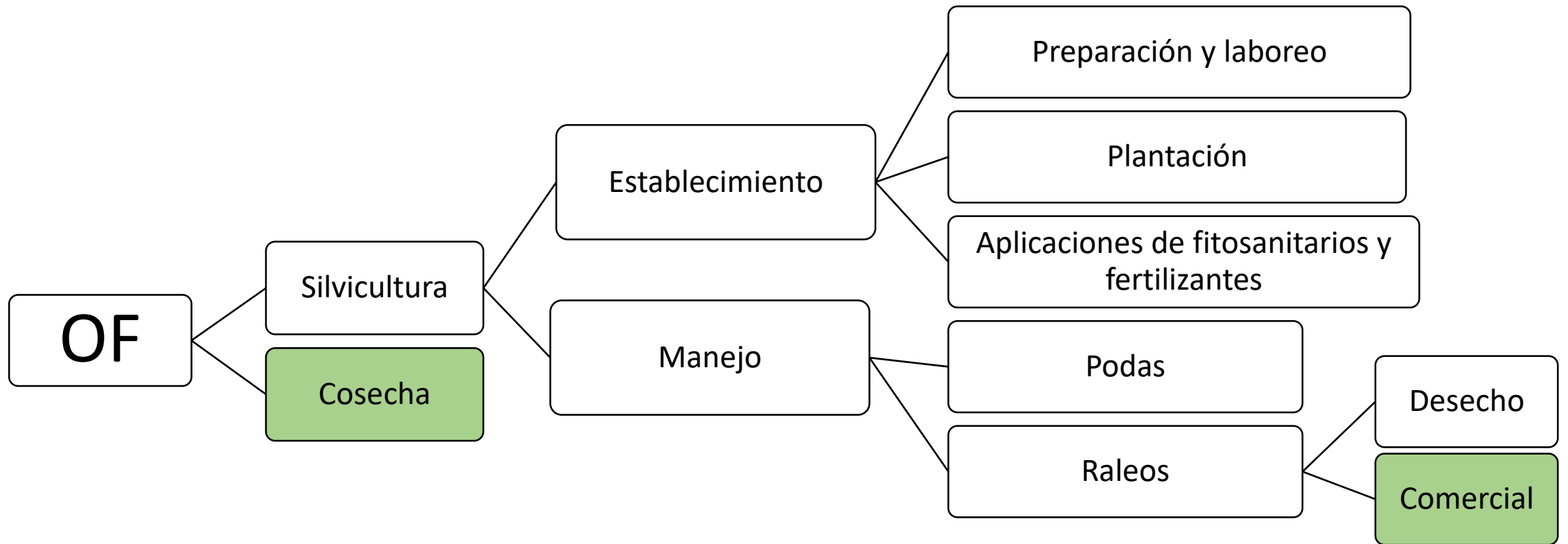


Evaluación de productividad de OF

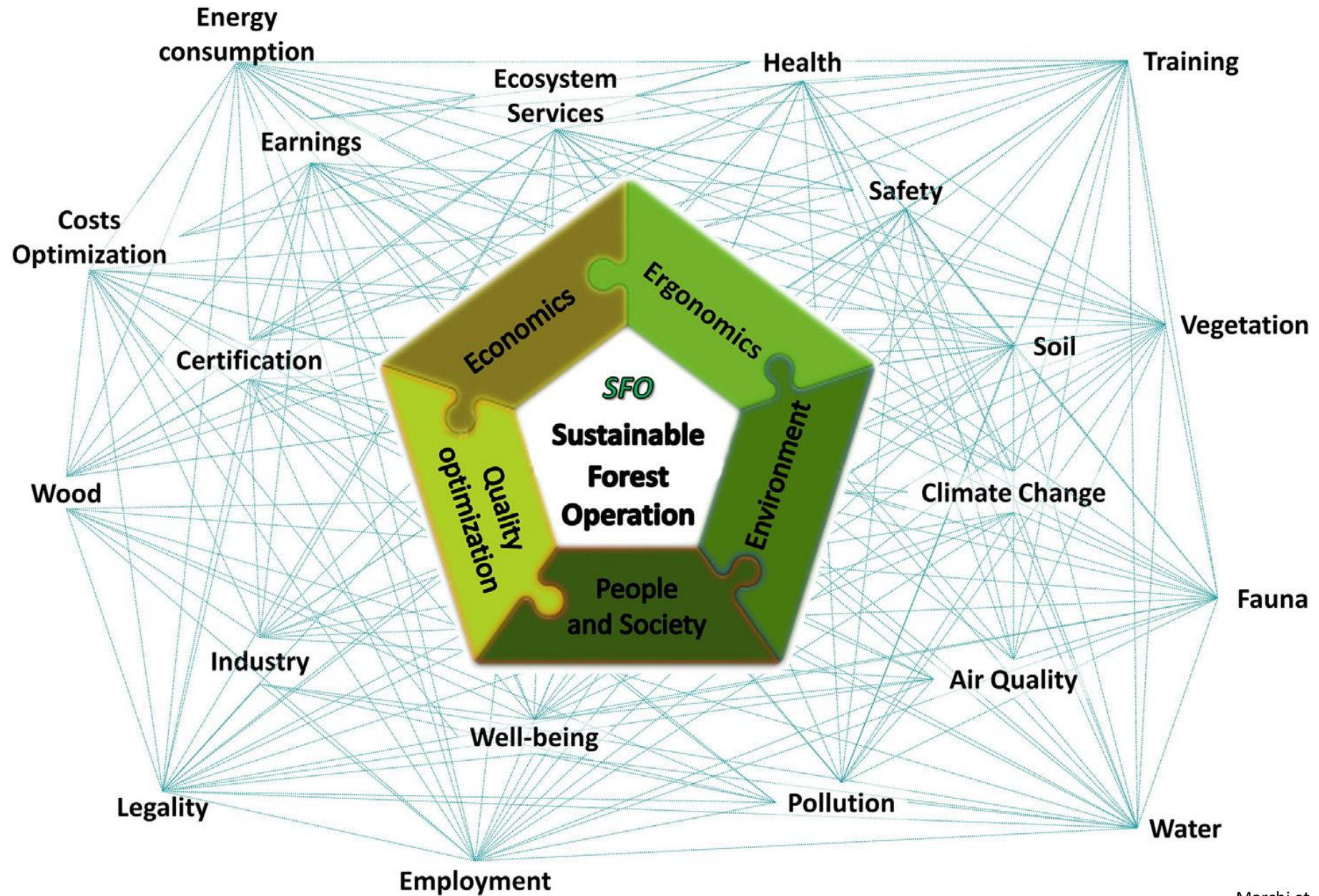


Alejandro Olivera, Ing. Agr.
PhD Ing. For.
alejandro.olivera@cut.edu.uy

Carlos Perdomo, Ing. Agr.
cperdomo@fagro.edu.uy



OF



Productividad de OF ¿Qué es?

Productividad

Relación entre variables – **No se mide, se calcula**

Expresada - Indicadores “de productividad”

$m^3/h - t/h$

$\text{árb}/h$

l/m^3

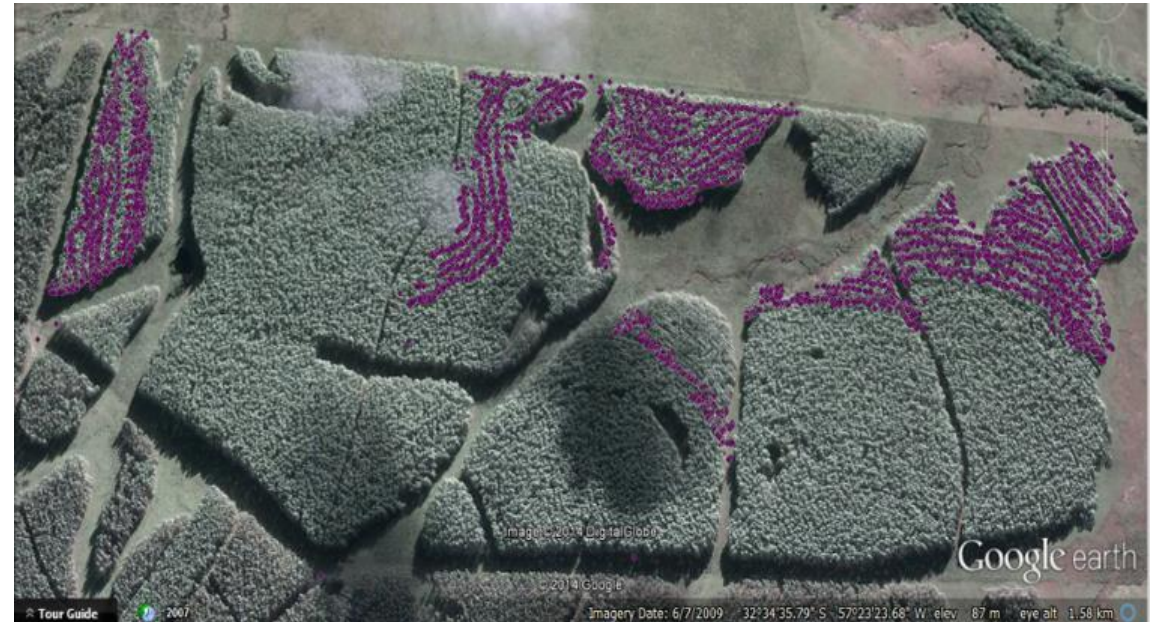
ha/h

Productividad de OF ¿para que?

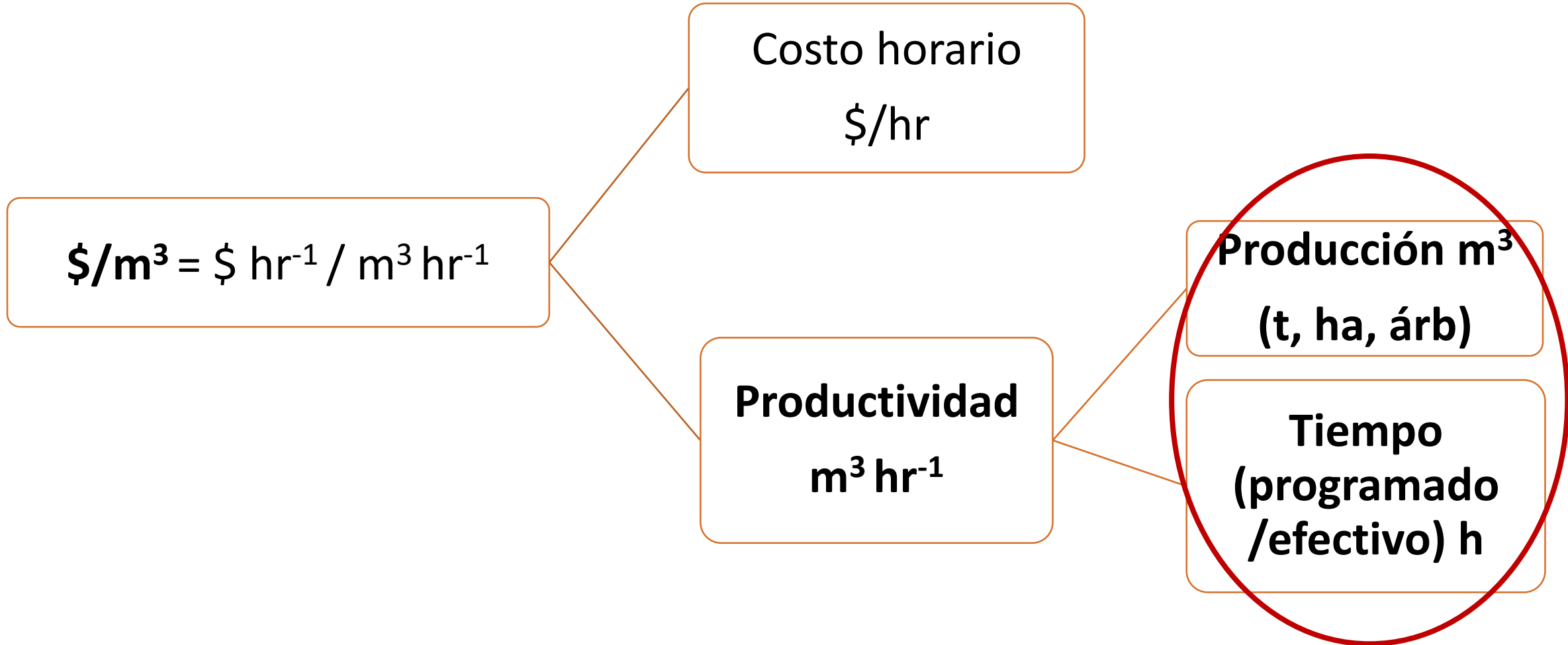
Objetivos específicos



Definir objetivos según datos que existentes – estudios académicos



Productividad



Productividad de OF ¿Cómo?

Evaluaciones de productividad

Estudios de trabajo + Estudio de tiempos =
Estudio de tiempos y movimientos

Estudios de productividad

Estudio de tiempos y movimientos +
Producción



Productividad de OF ¿Cómo?



COST Action EP-0902

WG 2 Operations research and measurement methodologies

GOOD PRACTICE GUIDELINES FOR BIOMASS PRODUCTION STUDIES



SWEDISH UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES
Department of Operational Efficiency
Gårpenberg.



International Union of Forestry Research Organisations
WF 3.04.02

FOREST WORK STUDY

NOMENCLATURE



Test Edition valid 1995 - 2000

Evaluación de productividad

Calidad del producto y efecto sobre el ambiente

Recursos de entrada (Input)

- **Tiempo**
- Energía

Métodos y movimientos

- Tratamiento de residuo
- Control de malezas
- Laboreo
- Plantación
- Poda
- Apeo
- Procesamiento
- ...

Salida (producto)

- ha
- Plantas
- arboles
- m³
- t

- Calidad

Producto final

- ha/h
- Plantas/h
- Árboles/h
- m³/h

Productividad de OF ¿Qué más?

Describir objeto de estudio

- Equipo
- Tarea
- Operario/s:
entrenamiento,
motivación, aptitud,
experiencia,
- Describir la tarea Ej.
plantación (MdP vs Lumin).
- Describir condiciones del
trabajo:
- Terreno
- Visibilidad
- Condiciones atmosféricas
- ...



Comunicar
Comparar
Replicar
Usos
futuros
...

Estudios de tiempo - Tipos

Experimental:

- Chequeo u observación (Observational)
- Ensayo: diseño, parcelas, repeticiones.
- Seguimiento - registros de turnos (automáticos o no)
- Modelos de productividad

Estudios de tiempo - escala

Nivel:

- Seguimiento – largo plazo (Follow up)
- Turno: estudios macro, productividad, paradas
- Muestreo: Parcela (área, tiempo o cantidad de ciclos): Estudio específico, observación de **ciclos**
- **Ciclo**: detalle del proceso, demoras de corta duración
- Elemento del **ciclo**:

Estudios de tiempo ¿Cómo?

- Estudios de tiempos y movimientos - manuales
- Registros estándar – StanForD
- Registro computadoras de abordo – Hexagon, Magna, ARAG ...
- GNSS (GPS), Sensores de vibración



Time study on a biomass operation



Evaluación de productividad de OF



Alejandro Olivera, Ing. Agr.
PhD Ing. For.
alejandro.olivera@cut.edu.uy

Carlos Perdomo, Ing. Agr.
cperdomo@fagro.edu.uy

Harvester

Dos configuraciones de equipos:

- Harvester



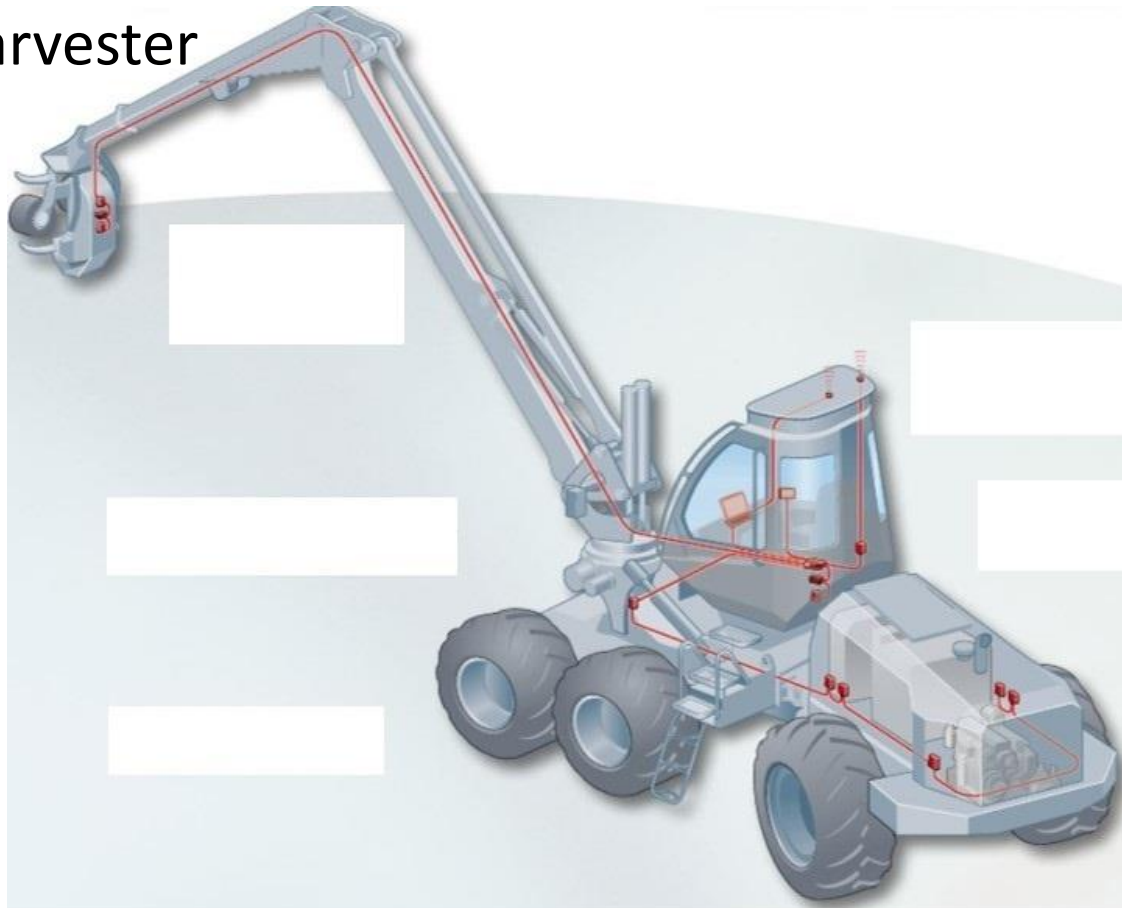
Cabezal en excavadora o máquina forestal de orugas



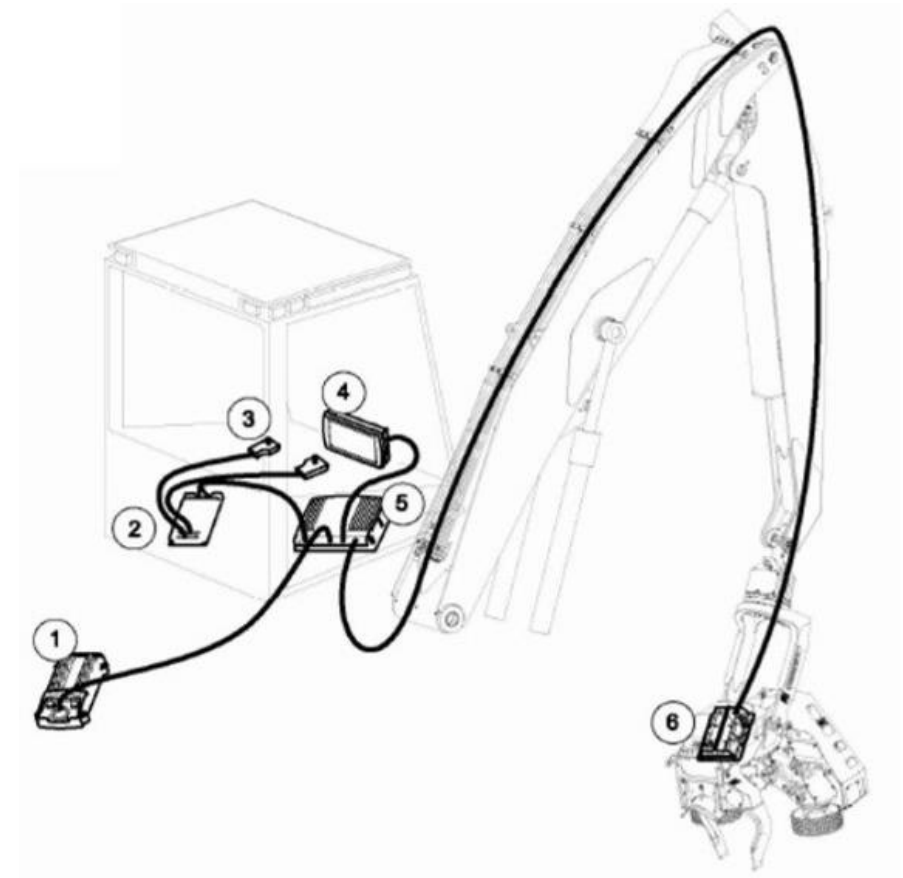
Harvesters

Dos configuraciones de equipos:

- Harvester



Cabezal en excavadora o máquina forestal de orugas



Harvesters

Forwarding object instruction (foi)

- Object identities
- Landing positions

Forwarding delivery instruction (fdi)

- Instructions about how each product is to be managed in forwarding (separately or several products together)
- References to definitions for products and species groups

Object instruction (oin)

- Object identities
- Forest owner, etc.
- Activated products

Product instruction (pin)

- Product identities
- Lengths
- Diameters
- Grades
- Price matrix
- Restrictions
- Distribution matrices

Species group instruction (spi)

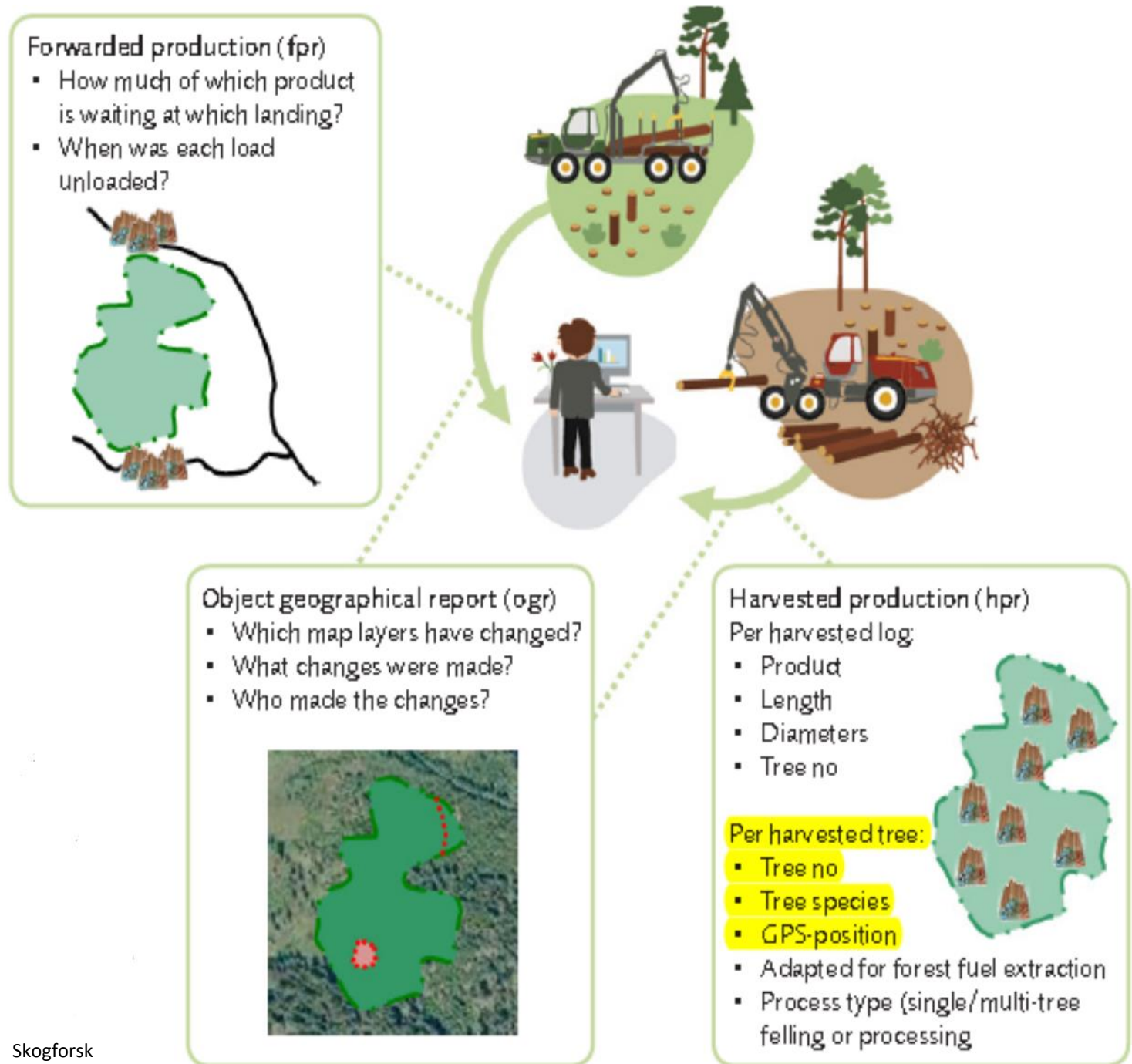
- Definition of tree species groups, DBH
- Identities
- Bark function
- Sound knot bucking

Object geographical instruction (ogi)

- Map layers (orthophoto, shp files)
- Instructions about which map layers can be modified in the machine
- Presentation of map layers (colours, symbols, etc.)



Harvesters



Harvesters

Registro de datos – Sistema de control (OBC)

Sensores

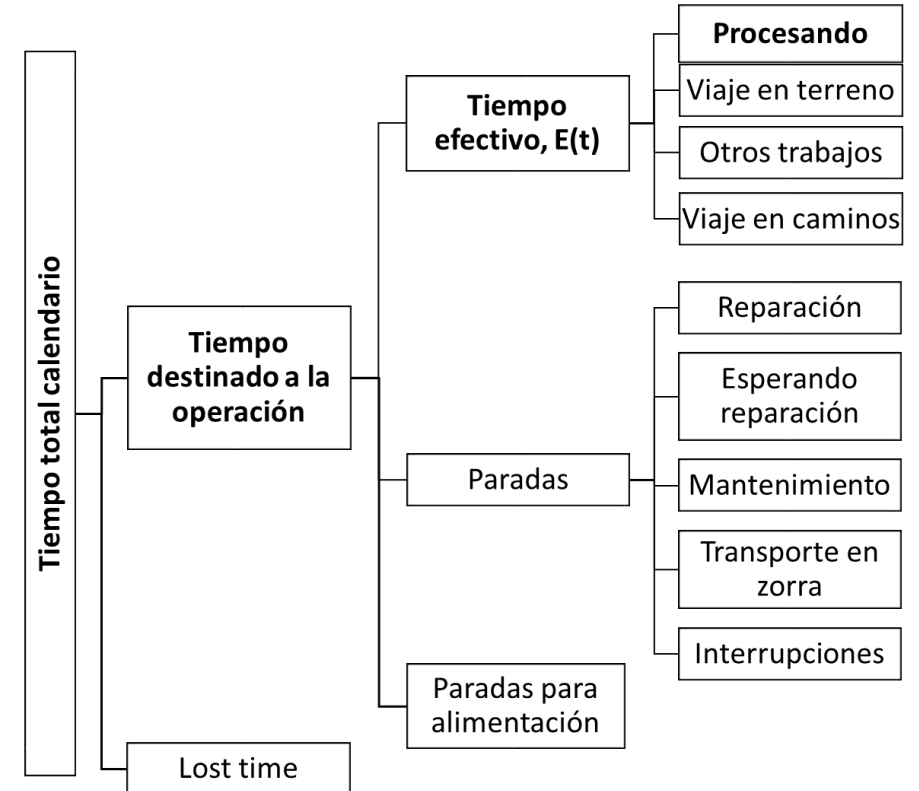
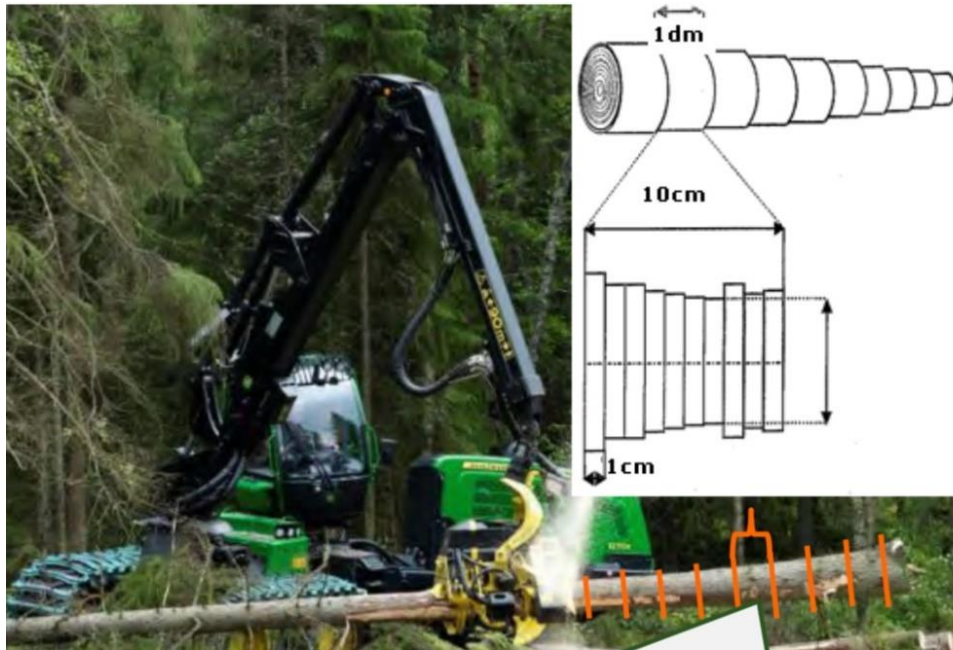
- Largo
 - Diámetro
 - Posición cabezal
 - Movimientos de grúa (Fw)
 - Movimiento de ruedas (Fw)
 - Revoluciones (gasoil) (Fw)
- Información de entrada (Fw)



Harvester

Datos

- Operación forestal
- Bosque cosechado (forestal)
- Otros



StanForD

- Standard for Forest Machine data and Communication –
Estándar de datos y comunicación en Maquinas Forestales
- Harvester y Forwarder (CTL)
- Mayores fabricantes de maquinas CTL



Harvester y Forwarder

Datos

- Estándar (StanForD)
 - Coordinado por Skogforsk – apoyo Metsäteho
- <https://www.skogforsk.se/english/projects/stanford/>
- De facto estándar
 - Estándar abierto



StanForD

- Registra DATOS
- 2 versiones
 - Clásico
 - StanForD2010 (2011)
- Estándar complejo > 20 archivos



StanForD - Clásico

Información – archivos

> 20 archivos

apt	Instrucción de corte	Operación
drf	Monitoreo de operación	Operación
prd	Producción Hv	Operación
pri	Producción individual (árbol – troza)	Forestal
stm	Stem files (diámetros)	Forestal
prl	Producción Fw	Operación
ktr	Control de calidad	Operación
ghd	Mapas	Operación



StanForD - Clásico

Variable tipo dato~ Variable tipo dato dato dato dato~

110 2 1~270 1 27~270 2 0~270 3 27~38 1 J Cabrera~38 4 0~38 5 0~523 1
3257956~523 2 2~523 3 5740183~523 4 2~523 5 101~523 6
20140522212527~

993 variables, varios tipos, dato simple o múltiple

StanForD - Clásico

Archivos stm

Stem_ID	Longitude	Latitude	Altitud(m)	DBH(mm)	Commercial volume(m ³)	Commercial height(m)	SED(mm)	Date_time	Cycle time(min)
5	-57.40202	-32.57953	104	346	1.3558	25.67	105	2014-05-22 20:52:20	1.33
6	-57.40201	-32.57953	102	284	0.8788	24.11	97	2014-05-22 20:53:40	0.52
7	-57.40203	-32.57952	103	159	0.174	18.87	47	2014-05-22 20:54:11	0.97
8	-57.40198	-32.57954	99	201	0.2782	17.73	59	2014-05-22 20:55:09	4.02
9	-57.40198	-32.57959	95	264	0.8408	27.93	82	2014-05-22 20:59:10	1.30
10	-57.40197	-32.57958	94	359	1.0357	19.94	125	2014-05-22 21:00:28	2.83

Archivos drf

Start time	End time	Volume (m ³)	Number of logs	Fuel consumption (l)	Driven distance (m)	Work type
2014-05-22 20:25:44	2014-05-22 20:39:11	0	0	3	1882	Road travel
2014-05-22 20:39:11	2014-05-22 20:55:58	5.33	28	6	80	Harvesting
2014-05-22 20:55:58	2014-05-22 20:58:31	0	0	2	47	Terrain travel
2014-05-22 20:58:31	2014-05-22 21:54:24	23.8	162	20	83	Harvesting
2014-05-22 21:54:24	2014-05-22 21:55:32	0	0	0	7	Terrain travel

StanForD2010

Table 4. Messages in StanForD 2010.

Filename extension	File type name	Function	Closest equivalent in the earlier StanForD
.pin	product instruction	Control	apt + ap1
.oin	object instruction	Control	apt + oai
.spi	species group instruction	Control	apt + ap1
.ogi	object geographical instruction	Control	ghd
.foi	forwarding instruction	Control	New
.fdi	forwarding delivery instruction	Control	New
.udi	user-defined data instruction	Control	New
.hpr	harvested production	Production reporting	prl
.thp	total harvested production	Production reporting	Simpler type of prd
.fpr	forwarded production	Production reporting	pri
.ogr	object geographical report	Production reporting	ghd
.hqc	harvesting quality control	Quality assurance	stm + ktr
.fqc	forwarding quality control	Quality assurance	New
.mom	operational monitoring	Operational monitoring	drf



StanForD - Calibración

- Control vs [calibración](#)

Tiempos operativos – Paradas StanForD

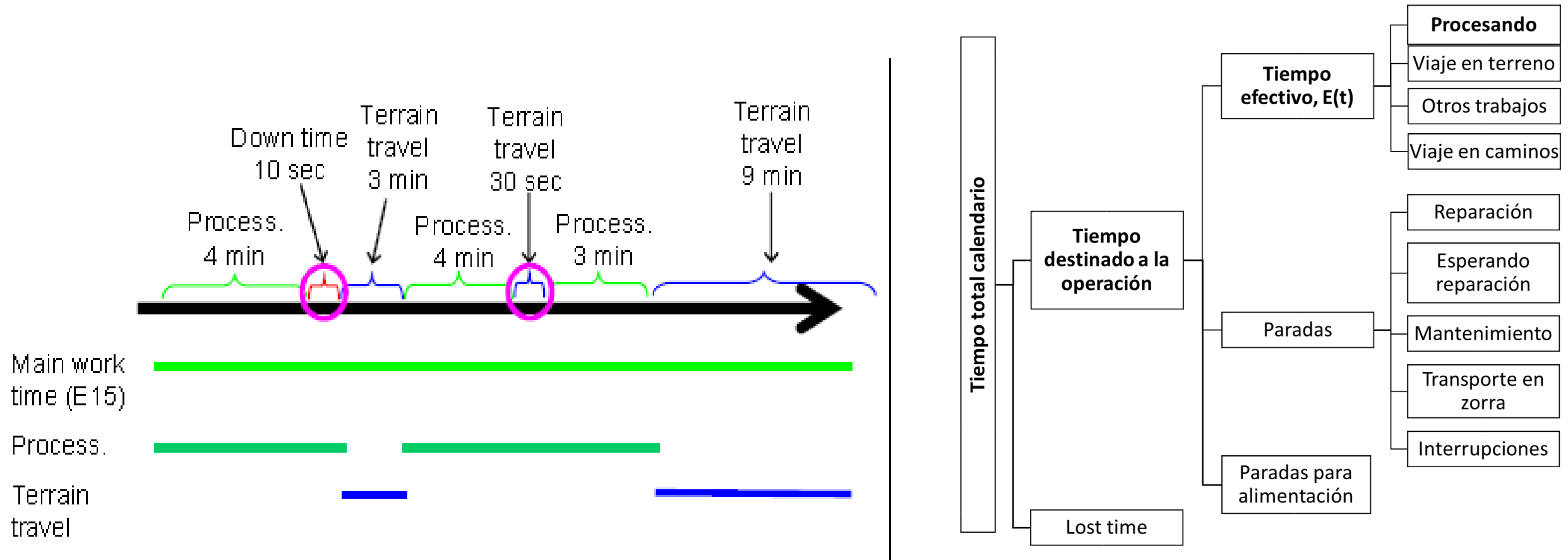
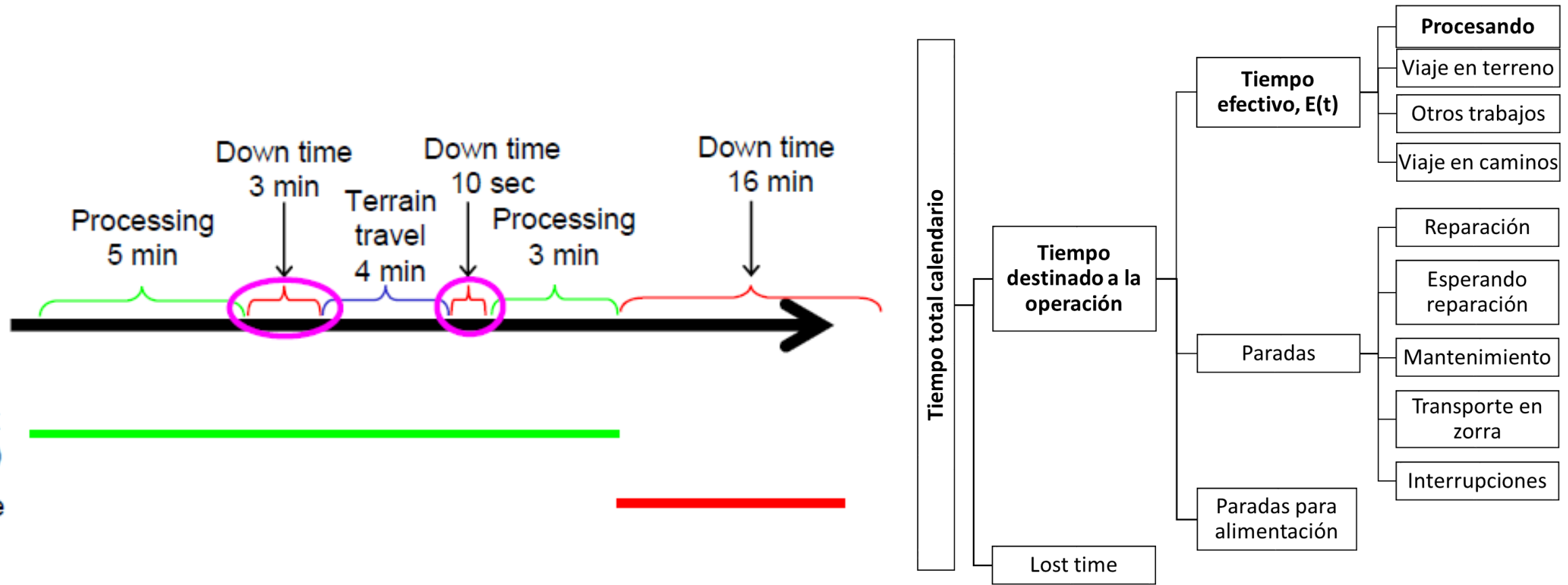


Figure 7. Example of filtering (Total time: E15 = 23 min & 20 sec, Processing = 11 min & 20 sec, Terrain travel = 12 min)

Tiempos operativos – Paradas StanForD



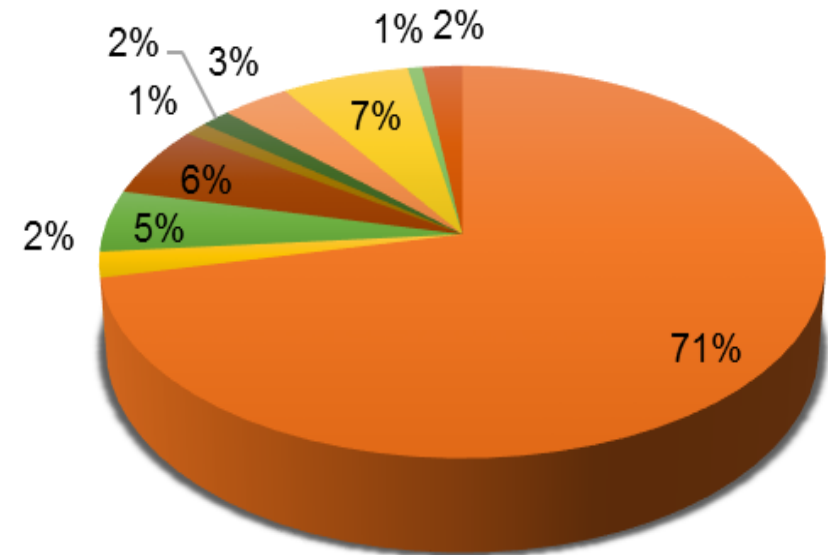
Harvester

Datos - operación forestal

Usos de los datos

- Reporte producción
- Utilización
- Consumo combustible
- [Ej](#) Ej1

Harvester total time in percentage

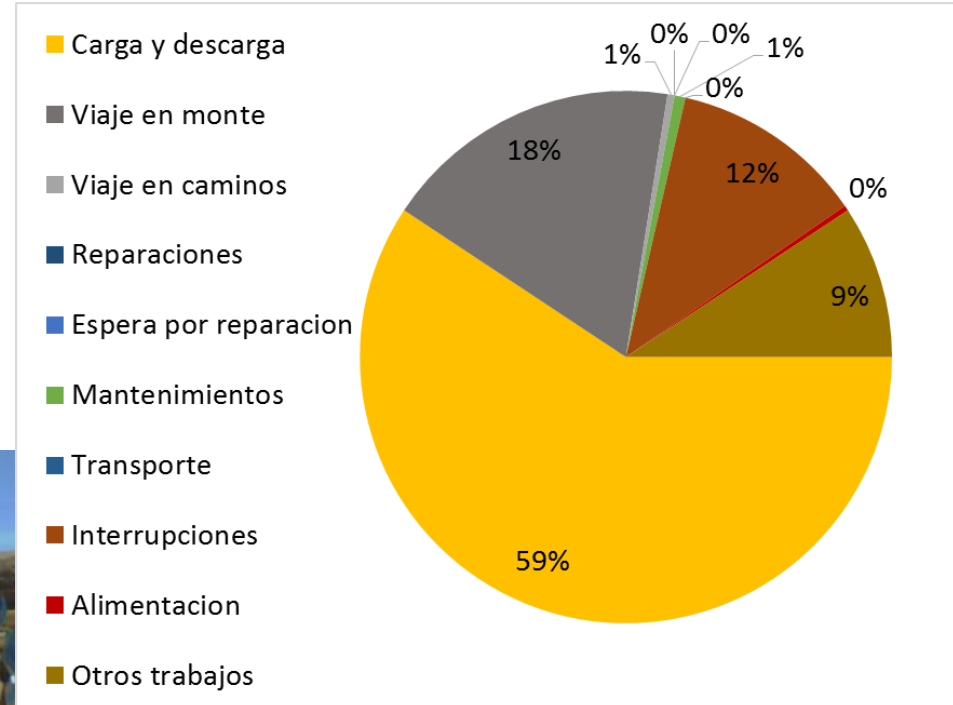


Forwarder

Datos - operación forestal

Usos de los datos

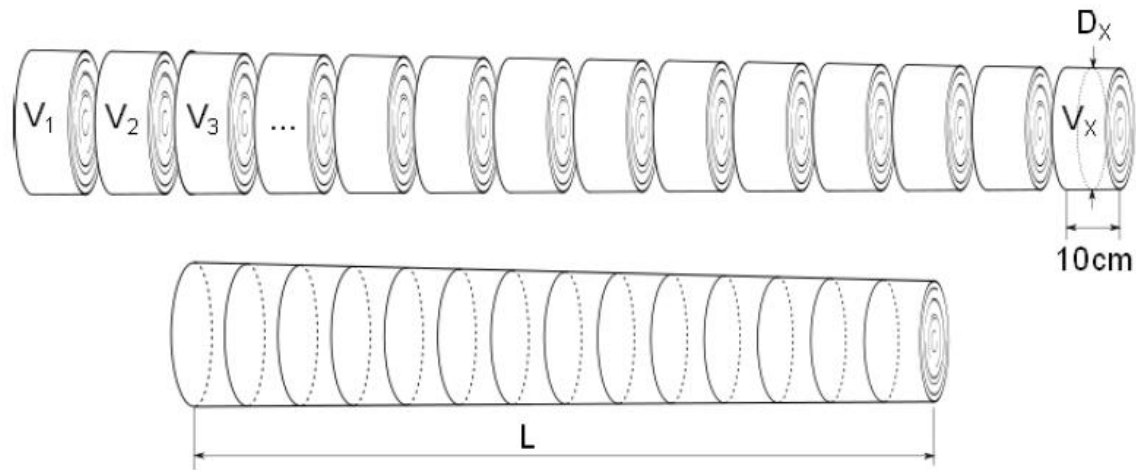
- Reporte producción
- Utilización
- Consumo de combustible



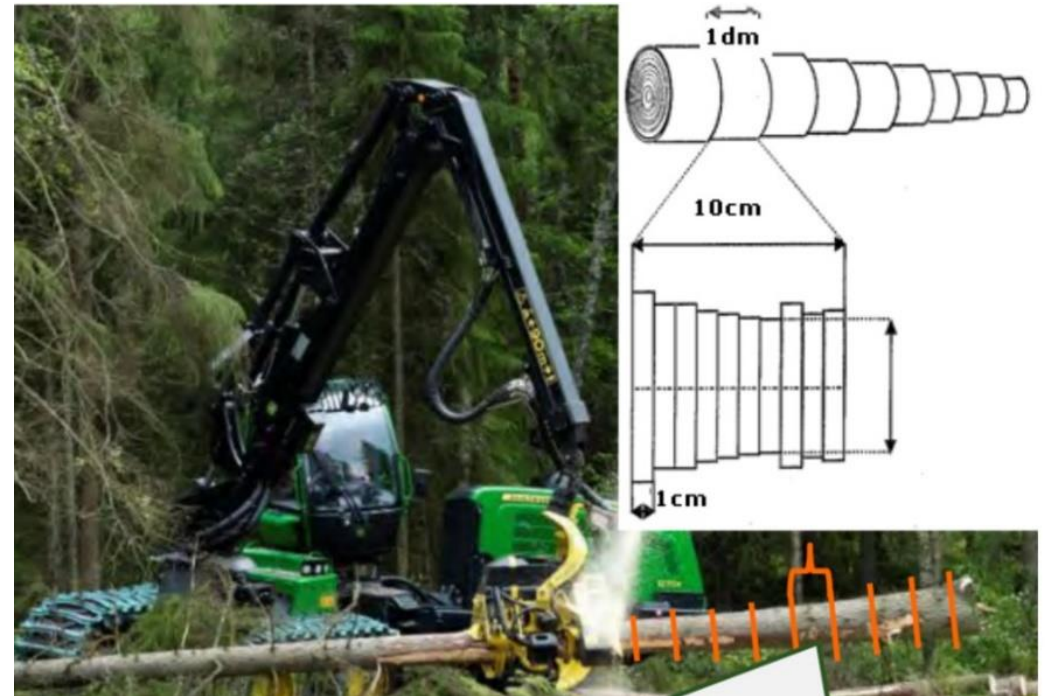
Harvester

Datos

- Forestal



$$V_x = (D_x/2)^2 \times \pi \times 10 \text{ cm}$$
$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + \dots + V_x$$
$$X = [L/10 \text{ cm}]$$

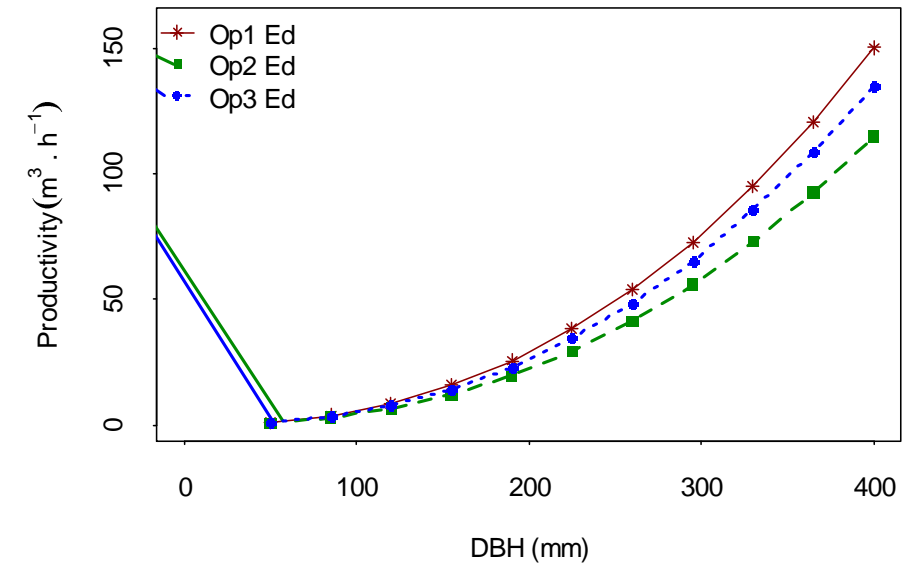
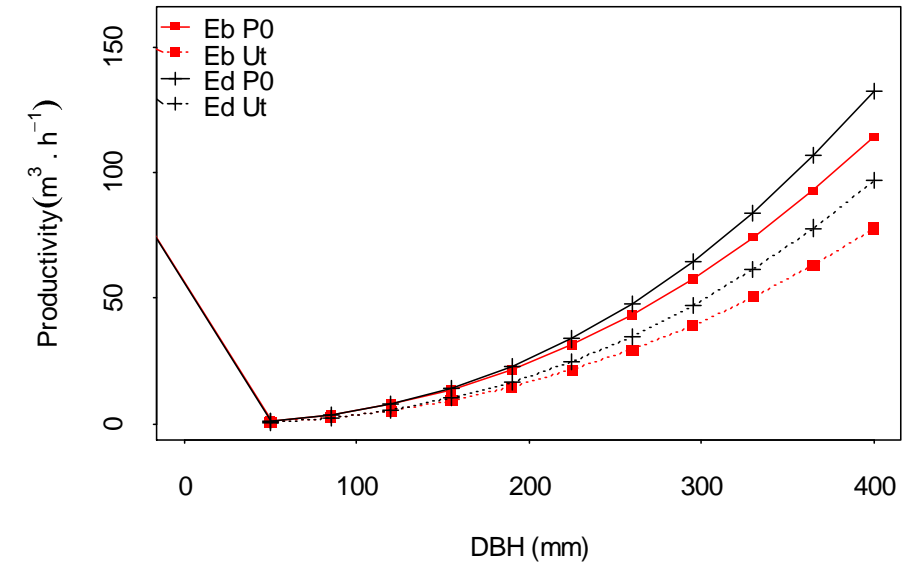


Hv - Datos - Operación

Reportar producción (volumen, utilización)

Modelos productividad y/o seguimiento

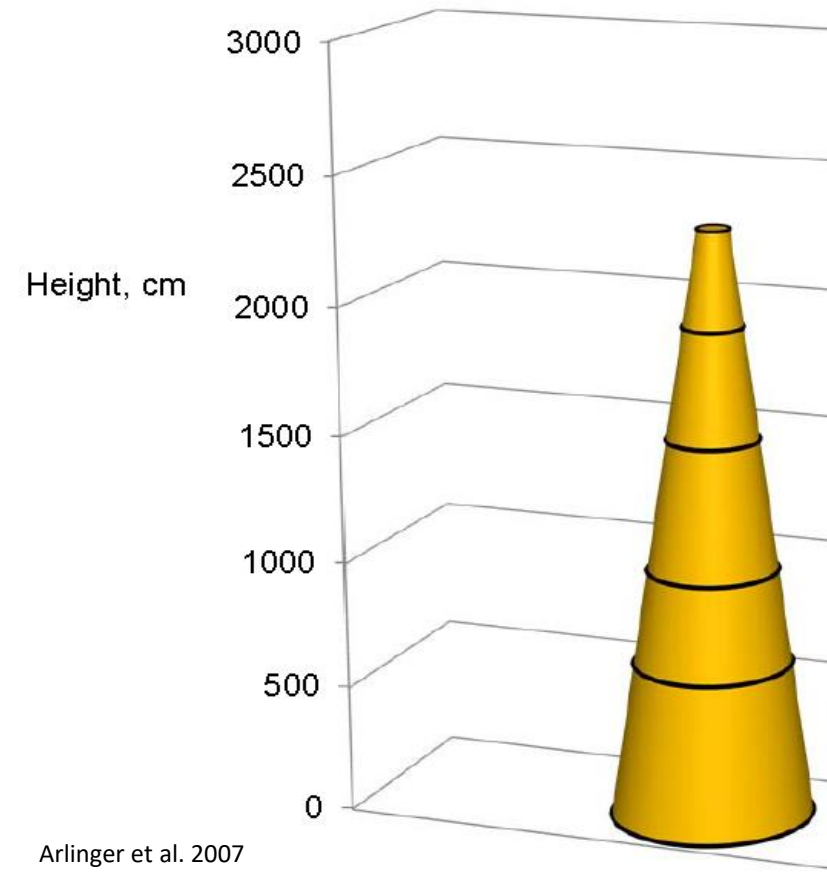
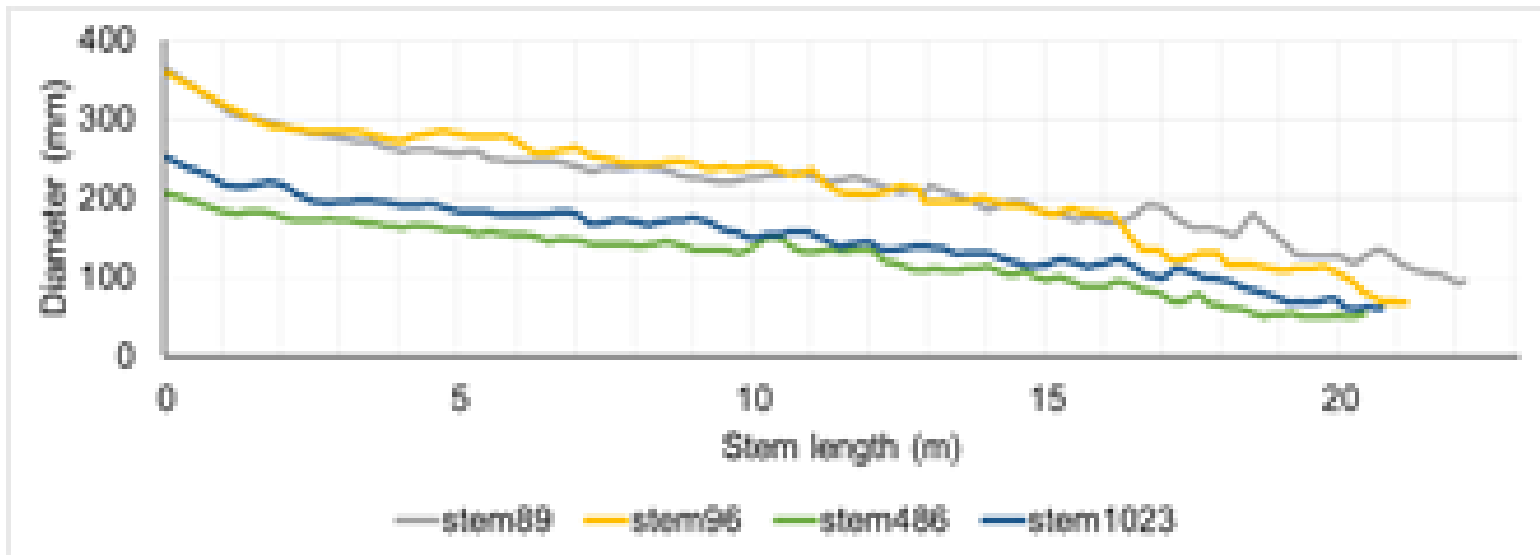
- Tamaño de árbol (vol., DAP)
- Turno (efecto, duración)
- Especie
- Tamaño de maquina
- Terreno: Pendiente (GNSS)
- Evaluación de operadores, curva de aprendizaje



Harvester

Datos – Forestal

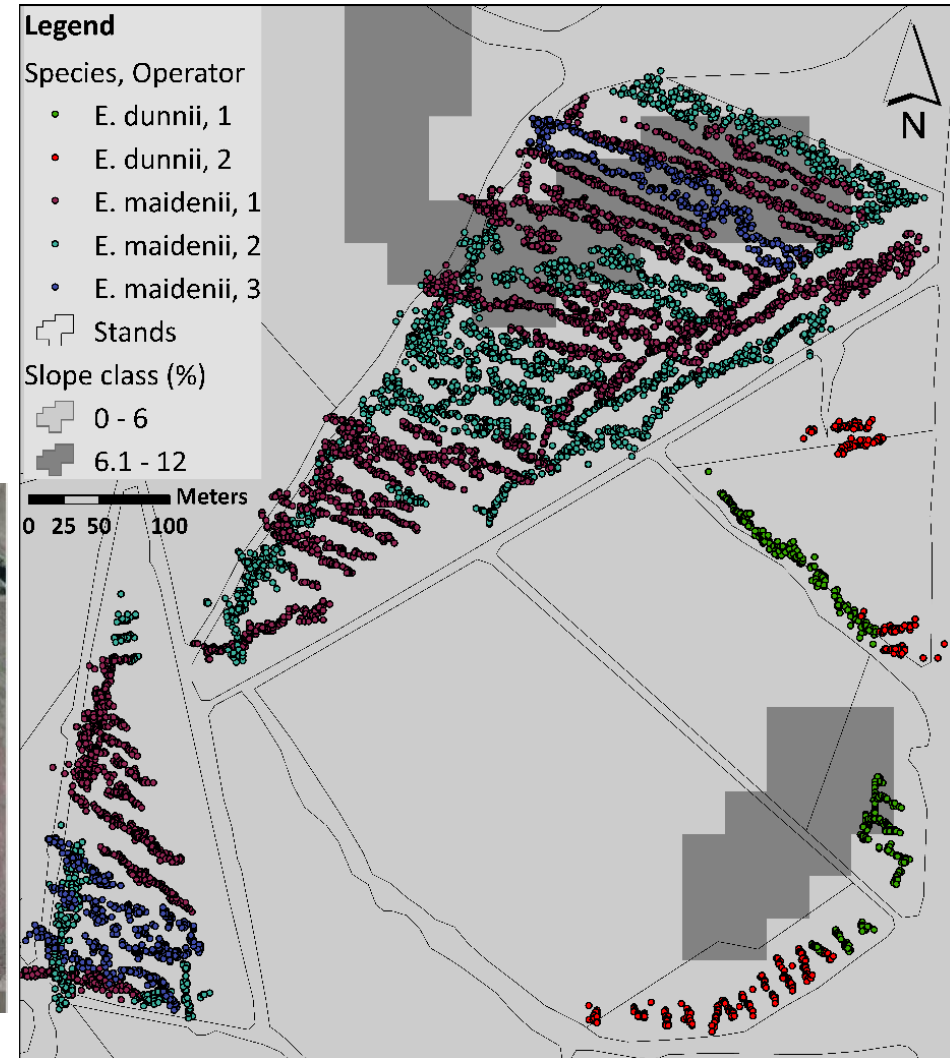
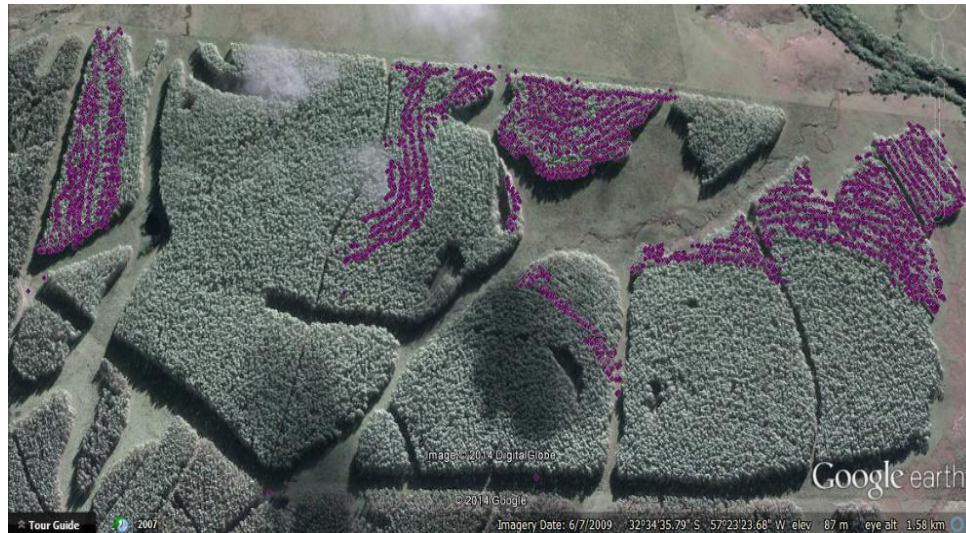
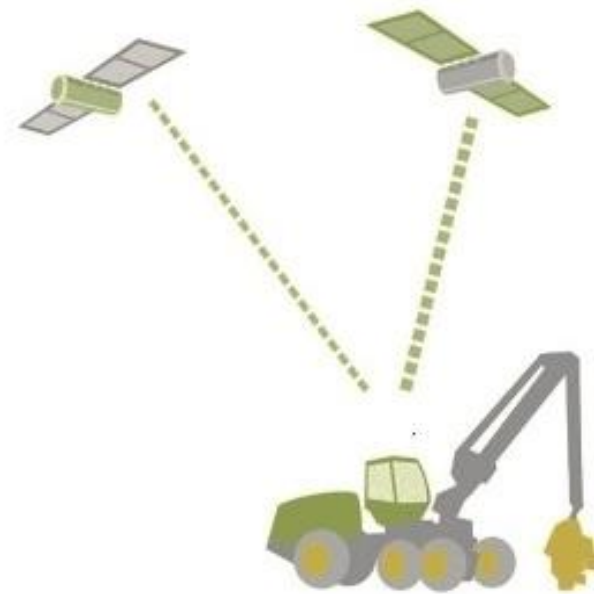
- Usos potenciales



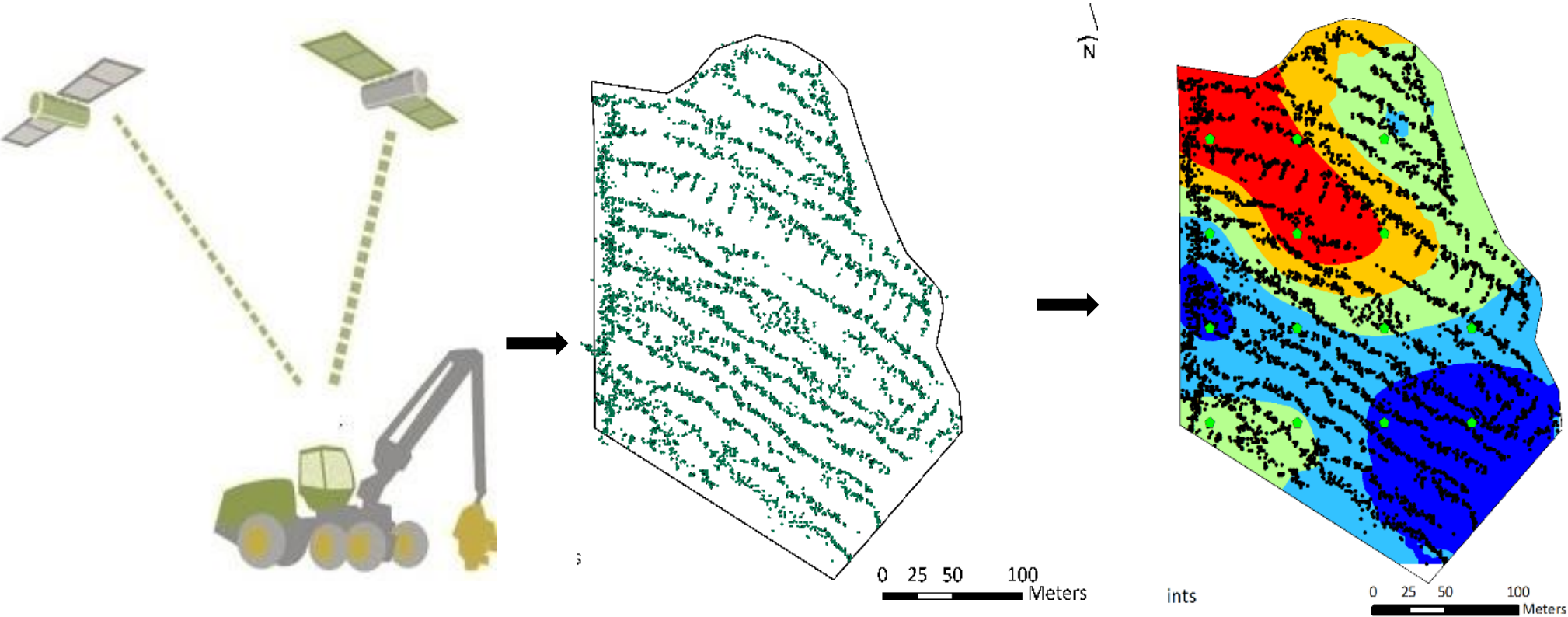
Harvester

Datos – Forestal

- Usos potenciales



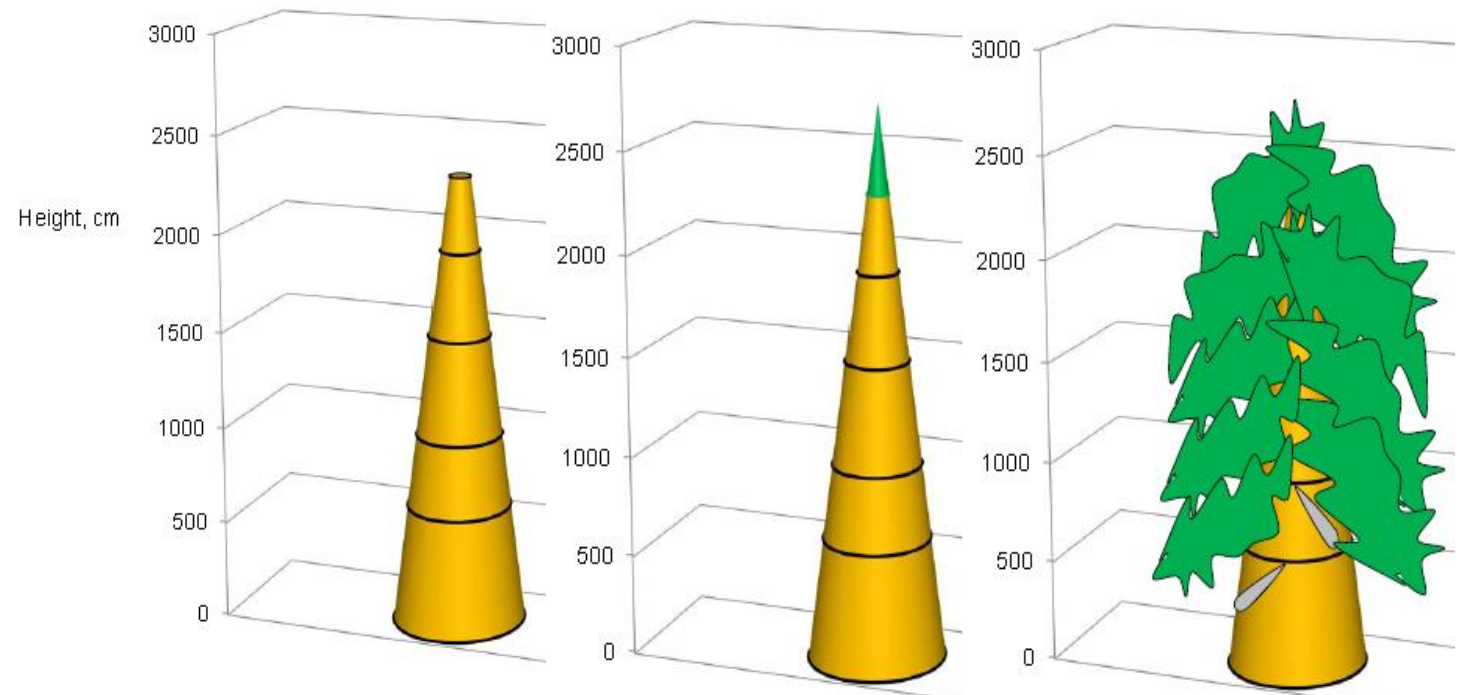
Datos – Mapa productividad



Datos – forestal ej.

Estimaciones

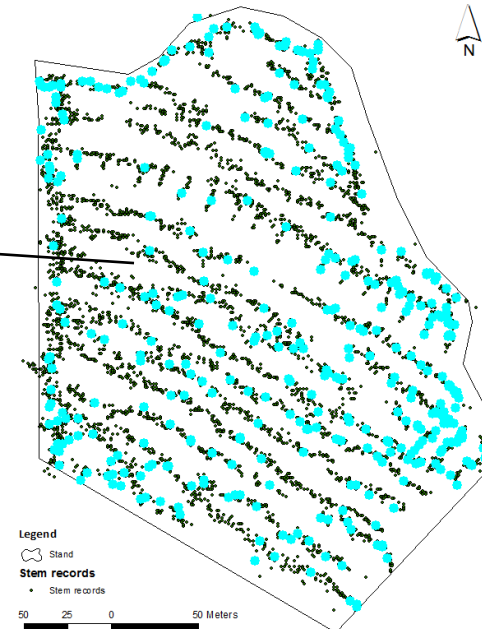
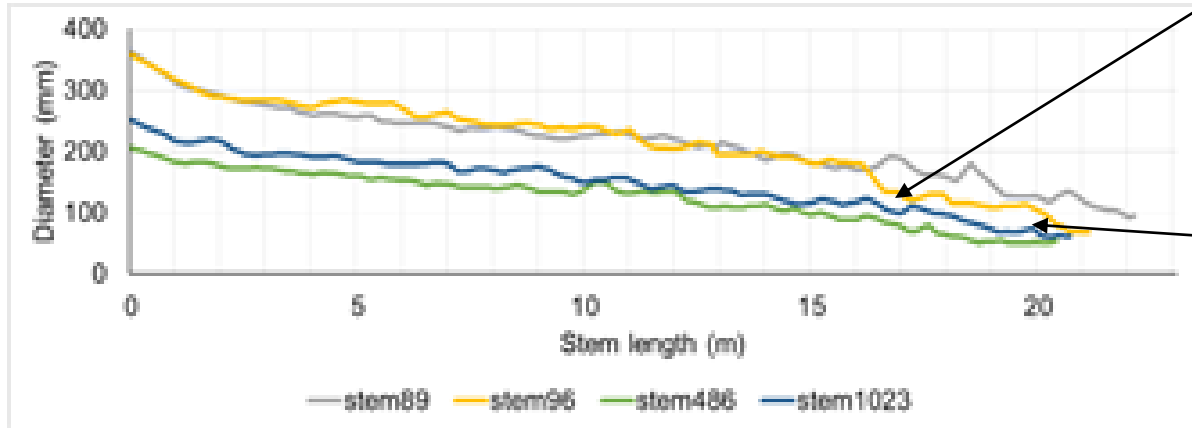
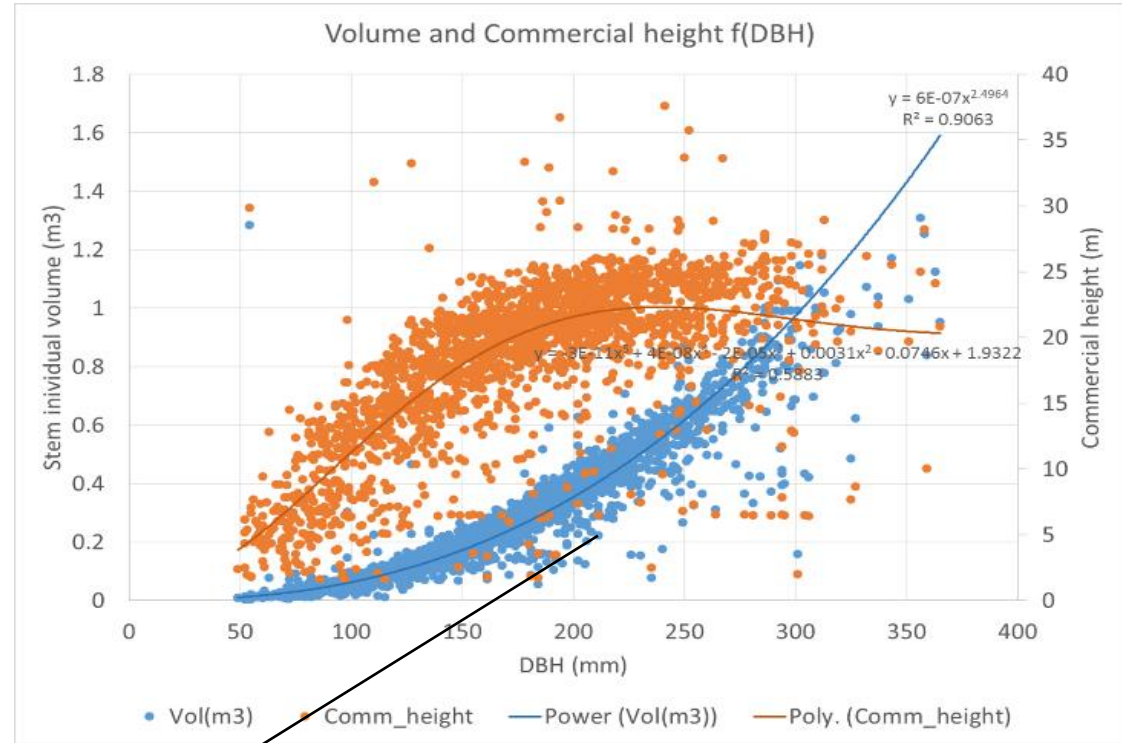
Biomasa (stm, pri)



Datos – potencial

Con GNSS

- Ecuaciones de volumen
- Datos para modelos



StanForD - Resumen

“Idioma” común entre marcas

Genera datos

- 2 versiones – diferente formato
 - Clásico
 - StanForD2010 (2011)

Datos varios - archivos

- Forestal
- Operación
- Otras



StanForD - Resumen

Registro automático de datos

Software fabricantes – datos en
información

Costo – procesamiento y manejo no
obtención

Calidad de datos – chequeos, calibraciones
y capacitación

Limitantes y desafíos - Uso

- Desconocimiento
- Uso correcto de la tecnología – calidad (calibraciones/control de calidad)
- Entrenamiento (qué, cómo y por qué?)
- Conflicto de intereses (contratistas vs empresa forestal)
- Cultura (resistencia al cambio)
- Percepción de valor

Limitantes y desafíos - Tecnología

- **Calibraciones/control de calidad**
- Manejo de la información (recolección, almacenamiento, **procesamiento**)
- Standard hecho para otra realidad
- Software limitados, poco amistosos y costosos



Limitantes y desafíos - Tecnología

- Inconsistencias entre maquinas y versiones

Type of file	Control system	Machine manufacturer	Number of variables in the file
stm	Dasa 5	Satco	46
	TimberMatic	Waratah	42
	Opti4G	Ponsee	87
pri	Dasa 5	Satco	67
	OptiPlus V5	Woodsman	64
	TimberMatic	Waratah	56
	Opti4G	Ponsee	69

Limitantes y desafíos - Tecnología

- Inconsistencias entre maquinas y versiones

Type of file	Control system	Machine manufacturer	Number of variables in the file
stm	Dasa 5	Satco	46
	TimberMatic	Waratah	42
	Opti4G	Ponsee	87
pri	Dasa 5	Satco	67
	OptiPlus V5	Woodsman	64
	TimberMatic	Waratah	56
	Opti4G	Ponsee	69

Tareas

¿Su maquina cuenta con StanForD? ¿Que versión?

- **Si:**

- Clásico: Genere y extraiga al menos un archivo **.stm** o **.pri (.prl)** y un **.drf**
- 2010: Genere y extraiga al menos un archivo **.hpr** o **(.fpr)** y un **.mom**

- **No:**

- Elaborar una instrucción de corte (matriz de valores o pedido por producto)
- Según instrucciones; Extraer información de los archivos (stm, drf) hpr y mom

Bibliografía de clase

- Malinovski, R. A., Malinovski, R. A., Malinovski, J. R., & Yamaji, F. M. (2006). Análise das variáveis de influência na produtividade das máquinas de colheita de madeira em função das características físicas do terreno, do povoamento e do planejamento operacional florestal. *Revista Floresta*, 36(2), 169–182. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v36i2.6459>
- Acuna, M., Bigot, M., Guerra, S., Hartsough, B., Kanzian, C., Kärhä, K., ... Zormaier, F. (2012). *Good Practice guidelines for biomass production studies*. (N. Magagnotti & R. Spinelli, Eds.). Sesto Fiorentino, Italy: CNR-IVALSA. Retrieved from <http://www.forestenergy.org/pages/cost-action-fp0902/good-practice-guidelines/>
- Forestry, C. R. C. for. (2010). Enhancing forest machine efficiency: onboard computer selection and implementation guide. Tasmania, Australia: CRC for Forestry. Retrieved from http://www.crcforestry.com.au/publications/downloads/CRC-Onboard-Computers-WEBLINK-21_031.pdf
- IUFRO. (1995). Forest work study nomenclature. (D. of O. E. Swedish University of Agricultural Sciences, Ed.), *Test Edition Valid 1995 - 2000*. Garpenberg, Sweden. Retrieved from internal-pdf://iufro_workstudynomenclature__bjoerheden_-3177350400/IUFRO_WorkStudyNomenclature__bjoerheden_.pdf
- Szewczyk, g., Sowa, J., Kamiński, K., Kulak, D., & Stańczykiewicz, A. (2017). Selection of time study methods for forest operations. *Forestry Letters* (Vol. 110). [s.n.]. Retrieved from <http://www.forestryletters.pl/index.php/forestryletters/article/view/65/61>