

MF013 MANEJO FORESTAL II

NIVEL	:	PREGRADO
CARRERA	:	INGENIERÍA FORESTAL
CARÁCTER	:	OBLIGATORIO
SEMESTRE	:	2 / 2008
REQUISITOS	:	MF012, MANEJO I
PROFESOR RESPONSABLE	:	HORACIO BOWN
E-MAIL	:	hborn@uchile.cl
Fono	:	978 5872

U-CURSOS
www.u-cursos.cl

Avisos, Pruebas, mails, lecturas, cátedras, software y links

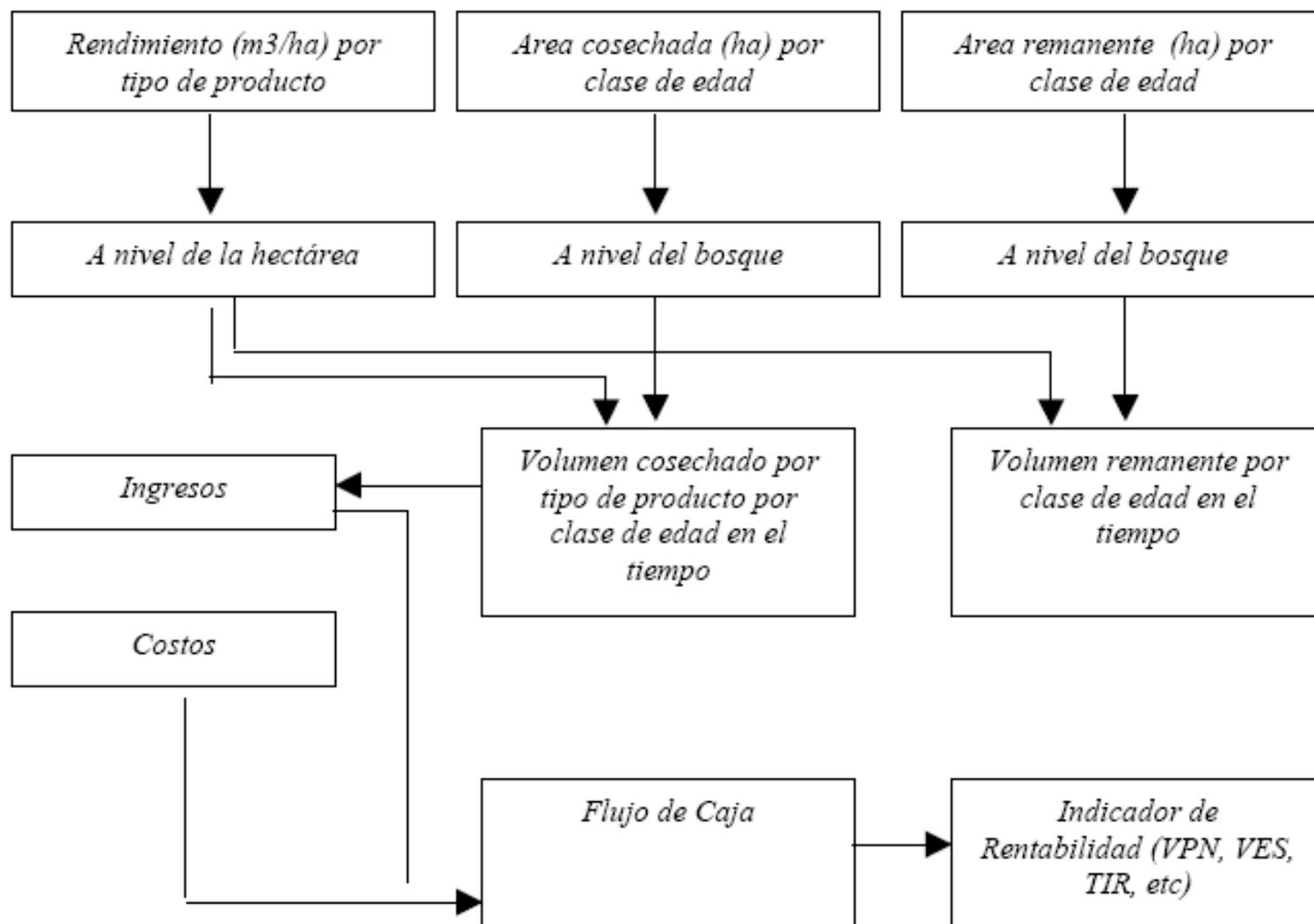


Fig. 2 Método de modelación de patrimonio basado en la construcción de tablas de área, de volumen y de ingresos netos.

Tabla 4. Diferenciación de modelos de acuerdo a las variables de decisión utilizadas

<i>Modelo Tipo</i>	<i>Variables</i>	<i>Interpretación</i>
<i>I</i>	X_{ij}	<i>Area del rodal (macro-rodal) i a ser manejada de acuerdo a la prescripción de manejo j a lo largo de todo el horizonte de planificación</i>
<i>II</i>	X_{ij}	<i>Area regenerada en el periodo i y cosechada en el periodo j posterior a lo cual es inmediatamente regenerada</i>
<i>III</i>	X_{tij}	<i>Area cosechada de la clase de edad j del macro-rodal i en el periodo t</i>
	R_{tik}	<i>Area transferida para ser replantada del macro-rodal i al macro-rodal k en el periodo t</i>
	Z_{ijk}	<i>Area transferida de la clase de edad j del macro-rodal i al macro-rodal k al comienzo del horizonte de planificación</i>

MODELO TIPO I

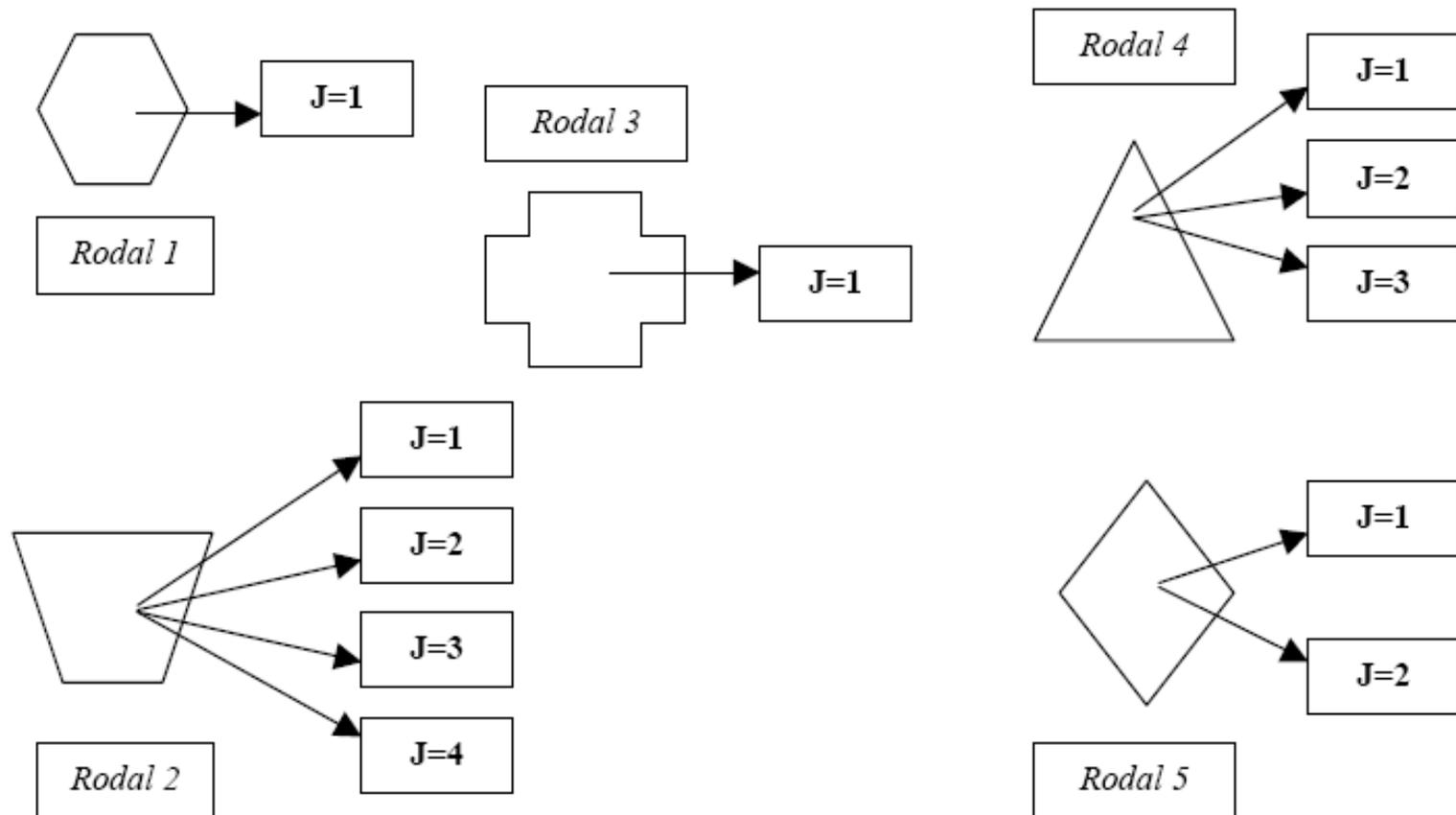


Fig. 3. Concepto de Patrimonio en un modelo estructura I

Variables de Decisión

SE DEFINE X_{ij} como el área del rodal i a ser manejado de acuerdo al régimen silvicultural j desde el inicio al final del horizonte de planificación (H).

X_{ij} = *área del rodal i asignada al régimen silvicultural j a lo largo de todo el horizonte de planificación*

donde $i = 1, 2, \dots, m$ (*índice identificador de rodales*)
 $j = 1, 2, \dots, n_i$ (*índice indicador de regímenes silviculturales*)

Parámetros

P_k^t	=	Precio por metro cúbico (\$/m ³) del producto tipo k en el período t
V_{ijk}^t	=	Volumen por hectárea (m ³ /ha) de tipo k en el período t., producto de intervenir una hectárea del rodal i de acuerdo al esquema de manejo j
C_{ijt}	=	Costo operacional en el periodo t (\$/ha) de cualquier intervención a lo largo del horizonte de planificación, producto de intervenir una hectárea del rodal i de acuerdo al esquema de manejo j. Se incluye los costos de establecimiento, administración, podas, raleos, cosecha y transporte, entre otros.
E_{ij}^H	=	Valor residual por hectárea del rodal i asignado al esquema de manejo j al final del horizonte de planificación H. Este valor puede ser calculado como el costo de establecimiento capitalizado o como el valor de cosecha descontado a la edad que tiene la plantación al final del horizonte de planificación.
δ	=	Tasa de descuento (expresada como número decimal, e.g. 7 % = 0.07)
H	=	Longitud del horizonte de planificación.

Función Objetivo

$$(1) \quad \text{Max} \quad z = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij} \sum_{t=1}^H \sum_{k=1}^K V_{ijkt}$$

$$(2) \quad \text{Max} \quad z = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij} \left(\sum_{t=1}^H \sum_{k=1}^K \frac{P_{ijkt} V_{ijkt} - C_{ijt}}{(1 + \delta)^t} + \frac{E_{ij}^H}{(1 + \delta)^H} \right)$$

Restricciones estructurales

$$(3) \quad \sum_{j=1}^{m_i} X_{ij} \leq a_i \quad \forall i = 1, 2, \dots, m$$

Restricciones de Flujo de Madera

a) Rendimientos dentro de un rango de variación

$$(1 - \alpha) V_t \leq V_{t+1} \Rightarrow (1 - \alpha) V_t - V_{t+1} \leq 0$$

$$(1 + \beta) V_t \geq V_{t+1} \Rightarrow (1 + \beta) V_t - V_{t+1} \geq 0$$

$$(1 - \alpha) \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{ni} X_{ij} \sum_{k=1}^K V_{ijt}^k - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{ni} X_{ij} \sum_{k=1}^K V_{ij(t+1)}^k \leq 0 \quad \forall t = 1, 2, \dots, H - 1$$

$$(1 + \beta) \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{ni} X_{ij} \sum_{k=1}^K V_{ijt}^k - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{ni} X_{ij} \sum_{k=1}^K V_{ij(t+1)}^k \geq 0 \quad \forall t = 1, 2, \dots, H - 1$$

b) Rendimientos no decrecientes

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij} \sum_{k=1}^K V_{ij(t+1)}^k - \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij} \sum_{k=1}^K V_{ijt}^k \geq 0 \quad \forall t = 1, 2, \dots, H - 1$$

c) Rendimientos superiores a un cierto valor

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij} \sum_{k=1}^K V_{ijt}^k \geq V_t^* \quad \forall t = 1, 2, \dots, H$$

Restricciones de Inventario Final

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} X_{ij} \sum_{k=1}^K V_{ijk}^H \geq V^H$$

Donde V_{ijk}^H representa el volumen por hectárea al final del horizonte de planificación como resultado de la intervención del rodal i de acuerdo al esquema de manejo j y V^H representa el volumen total deseado al final del horizonte de planificación.

Restricciones de Regulación

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n X_{ij} D_{ijm}^H \geq A_m^H$$

$$D_{ijm}^H = \begin{pmatrix} 0 \text{ if age } X_{ij} \notin \text{age class } m \\ 1 \text{ if age } X_{ij} \in \text{age class } m \end{pmatrix}$$

MODELO TIPO II

EN UN MODELO TIPO II, se definen variables de decisión que siguen una estructura como la que se muestra a continuación:

X_{ij} = área regenerada al comienzo del periodo i y cosechada al comienzo del periodo j , posterior a lo cual dicha área es inmediatamente regenerada.

W_{iH} = área regenerada al comienzo del periodo i y dejada como inventario final en el periodo H , que es el final del horizonte de planificación.

POR EJEMPLO, consideremos un patrimonio formado por sólo un macrorodol de 1000 ha, que tiene 30 años al inicio de un horizonte de planificación de 90 años. Además definamos que el intervalo mínimo entre dos cosechas sucesivas es de 50 años. Entonces agregando el tiempo en periodos de 10 años, generamos dos grupos de variables de decisión:

MODELO TIPO II

- 1) *X-31, X-32, X-33, X-34, X-35, X-36, X-37, X-38, X-39, W-39*
- 2) *X16, X 27, X 38, X 49, W 59, W69, W79, W89, W99*
X17, X 28, X 39, W49
X18, X 29, W39
X19, W29
W19

MODELO TIPO II

- i) La superficie regenerada en el periodo -3 y cosechada en los distintos periodos (o dejada como inventario final) debe ser igual al área total disponible (1000 ha). Esto se expresa de la siguiente manera:

$$X-31 + X-32 + X-33 + X-34 + X-35 + X-36 + X-37 + X-38 + X-39 + W-39 = 1000$$

- ii) La superficie regenerada en cada periodo debe ser posteriormente cosechada o dejada como inventario final. Para nuestro ejemplo esto se expresa de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} X-31 &= X16 + X17 + X18 + X19 + W19 \\ X-32 &= X27 + X28 + X29 + W29 \\ X-33 &= X38 + X39 + W39 \\ X-34 &= X49 + W49 \\ X-35 &= W59 \\ X-36 &= W69 \\ X-37 &= W79 \\ X-38 &= W89 \\ X-39 &= W99 \end{aligned}$$

MODELO TIPO II

Parámetros

- N = intervalo de tiempo mínimo entre cosechas sucesivas
- $-M$ = número de periodos antes del comienzo del periodo 0 en el cuál la mayor clase de edad presente al comienzo del periodo 0 fue regenerada.
- VPN_{ij} = Valor Presente Neto de una hectárea regenerada en el periodo i y cosechada en el periodo j .
- VRN_{iH} = Valor Residual Neto de una hectárea regenerada en el periodo i y no cosechada, dejándola como inventario al final del horizonte de planificación.
- A_i = área existente al comienzo del periodo 0 que fue regenerada en el periodo i , donde i va de $-M$ a 1 en forma progresiva: $-M, -M+1, -M+2, \dots, -2, -1$ (Así A_{-8} representa el área regenerada 8 periodos antes del comienzo del periodo 0).

MODELO TIPO II

Función Objetivo

$$\text{Max } z = \sum_{j=0}^{H-1} \sum_{i=-M}^{j-N} VP_{ij} X_{ij} + \sum_{i=-M}^{H-1} VR_{iH} W_{iH}$$

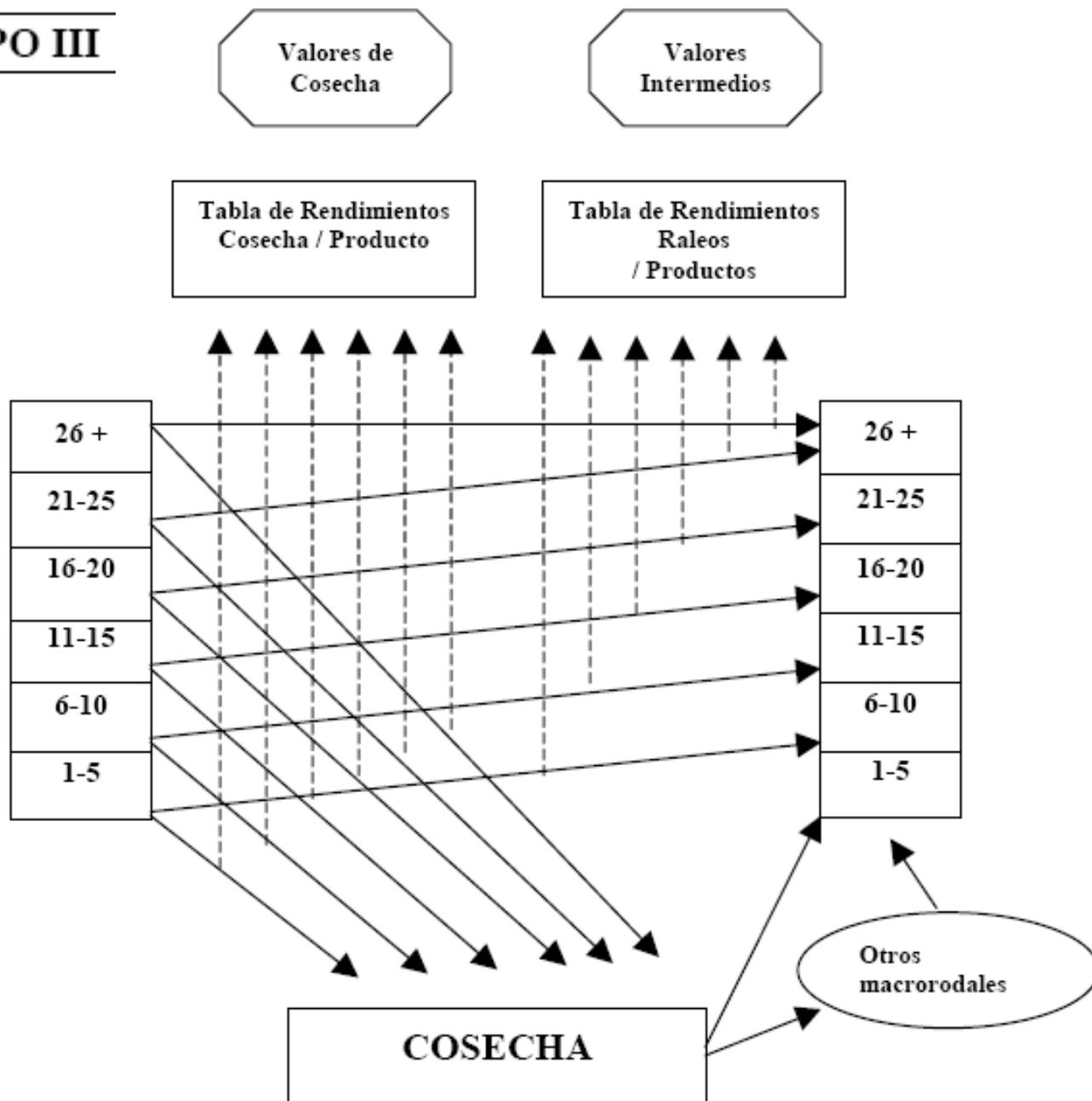
MODELO TIPO II

Restricciones de Area

$$\sum_{j=0}^{H-1} X_{ij} + W_{iH} = A_i \quad \forall i = -M, -M+1, \dots, -1$$

$$\sum_{k=j+N}^{H-1} X_{jk} + W_{jH} = \sum_{i=-M}^{j-N} X_{ij} \quad \forall j = 0, 1, 2, \dots, H-1$$

MODELO TIPO III



MODELO TIPO III

Variables de Decisión

LA DINÁMICA DEL PATRIMONIO en este modelo es definida en función del tiempo (t) sobre un horizonte de planificación, de la clase de edad (j) y del macro-rodal (i). Adicionalmente, existe una representación de la transferencia de superficie de un macro-rodal a otro (k). La dinámica del patrimonio es representada por las variables de decisión que se exponen a continuación.

- Y_{tij} = superficie (ha) cosechada en el periodo t de la clase de edad j en el macro-rodal i ;
- R_{tik} = área replantada posterior a la cosecha en el periodo t desde el macro-rodal i dentro del macro-rodal k ;
- Z_{ijk} = área transferida desde la clase de edad j del macro-rodal i dentro del macro-rodal k al comienzo del horizonte de planificación.

MODELO TIPO III

Parámetros

LOS PARÁMETROS DEL MODELO son los valores específicos que caracterizan al bosque y su manejo. Los parámetros que describen el bosque son principalmente las áreas por clase de edad dentro de los macro-rodales. Los parámetros que describen el manejo son principalmente costos, precios y restricciones impuestas sobre el sistema forestal. Los parámetros definidos se exponen a continuación.

- P_t^n = Precio por metro cúbico ($\$/m^3$) de madera de calidad n cosechada en el periodo t .
- $V_{t,ij}^n$ = Rendimiento volumétrico realizable por hectárea (m^3/ha) de madera de calidad n a ser cosechado en la clase de edad j del macro-rodal i .
- $C_{t,ij}$ = Costo Total ($\$/ha$) de cualquier intervención durante el periodo t en la clase de edad j del macro-rodal i , incluyendo establecimiento, fertilización, raleos, podas, etc.
- δ = Tasa de descuento (expresada como número decimal. e.g. 7 % = 0,07)
- a_{ij} = área (ha) de la clase de edad j dentro del macro-rodal i al comienzo del horizonte de planificación.

MODELO TIPO III

Función Objetivo

SE PRESENTA LA MAXIMIZACIÓN de retornos financieros en el largo plazo como el principal objetivo corporativo. Este objetivo se puede instrumentalizar mediante la maximización del Valor Presente Neto (VPN). Otros objetivos tales como maximización de la producción maderera, protección de los suelos, conservación de la biodiversidad también podrían ser modelados pero no son incluidos en la presente formulación. La Fórmula 13 muestra la representación matemática de la maximización del VPN.

$$(13) \quad \text{Max } z = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^I \sum_{j=edmin}^{edmax} Y_{tij} \frac{\sum_{n=1}^N P^n_t V^n_{tij} - C_{tij}}{(1 + \delta)^t}$$

Note que "j" varía entre una edad mínima y una edad máxima de cosecha (*edmin* & *edmax*). Esto se realiza de manera de reducir el número de variables de decisión como ha sido sugerido por *Garcia (1990)*.

MODELO TIPO III

Restricciones de área

I. *El área cosechada en cualquier periodo en cualquier macro-rodal debe ser inmediatamente replantada.*

$$\sum_{j=edmin}^{edmax} Y_{tj} = \sum_{k=1}^I R_{tik} \quad \forall t = 1, 2, \dots, T ; i = 1, 2, \dots, I$$

II. *El área plantada dentro de cualquier macro-rodal debe ser subsecuentemente cosechada.*

$$\sum_{k \in K} R_{tki} = \sum_{s=t+1}^{T+1} Y_{s,i,s-t} \quad \forall t = 1, 2, \dots, T ; i = 1, 2, \dots, I$$

III. *El área al comienzo del horizonte de planificación en cada clase de edad dentro de cada macro-rodal, más el área transferida dentro de este, menos el área transferida fuera, debiera ser igual al área subsecuentemente cosechada.*

$$a_{ij} + \sum_{k=1}^I Z_{kji} - \sum_{k=1}^I Z_{ijk} = \sum_{s=1}^{T+1} Y_{s,i,j+s-1} \quad \forall i = 1, \dots, I ; j = 1, \dots, J$$

MODELO TIPO III

Restricciones de Flujo de Madera

LAS RESTRICCIONES DE FLUJO de madera pueden ser establecidas como relaciones entre un periodo determinado y el siguiente, mediante el uso de factores máximos de incremento positivo (α) y negativo (β) en el flujo. Lo anterior se presenta en ecuaciones (17) y (18). Note que α y β son proporciones de la unidad (e.g. $\alpha = 0.11 = 11\%$; $\beta = 0.18 = 18\%$).

$$(17) \quad (1 + \alpha) \sum_{i=1}^I \sum_{j=edmin}^{edmax} Y_{tij} \sum_{n=1}^N V_{ij}^n - \sum_{i=1}^I \sum_{j=edmin}^{edmax} Y_{(t+1)ij} \sum_{n=1}^N V_{ij}^n \geq 0 \quad \forall t=1, \dots, T-1$$

$$(18) \quad (1 - \beta) \sum_{i=1}^I \sum_{j=edmin}^{edmax} Y_{tij} \sum_{n=1}^N V_{ij}^n - \sum_{i=1}^I \sum_{j=edmin}^{edmax} Y_{(t+1)ij} \sum_{n=1}^N V_{ij}^n \leq 0 \quad \forall t=1, \dots, T-1$$

MODELO TIPO III

Restricciones de Regulación

MEDIANTE ESTE TIPO DE RESTRICCIONES, nos interesamos en asegurar que al final del horizonte de planificación al menos un cierto mínimo se encuentre en cada clase de edad independiente del macro-rodal. Esto se puede modelar de la siguiente manera:

$$(19) \quad \sum_{i=1}^I Y_{(T+1)ij} \geq A_j^T \quad \forall j=1, 2, \dots, J$$

NOTESE QUE LA COSECHA SE REFIERE solo al periodo T+1 y que A_j^T representa la mínima área requerida en cada clase de edad al final del horizonte de planificación.