluvial. El Río Paraná junto al Río Paraguay conforman la vía navegable troncal (VNT), principal ruta para el comercio exterior de la Argentina. Por ella transitan el 80% del volumen de exportaciones del país, el 90% de la exportación de productos agroindustriales, el 90% del transporte de contenedores y el 100% de la industria automotriz[4]. Estas actividades aumentan los riesgos de contaminación y los procesos de erosión de márgenes, así como la introducción de especies exóticas invasoras.

El Delta del Paraná brinda importantes servicios ecosistémicos y beneficios económicos para las comunidades locales, a través de la pesca, la ganadería, la producción forestal y el turismo. En la actualidad, una de sus principales amenazas es el desarrollo inmobiliario para sectores de altos ingresos, así como prácticas *pampeanas* de desarrollo agrícola-ganadero que involucran el uso de fuego para el manejo de las pasturas, acciones que han provocado extensos incendios en la última década agravados por eventos extremos de sequía y el cambio climático.

En el sur de la Provincia se expresa la ecorregión del **Espinal**, que presenta gran variabilidad altitudinal, climática y fisonómica, y es descrita por muchos autores como un gran ecotono (Morello *et al*, 2012). El clima es templado y seco hacia el sur, donde existen marcados déficits hídricos, fenómeno que no condiciona la presencia de una gran heterogeneidad de estructura, composición de suelos y comunidades vegetales, donde se destacan bosques bajos y xerófilos, siendo el caldén (*Neltuma caldenia*) (Cabrera, 1976) la especie predominante de los ambientes presentes en la Provincia de Buenos Aires. Su condición de transición, propicia la presencia de especies de fauna de las ecorregiones lindantes y de distribución restringida a la franja de caldén.

La ecorregión del Espinal ha sido impactada por grandes extensiones de desmonte, la introducción de especies exóticas y la expansión de la actividad agrícola. Por ello en la región se verifica una alta tasa de reemplazo de los ecosistemas naturales, donde los bosques de caldén se encuentran afectados por un proceso de fragmentación (Cuarto Informe Nacional, 2010).

Varias especies exóticas ivasoras de flora y fauna se han normalizado en el paisaje de toda la ecorregión. Los ecosistemas naturales de esta ecorregión también se ven afectados por el uso de los recursos forestales para la obtención de leña y carbón. En las últimas décadas, se han intensificado los procesos de erosión y degradación de suelos, presentándose como una amenaza que se profundiza con el escenario de cambio climático. Esta ecorregión necesita un mayor desarrollo de su sistema de áreas protegidas y en particular proteger el máximo posible los bosques naturales remanentes.

[4] https://www.argentina.gob.ar/transporte/administracion-general-puertos-se/via-navegable-troncal/la-via-navegable-troncal-en-argentina/trafico

Formaciones boscosas

La Provincia de Buenos Aires reúne alrededor de 970 mil hectáreas de bosques nativos, pertenecientes a distintas formaciones clasificadas como: caldenal y monte; talares de barranca; talares del este; delta y bosques ribereños. El desconocimiento generalizado sobre estos ecosistemas y sus servicios ecosistémicos, tanto de la población como de los tomadores de decisiones, es uno de los principales obstáculos y desafíos para implementar una política ambiental en vistas de lograr su conservación.
La expansión histórica de las fronteras agropecuaria, minera y urbana sobre estos ecosistemas ha permitido que todas las formaciones, a excepción del caldenal y monte, tengan **actualmente un carácter relictual y fragmentado**, aspecto que requiere una especial atención para el manejo y conservación y que plantea limitaciones a la hora de implementar compensaciones por pérdida de biodiversidad.

A continuación, se describen brevemente las formaciones tomando como referencia el Plan Estratégico de los Bosques Nativos de la provincia de Buenos Aires (Resolución N° 299/2022).

- ***Talares de barranca***

Establecidos en el norte de la Provincia de Buenos Aires y con una superficie de aproximadamente 3600 hectáreas, actualmente se extienden sobre barrancas (o acantilados inactivos) en franjas intermitentes que generalmente no superan los 50 m de ancho, lo que los vuelve especialmente vulnerables. Esta distribución restringida ha sido consecuencia del avance histórico de la frontera agropecuaria en la terraza alta de las barrancas, superficie en la cual existen antecedentes de su antigua distribución. Numerosas formaciones de porte arbóreo componen estos bosques, los cuales tienen asociado una amplia diversidad de especies de anfibios, reptiles y más de 200 especies de aves. Al desarrollo agrícola ganadero se suma la actividad industrial, los puertos y las actividades extractivas de tosca como sus principales amenazas.

- ***Talares del este***

Se localizan al este de la Provincia de Buenos Aires, entre Magdalena y el norte de Mar del Plata, donde se disponen sobre cordones de conchilla paralelos a la costa, sustrato que les da características únicas e irremplazables. Entre las fajas de talar se disponen lagunas y bajos o intercordones de pastizales asociados a estos ambientes. Con respecto a la flora, se pueden observar importantes asociaciones de tala (*Celtis Ehrenbergiana*) y coronillo (*Scutia buxifolia*). Existe una gran diversidad de fauna asociada a estos ambientes, especialmente aves y mariposas. Se destaca que la Bahía Samborombón alberga a una de las dos subpoblaciones existentes del venado de las pampas (*Ozotoceros bezoarticusceler*), catalogada en peligro crítico (SAREM, 2019). Los talares se encuentran en un proceso de degradación, siendo la estructura actual el resultado de modificaciones por actividades de ganadería extensiva, extracción de material calcáreo y de leña sin manejo.

- ***Caldenal y Monte***

Estas formaciones boscosas se distribuyen en el sudoeste de Buenos Aires. Se caracteriza por la abundancia de caldén (*Prosopis caldenia*), que forma bosques xerófilos más o menos densos con una diversidad de árboles asociados. El estrato graminoso-herbáceo es muy diverso, con coberturas que pueden llegar al 90% y hasta 1 m de altura. La fauna autóctona que habita en estas formaciones es diversa y se puede encontrar mamíferos como puma (*Puma concolor*), gato montés (*Leopardus Geoffroyi*), zorro gris o pampa (*Lycalopex Gymnocercus*), guanaco (*Lama guanicoe*), entre otros. También la presencia de aves residentes o visitantes con algún grado de amenaza como el casi amenazado ñandú (*Rhea americana*) hasta aquellos en peligro crítico como el cauquén colorado (*Chloephaga Picta*) o cardenal amarillo (*Gubernatrix cristata*). Entre las amenazas para estas formaciones boscosas se encuentran los incendios y las prácticas ganaderas no sostenibles.

- ***Bosque ribereño***

Estas formaciones son propias del sector de las costas fluvio- estuariales del Río de La Plata. Constituyen un relicto de la selva marginal y de los pajonales ribereños característicos de la cuenca del Plata. En este ambiente se pueden diferenciar dos comunidades vegetales principales: un primer albardón arenoso dominado por sauces criollos (*Salix humboldtiana*), y un sector más deprimido e inundable cubierto por pajonales de cortadera (*Androtrichum giganteum*) donde también crecen ceibos (*Erythrina crista-galli*) como islas de vegetación. Estos bosques son hábitat de una diversidad de especies de fauna, entre ellas, mariposas, reptiles y especialmente aves (se han relevado más de 300 especies en la Reserva Natural de Punta Lara) (Roesler & Agostini, 2012). Cumplen un rol fundamental en la protección de la planicie costera frente a las inundaciones provocadas por lluvias y sudestadas. Una de sus principales amenazas es la invasión de especies exóticas, favorecida por la expansión urbana, industrial y portuaria.

- ***Delta Paranaense***

Estas formaciones son propias de la formación del delta, están asociadas a sistemas de paisajes de humedales de agua dulce en donde se conforman las denominadas "islas" del Delta del Paraná. Presenta una notoria diversidad de animales acuáticos y anfibios, se han hallado más de 170 especies de peces y más de 200 especies de aves, entre las que se encuentra la pava de monte (*Penelope obscura*). Un importante número de mamíferos de la región también se encuentran íntimamente relacionados con el agua, como los frecuentes coipos (*Myocastor coypus)*, carpinchos *(Hydrochoerus hydrochaeris*), los escasos lobitos de río (*Lontra longicaudis*) y ciervos de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*) subpoblación categorizada En Peligro (SAREM, 2019). Actualmente, este ecosistema se encuentra profundamente alterado, con un importante reemplazo de las comunidades naturales por plantaciones de especies exóticas y urbanizaciones.

Humedales

Se estima que aproximadamente el 30% de la superficie de la Provincia está compuesto por una amplia diversidad de humedales que, según la disponibilidad de agua (hidroperiodo) y la morfología, pueden conformar grandes extensiones de paisajes de humedales o paisajes con humedales.

La planicie pampeana da lugar a al serpenteo de ríos y arroyos que conforman lagunas y áreas anegadas donde habita una diversidad de especies de flora y fauna propias de pastizales o formaciones boscosas anteriormente descritas. Hacia el oeste y sur de la Provincia de Buenos Aires, debido a las características de restricción hídrica se observan humedales de características salobres con presencia de vegetación halófita, adaptada a dichas condiciones.

El tramo inferior del río Paraná, el "Complejo Fluvio-Litoral" es una vasta región conformada por un mosaico de humedales (Kandus y Minotti, 2018) que integran a la planicie inundada durante las crecidas ordinarias y extraordinarias del río. La heterogeneidad de la región proporciona una enorme variedad de humedales de agua dulce, que brindan hábitats para una diversidad de especies (alrededor de 260 especies de aves, 27 especies anfibios, 200 especies de peces) y una gran cantidad de funciones ecológicas (regulación hídrica, bioquímica, secuestro de carbono, producción de forraje para ganado, especies de valor comercial, etc.) (Kandus et al., 2019).

Hacia el sur, el entramado de este mosaico de humedales se amalgama con otras estructuras de humedales hasta la bahía de Samboronbóm, asociados allí a la desembocadura del río Salado—Samborombón, región de importancia estratégica para la conservación de una diversidad de especies acuáticas, de la herpetofauna y avifauna

En la zonas marino-costeras se alternan humedales de agua dulce y salobre, el más conocido es el de la albúfera de Mar Chiquita. Se pueden encontrar humedales asociados a los cordones costeros que desempeñan un papel importante en la protección de las costas y la preservación de las reservas de

agua dulce. Por último, en la zona serrana, afloran manantiales o vertientes, que conforman piscinas naturales.

Si bien algunos humedales se encuentran bajo el paragua legal de un área protegida, la mayor parte no cuentan con ningún instrumento que velen por su protección. El avance de obras y proyectos de urbanización no planificados, las actividades industriales y mineras, prácticas agroganaderas no sostenibles y en gran medida el desconocimiento de los beneficios ambientales de esos ecosistemas por la población y tomadores de decisión, han puesto en riesgo la sostenibilidad de gran parte de los humedales de la Provincia.

Costa atlántica

La extensa superficie de costa atlántica correspondiente a la Provincia de Buenos Aires (de aproximadamente 1.000 km de extensión), los variados ambientes que la componen y la relevancia de hábitats críticos para la biodiversidad la convierten en una región clave para la biodiversidad.

El sistema de dunas costeras, el más extenso del litoral, presenta una variedad de ambientes con características únicas que la hacen propicia para la presencia de endemismos (Athor & Celsi Ed.,2016). También constituyen hábitats clave para una alta diversidad de especies de herpetofauna y avifauna, para este último grupo se destacan las especies de aves migratorias de importancia global.

El Atlántico Sudoccidental es una de las regiones oceánicas más productivas del planeta, y esto contribuye a que las costas argentinas contengan abundantes colonias de aves marinas y sus aguas sean utilizadas por un importante número de especies que migran para reaprovisionamiento e invernada (Athor & Celsi Ed.,2016).

Los extensos intermareales y sistemas estuariales mixohalinos caracterizan a la diversidad de ambientes de playa del litoral bonaerense, cuya región norte está influenciada por los aportes del Río de La Plata, propiciando hábitats con importante abundancia de fauna, como Punta Rasa, en el extremo sur de la Bahía Samborombón (Athor & Celsi Ed.,2016).

La migración de fauna a las costas bonaerenses es significativa para una diversidad de especies como el caso de las tortugas marinas, que provienen de diferentes zonas de reproducción como el Reino Unido, Surinam, Venezuela y Brasil, así como de la costa occidental africana.

Del inventario faunístico de los mamíferos marinos de nuestro país, han sido citados para la Provincia de Buenos Aires 8 especies de ballenas y 24 especies de delfines y otros cetáceos con dientes (Athor & Celsi Ed.,2016). Se destaca particularmente el delfín franciscana (*Pontoporia blainvillei*), uno de los más pequeños del mundo, endémico (Pedrana *et al.*, 2023) y el más amenazado de la costa atlántica de Sudamérica (Secchi *et al*., 2021), declarado Monumento Natural por la Provincia de Buenos Aires.

También hay que enfatizar que el mar territorial de la Provincia es usado por una diversidad de especies de fauna, entre las cuales 20 especies de condrictios (Díaz de Astarloa *et al*., 2018, Cuevas *et al*., 2023), 4 especies de aves y 3 especies de tortugas marinas (Pedrana *et al.*, 2023) tienen alguna categoría de amenaza, varias de ellas "en peligro" o "peligro crítico", tanto en listas rojas nacionales como internacionales.

Entre las principales amenazas para las especies marinas están las asociadas a las artes de pesca, los plásticos. microplásticos y los derrames de hidrocarburo. La costa atlántica es una región afectada por la presión del crecimiento urbano no ordenado, forestaciones con exóticas, construcciones duras sobre las costas y actividades turísticas no sostenibles.

1.5. IMPORTANCIA ESTRATÉGICA DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS COMPENSACIONES POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

La compensación por pérdida de biodiversidad (en adelante se podrá usar "compensación" o "compensaciones") es una herramienta emergente e innovadora que tiene como objetivo lograr una pérdida nula o incluso una ganancia adicional en los valores de la biodiversidad frente a los impactos residuales que surgen de proyectos de obras o actividades industriales.

Esta herramienta se implementa en el marco del procedimiento de evaluación de impacto ambiental, a través del cual debe demostrarse que el proyecto de obra o actividad cumple con las normas ambientales vigentes y se responsabiliza de los impactos ambientales negativos mediante la implementación de medidas de mitigación y compensación.

Las compensaciones por pérdida de biodiversidad nacen con el propósito de evaluar y valorar con mayor precisión la pérdida de biodiversidad e implementar medidas más efectivas en el marco de la mitigación, para mejorar el desempeño ambiental de los proyectos de obras e industrias.

De acuerdo al último informe de la UNEP (2018), sobre una revisión global de la legislación en materia de evaluación ambiental, la incorporación de la jerarquía de mitigación y en particular la consideración de las compensaciones, está entre las principales tendencias normativas (SAyDS, 2019).

El instrumento se viene adoptando en diversos países del mundo y de América Latina, a través de legislación nacional vinculada a los procedimientos de evaluación de impacto ambiental. Una de las experiencias emblema en la región es la desarrollada hace más de 10 años en Colombia, seguida por Chile, Bolivia y Perú que también han establecido sus metodologías para implementar la herramienta (CEPAL, 2019). Asimismo, países como, Brasil y México cuentan con marcos normativos de compensaciones para el licenciamiento ambiental de obras y actividades o cambio de uso de suelo.

La herramienta se enmarca en las contribuciones a los compromisos asumidos en el Convenio de Diversidad Biológica. De esta forma, el Marco Mundial Kunming-Montreal, resultado de la Conferencia de Biodiversidad de la Organización de las Naciones Unidas de diciembre de 2022, incorpora en su meta 19 las compensaciones de la pérdida de diversidad biológica como instrumento que permite aumentar el nivel de recursos financieros a fin de ejecutar las estrategias y planes de acción nacionales en torno a la diversidad biológica.

En este sentido, se destaca que la herramienta está incluida en la contribución al cumplimiento de los objetivos del Plan de Acción de la Estrategia Nacional de Biodiversidad[5], que considera en su Eje 1 "*Instrumentar el diseño y aplicación de mecanismos innovadores de recaudación de fondos, como (...) la compensación por biodiversidad*", en el marco del fortalecimiento del Sistema Federal de Áreas Protegidas.

Las compensaciones por pérdida de biodiversidad exigen una serie de principios, entre los cuales la **jerarquía de mitigación** es la pieza clave para su instrumentación. Este principio establece una secuencia de pasos a implementar de forma jerarquizada, desde las etapas tempranas del ciclo de vida del proyecto, con la finalidad de evitar, minimizar, restablecer o recuperar y, en última instancia, compensar los impactos negativos significativos residuales.

[5] Ampliada su vigencia por Resolución MAyDS N° 356/2022.

El primer escalón de prevención para evitar impactos negativos significativos está focalizado en la ubicación y en el diseño de los proyectos, a los fines que puedan evitar aquellas áreas o componentes críticos y/o priorizados para la conservación.

Posteriormente, el proceso indica la implementación de medidas para minimizar y corregir o restablecer las condiciones y componentes afectados. Las medidas de minimización están diseñadas para mantener estos atributos dentro de los umbrales de resiliencia, es decir, que los impactos no tengan efectos significativos. En este marco, pueden ser efectivas las acciones correctivas o de restablecimiento de los atributos afectados, siempre y cuando se puedan recuperar en el corto plazo o que su perturbación no los lleve a procesos de deterioro irreversible o extinción local.

Aunque las primeras dos etapas se hayan realizado exitosamente, existe la posibilidad de generar impactos significativos irreversibles o residuales, que requieren ser compensados a fin de resarcir o retribuir a la biodiversidad el daño generado y alcanzar la **pérdida nula de biodiversidad** y de preferencia una **adicionalidad** en las contribuciones a la biodiversidad.

Las compensaciones deben considerar la **equivalencia ecológica** de los valores de la biodiversidad afectados, la **localización** de preferencia en una misma escala al paisaje afectado (proximidad al sitio de impacto), la **sostenibilidad temporal** (proporcional a la duración de los impactos) y **espacial** (mecanismos jurídicos apropiados y control de amenazas), así como la **transparencia** y **participación** en su implementación, la cual debe contar con indicadores mensurables para monitorear los resultados.

Esta herramienta se puede llevar a cabo mediante una diversidad de acciones de conservación: la preservación de componentes amenazados, la restauración y/o rehabilitación de atributos ecosistémicos degradados y el uso sostenible de forma complementaria, a fin de lograr metas de sostenibilidad en el marco global de pérdida de biodiversidad.

Las acciones de compensación se pueden vehiculizar a través de diversos mecanismos, como la creación de nuevas áreas protegidas y/o el fortalecimiento de las existentes, acuerdos con tenedores privados o con dominio colectivo, mediante arrendamiento o usufructo, pagos por servicios ecosistémicos, entre otros.

Estos mecanismos pueden motorizar mayores recursos y esfuerzos para alcanzar los objetivos de conservación establecidos en el marco normativo ambiental local y nacional, fortalecer el cumplimiento de metas establecidas en compromisos internacionales, generar impactos positivos en el territorio fortaleciendo la conectividad y resiliencia de los ecosistemas y el aprovechamiento de los bienes naturales de forma sostenible.

Asimismo, esta herramienta implementada bajo los lineamientos y metodología prevista en esta guía, puede promover una mayor confianza sobre las medidas de mitigación previstas por los proyectos de obras e industrias, siempre y cuando los beneficios de las compensaciones sean tangibles y puedan ser percibidos por las comunidades beneficiarias.

La herramienta permite la diversificación de estrategias en acciones e instrumentos jurídicos y financieros que permiten ampliar las oportunidades de movilización de fondos e inversión en la conservación de la biodiversidad, involucrando a una multiplicidad de actores del sector público, privado, académico y organizaciones de la sociedad civil.

En este sentido, cobra importancia el rol del Estado en la regulación y perspectiva estratégica que debe tener la herramienta para que efectivamente sume resultados cuantitativos y cualitativos en términos de conservación a escala local y regional, atendiendo los intereses de los múltiples actores interesados y potencialmente afectados.

Las compensaciones propician una articulación con diversos instrumentos de la política ambiental que buscan prevenir la pérdida de biodiversidad. Su implementación resulta de importancia estratégica para la integración de la sostenibilidad a la planificación territorial, dado que fortalece el vínculo entre

los instrumentos de la política ambiental previstos en las normas ambientales de índole nacional y local.

Se puede concluir que, a distintos niveles, la implementación de compensaciones por pérdida de biodiversidad permite:

- Mejorar la política de sostenibilidad de los proyectos aumentado la transparencia y confianza de las comunidades locales, inversores y otros grupos de interés.
- Generar mayores esfuerzos en la identificación de las influencias de los factores forzantes de cambios y degradación de la biodiversidad, así como en un diseño más eficiente de medidas de mitigación.
- Generar oportunidades de establecer prioridades y un carácter de agregación de las compensaciones que potencien las políticas de conservación en el territorio.
- Promover la transferencia de conocimiento científico e interdisciplinario a la gestión de la biodiversidad.
- Generar información sistematizada sobre la dinámica de la biodiversidad en el territorio que pueda retroalimentar la mejora continua en el marco de la gestión adaptativa de proyectos y políticas públicas.
- Ampliar los criterios a considerar en el marco de los instrumentos normativos y de zonificación.
- Promover la diversificación de mercados que movilicen fondos para la conservación de la biodiversidad.

La compensación por pérdida de biodiversidad se constituye por lo tanto en una herramienta que fortalece los instrumentos de la política ambiental y la gestión del territorio, colabora en los cumplimientos de los compromisos asumidos en materia de conservación de la biodiversidad y el cambio climático, y contribuye al modelo de desarrollo sostenible.

2. METODOLOGÍA PARA DEFINIR LA COMPENSACIÓN POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

2.1. PRINCIPIOS E INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA

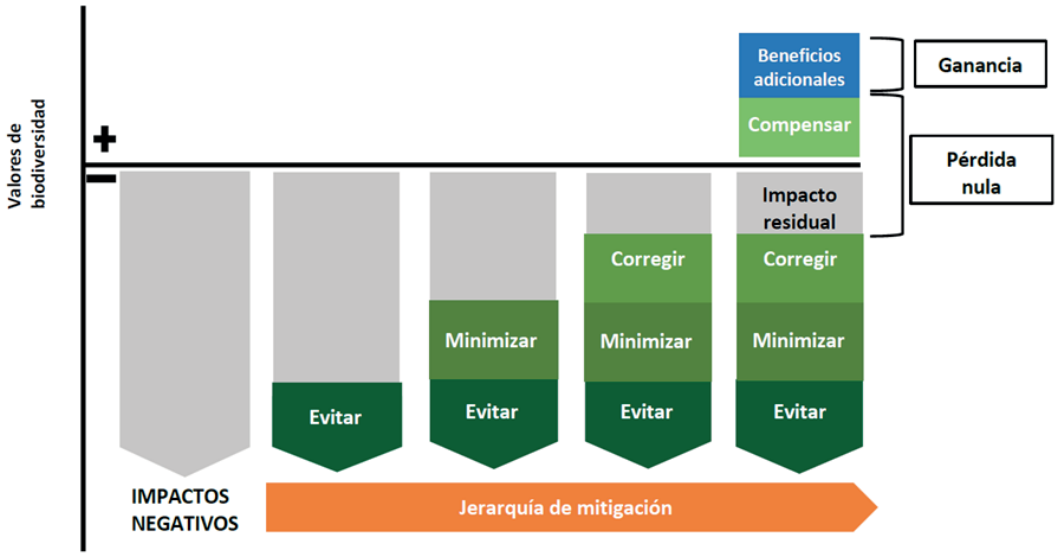
La compensación por pérdida de la biodiversidad es una herramienta que fortalece las medidas de mitigación de proyectos de obras y actividades en el marco del procedimiento **de evaluación de impacto ambiental**, con la finalidad de obtener una pérdida nula y de preferencia una adicionalidad de los componentes de la biodiversidad afectados.

Tiene como objetivo compensar los impactos negativos residuales que no pudieron ser evitados, minimizados y corregidos para restablecer los componentes afectados, en el marco de la jerarquía de mitigación.

Las CPPB están regidas por una serie de principios:

Jerarquía de mitigación: establece una secuencia de pasos, a implementar de forma concatenada y jerarquizada, que tienen como finalidad evitar, minimizar, restaurar y en última instancia compensar los impactos negativos significativos residuales. Para una adecuada implementación, este método se debe iniciar en las etapas tempranas de la planificación del diseño del proyecto (se definen lineamientos en el capítulo 2.2).

Figura 1. Modelo conceptual de jerarquía de mitigación aplicado a la biodiversidad. Fuente: adaptado de SAyDS, 2019.



Pérdida Nula: es el punto donde se balancean las pérdidas de biodiversidad generadas por las afectaciones o los impactos negativos de un proyecto, obra o actividad con las ganancias en biodiversidad a través de la implementación de las medidas de compensación, a partir de la línea base definida en los estudios de impacto ambiental (adaptado de MADS, 2018). *consiste en establecer un proceso de "contabilidad" sólido y transparente para demostrar cómo se equilibrarán las pérdidas y*

ganancias de biodiversidad para no producir ninguna pérdida neta o una GANANCIA NETA de biodiversidad

Adicionalidad: las medidas de compensación en biodiversidad deberán buscar proporcionar una nueva contribución a la conservación, adicional a lo que habría ocurrido sin la compensación (McKenney *et al*., 2015 citado en SAyDS, 2019).

Demostrar la efectiva pérdida nula y adicionalidad de una compensación exige un proceso continuo de monitoreo del sitio de compensación que se debe comparar con el escenario sin las medidas compensatorias. Para ello es necesario un diagnóstico preciso de línea de base del sitio de compensación con el desarrollo de metas e indicadores de medición adecuados.

Equivalencia ecológica: las medidas compensatorias suelen aplicarse en áreas con atributos ecológicos y funcionales análogos a los ecosistemas que serán impactados. (SAyDS, 2019). Las áreas a ser compensadas deben considerar la estructura, funcionalidad y diversidad de especies en relación al ecosistema (afectado) de referencia.

Límites a la compensación: este principio tiene en cuenta que muchos valores de la biodiversidad no serán compensables. Lo que supone que no todos los impactos residuales adversos podrán ser aceptados bajo una medida compensatoria y deberán ser evitados para la viabilidad ambiental del proyecto (SAyDS, 2019). Este principio se puede aplicar a especies (y sus hábitats) en una categoría de amenaza alta, endémicos con una distribución muy restringida a determinados hábitats, ecosistemas o ambientes relictuales, cuya restauración integral sea inviable o poca segura y altos grados de incertidumbre en relación a una compensación efectiva en relación a los principios antedichos.

Sostenibilidad: las medidas de compensación deberán estar diseñadas para ser sostenibles en el tiempo y sus resultados deberán ser medibles y ajustables en el proceso de gestión adaptativa. En este sentido cobran relevancia los mecanismos jurídicos y financieros que den sostén a las compensaciones, así como el control de riesgos y amenazas para garantizar su sostenibilidad.

Localización y alcance: con un enfoque de paisaje, de preferencia las compensaciones deben buscar implementarse en el mismo paisaje impactado por el proyecto, buscando resarcir los valores de la biodiversidad afectados, así como la integralidad ecosistémica de la que son parte. Asimismo, la localización quedará sujeta a otros criterios como las oportunidades de cumplimentar los principios de equivalencia ecológica, las herramientas para su sostenibilidad y la posibilidad de fortalecer la conservación en zonas priorizadas por la Autoridad. Es importante considerar también los intereses de las comunidades afectadas en relación a los beneficios de la compensación.

Participación: teniendo en cuenta el marco del Acuerdo de Escazú[6] que establece estándares para la participación en el marco de la toma de decisión en materia ambiental, es importante la participación de los actores interesados y potencialmente afectados, tanto en las áreas afectadas por el proyecto como por la compensación (BBOP, 2009). En este sentido, también se deberán considerar los conocimientos tradicionales que podrán fortalecer las propuestas de compensación.

Temporalidad: la duración de las compensaciones será proporcional a la duración de los impactos residuales que cause el proyecto. Deberán ser diseñadas e implementadas de forma anticipada o concurrente a los impactos, de forma a evitar pérdidas de forma previa a los beneficios.

[6] Su nombre completo es "Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe", celebrado en la ciudad de Escazú y aprobado en el país por Ley N° 27.566.

Transparencia: el diseño y la implementación de una compensación por pérdida de biodiversidad, así como la comunicación de sus resultados al público, deben realizarse de manera transparente y oportuna (BBOP, 2009). En este sentido cobra importancia tanto el rol del proponente como de la Autoridad en la generación, sistematización y publicación de la información.

METODOLOGÍA

La estrategia de compensación por pérdida de biodiversidad requiere generar una metodología que pueda dar respuesta a los interrogantes: *qué, cuánto*, *dónde* y *cómo* compensar.

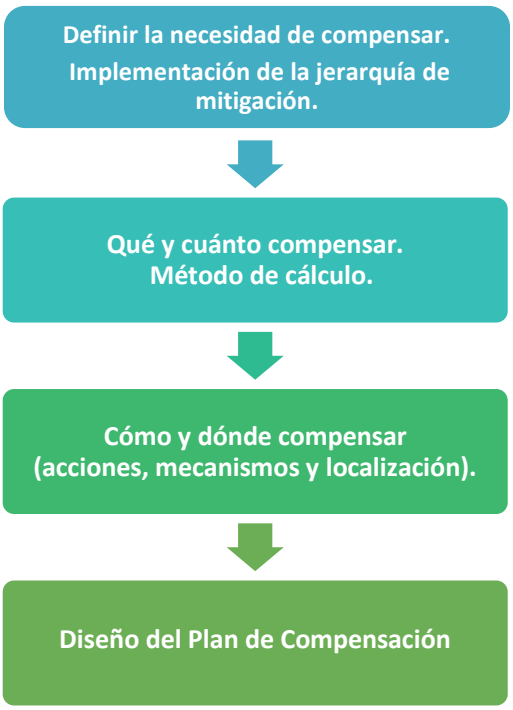
El primer interrogante corresponde a definir, caracterizar y valorar los componentes de la biodiversidad afectados necesarios para definir la equivalencia ecológica. En relación a "*Cuánto compensar*", se define una métrica para cuantificar las compensaciones con el fin de alcanzar la pérdida nula y de preferencia una adicionalidad en los componentes de la biodiversidad.

El "*cómo compensar*" se refiere a las acciones y mecanismos financieros para ejecutar las compensaciones de forma que sean viables y efectivas en sus objetivos y sostenibilidad.

Por último, la definición de "*dónde compensar*" debe considerar determinados criterios que se podrán ir ajustando a medida que el Estado brinde información y definiciones sobre áreas priorizadas para fortalecer la efectividad bajo una estrategia de conservación.

A continuación, se resumen los pasos a seguir en el diseño de un Plan de Compensación que luego se detallan en los siguientes capítulos.

Figura 2. Pasos a seguir para el diseño de un plan de compensación. Elaboración propia.



Jerarquía de mitigación. Necesidad de compensar

El capítulo 2.2 define lineamientos para implementar la jerarquía de mitigación desde etapas tempranas de diseño y planificación del proyecto. Es importante este paso para fundamentar la necesidad de compensar los impactos residuales, luego de haber agotado las instancias para evitar, minimizar o corregir los impactos negativos significativos sobre la biodiversidad.

Qué y cuánto compensar. Cálculo de la compensación

La metodología presentada por esta guía se basa en la cuantificación del área estimada para los impactos residuales, teniendo en cuenta la valoración de la importancia ecológica a escala de paisaje y su condición sitio-específica en relación a los atributos del ambiente/ecosistema impactado. Estas valoraciones a diferente escala se complementan en una sumatoria y representan un **factor multiplicador** de compensación que cumple la función de garantizar la pérdida nula y de preferencia una adicionalidad en los atributos de la biodiversidad.
Es importante destacar que un enfoque exhaustivo de valoración de cada uno de los niveles que forman parte de la biodiversidad (genético, especies, ecosistemas) sería muy complejo de abordar para definir una compensación equivalente y efectiva, teniendo en cuenta, además, sus interrelaciones que le dan sostén, integridad y cohesión.

En este sentido, los multiplicadores para aumentar el área de una compensación tienen la función de minimizar los riesgos e incertidumbres sobre la efectividad de la herramienta y ayudar a garantizar los objetivos de conservación a largo plazo de la política ambiental. Asimismo, toma en cuenta la pérdida temporal de la biodiversidad en cuanto al desfase entre el impacto residual y los resultados de los objetivos de la compensación (BBOP, 2009).

Para calcular la cuantificación de las compensaciones se ha determinado la siguiente fórmula:

$$Ac = Ai * (Fie + C)$$

Dónde:

Ac: área a compensar
Ai: área de influencia de los impactos residuales
Fie: factor de importancia ecológica (mapa)
C: Condición del sitio a impactar

El primer paso para realizar el cálculo de la compensación, se deberá definir el **área de influencia de los impactos residuales** (el capítulo 2.3 presenta criterios orientadores para cada tipo de impacto).

Luego se debe localizar el Ai en el mapa de importancia ecológica. El capítulo 2.4 detalla los componentes de la métrica para la construcción del mapa del **factor de importancia ecológica (Fie)** (Anexo I). Si el Ai alcanza diferentes valores de Fie, se usará el valor que ocupe la mayor superficie.

Este valor se debe sumar a la **condición de sitio (C)** de impacto residual. Esta condición se calcula por tipo de ecosistema, para lo cual en el capítulo 2.5 se definen los parámetros e indicadores para efectuar dicho cálculo según el ecosistema afectado.

Es importante destacar que el cálculo y la asignación de la compensación se realiza por tipo de ecosistema impactado, respetando la equivalencia ecológica de cada uno, para lo cual el diagnóstico realizado para el cálculo de C servirá también para definir la equivalencia de los atributos que deberán ser compensados.

En el caso que el Ai afecte diversos ecosistemas, a cada valor de C obtenido se le deberá sumar el valor de Fie obtenido en el mapa. El valor total del factor de compensación será el multiplicador del Ai por ecosistema impactado que dará como resultado el área total a compensar.

En el siguiente cuadro se brinda el ejemplo de un proyecto cuya Ai es de 15 ha, de las cuales impacta 10 ha de un ecosistema terrestre y 5 ha de un humedal. La compensación quedará definida de la siguiente forma:

Ai por ecosistema	C	Fie	Factor total	Total a compensar por ecosistema
5 ha humedal	3.3	2.5	**5.8**	29 ha
10 ha terrestre	1.7	2.5	**4.2**	42 ha

Existen algunos tipos de ecosistemas o ambientes que por su marco legal o condición crítica quedan exceptuados de realizar el cálculo y se les aplica el factor máximo de compensación, estas particularidades están detalladas en el capítulo 2.6.

Cómo y dónde compensar

Luego de obtener el cálculo del área a compensar por ecosistema, seguirá la planificación del Plan de compensación para llevar a cabo su implementación. El capítulo 2.7 establece el marco de **acciones y mecanismos** que se podrán utilizar según 3 niveles de decisión, basados en el resultado del valor total de compensación.

El capítulo 2.8 orienta sobre los criterios a tener en cuenta a la hora de buscar **localizar** las acciones de compensación en el territorio. Por último, en el capítulo 3, se establece la estructura general y los contenidos para la presentación del Plan de Compensación.

2.2. APLICACIÓN DE LA JERARQUÍA DE MITIGACIÓN

La jerarquía de mitigación es un modelo conceptual de planificación temprana de la mitigación de impactos que atraviesa todas las etapas de un proyecto, desde su diseño y planificación hasta su ejecución y cierre.

Como se definió en el capítulo anterior, este modelo jerarquiza la implementación de medidas de mitigación en las diferentes etapas del camino crítico de un proyecto, con la finalidad de evitar, minimizar, restablecer o recuperar componentes afectados y, en última instancia, compensar los impactos negativos residuales, con la finalidad de lograr una pérdida nula en la biodiversidad (SAyDS, 2019).

Las medidas de evitación son aquellas medidas que evitan por completo la afectación sobre los componentes o valores de la biodiversidad. Estas medidas se pueden alcanzar mediante la selección del sitio, del diseño o tecnologías que eviten afectar componentes de la biodiversidad. Es importante implementar estas medidas en factores clave como áreas protegidas o con alguna categoría de conservación o hábitats críticos para especies amenazadas o endémicas de distribución restringida.

Las medidas de minimización son aquellas que reducen los impactos a niveles no significativos. Es decir, que no sobrepasen los umbrales de adaptación o recuperación de los ecosistemas o valores de la biodiversidad o que pongan en riesgo su supervivencia. Estas medidas por lo general acompañan el diseño o la tecnología del proyecto, como ser el tratamiento de efluentes o emisiones, el manejo de residuos, ruido o iluminación, el mantenimiento de regímenes hidrológicos o de caudales ecológicos, la construcción de infraestructura amigable con la fauna o el paisaje, el uso eficiente de recursos e infraestructura adaptada al cambio climático, entre otras.

Las medidas de recuperación o corrección son aquellas que mediante acciones de restauración o rehabilitación se restablecen los valores de la biodiversidad impactados a los niveles previos o aún mejores a los de la línea de base. Por lo general, son los concernientes a las fases de cierre de obras o actividades temporales. Estas medidas pueden ser, por ejemplo, la restauración de la vegetación y suelo luego del desmantelamiento de un obrador o camino temporario.

Por último, para aquellos impactos residuales que se sostienen en el tiempo, o que independientemente de su temporalidad generan pérdida de biodiversidad de forma irreversible, se implementarán medidas compensatorias según los principios y metodología desarrollada en esta guía.

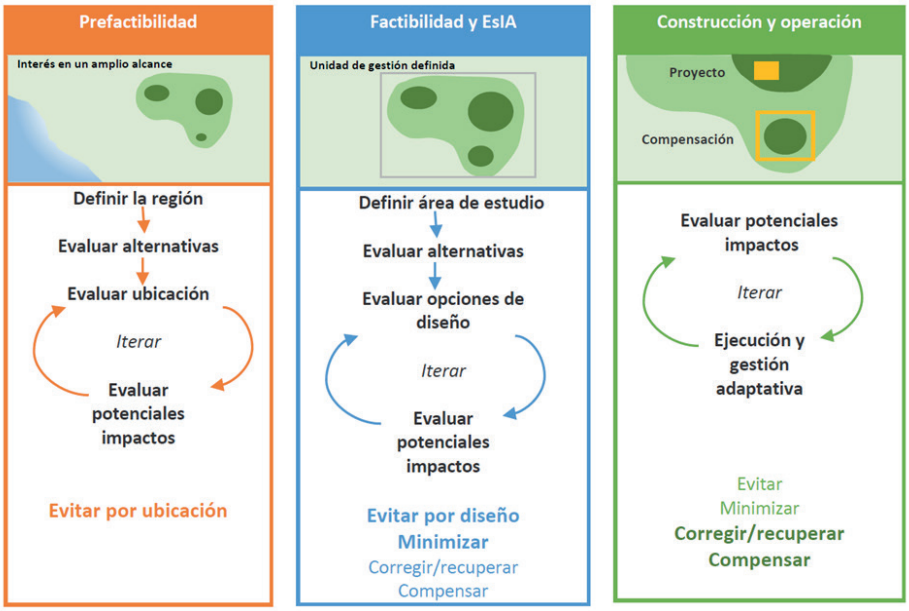
La jerarquía de mitigación en el ciclo del proyecto

En el desarrollo de un proyecto, evitar y minimizar impactos negativos constituyen los primeros criterios a aplicar en este marco conceptual (SAyDS, 2019) y son oportunos en las fases tempranas de diseño y planificación, llamada etapa de prefactibilidad.

En una etapa más avanzada de desarrollo y profundizando en la línea de base, se establecerán las medidas para minimizar, restablecer o recuperar los valores afectados y compensar en caso de que subsistan impactos residuales negativos. Las oportunidades para evitar impactos se diluyen a medida que se define la ubicación, diseño, infraestructura y tecnología del proyecto.

Esta propuesta conceptual, que, si bien se plantea en teoría de forma lineal, se nutre internamente de procesos iterativos de análisis. En la figura 3 se esquematiza lo antedicho.

Figura 3. Modelo conceptual de implementación de la jerarquía de mitigación en 3 etapas del ciclo de proyecto Fuente: adaptado de CSBI (2015).

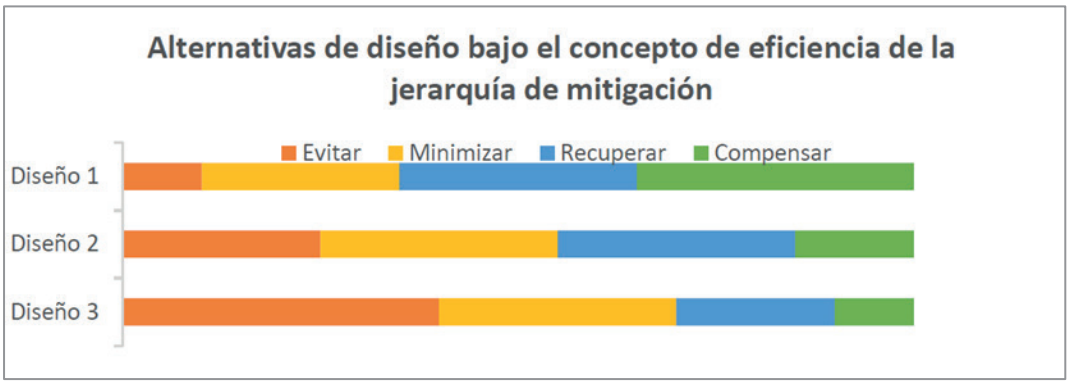


La importancia de incorporar los criterios ambientales críticos o clave durante las fases tempranas del diseño radica no solamente en las mayores oportunidades de cumplimentar la normativa vigente y los estándares ambientales, sino también en planificar una eficiente gestión de costos.

En términos costo-efectivos, las medidas para evitar impactos son las que presentan resultados más eficaces y, de forma general, las menos costosas. De igual manera, las medidas de minimización son más eficaces a la hora de integrarlas a una planificación temprana del proyecto. La restauración o rehabilitación y las compensaciones de ambientes o ecosistemas dañados tienen mayores costos e incertidumbres de éxito, por lo que deben ser la última prioridad al definir la estrategia de mitigación.

Una adecuada implementación de la jerarquía de mitigación confiere un aumento de la probabilidad de éxito de mitigación, una eficiente asignación de recursos y el incremento de la certidumbre sobre los costos.

Figura 4. El diseño 3 plantea una asignación más eficiente de los recursos respecto a la probabilidad de éxito de los resultados y en términos de costos, en relación con los diseños 1 y 2. Fuente: adaptado de CSBI, 2015.



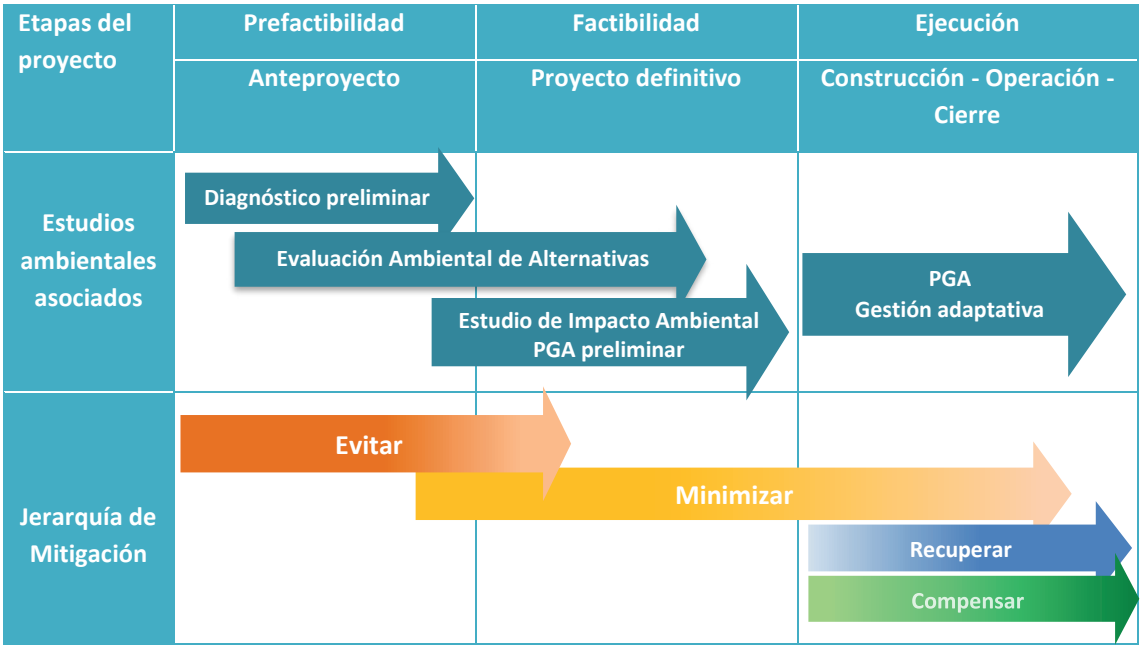
Por ello, la etapa de diseño del proyecto deberá sopesar la necesidad de compensar potenciales impactos residuales y comparar dichos costos con otras alternativas de mitigación. Estas alternativas se podrán analizar tanto en términos de ubicación como en innovación de diseño de técnicas constructivas y desarrollo tecnológico para la prevención de impactos ambientales.

Herramientas para aplicar la jerarquía de mitigación

Una de las herramientas clave de los procesos de evaluación de impacto ambiental es la evaluación ambiental de alternativas (EAA) que tiene por objeto incorporar criterios ambientales para evaluar y comparar diferentes alternativas bajo las cuales sea factible desarrollar un proyecto de obra o actividad, considerando la optimización del uso de recursos y la minimización de riesgos e impactos negativos en el ambiente, con base en la ubicación, diseño y/o tecnología propuesta (ANLA, s.f.).

Generalmente, durante la etapa prefactibilidad se define la implantación del proyecto y la EAA podrá considerar diferentes alternativas de localización, diseño o tecnologías que mejor se ajusten al modelo de eficiencia de la jerarquía de mitigación. Este análisis deberá incluir un diagnóstico ambiental preliminar de las áreas hipotéticas que serán afectadas, para lo cual se tomarán en cuenta los potenciales impactos significativos de la obra o actividad. La evaluación proseguirá en la etapa de factibilidad, en la cual la incorporación de información de línea de base retroalimentará mecanismos de análisis y ajustes hasta obtener el proyecto definitivo (figura 5).

Figura 5. Esquema de la vinculación de un ciclo de proyecto estándar con las herramientas de la evaluación ambiental y la jerarquía de mitigación. Fuente: elaboración propia.



Existen diferentes metodologías para la toma de decisiones que se utilizan en una EAA, entre ellas, los **métodos multicriterio** que son herramientas de apoyo a la toma de decisiones donde se requiere la opinión de actores clave y/o expertos en el tema específico para dar una visión integral, decidir alternativas, entre otros (SAyDS, 2019). Se encuentran diferentes métodos multicriterio en la bibliografía especializada, por lo cual el proponente elegirá aquel que mejor se ajuste a las necesidades del proyecto. La elección deberá estar debidamente fundamentada.

Para desarrollar este análisis en la etapa de prefactibilidad, todas las alternativas deberán ser factibles, aunque no sean proyectos integralmente terminados y no se tenga un detalle de todos sus componentes.

Se deberá considerar tanto los impactos significativos de la obra o actividad, así como los componentes de mayor sensibilidad en el medio receptor.

Asimismo, en esta etapa es adecuado iniciar la participación pública temprana, relevando los intereses e inquietudes de actores clave, tanto potencialmente afectados como interesados (SAyDS, 2019).

La EAA incluye la selección y ponderación de **criterios ambientales** (físicos, bióticos, socioeconómicos) según su sensibilidad y grado de afectación, y según las restricciones y condicionantes que el medio signifique para el proyecto (SAyDS, 2019). Los criterios ambientales deben estar fundamentados y su selección estará sujeta a la representatividad en relación con los valores del área a afectar, de preferencia medibles y basados en atributos regulados por el marco normativo local, nacional y los tratados internacionales, a los cuales el país suscribe en materia ambiental.

La EAA podrá incorporar una estimación preliminar del **área a compensar** según la localización y alcance de los impactos residuales. Para ello, cuenta con el mapa de importancia ecológica para la provincia de Buenos Aires (anexo I) en el cual el proponente podrá obtener el valor del factor de importancia ecológica. Este valor se completará con el valor de condición del sitio específico de impacto (capítulo 2.5) y dará como resultado el factor de compensación total. De esta forma, el área a compensar podrá ser un criterio a considerar para comparar cada alternativa.

Para el análisis comparativo de alternativas se podrán utilizar **matrices de decisión** que incluya la evaluación de cada alternativa en relación con cada criterio ponderado (tabla 1). Esta matriz permitirá evidenciar las afectaciones más significativas evitadas y aquellas que quedarán sujetas de forma preliminar a medidas de minimización, recuperación o corrección y/o compensación y que se detallarán en los apartados específicos de la evaluación de impactos, en el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA).

Este camino crítico, iniciado en etapas tempranas de prefactibilidad, permite evaluar la internalización más eficiente de la jerarquía de mitigación y, si corresponde, los costos de la compensación. Esta será la base para la selección y justificación de la alternativa seleccionada.

En el EsIA se deben incluir las conclusiones de la EAA en un cuadro comparativo o matriz resumen que contenga los aspectos evaluados y los factores o criterios ambientales considerados. La información puede complementarse con cartografía que dé cuenta de las variables analizadas, resultados de las metodologías de análisis, entre otros (SAyDS, 2019).

Tabla 1. Esquema de matriz de comparación de alternativas. Elaboración propia.

Criterios	Unidad de medida	Sensibilidad	Valor absoluto		Valor relativo		Ponderación	Valor ponderado	
			Alt. 1	Alt. 2	Alt. 1	Alt. 2		Alt. 1	Alt. 2
Medio físico									
Medio biótico									
Medio socioeconómico									
Otros: N° de impactos, factor de compensación, etc.									
Subtotales y totales									

En el análisis, los criterios medibles podrán serán relevados para cada alternativa y luego valorados mediante algún modelo de estandarización y ponderados para poder compararlos. La cantidad (n°) de impactos significativos de cada alternativa y el factor de compensación también se pueden incluir como criterios en esta matriz.
El análisis de alternativas podrá complementarse con métodos cualitativos como Delphi o método analítico jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés), así como métodos de valoración de impactos

significativos que afecten el beneficio captado por bienes o servicios ecosistémicos en el área de influencia, a través de un análisis de costo-beneficio.[7]

La información de la implementación efectiva de la jerarquía de mitigación podrá integrarse en una tabla que conjugue la **matriz de decisión de alternativas** y la **matriz mitigada de impactos ambientales** que se detalla en el próximo capítulo.

El uso de una matriz como la ejemplificada en la tabla 2, puede ayudar a sistematizar la información y comprobar la aplicación de la jerarquía de mitigación, reflejando el trabajo realizado en la priorización de las medidas para evitar, minimizar, recuperar y por último compensar impactos residuales sobre los valores de la biodiversidad.

Es importante que en el EsIA se exprese con claridad los componentes analizados, los criterios elegidos y las metodologías utilizadas, así como los resultados alcanzados y que las decisiones estén basadas en datos actualizados y fiables.

Tabla 2. Matriz modelo de aplicación de la jerarquía de mitigación. Fuente: adaptado de BBOP, 2009.

Evaluación de impactos & jerarquía de mitigación																
Componentes de la Biodiversidad	Valores intrínsecos de no uso						Valores culturales y de uso		Evaluación de impactos		Jerarquía de mitigación					
	Significativos			Irremplazables												
	Global	Nacional	Local	Endémicos	Localizado	General	Socioeconómicos	Culturales	Acción/actividad	Valoración de impactos (según matriz)	Evitados	Minimizados	Corregidos	Compensados	¿Límite a la compensación? Si/No	Justificación
Especies																
Hábitats																
Paisajes/ ecosistemas																

[7] Otros métodos de valoración de impactos pueden ser consultados en la "Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental" (SAyDS, 2019).

2.3. CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA IMPACTOS RESIDUALES

El presente capítulo tiene como objetivo establecer los criterios para la definición del área de influencia de los impactos residuales en el marco del cálculo de la compensación por pérdida de biodiversidad. A tales efectos, se considerarán los impactos sobre el medio biótico y físico asociado, así como las funciones ecológicas que le son inherentes.

Los impactos residuales sobre la biodiversidad son los impactos negativos significativos que no pudieron ser evitados, minimizados o a valores no significativos o cuyos componentes afectados no pueden ser recuperados mediante técnicas de restauración o rehabilitación.

En este sentido, comprenden aquellos impactos significativos de carácter permanente o que, independientemente de su temporalidad, puedan generar efectos irreversibles en los componentes de la biodiversidad. La irreversibilidad se definirá en función de la capacidad de recuperación del componente afectado, tanto de forma natural o a través de la intervención humana. Esta información deberá estar debidamente sustentada en fuentes fiables[8].

En líneas generales, y a modo de ejemplo, se pueden considerar impactos residuales aquellos asociados a la remoción permanente de la vegetación (desmonte) y/o suelo, alteración permanente del régimen hídrico, ocupación y emplazamientos de carácter estable, así como otros efectos negativos sobre la biodiversidad que no hayan sido mitigados a valores no significativos.

Los impactos residuales podrán proceder de la **fase de construcción** o la **fase operativa.** Es importante precisar que aquellos impactos obras o actividades de carácter temporal que cuenten con medidas correctoras para recomponer los componentes afectados y cuya duración no genere pérdida irreversible de los factores de la biodiversidad, podrán quedar exceptuados de la obligación de compensar. Por ejemplo, esto se podría tener en cuenta para cierres de obradores, caminos temporales u otras perturbaciones transitorias.

En este sentido, se destaca la importancia que los proyectos cuenten con planes de cierre con acciones de restauración o rehabilitación. En el caso de impactos residuales de mayor duración, como por ejemplo en la actividad minera, la implementación de un plan de cierre que demuestre resultados de recuperación de los valores de la biodiversidad impactados podrá dar por concluida la obligación de compensación.

Metodología para determinar el área de influencia de impactos residuales sobre la biodiversidad

Los impactos sobre la biodiversidad deberán ser adecuadamente identificados, caracterizados y valorados en el capítulo específico del estudio de impacto ambiental. En este sentido, se deberá presentar una matriz de impactos con la valoración respectiva a través de una metodología estandarizada y reconocida por la Autoridad.

Luego del diseño de las medidas de mitigación para cada impacto negativo identificado, caracterizado y valorado sobre la biodiversidad, se deberá valorar nuevamente la afectación teniendo en cuenta las medidas mitigadoras a implementar. De esa forma, se podrá definir

[8] El tiempo para lo cual se definirá la irreversibilidad puede variar en función del componente afectado y su capacidad de recuperación, por lo que será evaluado caso a caso por la Autoridad.

aquellos impactos que perduran con carácter significativo (que no se pueden evitar, minimizar o corregir adecuadamente conforme lo indica la jerarquía de mitigación).

Para ello, se sugiere la elaboración de una **tabla o matriz mitigada** que pondere los impactos antes y después del diseño de las medidas de mitigación (SAyDS, 2019). Estas medidas deberán estar adecuadamente descritas y se deberán basar en medidas estandarizadas o de comprobada eficacia para los valores de la biodiversidad locales. Asimismo, es importante definir la estrategia de mitigación establecida para cada impacto en el marco de la jerarquía de mitigación, con la finalidad de contabilizar los impactos evitados, minimizados, corregidos y compensados, y de esta forma evidenciar los esfuerzos priorizados para las primeras medidas. En la tabla 3, a modo de ejemplo, se presenta un esquema de matriz de valoración de algunos impactos sin medidas de manejo y con medidas que tengan como objetivo evitar, minimizar y/o corregir sus efectos en el ambiente.

Aquellos impactos que persisten como críticos o severos sobre el medio biótico y físico asociados, ya sea por su permanencia o la condición de irreversibilidad deberán ser compensados.

Estos impactos serán el insumo para construir el **área de influencia de impactos residuales**. Se destaca que estos impactos podrían ser considerados en todas las escalas de alcance del área de influencia definida según la Resolución OPDS N.º 431/19 y su cálculo dependerá de las medidas de evitación, mitigación y corrección establecidas.

Tabla 3. Esquema matriz mitigada que incluye la valoración de impactos ficticios antes y después de la implementación de las medidas de mitigación. Los impactos que persisten como críticos y severos deberán ser compensados. Fuente: adaptado de SAyDS, 2019.

Impactos no mitigados					**Impactos mitigados**			
Receptor	**Impacto**	**Escala territorial**	**Grado de impacto *sin* manejo**		**Medida de manejo**	**Grado de impacto *con* manejo**		**Estrategia usada según la jerarquía de mitigación**
Vegetación	Remoción permanente	AO	-95	Crítico	Sin medida	-95	Crítico	Compensación
Vegetación	Remoción temporal	AO	-66	Severo	Restauración a su condición inicial finalizada la etapa constructiva.	-8	Aceptable	Corrección/ Recuperación
Recurso hídrico	Contaminación por vuelco	AID	-28	Moderado	Tratamiento de vuelco	- 6	Compatible con normativa	Minimización
Fauna	Efecto borde y riesgo de atropellamiento	AO y AID	-54	Severo	Ecoductos y reductores de velocidad para especies objetivo	-15	Bajo	Minimización
Aire	Dispersión de contaminantes	AID	-64	Severo	Tratamiento de las emisiones (filtros)	-4	Compatible con normativa	Minimización
Humedal	Excavación y relleno en terraplén.	AID	-85	Crítico	Reducción de un 50% de la superficie de impacto	-69	Severo	Compensación

En este sentido, en los estudios de impacto ambiental deberá presentarse el área de influencia (directa e indirecta) determinada por las normas vigentes y el área de influencia de los impactos residuales para los proyectos que requieran compensación.

La presentación de ambas áreas deberá estar acompañada de su representación en un mapa a escala de 1:25000 que integre todas las modelaciones y proyecciones de los impactos sobre los receptores sensibles que serán potencialmente modificados o impactados por los usos y acciones del proyecto. La cartografía deberá incluir los elementos cartográficos básicos como título, fuente, fecha, referencias, coordenadas, puntos cardinales y escala; y utilizar de preferencia la simbología cartográfica estandarizada propuesta por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Criterios para la determinación del área de influencia de impactos residuales sobre los receptores de la biodiversidad según acciones generadoras de impactos

Para todos los proyectos de obra o industria, el área de influencia de los impactos residuales deberá tener en cuenta los siguientes espacios geográficos:

- Áreas de uso de las instalaciones u obras principales y complementarias (infraestructura, obrador, caminos internos, rellenos, etc.).
- Áreas de actividades permanentes. Aprovechamiento o extracción de recursos (captaciones, extracciones de vegetación, extracción de suelo, etc.).
- Áreas de alcance de impactos significativos (emisiones, efluentes, ruido, fragmentación, etc.).

Para todos los proyectos de obra o industria, la caracterización del medio receptor del área de influencia deberá tener especial atención en los ambientes representativos de ecosistemas amenazados de la provincia, cursos y cuerpos de agua, ambientes de humedal, hábitats de especies de flora y fauna amenazadas, áreas protegidas (de índole municipal, provincial y nacional) y su entorno inmediato, áreas de conservación como aquellos contemplados en las 3 categorías del OTBN (Ley N°14.888) y las áreas OMEC[9]. También se deberán evaluar impactos o amenazas existentes que se encuentren en el área de influencia y que pudieran provocar efectos acumulativos sobre el ambiente. Estos criterios deberán ser complementados con aquellos referidos en los orientadores de los Estudios de Impacto Ambiental (Resolución OPDS N° 431/19) y lo que determine la Autoridad.

En la tabla 4, se presentan criterios para el diseño del **área de influencia de impactos residuales** sobre la biodiversidad que persisten con grado significativo luego de implementar las medidas de evitación, minimización y/o corrección. En este sentido, se enfatiza sobre la importancia de realizar esfuerzos sobre las primeras medidas lo que permitirá ajustar el área de influencia de impactos residuales, pudiendo reducir la superficie a compensar.

Los criterios para el diseño del área de influencia de impactos residuales podrán ser adoptados en función de los impactos inherentes de cada proyecto. Asimismo, se aclara que este cuadro es orientativo y no exhaustivo, quedando a cargo de la Autoridad solicitar ampliación de información o ajustes metodológicos en función de las características específicas de cada proyecto.

[9] Otras Medidas Efectivas de Conservación Basadas en Áreas (OMEC). Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/areas-protegidas/otras-medidas-efectivas-de-conservacion-omec

Tabla 4. Criterios orientadores para el diseño del área de influencia de impactos residuales según acciones generadoras de impactos.

Acciones generadoras de impactos	Receptores de impactos	Alcance del área de influencia de impactos residuales (impactos que no se pudieron evitar, minimizar o corregir)
Movimiento, excavaciones y/o ocupación de suelo	Suelo	Espacio geográfico comprendido por la acción de ocupación, extracción y/o movimiento de suelo.
	Cuerpos de agua superficial y subterránea Humedales	Espacio geográfico comprendido por las alteraciones del drenaje superficial y subterráneo y la alteración del régimen hídrico del humedal o paisaje de humedales, según corresponda.
Desbroce/ desmonte (remoción de la vegetación)	Vegetación	Espacio geográfico comprendido por la acción de remoción permanente de la vegetación.
	Hábitat de especies de fauna	Espacio geográfico comprendido por la acción de remoción permanente de la vegetación y el impacto a los hábitats de fauna asociados.
Emisiones gaseosas	Aire Suelo, vegetación y cuerpos de agua	Espacio que comprenda la fuente de las emisiones (fuentes fijas o móviles según corresponda) más el comprendido por la dispersión de contaminantes emitidos. Método según Resolución N.º 559/19 Anexo III.
Vuelcos de efluentes a cuerpos de agua superficiales o subterráneos que cambian sus propiedades físicas y/o químicas	Agua superficial y subterránea	Espacio geográfico desde donde se generan los efluentes y el comprendido por la dispersión de los contaminantes descargados en la zona de mezcla.
	Suelo	Espacio geográfico comprendido por la dispersión y sedimentación de los contaminantes descargados en la zona de mezcla.
	Biota acuática	Espacio geográfico comprendido por la dispersión y sedimentación de los contaminantes descargados en la zona de mezcla.
Captación de agua de cuerpos naturales	Cuerpos superficiales y subterráneos	Espacio geográfico comprendido por los ambientes y hábitats naturales que se vean alterados por la ausencia de un caudal ecológico mínimo.
Fragmentación y reducción de la conectividad ecológica	Vegetación y fauna	El espacio geográfico donde se genere destrucción o reducción de hábitats, efecto borde y efecto barrera (según corresponda).
Infraestructura vial que aumente el riesgo de atropellamientos	Hábitats de fauna	Área operativa de la red vial que presente riesgo de atropellamiento a la fauna nativa. La superficie se ajustará en función de la presencia de pasafaunas, ecoductos y el alcance estimado de uso de esas estructuras para las especies objetivo del lugar afectado, así como las zonas que cuenten con reductores de velocidad.
Infraestructura de generación de energía eólica que aumente el riesgo de efecto de borrosidad, colisiones y barotrauma.	Áreas de hábitats y rutas migratorias de la avifauna.	Se considerará la superficie del proyecto eólico que afecte hábitats y rutas migratorias de la avifauna en función de los hallazgos y riesgos relevados en el polígono del parque como en su área de influencia. El área se podrá ajustar en función de las medidas mitigadoras aplicadas teniendo en cuenta su efectividad, basada en evidencia empírica, para las especies

		objetivo. Algunas medidas mitigadoras con moderada efectividad son la detención programada en épocas de migración, la implementación de radares y modelos predictivos, así como la presencia de observadores entrenados en terreno. Dado que a la fecha no existe una medida mitigadora con comprobada alta efectividad, el diseño del área de influencia residual deberá ser conservador y criterioso a tales efectos.
Infraestructura de transporte y distribución de energía que aumente el riesgo de colisión y electrocución.	Hábitats y rutas migratorias de la avifauna.	Superficie del área operativa del tendido eléctrico que afecte hábitats y especies de la avifauna en función de los hallazgos y riesgos relevados en su área operativa y de influencia. La superficie se ajustará en función del diseño seguro de apoyo que evite electrocuciones de aves (especialmente considerando las aves rapaces con distribución en la región de implantación del proyecto) y la implementación de disuasores de vuelo o salvapájaros (diurnos y nocturnos) con comprobada efectividad.
Proliferación de especies exóticas invasoras y/o vectores de patógenos.	Flora y fauna	El espacio comprendido por la potencial área de vida o área vital ("home range") de las poblaciones de especies exóticas invasoras y/o vectores de patógenos. El área se podrá ajustar en función de las medidas de control y erradicación de comprobada efectividad.
Ruido permanente.	Fauna	El espacio abarcado por el umbral (dB) que puede afectar el receptor sensible, como por ejemplo las aves (teniendo en cuenta la mitigación de barreras naturales y/o artificiales).
Vibraciones permanentes.	Fauna	El espacio geográfico alcanzado por las vibraciones permanentes que podrían ser significativas para la fauna que habite el área de influencia de la actividad.
Acciones de dragado y refulados.	Calidad del agua Suelo Biota acuática	Poligonal georreferenciada dentro de la cual se realicen las acciones de dragado, así como la descarga de los sedimentos. En caso de lechos contaminados, considerar también el espacio comprendido por la dispersión de los contaminantes, la modificación del lecho y, de corresponder, la bioacumulación en la biota de carácter fija.
Modificación de cursos de agua, canalizaciones y alteración de desagües naturales (incluyendo terraplenado provisorio y/o remoción del lecho de ríos y arroyos)	Cuerpos de agua Suelo Vegetación Fauna Humedales	Se deberá considerar el área de impactos no mitigados correspondientes al área operativa y de influencia, como ser: áreas aguas abajo y aguas arriba impactadas por la modificación del régimen hídrico, considerando los potenciales ambientes asociados, como bosques, pastizales y humedales, hábitats críticos para la fauna acuática y terrestre, especies migratorias, entre otras. En caso de lechos contaminados, se deberá considerar también el espacio comprendido por la dispersión de los contaminantes. El área de impacto residual se podrá ajustar en función de medidas efectivas de mitigación (ej.: sostenimiento de caudales ecológicos y conectividad de hábitats de especies clave, mitigación de la erosión de márgenes, etc.) que pueden implicar modificaciones en el diseño y técnica constructiva.
Inundación por creación de embalses, diques, polders, lagunas artificiales.	Cuerpos de agua Suelo Vegetación Fauna	Se deberá considerar el área de impactos no mitigados correspondientes al área operativa y de influencia, como ser: el área de inundación según cota máxima, perilagos, áreas aguas

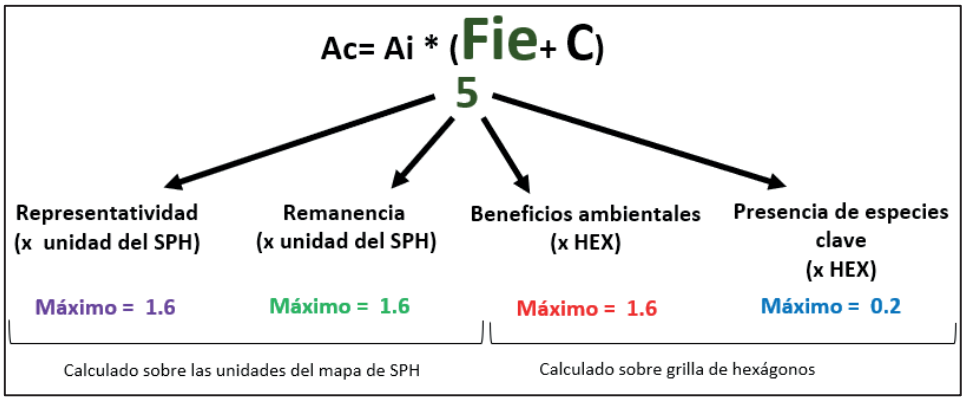
	Humedales	abajo y aguas arriba impactadas por el efecto barrera y la modificación del régimen hídrico considerando los potenciales ambientes asociados, como bosques, pastizales y humedales, hábitats críticos para la fauna acuática y terrestre, especies migratorias, entre otras. El área de impacto residual se podrá ajustar en función de medidas efectivas de mitigación (ej.: sostenimiento de caudales ecológicos y conectividad de hábitats de especies clave, mitigación de la erosión de márgenes, escalas de peces con comprobada efectividad para especies objetivo, etc.) que pueden implicar modificaciones en el diseño y técnica constructiva.
Modificación de las condiciones hidrodinámicas del mar (dinámica mareal)	Biota Suelo Hábitat	El espacio que incluye el sitio de implantación del proyecto y la zona de modificación de la dinámica mareal y la biota asociada. El área de influencia se podrá ajustar en función de medidas de mitigación implementadas, por ejemplo, el sostenimiento de remoción de los sedimentos de arena desde la zona de acumulación a la zona erosionada.

2.4. COMPONENTES DE LA MÉTRICA DEL FACTOR DE IMPORTANCIA ECOLÓGICA (FIE)

El factor de importancia ecológica (Fie) constituye una parte fundamental de la fórmula de compensación (Figura 6). El Fie se basa en la sumatoria de cuatro criterios: representatividad, remanencia, beneficios ambientales y presencia de especies clave10, que cuantifican las características biofísicas de la provincia en relación con su importancia como soporte para la biodiversidad.

Se definió el valor máximo del Fie en 5, el cual se distribuyó entre los cuatro criterios. Considerando que representatividad, remanencia y beneficios ambientales se refieren a conceptos amplios y complejos que involucran múltiples componentes, se estableció el valor máximo de cada uno en 1,6. En tanto que, si bien la presencia de biota es un concepto integral que busca reflejar la diversidad de especies en un área específica, su cálculo en sí involucra una sola variable, por lo que se le asignó un valor máximo de 0,2. Esto busca equilibrar la escala y garantizar que cada variable reciba un peso apropiado en la evaluación general (Figura 6).

Figura 6. Esquema metodológico del cálculo de Fie donde Ac: Área a compensar, Ai: Área de impactos residuales, Fie: Factor de importancia ecológica y C: Factor de condición del sitio de impacto. SPH corresponde a Sistemas de Paisajes de Humedales. Elaboración propia.



La representatividad y remanencia fueron calculadas para cada una de las 18 unidades definidas en el mapa de Sistemas de Paisajes de Humedales (SPH) de la provincia de Buenos Aires, (Mulvany, S. *et al*.,2019), seleccionado como mapa base para esta guía.

En tanto que los beneficios ambientales y presencia de biota con importancia para la conservación se calcularon a partir de capas de información de mayor detalle espacial, sobre una grilla ad hoc de hexágonos de 50 km. En definitiva, el mapa final de Fie asigna un valor a cada hexágono, que se calcula sumando la representatividad y remanencia de la unidad del SPH a la que pertenece, junto con el valor de beneficios ambientales y la presencia de biota del hexágono correspondiente. El proceso de cuantificación de cada criterio que conforman el Fie se detalla a continuación.

Representatividad

La representatividad evalúa la capacidad de las unidades del SPH, de reflejar la diversidad y los

[10] Definición en Glosario.

patrones de la biodiversidad como áreas de conservación. Se calculó como el porcentaje de cada unidad del SPH que se encuentra bajo alguna categoría de conservación (tabla 5).

Tabla 5. Categorías seleccionadas para el cálculo de representatividad.

Categoría	Nivel de conservación
• Áreas del Sistema Provincial de Áreas Naturales Protegidas (Ley N° 10.907). • Monumentos Naturales (Ley N° 10.907). • Áreas del OTBN (Ley N° 14.888). • Áreas de Parques Nacionales.	Máxima categoría de protección y restricción.
• Paisajes protegidos. • Refugio de Vida Silvestre. • Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS). • Áreas valiosas de pastizal (AVP). • Sitios Ramsar. • Áreas Programa MaB (UNESCO). • Área de vulnerabilidad costera.	Con algún nivel de protección.

Se definieron 6 rangos de porcentajes de representatividad y se asignó un valor en función del nivel conservación al que pertenecen (tablas 5 y 6). Para categorías de mayor nivel el máximo es 1,6 en tanto que para las demás categorías es 1,3. En caso de unidades de SPH donde se encuentre más de una categoría, se utilizó solo la de más alto nivel o mayor área ocupada.

Tabla 6. Valor criterio para rangos de representatividad. MC: Máxima categoría de Conservación. C: Alguna figura de Conservación.

Representatividad	Rango Porcentaje	Valor criterio MC	Valor criterio C
Sin representatividad	0%	0	0
Muy baja representatividad	> 0 ≤ 1 %	0.016	0.013
Baja representatividad	> 1 ≤ 6 %	0.096	0.078
Media representatividad	> 6 ≤ 12 %	0.192	0.156
Alta representatividad	> 12 ≤ 24 %	0.384	0.312
Muy alta representatividad	> 24 ≤ 100 %	1.6	1.3

Remanencia

La remanencia se refiere a la persistencia o continuidad de un atributo, característica o elemento en un paisaje a lo largo del tiempo, en este caso a las áreas que permanecen en condiciones naturales. Dado el alto grado de transformación de la provincia (Oyarzabal *et al*., 2020), y la ausencia de áreas en este estado, se reemplazó el concepto por áreas no agrícolas.

La remanencia se calculó como el porcentaje de áreas no agrícolas en cada unidad de SPH. Se definieron 5 rangos y se asignó un valor criterio en una escala de 0,3 a 1,6 (tabla 7).

Tabla 7. Valor criterio para la remanencia.

Remanencia	Rango Porcentaje	Valor criterio
Muy baja	≤ 30 %	0.3
Baja	>30 ≤ 50 %	0.5
Media	>50 ≤ 85 %	1
Alta	>85 ≤ 95 %	1.3
Muy alta	>95 %	1.6

Beneficios ambientales

El criterio beneficios ambientales se calculó utilizando un mapa de alta resolución espacial de beneficios ambientales y sociales de los ecosistemas (SAyDS, 2015) que categoriza al país en 5 niveles de beneficios (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto).

A cada nivel se le asignó un valor de ponderación basado en su importancia ecológica teniendo en cuenta que el valor máximo del criterio es de 1,6 (tabla 8). El cálculo se realizó para cada hexágono a partir de la sumatoria de los porcentajes de cada nivel de beneficio ambiental por su valor de ponderación según la siguiente fórmula:

Beneficios ambientales del Hexágono = % Aglomerado*0 + % Muy Bajo *0,0004 + % Bajo*0,0016 + Medio*0,0048 + % Alto*0,012 + % Muy Alto*0,016.

Tabla 8. Valores de ponderación para los niveles de beneficios ambientales.

Nivel Beneficio ambiental	Valor ponderación
Aglomerado	0
Muy bajo	0.0004
Bajo	0.0016
Medio	0.0048
Alto	0.012
Muy alto	0.016

Presencia de especies clave

La evaluación de la presencia de especies clave se llevó a cabo en cada hexágono predefinido de la grilla. Este criterio se centró en cuantificar la existencia de especies de fauna y flora clasificadas como amenazadas (en peligro crítico, en peligro, vulnerable), así como especies endémicas. La metodología para este cálculo se basó en datos georreferenciados que indican la presencia de estas especies, los cuales fueron recopilados a través de avistamientos reportados por la comunidad científica ciudadana. Estos reportes fueron posteriormente validados por funcionarios del Ministerio de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires.

El valor asignado al criterio de especies clave para cada hexágono se determinó mediante la suma de las especies endémicas y amenazadas presentes en ese espacio. Se estableció que la presencia en alguna de las dos categorías otorga un valor de 0.1, mientras que la presencia simultánea de especies amenazadas y endémicas en el hexágono confiere el valor máximo de este atributo que es de 0.2.

Mapa del factor de importancia ecológica (Fie)

El resultado final es un mapa del Fie que abarca toda la superficie de la provincia de Buenos Aires, en el cual cada hexágono tiene asignado un único valor. Este valor será empleado por el proponente para calcular el área a compensar. El mapa se dispone en el Anexo I de la presente guía.

2.5. COMPONENTES DE LA CONDICIÓN ECOLÓGICA DEL SITIO A IMPACTAR

CONSIDERACIONES PARA EL ESTUDIO DEL SITIO DE IMPACTO

Para la correcta aplicación de estos lineamientos metodológicos, el proponente deberá de generar información de base sólida, que no esté únicamente basada en la búsqueda bibliográfica, muchas veces escasa, antigua y fragmentada, sino que requiere de la evaluación y la toma de datos experimentales en el sitio o sitios de interés /información primaria de campo). Esta línea base deberá de evaluar los ecosistemas, hábitats y especies, teniendo en cuenta la condición ecológica actual, de acuerdo con los atributos e indicadores que se mencionan más adelante.

Las evaluaciones que se realicen en el sitio de interés por el proponente deberán asegurar la total representatividad de todos los ecosistemas, hábitats y especies, considerando la diversidad y la dinámica de los organismos, entre ellos y con su entorno, así como también las rutas migratorias, los corredores biológicos y los sitios de reposo, alimentación y/o nidificación. Por ello, es importante que en la identificación de estas áreas se utilicen fotos e imágenes satelitales de alta resolución (se recomienda una escala de resolución de 1:25000) con una temporalidad no mayor a dos años.

El muestreo debe de ser diseñado considerando su tamaño en hectáreas, fragmentación, ambientes y ecosistemas e indicadores de la condición sitio específica, luego de la observación directa en el sitio a ser impactado. Como mínimo se deberán de realizar dos muestreos en un mismo año: uno en otoño-invierno y otro en primavera verano, buscando además que coincida con las épocas de lluvia y el período seco en los casos en los que haya estacionalidad marcada.

Consideraciones para el estudio de los ecosistemas terrestres

La composición y la estructura de la vegetación son los atributos que determinan los ambientes terrestres, y que afectan de manera directa la selección de hábitat de los animales vertebrados, encontrando en los mismos una combinación óptima de recursos que les permita desempeñarse para múltiples actividades (por ejemplo, búsqueda de alimento, reproducción, descanso y refugio, entre otros) (Isacch *et al*., 2005).

La composición florística está dada por la heterogeneidad de plantas que se logran identificar en una determinada categoría de vegetación. Lo que equivale a demostrar la riqueza de especies vegetales de un determinado tipo de vegetación. Se expresa mediante la suma de todas las especies diferentes que se han registrado en cada uno de los muestreos, y es importante separar las especies que se registran de acuerdo a la forma de vida: árbol, arbustos, hierbas.

Muchos autores enfatizan la importancia de la complejidad del hábitat y la diversificación de los nichos, lo que da como resultado un aumento de la biodiversidad. Por otra parte, está bien documentado que las alteraciones a los ecosistemas terrestres, tales como la fragmentación, generan cambios en la estructura de la vegetación, la sustitución de los pastos altos por pastos bajos, la introducción de especies exóticas, la sustitución de pastizales nativos por tierras de cultivo, y la disminución o extinción de los depredadores nativos (Isacch *et al*., 2005).

En cada uno de los ambientes o ecosistemas terrestres que sean impactados, y por ende relevados, se determinarán todas las especies vegetales (nativas y exóticas) en los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo, considerando además aquellas especies asociadas al borde y al interior del mismo. Se le deberá prestar especial atención a la vegetación que cumpla con funciones de hábitat

para las especies animales endémicas, migratorias, con alguna categoría de amenaza a nivel nacional o internacional, o que cumplan con la categoría de especie clave para la salud de los ecosistemas (ej. polinizadores).

Uno de los ecosistemas terrestres más degradados de la Argentina es el sistema de pastizales pampeano. Por ello, es importante que a la hora de aplicar los parámetros que se detallan en la tabla 9, se analice la presencia de algún relicto de pastizal natural, debido a que los mismos se encuentran en retroceso y grave peligro. Los pastizales son bienes naturales que proveen de numerosos servicios ecosistémicos al hombre y a la fauna silvestre, como por ejemplo evitar la erosión del suelo manteniendo su estructura y las inundaciones, absorber gases de efecto invernadero, permitir la recarga de acuíferos y proveer de alimento, sitios de nidificación y/o refugio para muchos invertebrados y vertebrados, entre otros. Por otra parte, suelen ser refugio de especies endémicas y/o amenazadas. Los lugares en donde podrían encontrarse pastizales nativos y, por ende, deberían de prestarse especial atención son:

- Los márgenes de ríos, arroyos y cañadas.
- Pastizales serranos de los Sistemas de Ventania, Curamalal, Pillahuincó, Tandilia, Balcerca, Sierra de los Padres y otros.
- Pastizales que ocupan banquinas de rutas provinciales y/o caminos rurales, ya que suelen ser corredores biológicos para especies como las aves o mariposas.
- Predios que contengan especies forrajeras nativas de valor para la ganadería.

Consideraciones para el estudio de los ecosistemas de humedal

Los humedales son sistemas naturales que debido a las condiciones geomorfológicas e hidrológicas del sustrato permiten la acumulación de agua en forma temporaria o permanente, dando lugar a un tipo característico de suelo y/u organismos adaptados a estas características (OPDS, 2019).

En este trabajo se va a utilizar la definición de humedales establecida en el marco del Inventario Nacional de Humedales (INH), que determina que un humedal es un ambiente en el cual la presencia temporaria o permanente de agua superficial o subsuperficial causa flujos biogeoquímicos propios y diferentes a los ambientes terrestres y acuáticos. Rasgos distintivos son la presencia de biota adaptada a estas condiciones, comúnmente plantas hidrófitas, y/o suelos hídricos o sustratos con rasgos de hidromorfismo.

Por otra parte, los humedales son ecosistemas diferentes a los ecosistemas terrestres y a los acuáticos propiamente dichos, existen humedales "secos" y humedales "húmedos" como lo indica el Inventario de Humedales desarrollado por especialistas en el tema y la OPDS en el año 2019.

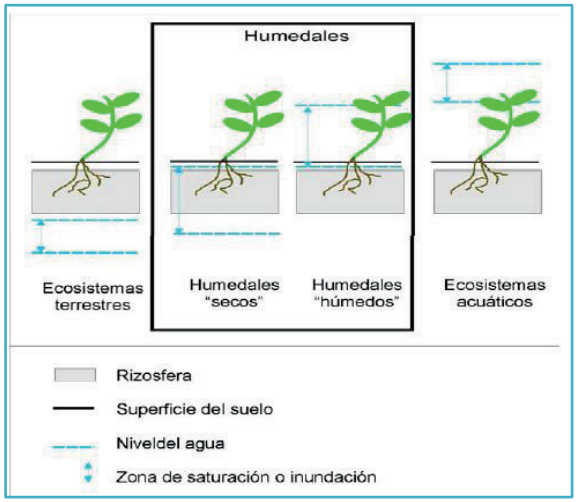
Esto se observa claramente en el esquema de la figura 7, proporcionado en el marco del Protocolo Complementario de Cooperación Académica y Técnica suscripto entre OPDS y UNSAM, aprobado por Resolución N.º 4390/1 y publicado en el Inventario de Humedales de la Provincia de Buenos Aires (2019).

Por esta razón, los humedales no pueden ser considerados como ecosistemas terrestres o acuáticos, y tendrán sus propios indicadores de conservación.

Los ecosistemas de humedal se destacan por la gran cantidad de funciones ecológicas que aportan a la sociedad, como ser la regulación hidrológica y biogeoquímica, el abastecimiento de agua, la amortiguación de las inundaciones, la reposición de aguas subterráneas, la estabilización de

costas, la protección contra las tormentas, la retención y exportación de sedimentos y nutrientes, la retención de contaminantes y la depuración de las aguas, entre otros.

Figura 7. Esquema de los ecosistemas terrestres, acuáticos y humedales en relación a la variación del nivel de agua (adaptado de Brinson, 2004). Fuente: Kandus et al., 2011.



También proveen hábitat, alimento y refugio a una variada diversidad biológica y de ellos se obtienen numerosos productos, entre los que se incluyen pescado, animales silvestres, maderas, forraje, plantas medicinales, etc. Ofrecen ambientes de interés paisajístico, cultural y educativo. Son ecosistemas de importancia respecto al cambio climático, tanto para los procesos de mitigación (algunos intervienen en el secuestro y almacenamiento de carbono), como para los procesos de adaptación, dado que actúan como "infraestructura natural" para reducir el riesgo de fenómenos extremos como tormentas, inundaciones y sequías (Kandus, P. y Minotti, P; 2018).

En Argentina la superficie ocupada por los humedales se estima entre un 12-21,5%, dependiendo de los autores, lo que indica que es de suma importancia reconocerlos y preservarlos (Kandus, P. y Minotti, P; 2018). No existe una definición simple de humedales. La definición de humedal es naturalmente compleja y no resulta evidente en lo inmediato. Esto se debe en gran medida a que no hay un aspecto estructural (fisonomía) particular que facilite identificarlos: los humedales pueden ser bosques, pastizales, praderas, salares o cuerpos de agua libre. En cambio, son los aspectos funcionales los que emergen como distintivos al momento de diferenciar a los humedales de los ambientes terrestres y de los acuáticos y que obligan a incorporar un enfoque multidisciplinario para comprender la esencia de estos ecosistemas (Kandus, P. y Minotti, P; 2018).

En esta guía metodológica abordamos la comprensión de su existencia, expresión espacial y complejidad bajo un enfoque ecohidrogeomórfico. Esto se debe a que los humedales se encuentran casi siempre en bajíos o relieves relativos negativos, excepto en manantiales o surgencias, donde la condición litológica y/o de saturación del sustrato se vuelven, ambas, dominantes. Según este enfoque, la ocurrencia de los humedales está determinada por la existencia de un ámbito geomorfológico particular, así como también de condiciones litológicas y edáficas, que permitan su emplazamiento, garantizando la presencia temporaria o permanente de agua superficial o subsuperficial, la cual es, obviamente, la variable insoslayable en estos ambientes (Brinson 1993 a,b; Semeniuk y Semeniuk 1997).

El régimen hidrológico de los humedales emerge de las características particulares de su emplazamiento geomorfológico en un contexto climático específico y, también, de su localización en el paisaje. Puede ser caracterizado en términos del origen del agua (aporte de agua subterránea, superficial o por lluvias), la energía del agua, la frecuencia de inundación (o anegamiento), la intensidad y la duración de la inundación, así como las formas de salida del agua, tales como la evapotranspiración, el escurrimiento superficial y la infiltración (Mitsch y Gosselink 2000).

Los humedales son sistemas distintivos diferentes a los sistemas acuáticos y terrestres, no son simplemente ambientes de transición (ecotonos) entre la tierra y el agua. Aunque en algunas situaciones, los humedales pueden constituir transiciones entre sistemas acuáticos y terrestres (e.g., algunos ambientes de la periferia de cuerpos de agua o costeros), en la mayoría de los casos emergen como sistemas distintivos. Tal es el caso de las turberas, las lagunas someras, los mallines e incluso muchos ambientes costeros, como las marismas, donde se emplazan comunidades de plantas y animales que tienen su máxima expresión en esas condiciones ambientales (Kandus, P. y Minotti, P; 2018).

Los factores hidrogeomórficos son los que determinan la existencia, el emplazamiento, la dinámica y la variabilidad de los humedales, por ello se los considera sistemas azonales, ya que sus propiedades estructurales y funcionales no dependen del clima.

Una vez que se determina la presencia de humedales con los indicadores que se mencionan a continuación, deberán de aplicarse los que se mencionan en la tabla 10, que dan cuenta del estado de conservación de los mismos.

Indicadores de presencia de humedales:

- Presencia temporaria o permanente de agua superficial o subsuperficial. Nivel freático alto. Marcas de agua. Depósitos de sedimentos y hierro. Grietas superficiales del suelo.
- Identificación de suelos hídricos, o con rasgos de hidromorfismo en la parte superior del perfil. Presencia de formas reducidas de hierro, manganeso y sulfuro de hidrógeno.
- Plantas hidrófitas: se evalúa la dominancia (abundancia relativa) de las especies adaptadas a las condiciones hidrológicas de los ecosistemas de humedales a través de la variable cobertura. A partir de las escalas de cobertura-abundancia de Braun-Blanquet se podrá determinar que un sitio es un humedal si más del 50 % de la cobertura (escala 4 y 5) está dado por especies vegetales asociadas a humedales (Nomdedeu S., 2018).
- Riqueza y abundancia de microorganismos y animales con adaptaciones a la presencia de agua, o a la alternancia de falta y exceso de la misma: presencia de biofilms bacterianos, fitoplancton, zooplancton, invertebrados sésiles (moluscos), presencia de musgo.

Consideraciones para el estudio de los ecosistemas acuáticos

La cantidad de agua en los ríos y lagos está permanentemente cambiando, debido a las entradas y salidas del agua al sistema. El agua que entra proviene de las precipitaciones, de la escorrentía superficial, del agua subterránea que se filtra hacia la superficie, y de los ríos tributarios. La pérdida de agua de los lagos y ríos se debe a la evaporación y a la descarga hacia aguas subterráneas o hacia el mar.

Los seres humanos usan el agua superficial para satisfacer sus necesidades y modifican constantemente el ciclo del agua y sus cauces naturales. La cantidad y localización del agua superficial varía en el tiempo y en el espacio, ya sea por causas naturales o debido a la acción del hombre. Cuando se piensa en un río es importante pensar en su cuenca. La cuenca de un río es el conjunto de territorios cuyas aguas van a parar al mismo cauce. Las cuencas son importantes ya

que el cuerpo de agua y la calidad del mismo se ven afectados por lo que sucede en la cuenca, ya sea por causas naturales o antrópicas.

En cuanto a las masas de aguas continentales podemos distinguir dos tipos:

- **Aguas lénticas o estancadas**, comprenden todas las aguas interiores que no presentan corriente continua. A este grupo pertenecen los lagos, lagunas, reservorios, estanque, charcas y pantanos. En estos sistemas, según su tamaño, puede haber movimientos de agua: olas y mareas.
- **Aguas lóticas o corrientes**, incluyen todas las masas de agua que se mueven continuamente en una misma dirección. Existe por consiguiente un movimiento definido y de avance irreversible. Este sistema comprende: los manantiales, barrancos, riachuelos, arroyos y ríos, etc.

La Provincia de Buenos Aires posee una gran cantidad de cuerpos de agua superficiales (lénticos y lóticos) que se ven impactados por la descarga ilegal de efluentes industriales y/o cloacales, la acumulación de basura, la entrada por escorrentía de agroquímicos como plaguicidas y fertilizantes, entre otras. Todo esto genera un deterioro progresivo de los mismos, y la pérdida de sus funciones ecológicas. Por ejemplo, en zonas urbanas, los arroyos suelen estar contaminados con metales pesados, materia orgánica, bacterias, hidrocarburos, detergentes, compuestos nitrogenados y fosforados, entre otros. Mientras que en zonas rurales se suelen encontrar plaguicidas y nutrientes derivados de excretas animales (feedlot) y/o fertilizantes.

METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DEL FACTOR DE CONDICIÓN SITIO ESPECÍFICO "C"

El factor C busca complementar la información presentada por el mapa del factor de importancia ecológica (Fie) visto en el capítulo anterior, haciendo un análisis sitio específico del área a ser impactada por el proyecto de obra o actividad. Por tal motivo, su valor numérico máximo será de cinco (5).

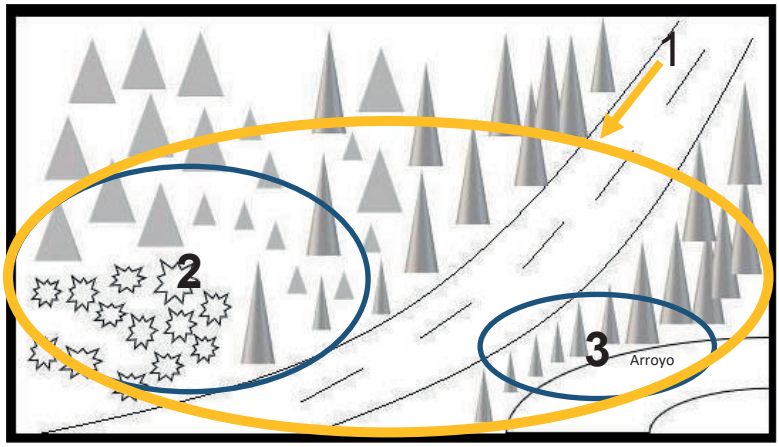
Dicho cálculo deberá de realizarse para cada ecosistema por separado, ya sea terrestre, acuático, de humedal o costero-marino, considerando para cada uno de ellos, diferentes relevamientos que incorporen parámetros e indicadores asociados al sitio a ser potencialmente impactado.

En esta guía metodológica, se considera "***especies clave***" a las especies de flora o fauna endémicas, con hábitat restringido por sus características adaptativas, emblemáticas, focales o con categoría de amenaza vulnerable, en peligro o peligro crítico. Por otra parte, también se deberán considerar los hábitats que sustentan especies clave de fauna que al momento de la toma de muestra no se hayan registrado, pero que existan antecedentes de su presencia en la bibliografía especializada. Esto evitaría errores graves de subestimación en la riqueza de especies, que pueden estar amenazadas o en peligro de extinción a la hora de los relevamientos en campo. También se considerarán en esta categoría las especies de flora y fauna que cumplan roles ecosistémicos fundamentales, como por ejemplo los polinizadores, en aquellos casos en los que se considere necesario.

El endemismo es la calificación de una especie biológica exclusiva de un lugar, área o región geográfica, y que no se encuentra de forma natural en ninguna otra parte del mundo. Estas especies únicas se llaman endémicas, tienen poca variabilidad genética, y no suelen adaptarse a condiciones diferentes a las de su hábitat, por ello es fundamental identificarlas y proteger dicho ecosistema.

En el caso de que no se identifiquen especies clave, los parámetros podrán aplicarse con la misma metodología, analizando a cada ecosistema por separado.
En la figura 8, se presenta un ejemplo de proyecto (1) que abarca una gran extensión de territorio, y que posee dos ambientes o ecosistemas a ser impactados, uno terrestre con diferentes hábitats para la biota (2) y otro acuático (3). Esto significa que para cada uno de ellos deberá obtenerse un valor individual de C.

Figura 8. Ejemplo de área de influencia residual (1), que incluye dos ecosistemas diferentes: uno terrestre (2) y otro acuático (3). Elaboración propia.



Las tablas 9, 10, 11, 12 y 13 contienen los parámetros seleccionados para cada ecosistema, con los indicadores mínimos necesarios para caracterizar la condición del ecosistema. La Autoridad podrá solicitar el análisis de nuevos parámetros y descriptores, en caso de ser necesario. Si el ecosistema analizado no puede ser descrito por alguno de los parámetros señalados a continuación, se deberá justificar fundadamente las razones por las cuales no se describe y la Autoridad determinará el reemplazo de otro parámetro. Cabe destacar que estos parámetros serán objeto de revisión periódica, considerando la nueva disponibilidad de información e implementación práctica de esta metodología.

Ante la presencia de un ambiente no acuático, se analizará primero que no se trate de un ecosistema de humedal. Para ello, existen una serie de indicadores que deberán de comprobarse en el apartado específico. De constatar que el ecosistema no se trata de un humedal, se analizarán los parámetros específicos de ecosistemas terrestres, de lo contrario, se analizarán los parámetros indicados para ecosistemas de humedal.

Una vez analizados los indicadores de cada parámetro, se valorará cada uno cómo lo indican las tablas 14, 15, 16, 17 y 18 respectivamente. Los resultados de cada parámetro se sumarán y se promediarán por la cantidad de parámetros de cada ecosistema, dando lugar al resultado final de C para cada ecosistema.

- El factor C del ecosistema terrestre (T)= (T1+T2+T3+T4) /4
- El factor C del ecosistema de humedal (H)= (H1+H2) /2
- El factor C del ecosistema acuático (A)= (A1+A2+A3) /3
- El factor C del ecosistema costero-agua dulce (Río de la Plata) (C)= (C1+C2+C3) /3
- El factor C del ecosistema costero-marino (CM)= (CM1+CM2+CM3) /3

En aquellos casos en los que se considere que no se cumple con ninguna de las categorías mencionadas en las tablas de puntuación, sin embargo, se observan características intermedias entre dos o más categorías, podrían estimarse valores promedios entre los listados para los diferentes ecosistemas. Por ejemplo, si un parámetro posee características intermedias entre “regular” y “bueno”, entonces se calcula el promedio de (3,3 + 5) /2= 4,14.

A continuación, se presentan los parámetros e indicadores para cada ecosistema y su escala de valoración. En el Anexo II se presenta la metodología sugerida para el cálculo de cada indicador.

PARÁMETROS E INDICADORES DEFINIDOS PARA LA VALORACIÓN DEL SITIO DE IMPACTO SEGÚN EL TIPO DE ECOSISTEMA

Tabla 9. Parámetros e indicadores mínimos para evaluar la condición ecológica de los ambientes o ecosistemas terrestres (T).

Escala de priorización	Objetivo de priorización	Parámetros	Indicadores
Comunidad biológica o biocenosis	Conservación de la fitocenosis	T1. Apariencia de la estructura de la vegetación.	Cálculo de apariencia y la densidad relativa o indicadores de pastizal.
		T2. Composición de las especies vegetales clave y hábitats de importancia para la fauna.	Índice de Shannon-Wiener
	Conservación de la zoocenosis	T3. Biodiversidad de especies clave de vertebrados e invertebrados	Índice de Shannon-Wiener
	Conservación del edafón	T4. Calidad del suelo	Evaluación Visual del Suelo (EVS) (Noellemeyer E. *et al.*, 2021)

Tabla 10. Parámetros e indicadores mínimos para evaluar la condición de los humedales secos y húmedos (H).

Escala de priorización	Objetivo de priorización	Nivel	Parámetros	Indicadores y su descripción
Ecosistema de humedal	Conservación del humedal	H. Condición del Humedal y de la biodiversidad	H.1. Calidad del sustrato	Evaluación Visual del Suelo (EVS) (Noellemeyer E. *et al*., 2021).
			H.2. Biota	Cálculo de apariencia y la densidad relativa. índice de Shannon-Wiener.

Tabla 11. Parámetros e indicadores mínimos que se sugieren para evaluar la condición de los ecosistemas acuáticos (A).

Escala de priorización	Objetivo de priorización	Nivel	Parámetros	Indicadores y su descripción
Ecosistema acuático	Conservación del medio acuático y la biocenosis	A1. Condición del medio acuático	A1.1. Calidad de agua	ICA –CCME o TSI[11] (dependiendo si es un sistema lótico o léntico).
	Conservación del medio acuático y la biocenosis	A.2. Estructura de la Biocenosis	A.2.1. Composición de la vegetación acuática y la fauna dependiente de estos ambientes.	Riqueza y *densidad relativa* de la vegetación acuática y terrestre, que sea de importancia para la conservación de especies animales clave. índice de Shannon-Wiener (especies de vertebrados clave: peces, aves, anfibios, reptiles y mamíferos).
		A.3. Estructura del edafón	A.3.1. Calidad de los sedimentos	Calidad química y ecotoxicológica de los sedimentos (AIC, 2011; CCME, 2002).

Tabla 12. Parámetros e indicadores mínimos para evaluar la condición de la costa del Río de la Plata (C) (agua dulce).

Escala de priorización	Objetivo de priorización	Nivel	Parámetros	Indicadores y su descripción
Ecosistema costero (Río de la Plata)	Conservación del medio acuático y su biocenosis de la costa rioplatense	C1. Condición del medio acuático	C1.1. Calidad de agua	Cálculo del índice ICA-CCME
			C1.2. Calidad de los sedimentos	Cálculo del Índice de Integridad Biótica para el Río de la Plata (IBIRP) (Gómez *et. al*., 2012).
		C.2. Estructura de la biocenosis	C.2.1.Composición de la vegetación y la fauna dependiente de estos ambientes	Índice del Hábitat para el Río de la Plata (IHRPlata) Índice de Shannon-Wiener (especies clave de vertebrados: peces, aves, anfibios, reptiles, mamíferos).
		C.3. Estructura del edafón	C.3.1. Calidad de los sedimentos	Calidad química y ecotoxicológica de los sedimentos (AIC, 2011; CCME, 2002).

[11] Referencia: https://www.boletinoficial.gba.gob.ar/secciones/9821/ver

Tabla 13. Parámetros e indicadores mínimos para evaluar la condición de la costera-marina (CM) (agua mixohalina y salada).

Escala de priorización	Objetivo de priorización	Nivel	Parámetros	Indicadores y su descripción
Ecosistema costero-marino-estuarial	Conservación del medio marino-estuarial y su biocenosis	CM.1. Condición del medio acuático	CM1.1. Calidad de agua	Uso público y protección biota acuática: Cálculo del índice ICA-CCME (Res. ADA 42/06).
			CM1.2. Calidad de los sedimentos	Calidad química y ecotoxicológica de los sedimentos (AIC, 2011; CCME, 2002) AZTI MARINE BIOTIC INDEX = AMBI (Borja *et al*., 2000; Muñiz et al., 2013).
		CM.2. Estructura de la biocenosis	CM.2.1.Composición de la vegetación costera/ acuática y la fauna dependiente de estos ambientes.	Riqueza y densidad relativa de la vegetación acuática y terrestre, que sea de importancia para la conservación de especies animales clave. Índice de Shannon-Wiener (especies clave de vertebrados: especies del plancton (fitoplancton y zooplancton) bentos (micro y macroinvertebrados, peces asociados al bentos, pleuston, necton (micro y macroinvertebrados, peces, mamíferos marinos, tortugas) y aves (costeras, migratorias, acuáticas y marinas exclusivas).
		CM.3. Degradación del ecosistema costero	CM3.1 Erosión	Coeficiente de vulnerabilidad neta (Lasta *et al*., 2019)[12]

VALORACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CADA ECOSISTEMA

Tabla 14. Puntuación de los indicadores que determinan la condición del ecosistema terrestre en el sitio de impacto.

Parámetros	Puntuación de T			
	Muy malo	Malo	Regular	Bueno
T1. Condición de la estructura de la vegetación.	Ambiente urbano o muy antropizado, no pueden estimarse los indicadores de T.	Apariencia mala o con un (1) indicador de pastizal nativo. Densidad relativa escasa	Apariencia regular o con dos (2) indicadores de pastizal nativo. Densidad relativa común para las	Apariencia buena o con al menos tres (3) indicadores de pastizal nativo.

[12] Disponible en: https://informacionpublica.ambiente.gba.gob.ar/documento/descargar/550

		para las especies nativas de >0-33%.	especies nativas de 34-75%.	Abundante densidad relativa de especies nativas (76-100%) Presencia de especies clave.
T2. Composición de las especies vegetales clave y hábitats de importancia para la fauna.	Ambiente urbano o muy antropizado, no pueden estimarse los indicadores de T.	Diversidad baja. Homogeneidad en la distribución de la diversidad.	Diversidad media. Mediana heterogeneidad en la distribución de la diversidad.	Diversidad alta Heterogénea en la distribución de la biodiversidad. Presencia de especies endémicas.
T3. Biodiversidad de especies clave de vertebrados e invertebrados.	Ambiente urbano o muy antropizado, no pueden estimarse los indicadores de T.	Diversidad baja. Homogeneidad en la distribución de la diversidad.	Diversidad media Mediana heterogeneidad en la distribución de la diversidad.	Diversidad alta Heterogénea en la distribución de la biodiversidad. Presencia de especies endémicas o con categoría de peligro.
T4. Calidad de suelos	Ambiente urbano o muy antropizado, no pueden estimarse los indicadores de T.	Malo	Moderado	Bueno
Valor asignado del factor C	**0**	**1,7**	**3,3**	**5**

Tabla 15. Puntuación de los indicadores que determinan la condición del humedal en el sitio de impacto.

Parámetros	Puntuación de H			
	Muy malo	Malo	Regular	Bueno
H1. Calidad del sustrato	Ambiente urbano o muy antropizado o con grado de intervención severo.	Malo	Moderado	Bueno
H2. Biota	Ambiente urbano o muy antropizado, no pueden estimarse los indicadores de A	Diversidad baja. Homogeneidad en la distribución de la diversidad. Apariencia mala y/o densidad relativa escasa para las especies nativas de >0-33%.	Diversidad media. Mediana heterogeneidad en la distribución de la diversidad. Apariencia regular y/o densidad relativa común para las especies	Diversidad alta. Heterogénea distribución de la biodiversidad. Presencia de especies clave o endémicas.

			nativas de 34-75%.	Apariencia buena y/o abundante densidad relativa de especies nativas (76-100 %)
Valor asignado del factor C	**0**	**1,7**	**3,3**	**5**

Tabla 16. Puntuación de los indicadores que determinan la condición del ambiente o ecosistema acuático en el sitio de impacto (los valores de C se estiman considerando las tablas 16.1 y 16.2).

Parámetros	Puntuación de A			
	Muy malo	Malo	Regular	Bueno
A1. Condición del medio acuático	ICA o TSI muy malo	ICA o TSI Malo	ICA o TSI regular/bueno	ICA o TSI excelente
A2. Composición de la vegetación acuática y la fauna dependiente de estos ambientes	Ambiente urbano o muy antropizado, no pueden estimarse los indicadores de T.	Densidad relativa escasa para las especies nativas de >0-33%. Diversidad baja. Homogeneidad en la distribución de la diversidad.	Densidad relativa común para las especies nativas de 34-75%. Diversidad media. Mediana heterogeneidad en la distribución de la diversidad.	Abundante densidad relativa de especies nativas (76-100%) Presencia de especies clave. Diversidad alta Heterogénea en la distribución de la biodiversidad. Presencia de especies endémicas o con categoría de peligro.
A3. Estructura del edafón	Calidad química de los sedimentos pésima Calidad ecotoxicológica y AMBI pésima	Calidad química de los sedimentos mala Calidad ecotoxicológica y AMBI mala	Calidad química de los sedimentos regular/buena Calidad ecotoxicológica y AMBI regular	Calidad química de los sedimentos óptima. Calidad ecotoxicológica y AMBI buena/muy buena
Valor asignado del factor C	**0**	**1,7**	**3,3**	**5**

Tabla 16.1 Ecosistemas acuáticos. Puntuación de acuerdo al ICA-CCME para cuerpos de agua lóticos.

	Puntuación del ICA - CCME				
	0-44	**45-64**	**65-79**	**80-94**	**95-100**
	Muy Mala	Mala	Regular	Buena	Excelente
Valor asignado del factor C	**0**	**1,7**	**3,3**	**3,3**	**5**

Si se utiliza el valor de ICA para uso recreativo con contacto directo solo es *apta* cuándo el valor de ICA es de 95-100.

Tabla 16.2 Ecosistemas acuáticos. Puntuación de acuerdo al TSI para cuerpos de agua lénticos.

	Puntuación del TSI				
	81-100	**61-80**	**41-60**	**21-40**	**0-20**
	Muy Mala	Mala	Regular	Buena	Excelente
Valor asignado del factor C	**0**	**1,7**	**3,3**	**3,3**	**5**

Tabla 17. Puntuación de los indicadores que determinan la condición del ambiente o ecosistema costero del Río de la Plata en el sitio de impacto (se utilizan las tablas 17.1, 17.2 y 17.3).

Parámetros	Puntuación de C			
	Muy malo	Malo	Regular	Bueno
C1. Condición del medio acuático	ICA e IBIRP muy malo	ICA e IBIRP Malo	ICA e IBIRP regular/bueno	ICA e IBIRP excelente
C2. Estructura de la Biocenosis	IHRPlata malo.	Diversidad baja. Homogeneidad en la distribución de la diversidad. IHRPlata regular.	Diversidad media. Mediana heterogeneidad en la distribución de la diversidad. IHRPlata bueno.	Presencia de especies clave. Diversidad alta Heterogénea en la distribución de la biodiversidad. Presencia de especies endémicas o con categoría de peligro. IHRPlata muy bueno.
C3. Estructura del edafón	Calidad química de los sedimentos pésima. Calidad ecotoxicológica y AMBI pésima.	Calidad química de los sedimentos mala Calidad ecotoxicológica y AMBI mala.	Calidad química de los sedimentos regular/buena. Calidad ecotoxicológica y AMBI regular.	Calidad química de los sedimentos óptima. Calidad ecotoxicológica y AMBI buena/muy buena.
Valor asignado del factor C	**0**	**1,7**	**3,3**	**5**

Tabla 17.1 Puntuación para el cálculo de ICA-CCME

	Puntuación del ICA - CCME				
	0-44	**45-64**	**65-79**	**80-94**	**95-100**
	Muy Mala	Mala	Regular	Buena	Excelente
Valor asignado del factor C	**0**	**1,7**	**3,3**	**3,3**	**5**

Si se utiliza el valor de ICA para uso recreativo con contacto directo solo es *apta* cuándo el valor de ICA es de 95-100.

Tabla 17.2 Puntuación para el cálculo del IBIRP.

	Puntuación del IBIRP				
	<2	**≥2-4**	**≥4-6**	**≥6-8**	**≥8-10**
	Muy Mala	Mala	Regular	Buena	Excelente
Valor asignado del factor C	**0**	**1,7**	**3,3**	**3,3**	**5**

Tabla 17.3 Puntuación para el cálculo del IHRPlata.

	Puntuación del IHRPlata			
	>2-4	**>4-6**	**>6-8**	**>8-10**
	Mala	Regular	Buena	Muy buena
Valor asignado del factor C	**0**	**1,7**	**3,3**	**5**

Tabla 18. Puntuación de los indicadores de la condición del ambiente costero-marino.

Parámetros	Puntuación de C			
	Muy malo	**Malo**	**Regular**	**Bueno**
CM1. Condición del medio acuático	ICA muy malo Calidad química de los sedimentos pésima Calidad ecotoxicológica y AMBI pésima	ICA Malo Calidad química de los sedimentos mala Calidad ecotoxicológica y AMBI mala	ICA regular/bueno Calidad química de los sedimentos regular/buena Calidad ecotoxicológica y AMBI regular	ICA excelente Calidad química de los sedimentos óptima Calidad ecotoxicológica y AMBI buena/muy buena
CM2. Estructura de la biocenosis	Ambiente muy antropizado, no pueden estimarse los indicadores de C.	Diversidad baja. Homogeneidad en la distribución de la diversidad.	Diversidad media. Mediana heterogeneidad en la distribución de la diversidad.	Presencia de especies clave. Diversidad alta. Heterogénea en la distribución

				de la biodiversidad. Presencia de especies endémicas o con categoría de peligro.
CM3. Degradación del ecosistema costero	Coeficiente de vulnerabilidad muy alto	Coeficiente de vulnerabilidad alto	Coeficiente de vulnerabilidad Medio o bajo	Coeficiente de vulnerabilidad muy bajo
Valor asignado del factor C	**0**	**1,7**	**3,3**	**5**

En el Anexo II se especifican las metodologías de cálculo de los indicadores sugeridos para cada parámetro**.**

2.6. EXCEPCIONES AL CÁLCULO Y APLICACIÓN DEL FACTOR MÁXIMO

En función de su valor estratégico y/o el marco legal de protección, se considerará el factor diez (10) de compensación, independientemente del estado de conservación, para los siguientes casos:

- **Sistema de Áreas Naturales Protegidas de la Provincia de Buenos Aires**

Por tratarse de áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad bajo el marco de protección que le confiere la Ley N°10.907, donde las actividades antrópicas tienen algún grado de restricción, se le aplicará el factor de compensación diez (10) a proyectos que generen impactos residuales en Parques Provinciales, Reservas Naturales Integrales, Reservas Naturales de Objetivos Definidos y Reservas de Uso Múltiple, con excepción de los Refugios de Vida Silvestre, cuyo factor de compensación quedará sujeto al cálculo establecido en la presente guía.

- **Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (OTBN)**

Se aplicará el factor de compensación diez (10) a proyectos que generen impactos residuales en las categorías I, II y III del OTBN, establecido por Ley N°14.888.

En primer lugar, es necesario considerar el estado crítico en el que se encuentran las superficies boscosas de la provincia de Buenos Aires (Capítulo 1.4) y su marco legal de protección nacional y provincial.

Asimismo, se destaca que la compensación en sitios con bosque nativo implicaría una pérdida neta de la superficie boscosa incorporada al OTBN, lo cual se traduce en una disminución de los fondos percibidos según la asignación dispuesta por el Fondo Nacional para el Enriquecimiento y la Conservación de los Bosques Nativos (Ley N° 26.331), tanto de la partida destinada al fortalecimiento institucional (30%), como lo destinado al financiamiento de Planes (70%).

En este sentido, todas las áreas con cobertura boscosa nativa de la provincia se encuentran actualmente incorporadas al OTBN. De este modo, la compensación en bosques implicaría una pérdida de cobertura boscosa neta, por lo que no existiría posibilidad de adicionar nueva superficie con cobertura boscosa. Por consiguiente, los objetivos de “pérdida nula” y “adicionalidad” no serían alcanzables para el caso de los Bosques Nativos en términos de superficie.

De esta forma, será necesario realizar los máximos esfuerzos para evitar afectar estas áreas y en los casos de la excepcionalidad prevista en la Ley, se deberá recurrir a propuestas cualitativas y superlativas para elevar los niveles de las categorías previstas, como se desarrolla en el capítulo 2.7.

- **Mar territorial**

El mar territorial argentino se extiende hasta una distancia de doce (12) millas marinas a partir de la línea de base establecida en la Ley N° 23.968, territorio cuyo dominio es de las provincias con litoral marítimo y sobre el cual ejercerán su jurisdicción a los fines de su exploración, explotación, conservación y administración de los recursos vivos, según lo determina la Ley N° 24.922.

Aquellos proyectos que generen impactos residuales en el mar territorial correspondiente a la provincia de Buenos Aires deberán considerar el factor de compensación diez (10).

Esta definición se basa en que actualmente se carece de metodologías estandarizadas a nivel global, que no sean de índole experimental, para la cuantificación zonificada de los valores de la biodiversidad. Por otro lado, un análisis espacial preciso que se pueda traducir en un mapeo de la importancia ecológica del área marina, requiere información detallada sobre la naturaleza y el comportamiento de la biota, así como de su extensión geográfica. Hoy en día la información georeferenciada disponible resulta insuficiente para realizar esta tarea.

Sin embargo, se debe destacar que tanto la costa del estuario del río de La Plata como la costa marina bonaerense cuentan con una amplia distribución de especies de fauna, muchas de ellas amenazadas. Una de ellas es el Monumento Natural delfín franciscana (*Pontoporia blainvillei*), el cetáceo más amenazado del suroeste del océano Atlántico (Secchi *et al*., 2021) y endémico de la costa atlántica de América del Sur (Pedrana *et al.*, 2023), así como una variedad de especies de condrictios, entre los cuales 11 especies están en peligro o peligro crítico (Diaz de Astarloa *et al*., 2018, Cuevas *et al*., 2023).

A continuación, se presenta una lista de especies de vertebrados amenazados, tanto en listas rojas nacionales como internacionales, con distribución en el mar territorial de la provincia de Buenos Aires:

Condrictios

- Tiburón cazón (*Galeorhinus galeus*), En Peligro Crítico (UICN).
- Tiburón bacota (*Carcharhinus brachyurus*), Vulnerable (UICN).
- Tiburón gatopardo (*Notorynchus cepedianus*), Vulnerable (UICN).
- Tiburón martillo (*Sphyrna zygaena)*, Vulnerable (UICN).
- Tiburón sardinero (*Lamna nasus*), Vulnerable (UICN).
- Gatuzo (*Mustelus schmitti*), En Peligro Crítico (UICN).
- Cazón espinoso común (*Squalus acanthias*), Vulnerable (UICN).
- Pez ángel espinoso (*Squatina guggenheim*), En Peligro (UICN).
- Pez elefante (*Callorhinchus callorynchus*), Vulnerable (UICN).
- Melgacho (*Pseudobatos horkelii*), En Peligro Crítico (UICN).
- Guitarra chica (*Zapteryx brevirostris*), En Peligro (UICN).
- Chucho hocicudo (*Myliobatis goodei*) Vulnerable (UICN).
- Chucho liso (*Dasyatis hypostigma*), En Peligro (UICN).
- Chucho ñato (*Myliobatis ridens*), En Peligro Crítico (UICN).
- Raya (*Atlantoraja cyclophora*), En Peligro (UICN).
- Raya moteada (*Atlantoraja castelnaui*), En Peligro Crítico (UICN).
- Raya lisa (*Rioraja agassizii*), Vulnerable (UICN).
- Raya marrón (*Sympterygia acuta*), En Peligro Crítico (UICN).
- Torpedo grande (*Tetronarce puelcha*), En Peligro Crítico (UICN).
- Torpedo (*Discopyge tschudii*), Vulnerable (UICN).

Aves marinas[13]

- Albatros ceja negra (*Thalassarche melanophris*), Vulnerable (Resolución MAyDS N° 795/2017).

[13] Su distribución se encuentra cartografiada en los mapas de uso de hábitat del documento "Uso del ambiente marino de aves, mamíferos y tortugas marinas de Argentina" del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Pedrana *et al*., 2023).

- Gaviota Cangrejera (*Larus atlanticus*), Vulnerable (Resolución MAyDS N° 795/2017).
- Petrel barba blanca (*Procellaria aequinoctialis*), Amenazada (Resolución MAyDS N° 795/2017).
- Petrel gigante del sur (*Macronectes giganteus),* Vulnerable (Resolución MAyDS N° 795/2017).

Tortugas marinas[14]

- Tortuga cabezona (*Caretta caretta*), Amenazada (Resolución SAyDS N° 1055/2013).
- Tortuga verde (*Chelonia mydas*), Amenazada (Resolución SAyDS N° 1055/2013).
- Tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), En peligro de extinción (Resolución SAyDS N° 1055/2013).

Mamíferos marinos[15]

- Delfín franciscana (*Pontoporia blainvillei*), Amenazada (Resolución MAyDS N° 316/2021).

[14] Su distribución se encuentra cartografiada en los mapas de uso de hábitat del documento "Uso del ambiente marino de aves, mamíferos y tortugas marinas de Argentina" del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Pedrana *et al*., 2023).

[15] Su distribución se encuentra cartografiada en los mapas de uso de hábitat del documento "Uso del ambiente marino de aves, mamíferos y tortugas marinas de Argentina" del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Pedrana *et al*., 2023).

2.7. ACCIONES Y MECANISMOS DE COMPENSACIÓN

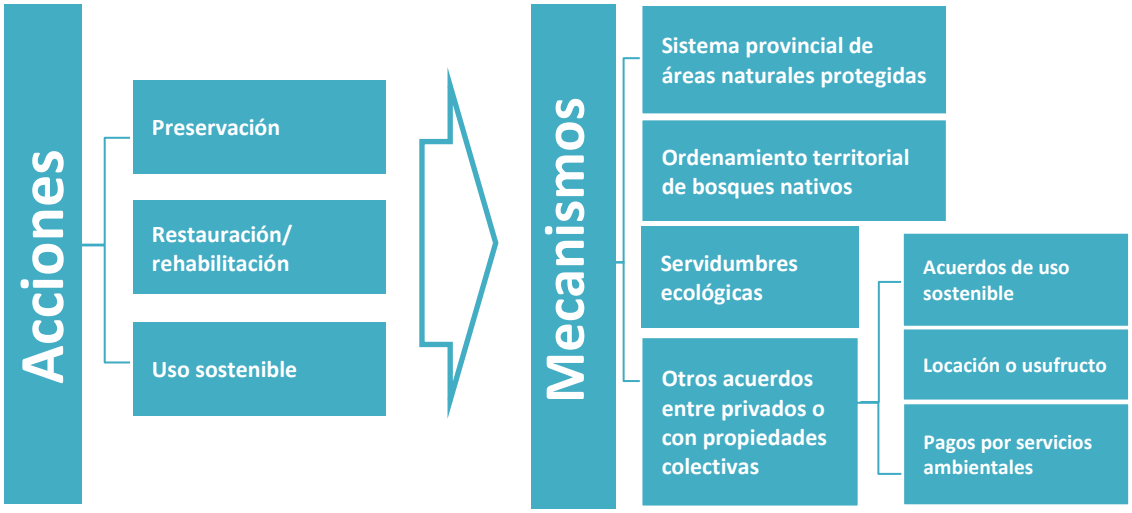
Cuando hablamos de "cómo compensar", estamos definiendo qué acciones y bajo qué instrumentos se pueden implementar las compensaciones por pérdida de biodiversidad en el territorio.

En el presente capítulo se definen lineamientos para orientar al proponente sobre las acciones y los mecanismos de compensación por pérdida de biodiversidad que se podrán diseñar en los planes de compensación.

Estos lineamientos se definen en **3 niveles de decisión** que se resumen en la tabla 20 y que están definidos por el valor del factor de compensación.

A continuación, se detallan las acciones y los instrumentos para aplicar según las variables ecológicas, jurídicas y temporales que afectan la implementación de una compensación bajo los principios desarrollados en el capítulo 2.1.

Figura 9. Acciones y mecanismos de compensación.



ACCIONES DE COMPENSACIÓN

Las estrategias de conservación que se podrán implementar como acciones de compensación son la preservación, la restauración y/o rehabilitación y el uso sostenible, siempre y cuando esté planteado de forma complementaria a las anteriores.

Para ello, esta guía toma de referencia la definición de conservación establecida en la Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB)[16] que *abarca tanto la preservación y el mantenimiento, como el uso sustentable y la restauración de los entornos naturales*[17].

Preservación

La preservación engloba actividades que buscan proteger valores de la biodiversidad que se

[16] A la fecha de publicación de esta guía, la ENB está vigente bajo prórroga del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Resolución N°356/2022).
[17] Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/ambiente/biodiversidad/estrategia-nacional

encuentran en un buen o razonable estado de conservación, pero que podrían estar amenazados o en condición de vulnerabilidad.

Acciones de preservación podrían ser, por ejemplo, la creación o ampliación de áreas protegidas, acuerdos privados para conservar atributos en buen estado de conservación, para fortalecer la conectividad de corredores biológicos y/o fortalecer proyectos de control de amenazas sobre hábitats y /o especies amenazadas (esta última podría también asociarse a una acción de restauración si el objetivo fuera aumentar la población y sus beneficios).

Frente al impacto de ambientes con buenos a muy buenos valores de la condición de conservación de la biodiversidad (definido por el cálculo del factor C) o aquellos que tienen una figura de protección legal y cuya restauración podría ser incierta, la preservación es la opción apropiada. La potencial vulneración de estos ambientes debiera en primer término ser evitada, pero ante la posibilidad de alcanzar una compensación, esta deberá garantizar la no pérdida neta de biodiversidad bajo un instrumento jurídico fuerte que garantice un tiempo de protección que de mínima iguale la duración del impacto residual.

La viabilidad de la acción de preservación dependerá de la disponibilidad de oportunidades de ambientes con alta similitud en términos de equivalencia ecológica con relación al sitio impactado.

Restauración

La restauración engloba tanto acciones que buscan la recuperación integral de atributos de ecosistemas degradados, así como la recuperación parcial de ciertos atributos que restablezcan determinadas funciones ecológicas. A los fines de esta guía, se incorporan las siguientes definiciones (Cony, M.A., 2021)[18]:

Restauración ecológica: es la actividad que tiene por objetivo lograr la recuperación sustancial o integral del ecosistema en relación con un modelo de referencia apropiado, o sea con base en diferentes fuentes de información que den cuenta de la condición del ecosistema nativo, tal como sería si no se hubiera degradado, que permita la persistencia y evolución de las especies que lo componen y la adaptación a los cambios locales y globales.

Rehabilitación: es la actividad que tiene por objetivo restablecer un nivel de funcionamiento del ecosistema para la provisión renovada y continua de servicios ecosistémicos, potencialmente derivados también de ecosistemas no nativos. La rehabilitación es una actividad que contribuye a mejorar la integridad ecosistémica y la resiliencia socio-ecológica.

La recuperación es el resultado esperado o logrado por medio de las acciones de restauración o rehabilitación. La **recuperación completa** se define como el estado o condición en el cual, tras la restauración, todos los atributos clave del ecosistema se asemejan mucho a los del modelo de referencia. Se denomina **recuperación parcia**l cuando se planifican o producen niveles inferiores de recuperación.

La restauración es una herramienta de conservación priorizada para la provincia de Buenos Aires[19], cuyos paisajes han sido ampliamente transformados por las diferentes prácticas agrícola-ganaderas y actividades contaminantes desde la colonia a la actualidad (Morello *et al*, 2012). Sin embargo, no siempre se cuenta con suficiente información y/o antecedentes de metodologías de

[18] Adaptadas del documento “Restauración Ecológica en Ecosistemas Boscosos de la Argentina” en el marco de la Ley N° 26.331.

[19] Resultado de los talleres de expertos realizados en el marco de la construcción de la presente guía (julio a septiembre de 2023)

restauración ecológica exitosas para todos sus ecosistemas, por lo que estas acciones podrán no ser adecuadas en todos los casos.

Como se mencionó anteriormente, para ambientes con un valor del factor C alto o que estén bajo protección legal, y ante resultados bajos o inciertos del nivel de recuperación, la Autoridad podrá exigir acciones conjugadas de restauración y preservación para garantizar la no pérdida neta de biodiversidad.

Por otro lado, la restauración de algunos componentes clave y/o la rehabilitación de funciones ecológicas podrían constituir acciones viables y valiosas como compensación de impactos residuales en áreas con un moderado a bajo valor de la condición sitio específica. Esto a razón de que el área impactada no tendría la misma exigencia en términos de equivalencia ecológica que un área natural con buenos a muy buenos valores de conservación de la biodiversidad.

Las acciones de restauración ecológica deberán actuar simultáneamente sobre los tres atributos de la biodiversidad: composición, estructura y funcionamiento de la biodiversidad (NOSS,1990) o en alguno de ellos siempre y cuando los restantes se obtengan por efecto subsidiario o por carácter transitivo.

La rehabilitación podrá focalizarse en funciones ecológicas y servicios ecosistémicos clave como la conectividad hídrica, la infiltración y recarga de acuíferos, la mitigación de la erosión, la captura de carbono, entre otras.

Para acciones de restauración y rehabilitación, la temporalidad de la compensación estará sujeta a los objetivos y metas de la propuesta de restauración y/o rehabilitación, según el caso. Sin embargo, es necesario considerar que los procesos de restauración con carácter integral exigen en la mayor parte de los casos de plazos extensos para lograr una recuperación robusta (Murcia *et al*., 2017). A los fines de garantizar la pérdida nula y de preferencia, una adicionalidad en biodiversidad, se define un plazo precautorio mínimo de 10 años para las acciones de restauración y de 5 años para las acciones de rehabilitación.

Asimismo, estas acciones podrán contar con un marco más amplio de instrumentos y mecanismos para su implementación, ya sea en áreas bajo algún tipo de protección legal o en el marco de acuerdos entre privados o con propiedad colectiva como se especifica en el siguiente apartado.

Es de suma importancia que los planes de compensación basados en acciones de restauración y/o rehabilitación sean diseñados e implementados por profesionales expertos con experiencia en restauración y manejo de los ambientes y/o componentes objetivo. Para ello, el proponente podrá generar convenios con instituciones académicas, de investigación o vinculadas a la conservación, quienes se encargarán de la implementación de la compensación.

En este sentido, la estrategia de restauración podrá aplicar fondos a la investigación, ensayos y estudios piloto a campo, teniendo en cuenta que aquellos ambientes que carezcan de antecedentes o conocimiento técnico en restauración, la compensación podrá encontrar una limitante. Por esta razón, la viabilidad de estas propuestas debe ser consultada con expertos en etapas tempranas de la planificación del proyecto.

Para ampliar los lineamientos sobre las acciones de restauración y rehabilitación se recomienda tomar como referencia los documentos “Restauración Ecológica en Ecosistemas Boscosos de la Argentina” (Cony, M.A.,2021), elaborado en el marco de la Ley N° 26.331 y los “Principios y

estándares internacionales para la práctica de la restauración ecológica" de Society for Ecological Restoration (McDonald *et al.*, 2019)[20]

Uso sostenible

El uso sostenible se refiere a la utilización de componentes de la biodiversidad nativa de ambientes naturales de un modo y a un ritmo que no ocasione su disminución a largo plazo, permitiendo satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones actuales y futuras (ENByPA, 2016).

En el marco de las acciones de compensación, un proyecto de uso sostenible podrá ser incorporado siempre y cuando sea complementario a una acción de preservación, restauración y/o rehabilitación.

En el caso de una acción de preservación estricta, como la creación y manejo de un área protegida, la propuesta podría ir acompañada de actividades de ecoturismo de bajo impacto y educación ambiental.

No obstante, una variedad más amplia de actividades productivas sostenibles puede conjugarse con acciones de restauración y rehabilitación que dependerán de las características de la propuesta de compensación.

Tanto la ganadería regenerativa, la agroecología, la silvicultura, el pastoreo rotativo, los cultivos de cobertura, etc., ofrecen la posibilidad de restablecer y sostener funciones ecológicas y servicios ecosistémicos, así como generar hábitats de refugio de vida silvestre y desarrollar funciones de conectividad a escala de paisaje.

Estas acciones podrán vincular la producción sostenible con la preservación de servicios ecosistémicos vitales para la economía local, aportando así el bienestar humano y la conservación de la biodiversidad.

En cualquiera de las tres acciones, se deberán contemplar actividades sinérgicas de monitoreo y control del estado de los valores que se quieren conservar. Reportando indicadores de avance, impacto e implementación de estas acciones, para cada caso.

En resumen, se plantean tres tipos de acciones para implementar en los planes de compensación que se relacionan con la condición de conservación del sitio de impacto residual, y con las aptitudes de cada una de ellas para garantizar los principios de equivalencia ecológica y pérdida nula de la biodiversidad.

MECANISMOS DE COMPENSACIÓN

Los mecanismos de compensación hacen referencia a los instrumentos jurídicos y económicos por los cuales se podrán implementar las acciones de compensación. Los instrumentos de compensación juegan un rol clave en la sostenibilidad de las acciones y en el alcance de los resultados de pérdida nula en biodiversidad. A los efectos de esta guía se presentan aquellos instrumentos que cuentan con marco normativo en la provincia o a nivel nacional.

Sistema provincial de áreas naturales protegidas

[20] Disponible en: https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/Spanish_SER_International_St.pdf

El sistema provincial de áreas protegidas está regulado por la Ley N° 10.907. La norma las define según el dominio de sus tierras y según la categoría de manejo. Según su estado patrimonial define a las Reservas Naturales como provinciales, municipales y privadas. Los tipos de reservas están vinculados con los valores objetos de conservación y están diferenciadas en las categorías de parques provinciales, reservas naturales integrales, reservas naturales de objetivos definidos (que se subdividen en otros subtipos), reservas de uso múltiple y refugios de vida silvestre[21].

Las Reservas son un instrumento apropiado para implementar compensaciones por pérdida de biodiversidad, ya sea en la creación de nuevas áreas protegidas o para la implementación de acciones de compensación en reservas existentes.

Los proponentes podrán aplicar compensaciones en las reservas de dominio provincial, municipal o privada, siempre y cuando cuenten con reconocimiento bajo la Ley N°10.907.

Según la equivalencia ecológica y los objetivos de conservación serán apropiadas determinadas categorías de reservas, tanto para la creación de una nueva área o la implementación de acciones de preservación y restauración en reservas existentes.

Para el primer nivel definido en la tabla 20, la implementación de la compensación bajo el sistema provincial de áreas naturales protegidas podrá ser viable en los parques provinciales, reservas naturales integrales y reservas naturales de objetivos definidos, siempre y cuando los objetivos de la compensación sean coincidentes con los de la reserva y cuyos usos permitidos no los amenacen.

Para el segundo y tercer nivel, se podrán ampliar la ejecución de las compensaciones en otras categorías de reservas contempladas en la Ley, y su selección quedará sujeta a la congruencia de la compensación con los objetivos de conservación y usos permitidos.

La creación de una nueva área protegida de índole pública o privada implicará la adquisición de nuevos predios, así como el diseño e implementación de un plan de manejo aprobado por la Autoridad y de una gestión que asegure su sostenibilidad a futuro.

La decisión de creación de nuevas reservas públicas dependerá de la Autoridad provincial o municipal, según corresponda, y de los acuerdos que se realicen a tal efecto. En cuanto a las reservas privadas, el proponente deberá garantizar el manejo y gestión mediante una entidad gestora con experiencia en conservación de los objetivos propuestos. La Autoridad intervendrá en la aprobación de los planes de manejo y el monitoreo de los indicadores de cumplimiento.

En relación con la implementación de planes de compensación en reservas declaradas, estos deberán estar alineados con los planes de manejo de dichas áreas. En el caso de que las reservas sean públicas, las acciones y actividades serán pautadas con la Autoridad competente, en el caso de que sean privadas la Autoridad podrá pautar lineamientos y en ambos casos ejercerá su rol contralor.

Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (OTBN)

La Ley provincial N.º 14.888 establece las normas complementarias para la conservación y el manejo sostenible de los bosques nativos de la Provincia de Buenos Aires y aprueba su

[21] Para más información sobre las categorías de las áreas naturales protegidas: https://normas.gba.gob.ar/documentos/Bo2dyhzx.html

Ordenamiento Territorial (OTBN), bajo los términos de la Ley Nacional de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos N.º 26.331.

En el marco de la afectación de ambientes de bosques nativos incluidos en el OTBN, en cualquiera de las categorías I, II y III e independientemente de su estado de conservación, las acciones y mecanismos de compensación se regirán por el nivel I de decisión (tabla 20).

Como se especifica en el capítulo 1.3, el licenciamiento de algunas obras en las categorías I y II está alcanzado por la excepcionalidad prevista en el artículo 12° de la Ley y la compensación de áreas sustraídas al inventario de bosques nativos de la provincia de Buenos Aires no podrá alcanzar las metas de compensación por pérdida de superficie, debido a que todas las áreas con cobertura boscosa nativa de la provincia se encuentran actualmente incorporadas al OTBN.

En este sentido, es de vital importancia realizar los mayores esfuerzos en el marco de la jerarquía de mitigación y priorizar evitar la afectación de estos ecosistemas.

En los casos de la excepcionalidad prevista, y siempre que se considere la viabilidad técnica de la propuesta, la compensación se deberá direccionar a una estrategia cualitativa e integral. A las acciones previstas de preservación y restauración se deberá incorporar el financiamiento de proyectos de investigación sobre el ecosistema impactado, la educación ambiental e involucramiento de las comunidades asociadas tanto a los beneficios de los ecosistemas impactados, como a los de la compensación. En este sentido, la propuesta de compensación debe considerar que la pérdida de superficie incluida en el OTBN, conlleva la pérdida de financiamiento procedente del Fondo Nacional para el Enriquecimiento y la Conservación de los Bosques Nativos, cuyo destino es la compensación a titulares de tierras en cuya superficie se conservan los bosques nativos.

De esta forma, las estrategias de compensación por pérdida de biodiversidad, en el marco del OTBN, se orientarán de forma priorizada a elevar las categorías inferiores de la Ley de Bosques (categorías II y III), con el fin de minimizar la efectiva pérdida de superficie boscosa no compensable, así como implementar acciones de conservación en sus áreas de amortiguamiento, para disminuir presiones y garantizar los objetivos de conservación.

En el caso de impactos residuales en áreas con **categoría III**, las compensaciones se asignarán a acciones de restauración de superficies boscosas de categoría III con el fin de elevar su categoría al nivel II. De forma complementaria, se podrán asignar fondos a las superficies a conservar a perpetuidad dentro de la categoría III, en la cual se exige resguardar áreas de bosque nativo, interconectadas entre sí, promoviendo la conformación de corredores biológicos (según la normativa vigente estas áreas no deberán ser inferiores a un 25% de la superficie afectada a cambio de uso de suelo[22]).

Para aquellos impactos residuales en superficies de **categoría II**, las compensaciones se asignarán a acciones que restauren superficies boscosas de categoría II y/o III con el fin de elevar su categoría a I y II, respectivamente. En el caso de impacto residual en la **categoría I**, el objetivo de la compensación priorizará elevar a esa categoría áreas inventariadas con las categorías II y/o III, asimismo se podrán aplicar acciones de restauración en la categoría I (ver tabla 19).
Se reitera que estas estrategias quedarán sujetas a la viabilidad técnica, dado que la imposibilidad de una compensación adecuada será una limitante a la compensación.

[22] Resolución N” 523/2019

Tabla 19. Esquema de asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad en el marco del OTBN.

Categoría del área afectada	Área a compensar	Estrategia en el área de compensación (x10)
III (verde)	III	Elevar la categoría del área III a II. Fortalecer superficies de conectividad en áreas de categoría III.
II (amarilla)	II y/o III	Elevar la categoría del área III a II y la categoría del área II a I.
I (roja)	I, II y/o III	Elevar la categoría de las áreas III y II a la categoría I.

En el marco del OTBN se abren diversas oportunidades para la implementación de compensaciones con acciones integradas de preservación, restauración y uso sostenible de forma complementaria. En cualquiera de los casos, estas acciones deberán ejecutarse de conformidad con el Plan de Conservación (PC) y/o Plan de Manejo y Conservación (PCyM) determinados por la normativa vigente[23], dentro de los cuales las compensaciones podrán complementar y fortalecer los objetivos de recomposición.

La restauración de bosques nativos es una acción contemplada por la Ley N° 14.888 y la normativa complementaria que establece contenidos mínimos para PC y PCyM. En este sentido, **la restauración de las formaciones boscosas, es una oportunidad para asignar compensaciones por pérdida de biodiversidad**. Sin embargo, cabe señalar, que algunas formaciones podrían no ser "restaurables" *sensu stricto*, ya que la ausencia o las modificaciones irreversibles de la topografía y/o estructura del sustrato donde se desarrollan, condicionan la restauración (es el caso, por ejemplo, de los *Talares del Este* sobre cordones de conchilla o los *Talares de Barranca*, en el norte de la provincia).

En el caso de una compensación en el marco del OTBN, el proponente podrá solicitar colaboración a la Autoridad para difundir la oferta del plan de compensación

Servidumbres

Las servidumbres de conservación están definidas doctrinariamente como "*un acuerdo legalmente vinculante que restringe, permanentemente, el desarrollo y uso futuro de la tierra para asegurar la protección de sus valores de conservación*" (Smith, 2002). Es un derecho sin posesión de un propietario de bienes inmuebles que impone limitaciones u obligaciones positivas para propósitos como retener o proteger los valores naturales, escénicos o los espacios abiertos de la propiedad; asegurar su disponibilidad para usos sostenibles; proteger recursos naturales, mantener o mejorar la calidad del aire o del agua; o preservar los aspectos históricos, arquitectónicos, arqueológicos o culturales de la propiedad raíz (Richardson *et al*, 2011).

El Código Civil y Comercial de la Nación (CCCN) (Ley N.º 26.994) define a la servidumbre como el derecho real que se establece entre dos inmuebles y que concede al titular del inmueble dominante determinada utilidad sobre el inmueble sirviente ajeno. Se basa en la negociación de dos partes diferentes (el propietario de la propiedad o fundo sirviente, que brindará beneficios a otra, el fundo dominante) lo que se documenta en una escritura e inscribe en el registro de la

[23] Ley Provincial N°14.888, Decreto Reglamentario N° 366/17, Resolución OPDS N° 523/2019, Resolución Ministerial N° 299/2022 y Resolución COFEMA N° 427/2020.

propiedad. La servidumbre puede tener por objeto la totalidad o una parte material del inmueble ajeno.

La servidumbre puede ser real o personal. El CCCN establece que la servidumbre real es inherente al inmueble dominante y se presume perpetua excepto pacto contrario. La servidumbre personal es la constituida en favor de persona determinada, sin inherencia al inmueble dominante. Si se constituye a favor de una persona humana se presume vitalicia, si del título no resulta una duración menor. Si se constituye a favor de personas jurídicas, la duración podrá ser menor o igual a 50 años, luego del cual se extingue la servidumbre.

De esta forma, la servidumbre puede ser un instrumento oportuno tanto para la conservación a perpetuidad o para una temporalidad pactada.

El proponente puede adquirir predios para constituir servidumbres ecológicas, o realizar acuerdos entre propietarios, limitando ciertos usos (en las facultades del dueño) en pos de conservar la integralidad de un ecosistema o valores específicos. El fundo sirviente garantiza de modo gratuito, o a cambio de una compensación -financiera o no- la conservación de atributos ecológicos y puede afectar la totalidad o una parte de la propiedad. En todos los casos, un propietario limita parte de sus derechos sobre un fundo en beneficio de otro fundo dominante, el cual garantiza que se implemente el plan de compensación.

Bajo este instrumento se pueden implementar diferentes acciones de conservación como la rehabilitación de funciones ecológicas, la preservación y restauración de hábitats y especies endémicas o amenazadas, etc. También pueden ser valiosas oportunidades para la creación de corredores biológicos en agroecosistemas con el fin de aumentar la conectividad de parches de ambientes de ecosistemas amenazados o hábitats fragmentados por actividades antrópicas, mejorando la integralidad del paisaje y la funcionalidad del ecosistema.

Las acciones de preservación, restauración, rehabilitación y uso sostenible en las servidumbres podrán ser ejecutadas por una entidad gestora, que de preferencia deberá ser una institución con capacidad técnica y jurídica de implementar las actividades para alcanzar los objetivos propuestos en el plan de compensación, y que serán monitoreados y controlados por la Autoridad.

Otros acuerdos con privados o con propiedad colectiva

Los proponentes pueden celebrar otros tipos de acuerdos voluntarios de conservación con privados o con figuras de propiedad colectiva, como es el caso de las comunidades indígenas con personería jurídica registrada[24]. Estos mecanismos podrán ser acuerdos de uso sostenible, locación, usufructo o pagos por servicios ambientales, cuya finalidad será proteger, restaurar o rehabilitar los valores de la biodiversidad.
Estos instrumentos de compensación se implementarán con un plazo determinado sujeto a los objetivos del plan de compensación, por ello serán aptos para implementar compensaciones en los niveles de decisión II o III (tabla 20).
En el marco de acuerdos entre privados o con propiedad colectiva, a fin de garantizar la permanencia de las acciones de compensación luego de finalizado el cumplimiento de la obligación de compensar, se sugiere priorizar su localización en áreas que se encuentran bajo un

[24] En el sitio web oficial https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1utpFLB3lyp5-UxuCFbr5fx0eqiU&ll=-36.80961933969714%2C-61.68842288499903&z=6 se publica un mapa con la ubicación y condición de registro de las comunidades indígenas de la provincia de Buenos Aires. Consejo Provincial de Asuntos Indígenas (CPAI) Subsecretaría de Derechos Humanos Ministerio de Justicia y Derechos Humanos de la Provincia de Buenos Aires.

marco legal de figuras de protección que se resumen en la tabla 20 y se desarrollan el capítulo 2.8.

- **Acuerdos de uso sostenible**

Como se referenció en el apartado de acciones, el uso sostenible es una valiosa herramienta que puede estar vinculada a la rehabilitación de funciones ecológicas y servicios ecosistémicos. La implementación de acciones de uso sostenible puede motorizarse mediante acuerdos con privados o con comunidades locales que estén desarrollando alternativas productivas para la alimentación y otros usos como la transición agroecológica, la ganadería regenerativa de pastizales o bosques nativos, la diversificación de pasturas perennes y pastizales naturales en zonas semiáridas, técnicas de siembra directa y agrofloresta, entre otros. Estas acciones buscarán beneficiar en primera instancia a pequeños productores de la agricultura familiar, cooperativas agrícolas, agropymes y comunidades locales, considerando la vinculación del conocimiento científico con los saberes tradicionales.

Los fondos de la compensación podrán destinarse a la asistencia técnica y tecnológica, la articulación con instituciones de investigación y/o conservación, universidades, laboratorios, desarrollo de bancos de semillas nativas, redes de viveros, etc.

Estos acuerdos también pueden conjugarse con acciones de protección de hábitats y/o especies de fauna amenazada que habiten los agroecosistemas, por ejemplo, realizando acciones de control o protección frente a especies invasoras o beneficiando poblaciones de polinizadores clave.

- **Locación y usufructo**

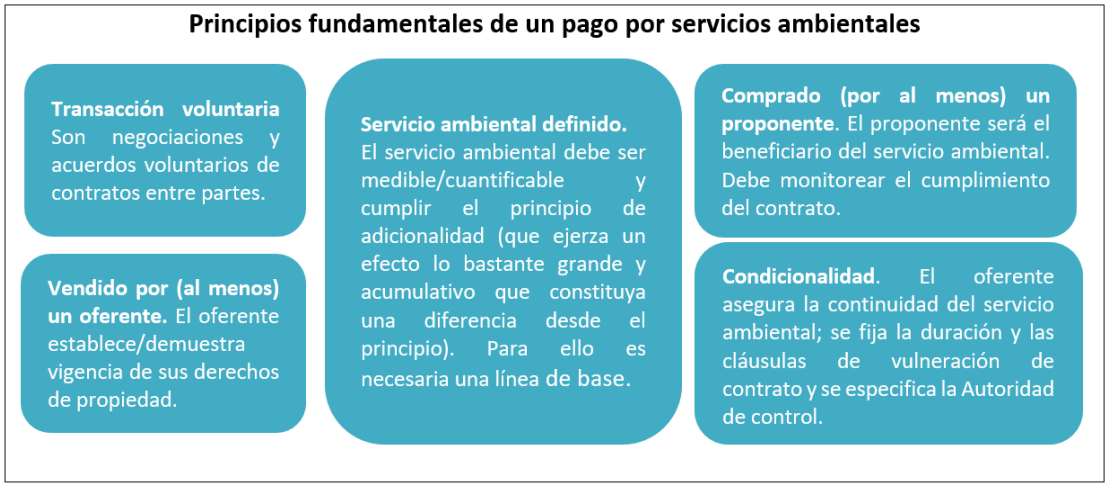
Otros mecanismos de implementar compensaciones por pérdida de biodiversidad son a través de contratos de locación o usufructo con propietarios de predios que posean oportunidades viables para preservar, restaurar, rehabilitar y complementariamente desarrollar acciones de uso sostenible sobre valores de la biodiversidad que compartan el nivel de equivalencia ecológica respecto al sitio de impacto. Ambos instrumentos están definidos en el CCCN y los acuerdos deberán ajustarse a dicho marco normativo.

En la locación como en el usufructo con fines de conservación se priorizarán los predios que cumplan funciones ambientales, de conectividad, de funciones ecológicas y de componentes de la biodiversidad, que brinden servicios ecosistémicos.
Tanto en la locación como en el usufructo para la conservación, los contratos estarán condicionados a los objetivos del plan de compensación.

- **Pagos por servicios ambientales (PSA)**

Los PSA son incentivos económicos que buscan beneficiar a propietarios, poseedores o usufructuarios a cambio de permitir la preservación y/o restauración de componentes de la biodiversidad y funciones ecológicas en sus predios, a través de acuerdos voluntarios respaldados por un instrumento legal de protección.

Figura 10. Principios de un PSA. Fuente: basado y adaptado de Wunder (2006); Ruiz et al. (2007).



El valor del PSA estará sujeto al tipo de acción de conservación a realizar y el costo de oportunidad de las actividades productivas evitadas (C.R.A., 2017). Es muy importante que antes de diseñar un mecanismo por PSA, se identifique en la línea de base los servicios ambientales disponibles que se quieren proteger y/o restaurar.

Los PSA pueden orientarse a mejorar el manejo de la tierra y conservar áreas con ecosistemas generadores de servicios ecosistémicos, como por ejemplo de regulación y provisión de agua imprescindibles para las comunidades, la producción y la biodiversidad local.

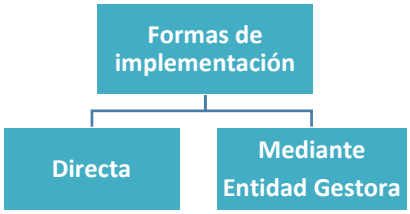
Los objetivos y metas de los PSA deben estar adecuadamente definidos en el plan de compensación con indicadores de seguimiento para evaluar los resultados de las acciones pautadas. Los servicios ambientales requieren ser debidamente contabilizados para asignarles un valor de mercado.

Tabla 20. Niveles de decisión para la implementación de las acciones de compensación en función del valor del factor de compensación.

Niveles de decisión	I	II	III
Valor del factor de compensación	Desde 6,8 a 10 y áreas bajo la tutela de las leyes N°10.907, N°14.888 y N°23.919.	Desde 3,4 a 6,7.	Hasta 3,3.
Equivalencia ecológica entre ambos sitios	Equivalencia integral de los atributos ecosistémicos (estructura, composición y función)	Equivalencia parcial de los atributos ecosistémicos (estructura, composición y función).	Equivalencia en funciones ecológicas y servicios ecosistémicos
Acciones priorizadas en el sitio de compensación	Preservación (se podrán asociar acciones de restauración)	Restauración y rehabilitación (se podrán asociar acciones de preservación)	Rehabilitación Uso sostenible asociado a la rehabilitación
Tiempo **(duración de la compensación)**	A perpetuidad o el tiempo que perdure el impacto residual.	Según objetivos y metas del plan de restauración con plazo mínimo de 10 años.	Según objetivos y metas del plan de rehabilitación con plazo mínimo de 5 años.
Mecanismos **(instrumentos)**	Acuerdos con la Autoridad provincial, municipal y/o privados para la creación de una nueva área natural protegida o implementación de las acciones en un área natural protegida existente, en el marco de la Ley N° 10.907 (parques provinciales, reservas naturales integrales y reservas naturales de objetivos definidos según corresponda). Acuerdos con tenedores de tierras con bosques nativos en el marco de la Ley N° 14.888. Acuerdos entre privados para la creación de servidumbres a perpetuidad.	Acuerdos con la Autoridad provincial, municipal y/o privados para la implementación de las acciones en un área natural protegida existente en el marco de la Ley N° 10.907 (todas las categorías excepto refugios de vida silvestre). Acuerdos entre privados para la creación de servidumbres de duración pactada Otros acuerdos entre privados o con propiedad colectiva.	Acuerdos con la Autoridad provincial, municipal y/o privados para la implementación en un área natural protegida existente en el marco de la Ley N° 10.907 (todas las categorías). Acuerdos entre privados para la creación de servidumbres de duración pactada. Otros acuerdos entre privados o con propiedad colectiva.
Localización	Según diagrama de decisión (Capítulo 2.6) y validación de la Autoridad. En el marco de acuerdos entre privados o con propiedad colectiva, a fin de fortalecer la sostenibilidad de las acciones, se priorizan áreas que se encuentren: • Declaradas bajo la Ley Nº 12.704 • Dentro de una Reserva de Biosfera (Programa MaB - UNESCO) • Zonificadas con alguna valoración ambiental en el Plan o Código de Ordenamiento Territorial municipal • En áreas OMEC		

FORMAS DE IMPLEMENTACIÓN

Un plan de compensación por pérdida de biodiversidad puede tener dos formas de implementación: por ejecución directa del proponente o a través de entidades gestoras que de preferencia deben ser instituciones con experiencia en proyectos de conservación en el territorio de la provincia de Buenos Aires, como ser instituciones científicas, académicas u organizaciones de la sociedad civil.



La elección de una entidad gestora es apropiada cuando el equipo de profesionales que lleva adelante el plan de gestión ambiental no cuenta con la expertise necesaria para la implementación de las acciones de compensación que correspondan. Asimismo, se recomienda cuando la duración de la fase operativa del proyecto es menor al tiempo de ejecución del plan de compensación.

Se destaca que en estos casos el proponente como titular del proyecto de obra o actividad seguirá conservando la responsabilidad jurídica con el cumplimiento del plan de compensación aprobado mediante la licencia ambiental. El ejecutor del plan de compensación deberá reportar los resultados a la Autoridad según los plazos que disponga la licencia ambiental y los indicadores de monitoreo establecidos en el plan. En todos los casos la Autoridad guarda su competencia de organismo contralor.

Para garantizar la transparencia y eficiente administración de los fondos de compensación se recomienda la creación de un fondo fiduciario con lineamientos claros sobre los desembolsos a partir de reportes de cumplimiento. La Autoridad podrá disponer lineamientos para su conformación u otros instrumentos para implementar y administrar planes de compensación.

2.8. LOCALIZACIÓN DE LAS ACCIONES DE COMPENSACIÓN

La localización de las compensaciones depende de una serie de criterios vinculados a los principios de la compensación por pérdida de biodiversidad definidos en el capítulo 2.1. No obstante, la ubicación también está sujeta a las oportunidades de instrumentos y prioridades de conservación que presente el territorio para asegurar y sostener una compensación efectiva.

La equivalencia ecológica es el criterio clave que garantiza que las compensaciones conserven áreas equivalentes al ecosistema impactado. Sin embargo, también se deberá considerar la proximidad al sitio de impacto, los beneficios de la compensación a potenciales comunidades afectadas, mecanismos seguros que permitan la sostenibilidad efectiva de las acciones compensatorias en el tiempo y las prioridades en relación con áreas críticas o de importancia para la biodiversidad definidas por la provincia.

Según los niveles de decisión establecidos en el capítulo anterior, la ubicación de la compensación podrá quedar sujeta a la priorización de unos criterios sobre otros.

Más allá de las orientaciones que se presentan en esta guía, la definición de la localización de la compensación deberá ser parte de un marco de consulta preliminar con la Autoridad, con un avance del plan de compensación que contenga la información respecto a la cuantificación y los valores de la biodiversidad que deberán ser compensados. Este mecanismo tenderá a tornarse más dinámico y autónomo para el proponente en el marco que la Autoridad avance con la sistematización de un banco de áreas priorizadas a nivel provincial, y se instituya un Registro de oferentes de áreas para asignar compensaciones.

Figura 11. Criterios para localizar las compensaciones por pérdida de biodiversidad.



A continuación, se orientan algunos criterios a tener en cuenta según el nivel de decisión de la obligación de compensar.

Localización según proximidad y beneficios a actores potencialmente afectados

La proximidad es uno de los principios de la herramienta que está asociado a compensar los valores de la biodiversidad del ambiente impactado en un contexto de paisaje o matriz que sostiene el ecosistema afectado. La identificación de potenciales locaciones para la compensación se emprende en el contexto de un análisis a nivel de paisaje, y se utiliza el enfoque ecosistémico para planificar la compensación (BBOP, 2012).

En el marco del artículo 7° del Acuerdo de Escazú (aprobado por Ley N° 27.566), se debe considerar los intereses de los **actores potencialmente afectados** por el proyecto de obra o actividad, en relación a la captación de los beneficios de la compensación.

De conformidad con la norma, este relevamiento se debe realizar durante las fases participativas tempranas del estudio de impacto ambiental. En este sentido, se sugiere que, en un primer nivel de prospección, el proponente identifique oportunidades de compensación a nivel del paisaje donde se materializan los impactos residuales.

Si este nivel carece de oportunidades en términos de equivalencia ecológica, mecanismos adecuados y ausencia de amenazas que aseguren la sostenibilidad de la compensación, el proponente deberá ampliar la prospección de búsqueda en el marco de un proceso iterativo de validación con la Autoridad (figura 12).

Localización según la equivalencia ecológica

La equivalencia ecológica es un principio prioritario en el nivel de decisión I (tabla 20), en función de los valores de la biodiversidad afectados en el sitio de impacto. Es importante tener en cuenta las características del o los ecosistemas afectados, como también las características ecológicas del paisaje del cual forma parte y le da sustento en términos de conectividad de funciones ecológicas, de especies y flujos génicos. Por ello, la compensación integral de un ecosistema equivalente puede exigir características del paisaje asociadas que no siempre pueden estar presentes.

Hay que considerar que la ausencia de una oportunidad de compensación en la matriz que sostiene un ambiente de ecosistema endémico con distribución restringida, muchas veces en condición relictual y amenazado, será una limitante a la compensación.

A medida que el sitio de impacto pierde valor en relación con el estado de conservación, este criterio se puede adaptar siempre y cuando se conserve la equivalencia de los valores clave relevados en la línea de base. En este sentido, los niveles de decisión II y III podrían ofrecer mayores oportunidades territoriales para asegurar compensaciones.

La ausencia de oportunidades para localizar compensaciones ecológicamente equivalentes y la falta de un mecanismo adecuado que asegure la sostenibilidad de las acciones puede plantear un límite a la compensación y la necesidad de reevaluar la ubicación y/o el diseño del proyecto.

Localización según las oportunidades de sostenibilidad

La sostenibilidad de la implementación de las compensaciones es otro de los principios clave de la herramienta que depende de diferentes factores como la seguridad jurídica, financiera, técnica y el control de amenazas que puedan poner en riesgo las acciones de compensación en el territorio.

La disponibilidad de los mecanismos establecidos para cada nivel de decisión (tabla 20) también determinarán la localización del proyecto.

El primer nivel de decisión requiere un instrumento jurídico fuerte para sostener la compensación en el largo plazo o a perpetuidad, por lo que la no existencia de oportunidades en relación con nuevas áreas protegidas reconocidas por Ley N°10.907, áreas del OTBN con registro de los planes de conservación y/o manejo o posibilidades de constituir servidumbres reales, podrá limitar la compensación en términos de proximidad y requerir una prospección ampliada a una escala regional.

En el segundo y tercer nivel de decisión surgen otros mecanismos en el marco de acuerdos entre privados o con propiedad colectiva, cuyos plazos están sujetos a los objetivos definidos en el plan de compensación. No obstante, es importante considerar la permanencia de los resultados de las acciones de conservación a futuro, luego del cierre del plan de compensación. En este sentido, se recomienda priorizar la localización en áreas con algún marco de protección, como son:

- Áreas que se encuentren bajo la figura de "Paisaje Protegido de Interés Provincial" o "Espacio Verde de Interés Provincial" (Ley N° 12.704).
- Áreas declaradas como Reserva de Biosfera (Programa MaB - UNESCO)[25]
- Áreas zonificadas con alguna valoración ambiental en el Plan o Código de Ordenamiento Territorial municipal. Esta indicación determina que se aplican limitaciones de ocupación de suelo, densidad, usos permitidos en función de sus valores de biodiversidad, ecosistemas o servicios ambientales que posee, o su fragilidad o riesgo ambiental según corresponda. Ejemplos de tales zonificaciones son: Zona de Protección Ambiental (ZPA), Reserva Natural (RN), capital o compromiso ambiental y patrimonial (CAP), restricción ambiental (RA).
- Áreas OMEC[26] que aún no cuenten con marco regulatorio, pero han sido definidas de importancia estratégica para el ordenamiento del territorio y cumplen con el reconocimiento científico y la valoración de las comunidades locales.

También es importante evaluar las amenazas presentes en el territorio, como pueden ser obras o actividades que generen impactos negativos acumulativos, riesgos de incendios intencionales, caza, desarrollo inmobiliario mal planificado, invasiones biológicas, procesos erosivos, etc., que deberán ser considerados y prevenidos mediante medidas de monitoreo y gestión de riesgos. En este marco, cobra relevancia el involucramiento de las comunidades locales en el conocimiento y apropiación de los beneficios del plan de compensación, quienes podrán colaborar en la eficacia de su implementación con herramientas como el monitoreo participativo, ciencia ciudadana, entre otras.

Localización según áreas priorizadas

Uno de los aspectos que recomienda la bibliografía especializada sobre compensaciones por pérdida de biodiversidad es el factor de agregación que se debería considerar en la localización de las medidas de compensación. Esto en función de buscar resultados acumulativos y sinérgicos que retroalimenten los objetivos de cada plan de compensación en términos de pérdida nula y adicionalidad, y potenciar las medidas de conservación con enfoque ecosistémico.

[25] Las reservas de biosfera son creadas por las jurisdicciones del gobierno nacional y designadas bajo el Programa MaB de la UNESCO. https://www.argentina.gob.ar/ambiente/areas-protegidas/programa-mab

[26] Otras medidas efectivas de conservación (OMEC) Estas áreas también están reconocidas como áreas de conservación en la Estrategia Nacional de Biodiversidad (Resolución MAyDS N°151/2017).

Se destacan algunos criterios de localización en este aspecto:

- La conectividad con otras comunidades naturales o con funciones ecológicas con el fin de fortalecer la integración de parches de ecosistemas aislados en la matriz del paisaje o preservar gradientes ecológicos.
- La vinculación con áreas protegidas y/o monumentos naturales para fortalecer su valor de conservación. En este sentido, la implementación de compensaciones en zonas *buffer* de áreas naturales protegidas fortalece los objetivos de conservación y el manejo de dichas áreas.
- La protección de valores clave de la biodiversidad, caracterizados por ser raros o poco frecuentes, como los hábitats de especies endémicas presentes en el sistema de Tandilia y Ventania o las zonas de dunas/médanos costeros del litoral bonaerense.
- Áreas que poseen una posición estratégica para la conservación y rehabilitación de servicios ecosistémicos, como por ejemplo la provisión de agua, la recuperación de suelos y prevención de procesos erosivos, la conectividad hídrica de paisajes de humedal, etc.

La Autoridad tiene un rol clave en relevar, sistematizar y definir las áreas de importancia como críticas para la biodiversidad y funciones ecológicas, y de esta forma poder orientar la localización de las compensaciones en función de las prioridades de conservación en la provincia. Asimismo, el proponente, o su entidad gestora, también podrá proponer a la Autoridad la localización de las acciones de compensación en función del hallazgo de oportunidades bajo estos criterios.

Situaciones específicas

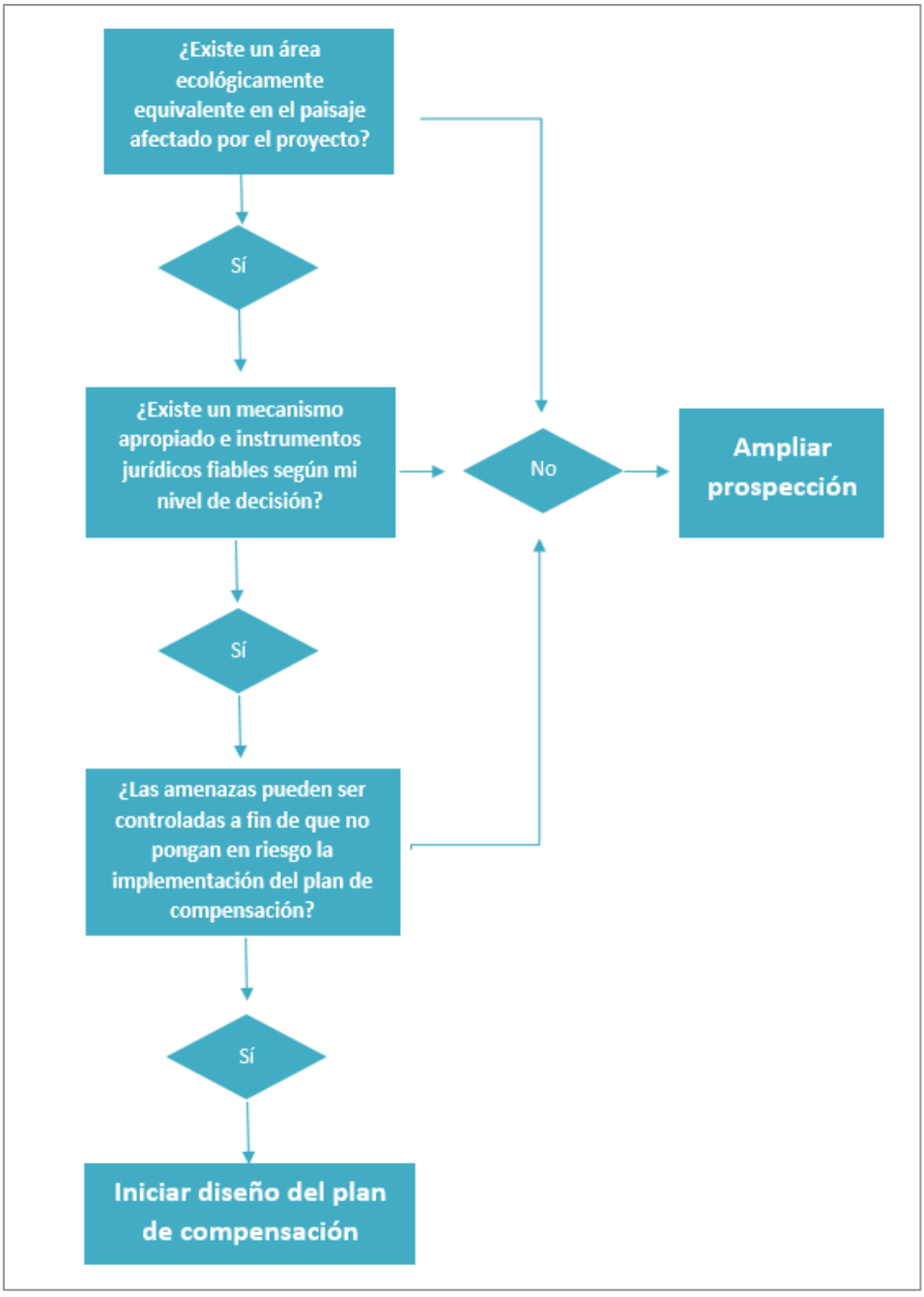
- Cuando se desarrollen proyectos con impactos residuales en reservas del sistema provincial de áreas naturales protegidas en el marco de lo dispuesto por la Ley N°10.907, la compensación deberá implementarse en primer término en el área protegida afectada. En el caso de impedimentos técnicos o procedimentales fundados por la Autoridad, se podrá asignar la compensación en otra reserva declarada o en la creación de una nueva reserva, siempre y cuando se conserven las características ecológicas afectadas.
- Cuando se desarrollen proyectos con impactos residuales en áreas bajo el Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (OTBN), en el marco de lo dispuesto por la Ley N°14.888, la compensación deberá implementarse en ecosistemas equivalentes inventariados por la provincia, considerando los requerimientos jurídicos desarrollados en el capítulo 2.7.
- Cuando se desarrollen proyectos con impactos residuales en paisajes protegidos en el marco de lo dispuesto por la Ley N°12.704, la compensación deberá implementarse en primer término en el paisaje protegido afectado. En el caso de impedimentos técnicos o procedimentales fundados por la Autoridad, se podrá asignar la compensación en otras áreas, siempre y cuando se conserven las características ecológicas afectadas y se potencie el valor paisajístico de su emplazamiento.
- Cuando se desarrollen proyectos lineales que afecten diversos tipos de ecosistemas definidos en el capítulo 2.5 (terrestres, acuáticos, humedales y costero-marino), la compensación se realizará por cada uno de ellos. Ahora bien, si dentro de cada tipo de ecosistema se relevan diferentes ambientes (ej. dentro de los ecosistemas terrestres afectados se encuentran ambientes de pastizales naturales, agro-ganaderos, bosques no nativos, etc.) la compensación se realizará sobre el tipo de ambiente con mayor área impactada por el proyecto o sobre el tipo de ambiente que conserve funciones ecológicas críticas. Este lineamiento quedará exceptuado para las áreas protegidas y las propias del OTBN, cuyo criterio de localización se explicó anteriormente.

En **conclusión**, la prospección se deberá iniciar por el nivel de mayor proximidad al sitio de impacto, contemplando los intereses de las comunidades potencialmente afectadas, en un proceso sistemático de consulta y validación con la Autoridad.

La equivalencia ecológica, la existencia de mecanismos jurídicos adecuados y el control de amenazas son criterios clave para definir la ubicación de un plan de compensación. En el caso de que estos criterios no sean factibles de satisfacer en la escala del paisaje afectado, se ampliará el área de prospección (figura 12). La Autoridad también podrá orientar o definir la localización en función de oportunidades en áreas priorizadas.

El plan de compensación deberá contener la debida fundamentación del área elegida y contemplar los lineamientos que defina la Autoridad.

Figura 12. Diagrama de decisión para la prospección de localización del plan de compensación.



2.9. CUÁNDO COMPENSAR

En el marco del principio precautorio de la Ley General del Ambiente y del principio de pérdida nula de biodiversidad, es fundamental que el plan de compensación inicie de forma previa, o de máxima, al comienzo de las actividades que provocarán los impactos negativos residuales sobre la biodiversidad.

El incumplimiento o desfase de la implementación del Plan de Compensación en relación con el cronograma previsto quedará sujeto a las penalidades que determine la Autoridad. Si por algún motivo las acciones compensatorias se podrían desfasar por eventos ajenos a la responsabilidad del proponente, es importante el aviso temprano a la Autoridad con la debida fundamentación para acordar las medidas adecuadas.

Si luego de dos (2) años de otorgada la licencia ambiental, no se dio inicio a las obras o actividades autorizadas ni a la implementación del Plan de Compensación definitivo, será necesaria una nueva presentación del mismo ante la Autoridad con la actualización de los componentes de línea base, las acciones/actividades propuestas, equipo profesional gestor, acuerdos institucionales, garantías financieras, entre otros.

3. LINEAMIENTOS GENERALES PARA LA PRESENTACIÓN DE UN PLAN DE COMPENSACIÓN POR PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD

CONSIDERACIONES GENERALES

Los presentes lineamientos tienen como finalidad orientar el diseño de un Plan de Compensación por Pérdida de Biodiversidad como insumo que se integra al Plan de Gestión Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental.

A los fines de la obtención de la licencia ambiental, es importante que el Plan de Compensación adjunte cartas de intención con los actores comprometidos en suscribir actos jurídicos para la implementación de la compensación, al igual que la presentación de la documentación sobre el dominio de la propiedad en la que se planifique establecer las acciones de compensación

Luego de obtenida la licencia ambiental, se deberá presentar la documentación correspondiente a los actos jurídicos que se suscriban con las personas físicas o jurídicas, públicas o privadas, con las que se acordó implementar y/o financiar el Plan de Compensación. Esta presentación deberá ser realizada en un plazo apropiado que determinará la Autoridad al momento de otorgar la licencia, teniendo en cuenta que las acciones de compensación deben iniciar de preferencia antes o como mucho al inicio de las obras o actividades.

La presentación de toda la documentación, en tiempo y forma, dará lugar al acto administrativo de conformidad de la Autoridad, por el cual el Plan de Compensación quedará habilitado para su implementación.

La Autoridad publicará una referencia de ubicación del Plan de Compensación en el portal de información ambiental territorial o el que a futuro lo reemplace. Las áreas bajo implementación de compensaciones se deben evitar afectar en la planificación de nuevas obras y actividades y se deberán considerar en cambios de uso de suelo o de zonificación.

En todos los casos, el cumplimiento de los objetivos de la compensación, mediante indicadores cuantificables, quedará bajo la supervisión y fiscalización de la Autoridad.

Los titulares de áreas bajo compensación por pérdida de biodiversidad podrán aplicar a validaciones, verificaciones o certificaciones de reducciones o remociones de gases de efecto invernadero (GEI) en el mercado voluntario de carbono, una vez cumplido los términos legales del Plan de compensación, conforme lo determine la Autoridad. De igual manera, la Autoridad definirá la articulación entre ambas herramientas una vez establecidos los mecanismos de participación en los mercados de carbono regulados bajo el Artículo 6 del Acuerdo de París y otros mercados de cumplimiento nacionales e internacionales, conforme los lineamientos establecidos en la Estrategia Nacional para el Uso de los Mercados de Carbono (ENUMeC) y futuras regulaciones provinciales en la materia.

ESTRUCTURA Y CONTENIDOS DEL PLAN DE COMPENSACIÓN

Introducción

Resumen de los principales objetivos y metas del Plan de Compensación. En términos de metas o alcances ecológicos.

Equipo técnico

El Plan de Compensación deberá ser diseñado e implementado por equipos de profesionales con idoneidad técnica que acrediten experiencia en las acciones de compensación que se propongan. Los profesionales que suscriban el Plan de Compensación deberán estar inscritos en el Registro Único de Profesionales Ambientales y Administradores de Relaciones (RUPAYAR) (Resolución OPDS N.º 489/19) y aquellos que apliquen acciones de compensación en bosques nativos deberán estar inscriptos en el Registro de Profesionales de Bosques Nativos del Ministerio de Ambiente.
El equipo experto podrá ser parte de una entidad gestora, la cual podrá ser una institución académica, científica u organización de la sociedad civil que acredite experiencia en la conservación de la biodiversidad.

Otros actores asociados

En el caso de que corresponda, se detallarán las instituciones u organizaciones que formen parte de los acuerdos para implementar el Plan de Compensación.

Área de influencia de los impactos residuales y caracterización de los componentes de la biodiversidad que deberán ser compensados

En este apartado se presenta un resumen del proceso de implementación de la jerarquía de mitigación y la necesidad de compensar (capítulo 2.2). Se realiza una descripción de los impactos evitados, minimizados, aquellos que serán revertidos mediante alguna acción de restauración, y aquellos que serán objeto de compensación.
Se presenta la **matriz mitigada** y el **área de influencia de los impactos residuales**. Se resumen los ecosistemas, tipos de hábitats, especies y funciones ecológicas afectados sujetos a compensación que fueron tratados en la línea de base del estudio de impacto ambiental.
Se incluye la cartografía con el detalle de las áreas en dónde se materializan los impactos residuales sobre la biodiversidad.

Cálculo del factor de compensación

En este apartado se desarrolla el cálculo del factor de compensación según la metodología descrita en la presente guía. Se calcula el factor de importancia ecológica (Fie) y el de condición del sitio de impacto (C). Se presentan los valores de cada indicador utilizado para cada parámetro, según el ecosistema afectado. Por último, se calculará el factor de compensación del área de impacto residual. Este cálculo se realizará por cada ecosistema afectado.
Se adjuntará el mapa que asocie la capa del área de influencia de los impactos residuales (Ai) con el mapa de importancia ecológica (Fie).

Selección y caracterización del área o áreas potenciales a implementar la compensación

En este apartado se debe justificar la selección del área o áreas de compensación según la prospección realizada o los lineamientos establecidos por la Autoridad conforme los criterios definidos en el capítulo 2.8. Luego se deberá caracterizar los ecosistemas, hábitats, especies y funciones ecológicas clave del área a implementar la compensación, buscando la correlación con la línea de base del área impactada, en el marco del principio de equivalencia ecológica.

Para caracterizar la condición ecológica del sitio de compensación se deberá utilizar la metodología y, de preferencia, los mismos indicadores usados para el cálculo del factor C (capítulo 2.5). Este cálculo ayudará a definir las acciones de conservación a implementar (preservación, restauración, rehabilitación, uso sostenible).
Se anexará un mapa con la ubicación del área o áreas potenciales donde se implementarán las acciones de compensación. La información se complementa con fotos, mapa de coberturas, red hídrica y topografía, perfiles de vegetación, etc., según corresponda.

Objetivos, metas y beneficios

Se definen los objetivos, las metas (en términos de metas ecológicas o de biodiversidad) y los beneficios de la compensación considerando la sostenibilidad a largo plazo.

Metodología, acciones y actividades previstas en la compensación

Se describe la metodología, acciones y actividades a instrumentar para implementar la compensación. Se describen las tareas, infraestructura, materiales, insumos y personal necesarios.

Cronograma de implementación

Se presenta un cronograma preliminar de las acciones y actividades, tiempo de ejecución y responsables.

Monitoreo e indicadores de desempeño

Se debe diseñar un programa de monitoreo continuo con indicadores adecuados para evaluar el desempeño de las acciones y actividades de compensación. Los indicadores deberán estar asociados a las metas y objetivos para determinar el alcance de los resultados en términos ecológicos de la compensación planteada.
El programa de monitoreo deberá contener un cronograma de monitoreo, con responsables y reportes a la Autoridad. En el caso de que los indicadores de desempeño no demuestren los resultados esperados, la Autoridad podría requerir ajustes en relación con las actividades que se tengan que desarrollar.

Participación

Es importante que el Plan de Compensación involucre la participación de actores interesados como la comunidad potencialmente beneficiada por el Plan de Compensación, tanto en las etapas de diseño como en las de implementación y monitoreo, para fortalecer la sostenibilidad de las acciones en el territorio, Por ejemplo, involucrar a la comunidad educativa para la difusión y divulgación sobre los valores que se están conservando o compensando, así como capacitaciones en metodologías de muestreo o monitoreo para alimentar bases de ciencia ciudadana, entre otras.

Análisis de riesgo y medidas de manejo

En este apartado se debe considerar la necesidad de realizar una evaluación de riesgos que releve potenciales amenazas que podrían afectar los acciones y objetivos buscados en la compensación. En función de los resultados se podrá implementar un programa de gestión de riesgos a fin de establecer medidas de control y/o contingencia. Por ejemplo, medidas de control de invasiones biológicas, prevención ante potenciales incendios, etc.

Marco jurídico

En este apartado se describen las condiciones jurídicas del área en donde se implementará el Plan de Compensación, así como las medidas que se deben tomar para asegurar la ejecución y

permanencia de las acciones, y los acuerdos institucionales asociados. Se describen las características de la propiedad y tenencia de la tierra (ej. predios públicos, predios privados, tenencia de la tierra, entre otros) y los mecanismos legales que se utilizarán para asegurar la permanencia de las acciones del plan.

Presupuesto

Se incluye un presupuesto para la implementación del Plan de Compensación y un resumen de costos promedio anual para los primeros 5 años. Este debe desagregarse por actividad principal, así como por rubro y por año.

Instrumentos de financiamiento

Se presenta un instrumento de garantía de fiel cumplimiento para asegurar el financiamiento e implementación del Plan de Compensación.

Un mecanismo utilizado para acuerdos entre privados son los fondos fiduciarios, no obstante, en determinadas circunstancias, la Autoridad podrá evaluar que el financiamiento se aplique a fondos públicos con objetivos de conservación de la biodiversidad pertenecientes a organismos del Estado.

Anexos

Toda la cartografía anexada deberá incluir los elementos cartográficos básicos como título, fuente, fecha, referencias, coordenadas, puntos cardinales y escala; y utilizar de preferencia la simbología cartográfica estandarizada propuesta por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

GLOSARIO

- **Bentos:** comunidad formada por los organismos que habitan el fondo de los ecosistemas acuáticos.
- **Biocenosis o comunidad**: es el conjunto de seres vivos que habitan en un determinado lugar (factores bióticos). Una biocenosis es un conjunto de poblaciones biológicas que coexisten en espacio y tiempo. Estas especies se presentan en un espacio definido llamado biotopo, que ofrece las condiciones ambientales necesarias para su supervivencia. Puede dividirse en fitocenosis, zoocenosis y microbiocenosis.
- **Biodiversidad:** La biodiversidad es la diversidad de vida, la variedad de seres vivos que existen en el planeta y las relaciones que establecen entre sí y con el medio que los rodea, es el resultado de millones de años de evolución. La especie humana y sus culturas han emergido de la adaptación al medio, su conocimiento y su utilización. Es por ello que la biodiversidad tiene dos dimensiones: la biológica y la cultural. Comprende tanto a la diversidad genética, de especies (animales, plantas, hongos y microorganismos), de poblaciones y de ecosistemas, como a la de los múltiples procesos culturales que en diferentes épocas y contextos han caracterizado la relación del ser humano con su entorno natural (ENByPA, 2016).
- **Compensaciones por pérdida de biodiversidad:** son las acciones de conservación que tienen como objetivo resarcir a los componentes del medio biótico afectados por impactos negativos residuales que no pudieron ser evitados, minimizados o corregidos y que implican una pérdida de biodiversidad, de manera que se garantice la pérdida nula, y de preferencia una ganancia, en los atributos ecológicamente equivalentes de la biodiversidad afectada.
- **Comunidad:** conjunto de poblaciones que viven e interactúan en una zona (Mendoza, Z. A., 2013).
- **Conservación**: La conservación es la gestión del uso de la biodiversidad de forma que se obtengan beneficios a la vez que se mantiene su potencial para las generaciones futuras. La conservación abarca tanto la preservación y el mantenimiento como el uso sustentable y la restauración de los entornos naturales (ENByPA, 2016).
- **Edafón**: biota específica del suelo.
- **Especie**: Es un conjunto de individuos que poseen una historia evolutiva común, que conviven en un mismo lugar al mismo tiempo, y que son capaces de reproducirse entre sí y dar lugar a una descendencia fértil.
- **Especie bandera**: son carismáticas y permiten atraer la atención sobre un objetivo de conservación. Sirve de base para generar campañas de concientización y movilizar el apoyo de la comunidad (Mendoza, Z. A., 2013).
- **Especie clave**: A los fines de esta guía metodológica, se considera "especies clave" a las especies de flora o fauna endémicas, con hábitat restringido por sus características adaptativas, emblemáticas, focales o con categoría de amenaza vulnerable, en peligro o peligro crítico.
- **Especie emblemática**: Es una especie muy importante para la población de un país, es un emblema, "estrella", todos la conocen por su abundancia, importancia económica, mística y política (Mendoza, Z. A., 2013).
- **Especie endémica**: es un término utilizado para indicar que la distribución de un taxón está limitada a un ámbito geográfico reducido, no encontrándose de forma natural en ninguna otra parte del mundo. Por ello cuando se indica que una especie es endémica de cierta región, significa que solo es posible encontrarla de forma natural en esa región o lugar.
- **Especies focales**: La conservación de las especies puede ser algo subjetivo, porque es difícil determinar el estado de muchas especies. Con millones de especies en situación preocupante, la identificación de determinadas especies claves, especie bandera o especies paraguas facilita la decisión para la conservación. (Mendoza, Z. A., 2013).
- **Especie indicadora**: es una especie biológica que define un rasgo o característica del ambiente, puede delinear una eco-región o indicar una condición ambiental como la contaminación o el cambio climático. Las especies indicadoras son las especies más sensitivas de una región, y en general actúan como señal de alarma para alertar a los biólogos que monitorean las condiciones ambientales (Mendoza, Z. A., 2013).

- **Especie paraguas**: son las especies seleccionadas para tomar decisiones relacionadas con la conservación, porque protegiendo estas especies se protegen de forma indirecta muchas otras especies que componen la comunidad de su hábitat. Pueden ser usadas para ayudar a seleccionar la localización de reservas potenciales, encontrar el tamaño mínimo de esta área de conservación o reserva y para determinar la composición, estructura y procesos de los ecosistemas. Las especies paraguas cubren grandes áreas en sus desplazamientos diarios o estacionales. Protegiendo suficiente hábitat para mantener poblaciones viables de estas especies se pueden beneficiar otras que tienen un rango más restringido. Una especie paraguas puede ser una especie nativa o endémica (Mendoza, Z. A., 2013).
- **Necton**: se aplica al conjunto de los organismos que nadan activamente en las áreas acuáticas. El concepto se aplica por igual tanto a los sistemas de agua dulce como a los oceánicos (Mendoza, Z. A., 2013).
- **Impactos residuales**: son los impactos negativos que no pueden ser mitigados a valores no significativos y persisten en el tiempo y espacio.
- **Impactos significativos**: los impactos negativos adquieren significación en la medida que superan los umbrales de características como resiliencia, renovación, capacidad de asimilación o acogida por parte de los atributos de la biodiversidad, pudiendo llevarlos a procesos de deterioro irreversible o extinción local (adaptado de Gómez-Orea, 2013).
- **Plancton**: se denomina plancton al conjunto de organismos, principalmente microscópicos, que flotan en aguas saladas o dulces, no nadan activamente y se dejan llevar por las corrientes (Mendoza, Z. A., 2013).
- **Pleuston**: se denomina pleuston al grupo de plantas y animales, cuyo hábitat es la superficie misma de las aguas tanto en medios marinos como continentales, la interfase agua-aire (Mendoza, Z. A., 2013).
- **Población**: conjunto de individuos de la misma especie que comparten el mismo hábitat o espacio geográfico (Mendoza, Z. A., 2013).
- **Preservación**: es la generación de instrumentos o acciones para la protección de la biodiversidad, ya sea en la integralidad de un ecosistema o de determinados valores singulares.
- **Restauración ecológica**: es la actividad que tiene por objetivo lograr la recuperación sustancial o integral del ecosistema en relación con un modelo de referencia apropiado, o sea con base en diferentes fuentes de información que den cuenta de la condición del ecosistema nativo, tal como sería si no se hubiera degradado, que permita la persistencia y evolución de las especies que lo componen y la adaptación a los cambios locales y globales (adaptado de Cony, M.A., 2021).
- **Rehabilitación**: es la actividad que tiene por objetivo restablecer un nivel de funcionamiento del ecosistema para la provisión renovada y continua de servicios ecosistémicos, potencialmente derivados también de ecosistemas no nativos. La rehabilitación es una actividad que contribuye a mejorar la integridad ecosistémica y la resiliencia socio-ecológica (adaptado de Cony, M.A., 2021).
- **Uso sostenible** (o sustentable): se refiere a la utilización de componentes de la biodiversidad nativa de ambientes naturales de un modo y a un ritmo que no ocasione su disminución a largo plazo, permitiendo satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones actuales y futuras. Es decir, el uso sustentable de la biodiversidad implica su conservación (ENByPA, 2016).

BIBLIOGRAFIA

Alfaro, A. y Yaritza, E., (2022). Evaluación ecotoxicológica de los sedimentos del humedal urbano estuario los molles: base para un programa de monitoreo. Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería en Medioambiente Ingeniería Ambiental, Universidad de Valparaíso. Trabajo de titulación para optar al título de ingeniero ambiental. Disponible en: https://repositoriobibliotecas.uv.cl/bitstream/handle/uvscl/10664/Araya_Yaritza-%20EVALUACI%C3%93N%20ECOTOXICOL%C3%93GICA%20DE%20LOS%20SEDIMENTOS%20DEL.pdf?sequence=1

Alonso, V.; Ayala, M. y Chamas, P. (2019) "Compensaciones por pérdida de biodiversidad y su aplicación en la minería: los casos de la Argentina, Bolivia (Estado Plurinacional de), Chile, Colombia y el Perú", serie Medio Ambiente y Desarrollo, N° 167 (LC/TS.2019/125), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago.

Athor. J. y C. E. Celsi (eds.). 2016. La Costa Atlántica de Buenos Aires – Naturaleza y Patrimonio Cultural. Fundación de Historia Natural Félix de Azara. Buenos Aires.

Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro, Secretaria de Gestión Ambiental (2011) Índice de calidad de agua y síntesis de la situación ambiental de la cuenca. Disponible en: http://www.aic.gov.ar/sitio/archivos/201702/ica%20-%20indices%20de%20calidad%20del%20agua.pdf

Baggio, R. B. (2019) Metales en sedimentos de fondo marino en el área El Rincón: concentración y distribución. Tesis para obtener el título de oceanógrafo de la Universidad Nacional del Sur, departamento de Geografía y turismo. Disponible en: https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/4652

Barbier, E.B. (1994). Valuing Environmental Functions: Tropical Wetlands. Land Economics. 70 (2): 155-73.

Benzaquen, L., D.E. Blanco, R. Bo, P. Kandus, G. Lingua, P. Minotti y R. Quintana. (editores). 2017. Regiones de Humedales de la Argentina. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Fundación Humedales/Wetlands International, Universidad Nacional de San Martín y Universidad de Buenos Aires.

Borja A, Muxika I, & Franco J. 2003. The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. Marine Pollution Bulletin 46: 835–845.

Borja, A., Franco, J., & Pérez, V. 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. Marine Pollution Bulletin 40: 1100–1114.

Brinson, M. 1993a. A Hydrogeomorphic Classification or Wetlands. Wetland Research Program Technical Report WRP-DE-4. US Army Corps of Engeneers, Waterways Experiment Station. Washington, D.C.

Brinson, M. 1993b. Changes in the Functioning of Wetlands along Environmental Gradients. Wetlands, vol13, No 2 pp65-74

Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP), 2009. Biodiversity Offset Design Handbook. BBOP, Washington, D.C. Disponible en: www.forest-trends.org/biodiversityoffsetprogram/guidelines/odh.pdf

Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP). 2009. Biodiversity Offset Design Handbook. BBOP, Washington, D.C. Disponible en: www.forest-trends.org/biodiversityoffsetprogram/guidelines/odh.pdf

Cabeza Galindo, Isabel. (2014). El derecho real de conservación y sus desafíos. Memoria para optar al grado de Licenciado en Ciencias Jurídicas y Sociales. UNIVERSIDAD DE CHILE. Facultad de Derecho.

Cabrera, A.L. (1976). Regiones fitogeográficas argentinas. Acme, Buenos Aires. 85 pp. En: Kugler WF (Ed) Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Tomo 2. 2º edición. Acme. Buenos Aires, Argentina. Fascículo 1. pp. 1-85. Reeditado sin cambios en: Cabrera, AL (1994). Regiones fitogeográficas argentinas. En: Kugler WF (Ed) Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Tomo 2. 2º edición. Acme. Buenos Aires, Argentina. Fascículo 1. pp. 1-85.

Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life (2001) https://www.pla.co.uk/Environment/Canadian-Sediment-Quality-Guidelines-for-the-Protection-of-Aquatic-Life.

Castillo Reyes M. A. (2009) Desarrollo de un índice de contaminación metálica de sedimentos marinos. Tesis de grado de la Universidad Nacional de Chile. Disponible en: https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/188515.

CEPAL, PNUMA. (1997). Instrumentos económicos para la gestión Ambiental en América Latina y el Caribe. México.

Cony, M.A. (2021). "Restauración Ecológica en Ecosistemas Boscosos de la Argentina", dentro del Programa de capacitación para formuladores, evaluadores y gestores de Planes de Manejo y Conservación en el marco de la Ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos. Proyecto de Apoyo para la Preparación de REDD + (Donación N° TF019086 FCPF), Dirección Nacional de Bosques, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Corporación Autónoma Regional del Atlántico (C.R.A.) y Programa Medio Ambiente Colombia - GIZ. 2017. Guía para implementar acciones de compensación en el Atlántico. Barranquilla, Atlántico. Colombia. 84 p.

Crowe, M. y K. Ten Kate. (2010). Biodiversity offsets: policy options for government. A draft for discussion. Business and Biodiversity Offsets Programme (BBOP). Washington D.C

CSBI- Cross Sector Biodiversity Iniciative (2015). A cross-sector guide for implementing the Mitigation Hierarchy.

Cuarto Informe Nacional (2010). Convenio sobre Diversidad Biológica. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

Cuevas, J.M. y Michelson, A.M. (Ed.) (2023). Estado actual del conocimiento sobre condrictios en la Reserva Natural de Usos Múltiples Bahía San Blas, provincia de Buenos Aires. 120 p.

Diagnóstico Ambiental de Alternativas. Autoridad Nacional De Licencias Ambientales (s.f.). Colombia. Disponible en: https://www.anla.gov.co/01_anla/tramites-y-servicios/servicios/diagnostico-ambiental-de-alternativas#:~:text=El%20Diagn%C3%B3stico%20Ambiental%20de%20Alternativas,un%20proyecto%2C%20obra%20o%20actividad.

Díaz de Astarloa, J. M., Figueroa, D. E., & Mabragaña, E. (2018). Condrictios de Argentina: Ecología y Distribución.

ENByPA - Estrategia Nacional de Biodiversidad y Plan de Acción 2016-2020 (2016) (vigencia ampliada por Resolución MAyDS N° 356/2022). Ministro de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Buenos Aires. Argentina.

Environmental Engineering Consultants – EEC. (2013). Protecting natural habitats in infrastructure projects: Stories from the field. Informe técnico.

Environmental Engineering Consultants –EEC (2012). Draft inception report: Safeguarding natural habitats and biodiveristy in jica supported projects. Informe técnico.

Food and Agriculture Organization – FAO. (2009). Review of evidence on drylands pastoral systems and climate change Implications and opportunities for mitigation and adaptation. Land Tenure and Management Unit (NRLA) Land and Water Division. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Figueroa, E. (2008). Pago por servicios ambientales y áreas protegidas en Latinoamérica. FAO. Documento técnico de consultoría. Santiago. Chile.

Forest Trends y Wildlife Conservation Society suministraron la Secretaria para el BBOP durante la segunda fase del BBOP (2009-2012).

Fundación QGIS. (2023). QGIS Geographic Information System (Versión 3.22.7) [Software de código abierto]. Disponible en: https://www.qgis.org

Gómez N. y Cochero J. (2013) Un índice para evaluar la calidad del hábitat en la Franja Costera Sur del Río de la Plata y su vinculación con otros indicadores ambientales. Ecología Austral 23:18-26.

Gomez N., Licursi M., Bauer D. E., Ambrosio E. S., Rodrigues Capítulo A. (2012) Assessment of Biotic Integrity of the Coastal Freshwater Tidal Zone of a Temperate Estuary of South America through Multiple Indicators. Estuaries and Coasts (2012) 35:1328–1339 DOI 10.1007/s12237-012-9528-5.

Groom M. A, Meffe G.K., and Carroll C.R. (2006). Principles of conservation biology. Sinauer. Sunderland, Massachusetts.

Hobbs, R. J., & Harris, J. A. (2001). Restoration ecology: repairing the earth's ecosystems in the new millennium. Restoration ecology, 9(2), 239-246.

Inventario de Humedales de la Región del Complejo Fluvio-litoral del Bajo Paraná. Programa Corredor Azul. Fundación Humedales / Wetlands International y Universidad Nacional de San Martín. Buenos Aires, Argentina.

Isacch J. P., Maceira N.O., Bo M.S., Demarıa M.R., Peluc S. (2005) Journal of Arid Environments 62, 267–283.

Kandus, P. y Minotti, P. (2018). Propuesta de un marco conceptual y lineamientos metodológicos para el Inventario Nacional de Humedales. Informe final elaborado por solicitud de la Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. 3iA-UNSAM, 124 pp

Kandus, P.; Minotti, P.; Morandeira, N. y Gayol, M. (2019). Inventario de Humedales de la Región del Complejo Fluvio-litoral del Bajo Paraná. Programa Corredor Azul. Fundación Humedales / Wetlands International y Universidad Nacional de San Martín. Buenos Aires, Argentina.

Lasta, C.; González, E.; Verón, E.; Ortale, M.; Camiolo, M. (2019) Evaluación de la Vulnerabilidad a la Erosión del Frente Costero de la provincia de Buenos Aires. Informe Anual

General 2019. OPDS. ISBN en trámite. Disponible en: https://informacionpublica.ambiente.gba.gob.ar/documento/descargar/550

León, F. and Renner, I. (2010). Conservation of Water Sources in Moyobamba: A Brief Review of the First Experience in Payments for Environmental Services in Peru. Mountain Forum Bulletin January 2010.

Mapa de beneficios ambientales y sociales de los ecosistemas (2015). Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable Nación. Argentina.

Marcomini y López, citado en "La Costa Atlántica de Buenos Aires: naturaleza y patrimonio cultural" Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2004). ENFOQUE POR ECOSISTEMAS, 50 p.

McDonald T, Gann GD, Jonson J, and Dixon KW (2016). International standards for the practice of ecological restoration – including principles and key concepts. Society for Ecological Restoration, Washington, D.C.

Mendoza, Z., A. (2013). Guía de métodos para medir la biodiversidad. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Carrera de Ingeniería Forestal, Ecuador. Disponible en: https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medicic3b3n-de-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf

Merlotto A.; Bértola G. R.; Isla F. I. (2017) Revista Universitaria de Geografía, 26 (2), 37-72; ISSN 0326-8373.

Millennium Ecosystem Assessment Program -MEA (2003). Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment. Island Press, Washington, DC.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (2018). Manual de compensación del componente biótico / Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos; textos: Ramírez Martínez, Natalia María; Hincapié Posada, Juan Esteban; Fernández, María Angélica; Ruíz Hernández, Johanna Alexandra; Lozano Rodríguez, Laura Andrea. Bogotá, D.C.: Colombia.

Mitsch, W. y J. Gosselink (2000). Wetlands. Third Ed. Hoboken: John Wiley y Sons

Morello, Jorge; Matteucci, Silvia; Rodríguez, Andrea; Silva, Mariana. (2012). Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos - l a ed. - Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora.

Mulvany, S, M Canciani, M Pérez Sanfontas, M Tangorra, E Sahade y T Sánchez Actis (2019). Inventario de Humedales de la provincia de Buenos Aires. Nivel 2: Sistemas de Paisajes de Humedales - Primer Informe: aspectos metodológicos, identificación y delimitación. Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS). La Plata, Buenos Aires.

Muniz; P., da Cunha Lana P.; Venturini N.; Elias R.; Vallarino E.; Bremec C.; de Castro Martins C.; Sandrini Neto L. (2013). Un manual de protocolos para evaluar la contaminación marina por efluentes domésticos. ISBN: 978-9974-0-0899-1 . Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/283122827_Un_manual_de_protocolos_para_evaluar_la_contaminacion_marina_por_efluentes_domesticos.

Murcia C, Guariguata MR, Quintero-Vallejo E y Ramírez W. (2017). La restauración ecológica en el marco de las compensaciones por pérdida de biodiversidad en Colombia: Un análisis crítico. Documentos Ocasionales 176. Bogor, Indonesia: CIFOR.

Noellemeyer E. (2021) Guía para la evaluación visual de la calidad del suelo. Editorial de la Universidad Nacional de La Pampa. Descarga y online ISBN 978-950-863-430-6 1. Biología del Suelo. Disponible en:

https://www.unlpam.edu.ar/images/extension/edunlpam/Gu%C3%ADa%20para%20la%20evaluaci%C3%B3n%20visual%20de%20la%20calidad%20del%20suelo.pdf

Nomdedeu M. S. (2018) Tesis de maestría: Criterios para la delimitación de humedales: el papel de las plantas como indicadoras. Experiencia piloto para la región de la Pampa Deprimida, provincia de Buenos Aires.UNSAM.

Noss R. F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. Conservation Biology 4 (4): 355 – 364

Oyarzabal, M, Andrade, B. Pillar V.D.& Paruelo J.M. (2020). Temperate subhumid grasslands of southern South America. Pp 1-17 Di Paolo, D. Encyclopedia of the World's Biomes, 978-0-12-816096-1, Elsevier, Países Bajos.

Parodi E.; Gauna, M. C.; Fernandez C. (2017-2018) Evaluación de la ecotoxicidad del agua y sedimento en la zona interna del estuario de Bahía Blanca. Disponible en: https://www.bahia.gob.ar/subidos/cte/informes/Informe-Evaluacion-Ecotoxicidad-Estuario-de-Bahia-BLanca-periodo-2017-2018.pdf

Pearce, D. (1993). Valuing the Environmental: past, present & future prospect. In: Serageldin & Steer (eds). World Bank. Washinton, D.C.

Pedrana, J., Tombesi, M.L., Rodriguez Avendaño, A., Cedrola, P. (2023). Uso del ambiente marino de aves, mamíferos y tortugas marinas de Argentina. Documento del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Proyecto "Fortalecimiento de la Gestión y Protección de la Biodiversidad Costero Marina en Áreas Ecológicas Clave y la Aplicación del Enfoque Ecosistémico de la Pesca", Buenos Aires, 105 p.

Peluso, L., Bulus Rossini, G., Salibián, A., Ronco, A., (2013). Physicochemical and ecotoxicological based assessment of bottom sediments from the Luján River basin, Buenos Aires, Argentina. Environmental Monitoring and Assessment, 185, pages5993–6002.

Peluso, L., Giusto, A., Rossini, G. B., Ferrari, L., Salibian, A. and Ronco, A. E. (2011) Hyalella curvispina (AMPHIPODA) as a test organism in laboratory toxicity testing of environmental samples, Fresenius Environmental Bulletin, 20(2), pp. 372-376.

Pilgrim J. D., Brownlie S., Ekstrom J. M. M., Gardner T. A., Von Hase A., Kate K. T., Savy C. E., Stephens R. T., Temple H. J., Treweek J., Ussher G. T., Ward G. (2013) A process for assessing the offsetability of biodiversity impacts. Conservation Letters 6:5 September/October, 376–384.

Programa FAO-OAPN (Organismo Autónomo Parques Nacionales del Minsiterio de Ambiente y Medio Rural y Marino de España) (2009). Manual de Capacitación: Pago por Servicios Ambientales en Áreas Portegidas de América Latina. Redparques-FAO- OAPN. Santiago. Chile

R Core Team (2023). R: A Language and Environment for Statistical Computing (Versión 4.2.1) [Software de código abierto]. R Foundation for Statistical Computing. Disponible en: https://www.R-project.org

Resolución N° 299/2022. Plan Estratégico de los Bosques Nativos de la provincia de Buenos Aires (Anexo I). Ministerio de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires. 18 pp Disponible en: https://informacionpublica.ambiente.gba.gob.ar/tmp/544_Plan-Estrat%C3%A9gico-de-los-BN.pdf

Richardson Jr., J. J. & Bernard, A. C. (2011). Zoning for conservation easements. Law & Contemporary Problems 74, No. 4, 2011. pp. 83-108. Academic Search Complete.

Roesler, I., & Agostini, M. G. (2012). Inventario de los vertebrados de la reserva natural Punta Lara, provincia de Buenos Aires, Argentina.

Ruiz Agudelo, C.A., M. L. Zárate, A.M. Cortes Gómez, C. Bello, G. Tirado Muñoz, J. E. Gualdrón Duarte, C.A. Riveros, R. Mariño, O. Rodríguez, J.V. Rodriguez Mahecha y F. Arjona. (2013). Hacia una economía verde en Colombia: Diseño e implementación de un esquema de Pago por Servicios Ecosistémicos (PSE) en el marco del ordenamiento territorial. Fases de diseño e implementación temprana. Caso cuenca del río Ranchería. Departamento de la Guajira – Colombia. Reflexiones sobre el Capital Natural de Colombia No. 3. Conservación Internacional Colombia. Bogotá, D.C. 196 pp.

SAREM - Sociedad argentina para el estudio de mamíferos (2019). Categorización de los mamíferos de Argentina. Disponible en: https://cma.sarem.org.ar/index.php/es.

SAyDS - Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2019). Guía para fortalecer la participación pública y la evaluación de los impactos sociales. Buenos Aires. Argentina.

SAyDS - Secretaría de Gobierno de Ambiente y Desarrollo Sustentable (2019). Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental. Buenos Aires. Argentina.

Secchi, E. R., Cremer, M. J., Danilewicz, D. & Lailson-Brito, J. (2021). A synthesis of the ecology, human-related threats and conservation perspectives for the endangered franciscana dolphin. Frontiers in Marine Science, 8, 617956.

Semeniuk V.; C. A. Semeniuk (1997). A geomorphic approach to global classification for natural inland wetlands and rationalization of the system used by the Ramsar Convention – a discussion, Wetlands Ecology and Management, no. 5, pp. 145-158

Smith, S. C. A. (2002). Public Trust Argument for Public Access to Private Conservation Land. Duke Law Journal. Vol. 52, No. 3, 2002. pp. 629-650.

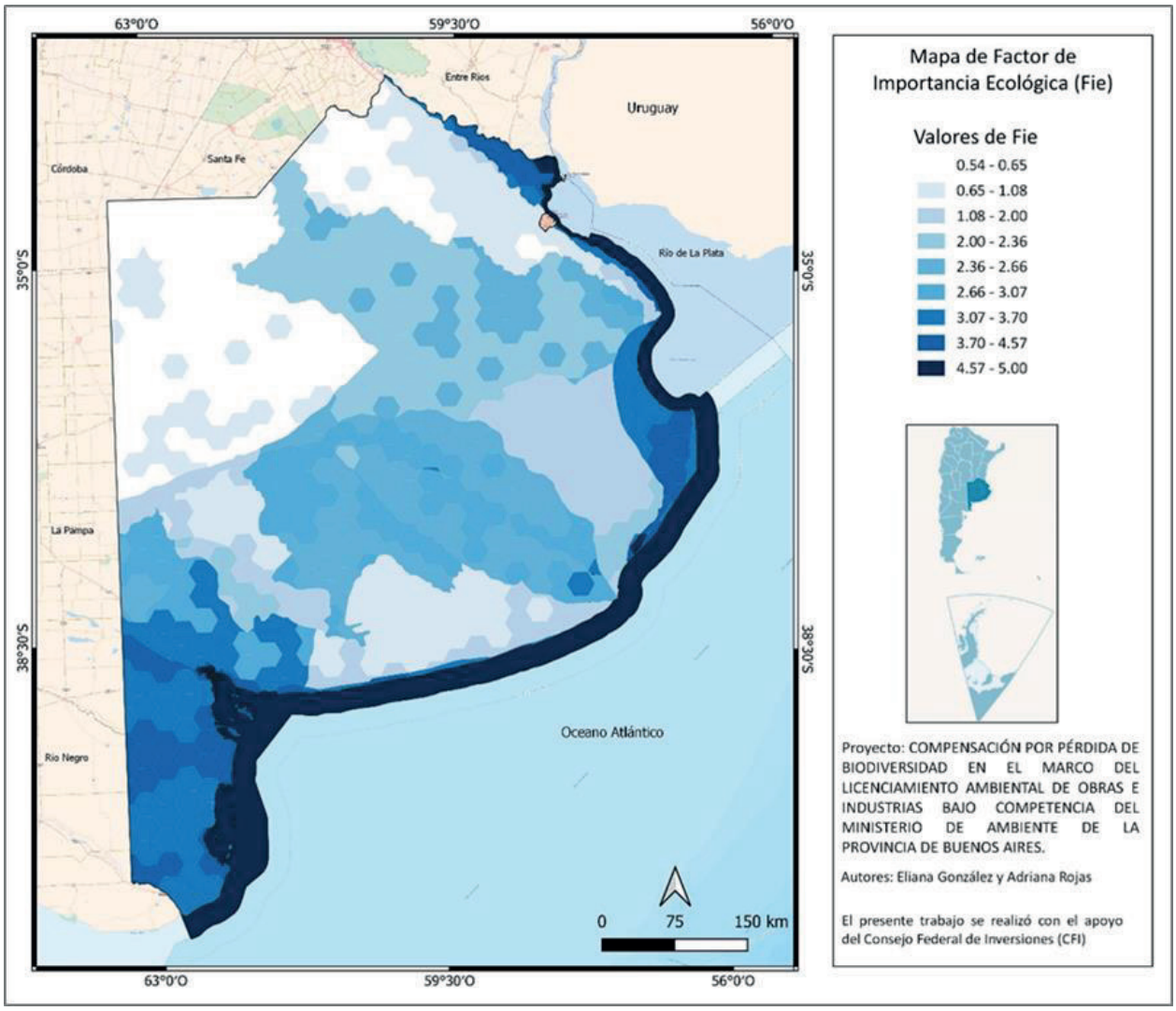
Turner, W. R., Free, C. M., & Lemons, A. (2015). Free and open-access satellite data are key to biodiversity conservation. Biological Conservation, 182, 173-176.

UN Environment (2018). Assessing Environmental Impacts- A Global Review of Legislation, Nairobi, Kenya.

World Resources Institute. Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Disponible en: Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press. Washington, DC.

ANEXO I

Mapa de Factor de Importancia Ecológica (Fie)



ANEXO II

EXPLICACIÓN PARA LA APLICACIÓN Y CÁLCULO DE LOS INDICADORES

CARACTERIZACIÓN Y CÁLCULO DE LOS ESTRATOS DE LA VEGETACIÓN EN ECOSISTEMAS TERRESTRES, HUMEDAL Y ACUÁTICOS[27] (PARÁMETROS T1, H2 Y A2.1)

En cada uno de los ambientes o ecosistemas terrestres que sean impactados, y por ende relevados, se determinarán todas las especies vegetales (nativas y exóticas) en los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo, considerando, además en aquellos parches de vegetación homogénea, las especies asociadas al borde y al interior del mismo. Se le deberá prestar especial atención a la vegetación que cumpla con funciones de hábitat para las especies animales endémicas, migratorias, con alguna categoría de amenaza a nivel nacional o internacional, o que cumplan con la categoría de especie clave para la salud de los ecosistemas (Ej. polinizadores).

En relación a la vulnerabilidad descrita sobre el sistema de pastizal pampeano, cuándo se analice la "apariencia" de un ecosistema terrestre, deberá de prestarse especial atención si en el estrato herbáceo se presenta algunos de los indicadores de pastizal que se señalan a continuación, ya que de ser así el valor que tomará el factor C estará determinado por la cantidad de indicadores presentes, sin importar la cantidad de otros estratos presentes o su cobertura (tabla 14).

- Al menos 10 por ciento del predio ocupado por flechillares nativos dominados por especies de los géneros *Stipa sp*.y *Piptochaetium sp*.
- Al menos 10 por ciento del predio ocupado por pajonales nativos dominados por *Paspalum quadrifarium* y/o *Paspalum exaltatum* y/o *Cortaderia selloana* y/o *Juncus acutus.*
- Al menos un 10 por ciento del predio ocupado por espartillares dominados por *Spartina densiflora.*
- Al menos 10 por ciento del predio ocupado por pastizales salinos dominados por *Distichlis spicata* y/o *Salicornia spp*.
- Al menos un 10 por ciento del predio ocupado por una combinación de flechillares nativos dominados por especies de los géneros *Stipa sp* y *Piptochaetium sp* y pajonales nativos dominados por *Paspalum quadrifarium.*
- Al menos 10 por ciento del predio ocupado por cangrejales dominados por *Sarcocornia perennis*.
- Al menos 10 por ciento del predio ocupado por pastizales psamófilos dominados por *Panicum urvilleanum* y *Hyalis argentea* o por *Sporobolus rigens* y *Hyalis argentea*.
- Al menos un 30 por ciento del predio ocupado por pastizales nativos dominados por gramíneas nativas de cualquier género y especie.
- Al menos 30 por ciento del predio ocupado por médanos vivos y/o médanos fijos ocupados por pastizales nativos psamófilos y/o depresiones intermedanosas cubiertas por pastizales húmedos y/o salinos

[27] Referencia: https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medicic3b3n-de-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf

Cuando se trate de ecosistemas terrestres mixtos de bosques con estrato herbáceo es importante conocer el número de estratos existentes en dicho ecosistema, para caracterizar la distribución vertical de la vegetación. Para este fin se recomienda seguir la propuesta de Rangel y Lozano (1986), la cual contempla los siguientes tipos de estratos: herbáceo < 0,3 -1,5 m; arbustivo 1,5-5 m; subarbóreo 5-12 m; arbóreo inferior 12-25 m y arbóreo superior > 25 m.

Por otra parte, dichos estratos se van a relacionar con los hábitats de importancia para la fauna de ese ecosistema. La cobertura se va a analizar para cada estrato y se considerará la relación entre la abundancia de las plantas exóticas y nativas presentes [28]. Se debe considerar si la vegetación exótica posee importancia cultural y/o científica, por ejemplo, como fuente de germoplasma forestal

En base a lo anterior, se define:

- **Altura aproximada de cada uno de los estratos**: estimación visual de la altura promedio (también puede ser un rango) de los individuos que hacen parte de cada estrato.
- **Cobertura de los estratos**: estimación visual de la proyección vertical sobre el suelo de las copas de los individuos de cada uno de los estratos, la cuantificación se realiza como el porcentaje del área de muestreo cubierto por cada uno de los estratos. Esta medida es una aproximación que pretende determinar la densidad de cada estrato.
- **Especies más frecuentes en cada estrato** (identificar si son nativas o exóticas)

La tabla 21 sirve de ejemplo para ordenar la información recolectada en cada tipo de ecosistema**.**

Tabla 21. Modelo de tabla para el relevamiento de información de los estratos.

Estrato	Altura (promedio en base a plantas sobresalientes)	Cobertura sobre la superficie (en conjunto)	Presencia de especies clave
Herbáceo			
Arbustivo			
Arbóreo inferior			
Arbóreo intermedio			
Arbóreo superior			

Para la interpretación de la apariencia de los ecosistemas terrestres mixtos de bosque con estrato arbóreo, que no se considere un sistema de pastizal, se puede utilizar la tabla 22.

Tabla 22. Modelo de matriz para la interpretación de la apariencia de los estratos.

Tipo de vegetación	Presencia de estratos			Cobertura sobre la superficie (en conjunto)	Apariencia		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo		B	R	M
Bosque							

Interpretación de la apariencia:

- Si existen los tres estratos con árboles grandes y abundantes que proyectan una cobertura mayor al 60% sobre el suelo, califica como Bueno (B).

[28] Fuente: http://www.desertificacion.gob.ar/tema/vegetacion/

- Si existen dos estratos y las especies proyectan una cobertura menor al 50%, califica como Regular (R)
- Si existen dos estratos, pero su apariencia es deficiente fisonómicamente (está degradado), el bosque o vegetación, las especies proyectan una cobertura menor al 30%, califica como Malo (M).

En el caso de los **ecosistemas de humedal** se podrán utilizar los estratos de plantas sumergidas, flotantes libres, arraigadas y emergentes, nativas y exóticas, que sean hábitats para la conservación de especies animales clave, considerando árboles, arbustos, herbáceas, vegetación hidrófita, helófita e higrófitas (macrófitas palustres y acuáticas). En aquellos casos en los que no se presenten diferentes estratos de vegetación que permitan calcular la apariencia, solo se calculará la **densidad relativa**.

Para poder estimar el estado de conservación de un ecosistema terrestre o de humedal (que posea varios estratos de vegetación), se calcula la "apariencia" del tipo de vegetación, que se puede utilizar para la vegetación nativa, exótica o ambas, y se calcula en base a la altura de los hábitos de crecimiento y cobertura antes mencionados. Para estimar la abundancia de las especies herbáceas, arbóreas o arbustivas, nativas o exóticas o que se consideren clave, se puede utilizar la densidad relativa utilizando la siguiente fórmula:

Densidad Relativa: N° de individuos por especie/ N° total de individuos x 100.

Calificación para la densidad relativa:

Valor calculado de densidad relativa	Calificación
>0-33%	Escasa (E)
34-75%	Común (C)
76-100%	Abundante (A)

Por otro lado, se pueden estimar las densidades relativas de familias y/o géneros con las siguientes fórmulas:

$$\text{Diversidad Relativa de Género (Drg)} = \frac{\text{Número de especies dentro de un género}}{\text{Número total de especies}} \text{ x } 100$$

$$\text{Diversidad Relativa de Familia (Drf)} = \frac{\text{Número de especies dentro de una familia}}{\text{Número total de especies}} \text{ x } 100$$

Calificación para la densidad relativa de familias y/o géneros:

Rangos	Significado
0-33 %	Familia o género con baja diversidad
34-66 %	Familia o género con mediana diversidad
Mayor a 66 %	Familia o género con alta diversidad

CÁLCULO PARA LA COMPOSICIÓN DE LAS ESPECIES VEGETALES Y ANIMALES CLAVE[29] (PARÁMETROS T2, T3, H2, A2.1 y C2.1)

La biodiversidad no depende sólo de la riqueza de especies sino también de la dominancia relativa de cada una de ellas. Las especies, en general, se distribuyen según jerarquías de abundancias, desde algunas especies muy abundantes hasta algunas muy raras. Cuanto mayor es el grado de dominancia de algunas especies y de rareza de las demás, menor es la biodiversidad de la comunidad. La riqueza de especies refleja distintos aspectos de la biodiversidad (alteración, conservación, usos, interacciones ecológicas y de la salud del ecosistema, y se suele trabajar con la categoría de diferenciación denominada morfoespecie, que son el conjunto de individuos con características que permite diferenciarse de un grupo dentro de una comunidad.

La *diversidad alfa* se puede medir y expresar según los siguientes índices:

- Riqueza específica (S): es el número total de especies obtenido en un inventario de la comunidad/hábitat en estudio. Es la riqueza de especies de un determinado ecosistema, lugar, provincia, país. Se expresa mediante la suma de todas las especies que se han registrado en cada uno de los muestreos.

- Índice de diversidad de Shannon (H): es el índice más usado, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenece un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies de una comunidad están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero cuando hay una sola especie y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Se puede calcular usando el logaritmo natural (más exacto) o con logaritmo base 10.

Para estimar los parámetros T2, T3, H2, A2.1 y C2.1 se puede utilizar el índice de Shannon-Wiener (1949), es probablemente que toma en cuenta dos aspectos de la diversidad, la riqueza de las especies (número de especies) y la uniformidad de la distribución del número de individuos de cada especie.

En este caso, la riqueza se refiere al número de especies clave de flora (endémicas, con alguna categoría de amenaza nacional o internacional, de distribución restringida o que se consideren hábitat de especies animales en la lista roja, endémicos, migratorios o que sean parte del ciclo de vida de especies clave para el bienestar de los ecosistemas ej. polinizadores). La riqueza de especies está relacionada con la integridad de un ecosistema y su multifuncionalidad. Se deben de considerar tanto las especies de borde como las internas dentro del parche [30].

En los casos de T3, H2 y A2 se refieren al número de especies clave de fauna, y se deberían de considerar tanto las especies de borde como las internas si la vegetación se encontrara fragmentada y a modo de pequeños parches[31].

[29] Fuente: https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medicic3b3n-de-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf

[30] http://www.desertificacion.gob.ar/tema/vegetacion/

[31] (a) http://www.desertificacion.gob.ar/tema/vegetacion/
(b) https://www.researchgate.net/publication/339510090_METODOS_DE_ESTUDIO_DE_LA_VEGETACION

La calificación de la abundancia en animales se puede realizar tomando en cuenta las veces que fue observado o reportado en un lugar determinado y puede ser de la siguiente manera:

- 1 = Especie Rara: ha sido observada 5 veces.
- 2 = Especie poco común: observada de 5 a 10 veces.
- 3 = Especie común: toda la gente la conoce, mayor a 10 veces.

Se calcula con los siguientes dos índices:

Índice de diversidad de Shannon (H): los valores de H en la naturaleza suelen oscilar entre 1,5 y 3,5 excediendo raramente hasta 4,5. Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$H = -\sum_{i=1}^{S} (\mathrm{Pi})(\log_n Pi)$$

Dónde:

H = Índice de la diversidad de la especie
S = Número de especie
Pi = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i

Tabla 23. Matriz recomendada para organizarla información y calcular el índice de Shannon.

Especie	Número Individuos	Pi=n/N	Ln.Pi	Pi.Lnpi
Especie	n			
Total especies	N			-∑Pi.LnPi

La sumatoria de la columna Pi*Lnpi es el resultado del índice. Para el cálculo final no olvidar el símbolo, así: H´= (-) - ∑ Pi LnPi

Interpretación:

Rangos	Significado
0-1,35	Diversidad baja
1,36-3,5	Diversidad media
Mayor a 3,5	Diversidad alta

Índice de equitatividad de Shannon (E) o de Pielou (J´): compara la diversidad observada en la muestra (H´) con la diversidad máxima (H´max), posible de ser alcanzada cuando todas las especies son igualmente abundantes en la muestra (Pielou,1969).

- J´= H´(observada)/H´max

La entropía máxima (H´max) para una cierta riqueza se da cuando la distribución de objetos repartidos entre las diferentes clases (como los taxones) es equiparable.

La relación entre entropía observada y entropía máxima puede utilizarse como estimación de la equitatibilidad (E), cuya expresión matemática sería: E = Hl/ H´max. De este modo, E adquiere

cualquier valor entre 0 y 1, donde 1 representa la condición de homogeneidad en la distribución de los elementos y 0 la posibilidad de heterogeneidad.

Fórmula de Cálculo del índice de equitatividad de Shannon (E):

$$E = H^{l} / H\,max \text{ ó } E = -\sum Pi * LnPi \; / LnS$$

Donde:

E = Equitabilidad
H^{l} = Índice de Shannon
Hmax = Ln del total de especies o Ln de S

Los resultados se interpretan usando la siguiente escala de significancia entre 0-1:

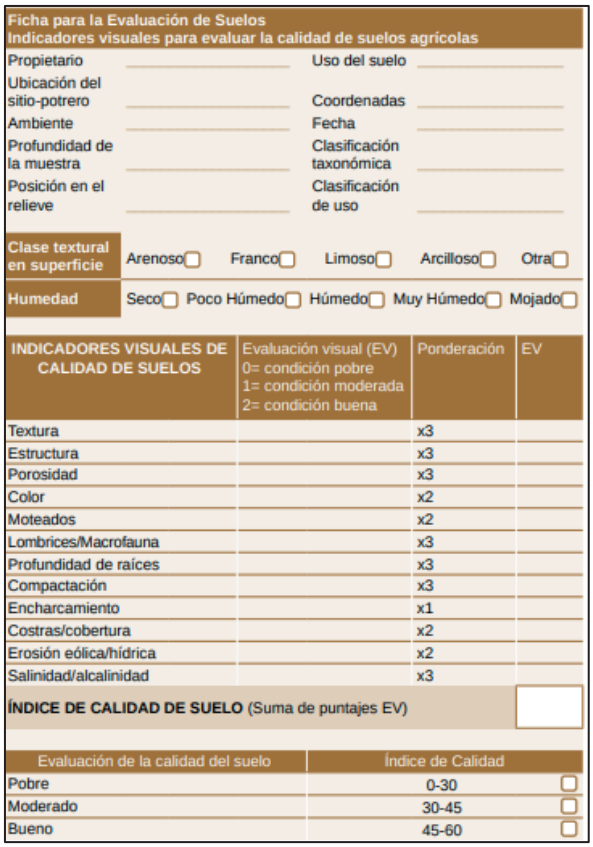
Valores	Significancia
0- 0.35	Heterogeneidad en la distribución de la diversidad
0.36 - 0.7	Mediana heterogeneidad en la distribución de la diversidad
>0.71	Homogeneidad en la distribución de la diversidad

CÁLCULO PARA ESTIMAR EL INDICE DE CALIDAD DE SUELOS (PARÁMETROS T4 y H1)

Para estimar la calidad de los suelos a impactar, se propone utilizar la Evaluación Visual del Suelo (EVS) que proporciona un método rápido y simple para evaluar la condición de los mismos. Este método fue desarrollado por la FAO (Shepherd *et al.*, 2008) y modificado por (Noellemeyer *et al.,* 2021), con suelos de la región pampeana que evaluaron 12 indicadores. En este trabajo se describen todas las metodologías sugeridas para estimar cada indicador de manera visual.

A cada indicador, se le asigna una puntuación visual de 0 (pobre), 1 (moderado) o 2 (bueno), según la calidad del suelo observada al comparar una muestra del mismo con tres fotografías de los distintos estados del parámetro observado, presentadas en la guía de campo. La puntuación es flexible, por lo que, si la muestra que se está evaluando no se alinea claramente con ninguna de las fotografías, pero se encuentra entre dos, se puede dar una puntuación intermedia, es decir, 0,5 o 1,5.
Debido a que algunos indicadores del suelo son relativamente más importantes en la evaluación de la calidad del mismo que otros, la EVS proporciona distintos factores de ponderación (1, 2 y 3). La suma de las clasificaciones da el total del puntaje del índice de calidad del suelo para la muestra que se está evaluando. Comparando esto con la escala de calificación en la parte inferior de la ficha de puntuación, se determina si el suelo está en buenas, moderadas o malas condiciones. En la figura 13, se muestra la ficha que deberá de ser completada con los 12 indicadores.

Figura 13. Ficha para la evaluación de suelos.
Fuente: Álvarez, L. et al., 2021[32]



Ficha para la Evaluación de Suelos
Indicadores visuales para evaluar la calidad de suelos agrícolas

Propietario		Uso del suelo	
Ubicación del sitio-potrero		Coordenadas	
Ambiente		Fecha	
Profundidad de la muestra		Clasificación taxonómica	
Posición en el relieve		Clasificación de uso	

Clase textural en superficie	Arenoso ☐	Franco ☐	Limoso ☐	Arcilloso ☐	Otra ☐
Humedad	Seco ☐	Poco Húmedo ☐	Húmedo ☐	Muy Húmedo ☐	Mojado ☐

INDICADORES VISUALES DE CALIDAD DE SUELOS	Evaluación visual (EV) 0= condición pobre 1= condición moderada 2= condición buena	Ponderación	EV
Textura		x3	
Estructura		x3	
Porosidad		x3	
Color		x2	
Moteados		x2	
Lombrices/Macrofauna		x3	
Profundidad de raíces		x3	
Compactación		x3	
Encharcamiento		x1	
Costras/cobertura		x2	
Erosión eólica/hídrica		x2	
Salinidad/alcalinidad		x3	
ÍNDICE DE CALIDAD DE SUELO (Suma de puntajes EV)			

Evaluación de la calidad del suelo	Índice de Calidad	
Pobre	0-30	☐
Moderado	30-45	☐
Bueno	45-60	☐

Por ejemplo, si la condición de la estructura es de 2, ese valor se multiplica x3 que es la ponderación. Este procedimiento se repite para todos los indicadores, que finalmente se suman, y el número total se compara con el índice de calidad del suelo para saber si la condición es buena, moderada o pobre.

CÁLCULO PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE AGUA (PARÁMETROS A1.1 Y C1.1)

Evaluar la calidad del agua superficial desde el punto de vista de los distintos usos y funciones ecológicas resulta de vital importancia para la vida acuática y para la sociedad. Por ello, los índices de calidad del agua son instrumentos matemáticos muy útiles para la gestión pública, dado que transforman una cierta cantidad de datos en un solo número (por ejemplo, un número del 1 al 10) y permiten analizar en términos cualitativos sencillos (por ejemplo, calidad mala, regular, buena, etc.) el estado de un cuerpo de agua, o un tramo del mismo, de manera que resulte comprensible tanto para la comunidad científica como para el público en general.

Cálculo del ICA-CCME para cuerpos de agua lóticos y costeros

La cantidad y tipo de contaminantes varía de acuerdo al entorno en dónde dicho cuerpo de agua se encuentre, por ello es necesario revisar los parámetros a ser utilizados y la normativa con la cual ser comparados.

[32] Disponible en: http://www.unlpam.edu.ar/images/extension/edunlpam/Gu%C3%ADa%20para%20la%20evaluaci%C3%B3n%20visual%20de%20la%20calidad%20del%20suelo.pdf

Una metodología utilizada por ACUMAR y la Dirección Nacional de Gestión Ambiental del Agua y los Ecosistemas Acuáticos del Ministerio de Ambiente de Nación, es la desarrollada por el Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente (CCME, por sus siglas en inglés), y se denomina ICA-CCME. El cálculo del Índice de Calidad de Agua (ICA) del CCME requiere que se utilicen al menos **4 variables**, **muestreadas un mínimo de 3 veces**, y no posee límites en cuanto al número máximo de variables o muestras a ser utilizadas. Por lo tanto, la Autoridad puede seleccionar las variables de calidad del agua que crea pertinentes para una región particular o en función de las obras o actividades a desarrollarse. Para dicho cálculo será necesario que se realicen al menos **3 muestreos**, considerando la época de lluvia (otoño-primavera) y la de bajas precipitaciones (invierno-verano), y en lo posible, deberían de utilizarse al menos **7 parámetros** de calidad de agua.

A continuación, se mencionan algunos parámetros que pueden ser utilizados para calcular el **índice ICA**, para cuerpos de **agua lóticos** dado que son los más utilizados. Los mismos pueden ser comparados con alguna norma vigente de acuerdo al uso que se le quiera dar al bien natural.

Indicadores físico-químicos generales

- Color
- Olor
- O_2
- Temperatura
- Transparencia
- Turbidez
- Conductividad
- Salinidad
- pH
- pE (potencial redox)
- Dureza
- Alcalinidad parcial y total
- Fósforo (total)
- Nitrógeno (total)
- NO_3^-
- NO_2^-
- NH_4^+
- PO_4^{3-}
- DBO_5
- DQO
- Clorofila a
- Análisis Bacteriológicos Aerobios totales (UFC/ml)
- Coliformes totales (NMP/vol.M)
- *Escherichia coli* (presencia / ausencia)
- Coliformes fecales (NMP/vol.M)
- *Pseudomonas aeruginosa* (presencia / ausencia).

A los indicadores mencionados arriba se incluyen los siguientes, dependiendo del tipo de ambiente:

- Urbano: Hidrocarburos totales y alifáticos, Sulfuros totales, Detergentes – SAAM, Sustancias fenólicas, metales pesados (As, CN, Cd, Cr, Pb y Zn) en agua y sedimentos.
- Rural: Agroquímicos en agua y sedimentos.
- Mixto: Hidrocarburos totales y alifáticos, metales pesados (As, CN, Cd,Cr, Pb y Zn), agroquímicos en agua y sedimentos.

A continuación, se presentan los indicadores a ser evaluados en la franja **costera del Río de la Plata** para el **cálculo del ICA**. Estos indicadores se vienen registrando desde hace años por la Red de Intercambio de Información de los Gobiernos Locales (RIIGLO) junto a la Dirección Nacional de Gestión Ambiental del Agua y los Ecosistemas Acuático del Ministerio de Ambiente de Nación:

- Organolépticos: Color, Olor, Espuma y Materiales en suspensión.
- Generales: O_2, Temperatura, Turbidez y pH.
- Nutrientes (mg/l): Fósforo (total), NO_3^-, NH_4^+ y PO_4^{3-}.
- Orgánicos: DBO_5, DQO, Clorofila a
- Bacteriológicos (UFC/100 ml): *Escherichia coli* Coliformes fecales y Enterococos.
- Tóxicos: cromo total, cadmio total e hidrocarburos totales.
- Cianobacterias: microcistina (µg/l) y clorofila a (mg/l).

El cálculo del índice presenta un marco matemático basado en la obtención de tres factores: Alcance (F1), Frecuencia (F2) y Amplitud (F3). Estos se calculan a partir de la comparación de la información medida respecto de las concentraciones objetivo de los parámetros regulados:

- Alcance (F1): Representa el porcentaje de parámetros que superan el límite regulado durante el rango temporal establecido, en relación con el número total de parámetros analizados.
- Frecuencia (F2): Representa el porcentaje de resultados individuales que no cumplen con los límites.
- Amplitud (F3): Representa la cantidad por la cual los valores fuera de rango no cumplen con los límites correspondientes.

En las figuras 14 y 15 se describe la metodología del ICA-CCME[33].

Figura 14. Fórmula y unidad de medida. ICA-CCME. Fuente: Ficha metodológica (ACUMAR, 2021).

Fórmula

$$ICA = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732} \right)$$

F1: Alcance.
F2: Frecuencia.
F3: Amplitud.
Ver "Metodología de cálculo".

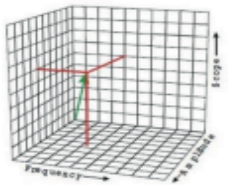
Unidad de medida

Porcentaje (%), según cinco rangos de desagregación (0 es el peor valor y 100, el mejor).

Rango	Clasificación	Descripción
95-100	Excelente	La calidad del agua está protegida, sin apenas deterioro; la condición del recurso es casi igual a la de su estado deseado.
80-94	Buena	La calidad del agua está protegida con un grado menor de amenaza o deterioro; la condición del recurso raramente se separa de su estado deseado.
65-79	Regular	La calidad del agua está usualmente protegida, pero ocasionalmente se ve amenazada o deteriorada; la condición del recurso a veces difiere de su estado deseado.
45-64	Marginal/ Mala	La calidad del agua está frecuentemente amenazada o deteriorada; la condición del recurso en numerosas ocasiones difiere de su estado deseado.
0-44	Muy Mala	La calidad del agua está casi siempre amenazada o deteriorada; la condición del recurso usualmente difiere de su estado deseado.

[33] Disponible en: https://acumar.gob.ar/wp-content/uploads/2016/12/Ficha-Metodologica-3.pdf; https://www.acumar.gob.ar/wp-content/uploads/2016/12/ICA-sup-Informe-Final.pdf

Figura 15- Metodología de cálculo. ICA-CCME. Fuente: Ficha metodológica (ACUMAR, 2021).

Metodología de cálculo	Está basada en el concepto de tres factores (es decir, F1, F2, y F3) que forman un vector resultante (Figura 1). Éstos se obtienen de forma individual y luego se calcula la suma de los mismos como vectores usando el Teorema de Pitágoras.  *Figura 1. Modelo conceptual del ICA-CCME.* $F_1 = \left(\frac{\text{variables excedidas}}{\text{número total de variables}}\right) \times 100$ $F_2 = \left(\frac{\text{resultados excedidos}}{\text{número total de resultados}}\right) \times 100$ Para obtener F3, se efectúan los siguientes pasos previos: Para valores que exceden un límite superior: $\text{Desvío}_i = \left(\frac{\text{valor fuera de rango}_i}{\text{límite}_j}\right)$ Para valores que exceden un límite inferior: $\text{Desvío}_i = \left(\frac{\text{límite}_j}{\text{valor fuera de rango}_i}\right)$ Suma normalizada de los desvíos: $\text{snd} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \text{desvíos}_i}{\text{\# de resultados}}$ Por último, se aplica una función asintótica para escalar la suma normalizada de los desvíos y así alcanzar un rango entre 0 y 100: $F_3 = \left(\frac{\text{snd}}{0{,}01\text{snd} + 0{,}01}\right)$

Cálculo del TSI para cuerpos de agua lénticos

La Resolución N° 1207/2019 del Autoridad del Agua (ADA), para cuerpos de agua artificiales dentro del territorio de la Provincia de Buenos Aires, utiliza el Índice de Estado Trófico (TSI) para medir eutrofización. Este índice fue elaborado para lagos y/o lagunas, y si bien algunos autores lo utilizan en arroyos superficiales, su uso en ambiente lóticos está muy discutido. El TSI que se utiliza en dicha norma fue desarrollado por Carlson *et al* (1977) y modificado por Aizaki *et al*. (1981), según las siguientes fórmulas:

$$TSI(\text{Disco de Secchi}) = 10 \times \left(2{,}46 + \frac{3{,}76 - 1{,}57 \ln DS\ m}{\ln 2{,}5}\right)$$

$$TSI(\text{Clorofila}) = 10 \times \left(2{,}46 + \frac{\ln Cl\ mg/m3}{\ln 2{,}5}\right)$$

$$TSI(\text{Fósforo total}) = 10 \times \left(2{,}46 + \frac{6{,}68 + 1{,}15 \ln PT\ mg/l}{\ln 2{,}5}\right)$$

- Ln= Logaritmo natural.
- DS= Disco de secchi
- Cl= Clorofila
- PT= Fósforo Total

0-20	Verde
21-40	Verde claro
41-60	Amarilla
61-80	Naranja
81-100	Roja

Una vez calculado el TSI, se aplica la escala de 0 a 100, de acuerdo a si el ambiente va de oligotrófico a hipereutrófico.

CÁLCULO PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE LOS SEDIMENTOS (IBIRP) Y LA CALIDAD DE HÁBITAT (IHRPlata) EN LA FRANJA COSTERA DEL RÍO DE LA PLATA (PARÁMETROS C1 y C2) (agua dulce y/o mixohalina estuarial)

Los disturbios generados por las intervenciones del hombre sobre los ecosistemas naturales costeros son profundos, lo cual ha conducido a una preocupación creciente por conocer su integridad ecológica para así adoptar medidas de gestión adecuadas para su conservación. La valoración ambiental de las riberas es una tarea necesaria para conocer el estado ecológico de los cursos de agua, lo cual permite evaluar los méritos de eventuales experiencias de manejo, impactos antropogénicos o bien detectar problemas ambientales de forma temprana. En tal sentido, el Instituto de Limnología Dr. R.A. Ringuelet (CONICET) y la UNLP (Universidad Nacional de La Plata) han desarrollado varios índices para evaluar la calidad de los sedimentos y hábitat de la Franja Costera Sur del Río de la Plata.

El índice de integridad biótica (IBIRP) se diseñó para evaluar el estado biológico de la zona costera del Río de la Plata, basándose en descriptores bióticos relacionados con el fitoplancton y el bentos de la zona intermareal. En el caso del fitoplancton, este grupo se incluyó dado que es el primer eslabón de la cadena trófica y suele verse afectado por la calidad del agua. Por ello es importante monitorear sus cambios a través del tiempo. Las diatomeas y los invertebrados bentónicos fueron considerados ya que se reconocen además como indicadores ecológicos valiosos dentro del agua dulce y los ecosistemas marinos. Para este cálculo también se toman muestras de sedimento y agua para el análisis de ciertos parámetros de calidad.

El Índice del Hábitat para el Río de la Plata (IHRPlata), fue el resultado de la información obtenida de 21 sitios de muestreo, visitados entre los años 2005 y 2008. Para obtener el índice se requiere evaluar cuatro descriptores: 1) sucesión espacial de la vegetación costera, 2) modificaciones costeras por introducción de infraestructuras, 3) ocurrencia de residuos en la línea de costa, y 4) indicadores biológicos de déficit de oxígeno. El IHRPlata puede asumir valores entre 0 y 10 (ver tabla 24).

Para evaluar el estado del hábitat (IHRPlata) se promedian cuatro indicadores denominados SEV (sucesión espacial de la vegetación costera), OR (ocurrencia de residuos ajenos a la costa), MC (modificaciones costeras y DO (déficit de oxígeno). Este último surge de la observación directa del desarrollo de matas de bacterias filamentosas, que están conformadas principalmente por bacterias saprófitas anaeróbicas o facultativas tales como las pertenecientes a los géneros *Beggiatoa, Leptothrix, Sphaerotilus*, entre otras.

En la costa del Río de la Plata se reconoce entre el ecosistema acuático y el terrestre una sucesión de diferentes tipos de vegetación (SEV), determinados por las formas de vida. En los sitios del área de estudio poco afectados por la intervención humana, es posible observar juncales dominados por *Schoenoplectus californicus*, que son sucedidos por pajonales mixtos compuestos principalmente por *Cortaderia selloana* (*Scirpus giganteus Kunth*, *Zizaniopsis bonariensis*, entre otras y por el bosque higrófilo conformado principalmente por *Salix humboldtiana* y *Erythrina crista-galli L*.

En la figura 16 se observa un diagrama de las escalas utilizadas para la evaluación de la calidad del hábitat en la zona costera del Río de la Plata.

Figura 16. Diagrama de las escalas utilizadas para la evaluación de la calidad del hábitat en la zona costera del Río de la Plata. Fuente: Gómez y Cochero, 2013.

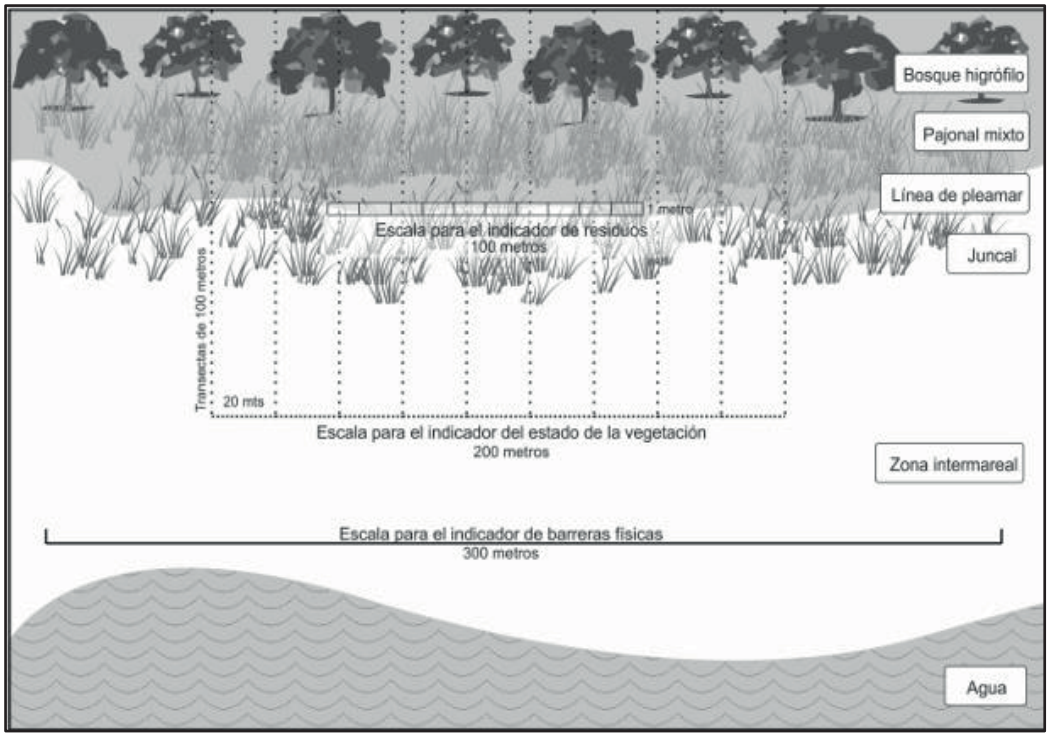


Tabla 24. Valores de IHRPlata, categorías y su significado. Fuente: Gómez y Cochero, 2013.

Valor del IHRPlata	Categoría	Principales características del hábitat
>8-10	Muy buena	Sucesión espacial de los tipos de vegetación ribereña no alterada, ausencia o muy baja ocurrencia de residuos, ausencia de indicadores de déficit de oxígeno disuelto, muy buena conectividad ente el ecosistema acuático y terrestre.
>6-8	Buena	Sucesión espacial de los tipos de vegetación ribereña ligeramente modificada, baja ocurrencia de residuos, ausencia de indicadores de déficit de oxígeno disuelto, buena conectividad entre el ecosistema acuático y terrestre.
>4-6	Moderada	Sucesión espacial de los tipos de vegetación ribereña se halla modificada, moderada cantidad de residuos ausencia de indicadores de déficit de oxígeno disuelto, conectividad aceptable entre el ecosistema acuático y terrestre.
2-4	Mala	Marcada modificación de la sucesión espacial de los tipos de vegetación ribereña, moderada a alta ocurrencia de residuos, presencia de indicadores de déficit de oxígeno disuelto, conectividad entre el ecosistema acuático y terrestre disminuida.

Tabla 25. Valores de IBIP, categorías y su significado. Fuente: Gómez et al., 2012.

Valor IBIRP	Estado	Caracterización
<2	Muy malo	Muy alta contaminación, altas concentraciones de materia orgánica y nutrientes, presencia de residuos industriales; Alto crecimiento de algas y alto riesgo de desarrollo local de floraciones de cianobacterias.
≥2-4	Malo	Muy contaminado, materia orgánica parcialmente degradada. Altas concentraciones de nutrientes que promueven el crecimiento de algas y alto riesgo de desarrollo local de floraciones de cianobacterias.
≥4-6	Regular	Moderadamente contaminado, concentraciones moderadas de nutrientes, riesgo de desarrollo local de floraciones potencialmente tóxicas.

≥6-8	Bueno	Ligeramente contaminado, bajo riesgo de desarrollo local de floraciones de potencialmente tóxicas.
≥8-10	Muy bueno	Bajas concentraciones de materia orgánica y nutrientes, y escaso crecimiento de algas.

CÁLCULOS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE LOS SEDIMENTOS MARINOS Y LA BIODIVERSIDAD ASOCIADA

El medio marino está experimentando en las últimas décadas un incremento en las presiones humanas recibiendo vertidos urbanos e industriales, siendo afectado por la sobrepesca, el transporte marítimo, los dragados, la ocupación de terrenos intermareales y submareales, turismo, etc. Estas presiones están generando importantes impactos en los ecosistemas marinos, como contaminación, pérdida de hábitats, sobreexplotación de recursos, o introducción de especies alóctonas, entre otros (Muniz *et al*., 2013).

Para gestionar estas presiones y minimizar o eliminar los impactos, muchos países comenzaron a desarrollar instrumentos legislativos que pretenden evaluar el estado de los mares y océanos, con objeto de protegerlos, conservarlos y restaurarlos, allí donde se haya dado una degradación de los bienes y servicios ecosistémicos que estos mares nos proporcionan (Muniz *et al.,* 2013).

Sin embargo, uno de los graves problemas en el uso de los índices de evaluación del estado de los ambientes costero-marinos es la dificultad de encontrar investigaciones locales donde se relacionen los resultados de índices ecológicos con diferentes grados de presiones humanas o de degradación del ambiente, concentraciones de contaminantes, que tengan en cuenta la física y la dinámica marinas y que permitan explicar claramente la respuesta biológica de los diferentes componentes ecosistémicos. En esta guía se proponen índices, que sin bien son utilizados a nivel internacional, deberían de adecuarse a nuestra realidad particular.

CRITERIO DE EVALUACIÓN DE CALIDAD DE SEDIMENTOS PARA AGUAS SUPERFICIALES DE AGUA DULCE (LÓTICAS Y LÉNTICAS), ESTUARIALES Y MARINAS. UTILIZACIÓN DE BIOINDICADORES (PARÁMETROS A3.1, C3.1 Y CM1.2)

Los cambios y las modificaciones en los ambientes acuáticos como consecuencia de los impactos antrópicos, y la contaminación que llega desde los centros urbanos, afecta a las características geoquímicas del sedimento de los lechos acuáticos. Los sedimentos actúan como reservorio final de contaminantes como metales pesados y compuestos orgánicos como plaguicidas que ingresan al sistema acuático a partir de variadas vías (escorrentía superficial, ríos, arroyos, depositación atmosférica, etc.) desde las ciudades aledañas, cultivos, actividades industriales, etc. Dependiendo de las variaciones físicas y químicas del ambiente de depositación, los sedimentos también pueden actuar como fuente de una serie de sustancias que modifican las propiedades naturales de la columna de agua y la trama trófica, factores como el pH, potencial redox o aumento de la salinidad, afectan a los procesos de adsorción y desorción de contaminantes en los mismos.

Para conocer la calidad del sedimento marino esta guía metodológica utiliza las concentraciones de contaminantes establecidas por la "Canadian Council of Ministers of the Environment" (Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life) que son ampliamente utilizadas por numerosos autores (Reyes, 2009). La misma metodología fue propuesta por la Autoridad Interjurisdiccional de las cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC, 2011) y por la

CONAMA 344/04 (Brasil, 2004). En caso de que exista vacío de información para algún analito que se considere de relevancia, la Autoridad ambiental de la provincia podrá utilizar otras normativas nacionales y/o internacionales como la holandesa (2010) o española (1994), entre otras. Para la cantidad de muestras a tomar se sugiere utilizar la Resolución OPDS N°263/19 que es la misma utilizada por CONAMA 344/04 (tabla 26).

Tabla 26. Número de muestras a tomar de acuerdo al volumen del sitio impactado. Fuente: Resolución OPDS N°263/19.

Volumen del sitio impactado	N° de muestras
Hasta 25.000 m^3	3
Entre 25.000 y 100.000 m^3	4 a 6
Entre 100.000 y 500.000 m^3	7 a 15
Entre 500.000 y 2.000.000 m^3	16 a 30
Superior a 2.000.000 m^3	10 muestras adicionales por cada millón de m^3

Para el análisis granulométrico se sugiere la escala de Wentworth (1922) modificada por Baggio R. (tabla 27).

Tabla 27. Clasificación granulométrica de Wentworth (1992).

	Milimeters (mm)	Micrometers (µm)	Phi (0)	Wentworth size class		Rock type
	4096		-12.0	*Boulder*	Gravol	Conglomerate Breccia
	256		-8.0	*Cobble*		
	64		-6.0	*Pebble*		
	4		-2.0	*Granule*		
	2.00		-1.0	*Very coarse sand*	Sand	Sandstone
	1.00		0.0	*Coarse sand*		
1/2	0.50	500	1.0	*Medium sand*		
1/4	0.25	250	2.0	*Fine sand*		
1/8	0.125	125	3.0	*Very line sand*		
1/16	0.0625	63	4.0	*Coarse slit*	Slit	Siltstone
1/32	0.031	31	5.0	*Medium slit*		
1/64	0.0156	15.6	6.0	*Fine slit*		
1/128	0.0078	7.8	7.0	*Very fine slit*		
1/256	0.0039	3.9	8.0	*Clay*	Mud	Claystone
	0.00006	0.06	14.0			

Tabla 28. Composición del sedimento a partir del tamizado con diferente tamaño de poro. Fuente: Baggio R., 2019.

N° de malla	Apertura µm			
45	362 µm	500 – 250 µm	Arena mediana	Fracción gruesa
60	250 µm	250 – 125 µm	Arena fina	
80	180 µm			

120	125 µm	125 – 63 µm	Arena muy fina	
170	90 µm			
230	63 µm	< 63 µm	Limo + arcilla	Fracción fina

Baggio R. (2019) analiza la textura de los sedimentos mediante la técnica de tamizado, y la clasifica en limo-arcilloso y tres tipos de arena, agrupando luego en fracción fina y gruesa, utilizando tamices con diferente número de malla con tamaños de poro entre 63 y 362 micras. Las categorías son las mismas que las planteadas por Wentworth (1992).

Se consideran las diferentes calidades de los sedimentos de acuerdo al TEL (threshold effect levels) y PEL (probable effect levels), siendo por debajo de TEL el rango de efecto mínimo dentro del cual rara vez ocurren efectos adversos, entre el TEL y PEL el posible rango de efectos dentro del cual ocasionalmente ocurren efectos adversos, y por encima del PEL, el rango de efecto probable dentro del cual ocurren con frecuencia los efectos adversos (ver figura 17).

- La calidad ÓPTIMA, para cada contaminante, correspondería a una concentración inferior a TEL.
- Una calidad BUENA, un rango entre TEL, inclusive, y una concentración correspondiente al 50% de la distancia entre TEL y PEL, sumado a TEL.
- Una calidad REGULAR, un rango superior al 50% de la distancia entre TEL y PEL, sumado a TEL e inferior a PEL.
- Una calidad MALA, en un rango entre PEL, inclusive, y una concentración correspondiente a 1.5 x de su propio valor (PEL).
- Una calidad PESIMA encima de 1.5 de PEL.

Antes de calcular los valores de TEL y PEL los contaminantes (metales pesados y compuestos orgánicos) deberán de normalizarse de acuerdo a la Resolución OPDS N°263/1019.

Así, se considera que la peor situación dentro de una serie de contaminantes evaluados, cuando las concentraciones encontradas superan significativamente el valor de PEL (en más del 50%). Esa línea se justifica por el hecho de que, en términos biológicos, un único contaminante en concentración elevada sería suficiente para causar daño a una población (AIC, 2011).

Figura 17. Clasificación de contaminantes químicos en cinco rangos de calidad y su relación con los criterios TEL e PEL.



TEL: Baja probabilidad de ocurrencia de efectos adversos en la vida acuática. Valores relacionados con las concentraciones óptimas de sedimentos (IB), límite entre calidad óptima y buena
PEL: Alta probabilidad de ocurrencia de efectos adversos de la vida acuática. Valores relacionados con las concentraciones óptimas de sedimentos (IB), límite entre calidad regular y mala.

Tabla 29. Clasificación de contaminantes químicos en cinco rangos de calidad y su relación con el factor C. Elaboración propia.

Categorías	Sustancias Químicas[34]	Valor del Factor C
ÓPTIMA	Todos los contaminantes en concentración inferior a TEL	5
BUENA	El peor contaminante con una concentración correspondiente al 50% de la distancia entre TEL y PEL, sumado a TEL.	3,3
REGULAR	El peor contaminante con una concentración superior al 50% de la distancia entre TEL y PEL, sumado a TEL e inferior a PEL.	3,3
MALA	El peor contaminante en un rango entre PEL, inclusive, y una concentración correspondiente a 1.5 de PEL	1.7
PÉSIMA	El peor contaminante en un rango por encima de 1.5 de PEL	0

Por otra parte, es importante tener en consideración los valores de materia orgánica total, Nk y Pt del material muestreado, ya que valores por encima de los que se presentan en la tabla 30 representan un posible prejuicio sobre el ambiente.

Tabla 30. Valores de alerta para materia orgánica total, Nk y Pt. Fuente: Resolución CONAMA N°344/2004.

PARÁMETROS	VALOR ALERTA
Carbono orgánico total (%)	10
Nitrógeno kjeldahl total (mg/kg)	4.800
Fósforo total (mg/kg)	2.000

En relación a los bioensayos asociados a sedimentos de cuerpos de agua dulce, se recomiendan las metodologías internacionalmente avaladas como la de USEPA (1994) para *Hyalella Azteca*[35] o *Hyalella curvispina* (Peluso *et al.,* 2011, 2013). Para los ensayos ecotoxicológicos del elutriado estuarial o marino se sugiere la metodología de Parodi *et al*.(2017-2018)[36] con *Artemia salina* (Parodi, *et al*., 2018; Alfaro, 2022). En la tabla 31 se presentan las categorías de la calidad de los sedimentos transformados al factor C.

Tabla 31. Criterios para el diagnóstico de la calidad de los sedimentos (AIC, 2011) convertidos al factor C. Elaboración propia.

Categorías	Toxicidad (*Hyalella azteca* o *Hyalella curvispina* o *Artemia salina*)	Factor C
Buena/muy buena	No se observan efectos	5
Regular	Efecto subletal, reducción del crecimiento	3,3
Mala	Efecto agudo, mortalidad <50%	1,7

[34] Según valores guías establecidos por CCME (1999).

[35] Disponible en: https://archive.epa.gov/water/archive/web/pdf/freshwatermethod.pdf

[36] Disponible en: https://www.bahia.gob.ar/subidos/cte/informes/Informe-Evaluacion-Ecotoxicidad-Estuario-de-Bahia-BLanca-periodo-2017-2018.pdf

Pésima	Efecto agudo, mortalidad 50%	0

Para la obtención de las muestras y el análisis del bentos en el área intermareal, submareal y sumergida, para fondos blandos y duros, se recomienda utilizar el trabajo de Muniz *et al.* (2013). Cualquier estudio sobre bentos marino, sea desarrollado en un área impactada o no, debe ser planeado considerando que los organismos bentónicos presentan naturalmente distribución en manchas o parches. Estos parches están controlados por interacciones biológicas como la predación y la competencia, y por eventos físicos locales (topografía y rugosidad del sustrato, velocidad de la corriente de fondo, disponibilidad de alimento y oxígeno, entre otros). Estos factores provocan mortalidad y oscilaciones imprevisibles en el reclutamiento, y causan variaciones temporales en la distribución y abundancia de los organismos Muniz *et al.* (2013).

AZTI MARINE BIOTIC INDEX = AMBI (Borja *et al.,* 2000) basado en la proporción de la abundancia de cinco grupos ecológicos en cada sitio de colecta en los cuales las especies macrobentónicas se clasifican:

- ***Grupo I (GI):*** Especies muy sensibles al enriquecimiento orgánico y presentes en condiciones no contaminadas (estadio inicial).
- ***Grupo II (GII):*** Especies indiferentes al enriquecimiento orgánico, siempre presentes en bajas densidades y que no presentan variaciones significativas en sus abundancias a lo largo del tiempo (del estadio inicial hasta el estadio levemente desbalanceado).
- ***Grupo III (GIII):*** Especies tolerantes al enriquecimiento orgánico que pueden ocurrir en condiciones normales, pero el crecimiento de sus poblaciones es estimulado por el enriquecimiento orgánico (estadio levemente desbalanceado).
- ***Grupo IV (GIV):*** Especies oportunistas de segundo orden que ocurren desde el estadio levemente desbalanceado hasta el altamente desbalanceado.
- ***Grupo V (GV):*** Especies oportunistas de primer orden presentes en el estadio altamente desbalanceado en condiciones de elevado enriquecimiento orgánico y contaminación.

El índice se calcula como:

AMBI = [(0 x % GI) + (1,5 x % GII) + (3 x % GIII) + (4,5 x % GIV) + (6 x %GV)]/ 100.

AMBI presenta valores continuos entre 0 y 6, y es igual a 7 cuando el sedimento es azoico (tabla 32)[37].

Tabla 32. Clasificación de calidad de sedimentos según la metodología AMBI (Borja et al., 2000).

Clasificación del nivel de contaminación del sitio	Coeficiente Biótico	Índice Biótico (BI)	Grupo Ecológico Dominante	Salud de la comunidad bentónica
No contaminado	0.0 < BC ≤ 0.2	0	I	Normal
No contaminado	0.2 < BC ≤ 1.2	1		Empobrecida

[37] En la actualidad, este índice cuenta con un6 programa específico para su cálculo que es de distribución gratuita y está disponible en: http://ambi.azti.e7s.

Ligeramente contaminado	1.2 < BC ≤ 3.3	2	III	Desbalanceada
Moderadamente contaminado	3.3 < BC ≤ 4.3	3		Transición a contaminado
Moderadamente contaminado	4.5< BC ≤ 5.0	4	IV-V	Contaminado
Altamente contaminado	5.0 < BC ≤ 5.5	5		Transición a altamente contaminado
Altamente contaminado	5.5 < BC ≤6.0	6	V	Altamente contaminado
Extremadamente contaminado	Azoico	7	Azoico	Azoico

Este índice AMBI está basado actualmente en la clasificación en grupos ecológicos de más de 6500 especies y es el índice que ha sido probado en un mayor número de áreas geográficas con resultados consistentes, permitiendo así la comparación de los datos obtenidos con los disponibles en la literatura. Una vez obtenidos los valores de AMBI es posible clasificar cada sitio en función de su grado de contaminación, así como el estado en que se encuentra la comunidad bentónica siguiendo los criterios establecidos en Borja *et al*. (2000) y Borja *et al*. (2003). En la tabla 33 figuran los valores de AMBI transformados al factor C.

Tabla 33. Categorías del índice biótico y su transformación al factor C. Elaboración propia.

Categoría	Coeficiente Biótico (AMBI)	Índice biótico (IB)	Factor C
Muy buena/buena	0, 1 y 2	IB ≤ 3,3	5
Regular	3 y 4	3,3 < IB ≤ 4,3	3,3
Mala	5 y 6	4,3 < IB ≤ 5,5	1,7
Pésima	7	5,5 < IB ≤ 7	0

DEGRADACIÓN DEL ECOSISTEMA COSTERO (parámetro CM3.1)

Para analizar la degradación costera se va a utilizar el coeficiente de vulnerabilidad neta (Lasta *et al.,* 2019). En ese estudio se busca fijar un punto de referencia del estado costero mediante una metodología objetiva, y sencilla, sobre la vulnerabilidad de la costa y sus espacios contiguos, de tal forma de obtener un indicador de su estado. Se analiza la dinámica costera y los principales impactos antrópicos de la provincia de Buenos Aires sobre la zona costera, la franja litoral, la línea de costa o espacio costero.

La provincia de Buenos Aires ha avanzado en el marco de ordenamiento de la zona costera sancionando el Decreto Nº 1802/08 de creación de la Unidad de Coordinación de Manejo Costero Integrado (MCI). Uno de los objetivos centrales del Decreto es la identificación de la dinámica de la franja costera en relación a la determinación de la tasa de cambio. Conocer la dinámica de la costa, es decir, si es una costa estable o regresiva y tener la capacidad de establecer la velocidad de esos cambios (las tasas de cambio), resulta vertebral a la hora de trazar las políticas de ordenamiento.

Para aplicar esta metodología se calcula la vulnerabilidad de un sector determinado como la sumatoria de cada uno de los coeficientes de playa, tipo de barrera y construcciones. La vulnerabilidad neta es la sumatoria de la vulnerabilidad de cada sector por la extensión de ese sector, según la siguiente fórmula de cálculo de vulnerabilidad neta (Lasta *et al*., 2019):

Vulnerabilidad = Playa + Médano o acantilado + Construcciones

Vulnerabilidad neta = [(Va * da) +(Vb * db) +(Vc * dc)] (da + db + dc)-1
Donde V = valor de vulnerabilidad de un sector determinado y d = extensión de dicho sector.

Los diferentes valores que se observan en la tabla 34 reflejan la clasificación de vulnerabilidad de cada unidad y su transformación al factor C.

Tabla 34. Clasificación de vulnerabilidad según el coeficiente obtenido (Lasta et al., 2019) y su transformación al factor C. Elaboración propia.

Coeficiente de vulnerabilidad	Clasificación de vulnerabilidad	Valor del factor C
Hasta 6	Muy alta	5
De 5 a 0	Alta	3,3
De 1 a 5	Media	3,3
De 6 a 10	Baja	1,7
Más de 10	Muy baja	0

En la tabla 35, se sugieren otros indicadores e índices que pueden ser utilizados para evaluar la condición ecológica sitio específica (C).

Tabla 35. Otros indicadores e índices.

Ecosistemas terrestres	Funciones ecológicas asociadas al cambio climático	C y N de la biomasa microbiana: Kg de N o C ha-1 relativo al C y N total o CO2 producidos. Potencial microbiano catalítico y depósito para el C y N. (a)
	Composición de las especies vegetales clave y hábitats de importancia para la fauna.	Índice valor de importancia (IVI) para las especies clave: este consiste en la sumatoria de los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia, e indica la importancia ecológica relativa de las especies de plantas en una comunidad. Da información sobre la composición florística. En este sentido se analiza el número de hábitats disponibles para las especies de fauna que se consideren de importancia para conservar (b, c).
	Diversidad de especies clave (vertebrados e invertebrados)	Índice de biodiversidad de Shannon-Wienner, equitatividad.
	Estructura del suelo	**Físicas** Erosión del suelo. Profundidad del suelo, suelo superficial y raíces (cm o m). Infiltración, pendiente y densidad aparente: minutos/2.5 cm de agua y g/cm3. Potencial de lavado; productividad y erosividad. Capacidad de retención de agua: % (cm3/cm3), cm de humedad aprovechable/30 cm; intensidad de precipitación. Relación con la retención de agua, transporte, y erosividad; humedad aprovechable. **Químicas** Materia orgánica (N y C total) Kg de C o N ha-1: muestra la fertilidad del suelo. Conductividad eléctrica: Define la actividad vegetal y microbiana P, N, y K extractables: Nutrientes disponibles para la planta, pérdida potencial de N; productividad e indicadores de la calidad ambiental. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y cationes básicos intercambiables (d). Densidad Aparente del Suelo (d).
	Biodiversidad del suelo	Riqueza y densidad de la micro, meso y macrofauna hasta los niveles taxonómicos de orden y familia (e,f).

		Densidad de los grupos funcionales (detritívoros, herbívoros, depredadores y omnívoros) (e,f). ICB – Índice de comunidades bentónicas en ríos (n).
Ecosistemas acuáticos	Nivel y flujo de agua superficial e infiltración del agua.	Nivel y flujo de agua superficial e infiltración del agua. Se debe medir profundidad, volumen, velocidad y caudal ambiental del agua, así como también calcular el balance hídrico del sistema. Los niveles y flujos de agua se evalúan considerando el tipo de humedal, la variación estacional y los antecedentes climáticos. Medición de la infiltración de agua, considerando el balance hídrico del sistema.
	Calidad de agua y sedimentos	Agua: Carbono orgánico total (COT) sólidos suspendidos totales (SST) sólidos totales disueltos, aceites y grasas, detergentes (SAAM), cloro, cloruros, fluoruros, sulfatos. Se sugieren los siguientes índices para arroyos superficiales: Cuerpos de agua lóticos: Índice de calidad de Aguas Pampeanas (IcAP) propuesto por Basílico (2015) (g). Algunos índices sugeridos para analizar deterioro de los arroyos superficiales: Los biomonitoreos se realizan dependiendo del tipo de cuerpo de agua. En el caso de arroyos y ríos, los más utilizados suelen ser los macroinvertebrados, perifiton o biofilms y peces, en tanto para lagos, lagunas y grandes ríos, el plancton suele ser la comunidad más usada (h). Uso de ensambles de macroinvertebrados y diatomeas bentónicas en cursos de agua (h). Uso de bioindicadores para ríos y arroyos pampeanos como el uso de diatomeas en el epipelon (biofilm en limo-arcillas). Índice de Diatomeas Pampeano (IDP) (i). Uso de macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad ambiental en ambientes acuáticos (Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera, Diptera, Odonata y Coleoptera) (j). Relación entre el número de oligoquetos y quironómidos con otros taxa (k). Plancton Se estima la riqueza taxonómica (familias) y distinción entre fitoplancton y zooplancton: macrofauna (>500 μm), mesofauna (< 250 μm) y microfauna (<125 μm), densidad, índice de Shannon-Wienner, equitatividad. ICF – Índice de comunidad fitoplanctónica (n). Bentos % Quironómidos: % individuos: abundancia relativa de estos insectos con respecto a la abundancia total de individuos colectados en una muestra de bentos. EPT% individuos órdenes Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera: porcentaje de individuos del grupo EPT con respecto al total de individuos colectados en la muestra de bentos. Si están presentes las aguas suelen ser con aguas oxigenadas, transparentes y en buen estado ecológico de conservación (l).
	Composición de la Vegetación acuática	Se recomienda utilizar el Índice de Calidad de Riberas Pampeanas (ICRP) (Basílico, 2015) (i).
	Índice de calidad ecológica de los arroyos	Tasa de descomposición (k) (m).

Fuentes:
(a) https://sci-hub.se/https://www.jstor.org/stable/3546603
(b)https://www.researchgate.net/publication/339510090_METODOS_DE_ESTUDIO_DE_LA_VEGETACION
(c) https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2012000100003
(d) http://www.desertificacion.gob.ar/tema/vegetacion
(e) https://revistasgeotech.com/index.php/poey/article/view/430/526;
(f) https://riubu.ubu.es/handle/10259/5009
(g) http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-04002015000200002
(h)https://ibn.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/sites/113/2021/05/4-Gomez-et-al.-2020-Los-indicadores-biologicos.pdf
(i) https://revistas.unlp.edu.ar/bacuatica/article/view/6804/6165

(j) https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482008000200001
(k) http://www.scielo.org.ar/pdf/ecoaus/v15n2/v15n2a08.pdf
(l)https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/146381/CONICET_Digital_Nro.97d44812-7752-4812-b291-34cd53140d44_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
(m)https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/174274/CONICET_Digital_Nro.1b96e376-d2f4-4f42-aa91-bf318365a105_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
(n) http://www.aic.gov.ar/sitio/archivos/201702/ica%20-%20indices%20de%20calidad%20del%20agua.pdf
Para mayor información sobre algunos de estos índices u otros que puedan aplicarse en la provincia de Buenos Aires en ríos y arroyos se puede acceder al libro de la red REMAQUA https://remaqua.conicet.gov.ar/1er-libro-de-la-red/.
También se recomienda considerar el informe realizado por la Secretaría de Gestión Ambiental (SGA) de la Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los Ríos Limay, Neuquén y Negro que menciona varios índices que pueden ser aplicados para la protección de la biota acuática http://www.aic.gov.ar/sitio/archivos/201702/ica%20-%20indices%20de%20calidad%20del%20agua.pdf.
Para la franja marina-costera se recomienda utilizar, como información científica de base, el informe de realizado por Miglioranza, K. *et al*. (2021). Informes de revisión. Área: Disponibilidad y contaminación del agua, suelos y aire: Contaminación de costas,145 pp. REAB-MDP https://mardelplata-conicet.gob.ar/wp-content/uploads/2021/02/contaminacion-costas-final.pdf), y para el riesgo de erosión costera el de Merlotto *et al*. (2017).