

# Análisis de un sistema laboral presentado en el ejemplo de la poda hasta 5 m en *Pinus Elliottii*

Ing. VOLKER GERDING\*

## RESUMEN

Se estudiaron y analizaron un ejemplo del análisis de dos sistemas laborales:

—La segunda poda hasta 5 m con machete y escalera (A); (B) serrucho con mango largo. Para el análisis se usa el método de seis pasos según REFA que permita la abstracción mental con respecto al estado real y desarrollar un mejoramiento en varias partes de una empresa.

La recopilación de datos se realizó mediante dos estudios de tiempo de Jornadas Completas, aplicando el método multimomento. En total se tomó los datos de 38 ciclos (A) y 36 ciclos (B) (un ciclo igual a un árbol), observando al mismo obrero en ambos sistemas para reducir influencias personales.

La recopilación de datos dio los siguientes resultados:

—Tiempo total: A: 1.129,6 CM/árbol.  
B: 1.059,72 CM/árbol.

La diferencia del tiempo necesario por árbol no es significativa pero se debe tomar en cuenta la poca experiencia del operador en la poda con serrucho y la desigualdad referente a la calidad.

—Calidad:  
A: 85% de los árboles lastimados.  
7,3 muñones por árbol.

B: 20% con lastimaduras en la corteza.  
1,7 muñones por árbol.

Aquí también se debe considerar la poca experiencia del obrero en el procedimiento B, así que se puede esperar aún un resultado mejor.

—Ergonomía:

A: — la escalera dificulta la movilización.

— peso alto de la escalera.

— el obrero tiene que subir y bajar aproximadamente 80 veces/día.

B: — herramienta liviana.

— libre movilización.

Con el sistema de los seis pasos, junto con los métodos de toma del tiempo se posee las medidas adecuadas con la exactitud científica para la selección de un sistema laboral óptimo desde el criterio de los objetivos fijados por la empresa.

En el ejemplo presentado se seleccionaría el sistema laboral "poda con serrucho y mango largo" (Paso 6).

*Palabras clave:* *P. elliottii*, Estudios de Trabajo, Poda, Ergonomía.

## SUMMARY

An example analysing two working procedures for a second pruning (between 2 and 5 m above ground) in *Pinus elliotti* is presented (A) with machete and ladder. (B) with pruning saw attached to a 4 m aluminium pole.

\* Experto de la GTZ.

The six-steps-system according to REFA is used for the analysis, which allows a mental abstraction with respect to the real situation and the development of modifications for different areas within a company.

Gathering of the basic data for the study was accomplished by a day - long time measurement for each of the two procedures, using the multi-moment-method. A total 38 cycles were taken for procedure (A), and 36 cycles for procedure (B), one cycle corresponding to one tree. In order to eliminate differences between personnel, both procedures were executed by the same worker.

Data processing resulted in the following total times for each tree: Procedure (A) 1129.6 CM/tree = 11 296 min/tree.

Procedure (B) 1059.7 CM/tree = 10 597 min/tree.

The resulting difference of 69.9 CM/tree between the two procedures is not significant, and the inexperience of the worker with procedure (B) and the differences in quality should also be taken into account.

With procedure (A), 85% of the trees resulted damaged, and on the average each tree had 7.3 stubs, whereas with procedure (B) only 20% of the trees were damaged, with only 1.7 stubs per tree. Also with respect to the quality of the pruning, the little experience of worker in using the pruning saw with the 4 m aluminium pole should be taken into account, which gives hope to even better results.

Discussing the results from an ergonomic point of view:

- Procedure (A) — the ladder hinders free movement in the stand.  
— the high weight of the ladder.  
— the worker has to climb up and down.  
— the ladder approximately 80 times per day.
- Procedure (B) — lightweight equipment.  
— unhindered movement within the stand.

Using the six-steps-system complemented by an effective time-taking method, one disposes of an adequate set of tools for selecting an optimized working system

which will satisfy the objectives set by an enterprise.

In the present example, the working system (B) "pruning with a saw attached to a large pole" would be chosen (step 6).

*Key words:* P. elliottii - Work studies - Pruning - Ergonomy.

## 1. INTRODUCCION

La teoría de la economía de empresas parte del hecho de que todas las medidas que se tomen dentro de la empresa han de estar orientadas hacia el principio económico (principio de economía o de rentabilidad). Esto significa lograr con los medios disponibles el mayor rendimiento posible o la solución deseada con los medios más reducidos. Este principio apunta hacia el empleo óptimo de los hombres y las máquinas con los que cuenta una empresa industrial. Por ende cada análisis de un sistema laboral o de las partes del procedimiento laboral consiste en la aplicación de métodos y experiencias para la investigación de las mismas con el fin, teniendo en cuenta el rendimiento y las necesidades del ser humano, de aumentar la rentabilidad de la empresa. Una meta que logra cada día más importancia por la apertura de la Argentina al mercado internacional.

Pero ¿cuáles son los métodos para la investigación de sistemas laborales?

### 1.1. Conformación de trabajo

El atributo más importante de un manager (sea de alto nivel o de nivel medio) es la inquietud; este descontento con el estado actual del "status quo" de una empresa o de partes de la misma.

Permanentemente debe pensar en el desarrollo o mejoramiento de la tecnología, los métodos y las condiciones de trabajo, puesto de trabajo, maquinarias, herramientas, medios auxiliares, para incrementar el rendimiento de sistemas laborales (y asimismo la rentabilidad de la empresa) y humanizar el trabajo (p. ej.: reduciendo altas sollicitaciones y mejorando la seguridad laboral).

Si bien esta conformación de trabajo es, en primer lugar, un trabajo creativo que

exige una cierta porción de fantasía, conviene aplicar un método para la conformación que permita una abstracción mental con respecto al estado real y a la precisión del desarrollo futuro hasta un plazo lo más largo posible y aplicar métodos científicos para la recopilación de datos necesarios.

### 1.2. Método de los seis pasos

Aunque el tema de este trabajo es el análisis de un sistema laboral quiero presentar el método de Seis Pasos (según REFA) porque este sistema sirvió como base de la recopilación de datos (Cuadro 1).

## 2. MATERIALES Y METODOS

### 2.1. El análisis

La tarea que está dada como ejemplo en este informe, es la poda a 5 metros en *Pinus elliottii*.

Cada forestal sabe de la necesidad absoluta de la poda, por ende no tomamos en cuestión la poda en sí sino los procedimientos laborales reales y posibles para realizarla. En la empresa donde se llevó a cabo el estudio de trabajo se hace la poda con machete, usando una escalera para llegar a 5 metros de altura.

La meta del análisis fue investigar si es posible.

- \* Disminuir los costos.
- \* Humanizar el trabajo (solicitud del obrero por el peso de la madera). (Paso 1 del esquema)
- \* Y mejorar la calidad de la poda (podar sin dejar tocones evitando nudos, aumentando el volumen de la madera sin nudos y por ende su valor y sin lastimar la corteza, evitando manchas y otros defectos en la madera aserrada).
- \* (Paso 2 del esquema - Exigencias mínimas).
- \* Como alternativa se eligió la poda con serrucho marca Dauner con mango largo (2,50 m) de aluminio.
- \* (Paso 3).

### 2.2. Metodología

La investigación se hizo a través de un estudio de tiempo comparando ambos méto-

dos, realizado por el mismo obrero para quitar diferencias causadas por los operarios.

#### 2.2.1. Medición del tiempo

Se realizó el estudio en el método de multimomento.

En este método los tiempos no son determinados directamente sino a través de la frecuencia en que ocurren, en este caso concreto el intervalo fue de 25 centésimas de minutos (CM).

Quien realizó el estudio observó después de cada 25 CM la fase de trabajo que estaba siendo afectada y se registró el tiempo.

#### 2.2.2. Fases del proceso

Se clasificó el proceso de trabajo en las siguientes fases:

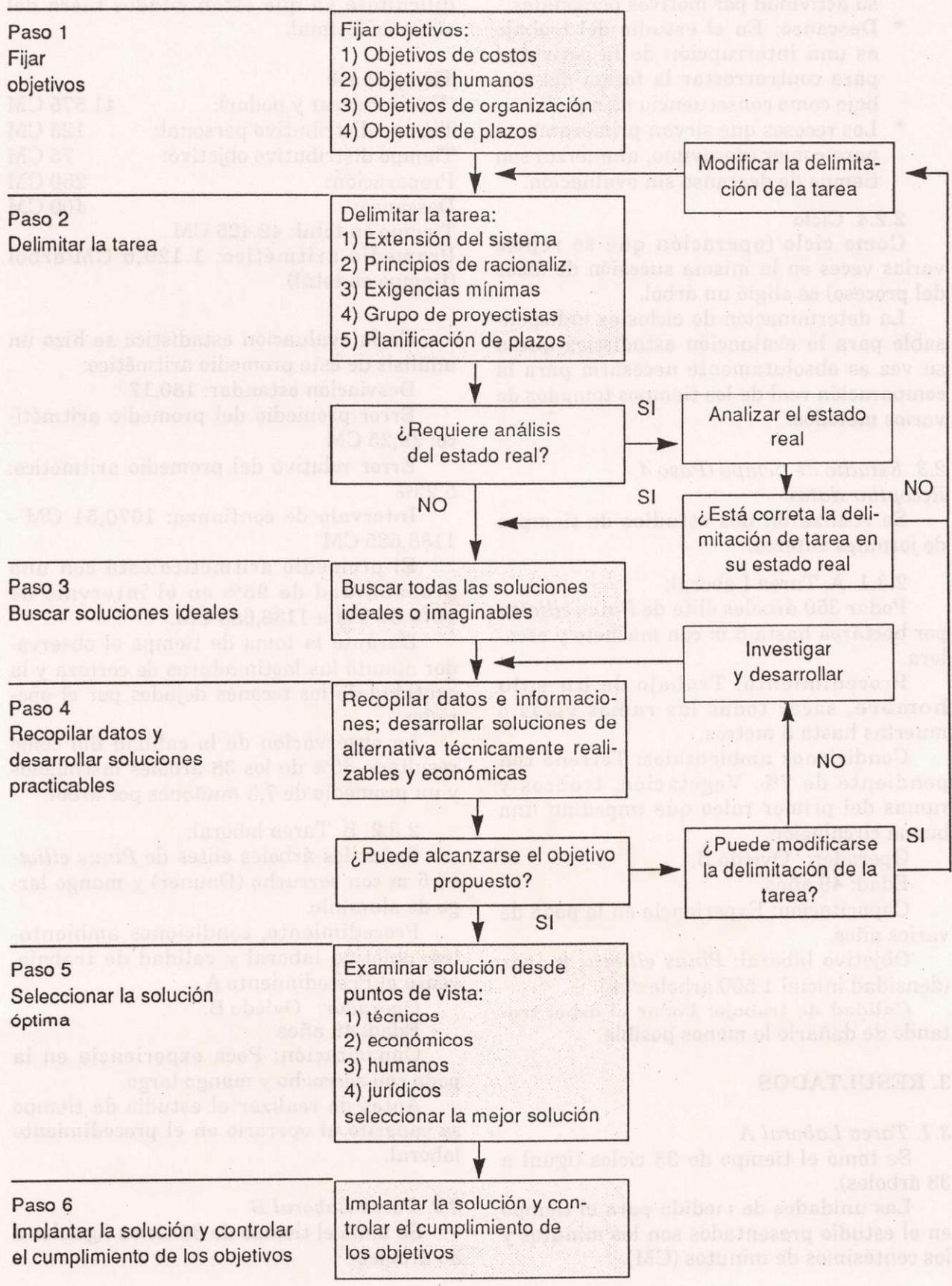
- a) Buscar (ir de un árbol a otro)
  - Punto inicial: cuando la última rama podada está en el suelo.
  - Punto final: la herramienta utilizada está sobre la primera rama.
- b) Podar
  - Punto inicial: la herramienta utilizada está sobre la primera rama.
  - Punto final: la última rama podada está en el suelo.

#### 2.2.3. Tiempos generales

Se realizó un estudio de tiempo de un día laboral entero con la ventaja de que los datos de tiempos generales son muy exactos pudiendo hacer así mejor la comparación entre los dos métodos laborales. Se tomó los tiempos de los siguientes tiempos generales.

- \* Tiempo de preparación: Preparar es ajustar el sistema de trabajo para el cumplimiento de la tarea laboral y hasta donde ello sea necesario la reposición del sistema del trabajo o sea estado originario. La preparación se efectúa generalmente dos veces por cada jornada, al comienzo y al final del trabajo. Pero también forma parte de preparación el cambio del tipo de trabajo o del lugar de trabajo.
- \* Tiempo distributivo objetivo: Una espera adicional del operador como consecuencias de trastornos técnicos y organizativos así como por falta de instrucciones.
- \* Tiempo distributivo personal: Una

Cuadro I. SISTEMA DE LOS SEIS PASOS



interrupción de la actividad personal se da cuando el operador interrumpe su actividad por motivos personales.

- \* Descanso: En el estudio del trabajo es una interrupción de la actividad para contrarrestar la fatiga del trabajo como consecuencia de aquélla.
- \* Los recesos que sirvan primeramente para comer (desayuno, almuerzo) son tiempo de descanso sin evaluación.

#### 2.2.4. Ciclo

Como ciclo (operación que se repite varias veces en la misma sucesión de fases del proceso) se eligió un árbol.

La determinación de ciclos es indispensable para la evaluación estadística que a su vez es absolutamente necesaria para la comparación real de los tiempos tomados de varios métodos.

### 2.3. Estudio de tiempo (Paso 4 - Recopilar datos)

Se realizaron dos estudios de tiempos de jornales enteros.

#### 2.3.1. A. Tarea Laboral:

Podar 350 árboles élite de *Pinus elliottii* por hectárea hasta 5 m con machete y escalera.

Procedimiento: Trabajo de **un solo hombre**, sacar todas las ramas vivas o muertas hasta 5 metros.

Condiciones ambientales: Terreno con pendiente de 7%. Vegetación, troncos y ramas del primer raleo que impedían una buena circulación.

Operador: Oviedo B.

Edad: 49 años.

Capacitación: Experiencia en la poda de varios años.

Objetivo laboral: *Pinus elliottii* 8 años (densidad inicial 1.500 árboles/ha).

Calidad de trabajo: Podar el árbol tratando de dañarlo lo menos posible.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Tarea Laboral A

Se tomó el tiempo de 38 ciclos (igual a 38 árboles).

Las unidades de medida para el tiempo en el estudio presentados son los minutos y los centésimos de minutos (CM).

Segundos no son empleados por lo general, porque el cálculo con ellos resulta más dificultoso ya que están citados fuera del sistema decimal.

Tiempo base	
(Fases: buscar y podar):	41.575 CM
Tiempo distributivo personal:	125 CM
Tiempo distributivo objetivo:	75 CM
Preparación:	250 CM
Descanso:	400 CM
Tiempo en total:	42.425 CM
Promedio aritmético:	1.129,6 CM/árbol
(tiempo en total)	

En la evaluación estadística se hizo un análisis de este promedio aritmético:

Desviación estándar: 180,17

Error promedio del promedio aritmético: 29,25 CM

Error relativo del promedio aritmético: 5,23%

Intervalo de confianza: 1070,51 CM - 1188,685 CM

El promedio aritmético está con una probabilidad de 95% en el intervalo de 1070,51 CM a 1188,685 CM.

Durante la toma de tiempo el observador apuntó las lastimaduras de corteza y la cantidad de los tocones dejados por el operador.

La observación de la calidad dio como resultado 85% de los 38 árboles lastimados y un promedio de 7,3 muñones por árbol.

#### 2.3.2. B. Tarea laboral:

Podar los árboles élites de *Pinus elliottii* 5 m con serrucho (Dauner) y mango largo de aluminio.

Procedimiento, condiciones ambientales, objetivo laboral y calidad de trabajo, véase el Procedimiento A.

Operador: Oviedo B.

Edad: 49 años

Capacitación: Poca experiencia en la poda con serrucho y mango largo.

Antes de realizar el estudio de tiempo se capacitó al operario en el procedimiento laboral.

### 3.2. Tarea Laboral B

Se tomó el tiempo de 36 ciclos (iguales a 36 árboles)

Tiempo base: 37 450 CM  
 Descanso: 500 CM  
 Preparación: 200 CM  
 Tiempo Total: 38.150 CM  
 Promedio aritmético: 1059,72 CM/árbol  
 (tiempo total)  
 Desviación estándar: 105,437 CM  
 Error promedio del promedio aritmético: 17,52 CM  
 Error relativo del promedio aritmético: 3,3%  
 Intervalo de confianza: 1024,33 CM - 1.095,11 CM

El promedio aritmético está con una probabilidad de 95% en el intervalo de 1024,33 a 1095,11 CM.

La observación de la calidad dio como resultado 20% de los 30 árboles estaban lastimados y un promedio de 1,7 muñones por árbol.

#### 4. CONCLUSIONES

Seleccionar la solución óptima (Paso 5).

Se examinó la solución óptima desde puntos de vista

- económicos
- técnicos
- humanos ("ergonomía")

##### A. Economía

Si bien el promedio aritmético del tiempo necesario por árbol del Procedimiento B es inferior que el promedio del Procedimiento A, así no hay una diferencia significativa. El intervalo del promedio A se corta con el intervalo del promedio B. Así pues los promedios nos dan una tendencia pero no valen estadísticamente para una decisión definitiva.

##### B. Técnicas

La poda con serrucho da mejor resultado con respecto a la calidad y cumple las exigencias mínimas referente a las lastimaduras de la corteza (85% con machete y 20% con serrucho respectivamente) y los muñones dejados por el obrero (7,3 por árbol con machete a 1,7 por árbol con serrucho). Y no se debe olvidar que el obrero observado tiene mucha experiencia en la poda con machete pero poca en la poda con serrucho, así se puede contar con un mejoramiento de la calidad en el Procedimiento B.

Ambos métodos son de fácil aprendizaje y de simple tecnología.

##### C. Ergonomía

— El método con escalera dificulta la movilización, la escalera es pesada y el obrero tiene que subir y bajar dos veces por árbol para quitar todas las ramas del alrededor del fuste. Además, con la escalera común que usó el obrero observado no hay seguridad para el mismo, ya que se apoya sobre el árbol, corriendo el riesgo de caer.

— Al contrario, el serrucho con mango largo no dificulta la movilización, se trata de una herramienta liviana y si el obrero no debe podar más alto de 5 m se puede clasificar este procedimiento entre trabajo liviano y medio pesado, para lo cual sirve de prueba los tiempos generales muy reducidos.

Bajo los tres puntos de vista mencionados se puede lograr un mejoramiento de la calidad de la poda y una reducción de la sollicitación ergonómica esfuerzo por instalar el procedimiento laboral "poda con serrucho y mango largo" en vez del procedimiento "poda con machete y escalera".

Evidentemente no se logró el objetivo, "reducción de costos de la poda". Pero hay que considerar dos puntos al respecto:

1. Supuestamente el obrero observado va a mejorar su rendimiento con el serrucho cuando se familiarice más con esta herramienta. En tanto que no va a aumentar su rendimiento con machete por el simple hecho que ya está entrenado suficientemente.
2. La exigencia mínima o sea la pretensión básica es evitar lastimar la corteza del tronco y no dejar toconchos.

El procedimiento de "podar con machete" directamente, no cumple estas exigencias y por ende el procedimiento de poda con serrucho es realmente más favorable de lo que parece a primera vista.

En base al análisis de ambos sistemas laborales se puede afirmar definitivamente que con un cambio del procedimiento laboral de la poda serrucho con mango largo en vez de machete con escalera se lograrán los objetivos deseados:

- reducción de costos
- aumento de la calidad
- humanización de trabajo

## BIBLIOGRAFIA

1. CIBILS, M. E. 1982. Comparación ergonómica y económica entre la poda con serrucho y machete a 2,20 m y a 5 m. Pasantía Instituto Agrotécnico "Víctor Navajas Centeno".

2. FREESE, F. Métodos estadísticos elementales para técnicos forestales. AID México/Buenos Aires.

3. REFA. 1982. Metodología REFA del estudio de trabajo, tomo 1-4, REFA Darms-tadt.

4. REFA. 1984. Methodenlehre des Arbeitsstudiums, Band 1-3, Carl Hanser Verlag, München.