

CAPÍTULO 8

El plan de manejo forestal

Pablo Yapura

Introducción

El manejo forestal como actividad humana fundada en el conocimiento científico adoptó la planificación como uno de sus pilares esenciales desde sus propios orígenes. Motivados por la doctrina del rendimiento sostenido y el anhelo de alcanzar el estado ideal representado por el bosque normal, los forestales alemanes desarrollaron auténticas estrategias para resolver lo que luego se conocería como el problema de la conversión desde la segunda mitad del siglo XVIII en adelante. Con una preocupación casi excluyente por la necesidad de sostener los niveles de cosecha de la madera en el largo plazo, en esos tiempos se desarrollaron métodos basados en la contabilidad, la planificación y la regulación que perduran hasta el presente. La regulación por área, la regulación por volumen y los métodos combinados fueron los tres primeros de estos métodos y en todos ellos se buscaba cuantificar la cosecha admisible o posibilidad, la cual se debía equilibrar con el crecimiento del bosque como una forma rudimentaria, aunque acertada según sabemos hoy, de materializar la sustentabilidad. Esos métodos, y más que nada sus propias denominaciones en lengua alemana, reflejaban la importancia que se le asignaba a la cuantificación y a los cálculos necesarios para alcanzar las metas de largo plazo. Por su parte, la caracterización del largo plazo se expresaba mediante la decisión crítica de fijar las rotaciones ideales para cada especie, las cuales se establecieron entre 70 y 80 años para las de más rápido crecimiento, como el pino silvestre, y hasta 300 o 400 años para la de más lento crecimiento como el roble europeo.

Para tener una idea acabada de estos mecanismos, es ilustrativo considerar una breve descripción de una instrucción real de Bavaria, dictada hacia 1830, con alcance para cada uno de 16 distritos forestales. Tal como se describe en Hölzl (2010), primero se desarrollaba un laborioso procedimiento de delimitación y mapeo del distrito, para luego dividirlo en secciones y subsecciones que debían materializarse en el terreno mediante corredores desarbolados. En cada sección o subsección las tierras se clasificaban en cuatro clases de edad y cinco clases de calidad de sitio, a la vez que se aproximaba el nivel de población o densidad real. Las clases de sitio permitían determinar el rendimiento potencial, es decir, la producción *normal*, mientras que la cuantificación real de la densidad permitía determinar el realmente esperable. La información se consolidaba en tablas y mapas para determinar la ubicación y oportunidad de las cosechas

en cada sección o subsección. Cuando esto se completaba para todo el distrito, se prescribía preparar un plan que se denominaba «general de desarrollo» y que debía proveer una estimación del rendimiento esperable en las cosechas para cada uno de los períodos de 12 años que conformaban una rotación completa. Es fácil inferir que el horizonte temporal de este procedimiento de planificación se extendía desde prácticamente un siglo hasta los dos o tres siglos siguientes.

Con enfoques metodológicos semejantes, aunque probablemente empleando métodos de cálculo más sofisticados, y típicamente luego de un proceso de adaptación a condiciones más locales, la planificación del manejo forestal se siguió resolviendo esencialmente de la misma manera hasta la irrupción de las técnicas de optimización. Desde las publicaciones pioneras de la década de 1960, específicamente las de Curtis, Loucks y Nautiyal (*cf.* Johnson y Scheurman, 1977), la obtención de soluciones óptimas para los aspectos cuantitativos de estos problemas ha sido una pretensión prácticamente universal, y la Programación Lineal ha sido largamente la técnica más empleada para ello. En Bettinger y Chung (2004) se recoge una recopilación crítica de trabajos científicos publicados en parte de Norteamérica (EUA y Canadá), circunscrita solamente a problemas en el nivel de unidad de manejo forestal y de carácter estratégico, en la que predomina de manera casi excluyente el uso de la Programación Lineal hasta finales de la década de los 1970. De este período también datan las primeras menciones al empleo de la Programación por Metas, otra rama de la Programación Matemática, para resolver estos problemas. El resto refiere al uso de técnicas que actualmente serían descritas como heurísticas o de simulación. Casi como un cierre de este período, Johnson y Scheurman (1977) publicaron una célebre síntesis de todos los esfuerzos desarrollados hasta ese momento y propusieron la perdurable clasificación de todos ellos en dos grandes categorías a las que denominaron Modelos I y II, ambas formuladas como problemas de Programación Lineal e incluyendo la posibilidad de que la función objetivo sea cuadrática. Según estos autores, no sólo los modelos explícitamente formulados como de Programación Lineal pertenecen a alguna de estas dos categorías (*e.g.* los de Curtis y Loucks son del tipo I, mientras que el de Nautiyal es del tipo II). Además, postularon que las técnicas heurísticas y los modelos de simulación que se habían propuesto hasta entonces también podían ser expresados como casos especiales de alguno de los dos Modelos generales. Los autores explícitamente incluyeron en la clasificación otros métodos que podrían ser calificados como tradicionales, como el denominado método combinado (*area-volume check*, en inglés, *cf.* Davis *et al.*, 2001) y algunos que luego se clasificarían como aplicaciones de la búsqueda binaria implementados en programas de computadora como SORAC, SIMAC o ECHO (*cf.* Clutter *et al.*, 1983). En las dos décadas siguientes, Bettinger *et al.* reportaron un notable incremento en el número de publicaciones y una gran diversificación de las técnicas de empleadas. Específicamente para la optimización, a las ya mencionadas se agregan técnicas derivadas de otras ramas de la Programación Matemática como la Programación Entera, la Programación Estocástica, la Programación No-lineal y la Programación Dinámica. Entre las heurísticas se publicaron trabajos que emplean técnicas como los métodos Montecarlo, las búsquedas tabúes (*tabú search*, en inglés), el reemplado simulado

(*simulated annealing*, en inglés) o los algoritmos genéticos. No obstante, con toda claridad la Programación Lineal siguió siendo la técnica más empleada.

En otra revisión de literatura científica, más reciente puesto que se refiere al primer lustro de la década de 2010, y a la vez más representativa de todo el mundo, puesto que no se circunscribe al subcontinente norteamericano, Kaya *et al.* (2016) encuentran que la Programación Lineal ha sido desplazada al segundo término como la técnica de optimización más empleada en problemas en el nivel de unidad de manejo forestal. Esta vez la técnica más empleada es una de sus extensiones y derivaciones, la Programación Entera Mixta (*i.e.*, con variables de decisión tanto continuas como enteras). La Programación por Metas ocupa el tercer lugar y luego se posicionaban las heurísticas. En el novel nivel de paisaje, menos representado cuantitativamente en el total que el nivel anterior, la Programación Lineal retoma el primer lugar y la Programación Entera Mixta se ubica segunda. Considerando ambos niveles, ca. 90% de las publicaciones reportan su uso.

De acuerdo con estas dos revisiones de publicaciones científicas, e independientemente de las técnicas empleadas, en toda la segunda mitad del siglo XX el énfasis de la optimización del manejo forestal persiguió los objetivos típicos de producción de madera y eficiencia económica. Estos enfoques también se verifican en los exitosos esfuerzos que se hicieron principalmente a partir de la década de los 1970 para representar y resolver los problemas del uso múltiple del bosque con la Programación Multiobjetivos. Recién en la última década del siglo pasado se puede constatar, de manera continuada, la inclusión en los modelos de objetivos ecológicos (*e.g.* biodiversidad, hábitat para la fauna silvestre, secuestro de carbono). Sincrónicamente, también se puede constatar el surgimiento de una sobresaliente preocupación por representar los aspectos espaciales de los problemas, formulados muchas veces como problemas *de adyacencia* y fuertemente motivada por la impugnación a las talas rasas que se generalizó por entonces en EUA. Tanto la dimensión ecológica como la representación espacial han concentrado estos esfuerzos metodológicos hasta el presente.

A partir de la última década del siglo XX y con la popularización de las computadoras de escritorio, la adopción de alguno de los programas informáticos para resolver problemas de optimización ya no estuvo restringida a organizaciones, tanto públicas como privadas, que operaban a gran escala y que podían afrontar el costo de adquirir las computadoras conocidas como *mainframes*. La incorporación de paquetes informáticos de optimización en emprendimientos de manejo forestal usualmente fue acompañada por la adopción de muchos otros programas de computadora con propósitos más o menos específicos, entre los cuales merecen destacarse los denominados *Sistemas de Información Geográfica*. Estos programas, como su denominación lo sugiere, están diseñados para facilitar la gestión de todo tipo de datos cuya posición espacial sea relevante, desde su almacenamiento con propósitos de archivo hasta facilitar el análisis de los aspectos espaciales de problemas complejos e incluso encontrarles soluciones. En el presente, un creciente número de programas de computadora tiende a integrar en una única herramienta a los sistemas de información geográfica con una o varias implementaciones específicas de las técnicas de optimización, simulación y heurísticas que se

mencionaron. Estos programas son conocidos como *Sistemas de Apoyo a la Decisión* y su importancia para el manejo forestal planificado se está tornando crítica a la luz de la complejidad de los problemas que se presentan contemporáneamente (Borges *et al.*, 2014; Segura *et al.*, 2014).

Como se puede apreciar en esta apretada síntesis histórica, que va desde los mapas y tablas que acompañaban a unas memorias redactadas en prosa, hasta los modernos sistemas de apoyo a la decisión totalmente digitalizados, la planificación es una práctica inherente al manejo forestal. Y en su evolución ha ido recurriendo a métodos y técnicas de solución crecientemente complejos, a la vez que también ha ido adoptando mecanismos de documentación y comunicación cada vez más sofisticados. Pero sin menoscabo de esta centralidad, además de la planificación, el manejo forestal también comprende otras etapas del proceso de gestión.

El proceso de gestión y la planificación

De acuerdo con Clutter *et al.* (1983), el *proceso* del manejo forestal se puede subdividir en tres componentes: tomar decisiones, implementarlas y controlarlas. A su vez, el proceso de tomar decisiones incluye como su primera etapa al reconocimiento o formulación de un problema, la que debe ser seguida por la identificación de estrategias alternativas que permitan su solución y la especificación de un criterio que permita su valoración y comparación. Luego de calculados los valores del criterio para todas las alternativas consideradas, la decisión se completa con la trivial selección de la estrategia con el mejor desempeño conforme al criterio adoptado.

Esta forma de concebir el proceso de gestión tiene muchas semejanzas con el denominado *enfoque de procesos* que la ISO (acrónimo inglés de la Organización Internacional de Normalización) ha puesto en el centro de todos sus *sistemas de gestión* que, como es bien conocido, la organización propone para organizaciones de cualquier tipo y con operaciones o actividades de todas las escalas y de cualquier complejidad. Probablemente los más conocidos sean los sistemas de gestión de la calidad y de gestión ambiental, detallados en sendas familias de normas internacionales conocidas como ISO 9000 e ISO 14000, respectivamente (IRAM-ISO, 2015a, 2015b). En este enfoque, un proceso se define como el conjunto interrelacionado de actividades que consumen insumos, ya sea tangibles o intangibles, y que se implementan para obtener los productos o resultados buscados, sean estos tangibles o intangibles. Luego, el enfoque implica establecer todos los procesos necesarios para operar como un sistema completo e integrado. El *pensamiento fundado en el riesgo* y la *mejora continua* son las dos nociones complementarias que permiten estructurar este sistema de gestión completo e integrado.

Los riesgos o los efectos de la incertidumbre y su contracara, las oportunidades, deben ser consideradas en todas las etapas de todos los procesos para garantizar que son identificados, considerados y controlados de manera apropiada. La mejora continua, por su parte, es el objeto último del sistema de gestión y en este enfoque se la describe con el ciclo de Shewhart o ciclo de Deming, también conocido como ciclo PDCA, el acrónimo construido con las cuatro acciones,

en inglés, que constituyen este modelo: *plan-do-check-act*. *Plan* refiere a planificar, es decir a la especificación previa de los objetivos del sistema y al establecimiento de los procesos necesarios para producir los resultados buscados. *Do* refiere a la implementación o realización de lo que se decidió en la planificación. *Check* refiere al establecimiento de los procesos de monitoreo y medición para contrastar los resultados con respecto a lo planeado. *Act* refiere a las acciones que se toman para mejorar el desempeño del sistema, es decir la retroalimentación del proceso en una nueva etapa de planificación y de ahí la noción de ciclo.

Se suele asociar al modelo PDCA con el método científico, particularmente con el que subyace en la corriente del inductivismo propiciado por el filósofo Francis Bacon (Moen y Norman, 2009). Siguiendo este método, a partir la observación de la naturaleza se debe proponer una ley científica que explique y confirme los patrones observados y que, a partir de una generalización inductiva, permita formular una ley más amplia. A su vez, esta ley más amplia debe ser contrastada con más observaciones en una nueva iteración que permita explicaciones causales sucesivamente más generales. Es usual sintetizar el método como observación-hipótesis-experimentación-evaluación y la analogía con el modelo PDCA se establecería entre observación e hipótesis con la planificación, la experimentación con la implementación y la evaluación con el monitoreo. Central para ambos modelos es la idea de iteración que manda repetir el ciclo para materializar la mejora continua en el caso del sistema de gestión y para acrecentar el conocimiento de la naturaleza en el caso del método científico.

A partir de la asociación que aquí se hizo entre la acción de planificar del modelo de la ISO y la de decidir que propusieron Clutter *et al.* (1983), y recordando que estos autores prácticamente asimilan la etapa de la decisión con el reconocimiento o identificación de un *problema*, es posible afirmar que la especificación apropiada de un problema es el aspecto más sobresaliente de la planificación. Un problema formulado apropiadamente implica reconocer todos los aspectos involucrados y ponderar su importancia relativa permite asignar eficientemente los recursos necesarios para su solución. En esta etapa, evitar el reconocimiento de aspectos que son escasamente problemáticos, o que directamente no lo son, impedirá que se destinen recursos escasos a su innecesaria atención o solución. Por el contrario, dejar de reconocer aspectos relevantes o asignarles menor importancia que la debida impedirá que se asignen recursos a su necesaria solución. Más allá de estas observaciones dictadas por el sentido común, también resulta apropiado considerar que la planificación puede descomponerse en un conjunto de problemas, en cada uno de los cuales puede concebirse como su solución la especificación de las decisiones a implementar. En otras palabras, el verdadero problema es el problema de la decisión.

Ya se mencionó que Clutter *et al.* (1983) postularon que la decisión requiere la formulación de un problema, la identificación de estrategias alternativas de solución, la explicitación de criterios de decisión y su determinación para todas las estrategias. Luego estas pueden ordenarse por el valor del criterio y así facilitar la decisión. Esta descripción asume que el problema está bien formulado, lo cual a su vez permite que las demás etapas del proceso sean fáciles de completar. Pero tal supuesto es más bien excepcional en la realidad, en la que las

decisiones deben tomarse en el marco de problemas pobremente estructurados y con más de una escala de valores para meritar las soluciones analizadas. En el manejo forestal, la doctrina del uso múltiple expuso estos dilemas con toda claridad. Sin entrar en muchos detalles, se sabe que es posible identificar no menos de una docena de bienes y servicios diferentes que se le pueden demandar a las tierras forestales. Y también es sabido que, planteados como objetivos del manejo forestal, sea cual sea el subconjunto que se seleccione para una unidad de manejo en particular, normalmente los mismos serán conflictivos entre sí. Competirán por los mismos recursos y la mejora en el desempeño de algunos objetivos sólo será posible empeorando las prestaciones de otros. Un ejemplo típico de esta situación es la producción de madera o el nivel de empleo local frente al secuestro de carbono o la conservación de la diversidad biológica. Incluso si el subconjunto de objetivos seleccionados no presenta este tipo de conflictos y ciertas soluciones mejoran simultáneamente sus respectivas prestaciones, las mejoras en sus respectivos desempeños no serán proporcionales. El ejemplo podría ser el secuestro de carbono junto con la conservación de una especie de la fauna silvestre que medra en los bosques pero prefiere rodales inmaduros como hábitat. Para completar, la alusión a las diferentes escalas de valores refiere a que los seres humanos, ya sea actuando individualmente o formando parte de organizaciones con distinto grado de institucionalización, no asignarán la misma importancia relativa al logro de cada objetivo considerado o, incluso, a la mera selección y explicitación de cuales objetivos será relevante atender.

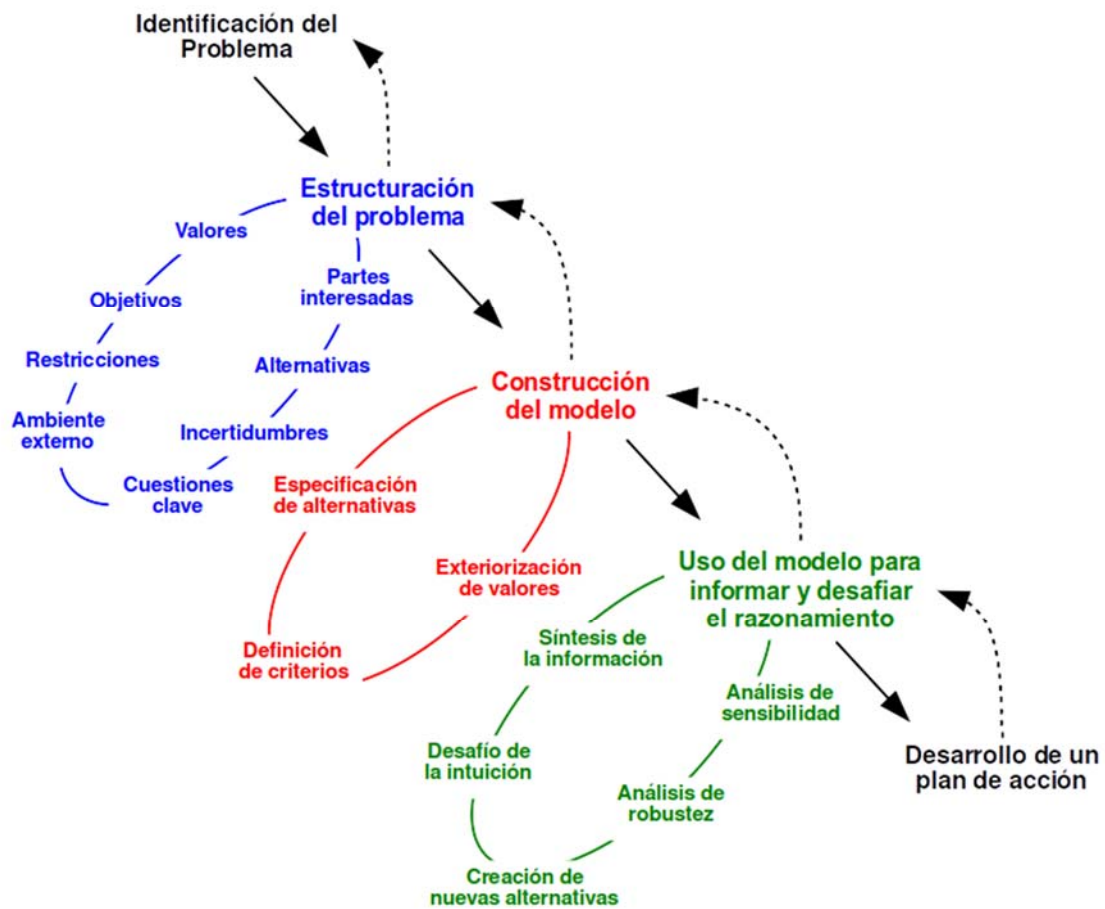
Para abordar complejidades como las descritas, a fines del siglo xx se desarrolló el *Análisis para la Decisión con Criterios Múltiples*, un campo del conocimiento al cual contribuyeron disciplinas relativamente más antiguas como la Ciencia de la Administración, la Investigación de Operaciones y la Teoría de la Decisión. Su enfoque enfatiza en la noción de criterios de decisión como medidas de los méritos relativos de las soluciones y admite que los problemas significativos se componen con múltiples y conflictivos criterios. Más allá de sus numerosas técnicas y métodos, que no se presentarán aquí, es útil considerar con cierta profundidad la conceptualización del proceso analítico que este campo disciplinar ha desarrollado, tal como lo proponen Belton y Stewart (2002). Habiendo identificado una situación problemática, estos autores han agrupado las consideraciones relevantes del proceso en tres etapas (figura 8.1):

- Estructuración del problema, una etapa en la que debe primar el razonamiento divergente y creativo y cuyo propósito principal debe ser la identificación y sistematización de una serie de aspectos significativos. Reconociendo que es poco usual que los problemas se presenten idealmente formalizados, es necesario identificar a las partes interesadas y los valores que las mismas sostienen, lo que permitirá establecer los objetivos o metas y sus restricciones, entre las cuales se contarán las que sean externas al ambiente de la decisión y que no deben ser ignoradas. Además, se deben identificar lo más exhaustivamente posible todas las acciones alternativas que, luego de implementadas, permitan alcanzar las metas. Finalmente, se deben explicitar todas las cuestiones que se consideren importantes y sopesar todo lo analizado a la luz de las incertidumbres, asumiendo que necesariamente se presentarán.

- Construcción del modelo, una etapa en la que el razonamiento debe enfocarse y ser menos divergente. El objeto de la etapa es formalizar las relaciones en un modelo que permita realizar un análisis sistemático, exhaustivo y transparente de los mecanismos de solución considerados y sus méritos. Para ello se deben elucidar los valores en juego y expresarlos como criterios que permitan establecer una estructura de preferencias para el logro de los diferentes objetivos, su variación conjunta y sus interrelaciones. Luego, el modelo debe relacionar todas las acciones alternativas que se han concebido y que sean factibles de implementar, prediciendo su desempeño en términos del cumplimiento de todas las metas.
- Uso del modelo, otra etapa en la que el razonamiento debe seguir concentrado y cuyo propósito es sintetizar y comunicar los resultados del análisis, facilitando la profundización del conocimiento del problema. Una vez que el modelo ha permitido resolver el problema, los análisis complementarios de sensibilidad y robustez ayudan a determinar los alcances y limitaciones de la solución encontrada, estableciendo en qué condiciones dejarían de ser aceptables, buenas u óptimas. Es también la etapa en que se pueden identificar, o incluso desarrollar, nuevas alternativas de solución que resulten de la comprensión más profunda del problema y del desafío al sentido común y la intuición para, finalmente, desarrollar un plan de acción.

Figura 8.1

El proceso de análisis para la decisión con criterios múltiples



Nota. Adaptado de *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach* (p. 6), V. Belton y T. Stewart, 2002, Springer US.

Como se puede notar en la figura 8.1, el proceso debe ser concebido como uno de naturaleza iterativa, en el que está permitido volver a etapas anteriores en cualquier circunstancia, en un sentido semejante al de la mejora continua ya presentado. Esto es así porque el propósito definitivo es tomar una decisión analizada o considerada más profundamente y mejor argumentada o justificada.

Por último, cabe destacar la importancia de separar con claridad las funciones de quienes toman las decisiones de aquellos que los ayudan a hacerlo. Naturalmente, no toda decisión que resuelve una situación problemática necesita del tipo de auxilio o asesoramiento implícito en el proceso descrito. Los problemas sencillos y las decisiones de bajo riesgo son ejemplos que se pueden dar al respecto. Y también habrá situaciones en las que el propio responsable de tomar la decisión sea capaz de llevar adelante el análisis. Sin embargo, en la mayoría de los problemas del mundo real lo recomendable será que ambas funciones se mantengan claramente

identificadas y separadas para evitar el riesgo mayor de confundirlas: que quien auxilia al que toma la decisión termine reemplazándolo por completo.

En esencia, quienes son responsables de tomar la decisión definen los valores en juego con la decisión y sus importancias relativas. Disponen además de los insumos y recursos necesarios y también establecen las restricciones que operan, afrontando las consecuencias de las soluciones, sean estas positivas o negativas. Económicamente hablando se podría decir que son quienes afrontan los costos y se apropian de los beneficios. En la realidad, y cumpliendo estas funciones de responsables de tomar decisiones, se pueden identificar desde personas individuales hasta organizaciones, tanto gubernamentales como no-gubernamentales y con propósitos económicos o extraeconómicos. Sus propios mecanismos de decisión y gobernanza plantearán diferentes complejidades para llegar a la decisión. Un caso sencillo podría ejemplificarse con un pequeño productor que vive con su familia en tierra propia. Un caso de complejidad intermedia podría presentarse en una empresa en la que muchas decisiones las toman los gerentes, que no son accionistas ni propietarios de la organización económica. En una organización no gubernamental el ejemplo podría asemejarse con decisiones tomadas por un cuerpo colegiado directivo en el cual la membresía delega muchas decisiones. Los casos de mayor complejidad tal vez lo representen las agencias de gobierno cuyos funcionarios toman decisiones sobre recursos naturales que son de propiedad pública, es decir de la sociedad toda. Considerando a quienes ayudan a tomar decisiones, en esencia son quienes disponen del saber científico y técnico, además de la experiencia, para llevar adelante un proceso de análisis relativamente sofisticado como el que se describió. Su participación será crítica en problemas complejos, ya sea por su escala o por su intensidad, que además suelen presentarse mal o pobremente estructurados. Su intervención es requerida en todas las etapas del proceso analítico, con la excepción ya notada de establecer los valores en juego. Por lo demás, Belton y Stewart (2002) identifican dos tipos principales de auxiliares de la decisión, los analistas y los facilitadores. Dejando de lado que ambos tipos pueden ser ejercidos indistintamente por personas u organizaciones, en general se asocia las funciones de facilitadores con quienes tienen la capacidad para gestionar procesos de discusión y decisión de grupos, en los que los mecanismos de gobernanza pueden ser intrincados. En esta sistemática, la función de analista describe al resto de las situaciones, en las que los mecanismos de decisión son más directos. Sí cabe destacar que ambos tipos de funciones demandan como competencia principal la capacidad para modelizar la situación problemática, es decir para representarla de una manera más o menos abstracta, pero en cualquier caso significativa y útil para la solución.

Estas observaciones sobre el proceso de gestión y el proceso de análisis para desarrollar un plan de acción pueden considerarse como genéricas y procedimentales. De manera complementaria, el manejo forestal ha adoptado otro enfoque de planificación que merece ser analizado con cierta profundidad.

La planificación jerárquica en el manejo forestal

Luego de las formulaciones seminales, publicadas por el biólogo alemán Ludwig von Bertalanffy en 1950, pocas ideas han resultado tan influyentes en el pensamiento científico universal como la teoría general de los sistemas. Las ciencias de la administración no fueron la excepción y han sabido construir un sólido cuerpo de conocimientos en torno a la noción de las organizaciones, en sentido amplio, concebidas como sistemas. En este campo disciplinar, Simon (1960) fue el primero en notar que las organizaciones grandes presentan estructuras jerárquicas de manera casi universal. Advirtiendo que por conveniencia analítica asimilaría el proceso de gestión o administración con su proceso de decisión concomitante, al punto de considerarlas laxamente como expresiones sinónimas, en este trabajo sugiere considerar la secuencia en que se toman las decisiones. Así distingue tres fases, a las que llama inteligencia, diseño y selección. Las actividades de inteligencia refieren al estudio del ambiente para detectar condiciones que demanden una decisión y la denominación está tomada del sentido militar del término. En la fase de diseño las actividades refieren al desarrollo, creación o análisis de los posibles cursos de acción. La fase de selección refiere a la elección del curso de acción específico que se seguirá. En el mismo trabajo también introduce la idea de una organización representada como una torta de tres pisos. En el piso basal ubica los procesos básicos de trabajo, los que se realizan o materializan. En una organización industrial, por ejemplo, serían los que consumen insumos para manufacturar, almacenar y distribuir los productos. En el piso del medio se tienen los procesos de decisión programados, aquellos que gobiernan las operaciones básicas. En el piso superior están los procesos de decisión no programados que se requieren para el diseño y rediseño del sistema como un todo, para que cumpla las metas y objetivos trazados.

En términos de proceso de decisión, puramente, y dejando el piso basal de lado por un instante, lo relevante aquí es explicitar la distinción que hace Simon (1960) entre decisiones programadas y no programadas, con la única advertencia de que deben ser analizadas como los extremos de un continuo totalmente poblado de intermedios. Las programadas son aquellas decisiones que se toman para lidiar con situaciones que tienden a presentarse de manera repetitiva o rutinaria, de forma tal que se justifica el desarrollo de un procedimiento definido para evitar considerar el problema cada vez que la situación se presenta. Es ilustrativo que el autor indica que la designación programada está inspirada en los programas de computadora, señalando que los procedimientos que se definan tendrían que asemejarse a ellos, en particular en la especificación inequívoca del curso de acción ante cada situación. Las decisiones no programadas, por su parte, se necesitan para enfrentar situaciones caracterizadas por su novedad, por su pobre o imprecisa estructuración y por sus consecuencias significativas. Cabe consignar que, aun cuando se haya tomado el sentido computacional de la programación para caracterizar a una de ellas, eso no debe llevar a pensar que la otra no es susceptible de ser automatizadas de cierta manera y hasta cierto punto. Sin embargo, y tal como lo preveía Simon (1960), aún hoy es poco probable que las decisiones no programadas puedan ser automatizadas

de manera total, de modo que su pronóstico fue que estarían a cargo de sistemas híbridos de máquinas y seres humanos.

Como una suerte de corolario a todas estas conceptualizaciones, Simon (1960) esboza los rudimentos de una teoría de la jerarquía y señala que las organizaciones tenderán a asumir estructuras jerárquicas en tanto sus actividades se desarrollen en ambientes complejos. En sus propias palabras: «la jerarquía es la forma adaptativa que una inteligencia acotada debe asumir para enfrentar la complejidad». Y como era de esperar de un pensador sistémico, muy poco tiempo después, Simon (1962) generalizó estas ideas a todo tipo de sistemas, sean estos físicos, biológicos o sociales, tanto naturales como antrópicos, sentando las bases de lo que actualmente se reconoce como una teoría de la jerarquía, a la que se considera además como un pilar fundamental para construir una teoría de la complejidad (Wu, 2013).

En un contexto específicamente forestal, Gunn (2005) considera que el uso de criterios e indicadores como una forma de materializar la sustentabilidad se ha asociado con la noción de manejo adaptativo y, por esta vía, con la teoría del control óptimo del pensamiento sistémico. Presentada de la forma más sencilla, la idea consiste primero en seleccionar un conjunto apropiado de indicadores y establecer niveles cuantitativos para describir estados deseables o aceptables del bosque, concebido como un sistema retroalimentado. Luego se deben establecer mecanismos de monitoreo para observar oportunamente los valores de esos indicadores. Finalmente, si la diferencia, también llamada error, entre lo observado y lo deseable supera niveles preestablecidos para cualquier indicador, se deben implementar acciones de manejo que tiendan a anular esa diferencia. El autor asocia gráficamente esta idea con el termostato de un aire acondicionado y la considera inherente al proceso de establecimiento de niveles para los indicadores seleccionados. Sin embargo, a pesar de su atractivo conceptual, y sin dejar de señalar que pueda resultar sorprendente, concluye que es muy cuestionable que así se pueda concretar el manejo forestal sustentable. Los argumentos críticos repasan la dificultad para establecer los niveles adecuados para todos los indicadores del manejo forestal sustentable, por una parte. Por otra parte, el gran número de indicadores, en el orden de varias decenas, determinan un espacio de estados virtualmente infinito que tornan materialmente imposible alcanzar, y luego mantener, un sistema equilibrado. También nota que la teoría del control óptimo demanda que los sistemas sean observables y controlables, condiciones que tienen un sentido técnico bien especificado y que los bosques como sistemas manejados no satisfacen. A ello debe agregarse que diseñar un control que preserve la estabilidad de estos sistemas, una exigencia para enfrentar la incertidumbre, es extremadamente difícil, dados los espacios de estados dimensionalmente grandes ya señalados. Despojada de las estrictas exigencias de la teoría del control, el manejo adaptativo puede ser presentado más genéricamente como la respuesta para enfrentar la incertidumbre derivada de gestionar sistemas que cambian, responden y evolucionan de manera esencialmente incognoscible. Para ello, las acciones de manejo deberían concebirse explícitamente como experimentos que manipulan el sistema buscando balancear su desempeño como productores de bienes y servicios económicos, por una parte, con el aprendizaje de la dinámica subyacente del mismo que puede realizar el administrador, por la otra. Si bien es

legítimo contraponer esta concepción con la alternativa de planificar y decidir, puramente basada en los resultados de la investigación básica convencional previa, su aplicación a escala ecosistémica o de paisaje y en el nivel plenamente operacional supone riesgos potencialmente en las mismas escalas, es decir significativos.

En síntesis, Gunn (2005) concluye que tomar de manera demasiado literal las ideas de la teoría del control óptimo o del manejo adaptativo implica el riesgo de usar estos enfoques sistémicos particulares excediendo su legitimidad. Para evitarlo propone tomar los criterios e indicadores del manejo forestal sustentable como una expresión de ciertos valores contextuales dentro de los cuales se debe o se desea operar. Y en tanto se consideran contextuales, los administradores podrán proceder a desarrollar sus propias estrategias en el marco de dicho contexto, para lo cual es más recomendable que se apoyen en enfoques de planificación jerárquica correctamente concebidos como una forma de reducir la complejidad y enfrentar la incertidumbre que caracterizan a cierto tipo de problemas cuya solución se busca. Sin lugar a dudas, el problema del manejo forestal sustentable, con sus largos horizontes temporales, incluyendo expresiones ciertas de perpetuidad, y sus amplias escalas espaciales, pertenece a este tipo de problemas.

En este punto tal vez resulta pertinente precisar que por una jerarquía se refiere a un sistema estructurado en capas o niveles que tienen relaciones asimétricas (Wu, 2013). O, como lo expresó Simon (1962): «un sistema que está compuesto de subsistemas interrelacionados, cada uno de los cuales está, a su vez, estructurado jerárquicamente, hasta que se alcanza un cierto nivel elemental de subsistema». Más específicamente, Martinelli (2001) clasificó 19 jerarquías de sistemas útiles para la gestión en cuatro subgrupos, uno de los cuales interesa aquí puesto que los criterios que lo segregan es el carácter administrativo, por una parte, y el énfasis puesto en los niveles de decisión, por la otra. Con justicia, Martinelli (2001) ubica como pionero de este subgrupo a Simon (1960), con su torta de tres pisos para la gestión de una organización y su secuencia de decisiones descompuesta en inteligencia, diseño y selección. Las otras jerarquías clasificadas en el grupo extienden el número de niveles de decisión a cuatro, cinco o siete y adoptan otras denominaciones para ellos. Sin abandonar los tres niveles básicos, aquí se tomarán como una razonable equivalencia las denominaciones estratégico, táctico y operacional, actualmente más populares, para las denominaciones más metafóricas de inteligencia, diseño y selección, respectivamente, adoptadas por Simon (1960). Cabe consignar que los niveles adicionales propuestos por otros autores en general resultan de desdoblar alguno de aquellos tres niveles básicos en dos o tres. Por ejemplo, un autor incluye un cuarto nivel al que llama producción y que está por debajo del nivel operacional. Otro autor además desdobla el nivel táctico en dos, uno para la organización y otro para la operación, este último subordinado al primero (cf. Martinelli, 2001).

Retomando a Gunn (2005), los tres niveles jerárquicos de decisión y gestión pueden denominarse y describirse de la siguiente manera:

- Análisis estratégico, también decisiones estratégicas. Define la función y la naturaleza de la organización y los recursos que tendrá a su disposición.

- Planificación táctica. Se propone hacer el uso más eficiente de los recursos que la organización tiene a su disposición.
- Control operacional. Programación detallada de las actividades que hacen que el sistema funcione.

En otras palabras, en el nivel estratégico se especifican y cambian los objetivos de la organización, al igual que se establecen las políticas para regular la adquisición y uso de los recursos que se usarán para alcanzar los objetivos. En el nivel operacional, en cambio, las preocupaciones son que las actividades inmediatas se realicen de manera eficiente, es decir cumpliendo las relaciones técnicas óptimas entre insumos y productos. El planeamiento táctico es el proceso que los relaciona jerárquicamente, descomponiendo los objetivos estratégicos, usualmente expresados en términos aspiracionales, en metas menos globales y especificadas de manera más sustantiva, coordinando y monitoreando las acciones para garantizar el logro de todas las metas en todos los niveles.

Retomando a Gunn (2005), en cada nivel las decisiones deben tomarse en el marco de los objetivos y metas adoptados para ese nivel, los cuales ejercerán restricciones sobre las decisiones en niveles inferiores. A su vez, la planificación y control en los niveles bajos proveerán información para el análisis de sensibilidad y la factibilidad de las restricciones impuestas por los niveles más altos. En un sentido absolutamente inespecífico, es útil señalar importantes diferencias en los horizontes temporales, alcances, personas involucradas, al igual que en otras características importantes, entre los tres niveles de decisión y gestión identificados. En la tabla 8.1 se detallan varias de estas características importantes para algunos atributos de los problemas de cada nivel de decisión.

Tabla 8.1

Características de algunos atributos de los problemas de decisión en los tres niveles de la planificación jerárquica

Atributo	Análisis estratégico	Planificación táctica	Control operacional
Objetivos	Adquisición de recursos	Asignación de recursos	Uso de recursos
Horizonte temporal	Largo	Medio	Corto
Alcance	Amplio	Mediano	Estrecho
Nivel de detalle	Poco detallado	Moderadamente detallado	Muy detallado
Incertidumbre (Riesgo)	Alta	Moderada	Baja
Información	Externa/interna	Externa/interna	Interna
Gerencia	Alta	Media	Baja

Nota. Adaptado de Sustainable forest management: control, adaptive management, hierarchical planning (p. 11), E. A. Gunn, 2005, *Proceedings of the 2003 Symposium on systems analysis in forest resources*. General Technical Report PNW-GTR-656, USDA Forest Service.

Ya de manera específica, en el nivel estratégico del manejo forestal se deberían desarrollar estrategias que permitan analizar las consecuencias e impactos a largo plazo, tanto en la dimensión económica como en la social y ecológica, de los potenciales cursos de acción. Tradicionalmente el énfasis estuvo puesto en elucidar la sustentabilidad de las cosechas de madera y la viabilidad económica. Y solo recientemente se agregaron las preocupaciones sociales y ecológicas. En todos los casos, en este nivel las consideraciones son a gran escala y en el nivel de paisaje (Bettinger, 2017). En sentido estricto, esta planificación debe abarcar espacialmente toda la unidad de manejo forestal y extender sus análisis más allá de sus límites, si la escala de paisaje de alguno de sus componentes lo sugiere. Temporalmente debe desarrollarse a largo plazo, pudiendo tomarse como expresión de tal un período de tiempo no menor a una rotación típica de las especies más comunes manejadas en la unidad de manejo forestal e ir más allá, hasta dos rotaciones o incluso a perpetuidad.

Dadas las características de la planificación estratégica, el nivel de detalle, tanto espacial como temporal, se suele sacrificar para abarcar superficies mayores y períodos de tiempo más extensos. Concretamente, los rodales forestales, que no pueden ser concebidos sin su identidad espacial, suelen ser agrupados o agregados por sus características en unidades mayores que comparten en común, por ejemplo, composición específica, edad, densidad y calidad de sitio, pero que están espacialmente disyuntos. A tales agregados se les puede denominar estratos forestales (Bettinger, 2017). En algunos casos, con esta representación se suelen reducir las unidades de análisis y decisión desde decenas o centenas de miles de rodales, a poco más de un millar de estratos. En la representación del tiempo, por su parte, no se usan resoluciones menores al año, siendo lo más común que las unidades sean plurianuales, concretamente bienales, quinquenales y también decenales. La práctica de simplificar la resolución espacial y temporal, evitando considerar detalles que no resultan significativos para el problema que se está intentando resolver, también es recomendable para no oscurecer las relaciones esenciales y las tendencias y patrones específicos que se deben valorar en el análisis estratégico.

Tradicionalmente, el objetivo más usado en este nivel para regular la planificación es la maximización del valor actual neto del patrimonio forestal. Alternativamente se puede planificar con el objetivo de minimizar los costos de aprovisionamiento de materia prima, típicamente madera, para una demanda especificada. Naturalmente, otras medidas económicas semejantes pueden especificarse como objetivos a optimizar. En cuanto a la producción de madera, también se suele especificar la maximización del nivel de cosechas, expresado en volumen de madera, condicionada a cumplir con un patrón de constancia temporal que es más conocido como rendimiento sostenido. Con el advenimiento del uso múltiple y la sustentabilidad, otros objetivos han comenzado a ser planteados para este nivel de planificación. Ejemplos de ellos son la minimización de la producción de sedimentos en la cuenca de la unidad de manejo forestal, la

maximización de la provisión de agua de calidad en la cuenca de la unidad de manejo forestal, el mantenimiento de niveles de empleo en el tiempo, la provisión garantizada de superficies suficientes de hábitat apropiado para mantener poblaciones viables de especies seleccionadas de la flora o la fauna silvestre, el mantenimiento de altos niveles de dióxido de carbono secuestrado en la biomasa forestal, entre otros.

En el nivel táctico, la planificación del manejo forestal tiene el propósito primario de tender un puente entre las decisiones estratégicas y el control operacional. Como se dijo, en el análisis estratégico se suelen hacer formulaciones espacialmente abstractas y de baja resolución temporal, lo que resulta en planes que no son directamente implementables, al menos sin consideraciones adicionales. Entonces, se puede afirmar que en la planificación táctica el problema principal radica en definir un plan de acción que sea espacialmente explícito y que, además de factible, implique el cumplimiento de los objetivos buscados con las decisiones estratégicas y la realización o materialización de las consecuencias positivas predichas. La práctica corriente es fijar un horizonte temporal plurianual, aunque corto en relación con el horizonte de planificación estratégico y que esté en proporción con su duración. Así, para especies de rotaciones cortas, los planes tácticos se extenderán entre dos y cinco años, mientras que en especies de rotaciones largas se extenderán cinco, diez hasta veinte años. En cualquier caso, la resolución temporal rara vez es diferente a un año. Luego, considerando las actividades y acciones indicadas por el plan estratégico para el período de tiempo que abarca el primer horizonte de planificación táctico, se hacen las asignaciones específicas a unidades con identidades espaciales reales y concretas de la unidad de manejo forestal, desarmando cualquier tipo de agregación o simplificación que se haya hecho en el nivel estratégico. Es común que esto resulte en un plan táctico que no alcance a cubrir toda la unidad de manejo forestal.

Dado que la planificación táctica es, en esencia, una traducción de las estrategias globales y de largo plazo en planes espacialmente acotados y realizables en el mediano plazo, los objetivos que se suelen definir para resolver los problemas de este nivel de planificación son los mismos que para el nivel estratégico. Por supuesto, las formulaciones de estos objetivos, ya sean económicos, sociales o ecológicos como los que se describieron más arriba, deben reflejar la correspondiente adecuación a las escalas espaciales y temporales más acotadas de la planificación táctica. Finalmente, en este punto cabe consignar que algunos objetivos del manejo forestal encuentran en el horizonte temporal adoptado para la planificación táctica la escala temporal adecuada para su gestión estratégica. Y lo propio puede ocurrir con el alcance espacial de la planificación táctica, e incluso con algunas actividades típicas de los planes de manejo forestal. Ejemplos plausibles de esto pueden ser el diseño de la red caminera forestal de primer orden, la viabilidad de ciertas poblaciones de especies de ciclos vitales cortos (e.g. insectos, roedores, aves, reptiles), la gestión de ciertos y determinados impactos ambientales como los diseñados para el control de la erosión en microcuencas, entre otros, a los que bien podrían agregarse muchos de los indicadores del desempeño social del manejo forestal.

Como ya se dijo, en el nivel operacional la preocupación central es la implementación eficiente de las actividades que se han previsto para cumplir los objetivos y mantener el sistema entero

en funcionamiento. De allí que la designación control operacional describa mejor el problema de gestión que se debe abordar, aunque ello no debe llevar a pensar en lo absoluto que se trata de realizar acciones no planificadas. Más bien se trata de planes de corta o cortísima duración, la mayoría de los cuales son llevados a la práctica inmediatamente de adoptados, para completarlos rápidamente, además. Lo típico en la gestión forestal es que el horizonte de planificación no exceda el año de duración, siendo muy popular la variante del plan operativo anual. Las resoluciones temporales van desde el día o la semana hasta la quincena o el mes, dependiendo del tipo de actividades específica que se trate. También es típico de la gestión forestal que la escala espacial sólo abarque fracciones de la unidad de manejo forestal. Al igual que en la planificación táctica, en el control operacional todo debe concebirse de manera espacialmente explícita. De manera congruente, en este nivel todo se especifica de la manera más detallada posible.

Algunos problemas típicos del control operacional permitirán ilustrar mejor la noción de planes que alcanzan como mucho un año de duración y en los que la oportunidad en que se deben realizar las operaciones es sustancial. Operacionalizar la cosecha forestal es, en sí mismo, un típico problema de este nivel que incluye planificar los caminos forestales de segundo y tercer orden y luego construirlos, adoptar un programa de trozado de los fustes en rollizos y luego asignar equipos, insumos y mano de obra para el apeo, desrame y trozado. Luego se debe asignar equipos, insumos y mano de obra para el arrastre, carga, descarga y transporte de rollos, desde el tocón hasta la playa de la industria. El mismo detalle de operacionalización se debe concebir para las restantes actividades silviculturales como los raleos, las podas y la plantación, al igual que para otras prácticas culturales o ingenieriles como quemas prescriptas, acondicionamiento de parches para proveer conectividad o mejorar su aptitud como hábitat para la fauna silvestre (árboles percha, refugios, etc.) u obras de corrección de torrentes, entre otras.

Por su propio carácter, es razonable que los objetivos que se plantean los planes operacionales se establezcan en términos de minimización de los costos de implementar las acciones en los niveles previstos. Otro planteo plausible para este nivel es planificar para obtener el máximo desempeño de un indicador sin exceder el consumo de un cierto nivel de los insumos. En sí, ambas formulaciones hacen referencia al criterio de eficiencia que respeta las relaciones técnicas óptimas entre insumos y productos que se señaló como característico de este nivel.

Naturalmente, todos los niveles de planificación y gestión detallados se apoyan en las estimaciones y predicciones de uno o más modelos. En sistemas de planificación jerárquica resultará igualmente natural que se usen modelos diferentes, en cada caso más adecuados al tipo de problemas que están representando y ayudando a resolver. Sin entrar en demasiados detalles sobre los modelos, se puede afirmar que en niveles jerárquicos superiores los modelos emplearán información agregada y apropiada para períodos de tiempo relativamente largos. Luego, además de resolver los problemas específicos de su nivel, deben proveer información de contexto para los modelos de los niveles inferiores, particularmente en la forma de limitaciones y restricciones. Así se pueden establecer estrategias exitosas para la autopreservación de la organización en su función esencial y para establecer hacia dónde debe dirigirse, especificando

metas, objetivos y la propia escala de valores a observar. A su vez, los modelos para niveles jerárquicos inferiores emplean información más detallada y adecuada a períodos de tiempo más cortos. Análogamente, además de resolver los problemas específicos de su nivel, deben suministrar información de factibilidad y apropiada para el análisis de sensibilidad para los niveles superiores. Esto es particularmente relevante en los modelos tácticos, que no sólo deben ayudar a asignar eficientemente los recursos asignados por la estrategia, sino también deben retroalimentar la decisión estratégica con los análisis de sensibilidad aplicables al uso de tales recursos y sus méritos relativos cuando se aplican en niveles diferentes en estrategias que se están comparando (Gunn, 2005).

En el tratamiento de la incertidumbre, es común que los modelos estratégicos asuman un comportamiento determinista del sistema representado, más allá del realismo, mientras que los de bajo nivel usualmente se ejecutan cuando la información precisa se torna disponible, produciendo resultados más confiables. En cuanto a la implementación, los planes de largo plazo se desarrollan para múltiples períodos, pero sólo se ejecutan realmente las acciones del período inmediatamente siguiente, el primero, que es normalmente el actual o corriente. Este esquema de planificación con implementación temporalmente móvil también es una forma de lidiar con la incertidumbre a largo plazo. De acuerdo con Gunn (2005), un modelo determinista con implementación móvil del período inmediato siguiente está teóricamente justificado si el sistema forestal gestionado es de gran escala y existen suficientes oportunidades para volver a planificar.

Recordando que el proceso de gestión, en el caso del manejo forestal, refiere a un bio-socio-sistema, o mejor aún, a un eco-socio-sistema, en este punto conviene repasar los cinco principios generales que Allen (2008) detalló para el ordenamiento de las jerarquías, en sistemas ecológicos:

1. Los niveles más altos operan con menores frecuencias, o más lentamente, que los niveles más bajos.
2. Los niveles más altos ejercen restricciones sobre los niveles más bajos.
3. Los niveles más altos funcionan como contexto de los niveles más bajos.
4. Los niveles más altos exhiben acoplamientos más débiles entre sus componentes que los que exhiben los componentes de niveles más bajos.
5. En jerarquías anidadas, los niveles más altos contienen a los niveles más bajos o están constituidos por ellos.

En el marco de estos principios se puede apreciar mejor algunas observaciones de Gunn (2005). Así, la expresión que indica que en cada nivel las decisiones deben tomarse en el marco de los objetivos y metas de ese nivel, los cuales ejercerán restricciones sobre las decisiones en niveles inferiores puede verse como una manifestación del segundo principio de Allen (2008). La duración del horizonte temporal adecuada al nivel, más larga en el nivel estratégico y más corta en el operacional, es congruente con la aplicación del primer principio. Aunque el autor no lo señala, a estas observaciones podría agregarse que toda consideración espacial de la planificación del manejo forestal reclama un abordaje esencialmente anidado, más que un

principio, el quinto de Allen (2008), una propiedad de los sistemas complejos. Por último, su sugerencia de considerar a los criterios e indicadores del manejo forestal sustentable como valores que expresan la función y naturaleza de la organización forestal no es más que una manifestación del tercer principio, si a tales valores se les concede el estatus de estratégicos. Como ya se dijo, por un parte debería evitarse la potencial confusión en el uso de indicadores como se propuso al analizar el modelo del termostato, puesto que tal abordaje es inherentemente táctico u operacional, en tanto no se preocupa por la adquisición de recursos sino por su asignación o uso eficiente. Y por otra parte, como también se dijo, debería considerarse a los criterios e indicadores como el contexto (tercer principio) para el desarrollo de estrategias, entendidas éstas como una noción de aquello que se quiere hacer y la forma en que se acepta hacerlo. Luego, en el nivel de planificación jerárquica que corresponda, ya sea táctico u operacional, se pueden adoptar los valores de los indicadores aplicables al propio sistema de gestión, habiendo meritado el impacto de su factibilidad y sensibilidad en las estrategias alternativas consideradas.

El plan de manejo

La planificación del manejo forestal se explicita y detalla en un instrumento que universalmente se conoce como plan de manejo. Desde la segunda mitad del siglo XVIII y hasta no hace mucho tiempo atrás, el plan de manejo era un documento impreso en papel que constaba, según lo describe Mutarelli (1963, 1964), de una parte literaria compuesta por memorias preliminares y planillas, la que además se completaba con planos. Las memorias preliminares típicamente se expresaban en prosa, mientras que las planillas, normalmente muy numerosas, se expresaban como cuadros o tablas para comunicar toda la información cuantitativa. Los planos, por su parte, expresaban y sintetizaban la información espacialmente referenciada. Obviamente, en la actualidad los soportes para la información y las ideas que se documentan en un plan de manejo son típicamente digitales.

Por su valor histórico en Argentina, aquí se repasará sintéticamente la estructura de un plan de ordenación que propuso Mutarelli (1963, 1964) para nuestros bosques espontáneos. Con justicia puede considerarse a este autor como el padre de la Ordenación Forestal en el país y a su propuesta, además de reconocerle el valor histórico intrínseco por ser la primera publicada, también se la puede señalar como un reflejo arquetípico de las influencias europeas, principalmente alemanas, croatas y españolas, imperantes entre los forestales argentinos de esos tiempos. Por otra parte, también se apreciará con facilidad que varias de las ideas son las mismas que se presentaron más arriba, si bien con otras designaciones o denominaciones. De acuerdo con Mutarelli (1963, 1964), la estructura del plan de ordenación debe incluir:

- Memorias preliminares:
 - Estado Legal, Natural, Forestal y Económico.

- Ordenación Propiamente Dicha (División del bosque, Método de Beneficio, Turno, Posibilidad, Métodos de Ordenación).
- Planes Especiales.
 - Planillas: de superficies, de descripción de los rodales, de árboles tipo, de clases diamétricas, de cálculo de la Posibilidad según Tramos y Períodos.
 - Plan Especial de Aprovechamiento (cortas).
 - Plan General y Especial de Mejoras.
 - Planos: General y Especiales.

En los estados se hace una descripción de la unidad de manejo forestal, a la cual se solía denominar *cuartel forestal*, desde los correspondientes puntos de vista. En el estado legal entonces se volcaba información relativa a la propiedad y tenencia de la tierra, derechos y restricciones de uso, los límites y su demarcación, además del encuadre jurisdiccional en relación a las autoridades forestales, fiscales y judiciales, entre otras importantes. En el estado natural se proveía una descripción del ambiente en el cual se localizaba geográficamente la unidad de manejo forestal, es decir de la topografía y relieve, del clima y suelos, de la flora y fauna nativa, además de los usos locales de la tierra. En el estado forestal se detallaba la metodología del inventario forestal adoptado para cuantificar el estado del bosque y se volcaban los resultados del mismo. En el estado económico se hacía una descripción del contexto económico en el que operaba la gestión de la unidad de manejo forestal, incluyendo las vías de saca (red de caminos) existentes y a construirse, costos operativos varios (aprovechamiento, transporte, transformación industrial), precios de insumos y productos y una valoración del patrimonio forestal.

En las secciones de la ordenación propiamente dicha se presentaba una división del bosque, la división dasocrática. Esta división no era más que una clasificación jerárquicamente anidada de unidades definidas espacialmente, empezando por el rodal, el nivel más bajo y segregado en base a consideraciones exclusivamente silviculturales. Se ascendía hacia el grupo de rodales o cantón, un conjunto de rodales esencialmente contiguos. Más arriba se encontraba el cuartel forestal, usualmente concebido como la unidad territorial para planificar el rendimiento sostenido. La jerarquía se completaba con las comarcas y secciones, los niveles superiores segregados entre sí por sus atributos económicos prevalentes. El método de beneficio, denominación española del método de reproducción, también requería describir la silvicultura adoptada. Y en la sección del turno se debían explicitar los criterios para determinar la madurez de los árboles y rodales para su cosecha. La posibilidad describía la determinación cuantitativa del nivel de cosecha, expresado en volumen, que se podía prescribir y en el método de ordenación se debía describir la estrategia de conversión, es decir, cómo se planeaba alcanzar la estructura del bosque normal.

Con este énfasis en el bosque normal, el período de regeneración del método de reproducción adoptado se usaba como el principio organizador principal. Sintéticamente expresada, la idea consistía en definir un período de regeneración único que fuera múltiplo del turno, también único, y subdividir el turno, es decir el horizonte de planificación de largo plazo, en períodos de igual

duración. Luego se conformaban los tramos, a razón de uno para cada período de tiempo, asignando cada rodal a un tramo, el que resultaba ser entonces una unidad dasocrática que se definía para garantizar la regeneración de todos los rodales asignados a ese tramo durante el correspondiente período de regeneración. La consigna era recorrer todo el tramo en un período de regeneración y toda la unidad de manejo forestal, el cuartel forestal, en un turno. En su versión más madura, esta idea sólo se preocupaba por detallar las asignaciones al primero de los tramos, el que se intervendría inmediatamente con cortas reproductoras y al que se designaba como único. También se lo concebía como móvil, es decir con revisiones periódicas frecuentes de las asignaciones de rodales a ese tramo único.

Luego de describir todo lo relativo a la ordenación propiamente dicha, se debía detallar el resultado de la planificación en lo que se denominaba el plan especial de aprovechamientos o cortas. En este plan se describía, mediante cuadros y tablas, la asignación espacio-temporal de las cortas reproductoras, es decir las que proveían la posibilidad principal en madera, para un horizonte temporal que no debía exceder los diez años. El plan de cortas iba acompañado por otro plan especial de igual horizonte temporal, el de mejoras, en el cual se programaban otro tipo de intervenciones que no tenían un sentido silvicultural estricto: construcción y mantenimiento de la red caminera, de la infraestructura, delimitaciones y amojonamientos, entre otras. También se sugería elaborar un plan general de mejoras, en este caso con un horizonte temporal igual al turno.

Por último, en tanto esquema de planificación, estos planes de ordenación debían perfeccionarse con lo que se denominaban revisiones y de las que se reconocían dos tipos. Las revisiones ordinarias debían completarse al término de cada plan especial y en ellas se debían volcar todas las diferencias entre lo planeado y lo efectivamente ejecutado, además de todos los cambios que fueran necesarios para enmendar errores o mejorar estimaciones cuantitativas. También era la oportunidad para afectar y desafectar rodales al tramo en el que se estaba trabajando. Todo debía concluir con otro plan especial de cortas y otro plan especial de mejoras. Las revisiones extraordinarias, en cambio, debían emprenderse ni bien se tomara una decisión que implicara un cambio sustancial en alguno de los parámetros que organizan la ordenación, como un nuevo sistema silvícola, el propio turno o la duración del período de regeneración, por ejemplo. También debía emprenderse este tipo de revisión como consecuencia de afectaciones o desafectaciones significativas de tierras a la unidad de manejo forestal, o bien cuando el patrimonio forestal resultaba severamente disminuido por eventos meteorológicos extremos como incendios, tornados o sequías, o por plagas y enfermedades masivas. Esencialmente, una revisión extraordinaria consistía en formular un nuevo plan de ordenación, adecuado a las nuevas condiciones y que reemplazara al anterior.

Por su importancia actual, acá también se hará un breve repaso por las especificaciones normativas vigentes con relación al manejo forestal en tanto actividad antrópica de uso de los bosques en Argentina. Como se sabe, el sistema de gobierno argentino es de naturaleza federal y el texto constitucional vigente desde 1994 ha establecido como novedad que corresponde a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en su territorio

(Constitución de la Nación Argentina, 1994), un precepto que anteriormente sólo estaba implícito en la reserva para las provincias de todo poder no delegado expresamente al gobierno federal. Sin embargo, la jurisdicción, groseramente entendida como la competencia para regular una actividad por parte de las autoridades, no se deriva necesariamente del dominio. También como novedad del texto constitucional vigente desde 1994, se ha instituido lo que puede considerarse como una delimitación jurisdiccional en materia ambiental, los presupuestos mínimos de protección. En efecto, el artículo ambiental de la constitución reserva para el congreso nacional el dictado de leyes que contengan los presupuestos mínimos de protección ambiental, y para las provincias el dictado de leyes necesarias para complementar las de presupuestos mínimos. Más tajantemente expresado, este establecimiento de competencias concurrentes estipula que corresponde al estamento federal instituir los mencionados presupuestos mínimos como una suerte de umbral para el desempeño ambiental con alcance en todo el territorio nacional, y que corresponde al estamento provincial la facultad para acrecentar o elevar las exigencias del umbral en el territorio provincial, nunca para relajarlas. En materia forestal, específicamente hablando, el cambio más significativo no fue tanto la clarificación de la cuestión del dominio, sino la irrupción de los presupuestos mínimos. Hasta el cambio constitucional referido, la regulación ambiental en general era considerada primariamente una cuestión de jurisdicción provincial por aplicación del principio de conservación de todo poder no delegado expresamente en el nivel federal. Y el caso forestal de ese encuadre jurídico, en particular, es ilustrativo de lo que puede considerarse un fracaso en materia de política forestal nacional regulada legalmente. La muy avanzada ley de defensa de la riqueza forestal (Ley N.º 13.273), sancionada pioneramente en 1948, era un dispositivo que tenía alcance sobre los bosques de jurisdicción federal al cual podían adherir las provincias de manera discrecional. Dado que lo típico fue que las provincias adhirieron formulando reservas, el resultado fue en un régimen desarticulado, poco armónico y con alcance territorial decreciente al ritmo de la provincialización de los antiguos territorios nacionales.

Volviendo al sistema vigente, el mismo se perfeccionó con la sanción de la ley general del ambiente en el año 2002 (Ley N.º 25.675), en sí misma una ley de presupuestos mínimos para la política y la gestión ambiental nacional. De esta ley interesa la institución del ordenamiento ambiental del territorio como uno de los instrumentos centrales de la política y gestión ambiental. Y también el reconocimiento del Consejo Federal de Medio Ambiente como el órgano de articulación entre provincias y nación. Posteriormente, en el año 2007 se sancionó la ley de presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos en la que se estableció, como presupuesto mínimo para todas las provincias, la realización de un ordenamiento ambiental territorial de los bosques nativos en base a diez criterios de sustentabilidad, tal la expresión que usa la propia ley (Ley N.º 26.331). Y junto con esta exigencia, también se estipuló con idéntico estatus jurídico de presupuesto mínimo, que el uso de los bosques nativos debía proceder de manera planificada y documentarse en un plan de manejo forestal sostenible. Así se establece, entonces, una suerte de estandarización de la práctica del manejo forestal planificado con alcance en todos los bosques nativos del país.

Textualmente, la ley define al plan de manejo como el «documento que sintetiza la organización, medios y recursos, en el tiempo y el espacio, del aprovechamiento sostenible de los recursos forestales, maderables y no maderables, en un bosque nativo o grupo de bosques nativos, para lo cual debe incluir una descripción pormenorizada del terreno forestal en sus aspectos ecológicos, legales, sociales y económicos y, en particular, un inventario forestal con un primer nivel de detalle tal que permita la toma de decisiones en cuanto a la silvicultura a aplicar en cada una de las unidades de bosque nativo y a la estimación de su rentabilidad». Finalmente, en el año 2014, el Consejo Federal de Medio Ambiente llevó más lejos la estandarización aludida y, mediante un dispositivo normativo de alcance nacional, también estableció una sistematización de los planes que se considerarían en el marco de la ley de presupuestos mínimos, detallando además los contenidos mínimos que los mismos debían explicitar (Resolución N.º 277). Someramente se repasarán aquí algunos detalles de los denominados planes de manejo sostenible, es decir aquellos considerados para el aprovechamiento sostenible de los productos madereros y no madereros, además de los servicios ecosistémicos.

El enfoque para describir los objetivos del plan de manejo establece dos salvaguardas. Una es para garantizar que el bosque manejado no es sustituido, es decir, para evitar el cambio de uso del suelo. La otra es esencialmente para garantizar que se mantienen los atributos de conservación que condujeron a su clasificación como no apto para la conversión. El enfoque de salvaguardas debe entenderse como sobreimpuesto sobre los objetivos particulares de quienes sean titulares de las tierras alcanzadas por el plan, es decir de quienes tienen derecho legal a usar el bosque. En otras palabras, los objetivos particulares de los propietarios, esperablemente apoyados en consideraciones económicas, deben ser compatibles con las salvaguardas. Luego, los contenidos mínimos para estos planes requieren explicitar o describir:

- Objetivos.
- Aspectos legales y administrativos de los derechos de los titulares.
- Antecedentes de uso del establecimiento y condiciones socioeconómicas regionales.
- Los recursos que serán manejados y su contexto ambiental a escala de paisaje.
- Resultados de los inventarios, el forestal propiamente dicho y el de recursos no madereros, además del estatus de los servicios ecosistémicos.
- Sistema de manejo, es decir el sistema silvícola, ganadero o específico para otros recursos, el cual debe ser coherente con un nivel de cosecha ecológicamente fijado y que observe la disponibilidad del respectivo recurso relevada.
- Medidas específicas para áreas con valores de conservación especiales.
- Detalles de la organización económico-financiera derivada de la producción pretendida, en el espacio y en el tiempo.
- Justificación técnica del sistema de aprovechamiento y uso de equipos.
- Pronóstico del estado del sistema manejado para asegurar la sustentabilidad.
- Aspectos sociales anteriores al plan e impacto social esperado.
- Declaración de impactos ambientales, con carácter de declaración jurada del titular, en base a la cual la autoridad puede exigir la realización de un estudio de impacto ambiental.

- Prescripciones para la protección ambiental de los recursos naturales afectados.
- Sistema de monitoreo.
- Medidas de mitigación del impacto ambiental.
- Tratamiento de los residuos.
- Cartografía.

En cuanto al horizonte temporal, conceptualmente se reconoce que la recuperación de las consecuencias del manejo sobre los procesos ecológicos y el estado del bosque pueden demandar largos períodos de tiempo. Coherentemente, entonces, se establece que el horizonte de planificación debe ser plurianual, tal la expresión que se usa, para permitir la creación y regeneración del recurso manejado. Sin embargo, en algunas provincias se aceptan planes con un horizonte temporal de apenas dos años, lo cual cumple ciertamente con la plurianualidad exigida formalmente. Pero también, con claridad, contradice cualquier consideración de sustentabilidad que se quiera hacer en materia de manejo forestal apoyada en tan exiguo período de tiempo. Por último, en el sistema se reclama la presentación de planes operativos anuales, los cuales se definen de manera aproximada con las ideas del control operacional que ya se presentaron.

El último abordaje práctico que se repasará sumariamente es el adoptado por el Forest Stewardship Council o FSC, su acrónimo en inglés, una organización no gubernamental que sostiene uno de los dos esquemas de certificación forestal que operan globalmente. Sin entrar en demasiados detalles, la certificación forestal puede ser descripta como un mecanismo mediante el cual se contrastan las actividades y operaciones del manejo forestal efectivamente implementadas contra una especificación normativa del manejo forestal sustentable. La especificación normativa se detalla en una norma o estándar y siempre supone una definición explícita y concreta de lo que se considera el manejo forestal sustentable. El buen manejo forestal, el manejo forestal de calidad o el manejo ambientalmente apropiado, económicamente viable y socialmente benéfico de los bosques, son otras expresiones que también se usan para comunicar el modelo de manejo forestal promovido. En sí mismo, el mecanismo de la certificación involucra al responsable del manejo forestal de una unidad de manejo forestal concreta, en tanto implementador de la norma, y al certificador, una tercera parte independiente que se encarga de llevar adelante la contrastación y tomar la decisión final de cumplimiento o incumplimiento de la norma. Para completar esta descripción, podría considerarse como la segunda parte del mecanismo al órgano de normalización, es decir el que establece las normas. En el esquema de certificación voluntario del FSC, es la propia organización la que se ha reservado esa función. Todas las normas de manejo forestal que se usan en el esquema de certificación del FSC están compuestas por un único conjunto de Principios y Criterios que se han especificado en un documento público y que se consideran como aplicables a bosques de cualquier lugar del mundo. Luego, para completar una norma implementable y verificable en el terreno se deben especificar uno o más indicadores, con un alcance ecorregional más acotado, para cada uno de los criterios. El FSC publicó sus Principios y Criterios por primera vez 1994 y, luego de varias revisiones

parciales, la versión actual ha sido íntegramente revisada y aprobada en 2015 (Forest Stewardship Council, 2015).

En su primera versión de 1994 ya se incluyó la exigencia de escribir, implementar y mantener actualizado un plan de manejo como un principio, el siete. Luego, en el primer criterio de este principio se enumeraron los detalles o evidencias que el plan debía suministrar, mientras que en otro se demandaba la revisión periódica del mismo. Un repaso de su fraseología sugiere que fueron la fuente de inspiración para elaborar los contenidos mínimos de los planes de manejo forestal sostenible que el Consejo Federal de Medio Ambiente aprobó en 2014 y que se describieron un poco más arriba. Si cabe señalar una diferencia sustancial entre ambos enfoques: en el FSC es obligación poner a disposición del público un resumen del plan de manejo, el que debe incluir los elementos detallados en el primer criterio. La publicidad de los planes de la Ley, por su parte, está mucho más limitada. En su versión actual, el principio siete de los Principios y Criterios del FSC ahora se titula “Planificación del Manejo”, para enfatizar el proceso antes que la documentación, y la nueva especificación tiene una estructuración más coherente con esta idea. Considerando todos sus criterios, se cubre:

- el establecimiento de políticas, a las que se asocia con la visión y los valores en el sentido de la planificación estratégica, junto con los correspondientes objetivos;
- el desarrollo e implementación del plan de manejo en términos de recursos y medios para cumplir los objetivos;
- la adopción de metas verificables para evaluar el progreso y suceso en el cumplimiento de los objetivos;
- la actualización y revisión periódica de los planes con los resultados del monitoreo, explicitando una adhesión al manejo adaptativo; y
- la publicidad de sus acciones y el involucramiento de las partes interesadas.

Para permitir una implementación más flexible por parte de los responsables del manejo forestal, los elementos que anteriormente se detallaban como exigencias demostrables en el primer criterio se trasladaron a otro documento que tiene el carácter de «notas explicativas». Estas notas están pensadas para ecualizar la implementación de los requerimientos y su verificación objetiva durante las auditorías y, en sí mismas, no forman parte de la norma. En el caso de los planes de manejo, las notas explicativas recogen todos los elementos del primer criterio de la versión anterior, aunque expresados de otra manera, y se incluyen varios elementos más, en un orden que no parece reflejar importancias relativas:

- Descripción de los recursos naturales y los valores ambientales existentes.
- Descripción de los sistemas y prácticas de manejo, actuales y planeadas.
- Fundamentación y justificación de la selección de los recursos y servicios a utilizar.
- Fundamentación y justificación de la cosecha de los recursos naturales (volúmenes y tasas).
- Planes de monitoreo del crecimiento y de estimación de los rendimientos de los recursos naturales.

- Sistema de monitoreo ambiental y biológico, implementados o planeados.
- Información a ser relevada en el sistema de monitoreo.
- Salvaguardas y medidas para gestionar los impactos sobre los valores ambientales.
- Estrategias, salvaguardas y medidas para gestionar los altos valores de conservación.
- Salvaguardas y medidas para las áreas de conservación de las muestras representativas de los ecosistemas nativos.
- Salvaguardas y medidas para gestionar cursos de agua y riberas y los elementos de conectividad del paisaje.
- Cartografía de toda la información espacialmente relevante.
- Descripción técnica de actividades de alto impacto, como la cosecha mecanizada o el procesamiento *in situ*.
- Información para justificar la viabilidad económica integral en el tiempo.
- Medidas para la diversificación de productos y servicios.
- Inversiones para mantener la viabilidad económica y la productividad de los ecosistemas, realizadas o planeadas.
- Referencias inequívocas a otros documentos en los que se apoya el plan.
- Relación entre actividades planeadas y objetivos de manejo explicitados.
- Determinación del balance de carbono, si la ley lo demanda.

También se incluyen, como novedad, varios elementos de la gestión social del plan de manejo:

- Descripción de la situación socioeconómica.
- Panorámica de las partes y actores afectados y/o interesados.
- Panorámica del gobierno local e instituciones para el desarrollo y sus programas.
- Análisis de las principales problemáticas sociales y ambientales y de los conflictos de la región que pueden verse impactados por el plan.
- Salvaguardas y medidas para gestionar los impactos sociales negativos.
- Relaciones entre las políticas y objetivos para la gestión de los beneficios sociales del plan y los programas y actividades relacionadas con derechos laborales, salud y seguridad ocupacional, equidad de género, pueblos indígenas, relaciones comunitarias, desarrollo social y económico local, acceso a la tierra, involucramiento de las partes interesadas y mecanismos de solución de disputas.
- Sistemas de monitoreo social, implementados o planeados.
- Referencias inequívocas a otros documentos en los que se apoya el plan.

En las notas explicativas también se hacen las consideraciones sobre los horizontes de planificación. Allí se sugiere que el énfasis debe estar puesto en el mediano y largo plazo, aunque se reconoce la necesidad de especificar planes de más corta duración, anuales u operacionales, para describir las acciones de manera detallada.

Las descripciones de los tres esquemas que se presentaron, el de Mutarelli (1963, 1964), el del Consejo Federal de Medio Ambiente (2014) y el del FSC (2015), permiten inferir una última consideración con respecto a los planes, en tanto son vehículos para comunicar las decisiones de manejo forestal. Desde el punto de vista de los usuarios de estos planes, debe remarcarse la dualidad entre los propios responsables del manejo forestal y los terceros. Enfocando la atención en estos últimos, se puede ver que los mismos van desde autoridades con competencia en el uso de las tierras forestales hasta las partes afectadas o interesadas, sean estas personas individuales u organizaciones. En tales circunstancias, la propia regulación que el responsable debe observar, sea esta emanada de autoridades gubernamentales competentes o de autoridades voluntariamente aceptadas como en la certificación forestal, es la que estipula los contenidos, el nivel de detalle y la publicidad que los planes deben explicitar. Y, en cualquier caso, estas autoridades requieren información para sustentar sus propias decisiones con respecto al manejo forestal, sea ésta la correspondiente autorización legal o la emisión del certificado de manejo forestal. Como ejemplo de esto se pueden tomar las especificaciones del Consejo Federal de Medio Ambiente y del FSC. Es obvio que no toda esta información será de gran utilidad práctica para el propio responsable y el esfuerzo de reunirla, compilarla y editarla para un tercero debe considerarse cuidadosamente. Si bien se debe reconocer que es un componente esencial para legitimar socialmente una actividad sometida al escrutinio público, por una parte, el esfuerzo implica un costo agregado al de las propias actividades y operaciones que debe ser necesariamente atendido, por otra parte. Lo que sería deseable es que, además, sea internalizado, económicamente hablando.

Como ya se dijo, el otro usuario obvio de un plan es el propio responsable del manejo forestal. De los tres esquemas presentados, tal vez la estructuración del plan de ordenación que propuso Mutarelli (1963, 1964) sea el que refleja mejor este destinatario del plan. Como observaron Bettinger *et al.* (2017), los planes deberían, en la mayoría de las circunstancias, ayudar al responsable a entender las consecuencias económicas, ecológicas y sociales de las actividades de manejo y permitirles entender las incertidumbres y riesgos asociados. Si se considera que este entendimiento está más relacionado con el análisis estratégico y, por ello, con el largo plazo, no debería ignorarse el punto de vista que coloca al propio responsable del plan de manejo, pero en el futuro, como un usuario especial o particular. Su particularidad emana de la propia responsabilidad de mantener la vigencia del plan de manejo forestal en el tiempo. Y por esta particularidad, debe ser especial y adecuadamente informado.

Referencias

- Allen, T. F. H. (2008). Hierarchy theory in ecology. En: S. E. Jørgensen y B. D. Fath (Eds.), *Encyclopedia of ecology* (pp. 1852–1857). Academic Press.
- Belton, V. y Stewart, T. (2002). *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach*. Springer US.

- Bertalanffy, L. (1950). An outline of general system theory. *The British Journal for the Philosophy of Science* 1(2): 134-165.
- Bettinger, P., Boston, K., Siry, J. P. y Grebner, D. L. (2017). *Forest management and planning* (Second edition). Academic Press.
- Bettinger, P. y Chung, W. (2004). The key literature of, and trends in, forest-level management planning in North America, 1950-2001. *International Forestry Review* 6(1): 40–50.
- Borges, J. G., Nordström, E.-M., Garcia Gonzalo, J., Hujala, T. y Trasobares, A (Eds.). (2014). *Computer-based tools for supporting forest management* (Report). Department of Forest Resource Management, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Clutter, J. L., Fortson, J. C., Pienaar, L. V., Brister, G. H. y Bailey, R. L. (1983). *Timber management: a quantitative approach*. John Wiley & Sons.
- Constitución de la Nación Argentina. (1994). InfoLEG: <http://www.infoleg.gob.ar/>
- Davis, L. S., Johnson, K. N., Bettinger, P. y Howard, T. E. (2001). *Forest management—To sustain ecological, economic, and social values* (Fourth edition). Waveland Press, Inc.
- Forest Stewardship Council. (2015). *FSC principles and criteria for forest stewardship supplemented by explanatory notes and rationales*. FSC-STD-01-001 V5-0 D5-0 EN. Forest Stewardship Council A.C. Oaxaca, México.
- Gunn, E. A. (2005). Sustainable forest management: control, adaptive management, hierarchical planning. *Proceedings of the 2003 Symposium on systems analysis in forest resources*. General Technical Report PNW-GTR-656, USDA Forest Service.
- Hölzl, R. (2010). Historicizing Sustainability: German scientific forestry in the eighteenth and nineteenth centuries. *Science as Culture* 19(4): 431–460.
- IRAM-ISO. (2015a). *Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario* (Norma IRAM-ISO N.º 9000:2015). Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM).
- IRAM-ISO. (2015b). *Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso* (Norma IRAM-ISO N.º 14001:2015). Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM).
- Johnson, K. N. y Scheurman, H. L. (1977). Techniques for prescribing optimal timber harvest and investment under different objectives—Discussion and synthesis. *Forest Science* 23, Monograph 18. 6
- Kaya, A., Bettinger, P., Boston, K., Akbulut, R., Ucar, Z., Siry, J., Merry, K. Y Cieszewski, C. (2016). *Optimisation in forest management*. *Current Forestry Reports* 2(1): 1–17.
- Ley N.º 13.273. (1948). Congreso de la Nación Argentina. *Defensa, mejoramiento y ampliacion de bosques*. InfoLEG: <http://www.infoleg.gob.ar/>
- Ley N.º 25.675. (2002). Congreso de la Nación Argentina. *Política ambiental nacional*. InfoLEG: <http://www.infoleg.gob.ar/>
- Ley N.º 26.331. (2007). Congreso de la Nación Argentina. *Presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos*. InfoLEG: <http://www.infoleg.gob.ar/>
- Martinelli, D. P. (2001). Systems hierarchies and management. *Systems Research and Behavioral Science* 18: 69-82.

- Moen, R. y Norman, C. (2009). Evolution of the PDCA cycle. *Proceedings of the 7th ANQ Congress*. Asian Network for Quality.
- Mutarelli, E. J. (1963). La ordenación de bosques. Su aplicación en Argentina. Primera, segunda, tercera y cuarta parte. *Revista Forestal Argentina* VII(1): 12-17, VII(2): 48-55, VII(3): 75-82, VII(4): 115-122.
- Mutarelli, E. J. (1964). La ordenación de bosques. Su aplicación en Argentina. Quinta parte y sexta parte final. *Revista Forestal Argentina* VIII(1): 15-21, VIII(2): 48-54.
- Resolución N.º 277. (2014). Consejo Federal de Medio Ambiente, Argentina. Reglamento de procedimientos generales Ley N.º 26.331 - Contenidos mínimos de planes de manejo y conservación y distribución del fondo nacional para el enriquecimiento y conservación de los bosques nativos.
- Segura, M., Ray, D. y Maroto, C. (2014). Decision support systems for forest management: a comparative analysis and assessment. *Computers and Electronics in Agriculture* 101: 55–67.
- Simon, H. A. (1960). *The new science of management decision*. Harper & Brothers Publishers.
- Simon, H. A. (1962). The architecture of complexity. *Proceedings of the American Philosophical Society* 106(6): 467-482.
- Wu, J. (2013). Hierarchy Theory: An overview. En: R. Rozzi, S. T. A. Pickett, C. Palmer, J. J. Armesto J. Baird Callicott (Eds.), *Linking ecology and ethics for a changing world* (pp. 281–301). Springer.