

Ordenamiento Ambiental de Bosques y Ecosistemas Asociados para el Desarrollo Sustentable en el ejido del Municipio de Nono, Valle Traslasierra, Córdoba - Argentina

Laura Cavallero, Nicolás A. Mari, Carlos A. Carranza



Ordenamiento Ambiental de Bosques y Ecosistemas Asociados para el Desarrollo Sustentable en el ejido del Municipio de Nono, Valle Traslasierra, Córdoba - Argentina

*Laura CAVALLERO
Nicolás A. MARI
Carlos A. CARRANZA*



Secretaría
de Agroindustria



Ministerio de Producción y Trabajo
Presidencia de la Nación

INTA- ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA MANFREDI
CENTRO REGIONAL CÓRDOBA

Ediciones INTA. Buenos Aires, 2019.

504.75 Ordenamiento Ambiental de Bosques y Ecosistemas Asociados para el
Or22 Desarrollo Sustentable en el ejido del Municipio de Nono, Valle
Traslasierra, Córdoba (Argentina) / [coordinación general]:
Laura Cavallero, Nicolás A.Mari, Carlos A. Carranza. – Buenos Aires :
Ediciones INTA, 2019.
48 p. : il.

ISBN 978-987-521-990-8 (digital)

i. Cavallero, Laura. ii. Mari, Nicolás A. iii. Carranza, Carlos A.

MEDIO AMBIENTE – BOSQUES – ECOSISTEMA – SOSTENIBILIDAD – ORDENAMIENTO
TERRITORIAL – NONO, CÓRDOBA

INTA - DD

Este Libro se enmarca dentro del Convenio INTA y Municipalidad de Nono

Diseño:
Área de Comunicación Visual
Gerencia de Comunicación e Imagen Institucional

Este libro
cuenta con licencia



PRÓLOGO

La dimensión del paisaje actual de una población de la serranía cordobesa, con su tejido urbano entremezclado con ríos y bosques, hace pensar que es un hábitat sustentable en el hoy y en el futuro, pero conflictos socio-ambientales muestran la necesidad de acciones de planificación que sus dirigentes tienen que gestionar.

La tarea de aportar herramientas de ordenamiento territorial, que faciliten la creación de normativas tendientes a proteger y proyectar usos del ambiente con sus cuencas, bosques, corredores de fauna y recursos naturales que den identidad a la población existente y futura del Municipio de Nono, dan el sentido a ésta publicación. La misma describe y provee información, la cual podrán tomar como respaldo en sus gestiones, los dirigentes políticos actuales y futuros del municipio. Desde el equipo de INTA conjuntamente con otras instituciones y actores, consolidaron ésta publicación que invitamos a leer y compartir con compañeros y personas comprometidas con la inserción de comunidades en paisajes, que desde la belleza tangible, sostengan la imagen de uso perdurable para generaciones futuras.

Ing. Agr. M.Sc. Miguel Barreda

Coordinador PRET

Gestión de la innovación en el territorio del

Arco Noroeste de la provincia de Córdoba

AER INTA Cruz del Eje.

Coordinación General

Dar. Lic. Laura Cavallero
Mg. Lic. Nicolás A. Mari
Ing. Agr. Carlos A. Carranza

Autores

Dra. Lic. Laura Cavallero ^{1,2}
Mg. Lic. Nicolás A. Mari ³
Ing. Agr. Carlos A. Carranza ²
Dr. Lic. Diego H. Pons ⁴
Lic. Francisco G. Alaggia ²
Ing. Agr. Santiago Lameiro
Ing. Agr. Marcela Ledesma ²
Dr. Ing. Dardo R. Lopez ^{2*}

1 - CCT CONICET Córdoba, Córdoba, Argentina.

2 - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Manfredi, Estación Forestal INTA Villa Dolores.

3 - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Manfredi, AER Cruz del Eje.

4 - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Manfredi.

* - Autor de correspondencia: lopez.dardor@inta.gob.ar

Índice de Contenidos

1. Antecedentes	8
1.1. Ordenamiento ambiental y territorial	8
1.2. Problemática del área de trabajo	10
2. Materiales y métodos	12
2.1. Área de estudio	12
2.2. Características generales del ambiente	12
2.3. Criterios para el ordenamiento ambiental de bosques y ecosistemas asociados	12
2.4. Generación de mapas indicadores de cada criterio	15
2.4.1. Potencial de conservación de cuencas	15
2.4.2. Regulación de la erosión hídrica	17
2.4.3. Superficie de bosque	18
2.4.4. Estado de conservación	18
2.4.5. Vinculación con áreas protegidas existentes, conectividad entre ecorregiones e integración regional	20
2.4.6. Vinculación con otras comunidades naturales	20
2.5. Modelo multicriterio para zonificación ambiental	21
3. Resultado y recomendaciones de uso y conservación ambiental	23
3.1. Consideraciones finales	30
3.2. Limitaciones del estudio	30
4. Recomendaciones e implicancias en el proceso de ordenamiento territorial	31
5. Agradecimientos	32
6. Bibliografía	33
Anexo 1. Mapa de capacidad de uso de suelos	36
Anexo 2. Tablas	36
Anexo 3. Decreto N° 160/2018 de Reconocimiento y Distinción del Municipio de Nono al equipo de trabajo	38

Índice de Tablas

Tabla 1. Criterios de sustentabilidad ambiental considerados para la definición de las categorías de conservación de acuerdo a la Ley 26331 (García Collazo et al. 2013, Ley 26.331) —————	9
Tabla 2. Definición de los criterios utilizados para el ordenamiento ambiental del municipio de Nono. Criterios priorizados y adaptados en base a los Criterios de Sustentabilidad Ambiental (CSA) establecidos por la Ley Nacional 26.331; información de base que se utilizó para espacializar la información requerida en cada criterio; y producto que se generó para cada CSA —————	15
Tabla 3. Clases de ecosistemas lóticos según la superficie de la cuenca que aporta a dicho curso de agua y tipo de permanencia temporal del flujo; y clases de ecosistemas lénticos según la superficie del cuerpo de agua y la permanencia temporal del mismo —————	17
Tabla 4. Clase de cauces en función de la superficie de captación de la cuenca en hectáreas y píxeles —	18
Tabla 5. Según las clase de cauces o cuerpos de agua determinadas en la Tabla 3, se define a ambos lados del mismo una Zona de Reserva de Ribera (ZRR) y una Zona de Manejo de Cauce o de ribera (ZMC) aledaña (según Gayoso et al. 2000; Pineda Gonzalez 2017; FAO s/año) —————	19
Tabla 6. Asignación del estado de conservación de la vegetación del ejido de Nono en base a la comparación entre la vegetación potencial y a las clases de vegetación del mapa de Zak y Cabido (2009) —————	23
Tabla 7. Escala de medidas para las matrices jerárquicas analíticas —————	26
Tabla 8. Método de las Jerarquías Analíticas para establecer una priorización relativa entre criterios mediante la comparación de a pares —————	27

Índice de Figuras

Figura 1. Categorías de conservación establecidas por la Ley Nacional N° 26331 —————	10
Figura 2. Valle de Traslasierra, Provincia de Córdoba —————	11
Figura 3. Vías de escurrimiento resultantes del procesamiento en GRASS sin corregir (izquierda) y corregidas manualmente (derecha) —————	18
Figura 4. Corrección de la clase de las vías de escurrimiento. Izquierda: “Arroyos_3 y 4” superpuestos con las capas de vías de escurrimiento de clase 1 y 2. Derecha: Vías de escurrimiento con su clase corregida —	19
Figura 5. Zonificación del ejido de Nono en función a la vegetación potencial inferida en base a los relevamientos fisonómicos realizados en la zona por Lutti (1979) y Cabido (1995) —————	22
Figura 6. Modelo Multicriterio para obtener la zonificación integrando toda la información de los mapas generados para cada criterio —————	28
Figura 7. Criterio 1: Potencial de conservación de cuencas en base a la superficie de captación de aguas y al flujo de los cursos y cuerpos de agua (Tablas 3 y 4). La ZRR se visualiza en color rojo y la ZMC se visualiza en color amarillo —————	29
Figura 8. Criterio 2: Regulación de la erosión hídrica a los fines de no afectar la capacidad de los ecosistemas naturales de regular la erosión hídrica, el ejido de nono se zonificó en 4 categorías en función de la pendiente del terreno —————	30

- Figura 9. Criterio 3:** Superficie de relictos de bosque. Los relictos de bosque nativo del territorio analizado se clasificaron en 5 categorías en función de su superficie, que a su vez indica la calidad de hábitat disponible para especies de flora y fauna silvestre (Figura4) ————— 31
- Figura 10. Criterio 4:** Estado de conservación de los ecosistemas naturales. Determinación del estado de conservación de los ecosistemas naturales en base a la comparación de la vegetación potencial de cada píxel (determinada en base a revisión bibliográfica) en comparación con la vegetación presente en el año 2009, luego de que fuera sancionada la ley nacional 26.331 ————— 32
- Figura 11. Criterio 5:** Vinculación con áreas protegidas existentes (el círculo blanco representa la Reserva de Los Nonos), conectividad entre ecorregiones e integración regional. Recomendación de áreas destinadas a la conformación de corredores ecológicos ————— 33
- Figura 12. Criterio 6:** Vinculación con otras comunidades naturales. A los fines de conservar la vegetación de transición entre comunidades el ejido municipal se clasificó en 11 categorías en función de la distancia de cada píxel a un relicto de bosque ————— 34
- Figura 13.** Mapa de restricciones ambientales calculado en base al riesgo de degradación ambiental (ej. pendiente) y/o al valor ecológico asociado a la capacidad de provisión de servicios ecosistémicos (principalmente de soporte, regulación) ————— 35

Antecedentes

1.1. Ordenamiento Ambiental y Territorial

El Ordenamiento Territorial es una herramienta fundamental para el Desarrollo Sustentable de un territorio, ya que permite organizar el uso, el aprovechamiento y la ocupación del territorio en base a sus potencialidades y limitaciones biofísicas, teniendo en cuenta las necesidades de la población y las recomendaciones generadas por todos los instrumentos de planificación y gestión (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; FAO s/f). El ordenamiento territorial (OT) es un instrumento de gobernanza y planificación para el desarrollo sustentable ya que considera una perspectiva sistémica, prospectiva, democrática y participativa. Por lo tanto, el OT tiene como finalidad garantizar no solo un nivel de vida adecuado para la población, sino que también la conservación del ambiente, tanto para las actuales generaciones, como para las del futuro (Fonseca, 2006; FAO s/f).

El OT requiere del análisis de un territorio concreto, teniendo en cuenta sus características ambientales, económicas, socio-políticas e institucionales, considerando los procesos históricos de la región y la cultura generada por las generaciones anteriores (FAO, 1993; Aquino et al. 2006; Fonseca, 2006). En este sentido es necesario realizar una evaluación sistemática de: (i) el estado actual de los ecosistemas: su rol ecosistémico, vulnerabilidad ambiental y potencialidad de uso, (ii) las alternativas para el uso del suelo y (iii) las condiciones económicas y sociales. Esto tiene la finalidad de seleccionar y adoptar las mejores opciones para uso del suelo, salvaguardando los recursos naturales y la provisión de servicios ecosistémicos para el futuro. Este tipo de planificación apunta a regular la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la conservación de la flora y fauna, el turismo y otras actividades antrópicas como la urbanización e industrias (FAO, 1993). Por lo tanto, el OT debe adecuar los usos del suelo y la ocupación del espacio principalmente a las restricciones ambientales y sociales de cada lugar (PNUD-UNHabitat 2008, Méndez Casariego y Pascale Medina, 2014).

El desarrollo y la implementación de un OT contribuye significativamente a la gobernabilidad de los territorios, entendiéndola como la capacidad de los gobiernos de dar respuesta a las demandas de la sociedad; y a su gobernanza, ya que incorpora diversos actores de la sociedad civil al diseño de las políticas públicas (Méndez Casariego y Pascale Medina, 2014). Los principales productos que se obtienen de un OT son: (i) Zonificación ambiental y productiva, en la cual se priorizan áreas para conservación de ecosistemas, áreas de manejo sustentable de agro-ecosistemas, y zonas en las que se admite el cambio de uso del suelo (ej. urbanos, industriales); y (ii) normas de regulación del uso del suelo, que reglamenta qué actividades (y cómo) se pueden realizar en la zonificación indicada en el punto anterior. Así, el primer paso para un OT es realizar un ordenamiento ambiental (OA) de una región específica. El OA debe entenderse como el componente del ordenamiento del territorio que introduce la dimensión ambiental en su conceptualización, diferenciándose de la conceptualización economicista que considera la ordenación territorial en términos económicos, sin tener en cuenta el impacto ambiental e ignorando la realidad social.

Con respecto a las normativas que regulan el uso del suelo, la Ley Nacional N° 26.331 (Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de Bosques Nativos), y su respectiva Ley Provincial N° 9.814, exigen la zonificación territorial de áreas donde existen relictos de bosque nativo de la república Argentina. Para realizar el Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (OTBN) la ley establece 10 criterios de sustentabilidad ambiental (Tabla 1), con el fin de determinar diferentes categorías de conservación del bosque (Figura 1) (García Collazo et al. 2013, Ley de Bosques 26.331). En este sentido, los criterios de sustentabilidad ambiental establecidos por la Ley 26.331 pueden adecuarse para ser aplicados a otros ecosistemas naturales y utilizarse para realizar el ordenamiento ambiental de un territorio concreto. Por lo tanto, en este trabajo, utilizamos la mayoría de los criterios citados en esa ley, para generar mapas de zonificación del territorio y recomendaciones de conservación y uso del suelo.

Tabla 1. Criterios de sustentabilidad ambiental considerados para la definición de las categorías de conservación de acuerdo a la Ley 26331 (García Collazo et al. 2013, Ley 26.331).

Criterio de Sustentabilidad Ambiental	Breve descripción
1. Superficie	Tamaño mínimo de hábitat para mantener poblaciones de flora y fauna
2. Vinculación con otras comunidades naturales (no boscosas)	Conservación de gradientes ecológicos completos.
3. Vinculación con áreas protegidas e integración regional	Complementariedad de las unidades del paisaje y mantenimiento de conectividad con áreas protegidas.
4. Existencia de valores biológicos sobresalientes	Especies raras o poco frecuentes.
5. Conectividad entre ecorregiones	Corredores boscosos y riparios garantizan conectividad.
6. Estado de conservación	Tipo de uso, disturbios, contexto en que está inmerso.
7. Potencial forestal	Disponibilidad actual y capacidad productiva. Determinada por estructura de bosque, renovales e individuos de valor comercial.
8. Potencial de sustentabilidad agrícola	Factibilidad de implementar agricultura a largo plazo.
9. Potencial de conservación de cuencas	Posición estratégica: protección de nacientes, bordes de cauces de agua, humedales, áreas de grandes pendientes, etc.
10. Valor que las comunidades indígenas y campesinas dan a los bosques nativos	Uso que pueden hacer del bosque para su supervivencia y mantener su cultura, considerando la situación de tenencia de la tierra.

Categorías de conservación



Figura 1. Categorías de conservación establecidas por la Ley Nacional N° 26331

1.2. Problemática del área de trabajo

El Valle Traslasierra se encuentra en la provincia de Córdoba (Argentina), y pertenece a la ecorregión del Chaco Seco (sub-región Chaco Serrano), enmarcado entre las “Sierras Grandes” y las sierras de Pocho y Altautina en donde se desarrollan bosques y pastizales naturales (Figura 2). Se caracteriza por paisajes de serranías, con valles fértiles y laderas rocosas, frecuentemente afectado por períodos de sequía. En determinados sectores domina el Bosque Serrano y en los sectores más altos dominan los pastizales naturales (> 1000 m.s.n.m.), donde viven familias rurales que crían ganado bovino y caprino, y que además realizan fruti-horticultura y uso múltiple del bosque nativo (extracción de leña y madera; y productos forestales no maderables como miel, recolección de frutos del monte y hierbas aromáticas).

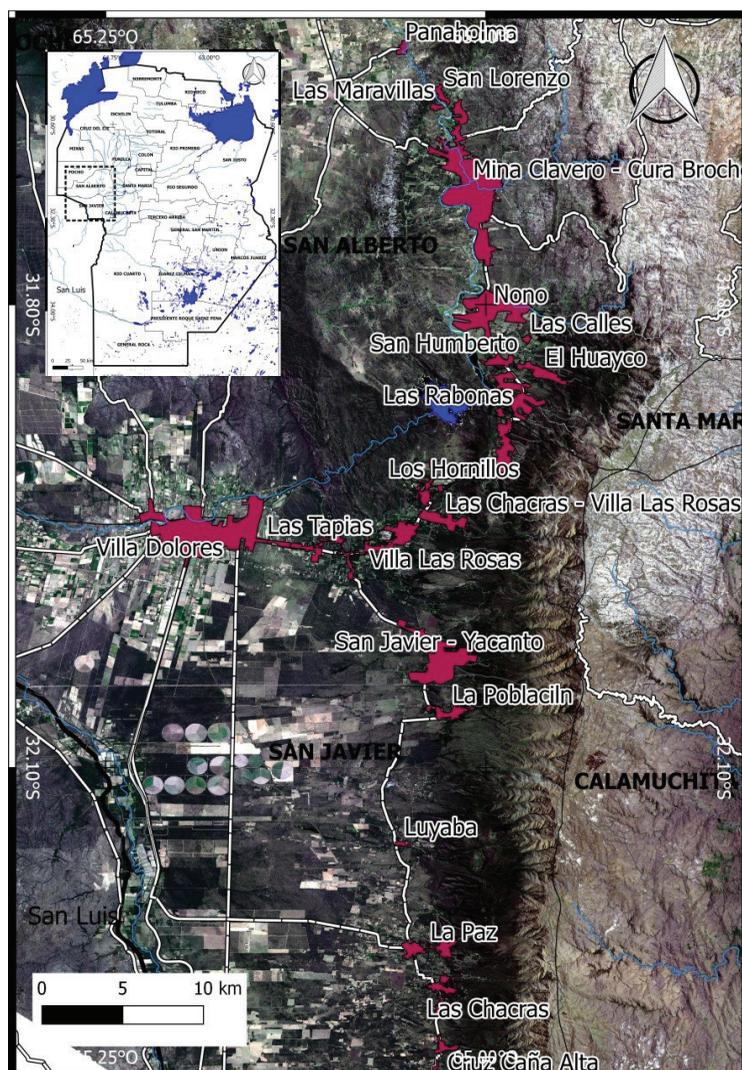


Figura 2. Valle de Traslasierra, Provincia de Córdoba

Desde la década de 1990, nuevos habitantes han llegado a Traslasierra, causando un aumento en los asentamientos urbanos a expensas de las zonas rurales y ecosistemas nativos. Algunos nuevos actores sociales son propietarios de grandes extensiones de tierras destinadas a la conservación, negocios inmobiliarios y/o empresas turísticas, pero que no residen en el territorio (extra-territoriales). La sustitución de actividades económicas productivas por actividades relacionadas con la provisión de servicios turísticos ha sido

alentada por políticas públicas específicas y/o por falta de una regulación y ordenamiento ambiental del territorio. Muchas políticas que incentivan el turismo, generalmente se enmarcan bajo el supuesto de que el turismo brinda una oportunidad de desarrollo local que favorece la conservación del medio ambiente. Sin embargo, el turismo puede tener efectos inesperados que generan importantes conflictos socio-ambientales. Estos efectos inesperados se asocian con el avance de la frontera urbana sobre bosques y ecosistemas asociados, lo que trae como consecuencia degradación, fragmentación y/o pérdida de la provisión de servicios ecosistémicos, migración de pobladores rurales y pérdida de socio-ecosistemas agropecuarios (Kuvan, 2012; Giusti, 2014; López et al., 2018).

La migración rural hacia zonas urbanas y periurbanas del territorio de Traslasierra se ha asociado en gran parte a un aumento de las actividades turísticas y al flujo de nuevos pobladores provenientes de grandes urbes en busca de una mejor calidad de vida. Esto generó una sobrevaloración inmobiliaria que en muchos casos ejerció presión sobre los campesinos y pobladores rurales para vender sus tierras, ya sea en forma parcial o total (Giusti, 2014; López et al., 2018). El aumento en el valor inmobiliario de la zona rural de Traslasierra afectó a los habitantes rurales tradicionales, generando cambios en la configuración de las redes sociales del territorio, erosionando dichas redes socio-económicas locales. Este tipo de conflicto se ha descrito como un problema creciente para otros paisajes naturales donde las actividades agropecuarias y turísticas coexisten (Easdale 2007; Silvetti, 2012; Giusti, 2014).

La expansión urbana sin planificación estratégica, se ha convertido en un factor de degradación que afecta a los ecosistemas naturales de dos maneras: (i) reemplazando los bosques nativos y ecosistemas asociados por infraestructura de vivienda y de servicios (e.g. rutas, caminos); y (ii) incrementando la interfaz urbano-forestal, aumentando la probabilidad de ocurrencia de incendios provocados por el hombre (Argañaraz et al. 2015a, b; López et al. 2018). Además, todo esto ocurre en un contexto de cambio climático, en el que se predicen aumentos en el riesgo de incendios forestales a causa de incrementos en las temperaturas y la ocurrencia de eventos de sequía (IPCC 2014, Argañaraz et al. 2015a, b; López et al. 2018). Incendios recurrentes, con mayor frecuencia e intensidad, pueden desencadenar la degradación de ecosistemas; por ejemplo, promoviendo la erosión del legado biofísico como pérdida de suelo y extinción local de especies (Kitzberger et al., 2016).

Esta tendencia regional, profundizada en los últimos treinta años, de diferentes sectores de las poblaciones urbanas que eligen vivir, vacacionar o establecer viviendas secundarias en espacios de valor paisajístico y ambiental, ha generado múltiples conflictos socio-ambientales. Este nuevo sector social busca en los espacios más naturales, características que considera que la ciudad ya no tiene, pero sin embargo no está dispuesto a renunciar a las prestaciones y los servicios urbanos, y los reproduce en el nuevo ámbito urbano-rural. Esto genera un reemplazo de ecosistemas naturales por zonas urbanizadas y por ende, incrementa la superficie de suelo impermeabilizado por infraestructuras edilicias, calles y rutas. En consecuencia se altera la dinámica eco-hidrológica del territorio principalmente mediante dos mecanismos: (i) disminución de la infiltración de agua en el suelo, y (ii) pérdida de suelo por procesos erosivos; lo que a su vez se asocia con un incremento en la frecuencia e intensidad de inundaciones, tanto en dichos asentamientos de ciudades como en las tierras ubicadas cuenca abajo (Barchuk et al., 2014; Jobbágy et al., 2011, 2018).

La mayoría de los conflictos socio-ambientales se generaron debido a la existencia de políticas de fomento del desarrollo turístico en ambientes naturales de alto valor paisajístico; y a la falta de aplicación de normativas que regulan las actividades económicas (i.e., Ley Nacional 26.331 y Ley provincial 9.814) con el fin de proteger y garantizar la provisión de los servicios ambientales que proveen los ecosistemas naturales, tanto a la población local como a nivel regional y al sistema turístico de la provincia de Córdoba (Giusti, 2014). En este contexto, este informe tiene por finalidad proveer información de base para ser utilizada en el ordenamiento territorial del Municipio de NONO (departamento San Alberto, pcia. de Córdoba, Argentina). Dicho ordenamiento pretende ser una herramienta fundamental para promover un desarrollo sustentable en el valle de Traslasierra. Para ello, en el marco del compromiso de cooperación entre la Municipalidad de Nono y la Estación Forestal INTA-Villa Dolores (unidad de la EEA Manfredi), se realizó un diagnóstico y una zonificación del territorio en base a la prioridad de conservación de los ecosistemas naturales (por su capacidad de brindar servicios ecosistémicos) y a la susceptibilidad a la degradación.

2. Materiales y Metodos

2.1. Área de estudio

El municipio de Nono (31° 48" S; 65° 00" O) se ubica al sureste del departamento San Alberto y tiene una superficie de 14.363 km². La población del municipio según el último CENSO del año 2010, era de 1229 habitantes (Censo Nacional de Población y Vivienda 2010, INDEC), registrando un incremento de un 55 % en el número de habitantes en comparación con el censo del año 2001 (INDEC 2001). Las principales actividades agropecuarias son la ganadería extensiva en bosques y pastizales nativos (caprinos, ovinos, mulares, equinos y bovinos), y la agricultura de pequeña escala (fundamentalmente maíz) en pequeños valles. El aprovechamiento forestal (leña, carbón, postes y varillas), que en otros tiempos fue un importante sustento de la región, hoy constituye una actividad marginal. En las últimas décadas, estas actividades productivas han sido paulatinamente reemplazadas por el ofrecimiento de servicios asociados al turismo.

2.2. Características generales del ambiente

El municipio de Nono se localiza en una región con un marcado gradiente ambiental determinado por la presencia de las altas cumbres de las sierras centrales de Córdoba cuya altura oscila entre 2790 msnm en su punto más elevado hasta 500 msnm en los llanos occidentales. Las precipitaciones medias anuales disminuyen en sentido E - O entre los 900 mm en la alta montaña, y los 500mm en el piso inferior. En la llanura occidental la temperatura media estival es de 26°C y la invernal de 17°C, disminuyendo a 17°C y 8°C a los 1000 msnm. En la alta montaña, durante gran parte de todo el año, se registran temperaturas por debajo de 0°C. El clima en general es templado, las precipitaciones se concentran entre los meses de septiembre y marzo (Carranza 2009, Karlin et al 1994; De Maio et al 2002). Una característica importante es la variabilidad climática, con una alta frecuencia de sequías en primavera y comienzo del verano (Carranza, 2009; Giorgis et al 2011).

En cuanto a la vegetación natural, el municipio de Nono se encuentra en un ecotono que se extiende desde pastizales de altura en el este, hasta el bosque chaqueño occidental al oeste. La vegetación por encima de los 1700 msnm está dominada por pastizales de altura, aunque también se encuentran bosquesillos de tabaquillo (*Polylepis australis*) generalmente restringidos a quebradas frescas y húmedas. Entre los 1300 y los 1700 msnm, se encuentra el romerillo dominado por romerillos (*Heterothalamus alienus*), con presencia de espinillos (*Vachellia caven*) y moradillos (*Schinus longifolia*). Por debajo de los 1300 msnm y hasta los 800 msnm, se encuentra el bosque serrano, con dominancia de molle (*Lithraea molleoides*). Hacia el oeste, el bosque serrano se continúa con el bosque chaqueño occidental, con dominancia de quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*), acompañado por dos especies de algarrobo: *Prosopis flexuosa* en el llano y bolsones, y *P. chilensis* en quebradas, riberas de arroyos y cursos temporarios de agua (Lutti et al 1979; Carranza 2009; Demaio et al 2002).

2.3. Criterios para el Ordenamiento Ambiental de Bosques y Ecosistemas Asociados

El Ordenamiento Ambiental se basó en los criterios de sustentabilidad ambiental (CSA) establecidos en la Ley Nacional N° 26.331 (Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de Bosques Nativos de Argentina) para la zonificación territorial de áreas de bosques nativos de la república Argentina. Específicamente, para realizar el Ordenamiento Ambiental del ejido de Nono se priorizaron y adaptaron 6 criterios ambientales de ley 26.331. Los CSA fueron adaptados para categorizar no sólo los bosques, sino que toda la superficie correspondiente al ejido de Nono, que incluye el resto de los ecosistemas naturales y áreas cultivadas o bajo otro tipo de uso (Tabla 2). La aplicación de los 6 criterios nos permitió zonificar el ejido de Nono en base a sus restricciones ambientales. Se generó un Sistema de Información Geográfica (SIG) que incluye un mapa 'indicador' para cada criterio (i.e., 6 mapas indicadores de CSA + 2 mapas con información complementaria). Cada mapa indicador se generó como resultado de la integración de información proveniente de distintas fuentes (Tabla 2).

Finalmente, los 6 mapas indicadores de cada CSA se integraron en un Modelo Multicriterio que permitió

Zonificar al Ejido de Nono en base a:

- I. Prioridad de conservación por su valor biológico y/o por su capacidad de brindar servicios eco sistémicos (i.e. bosques de tabaquillo, cabeceras de cuenca).
- II. Riesgo de degradación ambiental por su fragilidad ecosistémica (i.e. ecosistemas riparios, y zonas con pendientes elevadas).

Tabla 2. Definición de los criterios utilizados para el ordenamiento ambiental del municipio de Nono. Criterios priorizados y adaptados en base a los Criterios de Sustentabilidad Ambiental (CSA) establecidos por la Ley Nacional 26.331; información de base que se utilizó para espacializar la información requerida en cada criterio; y producto que se generó para cada CSA.

Criterio Priorizado	CSA Ley 26.331	Información de Base	Producto Generado
<p>1 - Potencial de conservación de cuencas: consiste en determinar la existencia de áreas que poseen una posición estratégica para la conservación de cuencas hídricas y para asegurar la provisión de agua en cantidad y calidad necesarias. En este sentido tienen especial valor las áreas de protección de nacientes, bordes de cauces de agua permanentes y transitorios, y las áreas de recarga de acuíferos, los sitios de humedales o Ramsar.</p>	Se adaptó del Criterio 9 (ver más en Tabla 1)	Mapa de cuencas hídricas y vías de escurrimiento. Cursos y cuerpos de agua.	- Fajas de protección y amortiguación a la vera de los cursos de agua con ancho variable dependiendo del caudal, tipo de curso de agua y superficie de la cuenca de captación.
<p>2 - Regulación de la erosión hídrica: consiste en determinar la existencia de áreas con pendientes elevadas y que poseen una posición estratégica para la regulación hidrológica y el control de la erosión. En este sentido tienen especial valor las áreas con pendientes superiores al 5%, que tienen alto riesgo de erosión hídrica.</p>	Se adaptó del Criterio 9 (ver más en Tabla 1)	Modelo Digital de Elevación del terreno (DEM). Mapa con curvas de nivel y de pendientes	- Clasificación del territorio en función de su pendiente (%).
<p>3 - Superficie de bosque: es el tamaño mínimo de hábitat disponible para asegurar la supervivencia de las comunidades vegetales y animales. Esto es especialmente importante para las grandes especies de carnívoros y herbívoros.</p>	Se adaptó del Criterio 1 (ver más en Tabla 1). Se estimó solo para los parches de bosque porque se considera que son la unidad de vegetación que puede brindar mayor cantidad de bienes y servicios ambientales.	Mapa de vegetación.	- Mapa de categorización de fragmentos de bosque en función de su superficie.

Continúa en la siguiente página.

Criterio Priorizado	CSA Ley 26.331	Información de Base	Producto Generado
<p>4 - Estado de conservación: la determinación del estado de conservación de un parche implica un análisis del uso al que estuvo sometido en el pasado y de las consecuencias de ese uso para las comunidades que lo habitan. De esta forma, la actividad forestal, la transformación del bosque para agricultura o para actividades ganaderas, la cacería y los disturbios como el fuego, así como la intensidad de estas actividades, influyen en el valor de conservación de un sector, afectando la diversidad de las comunidades animales y vegetales en cuestión. También se contempla si existen elementos de los sistemas naturales caracterizados por ser raros o poco frecuentes, otorgando al sitio un alto valor de conservación (ej. endemismos).</p>	Se adaptó del Criterio 6 (ver más en Tabla 1) y se estimó para todos los tipos de vegetación dentro del ejido de Nono.	<p>Mapa de vegetación.</p> <p>Curvas de nivel, para determinar la vegetación potencial en función de los pisos altitudinales de vegetación descriptos para la zona.</p> <p>Localización de sitios de importancia arqueológica, especies endémicas o raras, ecosistemas frágiles o raros.</p>	<p>- Mapa del estado de conservación de la vegetación (dependiendo de la vegetación potencial determinada por la ubicación en el paisaje).</p> <p>Mapa de sitios con valores sobresalientes</p>
<p>5- Vinculación con áreas protegidas existentes, conectividad entre ecorregiones e integración regional: La ubicación de parches de bosque cercanos o vinculados a áreas protegidas de jurisdicción nacional o provincial como así también a Monumentos Naturales, aumenta su valor de conservación, se encuentren dentro del territorio provincial o en sus inmediaciones. Se priorizan los corredores boscosos y riparios que garantizan la conectividad entre reservas y ecorregiones, permitiendo el desplazamiento de determinadas especies.</p>	Se adaptó de los criterios 3 y 5 (ver más en Tabla 1)	<p>Mapa de vegetación.</p> <p>Mapa de Áreas Naturales Protegidas.</p> <p>Mapa de cursos y cuerpos de agua superficial.</p>	<p>- Mapa de Corredores ecológicos: entre Áreas Naturales Protegidas; y/o entre Ecorregión del Chaco Árido con la Ecorregión del Chaco Serrano y con los pastizales de las altas cumbres.</p>
<p>6- Vinculación con otras comunidades naturales: Determinación de la vinculación entre un parche de bosque y otras comunidades naturales con el fin de preservar gradientes ecológicos completos. Este criterio es importante dado que muchas especies de aves y mamíferos utilizan distintos ecosistemas en diferentes épocas del año en búsqueda de recursos alimenticios adecuados.</p>	Se adaptó del criterio 2 (ver más en Tabla 1). Se estimó la vinculación entre parches de bosque y otras comunidades naturales debido a que la mayor parte de la vegetación natural potencial del ejido de Nono son bosques.	Mapa de vegetación.	<p>- Mapa de zonas de amortiguación alrededor de los fragmentos de bosque.</p>

La información de base se obtuvo a partir de: (i) relevamientos a campo sobre atributos biofísicos, tales como: vegetación, estado de degradación, tipo de suelo y susceptibilidad a la erosión o nivel de erosión de suelo, relieve y topografía (e.g. pendiente, exposición, ubicación en el paisaje), (ii) revisión bibliográfica sobre presencia de especies endémicas o de atributos biológicos sobresalientes (e.g. cabecera de cuenca, ecosistema riparios), funcionalidad y servicios ambientales que proveen los diferentes ecosistemas del valle de Traslasierra; y (iii) herramientas analíticas disponibles (e.g. Modelo Digital de Elevación de terreno -MDE-, curvas de nivel, cursos y cuerpos de agua, etc.). Los relevamientos de campo se utilizaron para validar y aumentar la precisión de los mapas de vegetación, cursos de agua y MDE, entre otros, mediante el manejo de programas de teledetección y SIG (ENVI, QGIS) para obtener los mapas indicadores por cada criterio adaptado y priorizado en la Tabla 2.

2.4. Generación de Mapas indicadores de cada criterio

2.4.1. Potencial de conservación de cuencas

Para generar el mapa indicador de este criterio, los cursos y cuerpos de agua que atraviesan el ejido de Nono se clasificaron en función de la superficie de la cuenca de aporte y el tipo de flujo del curso de agua o permanencia del cuerpo de agua (Tabla 3). Los ecosistemas lóticos (cursos de agua) y lénticos (cuerpos de agua) se clasificaron en 4 clases. Las clases se establecieron en base a bibliografía internacional y estándares internacionales (Gayoso et al. 2000; Pineda Gonzalez 2017; FAO s/año).

Tabla 3. Clases de ecosistemas lóticos según la superficie de la cuenca que aporta a dicho curso de agua y tipo de permanencia temporal del flujo; y clases de ecosistemas lénticos según la superficie del cuerpo de agua y la permanencia temporal del mismo.

Clase	Ecosistemas lóticos (ej. ríos, arroyos)		Ecosistemas lénticos (ej. lagos, lagunas)	
	Superficie de la cuenca de aporte	Tipo de Flujo	Superficie cuerpo de agua	Permanencia temporal
1	> 2000 ha	Permanente	> 1500	Permanente
2	200-2000 ha	> 6 meses al año	500 - 1500 ha	> 6 meses al año
3	20 – 200 ha	< 6 meses al año	50 – 500 ha	< 6 meses al año
4	< 20 ha	Flujo de agua luego de una lluvia	< 50 ha	Flujo de agua luego de una lluvia

Mediante el complemento “r.watershed” del software GRASS se trabajó con un MDE de 30 metros de resolución espacial a partir del cual se detectaron las cuencas y vías de escurrimiento presentes en el área de estudio. En función de las clases descritas en la tabla 3, se definió el tamaño mínimo que debe tener la cuenca externa o naciente, es decir el número de celdas (“Píxeles”) que aportan agua hacia un determinado punto del terreno, en el cual se forma una vía de escurrimiento. Cuanto menor sea el tamaño de la cuenca, mayor detalle tendrá la red de drenaje. En función de la proyección cartográfica utilizada, se calculó el número de píxeles que debían tener las cuencas para clasificarlas en función de la superficie de aporte (Tabla 4).

Tabla 4. Clase de cauces en función de la superficie de captación de la cuenca en hectáreas y

Clase	Tamaño de Cuenca	
	Superficie en Has.	Píxeles
1	> 2000	> 24700
2	201 - 2000	2470 - 24699
3	21 - 200	247 - 2469
4	< 20	< 247

Debido a errores de geolocalización del MDE, las vías de escurrimiento resultantes fueron corregidas mediante interpretación visual a partir de imágenes de alta resolución espacial (Spot de 1.5 mts y Google Earth), eliminando superposición de vectores y fusionando las vías de escurrimiento de clase 3 y 4 con las de clases superiores (Figura 3).

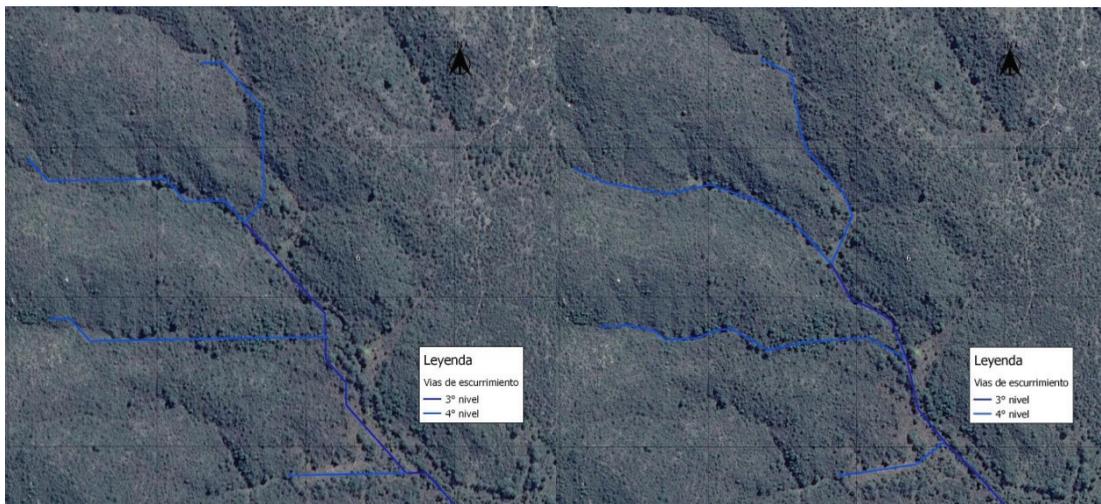


Figura 3. Vías de escurrimiento resultantes del procesamiento en GRASS sin corregir (izquierda) y corregidas manualmente (derecha).

Una vez finalizado el procedimiento de corrección de las vías de escurrimiento de clase 3 y 4, se superpusieron las vías de escurrimiento de clase 1 y 2, y utilizando estas capas como guía se modificaron las vías de clase 3 y 4 cuando fue necesario (Figura 4).

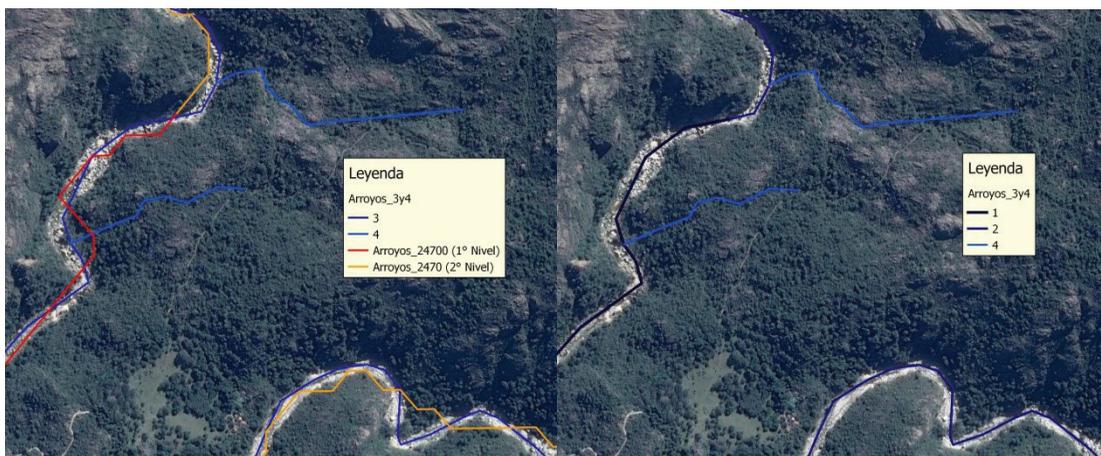


Figura 4. Corrección de la clase de las vías de escurrimiento. Izquierda: “Arroyos_3 y 4” superpuestos con las capas de vías de escurrimiento de clase 1 y 2. Derecha: Vías de escurrimiento con su clase corregida.

Para la delimitación del cuerpo de agua léntico, correspondiente al embalse Medina Allende se utilizó una imagen satelital Landsat 7 ETM. El proceso se realizó mediante un método de clasificación no supervisado (Isodata) y a partir de árboles de decisión aplicados al índice NDWI (Normalized Difference Water Index). La fecha seleccionada corresponde a la cota máxima de los últimos 10 años (11/01/2002). Datos relevados a partir de los registros de cota del Organismo Regulador de Seguridad de Presas (2010).

Una vez clasificados los cursos y cuerpos de agua del ejido de Nono, a cada cauce o cuerpo de agua se le asignó un área de amortiguación (buffer) a ambos lados del curso o cuerpo de agua (a partir de la cota máxima del curso o cuerpo de agua), cuyo ancho depende de la clase (ver más en Gayoso et al. 2000; Pineda Gonzalez 2017; FAO s/n). El área buffer se dividió en dos: una zona o categoría de conservación y/o

restauración ecológica (Zona de reserva de ribera –ZRR-) y, una zona de manejo sustentable del ecosistema natural y/o restauración ecológica (Zona de Manejo del Cauce o Cuerpo de agua de -ZMC-). El ancho de la ZRR y de la ZMC se estableció en base a revisión bibliográfica (Tabla 5).

Tabla 5. Según las clase de cauces o cuerpos de agua determinadas en la Tabla 3, se define a ambos lados del mismo una Zona de Reserva de Ribera (ZRR) y una Zona de Manejo de Cauce o de ribera (ZMC) aledaña (según Gayoso et al. 2000; Pineda Gonzalez 2017; FAO s/año).

Clase	¹ Ancho ZRR (metros)	² Ancho ZMC (metros)
1	60	60
2	45	45
3	30	30
4	15	15

¹Área de amortiguación que se fija a partir del borde del cauce (en su máximo caudal) y a cada lado del curso de agua, es una zona destinada a conservación de ecosistemas naturales, en dónde se prioriza la restauración ecológica con especies nativas, y admite actividades de bajo impacto (ej. recreacional, apicultura, entre otros).

²Área de amortiguación que se establece a continuación de cada borde externo de la ZRR, y admitiría (además de las actividades de restauración y bajo impacto mencionadas en 1) actividades con bajo nivel de intervención (sin remoción de la cobertura de especies nativas), por ejemplo: ganadería de bajo impacto en ecosistemas naturales, extracción de leña y madera de bajo impacto, cosecha de especies nativas, producción de miel.

2.4.2. Regulación de la erosión hídrica

Para generar el mapa indicador de este criterio, el ejido de Nono se clasificó según su pendiente⁽¹⁾. En base al criterio 9 de la Ley 26.331 y a revisión bibliográfica (FAO 1993, s/f) se determinaron 4 clases de pendiente que se asocian con la susceptibilidad del terreno a la erosión hídrica. Esto se debe principalmente a que la susceptibilidad a la erosión hídrica es mayor cuanto más elevada es la velocidad cinética del agua, la que a su vez se incrementa con la pendiente del terreno. La clasificación de pendientes se realizó mediante un MDE de 30 mts de resolución espacial. El MDE es un producto raster obtenido mediante el uso de radar, en el que se indica la altura del terreno en metros sobre el nivel del mar y permite una representación tridimensional de la topografía (altimetría y/o batimetría). A partir del MDE, al conocer la altimetría (msnm) se puede calcular la pendiente píxel a píxel. En este trabajo se utilizaron los MDE georreferenciados de Aster GDEM (<https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>) descargados desde Earth Explorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). El MDE se corrigió y suavizó mediante un análisis de vecindario “ventana móvil “(r.neighbors, en QGIS), con una ventana de barrido de 5x5 píxeles. La pendiente se calculó en porcentaje, con la herramienta raster de análisis del terreno. En dicho producto, cada píxel posee un determinado valor de pendiente que puede variar entre 0 y superar el 100%. Por lo tanto, para generar un mapa de áreas homogéneas con diferentes clases de pendiente se realizó un árbol de decisión asignando diferentes rangos de pendiente para cada categoría: (i) 0 – 3 %; (ii) 3 – 5%; (iii) 5 – 10 % y (iv) > 10 %. El árbol de decisión se realizó en el programa QGIS. Los mapas resultantes de cada categoría se unificaron y reproyectaron al sistema UTM zona 20S. En la interpretación y representación final se tuvieron en cuenta errores de altimetría en el MDE, derivados de la presencia de vegetación y caminos.

⁽¹⁾Una pendiente de un 1% es aquella que en una distancia de 100 metros horizontales experimenta un desnivel (de subida o bajada) de 1 metro. Donde el desnivel son los metros subidos o bajados, y la distancia horizontal son los metros recorridos en horizontal sin tener en cuenta la pendiente

2.4.3. Superficie de bosque

Este criterio pretende representar el hábitat disponible para asegurar la persistencia de comunidades vegetales y animales. Específicamente se calculó la superficie de los fragmentos de bosque abierto y cerrado. Para el caso de Nono, el criterio de superficie se focaliza en los fragmentos de bosque por varios motivos: (i) porque está establecido en la Ley 26.331 (criterio 1); (ii) porque los bosques son los ecosistemas naturales más amenazados en la provincia y los que han sufrido mayor pérdida en superficie (la cual está asociada a la deforestación y/o a la degradación con transformación en cultivos, pastizales, arbustales o matorrales) (Cabido y Zak 2010); (iii) porque desde el punto de vista hidrológico tienen una alta capacidad de regular la dinámica fuertemente estacional de las precipitaciones (Jobaggy et al. 2008, Noretto et al. 2012); y (iv) por su elevada capacidad para brindar bienes y servicios ambientales (Millennium Ecosystem Assessment 2005; Cáceres et al. 2007; Isbell et al. 2011).

Para este criterio se utilizó el mapa de vegetación de Córdoba (Zak y Cabido 2009) disponible en <http://www.ordenamientoterritorialcba.com/web3/>. Sobre el mismo se analizó la vegetación únicamente dentro de los límites pertenecientes al ejido municipal de Nono. Se identificaron 5 clases según la superficie de los fragmentos de bosque. Para definir los rangos de superficie entre clases se asumió que la relación entre la superficie de un fragmento de bosque y su calidad como hábitat para especies (riqueza) aumenta en forma exponencial (Begon et al. 2006).

Del mapa de vegetación se vectorizaron y unificaron solo las clases de bosques (clases 'bosque' y 'bosque abierto'), empleando la herramienta "multipartes a partes sencillas" de QGIS. Luego se calculó la superficie de los fragmentos. Posteriormente, el mapa de superficie de fragmentos se sometió a un árbol de decisión que permitió categorizar los fragmentos de bosque en 5 clases: (i) < 50 ha; (ii) 51-100 ha; (iii) 101-500 ha; (iv) 501-1000 ha y (v) > 1000 ha.

2.4.4. Estado de conservación

Para elaborar el mapa indicador de este criterio es necesario inferir la vegetación potencial de cada píxel. La vegetación potencial se infirió en base a relevamientos fisonómico-florísticos realizados en la zona en distintas épocas. Según Lutti (1979) y Cabido et al. (1994, 2010), las comunidades vegetales cambian según la altitud, quienes definieron los siguientes pisos altitudinales de vegetación en ausencia de disturbios: (i) 500-800 msnm: bosque chaqueño occidental; (ii) 800-1000 msnm: bosque de transición; (iii) 1000-1350 msnm: bosque serrano; (iv) 1350-1700 msnm: matorrales (romerillar, espinillar); (v) 1700-2400 msnm: pastizales, y sólo en las quebradas y faldeos abruptos bosquecillos de altura (tabaquillo y/o maitén); y (vi) > 2400 msnm: pastizales de altura.

Con esta información se confeccionó un mapa de zonas con diferente vegetación potencial (Figura 5). El mapa se elaboró utilizando como base un mapa de curvas de nivel del Instituto Geográfico Nacional. Para inferir el estado de conservación de la vegetación, el mapa de vegetación potencial (inferida en base a los pisos altitudinales) se comparó con el mapa de vegetación de Zak y Cabido (2009). Dicho mapa de vegetación es el más actualizado desde que la Ley nacional 26.331 y su correspondiente ley provincial 9.814 entraron en vigencia. La comparación entre vegetación potencial y vegetación en el año 2009 se realizó por separado para cada piso altitudinal.

Es decir que, para inferir el estado de conservación del bosque serrano, se enmascararon las zonas cubiertas por matorrales, bosque de transición y bosque chaqueño occidental. Se establecieron 4 niveles de conservación: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo. La determinación del nivel de conservación de cada píxel se realizó en base a la magnitud de la diferencia entre la vegetación potencial y en el año 2009 (Tabla 6). La asignación de los niveles de conservación en base a la comparación entre la vegetación potencial y en el año 2009 se realizó mediante árboles de decisión en el programa QGIS.

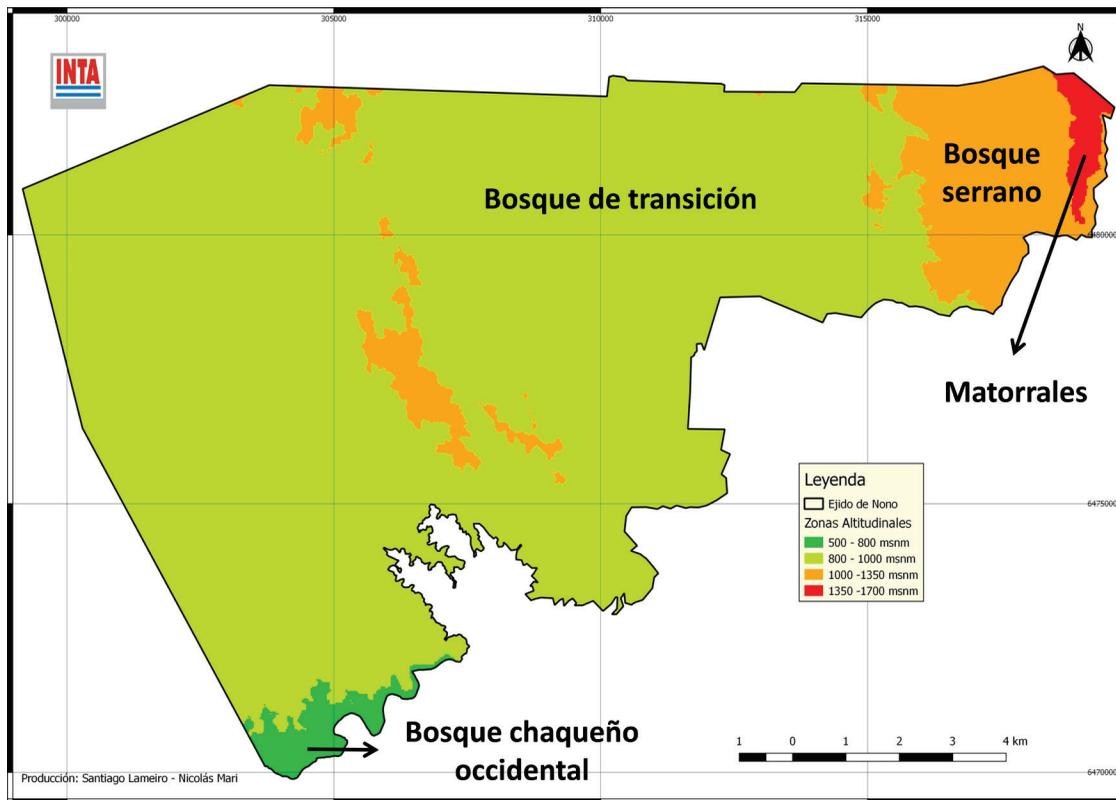


Figura 5. Zonificación del ejido de Nono en función a la vegetación potencial inferida en base a los relevamientos fisonómicos realizados en la zona por Lutti (1979) y Cabido (1995).

Tabla 6. Asignación del estado de conservación de la vegetación del ejido de Nono en base a la comparación entre la vegetación potencial y a las clases de vegetación del mapa de Zak y Cabido (2009).

Estado conservación	Zona 1 500-800 msnm: bosque chaqueño occidental	Zona 2 800-1000 msnm: bosque de transición	Zona 3 1000-1350 msnm: bosque serrano	Zona 4 1350-1700 msnm: matorrales	Zona 5a 1700-2400 msnm: pastizales	Zona 5b 1700-2400 msnm bosques de altura	Zona 6 > 2400 msnm: pastizales de altura
Muy alto	Bosque cerrado y Bosque abierto	Bosque cerrado y Bosque abierto de llanuras y sierras	Sierras: Bosque cerrado y Bosque abierto	Sierras: Matorral con emergentes Matorral sin emergentes	Pastizal	Sierras: Bosque cerrado y Bosque abierto	Pastizal
Alto	Matorral con emergentes	Matorral con emergentes de llanuras y sierras	Sierras: Matorral con emergentes	Matorral abierto	Roquedales con pastizales	Sierras: Matorral con emergentes	Roquedales con pastizales
Medio	Matorral sin emergentes y Matorral abierto Forestaciones	Matorral sin emergentes y Matorral abierto de llanuras y sierras Forestaciones	Sierras: Matorral sin emergentes y Matorral abierto Forestaciones	Roquedal con arbustos aislados, roquedal con pastizal Forestaciones Pastizal	Matorral sin emergentes y Matorral abierto Forestaciones	Sierras: Matorral sin emergentes y Matorral abierto forestaciones	Matorral sin emergentes y Matorral abierto Forestaciones
Bajo	Pastizal	Pastizal	Pastizal	Pastizal	Roquedal con pastizal	Pastizal	Roquedal con arbustos aislados
Muy bajo	Suelo desnudo, Cultural	Suelo desnudo, Cultural	Suelo desnudo, Cultural	Suelo desnudo, Cultural	Suelo desnudo,	Suelo desnudo, Cultural	Suelo desnudo,

2.4.5. Vinculación con áreas protegidas existentes, conectividad entre ecorregiones e integración regional

Un corredor biológico, corredor ecológico o corredor de conservación es una región a través de la cual dos o más áreas protegidas existentes (parques nacionales, reservas biológicas), o remanentes de los ecosistemas originales, mantienen su conectividad. El flujo de las especies a través de los corredores depende del grado de modificación de los ecosistemas originales. Por ejemplo, si existen dos áreas protegidas separadas entre sí por una región de bosques no protegidos, podría constituirse un corredor ecológico entre ambas si el bosque no protegido se maneja con el fin de mantener la composición y la estructura del ecosistema forestal. El caso contrario sería transformar el bosque no protegido en áreas de cultivo, lo que podría constituir una barrera para algunas especies.

Teniendo en cuenta que los corredores ecológicos son espacios que conectan áreas de importancia biológica para mitigar los impactos negativos provocados por la fragmentación y degradación de bosques, para generar el mapa indicador de este criterio se diseñaron corredores ecológicos con el fin de promover la conectividad entre áreas protegidas de jurisdicción nacional, provincial y / o municipal. Específicamente, los corredores permiten conectar el Parque Nacional Quebrada del Condorito y la Reserva Hídrica Pampa de Achala (ubicadas al este, en altas cumbres), con la reserva provincial de Chancaní (ubicada fuera del ejido municipal de Nono), pasando por la reserva natural municipal situada en los cerros denominados Los Nonos. Para tal fin, los cursos de agua y los ecosistemas riparios pueden utilizarse como corredores naturales, ya que representan discontinuidades en el paisaje y permiten conectar los ecosistemas naturales si el bosque ribereño se conserva. En este sentido, existen varios cursos de agua que atraviesan el ejido de Nono en sentido este-oeste, siendo un espacio propicio para promover la conectividad entre las áreas protegidas que están al este del ejido de Nono y las áreas protegidas que se ubican al oeste. Por lo tanto, los corredores ecológicos se diseñaron considerando los cursos de agua de clase 1 y 2 (Tabla 3). Para que un corredor ecológico sea efectivo debe tener un ancho mínimo que asegure un alto nivel de protección, y debe estar rodeado de una zona de amortiguación. Existe un amplio debate sobre el ancho mínimo de los corredores ecológicos, ya que éste depende de la especie que lo utilice, sin embargo varios autores sugieren que la zona de corredor estricto debería tener un ancho mínimo de 400 m (ej. Forman 1995; Laurance 2004; Cohen et al. 2009). Debido a que en este caso, los corredores se sitúan sobre cursos de agua, se fijó una zona de corredor estricto de 200 m a cada lado del cauce (a partir de la cota máxima del cauce contemplado). Además, a esta faja de protección estricta de 200 m a cada lado se le sumó otra faja de amortiguación de 300 m a cada lado. Esto significa que los corredores se componen de un núcleo de protección estricta de 400 m de ancho (a lo que se suma el ancho máximo del cauce) y una zona de amortiguación de 600 m de ancho (400 m protección estricta + 600 m de amortiguación = Corredor ecológico de 1000 m de ancho). Desde un punto de vista operativo, se seleccionaron los cursos y cuerpos de agua de clase I y II y se les asignaron dos fajas de amortiguación a partir de su cota máxima: una de 0-200 m, y otras de 201-300, 301-400 y 401-500 m. Las fajas de amortiguación se generaron con la herramienta vectorial 'buffer' del programa QGIS.

2.4.6. Vinculación con otras comunidades naturales

Para este criterio nos focalizamos en preservar gradientes ecológicos al aumentar el valor de conservación de las comunidades de vegetación natural, aledañas a los parches o fragmentos de bosque definidos en el inciso 2.3.1.c (Tabla 5). Específicamente, este criterio pretende conservar la transición o gradiente entre dos ecosistemas naturales diferentes (ej. bosque y pastizal), que se denomina 'ecotono'. Generalmente, en el ecotono viven especies propias de ambas comunidades, pero también pueden encontrarse organismos particulares, ajenos a ambas. A veces la ruptura entre dos comunidades constituye un límite bien definido, denominado borde; en otros casos hay una zona intermedia con un cambio gradual de un ecosistema al siguiente (Begon et al. 2006). Aumentar el valor de conservación de las comunidades naturales vinculadas a los relictos de bosque, no sólo ayuda a conservar los relictos sino que también las especies que nidifican o se reproducen en el bosque pero que se alimentan fuera del fragmento. Esto permite generar áreas de amortiguación que garanticen la conservación de los relictos. En este sentido, una de las consecuen-

cias más evidentes de la fragmentación de ecosistemas forestales es la susceptibilidad de los fragmentos de bosque a los efectos negativos de sus bordes (López-Barrera 2004). El efecto de borde puede definirse como el resultado de la interacción de dos ecosistemas adyacentes (Murcia, 1995) o cualquier cambio en la distribución de una variable dada que ocurre en la transición entre hábitats (Lidicker, 1999; Lidicker y Peterson, 1999). Los efectos negativos más comunes son mayor mortalidad de fauna o flora cerca del borde en comparación con el interior del bosque (Chen et al. 1992; Mills 1995) y la consecuente reducción del área del fragmento (Harris, 1988; Gascon et al., 2000). Por este motivo, es fundamental conservar tanto los ecotonos o bordes por su mayor diversidad de especies, como también para una mejor conservación los relictos de bosque.

Para generar el mapa indicador correspondiente a este criterio se dispusieron fajas de amortiguación alrededor de los relictos de bosque, utilizando el mapa indicador del criterio 3 (inciso 2.3.1.c). Se agregaron 10 fajas consecutivas alrededor de los relictos de bosque con el fin de que su valor de conservación disminuya a medida que aumenta la distancia a los relictos de bosque. El ancho de cada faja es de 50 m. Por lo tanto, el mapa resultante tiene la potencialidad de indicar la distancia entre los relictos de bosque, la cual también se asocia a la fragmentación. Para generar las fajas de amortiguación alrededor de los relictos de bosque se utilizó la herramienta ‘buffer’ del programa QGIS.

2.5. Modelo multicriterio espacialmente explícito para zonificación ambiental

El sistema de información geográfica (SIG) que incluye los mapas indicadores de cada Criterio de Sustentabilidad Ambiental se integró en un Modelo Multicriterio para obtener un mapa de zonificación final con diferentes niveles de restricciones ambientales. Los métodos de Evaluación Multicriterio (EMC) son herramientas orientadas a asistir en los procesos de toma de decisiones en base a la ponderación y valoración de criterios. Los criterios pueden ser continuos (e.g., la superficie óptima de un determinado cultivo que maximice el ingreso y minimice la erosión), o discretos (la mejor de entre varias alternativas de ordenamiento), dando lugar a métodos multicriterio continuos o discretos (Cisneros et al. 2011). Las técnicas de EMC convencionalmente no han sido espacialmente explícitas, sin embargo dicha aplicación no es realista en muchas situaciones de decisión, debido a que generalmente los criterios de evaluación varían de acuerdo al espacio. En este sentido, los problemas de decisión implican datos geográficos y sus análisis requieren básicamente valores de criterios localizados geográficamente. Es por ello que el SIG se integró en un modelo multicriterio espacialmente explícito (Stephen 1991).

La EMC se realizó mediante técnicas aditivas. En este tipo de técnicas las puntuaciones de los criterios están estandarizadas en una escala de variación común para permitir la compensación entre los criterios. La puntuación total de cada píxel se calcula multiplicando el peso ponderado de cada criterio por valor que adquieren las diferentes categorías de cada criterio.

Para la asignación de los pesos ponderados de cada criterio se utilizó el Método de Comparación “Por Pares” o “Método de las Jerarquías Analíticas (Analytic Hierarchy Process según Saaty, 1980)”. Este método consiste en formalizar la comprensión intuitiva de un problema multicriterio complejo, mediante la construcción de un modelo jerárquico, que le permite al decisor estructurar el problema en forma visual. Así, el decisor asigna una importancia relativa a cada criterio por medio de una serie de comparaciones entre pares de criterios, con las que se forma una matriz de comparación. Para la asignación de pesos de cada criterio se utilizó una escala de importancia cualitativa que varía entre 1 y 9 (Tabla 7).

Tabla 7. Escala de medidas para las matrices jerárquicas analíticas

Magnitud de importancia	Definición	Explicación
1	Igual importancia	Igual importancia entre criterios
3	Moderada importancia	Se favorece levemente un criterio sobre otro
5	Fuerte importancia	Se favorece fuertemente un criterio sobre otro
7	Muy fuerte importancia	La dominancia de un criterio sobre otro está demostrada en la práctica
9	Extrema importancia	La evidencia que favorece un criterio sobre otro es absoluta
2, 4, 6, 8	Valores intermedios	Se utilizan cuando es necesario un término medio

En base a información bibliográfica y a talleres de discusión del equipo técnico, se realizó la ponderación de cada criterio y la valoración de las categorías dentro de cada criterio (Tabla 8, Anexo 2). A partir de la comparación relativa entre criterios se calcularon los pesos de cada criterio (Tabla 8). El resultado de la ponderación de los criterios se normalizó para que la evaluación se realice sobre escalas comparables en tipo, rango de extensión, unidad de medida eventual, posición en cero, dispersión, etc. (Barba-Romero y Pomerol 1997).

Tabla 8. Método de las Jerarquías Analíticas para establecer una priorización relativa entre criterios mediante la comparación de a pares.

CRITERIOS*	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Peso resultante (w)
C1	1	1	9	9	9	9	0,385
C2	1	1	9	9	9	9	0,385
C3	1/9	1/9	1	3	3	5	0,093
C4	1/9	1/9	1/3	1	5	3	0,073
C5	1/9	1/9	1/3	1/5	1	1	0,031
C6	1/9	1/9	1/5	1/3	1	1	0,030

*C1: Potencial de conservación de cuencas. C2: Regulación de la erosión hídrica. C3: Superficie de bosque. C4: Estado de conservación y valores sobresalientes. C5: Vinculación con áreas protegidas existentes, conectividad entre ecorregiones e integración regional. C6: Vinculación con otras comunidades naturales.

Una vez calculados los pesos para cada criterio, se realizó el mismo procedimiento para valorar las categorías de cada criterio. Así, mediante el método de las jerarquías analíticas se calcularon los pesos y las valoraciones para todos los criterios. Finalmente, el valor final de restricción ambiental de cada pixel se calculó mediante la integración de la información en un modelo aditivo (Figura 6) (Carver 1991; Svoray et al. 2005):

$$ra_i = \sum^n W_j V_{ij}$$

donde ra_i expresa la restricción ambiental del pixel i , que a su vez se obtiene de la sumatoria de los productos de cada valor (v) del píxel i para cada criterio, multiplicado por el peso ponderado (w) de cada criterio (Tabla 8).

Mapa multicriterio de restricciones ambientales (RA)

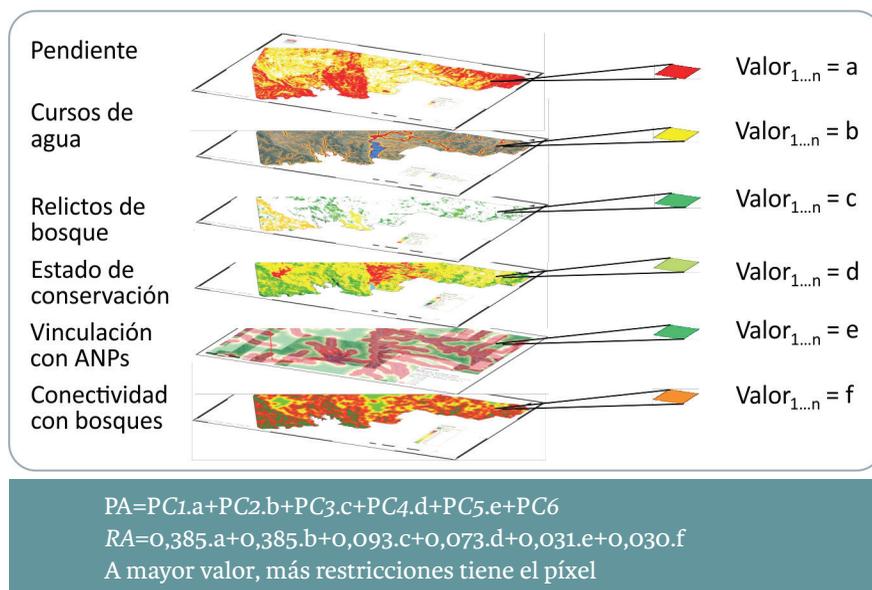


Figura 6. Modelo Multicriterio para obtener la zonificación integrando toda la información de los mapas generados para cada criterio.

3. Resultados y recomendaciones de uso y conservación ambiental

El ejido del municipio de Nono es atravesado por numerosos cursos de agua de diferentes clases (Tabla 3) y posee una posición estratégica en la cuenca hídrica debido a que comprende casi la totalidad de la cuenca del Río Chico de Nono, la cuenca media del Río de los Sauces, y la desembocadura de éste en el espejo de agua del dique Medina Allende.

Por este motivo, se sugiere que un 29 % de la superficie del ejido sea conservada, con el fin de asegurar la provisión de agua en cantidad y calidad suficientes, no solo para la población de Nono, sino que también para los asentamientos ubicados cuenca abajo.

Específicamente, en función del mapa indicador del criterio 1 se recomienda que un 16 % de la superficie del ejido (2397 ha), próxima a las riberas de los ríos y costa de lago sean destinadas a la conservación mediante la creación de Zonas de Reserva de Ribera (ZRR, Figura 7). Además, se sugiere que las ZRR estén rodeadas por fajas de amortiguación, afectando un 13 % de la superficie del territorio a Zonas de Manejo Sustentable de los Cauces (ZMC, Figura 7).

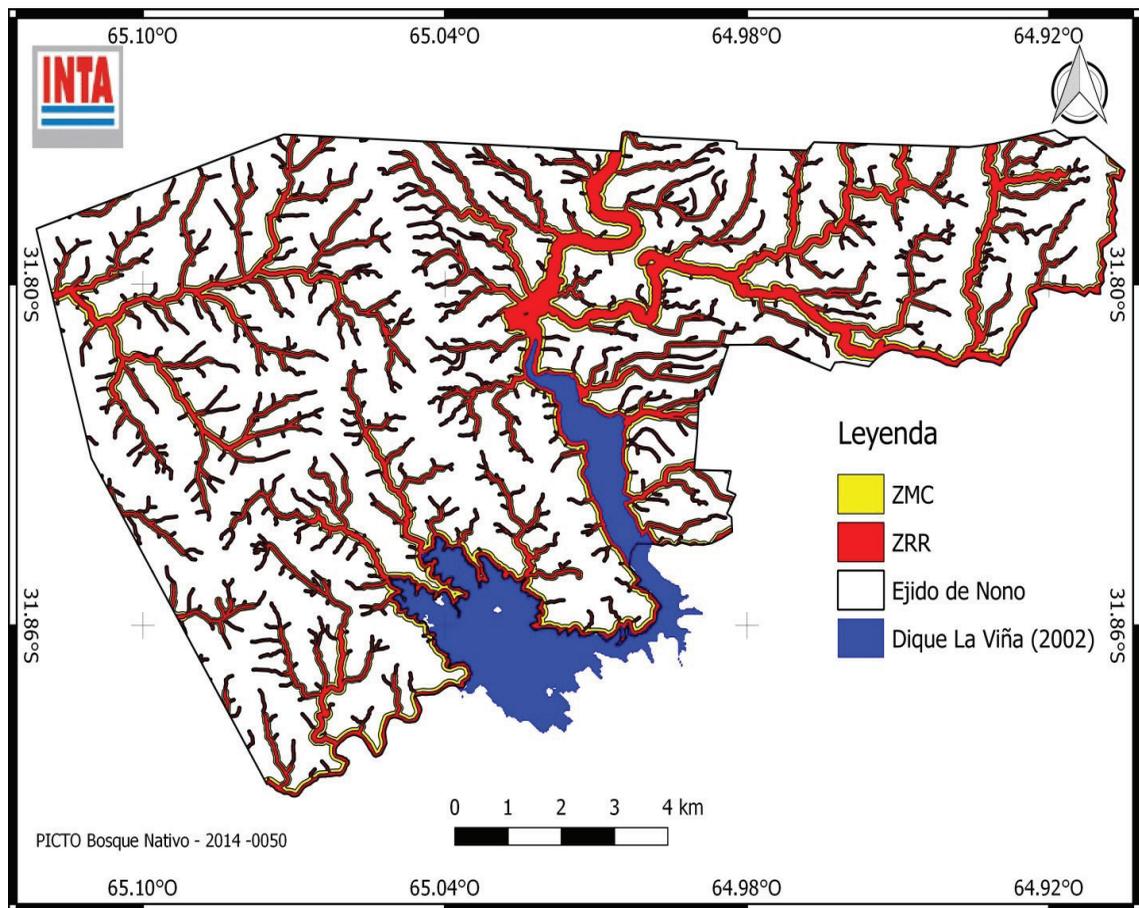


Figura 7. Criterio 1: Potencial de conservación de cuencas en base a la superficie de captación de aguas y al flujo de los cursos y cuerpos de agua (Tablas 3 y 4). La ZRR se visualiza en color rojo y la ZMC se visualiza en color amarillo. Es necesario remarcar que esta información de base debe ser utilizada como orientativa y que siempre deben realizarse relevamientos y chequeos a campo por personal técnico idóneo en el tema.

El área bajo jurisdicción del municipio de Nono es muy susceptible a la erosión hídrica, debido a su topografía fuertemente ondulada y montañosa (Casanellas et al. 2014). Esto se debe a que más de la mitad del ejido municipal (66 %) posee altos valores de pendiente: el 34 % de la superficie del territorio analizado posee pendientes mayores al 10 %; y el 32 % restante posee pendientes entre 5 y 10 % (Figura 8), determinando una elevada susceptibilidad a la erosión hídrica.

A su vez, el 18 % de la superficie analizada posee pendientes que varían entre 3 y 5 %, determinando una moderada susceptibilidad a la erosión hídrica. Por lo tanto, del análisis de estos resultados se recomienda que, para regular y/o disminuir el riesgo de erosión hídrica (criterio 2, Figura 8), las zonas con pendiente mayor al 5 % debería tener un nivel de conservación muy elevado y ser zonas de uso restringido, con el fin de no afectar la capacidad de los ecosistemas naturales de regular la erosión hídrica. Se recomienda no realizar impermeabilización de suelos en las zonas de color rojo y naranja (Figura 8). Si ya existen obras deberían implementarse prácticas que tengan el fin de aumentar la infiltración y mitigar los impactos de la impermeabilización de suelos. Si alguna intervención en dichas zonas es indispensable para el desarrollo de la comunidad y/o el municipio, sugerimos que se debería realizar un estudio de impacto ambiental acompañado de prácticas de remediación ambiental. Por otro lado, el 16 % del territorio analizado posee una baja susceptibilidad a la erosión hídrica, determinada por el registro de pendientes menores al 3 % (Figura 8).

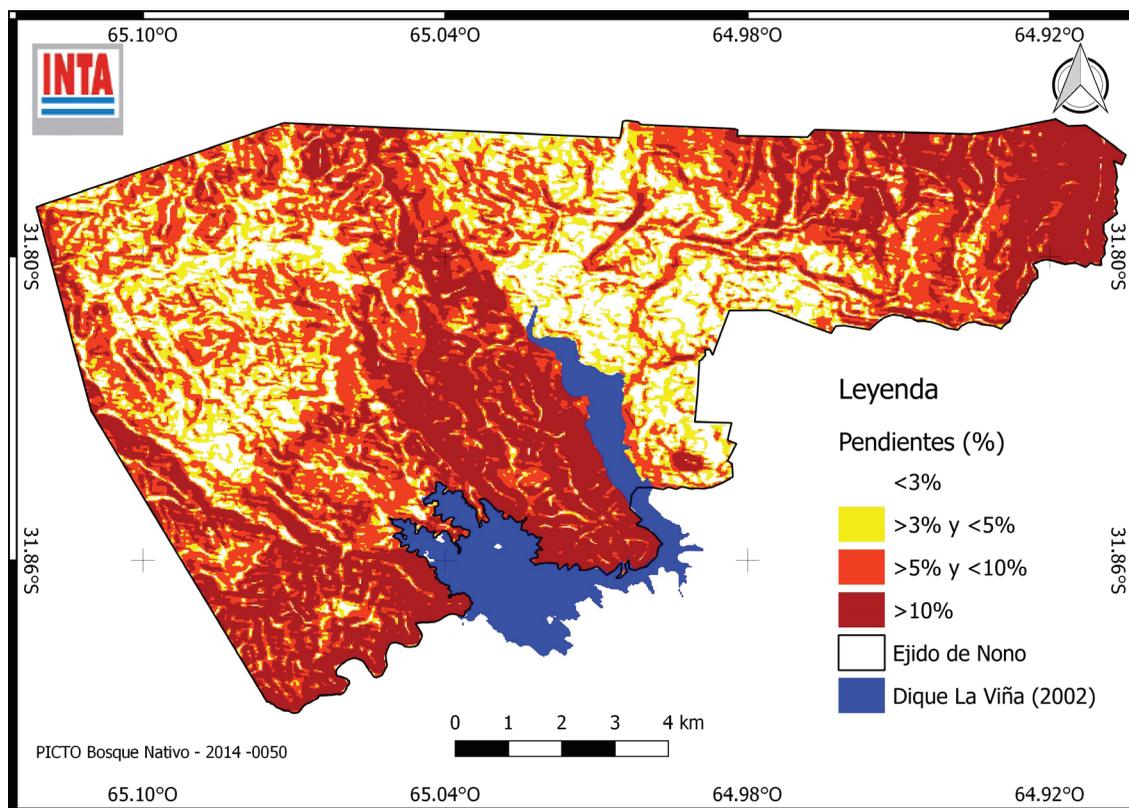


Figura 8. Criterio 2: Regulación de la erosión hídrica a los fines de no afectar la capacidad de los ecosistemas naturales de regular la erosión hídrica, el ejido de Nono se zonificó en 4 categorías en función de la pendiente del terreno. Es necesario remarcar que esta información de base debe ser utilizada como orientativa y que siempre deben realizarse relevamientos y chequeos a campo por personal técnico idóneo en el tema.

Según la información analizada, en el año 2009 el bosque nativo del territorio bajo jurisdicción de Nono se encontraba fragmentado. De las 3200 hectáreas de bosque que el municipio tenía en el año 2009, cuando se reglamentó la ley nacional 26.331 y su correspondiente ley provincial 9.814, aproximadamente la mitad se encontraba fragmentada en relictos con una superficie menor a 50 hectáreas (Figura 9). Más aún, todos los relictos de bosque del territorio analizados registraron superficies menores a 1000 hectáreas. En el suroeste del ejido municipal se detectó el relicto de bosque nativo de mayor superficie (810 ha, ver color naranja en Figura 9). Por lo tanto, se recomienda la conservación del mismo.

Finalmente, 658 hectáreas de bosque poseían niveles moderados de fragmentación, con relictos de bosque cuya superficie varió entre 50 y 500 hectáreas (Figura 9). Dado el alto grado de fragmentación del bosque nativo, en el año 2009, se sugieren medidas de conservación de los relictos más grandes y medidas de restauración con fines de aumentar la conectividad de los relictos más pequeños (< 50 ha).

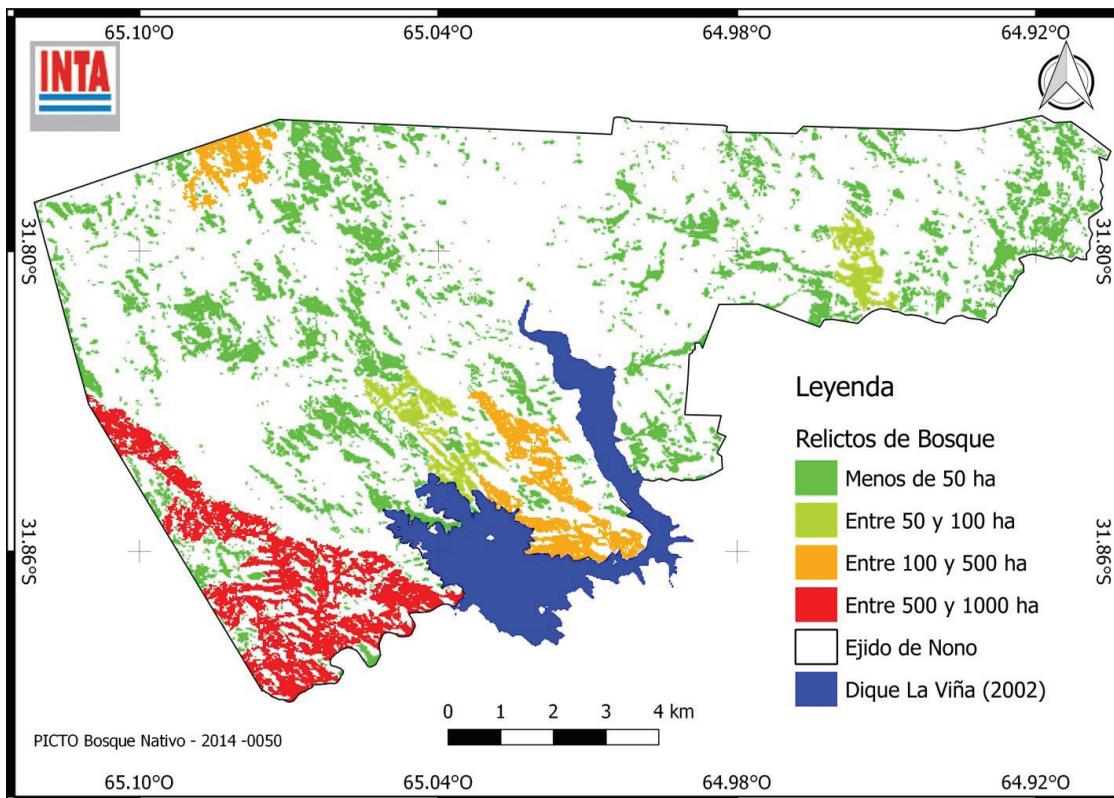


Figura 9. Criterio 3: Superficie de relictos de bosque. Los relictos de bosque nativo del territorio analizado se clasificaron en 5 categorías en función de su superficie, que a su vez indica la calidad de hábitat disponible para especies de flora y fauna silvestre (Figura 4). Es necesario remarcar que esta información de base debe ser utilizada como orientativa y que siempre deben realizarse relevamientos y chequeos a campo por personal técnico idóneo en el tema.

Los ecosistemas naturales registraron diferentes estados de conservación. En el año 2009, aproximadamente la mitad del territorio analizado (54.6 %) poseía vegetación en un estado medio de conservación (Fig. 10). A su vez, el 20.8 % del territorio del ejido registraba niveles de conservación bajo y muy bajo. Finalmente, el 23.5 % del territorio poseía ecosistemas en un buen estado de conservación (Figura 10). Cabe destacar que, integrando la información del criterio 3 y el criterio 6, el relicto de bosque de mayor superficie estaba en buen estado de conservación en el año 2009 (Figura 9-10). Por otro lado, la mayoría de los ecosistemas naturales localizados en el valle del río de los Sauces, y fondos de valle al oeste de dicho río, registraban un estado de conservación muy bajo (Figura 10).

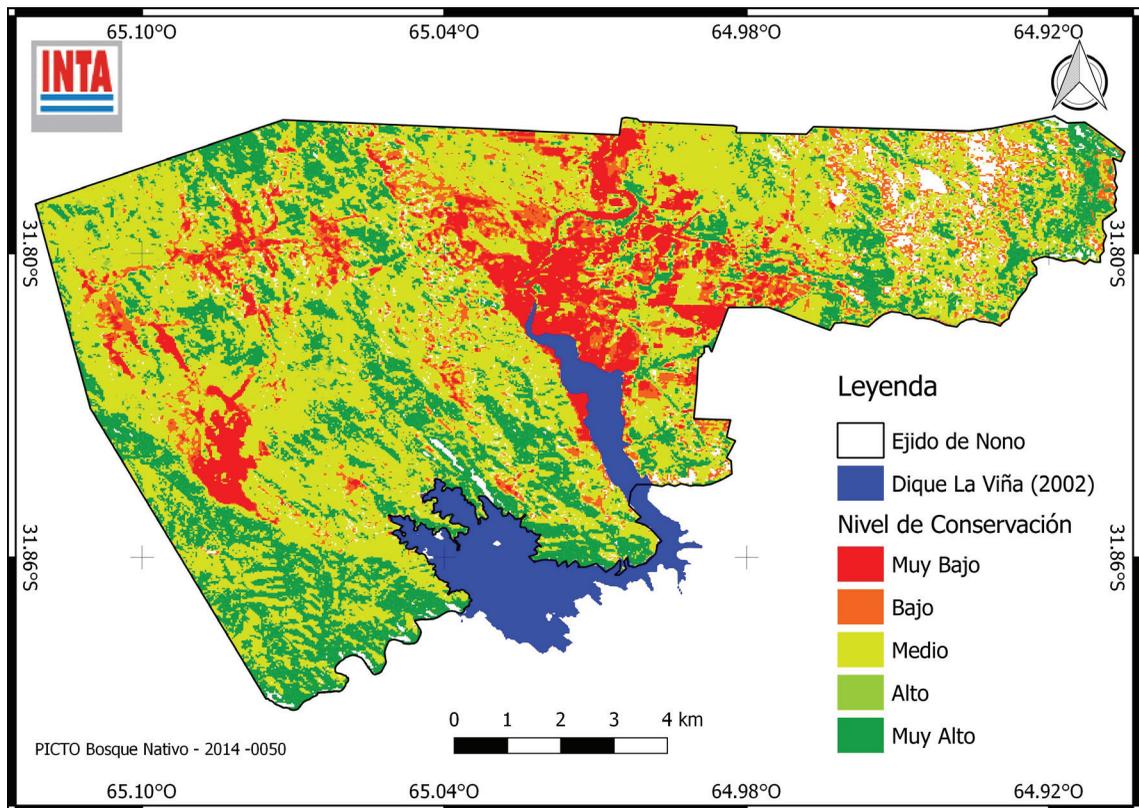


Figura 10. Criterio 4: Estado de conservación de los ecosistemas naturales. Determinación del estado de conservación de los ecosistemas naturales en base a la comparación de la vegetación potencial de cada pixel (determinada en base a revisión bibliográfica) en comparación con la vegetación presente en el año 2009, luego de que fuera sancionada la ley nacional 26.331. Es necesario remarcar que esta información de base debe ser utilizada como orientativa y que siempre deben realizarse relevamientos y chequeos a campo por personal técnico idóneo en el tema.

A los fines de favorecer la conectividad entre la Reserva hídrica provincial Pampa de Achala / Parque Nacional Quebrada del Condorito, la Reserva Natural Urbana Los Nonos, y la reserva provincial Chancaní; y de aumentar la conectividad entre sub-regiones de la ecorregión del chaco seco (chaco árido y serrano) se establecieron corredores ecológicos cuya efectivización se sugiere mediante la protección de los ecosistemas naturales que se desarrollan en la ribera de los cursos y cuerpos de agua de clase 1 y 2 (Tabla 2, Figura 11).

Se estableció un núcleo de conservación estricta que incluye fajas de protección de 200 m de ancho a cada lado de los cursos o cuerpos de agua (400 m de ancho total) y un área de amortiguación 300 m de ancho a cada lado de las fajas-núcleo de conservación estricta (Figura 11). Estos corredores también permiten conectar diferentes unidades de vegetación: el bosque de esclerófitas (perteneciente a la sub-región del chaco árido), los pastizales de altura y el bosque de xerófitas (perteneciente a la sub-región del chaco serrano) (Oyarzabal et al. 2018).

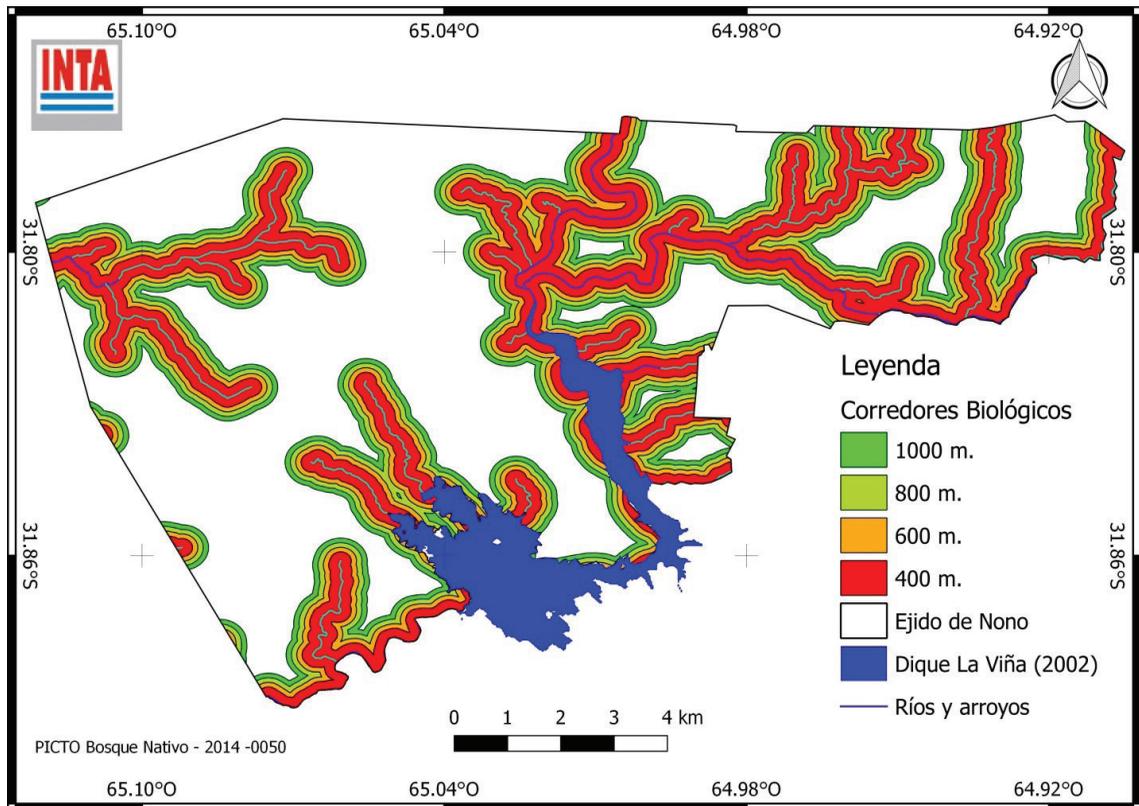


Figura 11. Criterio 5: Vinculación con áreas protegidas existentes (el círculo blanco representa la Reserva de Los Nonos), conectividad entre ecorregiones e integración regional. Recomendación de áreas destinadas a la conformación de corredores ecológicos. Es necesario remarcar que esta información de base debe ser utilizada como orientativa y que siempre deben realizarse relevamientos y chequeos a campo por personal técnico idóneo en el tema.

Debido a la significativa fragmentación del bosque nativo presente en el ejido municipal, es fundamental conservar la transición entre los relictos de bosque y otras comunidades vegetales. Esta medida tiene algunas ventajas. La conservación de las comunidades aledañas a los relictos de bosque puede resultar como un área de amortiguación, aumentando la probabilidad de la conservación efectiva de los relictos. Además, debido a que muchas veces el número de especies (tanto de plantas como de animales y microorganismos) aumenta en las zonas de transición entre diferentes comunidades vegetales, esta medida también apunta a conservar diversidad biológica.

Por otra parte, el procesamiento realizado muestra que dentro del ejido municipal existen tres zonas con marcada ausencia de bosque: (i) el valle del río de los Sauces, ocupado en su mayoría por el casco urbano de Nono; (ii) el fondo de valle cercano a Piedras Blancas (al oeste del casco urbano), ocupado en su mayoría por chacras y cultivos; y (iii) en las cercanías del paraje Los Algarrobos (al este del casco urbano), ocupado en su mayoría por roca expuesta y algunas chacras y corrales (Figura 12).

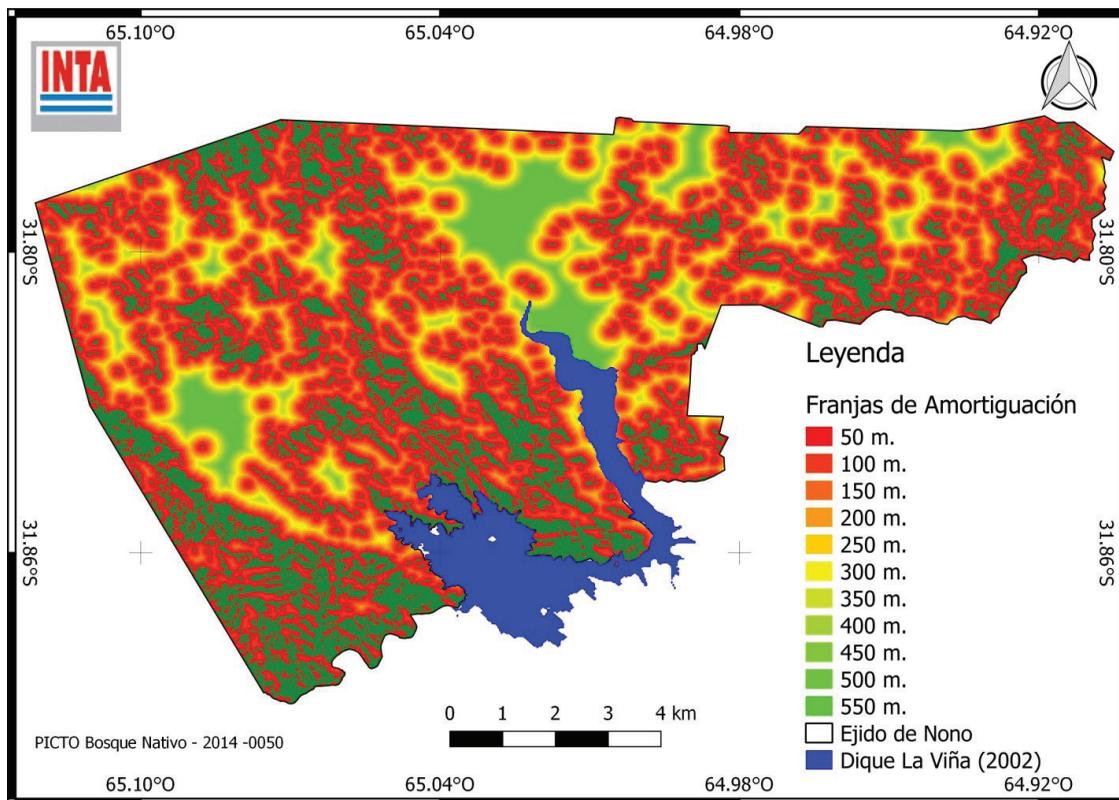


Figura 12. Criterio 6: Vinculación con otras comunidades naturales. A los fines de conservar la vegetación de transición entre comunidades el ejido municipal se clasificó en 11 categorías en función de la distancia de cada píxel a un relicto de bosque (verde oscuro). Es necesario remarcar que esta información de base debe ser utilizada como orientativa y que siempre deben realizarse relevamientos y chequeos a campo por personal técnico idóneo en el tema.

La integración de la información correspondiente a los 6 criterios de sustentabilidad ambiental en un modelo multicriterio permitió generar un mapa de restricciones ambientales (Figura 13). El mapa zonifica al ejido de Nono en 5 categorías de restricciones ambientales en base al riesgo de degradación ambiental y/o a la capacidad de los ecosistemas naturales de proveer servicios ambientales. El 3 % de la superficie del ejido (451 ha) registró un nivel extremo de restricción ambiental. La categoría que ocupa la mayor superficie dentro del territorio analizado (44 %) es la de restricción muy alta, afectando a 6311 hectáreas.

Asimismo, en el 33 % de la superficie del municipio se estimó un nivel alto de restricción ambiental (4614 ha). Por lo tanto, según el modelo multicriterio, el 80 % del ejido de Nono tiene niveles de restricción ambiental alta, muy alta o extrema. Por otro lado, el 16 % y el 4 % del ejido municipal poseen niveles de restricción ambiental media y baja, respectivamente. Específicamente, unas 2269 hectáreas deberían ser manejadas bajo prácticas de uso sustentable; mientras que unas 580 hectáreas podrían destinarse a un uso más intensivo del suelo (Figura 13).

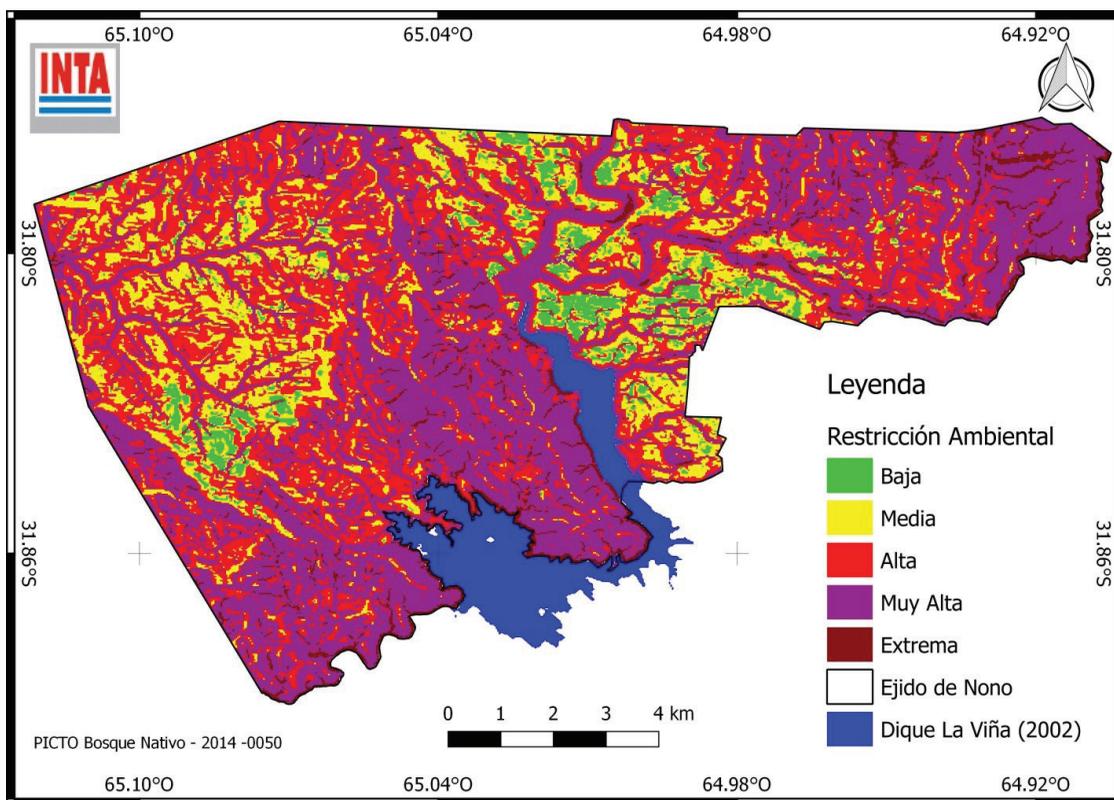


Figura 13. Mapa de restricciones ambientales calculado en base al riesgo de degradación ambiental (ej. pendiente) y/o al valor ecológico asociado a la capacidad de provisión de servicios ecosistémicos (principalmente de soporte, regulación). Es necesario remarcar que esta información de base debe ser utilizada como orientativa y que siempre deben realizarse relevamientos y chequeos a campo por personal técnico idóneo en el tema.

3.1 Consideraciones finales

Los mapas presentados en este informe podrán ser utilizados por el municipio de Nono como base para su proceso de Ordenamiento Territorial. Ésta información expresa el resultado del diagnóstico de la dimensión ambiental del territorio, por lo que puede utilizarse como base para la planificación estratégica y la regulación del uso y la ocupación del territorio. De todas formas es necesario remarcar que esta información de base debe ser utilizada como orientativa, y que siempre deben realizarse relevamientos a campo por personal técnico idóneo en el tema. Esta información debería ser revisada y actualizada periódicamente, con el fin de mejorar la calidad y la precisión de la información de base con la que se elaboraron los mapas indicadores de los CSA, así como también la calidad y precisión del modelo final multicriterio.

3.2 Limitaciones del estudio

La interpretación de la información brindada debe realizarse considerando las limitaciones, no solo de las herramientas utilizadas, sino también de la información de base utilizada para generar los mapas indicadores de los CSA. Los mapas indicadores de cada criterio se generaron utilizando información de base proveniente de diversas fuentes, con lo cual pueden contener subestimaciones o sobrestimaciones pro-

venientes de diferentes fuentes de error. Por ejemplo, los criterios relacionados con la vegetación deben interpretarse considerando que se calcularon utilizando el mapa de vegetación de Zak y Cabido publicado en el año 2009. Por lo tanto, pueden registrar algunas discrepancias con la vegetación actual. De todos modos, en todos los procedimientos se utilizó la información de mejor calidad que se encontró dentro la información disponible en la bibliografía científico-técnica a nivel nacional e internacional. Asimismo, la precisión de la información es adecuada para una escala regional, ya que las imágenes utilizadas tienen como mínimo una resolución de 30 x 30 m (tamaño del píxel dentro de cada mapa, según sean imágenes Landsat, MODIS o NOAA). Por lo tanto, las decisiones sobre el uso y la ocupación del territorio deben ser corroboradas en terreno.

Es importante remarcar que para avanzar en un ordenamiento territorial integral deben generarse e incorporarse nuevos mapas con información de base, que permitan generar los mapas indicadores de los criterios de sustentabilidad ambiental asociados al desarrollo agropecuario sustentable (Criterio 8, Tabla 2), al desarrollo de otras actividades productivas (Criterio 7, Tabla 2) y a los aspectos socio-culturales de la región (Criterio 10, Tabla 2). En este informe no se incluyeron dichas capas información por falta en la disponibilidad de datos de campo o por falta de detalle en la información de base. Un ejemplo de este último caso serían los mapas de suelos de Córdoba, que para la zona de estudio (Departamento San Alberto), poseen una resolución espacial muy baja (Escala 1:500.000). Según el mapa de suelos de Córdoba, toda la superficie del ejido de Nono aparece con aptitud de suelo clase VII y VIII (Figura A, Anexo 1). Por lo tanto, a los fines de promover actividades productivas, sería necesario contar con información de suelos (aptitud y restricciones) de mejor calidad.

La información presentada fue elaborada por un equipo interdisciplinario de profesionales dependientes de organismos nacionales de ciencia y tecnología (INTA y CONICET) dedicados a la investigación y al manejo sustentable de ecosistemas naturales. Por este motivo, los autores de este trabajo no tienen injerencia en las decisiones administrativas y políticas que surjan de su correcta o incorrecta aplicación, y no se responsabilizan por la interpretación o utilización de la información brindada por personas o entidades tanto de origen público como privado. Esta información debe ser interpretada y contextualizada en el marco de leyes nacionales y provinciales (actuales y futuras) que regulen el uso y la conservación de ecosistemas naturales, tales como bosques, pastizales y humedales.

4. Recomendaciones e implicancias en el proceso de ordenamiento territorial

A continuación se describen algunas recomendaciones que se sugieren para las diferentes categorías de restricciones ambientales (Figura13).

- **Restricción extrema (color marrón):** Zonas que representan una vulnerabilidad extrema por su posición dentro de la cuenca hídrica, sitios con pendiente mayor al 10% (altamente susceptible a la erosión) y con proximidad a cursos de agua. Su degradación puede comprometer la provisión de agua en cantidad y calidad, y acarrear procesos de erosión y/o inundación a gran escala cuenca abajo. En estas zonas sería importante que no se implementen cambios en el uso de suelo (como la urbanización o emprendimientos de recreación destinados al turismo) y además sería fundamental que se mantengan en óptimas condiciones de conservación. Solo deberían destinarse a actividades de investigación y protección ambiental. Si en estas zonas se encuentran ecosistemas en estados degradados, se recomienda implementar prácticas de restauración ecológica de los mismos.
- **Restricción muy alta (color violeta):** Zonas de muy alta vulnerabilidad, sujetas a riesgo ambiental por su proximidad a cursos de agua o por poseer una pendiente mayor al 10%. No se debería admitir cambio de usos de suelo, y se debería destinar únicamente actividades de investigación, protección ambiental, restauración ecológica y/o reforestación con especies autóctonas. Excepcionalmente se podrían admitir usos rurales para beneficiar economías rurales familiares o de baja escala, tales como recolección responsable de hierbas y frutos del monte, apicultura.

- **Restricción alta (color rojo):** Zonas de alta vulnerabilidad, susceptibles a la erosión por poseer pendientes entre 5-10 %, se asocia a zonas que se ubican dentro de la faja de amortiguación de cursos de agua (ZMC), o que poseen relictos de bosque nativo de gran superficie, y/o comunidades vegetales en muy buen estado de conservación. No deberían admitirse cambios de uso de suelo, deberían destinarse únicamente a actividades de investigación y docencia, protección ambiental, ecoturismo (trekking, avistaje de aves), restauración ecológica y/o reforestación con especies autóctonas. Excepcionalmente se podrían admitir usos rurales para beneficiar economías familiares o de baja escala (recolección responsable de hierbas y frutos del monte, apicultura).
- **Restricción media (color amarillo):** Zonas de vulnerabilidad ambiental media, que son moderadamente susceptibles a la erosión por poseer pendientes entre 3-5 %, o que tienen relictos de bosque nativo, proximidad a cursos de agua, comunidades vegetales de mediano valor de conservación o que forman parte de corredores biológicos. Admite un uso agropecuario sustentable sin reemplazar los ecosistemas naturales existentes (ganadería extensiva de bajo impacto, uso múltiple del bosque, agricultura familiar de baja escala), uso recreativo, ecoturismo, restauración y/o rehabilitación ecológica.
- **Restricción baja (color verde):** Podría admitir cambio de uso de suelo siempre y cuando esté basado en un estudio y evaluación de impacto ambiental. Los usos podrían ser fruticultura, horticultura, cultivos de verdeos, cría de aves de corral, uso residencial, emprendimientos turísticos. Se recomienda que las intervenciones sean siempre de baja escala espacial, y que se plantee en el contexto de un ordenamiento integrado de la cuenca.

5. Agradecimientos

Este trabajo fue realizado en el contexto del proyecto “PICTO Bosque Nativo 2014-0050 (coordinado por Dardo R. López, Estación Forestal INTA-Villa Dolores): Modelo de Estados y Transiciones como Herramienta para el Manejo Sustentable de Bosques del Noroeste de Córdoba: determinación de umbrales y sus indicadores”, Dicho proyecto aportó fondos para relevamiento a campo e información generada en el proyecto.

6. Bibliografía

- Aquino, A., Haider, J., Renner, I., & Sánchez, M. (2006). Bases conceptuales y metodológicas para la elaboración de la guía nacional de ordenamiento territorial. Editorial: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH. Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2006-10375.
- Argañaraz JP, Pizarro GG, Zak M y Bellis LM (2015a) Fire regime, climate, and vegetation in the Sierras de Córdoba, Argentina. *Fire Ecology* 11: 55-73.
- Argañaraz JP, Pizarro GG, Zak M, Landi M A y Bellis L M (2015b) Human and biophysical drivers of fires in semiarid Chaco mountains of central Argentina. *Science of the Total Environment* 520: 1-12.
- Barchuk A. (2014). Riesgos en Sierras Chicas ante los cambios de uso del suelo. En Charla – debate: Riesgos Ambientales ante cambios de uso del suelo en Sierras Chicas. *Revistas Digitales FAUD, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (U.N.C.)*. Disponible en: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/tecyt/article/view/15293>
- Begon, M., Townsend, C. R., & Harper, J. L. (2006). *Ecology: from individuals to ecosystems* Blackwell, 738 p.
- Cabido, M., Manzur, A., Carranza, L., & González Albarracín, C. (1994). La vegetación y el medio físico del Chaco Árido en la provincia de Córdoba, Argentina Central. *Phytocoenología*, 24: 423-460.
- Cabido, M., Giorgis, M., & Tourn, M. (2010). Guía para una excursión botánica en las Sierras de Córdoba. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 45: 209-219.
- Cabido, M., & Zak, M. (2010). Deforestación, agricultura y biodiversidad: apuntes sobre el panorama global y la realidad de Córdoba. *Revista HOY la Universidad-UNCiencia*. Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba.
- Cáceres, D., Conti, G., Díaz, S., Quétier, F., & Tapella, E. (2007). Servicios ecosistémicos y actores sociales. Aspectos conceptuales y metodológicos para un estudio interdisciplinario. *Gaceta ecológica*, 84: 17-26.
- Carranza CA (2009). Sistemas silvopastoriles en bosque nativo del Chaco Argentino. En *Actas 1er. Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles (Posadas, Argentina)*, 14-16 May, Conferencias, 10 pp. Disponible en internet en: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=inta2.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=057051> (con acceso hasta el 26/04/2018).
- Carver, S. J. (1991). Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems. *International Journal of Geographical Information System*, 5: 321-339.
- Casanellas, J. P., Reguerín, M. L. A., & Claret, R. M. P. (2014). *Edafología: uso y protección de suelos*. Mundi Prensa Libros.
- Chen, J., Franklin, J. F., & Spies, T. A. (1992). Vegetation responses to edge environments in old growth Douglas fir forests. *Ecological applications*, 2: 387-396.
- Cisneros, J. M., Grau, J. B., Antón, J. M., de Prada, J. D., Degioanni, A. J., Cantero, A., ... & España, T. S. D. I. A. (2010). Evaluación multicriterio de alternativas de ordenamiento territorial utilizando modelos hidrológicos y de erosión para una cuenca representativa del sur de Córdoba. *Valoración de servicios ecosistémicos*, 552-579.
- Cohen, Y., Amit Cohen, I., Cohen, A., & Shoshani, M. (2009). Least cost path for green corridors delineation in metropolitan margins: The distance weighting effects. *Journal of Spatial Science*, 54: 63-78.
- Demaio P, Karlin U, Medina M (2002) *Árboles Nativos del centro de Argentina* Ed L.O.L.A., Córdoba (Argentina), 210 pp.
- Easdale, M. H. (2007). Agricultural systems in the Andean valleys of northern Patagonia and their possible evolution. *CUADERNOS DE DESARROLLO RURAL*, 3: 11-35.
- FAO (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA) (s/f). *Plataforma de territorios inteligentes*. Disponible desde Internet en: <http://www.fao.org/in-action/territorios-inteligentes/componentes/ordenamiento-territorial/es/> (con acceso hasta el 26/04/2018).

- FAO (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA) (1993) Guidelines for land-use planning. Disponible en internet en: <http://www.fao.org/docrep/to715e/to715e00.htm#Contents> (con acceso hasta el 26/04/2018).
- FAO- Ordenamiento territorial (s/año). Disponible en: <http://www.fao.org/in-action/territorios-inteligentes/componentes/ordenamiento-territorial/instrumentos-planteamiento-territorial/es/>
- Fonseca, S. A. (2006). Ordenamiento territorial comunitario: un debate de la sociedad civil hacia la construcción de políticas públicas. Instituto Nacional de Ecología. Servicios Alternativos para la Educación y el Desarrollo, A.C. ISBN: 968-817-793-8.
- Forman, R. T. T. (1995). Corridor attributes, roads, and powerlines. *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press, Cambridge, 145-176.
- García Collazo, M. A., Panizza, A., & Paruelo, J. M. (2013). Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos: Resultados de la Zonificación realizada por provincias del Norte argentino. *Ecología austral*, 23: 97-107.
- Gascon, C., Williamson, G. B., & da Fonseca, G. A. (2000). Receding forest edges and vanishing reserves. *Science*, 288: 1356-1358.
- Gayoso J., Schlegel S., Acuña M. (2000). Guía de Conservación del Agua. Programa de Producción Forestal y Medio Ambientes. Facultad de Cs. Forestales-UNA de Chile. Disponible en: <http://www.valleriosanpedro.cl/download/Libros/Guia-de-conservacion-de-agua.pdf>
- Giorgis, M.A., Cingolani, A.M., Chiarini, F., Chiapella, J., Barboza, G., Ariza Espinar, L., Morero, R., Gurvich, D.E., Tecco, P.A., Subils, R. & Cabido, M. 2011b. Composición florística del Bosque Chaqueño Serrano de la Provincia de Córdoba, Argentina. *Kurtziana* 36: 9-43.
- Giusti, M. (2014). Naturaleza y urbanización el caso del valle de Traslasierra (departamento de San Alberto, Córdoba, Argentina). In XI Simposio de la Asociación Internacional de Planificación Urbana y Ambiente (UPE 11), La Plata, 2014. Disponible en internet en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/53498> (con acceso hasta el 26/04/2018).
- Gorgas, A. J., & Tassile, J. (2003). Recursos Naturales de la Provincia de Córdoba: Los Suelos, nivel de Reconocimiento 1: 500.000.
- Harris, L. D. (1988). Edge effects and conservation of biotic diversity. *Conservation Biology*, 2: 330-332.
- Jobbágy, E.G. (2018). When nature says 'Enough!': the river that appeared overnight in Argentina. Disponible en internet en: <https://www.theguardian.com/world/2018/apr/01/argentina-new-river-soya-beans> (con acceso hasta el 26/04/2018).
- Jobbágy, E. G. (2011). Servicios hídricos de los ecosistemas y su relación con el uso de la tierra en la llanura Chaco-Pampeana. Valoración de Servicios Ecosistémicos Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial. Ediciones INTA, 163-183.
- Jobbágy, E. G., Noretto, M. D., Santoni, C. S., & Baldi, G. (2008). El desafío ecohidrológico de las transiciones entre sistemas leñosos y herbáceos en la llanura Chaco-Pampeana. *Ecología austral*, 18: 305-322.
- IPCC (2014). Climate Change 2014. Synthesis Report Summary for Policymakers. Disponible en internet en: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf (con acceso hasta el 26/04/2018).
- Isbell, F., Calcagno, V., Hector, A., Connolly, J., Harpole, W. S., Reich, P. B., ... & Weigelt, A. (2011). High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. *Nature*, 477: 199.
- Karlin, U. O. T., Catalan, L. A., & Coirini, R. O. (1994). La naturaleza y el hombre en el Chaco Seco.
- Kitzberger, T., Perry, G.L.W., Paritsis, J., Gowda, J.H., Tepley, A.J., Holz, A y Veblen, T.T. (2016) Fire-vegetation feedbacks and alternative states: common mechanisms of temperate forest vulnerability to fire in southern South America and New Zealand. *New Zealand Journal Of Botany* 54: 247-272.
- Kuvan, Y. (2012) Assessing the Impacts of Tourism on Forests: Mass Tourism and Policy in Turkey. *Environmental Engineering and Management Journal* 11: 1415-1424.

- Laurance, S. G. (2004). Landscape connectivity and biological corridors. *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*, 1: 50-63.
- Lidicker, W. Z. J. 1999. Responses of mammals to habitat edges: an overview. *Landscape Ecology* 14: 333-343.
- López-Barrera, F. (2004). Estructura y función en bordes de bosques. *Ecosistemas* 13: 67-77.
- López, D.R., Cavallero, L., Easdale, M.H., Carranza, C., Ledesma, M. y Peri, P. (2018). CHAPTER 5: RESILIENCE MANAGEMENT AT THE LANDSCAPE LEVEL: AN APPROACH TO TACKLING SOCIAL-ECOLOGICAL VULNERABILITY OF AGROFORESTRY SYSTEMS. In: *Integrating Landscapes: Agroforestry for Biodiversity Conservation and Food Sovereignty* (F. Montagnini ed.), *Advances in Agroforestry* 12, Chapter 19, pp. 453-478. Springer International Publishing. ISSN 1875-1199.
- Luti R, Bertrán de Solís MA, Galera MF, Müller de Ferreira N, Berzal M, Nores M, Herrera MA y Barrera J C (1979) Vegetación. In: Vázquez J, Miatello R, Roque M (eds), *Geografía Física de la provincia de Córdoba*. Boldt Press, Buenos Aires, pp 297-368.
- Mendez Casariego, H., & Pascale Medina, C. (2014). *Ordenamiento Territorial en el Municipio: una guía metodológica*. Santiago: Ediciones FAO-INTA. ISBN: 978-92-5-308313-8.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Mills, L. S. (1995). Edge effects and isolation: red backed voles on forest remnants. *Conservation Biology*, 9: 395-403.
- Murcia, C. (1995). Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 52- 62.
- Nosetto, M. D., Jobbágy, E. G., Brizuela, A. B., & Jackson, R. B. (2012). The hydrologic consequences of land cover change in central Argentina. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 154: 2-11.
- Oyarzabal, M., Clavijo, J., Oakley, L., Biganzoli, F., Tognetti, P., Barberis, I., ... & Oesterheld, M. (2018). Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecología Austral*, 28: 040-063.
- Pineda Gonzalez, P. (2017). *Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas*. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible dirección de gestión integral de recurso hídrico. Disponible en base de datos FAO: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/col130738anx.pdf>.
- PNUD-UNHabitat (2008). *Manual de Capacitación para el Ordenamiento Territorial y Gestión del Riesgo para Municipios y Regiones*. Editores: Zucchetti, Anna; Ramos, Victoria; Alegre, Marcos; Editorial/fuente: PNUD, UN Hábitat, Ministerio Británico para el Desarrollo Internacional (DFID), y Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS)/ Proyecto PNUD-UN Hábitat.
- Saaty, T. (1980). *The analytical hierarchy process*. New York: Mac Graw Hill.
- Silvetti, F. (2012). Trayectoria histórica de la territorialidad ganadera campesina en el oeste de la Provincia de Córdoba, Argentina. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 9: 333-367.
- Stephen, J.C. (1991). Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems, *International Journal of Geographical Information System*, 5: 321-339, DOI: 10.1080/02693799108927858.
- Svoray, T., Bar, P. y Bannet, T. (2005). Urban land-use allocation in a Mediterranean ecotone: Habitat Heterogeneity Model incorporated in a GIS using a multi-criteria mechanism. *Landscape and Urban Planning*, 72: 337-351.
- Zak, M., Cabido, M. (2009). Mapa de cobertura vegetal de la Provincia de Córdoba, proyecto PID 2009-00013 "Bases Ambientales para el Ordenamiento Territorial del espacio rural de la Provincia de Córdoba". Publicado en <http://www.ordenamientoterritorialcba.com/gisgmaps/OdtCbaMaps.html>

Anexo 1.

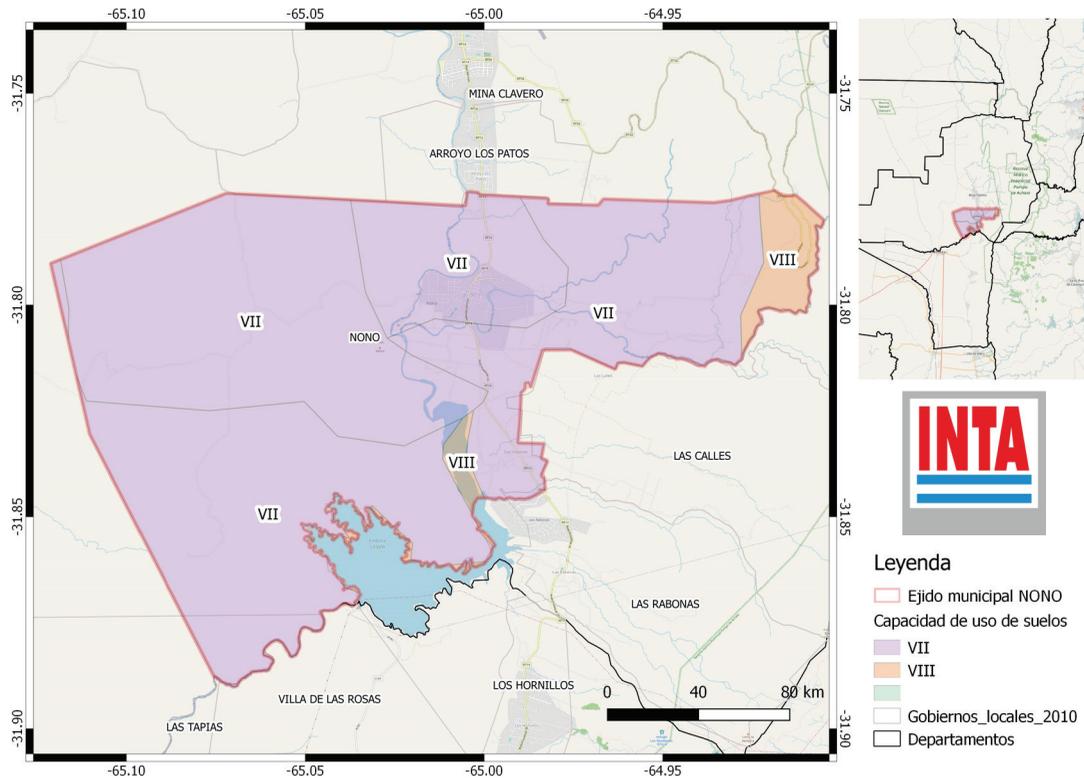


Figura A. Capacidad de uso de suelo. Mapa elaborado en base al mapa de suelos de Córdoba, Carta de suelos del departamento San Alberto (Gorgas y Tassile 2003).

Anexo 2.

Valoración de las categorías dentro de cada criterio mediante el método de Jerarquías Analíticas

Criterio 1. Matriz de valoración de las categorías del criterio *Potencial de conservación de cuencas.*

Criterio 1	ZMC	ZRR	Valoración	Normalización
ZMC	1	1/4	0.200	100.00
ZRR	4	1	0.800	25.00
Resto			0.000	0.00

Criterio 2. Matriz de valoración de las categorías del criterio *Regulación de la erosión hídrica.*

Criterio 2	< 3 %	3 a 5 %	5 a 10 %	> 10 %	Valoración	Normalización
< 3 %	1	1/5	1/7	1/9	0.039	0.00
3 a 5 %	5	1	1/7	1/9	0.096	9.50
5 a 10 %	7	7	1	1/9	0.226	31.27
> 10 %	9	9	9	1	0.639	100.00

Criterio 3. Matriz de valoración de las categorías del criterio Superficie de relictos de bosque nativo.

Criterio 3	<50 ha	50 a 100 ha	100 a 500 ha	500 a 1000 ha	Valoración	Normalización
<50 ha	1	1/3	1/6	1/9	0.045	7.06
50 a 100 ha	3	1	1/4	1/7	0.093	14.61
100 a 500 ha	6	4	1	1/6	0.223	34.93
500 a 1000 ha	9	7	6	1	0.639	100.00

Criterio 4. Matriz de valoración de las categorías del criterio Estado de conservación de los ecosistemas naturales.

Criterio 4	Muy alto	Alto	Medio	Bajo	Muy bajo	Valoración	Normalización
Muy alto	1	3	5	7	9	0.453	100.00
Alto	1/3	1	5	7	9	0.289	63.71
Medio	1/5	1/5	1	7	9	0.167	36.80
Bajo	1/7	1/7	1/7	1	5	0.064	14.18
Muy bajo	1/9	1/9	1/9	1/5	1	0.027	6.02

Criterio 5. Matriz de valoración de las categorías del criterio Vinculación con áreas protegidas existentes, conectividad entre ecorregiones e integración regional.

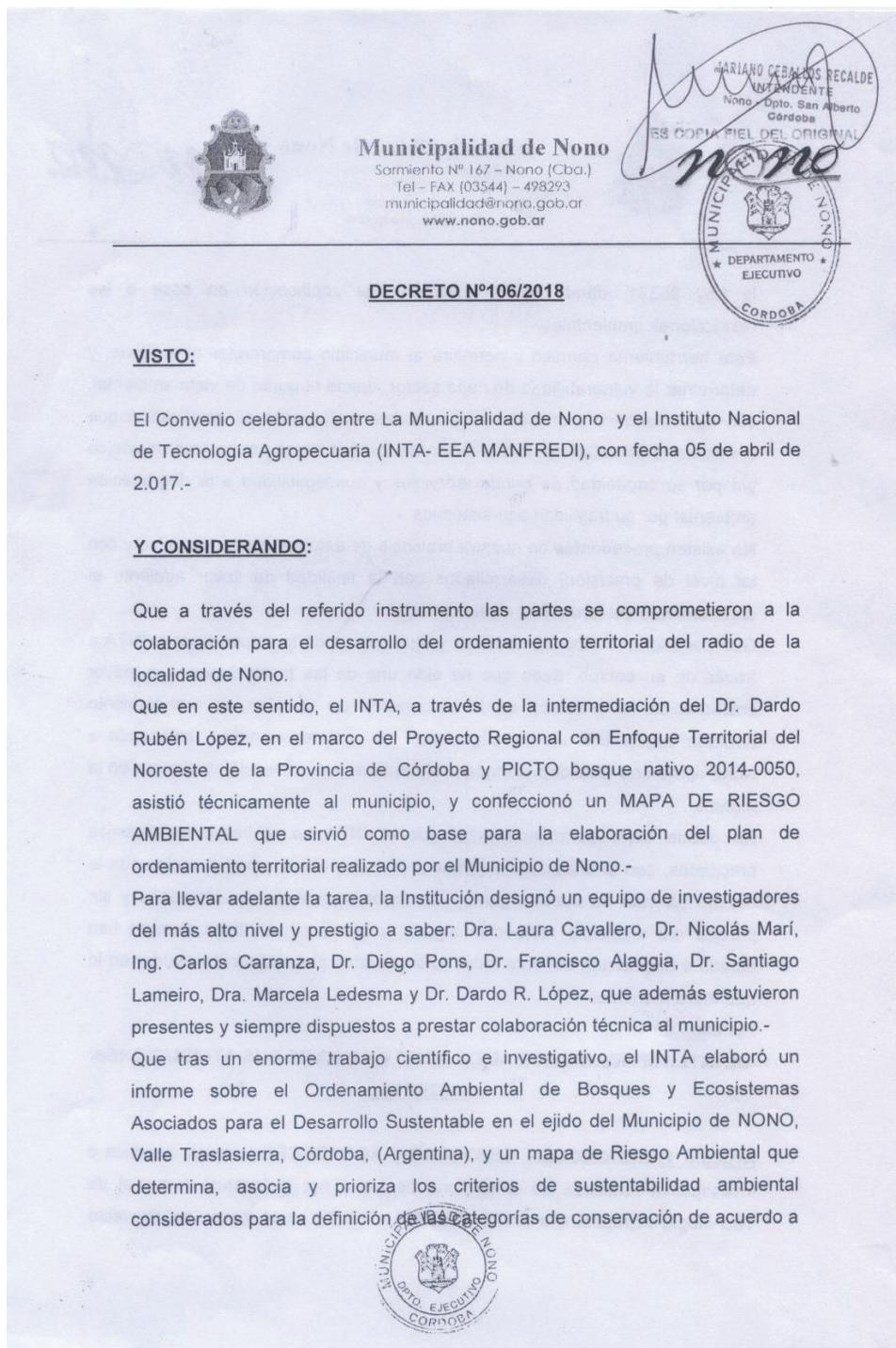
Criterio 5	Núcleo	300m	400 m	500 m	Valoración	Normalización
Núcleo (200 m c/lado)	1	3	5	7	0.558	100.00
300m	1/3	1	3	5	0.263	47.20
400 m	1/5	1/3	1	3	0.122	21.85
500 m	1/7	1/5	1/3	1	0.057	10.20

Criterio 6. Matriz de valoración de las categorías del criterio Vinculación con otras comunidades naturales.

Criterio 6	50 m	100 m	150 m	200 m	250 m	300 m	350 m	400 m	450 m	500 m	Valoración	Normalización
50 m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	0.288	100.00
100 m	1/2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0.210	72.88
150 m	1/3	1/2	1	2	3	4	5	6	7	8	0.152	52.63
200 m	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4	5	6	7	0.110	38.01
250 m	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4	5	6	0.079	27.38
300 m	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4	5	0.057	19.60
350 m	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3	4	0.040	13.94
400 m	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	3	0.028	9.88
450 m	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2	0.020	7.07
500 m	1/9	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4	1/3	1/2	1	0.016	5.40

Anexo 3.

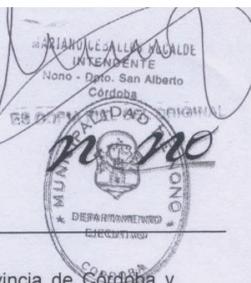
Decreto N° 106/2018 de Distinción y Reconocimiento del Municipio de Nono al equipo de trabajo





Municipalidad de Nono

Sarmiento N° 167 - Nono (Cba.)
Tel - FAX (03544) - 495293
municipalidad@nono.gob.ar
www.nono.gob.ar



Regional con Enfoque Territorial del Noroeste de la Provincia de Córdoba y PICTO bosque nativo 2014-0050, según convenio de cooperación celebrado con fecha 05 de abril de 2.017.-

Artículo 2: **DISTINGUIR** y **HONRAR** al equipo técnico designado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA- EEA MANFREDI) para la elaboración del trabajo "Ordenamiento Ambiental de Bosques y Ecosistemas Asociados para el Desarrollo Sustentable en el ejido del Municipio de NONO", a saber:

Dra. Laura Cavallero, (Estación Forestal INTA-Villa Dolores (EEA Manfredi) - CCT CONICET Córdoba).-

Dr. Nicolás Mari, (AER Cruz del Eje (EEA Manfredi)).-

Ing. Carlos Carranza, (Estación Forestal INTA-Villa Dolores (EEA Manfredi)).-

Dr. Diego Pons, (INTA-EEA Manfredi).-

Dr. Francisco Alaggia, (Estación Forestal INTA-Villa Dolores (EEA Manfredi) - CCT CONICET Córdoba).-

Dr. Santiago Lameiro, (Consultor (servicio SIG) PICTO-2014-0050).-

Dra. Marcela Ledesma, (Estación Forestal INTA-Villa Dolores (EEA Manfredi)).-

Dr. Dardo R. López, (Responsable de la ejecución del Convenio- Estación Forestal INTA-Villa Dolores (EEA Manfredi)).-

Artículo 3: **HÁGASE** entrega copia del presente decreto.

Artículo 4: Refrenda este acto el Sr. Secretario de Gobierno, Ernesto De La Colina.

Artículo 5: **COMUNÍQUESE, DESE COPIA, CUMPLIDO, ARCHÍVESE.**

Nono, 25 de Octubre de 2.018.-

DECRETO 106/2018

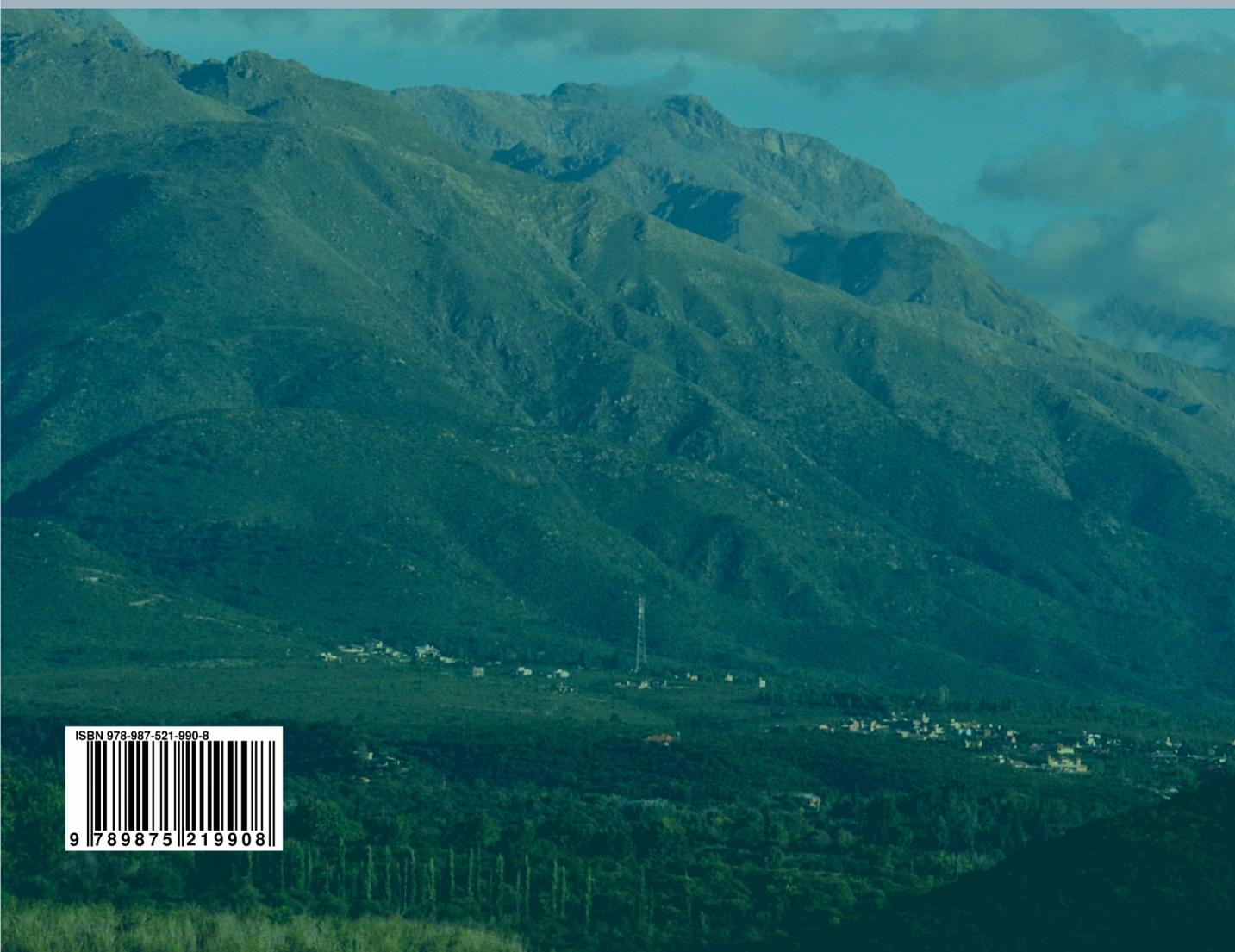



ERNESTO DE LA COLINA,
SECRETARIO DE GOBIERNO
Y COORDINACIÓN
MUNICIPALIDAD DE NONO


MARIANO CEBALLOS REGALDE
INTENDENTE
Nono - Dpto. San Alberto
Córdoba

Este informe es el resultado del trabajo de un equipo interdisciplinario conformado por profesionales del INTA (EEA Manfredi) y CONICET. El trabajo fue financiado por el Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCyT) de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), mediante un subsidio al proyecto PICTO Bosque Nativo–2014-0050.

El trabajo se realizó en el marco del convenio específico de cooperación interinstitucional entre el INTA (EEA Manfredi) y la Municipalidad de Nono, cuyo objetivo fue zonificar al ejido sobre Restricciones Ambientales. La zonificación se basó en integrar información correspondiente a seis Criterios de Sustentabilidad Ambiental (CSA). Los CSA se basan en la conservación de las cabeceras de cuenca y los márgenes de cursos de agua para asegurar la provisión de agua en cantidad y calidad. También tienen en cuenta la topografía y pendiente del terreno para determinar áreas de alta vulnerabilidad a la erosión hídrica y eólica. En cuanto a la vegetación tienen en cuenta diversos aspectos como el tamaño de los relictos de bosque nativo, la conectividad entre distintos parches de bosque y el estado de conservación de la vegetación natural. La información correspondiente a los CSA se integró en un modelo multicriterio que permitió generar un mapa de Restricciones Ambientales. Como resultado del trabajo en conjunto con los profesionales del Municipio, el 25 de Enero de 2018, el Consejo Deliberante de esa localidad, aprobó en Audiencia Pública un Nuevo Código de Edificación para regular nuevas pautas para el uso y la ocupación del territorio.



Secretaría
de Agroindustria



Ministerio de Producción y Trabajo
Presidencia de la Nación