

## Capítulo 6. Bases conceptuales del desarrollo de P,C& indicadores del Manejo forestal sustentable.

(Borrador: EN Burns & Goya. 2020. El problema del manejo forestal sustentable. En preparación. Colección Libros de Cátedra. EDULP

*Rocío García & Juan Goya*

### **Introducción**

La consideración y abordaje de la evaluación de la sustentabilidad tiene sus inicios en la propia definición del Manejo Forestal Sustentable (MFS), ver Capítulo 1. Como se mencionó el MFS debe ser capaz de equilibrar valores sociales, económicos y ambientales (Aplet et al., 1993, Raison et al., 2001). Por otro lado, es posible vincular este concepto con aquel surgido en la década del 90 en los Estados Unidos definido como Manejo de Ecosistemas y el uso múltiple de los bosques (Young & Giese 2003), en el cual se plantea la consideración de las necesidades humanas compatibilizadas con las capacidades de los ecosistemas Figura 1. Esta necesidad de lograr el equilibrio y establecer una visión global simultánea del sistema en sus aspectos ecológicos y socio productivos, introduce mayor complejidad al momento de tomar decisiones relativas al manejo. En este sentido, su evaluación es una tarea compleja ya que implica valorar, en forma simultánea el cumplimiento de objetivos que abarcan distintas dimensiones y variables descriptivas (ecológicas, económicas y socio-cultural).

Tras la Cumbre de la Tierra, con la declaración de los Principios Forestales y el establecimiento del Programa 21 en su capítulo 11, se detallaron los compromisos internacionales para el manejo sustentable de los bosques y se identificó la necesidad del desarrollo de principios, criterios e indicadores (PC&I) para la evaluación del MFS (Baycheva-Merger & Wolfslehner, 2016).

Numerosos autores que han trabajado sobre metodologías de evaluación de la sustentabilidad, coinciden en que es necesario simplificar la complejidad y la multidimensión de esta evaluación en valores claros, objetivos y generales (Izac & Swift, 1994; Bockstaller et al., 1997; Hansen & Jones, 1996; Sarandón, 2002; Sarandón & Flores, 2009; López Ridaura et al., 2002). La transformación del concepto general y abstracto de la sustentabilidad y más específicamente del MFS, a términos operativos,

es esencial para la planificación a mediano plazo y monitoreo de cualquier actividad que persiga el objetivo de la sustentabilidad.

Conceptualmente en la metodología de PC&I subyace un enfoque de sistema donde se consideran sus límites, los componentes que lo integran y las interrelaciones que ocurren entre ellos. Este abordaje permite organizar el conocimiento interpretando las propiedades particulares que emergen de estas relaciones (Sarandón, 2002). Al momento de definir los aspectos a evaluar es posible tomar dos enfoques, uno de análisis cualitativo, utilizando la opinión de expertos y grupos de interés quienes son afectados o pueden afectar las decisiones de manejo (referidos como Stakeholders en inglés) y otro de análisis cuantitativo del cual se obtienen datos biofísicos basados en mediciones a campo (Baral et al., 2016). Entre las distintas herramientas desarrolladas, existe consenso en la idoneidad de los denominados criterios e indicadores (Prabhu et al, 1998; Sarandón, 2002), que constituyen herramientas útiles para el monitoreo del sistema, el conocimiento de los factores determinantes y su progreso hacia la sustentabilidad, es oportuno en este punto referirse al manejo forestal adaptativo. Este enfoque se basa en que los sistemas o recursos son parcialmente comprendidos y que el aprendizaje se realiza evaluando el estado del sistema a medida que el mismo es intervenido y manejado. De esta manera, el proceso de manejo adaptativo es un aprendizaje que se materializa a partir del manejo con una estrategia que se ajusta a medida que mejora el estado de conocimiento del sistema (Zaccagnini et al.; 2014). Sin embargo, el uso de estos instrumentos debe permitir comprender perfectamente, sin ambigüedades, los puntos críticos de la sustentabilidad de un sistema, permitiendo detectar tendencias que, de otra manera, pasarían desapercibidas y así tomar decisiones al respecto (Sarandon, 2002). La información necesaria para la elaboración y valoración de los Indicadores debe ser considerada en una escala espacio-temporal apropiada y con tendencia a una integración o compatibilidad entre las diferentes dimensiones.

El desarrollo de Principios, Criterios e Indicadores con sus correspondientes verificadores constituye una herramienta de creciente utilidad que se encuentra en permanente evolución en la medida que aumenta el conocimiento de los Sistemas. Esta herramienta permite dimensionar el estado actual y el avance hacia la sustentabilidad del sistema bajo manejo.

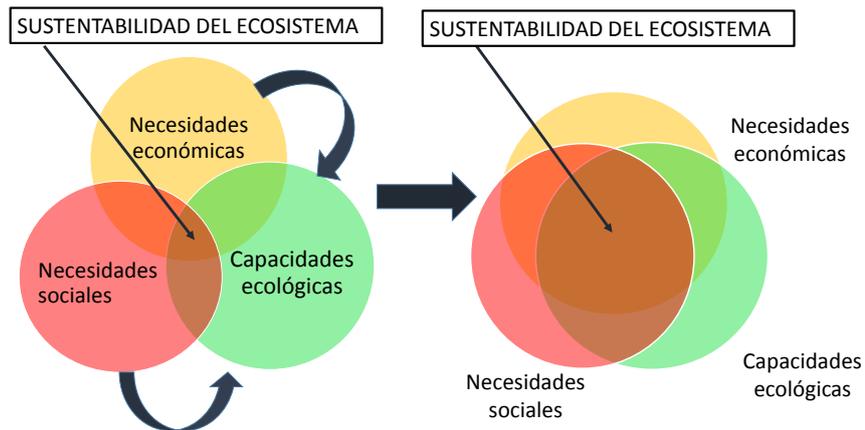


Figura 1 Representación conceptual de la integración de las dimensiones de la sustentabilidad de los Ecosistemas.

**El concepto de presión-acción-respuesta como base para el desarrollo de indicadores**

Este modelo esquematizado en la Figura 2 fue propuesto en 1988 con la finalidad de identificar indicadores ambientales para apoyar la toma de decisiones. Dicho modelo obedece a una lógica según la cual las actividades humanas ejercen presiones sobre el entorno y los recursos naturales, alterando en mayor o menor medida su estado inicial. Conceptualmente el modelo desarrolla planteamientos simples: ¿Qué está afectando el ambiente?, ¿Cuál es el estado actual del ambiente?, ¿Qué estamos haciendo para mitigar o resolver los problemas ambientales? Cada una de estas preguntas se responde con un conjunto o sistema de indicadores, Tabla 1.

La sociedad en su conjunto identifica estas variaciones y puede decidir la adopción de políticas ambientales y económicas generales y sectoriales que tratarían de corregir las tendencias negativas detectadas (respuestas). Como consecuencia de estas actuaciones, se supone, o se espera, una mejoría del estado del ambiente.

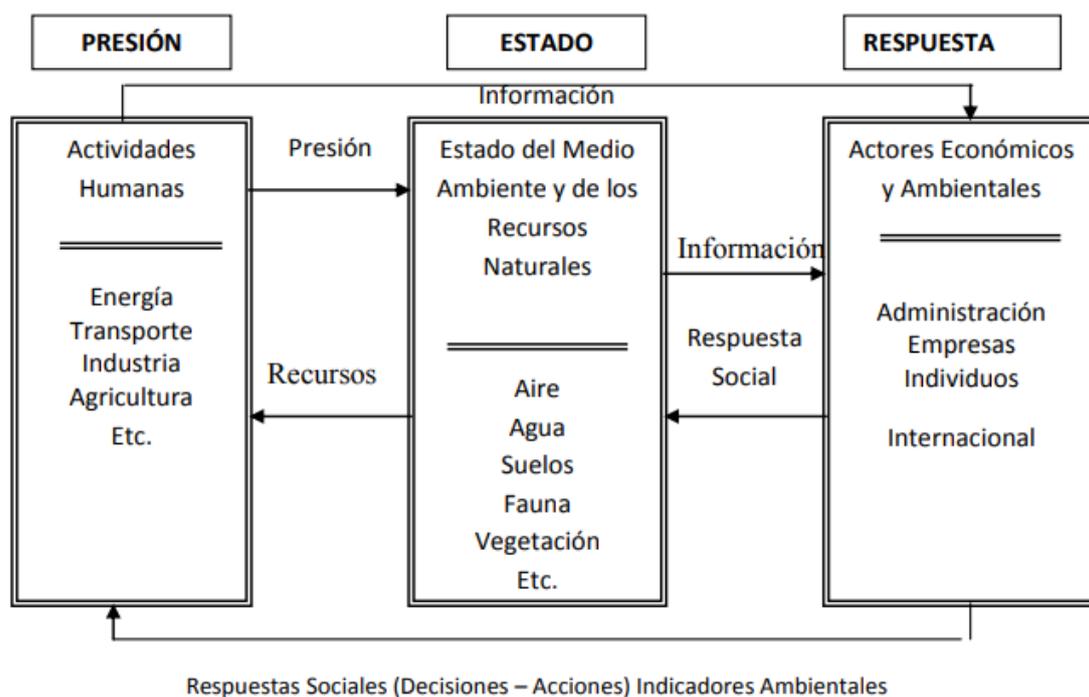


Figura 2. Modelo PER tomado de [http://www.ucipfg.com/Repositorio/MLGA/MLGA-03/semana4/Generalidades\\_PER.pdf](http://www.ucipfg.com/Repositorio/MLGA/MLGA-03/semana4/Generalidades_PER.pdf)

<b>Indicadores de presión (factor que está operando en el sistema)</b>	<b>Indicadores de estado (situación actual del sistema)</b>	<b>Indicadores de respuesta (direccionamiento del sistema. Acciones)</b>
Deforestación.	Magnitud de tierras afectadas por desertificación.	Proporción de áreas protegidas.
Sobreexplotación del recurso.	Superficie de bosques clasificadas por estado.	Cosecha de bajo impacto.
Quemas o incendios.	Especies amenazadas respecto del la diversidad total.	Elaboración y ejecución de planes de manejo.
Extracción-producción de madera.	Capacidad productiva del sitio.	
Cambios de uso de la tierra.		
Uso de agrotóxicos.		

**Tabla 1. Ejemplos de componentes de los diferentes tipos de indicadores.**

Esta caracterización de los indicadores y su naturaleza (Tabla 1) permite lograr una

visión integradora y sistémica entre los componentes del sistema, por caso el bosque como objeto de estudio del MFS. En otras palabras, habrá indicadores de presión, de estado y de respuesta que deberán ser identificados, evaluados y definidas sus interrelaciones.

### **Evolución de los indicadores**

En los últimos años, se ha avanzado considerablemente en la agenda ambiental y de desarrollo sostenible en el mundo. Hay avances que comprenden el desarrollo conceptual y científico, de institucionalidad, de diseño de políticas públicas, de educación y movimientos ciudadanos, de gestión ambiental, así como en los instrumentos de medición del progreso hacia el desarrollo sostenible (Rayen Quiroga, 2001).

En relación a estos avances es posible realizar una descripción a modo de clasificación de los Indicadores:

#### *Indicadores de Primera Generación (1980 en adelante)*

- *Indicadores ambientales*

- *Indicadores de Segunda Generación (1990 en adelante)*

- *Indicadores ambientales*

- *Indicadores sociales*

- *Indicadores económicos*

- *Indicadores institucionales*

- *Indicadores de Tercera Generación (actualmente en desarrollo)*

- *Indicadores funcionales*

Los P,C&I representan una estructura jerárquica, con dependencia entre niveles y términos subordinados que van aportando información en la medida de su realización. Esta metodología puede ser vista como una herramienta para recolectar y organizar

información de una manera que sea útil para la conceptualización, evaluación, implementación y comunicación del manejo forestal sustentable. Estos P,C&I son diseñados para aplicados a una variedad de propósitos: (1) para el monitoreo del manejo forestal, (2) en la certificación del manejo forestal, para evaluar qué tan bien utilizan los recursos de los bosques, (3) de guía para ayudar a los encargados de gestionar los recursos forestales para alcanzar mejores prácticas de manejo y (4) colaborando con las instituciones forestales en la organización de las áreas que necesitan mayor intervención (Mendoza & Prabhu, 2000). Las diferentes jerarquías se las puede definir de la siguiente manera a la vez que se mencionan ejemplos de cada categoría:

- **Principio:** *ley fundamental que sirve de base para el razonamiento y la acción. Los principios tienen el carácter de objetivo relacionado con la función del ecosistema forestal o concerniente a los aspectos relevantes del sistema socioeconómico con el que se relaciona el ecosistema.*

**Ejemplo de principio:** *Se debe mantener la integridad del ecosistema.*

- **Criterio:** *estado o aspecto del ecosistema o sistema socioeconómico que debe resultar de la adherencia al principio. La forma en que el criterio está formulado debe dar origen a un veredicto del grado de cumplimiento del principio en la situación actual.*

Los criterios contestan a la pregunta "**¿cuál aspecto del principio es importante?**". Son simplemente unas categorías amplias que ayudan a agrupar los valores que son similares o están relacionados.

**Ejemplo de criterio 1:** *Extensión y estado de conservación del bosque.*

**Ejemplo de criterio 2:** *Conservación de la biodiversidad en bosques manejados.*

- **Indicador:** *parámetro cuantitativo o cualitativo que describe elementos de los sistemas en su dimensión económica, social o ambiental de una manera mensurable y objetivamente verificable. Debe estar relacionado al cumplimiento de los criterios.*

**Ejemplo de indicador 1.** *Extensión (superficie) y porcentaje del territorio total*

*bajo planes integrales de Manejo Sostenible o de Cambio de Uso del Suelo*

**Ejemplo de indicador 2.** *Existencia y aplicación de procedimientos para la protección y monitoreo de la biodiversidad en los bosques de producción.*

- **Verificador.** Valores de referencia que deben verificar el cumplimiento de los indicadores. Patrones de referencia. Valores umbrales. Probatorias.

### **Veamos un ejemplo simple de la aplicación de de PC&I para la evaluación de un Plan de Manejo Forestal.**

Principio: *Producción sostenida de madera de calidad y conservación de la biodiversidad.*

    Criterio 1: *Corta anual (posibilidad) menor al crecimiento medio del bosque*

        Indicador 1: *mantenimiento no declinante de la posibilidad anual*

        Indicador 2: *relevamiento periódico del crecimiento de los rodales*

    Criterio 2: *Sistema Silvícola adecuado para la producción de madera de calidad*

        Indicador 1: *definición explícita de los parámetros del sistema silvícola*

        Indicador 2: *evaluación de la regeneración de los rodales intervenidos*

    Criterio 3: *Zonificación de áreas de valor para la conservación*

        Indicador 1: *existencia de un SIG y procedimiento de actualización*

        Indicador 2: *identificación y monitoreo de las especies clave*

### **Escalas de aplicación de los PC&I**

Se pueden considerar distintas escalas en el análisis de la sustentabilidad, desde i) internacional/regional, ii) nacional/sub-nacional, iii) a nivel de predio o de unidad de manejo forestal (UMF); por lo tanto, es importante definir cuál será la que se ha de adoptar para el análisis, debido a que influye en la definición, caracterización, dimensionamiento y síntesis de los indicadores del MFS (SAGPyA, 2000). A nivel internacional y regional existen iniciativas que han desarrollado diferentes C&I (C&I de la Organización Internacional de las Maderas tropicales, el Proceso de Montreal, Forest Europe, entre otros). Argentina es miembro desde 1995 del Proceso de Montreal que

requiere información a nivel nacional (Comité Asesor Técnico del Grupo de Trabajo sobre Criterios e Indicadores para la Conservación y Gestión Sostenible de los Bosques Templados y Boreales, 2001). El objetivo de estos informes es conformar una base de datos y promover prácticas más adecuadas de manejo de los bosques nativos y cultivados (MAGyP & SAyDS, 2015).

El Grupo de Trabajo sobre los Criterios e indicadores para la conservación y el manejo sustentable de los bosques templados y boreales del Proceso de Montreal (PM) “El Proceso de Montreal”, se originó en 1994 como respuesta a los Principios Forestales de la Cumbre de Río (Meza & Laclau, 2016). En la actualidad, el Grupo de Trabajo está compuesto por representantes de los 12 Países Miembro: Argentina, Australia, Canadá, Chile, China, Japón, República de Corea, México, Nueva Zelanda, Federación Rusa, Estados Unidos de América y Uruguay. A nivel mundial, estos países representan en conjunto el 90% de los bosques templados y boreales, el 49% de todos los bosques, 58% de las plantaciones forestales, el 49% de los productos de madera y el 31% de la población mundial. En febrero de 1995, mediante la Declaración de Santiago, los Países Miembro declararon su compromiso para implementar políticas tendientes a la conservación y el manejo sustentable de sus respectivos bosques. También respaldaron el uso de los 7 criterios, que en estos documentos estarían representando también Principios, y 67 indicadores, como marco de referencia para que las autoridades encargadas de formular políticas pudieran evaluar las tendencias en la situación de sus bosques a nivel nacional y el avance hacia el manejo forestal sustentable. Los siete criterios corresponden a: 1. La conservación de la diversidad biológica 2. El mantenimiento de la capacidad productiva de los ecosistemas de los bosques 3. El mantenimiento de la salud y vitalidad de los ecosistemas forestales 4. La conservación y el mantenimiento de los recursos suelo y agua 5. Mantenimiento del aporte de los bosques al ciclo global del carbono 6. El mantenimiento y mejoramiento de los múltiples beneficios socioeconómicos a largo plazo para cubrir las necesidades de las sociedades y 7. El marco legal, institucional y económico para la conservación y el manejo sustentable de los bosques. (El Proceso de Montreal, 2015) <https://drive.google.com/file/d/0Bzc7dDyL0NwLeVg1UXUyOW5pdkE/view>

Una escala inferior, con un alcance menor en superficie y objetivos es la denominada regional o de paisaje (Rusch & Sarasola, 1999) y, por último, las que se aplican a nivel

de predio o Unidad de Manejo Forestal (UMF), para esta escala de análisis el Center International for Forest Research (CIFOR) ha planteado una estructura y definición de los diferentes P,C&I, (Prabhu et al., 1998). En esta última escala la definición de los indicadores y su valoración generalmente son más precisas y el impacto de las prácticas de manejo en los bosques y en la población local son más evidentes (Jalilova et al., 2012). Si bien la implementación de los P,C&I es importante en todas las escalas para promover el MFS, a nivel de UMF es sustantiva, ya que es a esta escala, donde se toman la mayor parte de decisiones referentes al manejo forestal.

### **De los *Indicadores***

En el proceso de identificación, caracterización y dimensionamiento de los *indicadores*, se considera deseable y adecuado que posean algunas de las siguientes características (Sarandón & Flores, 2009):

- Estar estrechamente relacionados con los requisitos de la sustentabilidad.
- Ser adecuados al objetivo perseguido.
- Ser sensibles a un amplio rango de condiciones.
- Tener sensibilidad a los cambios en el tiempo
- Presentar poca variabilidad natural durante el período de muestreo
- Tener habilidad predictiva.
- Ser de fácil y rápida recolección y sus valores ser confiables.
- No ser sesgados (ser independientes del observador).
- Ser sencillos de interpretar y no ser ambiguos.
- Brindar la posibilidad de determinar valores umbrales.
- Ser robustos e integradores.
- De características universales pero adaptados a cada condición particular.

Los indicadores cuantitativos son generalmente preferibles a los indicadores cualitativos ó descriptivos, dado que están menos sujetos a diferentes interpretaciones y

a sesgos por la subjetividad del observador. Sin embargo, puede ocurrir que no se logre definir ó utilizar indicadores cuantitativos para algunas dimensiones. En estos casos, es mejor elegir otros indicadores más apropiados en lugar de elegir indicadores sin significado particular únicamente porque se expresan en términos numéricos.

### **Ejemplos de P,C&I para la evaluación de la sustentabilidad a nivel de UMF (Tomado de García 2018)**

<b>Principios</b>	<b>Criterios</b>	<b>Indicadores</b>
PRINCIPIO I La planificación, la estructura normativa y un marco institucional son factores que favorecen el Manejo Forestal Sustentable.	1.1 Criterio: Un marco jurídico protege los recursos forestales	1.1.1 Indicador: Tenencia y propiedad de los bosques. 1.1.2 Indicador: Existencia y aplicación de políticas, leyes y reglamentos que rigen al manejo forestal.
	1.2 Criterio: Un marco de planificación técnico-económico tendiente al Manejo Forestal Sustentable.	1.2.1 Indicador: Participación pública en la planificación del manejo forestal. 1.2.2. Indicador: Existencia de planes de manejo forestal. 1.2.3. Indicador: Respeto local por los límites de la Unidad de Manejo Forestal.
	1.3. Criterio: Un marco institucional tendiente al Manejo Forestal Sustentable.	1.3.1. Indicador: Estructura y personal de las instituciones responsables del manejo forestal sustentable. 1.3.2. Indicador: Número de personal profesional y técnico en todos los niveles para llevar a cabo y apoyar actividades de manejo forestal sustentable. 1.3.3. Indicador: Existencia de tecnologías adecuadas para la práctica del manejo forestal sustentable y la eficiente utilización y comercialización de productos forestales y capacidad para aplicar dichas tecnologías.
PRINCIPIO II. Mantenimiento de la integridad del ecosistema.	2.1. Criterio: Extensión y estado del bosque.	2.1.1. Indicador: Extensión (superficie) y porcentaje de la UMF bajo planes integrales de Manejo o de Cambio de Uso del Suelo. 2.1.2. Indicador: Superficie de bosques dedicadas a la producción y protección. 2.1.3. Indicador: Extensión y porcentaje de la UMF bajo cada tipo de bosque.
	2.2 Criterio: Se conserva el proceso de mantener la	2.1.4 Indicador: Integridad estructural y funcional del bosque.

	biodiversidad en el bosque.	2.2.1 Indicador: Existencia y aplicación de procedimientos para la protección y control de la biodiversidad.
	2.3 Criterio: Protección de suelos y recursos hídricos.	2.2.2 Indicador: Extensión y porcentaje de bosque reservado para la conservación de la biodiversidad.
		2.3.1 Indicador: Medidas para asegurar la protección de las fuentes de captación de agua corriente abajo.
		2.3.2 Indicador: Parámetros característicos de ciclo de nutrientes.
PRINCIPIO III	3.1 Criterio: Se dispone de un plan de manejo forestal integral.	3.1.1 Indicador: Proyecciones, planificación operativa y estratégica de producción forestal a largo plazo.
Rendimiento sostenible y calidad de los bienes y servicios ambientales.		3.1.2 Indicador: Extensión y porcentaje de bosques donde se han realizado inventarios y una caracterización florístico-estructural.
		3.1.3 Indicador: Se han definido Estrategias de Conversión para el rendimiento por superficie y/o volumen.
		3.1.4 Indicador: Los sistemas y equipos de cosecha se prescriben para minimizar los impactos sobre las condiciones del sistema suelo y vegetación
		3.1.5 Indicador: Participación de los interesados directos en la planificación del manejo forestal, considerando los componentes y las funciones del bosque.
		3.1.6 Indicador: El plan de manejo se somete periódicamente a revisión.
		3.1.7 Indicador: Se dispone de cartografía temática de recursos, lotes o rodales, propiedad e inventarios.
	3.2 Criterio: Los objetivos de manejo son expuestos de forma clara y definidos en forma precisa y documentados.	3.2.1 Indicador: Los objetivos están claramente estipulados en términos de las funciones principales de cada rodal de la UMF.
		3.2.2 Indicador: Nivel de cosecha real y sostenible de productos forestales maderables.
	3.3 Criterio: La implementación del plan de manejo es eficaz	3.3.1 Indicador: Se dispone de inventario y descripción florístico-estructural con objetivos explícitos para cada tipo de uso de los rodales de la UMF
		3.3.2 Indicador: La infraestructura de servicios del contratista es adecuada y se presenta con antelación a los trabajos de aprovechamiento y de acuerdo con lo prescrito.
		3.3.3 Indicador: Daño reducido en los remanentes de la masa arbórea.
		3.3.4 Indicador: La UMF está zonificada por superficies que se manejarán

para varios fines.

3.3.5. Indicador: Existen claras delimitaciones de los rodales y posibilidad de acceso.

3.4 Criterio: Un sistema de seguimiento y control efectivo audita la ejecución del Plan de Manejo.

3.4.1 Indicador - Se establecen un sistema de parcelas permanentes que se evalúan periódicamente mediante un inventario forestal continuo.

3.4.2 Indicador: La documentación y el registro de todas las actividades de manejo del bosque se guardan de tal manera que es posible realizar un seguimiento adecuado.

3.4.3 Indicador: Los resultados del monitoreo y de proyectos de investigación se incorporan en la implementación y revisión del plan de manejo tendiendo a la sustentabilidad.

3.5 Criterio: Distribución equitativa y presencia de renta económica

3.5.1 Indicador: Los ingresos totales de la venta de madera, su eficiencia y distribución.

3.5.2 Indicador: Información documentada sobre la administración económica y financiera de la UMF.

PRINCIPIO IV  
El manejo forestal sostenido mantiene o realza el acceso equitativo intergeneracional a los recursos y beneficios económicos.

4.1. Criterio: Respeto de los derechos laborales fundamentales

4.1.1. Indicador: Derecho de sindicación y de negociación colectiva

4.1.2. Indicador: Prohibición del trabajo forzado.

4.1.3. Indicador: Las políticas y procedimientos se basan en calificación, habilidad y experiencia para reclutar, emplear, formar y ascender a los empleados de todo nivel.

4.2. Criterio: Calificación de la mano de obra.

4.2.1. Indicador: El encargado del campo y responsables de área poseen una calificación apropiada, de preferencia reconocida a nivel nacional, garantizando que son capaces de planificar y organizar las operaciones forestales.

4.2.2. Indicador: Todos los trabajadores, los contratistas y sus trabajadores están suficientemente capacitados en las tareas a que han sido asignados, teniendo los certificados de habilidad.

4.3. Criterio: Salud y seguridad laboral

4.3.1. Indicador: Se ha establecido una política de salud y un sistema de manejo, que pueden identificar riesgos y medidas preventivas sistemáticamente, asegurando su operatividad.

4.3.2. Indicador: Todos los equipos, herramientas, máquinas y sustancias necesarias para el desarrollo de las actividades están disponibles en el sitio de trabajo, en buenas condiciones de funcionamiento.

4.3.3. Indicador: Requerimientos de seguridad y salud son considerados en

la planificación, organización y en la supervisión de las operaciones.

4.4 Criterio: Compartir los beneficios (sociales y laborales).

4.4.1. Indicador: Remuneración adecuada de los trabajadores.

4.5. Criterio: Participación y solución de conflictos (sociales y laborales)

4.5.1. Indicador: Todas las partes interesadas tienen acceso a información relevante.

4.5.2. Indicador: Todas las partes interesadas tienen la oportunidad de participar en la toma de decisiones.

4.5.3. Indicador: Esfuerzos muy razonables son hechos para resolver los conflictos mediante consultas dirigidas a lograr acuerdos o consenso.

### **Aspectos metodológicos para la elaboración de PC&I**

Como se mencionó en párrafos anteriores, la determinación cuali-cuantitativa de los indicadores es un paso esencial hacia la evaluación de la sustentabilidad del manejo forestal. La metodología que establece P,C&I se fundamenta en el uso de un sistema de pensamiento jerárquico basado en principios a partir de los cuales se desprenden criterios, indicadores y normas prácticas para el manejo, donde el nivel de los principios descompone el objetivo general en componentes más específicos. El nivel de los criterios traduce los principios en situaciones dinámicas del ecosistema o del sistema social. El nivel de los indicadores añade elementos mensurables. Finalmente, los verificadores son necesarios para aclarar la fuente de información para el valor asumido por un indicador (Lammerts van Bueren & Blom, 1997). como se observa en la Figura 3.

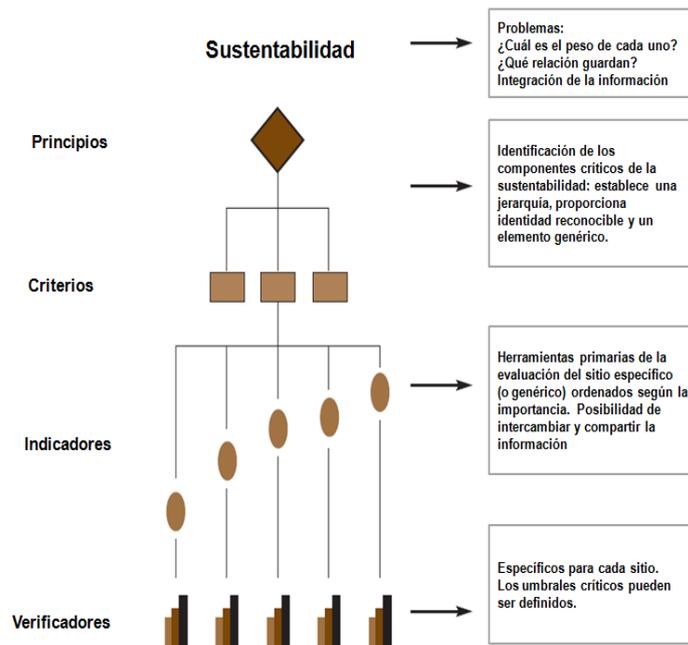


Figura 3. Esquema jerárquico de la metodología de C&I (adaptado de Prabhu, et al, 1999).

### Estandarización y ponderación de los indicadores

Dado que los indicadores cuantifican dimensiones con variables características de diferentes unidades de medida se hace necesario realizar una estandarización para realizar una comparación, como así también una ponderación, para valorar el efecto diferencial que puede tener un indicador, Figura 4 (Sarandón & Flores, 2009).

**Estandarización (S)** en una escala positiva de, por ejemplo, 0 a 3 (donde 0 representa el menor valor de sustentabilidad y 3 el valor ideal para cada uno de los indicadores, de este modo todos los indicadores serán directos: a mayor valor, mayor nivel de sustentabilidad

**Ponderación (W).** No todos los indicadores tienen el mismo valor o peso para la evaluación de la sustentabilidad. Puede haber unos indicadores que sean considerados más importantes que otros. Se debe decidir, entonces, la importancia relativa de los diferentes indicadores. Para este tipo de valoración se pueden considerar dos aspectos:

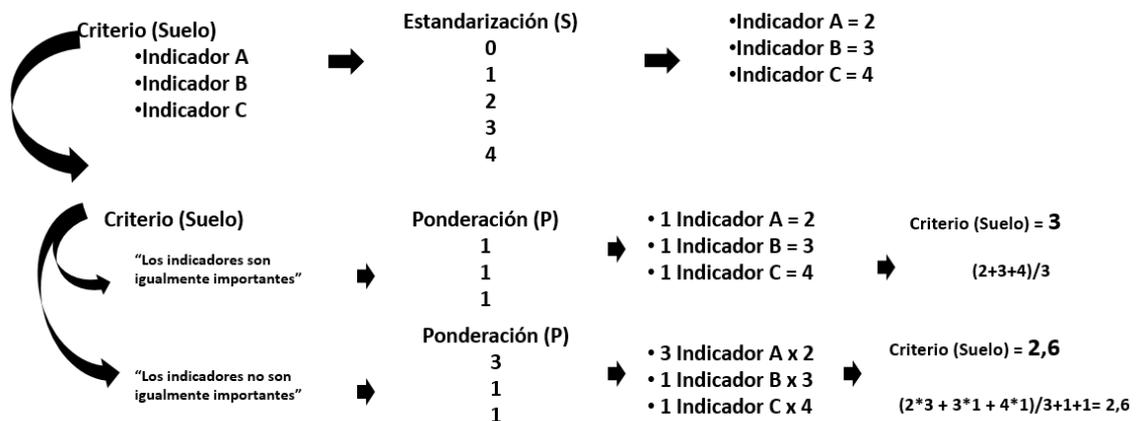
- La reversibilidad: es decir, la capacidad de volver a la situación inicial; cuanto más difícil, más importante, mayor valor. Ej: la conservación de la biología del suelo será más importante que la fertilidad química del mismo. La pérdida de

biodiversidad puede ser irreversible

- La dependencia: Por ejemplo, la conservación de la diversidad vegetal sería más importante que la diversidad de insectos, porque aquella es la base trófica de esta: si no hay diversidad vegetal no puede haber fauna

## Estandarización y ponderación. Ejemplo

Imaginemos que evaluamos en un predio 3 indicadores (A, B y C), que tienen que ver con el recurso suelo. Los valores obtenidos de estos indicadores, en una escala de 0 a 4 son: A: 2, B: 3 y C: 4.



El valor actual (2,6), es menor que el anterior (3) porque el indicador de mayor peso (A) es el que menor valor tenía de los 3.

Figura 4. Esquema descriptivo de la estandarización y ponderación de los P,C&I.

### Veamos un ejemplo de aplicación

A continuación, se desarrolla a modo de ejemplo, la valoración de un principio (Mantenimiento de la integridad del ecosistema), un criterio (Extensión y estado del bosque) y cuantificación de un indicador (Superficie y porcentaje de la Unidad de Manejo Forestal (UMF) bajo planes integrales de Manejo) para poder llegar a visualizar los puntos críticos del manejo sustentable.

### Principio II. Mantenimiento de la integridad del ecosistema.

#### 2.1.Criterio: Extensión y estado del bosque.

Descripción: este criterio sienta las bases fundamentales para el manejo forestal sustentable en los bosques de producción y protección. Tiene en cuenta la extensión y el porcentaje de tierras bajo bosques naturales y plantados, las necesidades de conservación de la diversidad biológica a través del mantenimiento de una amplia gama de tipos de bosques, y la integridad y el estado de los recursos forestales.

**2.1.1. Indicador:** Extensión (superficie) y porcentaje de la Unidad de Manejo Forestal (UMF) bajo planes integrales de Manejo o de Cambio de Uso del Suelo.

Descripción: La UMF como objeto de estudio presenta heterogeneidad en cuanto a sus formaciones vegetales (plantaciones, bosque nativo) y objetivos de uso de los mismos. Se incluye en la categoría planes de manejo, a aquellas áreas que son utilizadas bajo algún tipo de decisión o planificación de actividades.

Verificador 2.1.1.1. Índice de área (ej. Proporción de área con cada tipo de vegetación)

Verificador 2.1.1.2. Índices de fragmentación (estructura de parches, conectividad y bordes).

Verificador 2.1.1.3. Categorías del OTBN según la Ley 26.331 presentes en el CAMB.

Valores estandarizados para el indicador 2.1.1

**Valor 0:** No existen planes integrales de uso del suelo para las distintas formaciones vegetales.

**Valor 1:** Menos de la mitad de la superficie del CAMB se encuentra bajo planes de uso del suelo.

**Valor 2:** Más de la mitad de la superficie del CAMB se encuentra bajo planes de uso del suelo o bajo planes de manejo.

**Valor 3:** Todas las formaciones vegetales se encuentran incluidas en planes de uso del suelo o bajo planes de manejo.

**Tabla.** Superficie con/sin PMF del CAMB\*

Usos Superficie (ha)	Superficie sin PMF (ha)	Superficie bajo PMF (ha)
Instalaciones, servicios y escuela		21,8
Área experimental	53,7	
<i>Pinus spp.</i>	22,2	
<i>Eucalyptus spp.</i>	13,2	
Capueras	6,9	
Reserva Natural Estricta (APN)		487,2
Bosque nativo	1017,7	
Bosque nativo (interno plantaciones de araucaria)		17,9
Plantaciones de <i>Araucaria spp.</i>		448,5
Total	1112,2	975,4
Porcentajes (%)	54	46

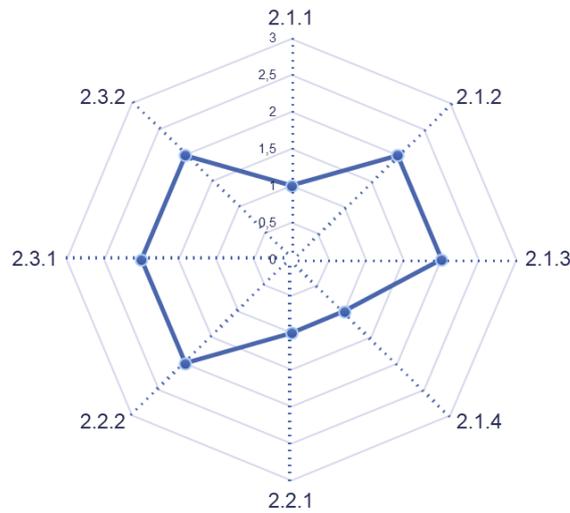
\*Datos obtenidos del PMF (Goya, et al., 2012)

También se realizó la ponderación de los indicadores con una escala de 1 a 3 para considerar la importancia relativa de cada indicador subordinado a cada criterio, ya que no todos los indicadores inciden de la misma manera en cada criterio. Luego de obtener los valores de estandarización de cada indicador dentro del Criterio 2.1 y teniendo la ponderación previamente realizada podemos llegar a la estandarización del Criterio 2.1

**Tabla.** Valores de los indicadores estandarizados y del Criterio 2.1

**Estandarización del Criterio 2.1**  $(S) = \sum (W*S) / \sum W = 1,33$  (44 % de valor máximo de 3)

Indicador	Ponderación (W)	Estandarización (S)	Total
2.1.1	3	1	<b>3</b>
2.1.2	1	2	<b>2</b>
2.1.3	2	2	<b>4</b>
2.1.4	3	1	<b>3</b>



**Figura 5.** Estandarización (S) de Indicadores para el Principio II.

(2.1.1) Extensión (superficie) y porcentaje del CAMB bajo planes integrales de Manejo o de Cambio de Uso del Suelo; (2.1.2) Superficie de bosques dedicadas a la producción y protección; (2.1.3) Extensión y porcentaje del CAMB bajo cada tipo de bosque; (2.1.4) Integridad estructural y funcional del bosque; (2.2.1) Existencia y aplicación de procedimientos para la protección y control de la biodiversidad; (2.2.2) Extensión y porcentaje del bosque implantado reservado para la conservación de la biodiversidad; (2.3.1) Medidas para asegurar la protección de las fuentes de captación de agua corriente abajo; (2.3.2) Descomposición y ciclado de nutrientes.

Teniendo en cuenta el valor obtenido en la estandarización de cada criterio del Principio II y utilizando la misma lógica para ponderar los criterios subordinados al principio podemos obtener la estandarización del Principio II.

**Tabla .** Valores estandarizados de los criterios y del Principio II

<b>Estandarización del Principio II (S) = <math>\sum (W*S) / \sum W = 1,6</math> (53%)</b>			
<b>Criterio</b>	<b>Ponderación (W)</b>	<b>Estandarización (S)</b>	<b>Total</b>
2.1	1	1,33	<b>1,33</b>
2.2	2	1,25	<b>2,5</b>
2.3	2	2	<b>4</b>

## Bibliografía

Baral, H., M.R. Guariguata & R.J. Keenan. 2016. A proposed framework for assessing ecosystem goods and services from planted forests. Elsevier, Ecosystem Services. December 2016. Vol 22 Part B :260-268.

Baycheva-Merger, T. & B. Wolfslehner. 2016. Evaluating the implementation of the Pan-European Criteria and indicators for sustainable forest management- A SWOT analysis. Elsevier. Ecological indicators. January 2016. Vol. 60 :1192-1199.

Bockstaller, C., P. Gigardin & H.M.G. Van Der Weft. 1997. Use of agro-ecological indicators for the evaluation of farming systems. Elsevier, European Journal of Agronomy. September 1997. Vol. 7, Issues 1–3: 261-270.

FAO, 2003. A case study on computerized forest management control and forest information management systems in India: an application to criteria and indicators for sustainable forest management. FAO Working Paper FM/23, FAO, Rome, Italy.

Jalilova, G., C. Khadka & H. Vacik. 2012. Developing criteria and indicators for evaluating sustainable forest management: A case study in Kyrgyzstan. Elsevier. Forest Policy and Economics . August 2012. Vol. 21: 32 – 43.

Lammerts van Bueren, E. M. & E. M. Blom. 1997. Hierarchical framework for the formulation of sustainable forest management standards: 92 pp.

Prabhu, R., C. Colfer & G. Shepherd. 1998. Criterios e Indicadores para la ordenación forestal sostenible nuevos hallazgos de la investigación realizada por CIFOR al nivel de la Unidad de Manejo Forestal. Red Forestal para el Desarrollo sostenible: 24 pp. Disponible en: (<https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/1584.pdf>). Último acceso: marzo 2018.

Prabhu, R., C.J.P. Colfer & R.G. Dudley. 1999. Guidelines for Developing, Testing and Selecting Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management. Center for International Forestry Research: 183 pp. Disponible en: ([http://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/Books/toolbox-1.pdf](http://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/toolbox-1.pdf)). Último acceso: marzo 2018.

Rayén Quiroga M. 2001 indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos Santiago de Chile.

Rusch, V. & M. Sarasola. 1999. “Empleo de criterios e indicadores en el Manejo Forestal Sustentable. Biodiversidad. Parte I - Propuesta metodológica. 2das Jornadas Iberoamericanas sobre Biodiversidad. San Luis, Argentina. Vol. 2: 15-24.

Sarandón, S. 2002. El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En: SJ. Sarandón (editor): Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones Científicas Americanas. Capítulo 20: 393-414.

Sarandón, S. & C. Flores.2009. Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. FCAYF, UNLP. Agroecología. Vol 4 :19-28

Zaccagnini ME; Goijman AP; Conroy MJ & JJ Thompson 2014. Toma de decisiones estructuradas y manejo adaptativo de recursos naturales y problemas ambientales en ecosistemas productivos. INTA Ediciones. <https://inta.gob.ar/documentos/t-oma-de-decisiones-estr-ucturadas-para-el-manejo-adaptativo-de-recursos-naturales-y-problemas-ambientales-en-ecosistemas-productivos>