

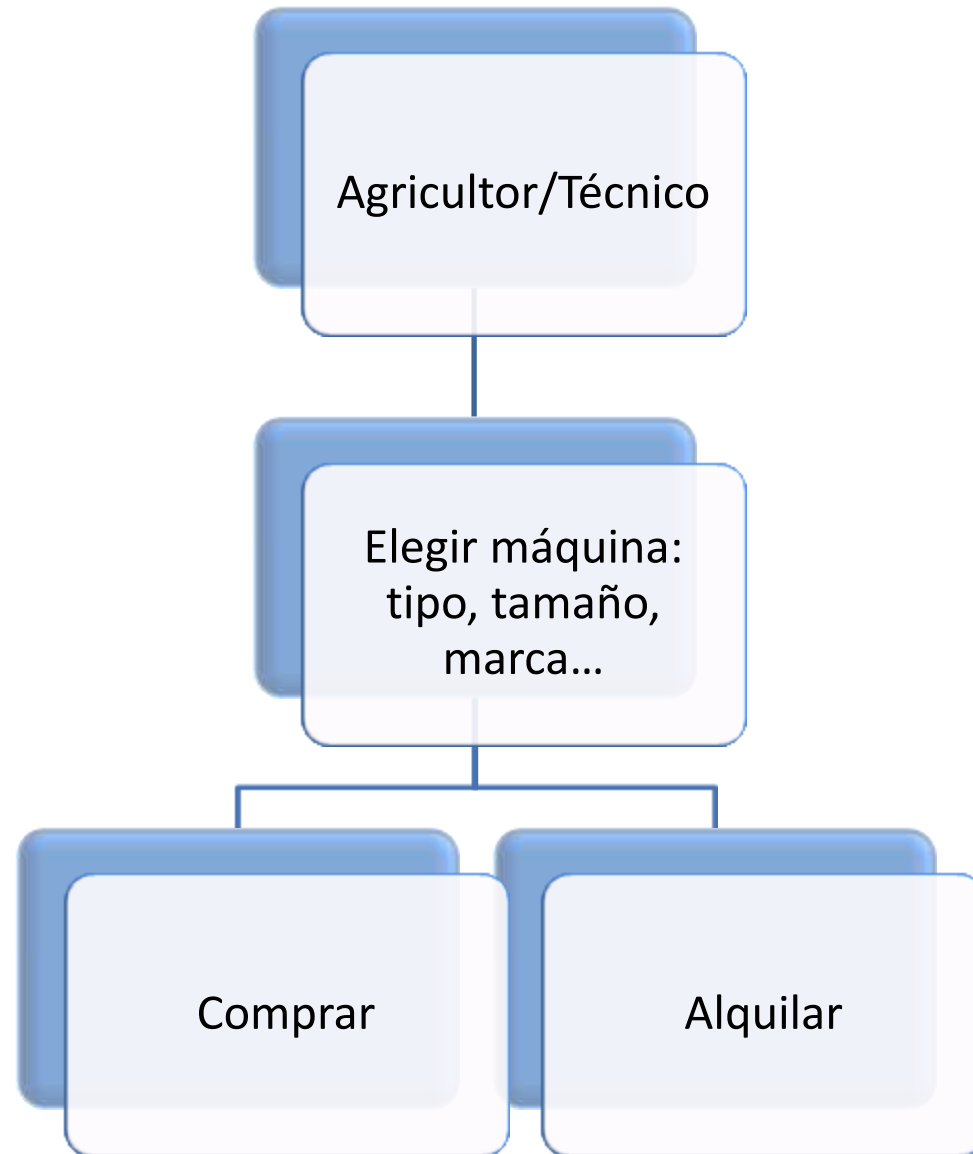
33378 MAQUINARIA Y EQUIPOS PARA LA PRODUCCIÓN AGROALIMENTARIA

Unidad didáctica 1. Selección y gestión de parques de maquinaria agrícola

TEMA 3. SELECCIÓN DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS

- 1. Introducción**
- 2. Estabilidad, tracción y potencia**
- 3. Parques de maquinaria**

1. Introducción



Operación a
mecanizar



Tipo de
máquina

Tamaño de la
explotación



Tamaño y/o
número de
máquinas

Selección de tractores y aperos

Combinación tractor-apero

Estabilidad

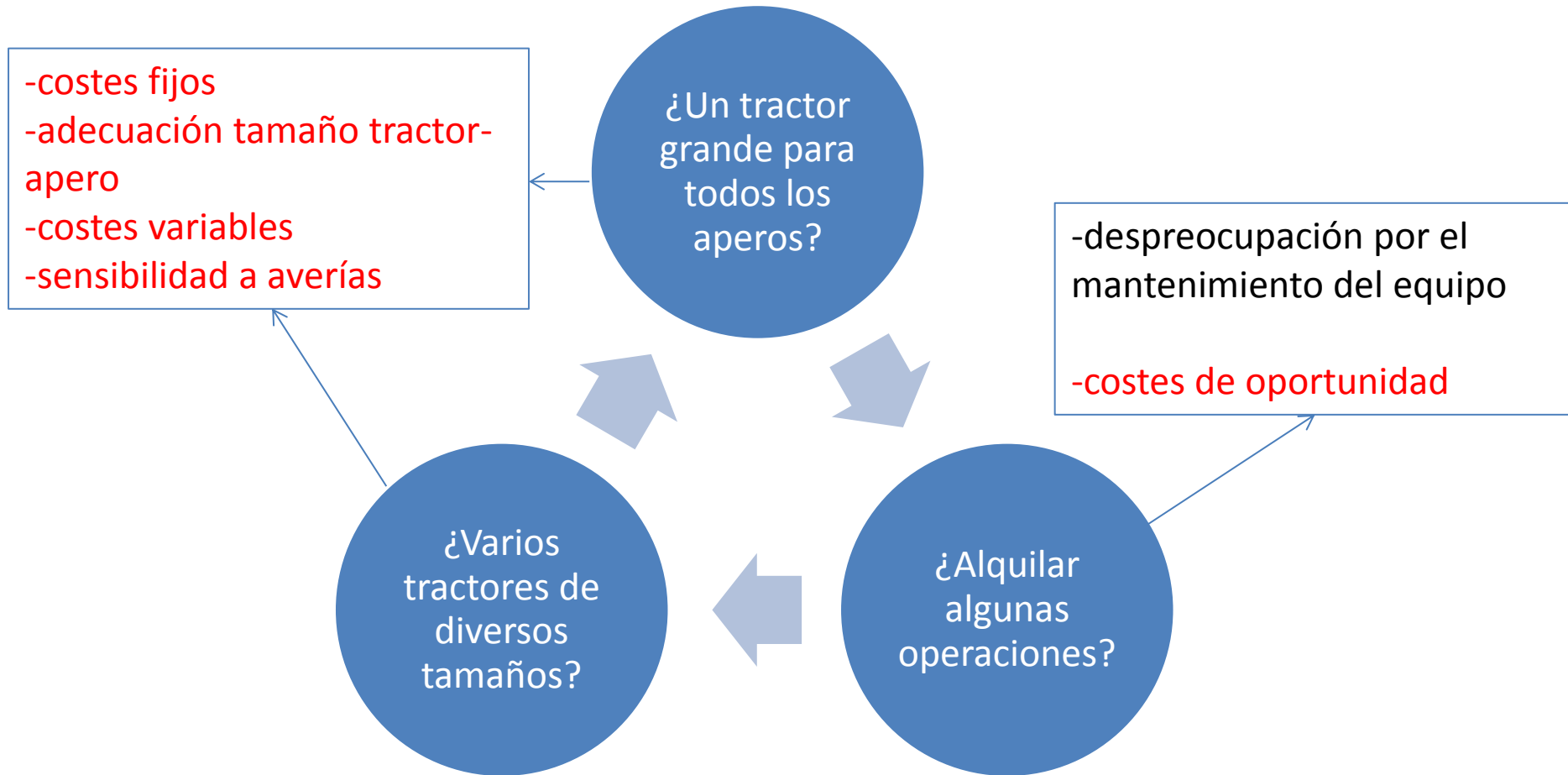
Capacidad de tracción

Capacidad de trabajo (ha/h, t/h...)

Costes



Selección de tractores y aperos



Proceso productivo con varias máquinas



optimizar el proceso conjunto

el rendimiento de cada máquina depende del rendimiento del conjunto



Ejercicio

En una obra hay que transportar tierra hasta un vertedero situado a **3 km**

La operación se realiza con **retroexcavadoras y camiones**

El volumen total a transportar es de **30 000 m³** en banco (**Vb**)

El factor de esponjamiento vale **Fe = Vb/Vs = 0,85**

La **densidad** del material en banco es **1,9 t/m³** (**Db**)

Retroexcavadoras:

- capacidad de trabajo **Ctex = 50 m³_{suelto}/h**
- cobran **Pex = 80 €/h**

Camiones:

- capacidad: **25 t**
- cobran **Pcm: 65 €/h**
- viajan por la obra a **25 km/h**.
- tiempo dedicado a las maniobras de descarga: **Td = 10 min/viaje**
- tiempo dedicado a la carga: **Tc** (el que necesite la excavadora para cargar el camión)

Ejercicio

El plazo de ejecución de la obra es de **30 días**

Si finalización de la obra se retrasa, la penalización es de 500 €/día de retraso

Las fracciones de día se consideran un día entero

Se trabaja **10 h/día**

El coste del traslado de cada excavadora a la obra es 1000 €.

Se supone que todos los camiones y excavadoras están todos los días en la obra

Se pide:

- a) Calcula el coste de ejecución de la obra.
- b) Dimensiona el parque de máquinas que minimiza el coste.

FE:4	0,85	
Vb:	30000	m ³
Vs = Vb/FE:	35294	m ³
densidad banco, db:	1,900	t/m ³
densidad suelto, ds = db*FE:	1,615	t/m ³
distancia media de transporte DMT:	3,000	km
horas diarias de trabajo, h:	10	h
Plazo de ejecución de la obra, Plazo:	30	días
Capacidad de trabajo de la excavadora, Ctex:	50	m ³ /h
Capacidad camión:	25	t
Velocidad camión:	25	km/h
Vcamión = Capacidadcamion/ds:	15,48	m ³
Tiempo necesario del camión por cada viaje:		
Carga, Tc = Vcamión/Ctex:	0,31	h/viaje
Desplazamiento, Tiv= DMT*2/v	0,24	h/viaje
Descarga, Tdg:	0,17	h/viaje
Tiempo total, Tv:	0,72	h/viaje
Capacidad trabajo camión, Ctcm = Vcamión/Tv	21,61	m³/h

Ratio ideal camiones/excavadoras, C_{tex}/C_{tcam} :	2,31	
Horas mínimas totales de excavadora necesarias, $H_e = V_s/C_{tex}$:	706	h
Horas mínimas totales de camión necesarias, $H_{cm} = V_s/C_{tcm}$:	1633	h
Días de excavadora necesarios, $D_{ex} = H_e/h$:	71	días
Nº de excavadoras necesario para cumplir plazos, $Plazo/D_{ex}$:	2,4	Excav.
Coste excavadora:	80	€/h
Coste camión:	65	€/h
Coste transporte excavadora:	1000	€/traslado
Penalización por retraso obra:	500	€/día

CTR. Grupo Uso Uso
mqEqu individual conjunto

Máquinas	Núm	m³/h	Uso individual		€ Transporte	Total obra	Días Penalización	Total conjunto
			h	h				
Excavadoras	3	150	235	272	65359	3000	68359	
Camiones	6	130	272	272	106209		106209	27 0 174568
Excavadoras	3	150	235	327	78431	3000	81431	
Camiones	5	108	327	327	106209		106209	33 1340 188980
Excavadoras	2	100	353	353	56470	2000	58470	
Camiones	6	129,6	272	353	137647		137647	35 2647 198764
Excavadoras	3	150	235	235	56470	3000	59470	
Camiones	7	151	233	235	107058		107058	24 0 166529
Excavadoras	2	100	353	353	56470	2000	58470	
Camiones	5	108	327	353	114706		114706	35 2647 175823
Excavadoras	1	50	706	817	65359	1000	66359	
Camiones	2	43	817	817	106209		106209	82 25850 198418

2. ESTABILIDAD, TRACCIÓN Y POTENCIA

2.1. Estabilidad: tamaño máximo (masa) del apero acoplable al tractor

peligros:

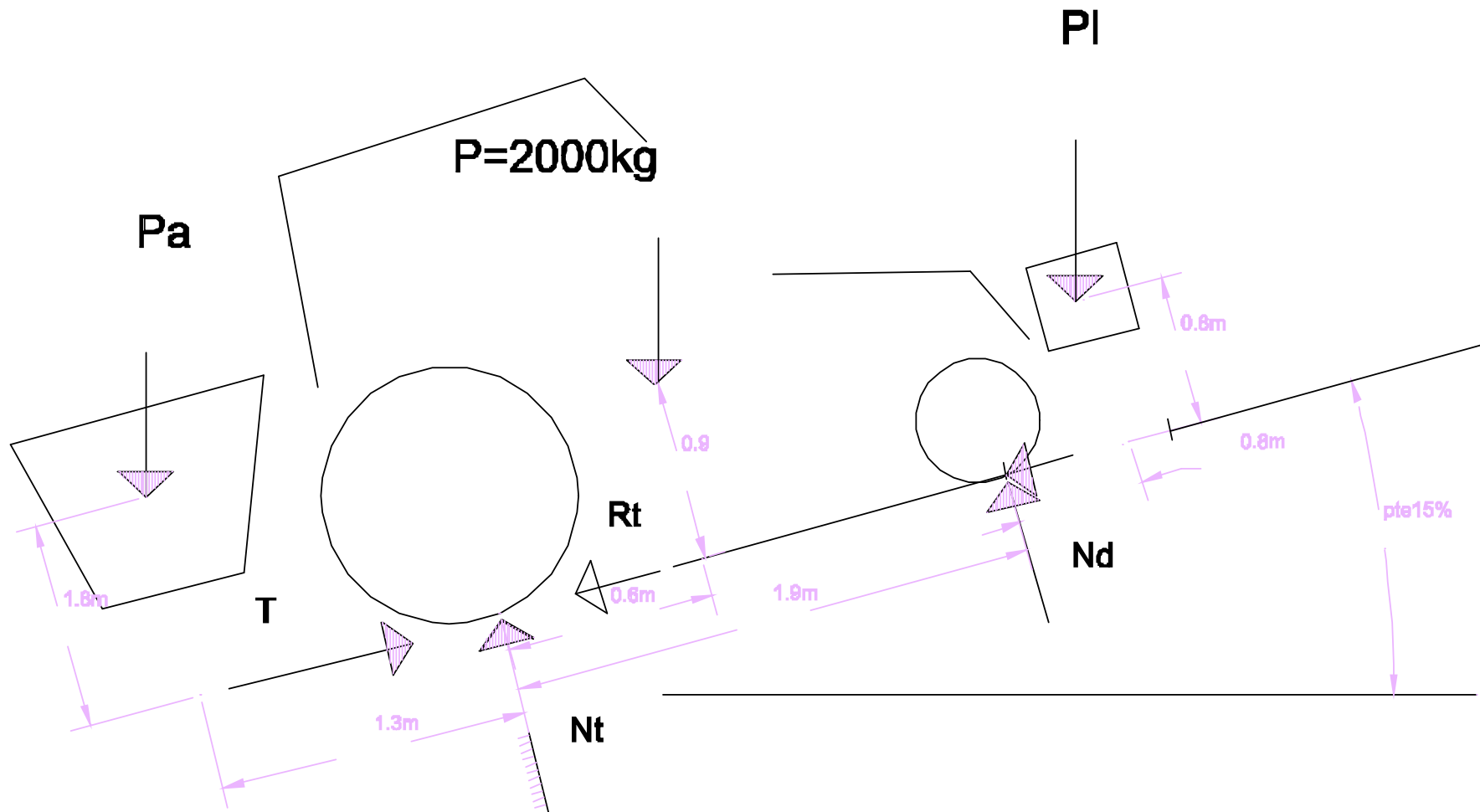
- encabritamiento
- vuelco lateral

depende de:

- pendiente del terreno
- estabilidad del suelo
- masas (tractor, apero y carga) y su distribución (cdg)
- la forma de acople del apero al tractor:
 - suspendido
 - semisuspendido
 - arrastrado...



ESTABILIDAD LONGITUDINAL



ESTABILIDAD TRANSVERSAL



ESTABILIDAD TRANSVERSAL



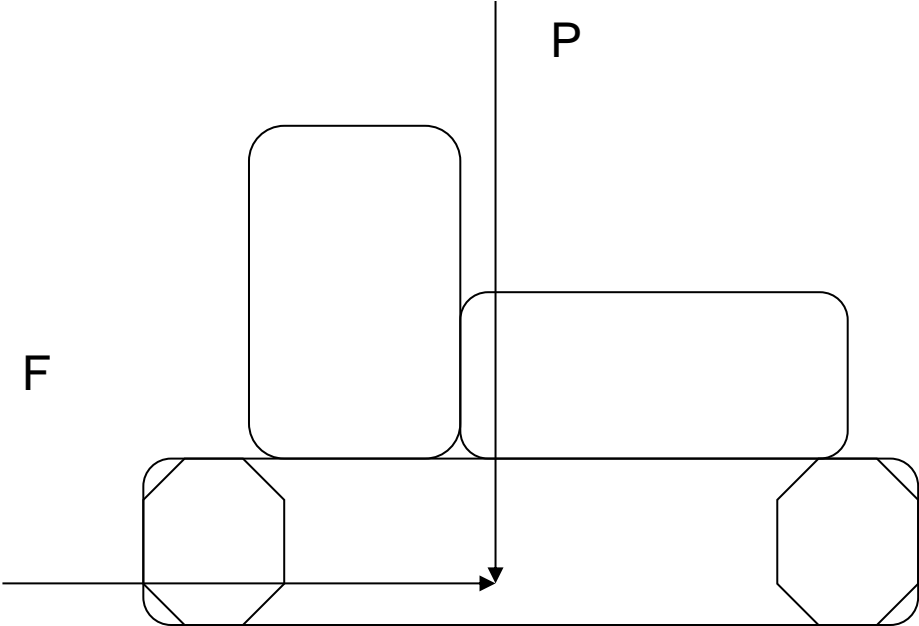
2. ESTABILIDAD, TRACCIÓN Y POTENCIA

2.2.Tracción, la capacidad de tiro del tractor depende de:

- su masa
- los lastres
- número de ejes motrices
- tipo de neumáticos/sistema de rodadura
- compactación y tipo de suelo...



COMPARATIVA ENTRE LAS CAPACIDADES DE TRACCIÓN DE UN TRACTOR DE RUEDAS Y UNO DE CADENAS



Se entiende por **coeficiente de tracción (Ct)** de un vehículo a la relación entre la fuerza horizontal de tiro que puede desarrollar (T) con respecto al peso del mismo (P).

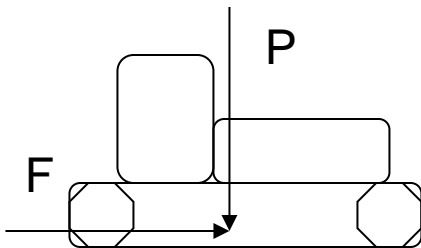
Los tractores de cadenas son muy apropiados para realizar tareas en las que se exige una elevada tracción porque:

-las cadenas tienen elevados **Ct** en terrenos sueltos

-son muy pesados:

-125 kg/kW tractores de cadenas

-70 kg/kW tractores de ruedas



$$T = C_t \cdot P$$

Coeficientes de tracción típicos para ruedas y cadenas Doc. Caterpillar

TERRENO	COEFICIENTES DE TRACCION		
	NEUMATICOS	CADENAS	CADENAS / NEUMATICOS
Hormigón	0.90	0.45	0.5
Marga arcillosa, seca	0.55	0.90	1.64
Marga arcillosa, mojada	0.45	0.70	1.56
Arena seca	0.20	0.30	1.5
Arena mojada	0.40	0.50	1.25
Canteras	0.65	0.55	0.85
Camino de grava suelta	0.36	0.50	1.39
Tierra firme	0.55	0.90	1.64
Tierra suelta	0.45	0.60	1.5

Ejemplo. Comparemos la capacidad de tracción de un tractor de neumáticos de doble tracción, de 149 kW de potencia y 10000 kg de masa, frente a un tractor de cadenas tipo D7G de 149 kW de potencia y 20000 kg de masa, en tierra firme:

Tractor neumáticos: $T = C_t P = 0.55 \cdot 10000 \cdot 9.81 = 53\ 955\ \text{N}$

Tractor orugas: $T = C_t P = 0.90 \cdot 20000 \cdot 9.81 = 176\ 580\ \text{N}$

Velocidad de transporte

Algunos vehículos agrícolas se usan más para tareas de transporte que de tracción, en ese caso hay que priorizar aspectos relacionados con la velocidad como son:

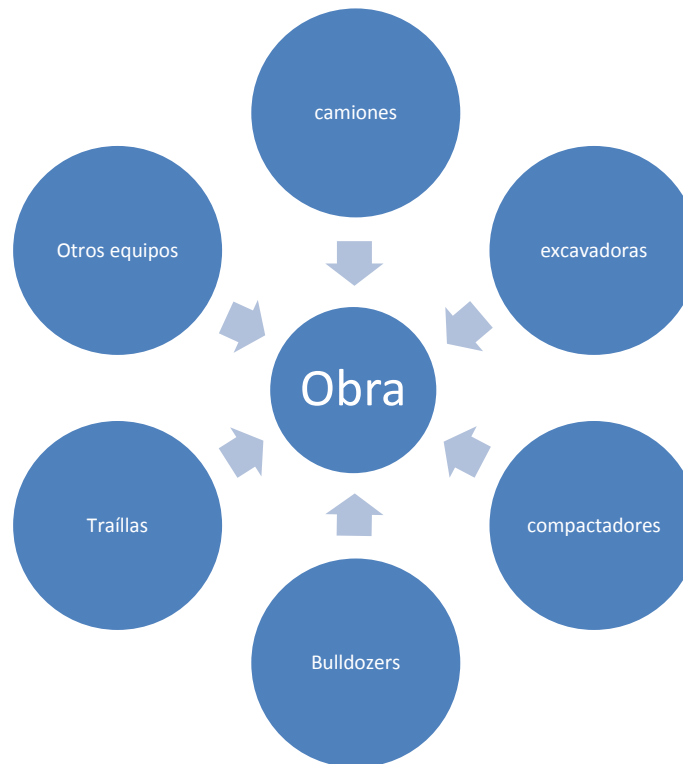
- **potencia**
- **seguridad dinámica:** estabilidad, frenos
- **confort:** suspensión, cabina



3. PARQUES DE MAQUINARIA

Proceso de adquisición de máquinas:

- adquisición **una a una** conforme surgen las necesidades
- adquisición **simultánea** de una flota grande por puesta en marcha de una industria/gran explotación
- **alquiler/compra** de varias máquinas para ejecutar una obra



Proceso de adquisición de máquinas:

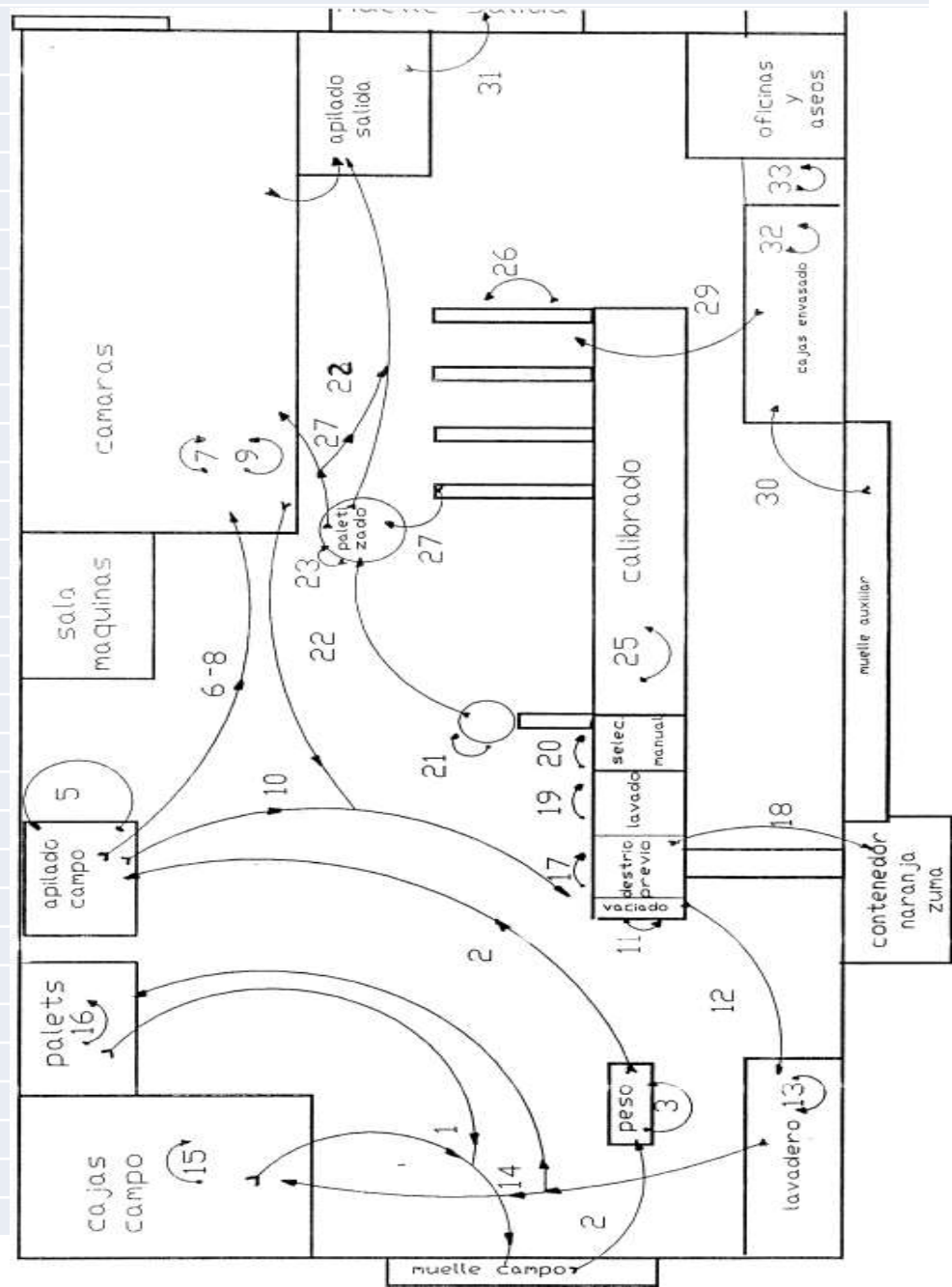


Parque máquinas construcción embalse tierra 45000 m³. Fotos A. Torregrosa (2015)

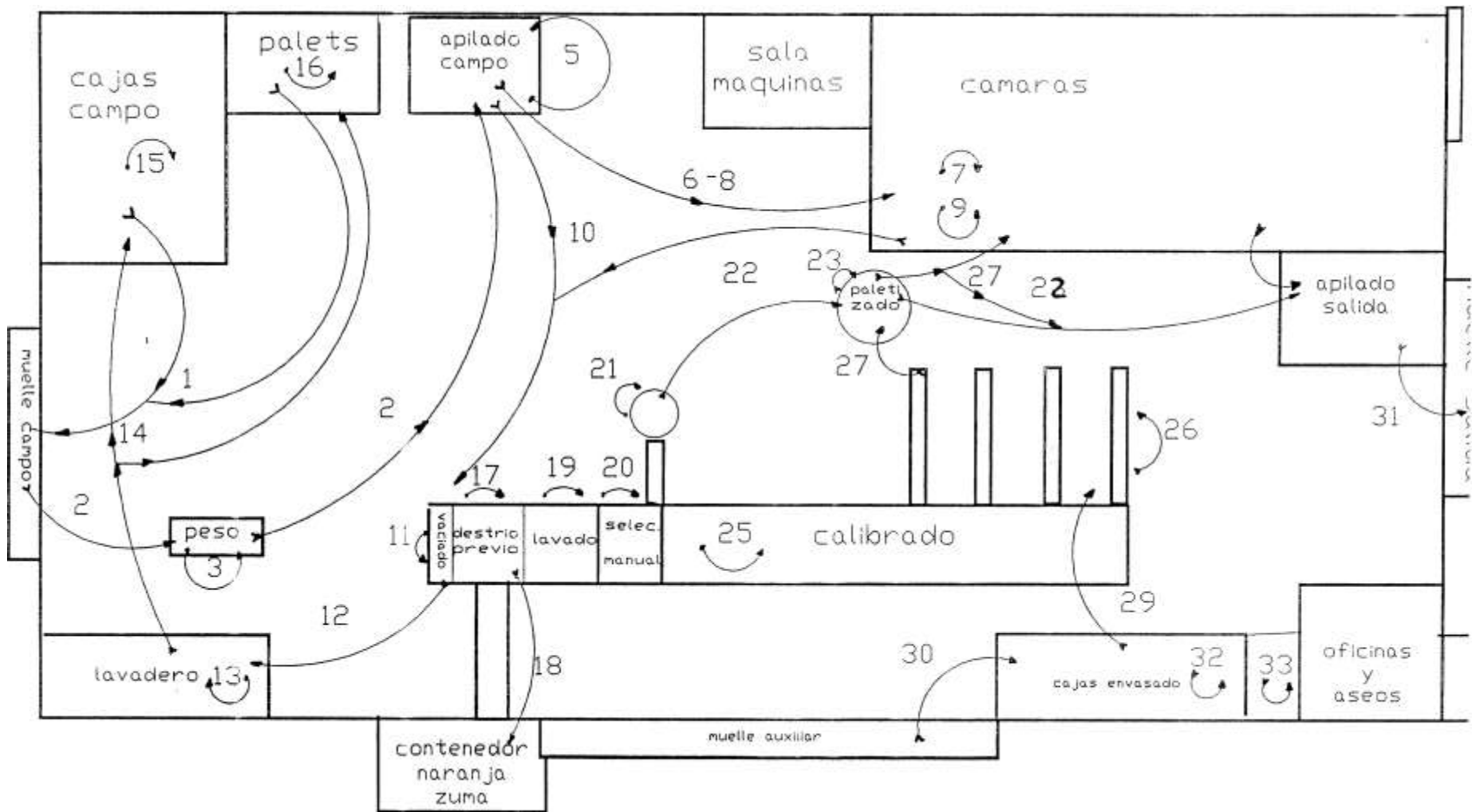


OPERACIONES A REALIZAR EN LA CONFECCIÓN DE FRUTOS EN UN ALMACÉN CITRÍCOLA

NUM	OPERACION
1	Transporte de cajas y palets al agricultor
2	Transporte campo a báscula y apilado en almacén
3	Pesado e identificación partida de entrada
5	Almacenamiento producto campo en almacén
6	Transporte producto campo apilado a cámara
7	Almacenamiento producto campo en cámara
8	Transporte a desverdización
9	Desverdización
10	Transporte a línea confección
11	Vaciado cajas o palots campo
12	Transporte envases vacíos campo a lavadero
13	Lavado envases
14	Transporte envases campo a almacenamiento
15	Almacenamiento cajas campo
16	Almacenamiento palets campo
17	Destricó previo fruta para subproductos
18	Almacenamiento subproductos
19	Operaciones de limpieza fruta
20	Selección manual de frutos con defectos visibles: segundas
21	Pesado y enmallado automáticos
22	Transporte a paletizadora y a apilado 2ª
23	Paletizado
25	Calibrado
26	Envasado y pesado
27	Transporte a paletizadora y a cámara o apilado salida
29	Alimentación líneas confección con cajas nuevas
30	Transporte cajas nuevas a reserva
31	Transporte a camiones(carga)
32	Almacenamiento cajas nuevas
33	Almacenamiento palets nuevos



Operaciones en un almacén de confección de cítricos (orden cronológico)



	Capacidad de trabajo*			Mano Obra	Material a mover			ESPACIO ALMACEN			Nº unidades	
	ud/h	kg/ud	kg/h								t/d	h/d
MAQUINA	ud/h	kg/ud	kg/h		t/d	h/d	kg/h	kg/m2	d	m2	maqu	m.o.
Transpaleta	25	1440	36000	1	48	16	3000				0.08	0.17
Carretilla estibadora	8.174	720	5885.6	1	48	16	3000				0.51	1.02
Báscula y etiquetadora	12	720	8640	1	48	16	3000				0.35	0.69
Espacio producto campo					48	16	3000	480	2	200		
Carretilla estibadora	22.22	720	16000		48	8	6000				0.38	0.00
Cámara frigorífica					48			1440	7	233		
Carretilla estibadora	22.22	720	16000	1	48	16	3000				0.19	0.38
Cámara desverdización					48	16	3000	1440	7	233		
Carretilla estibadora	22.22	720	16000	1	48	16	3000				0.19	0.38
Volteadora cajas	360	20	7200	2	48	16	3000				0.42	1.67
Transpaleta	25	1440	36000	1	48	16	3000				0.08	0.17
Maq. lavadora e. vacíos	550	20	11000	1	48	16	3000				0.27	0.55
Transpaleta	16.67	1440	24000	1	48	16	3000				0.13	0.25
Espacio cajas campo					48	16	3000	2608.7	7	129		
Espacio palets campo					48	16	3000	20000	7	17		
Obreros			80	1	2.4	16	150				1.88	3.75
Espacio subproductos					2.4	16	150	1200	2	4		
Maq. comp lavado			10000	1	46	16	2850				0.29	0.57
Obreros			60	1	9.1	16	570				9.50	19.0
Pesadora-enmalladora	400	8	3200	1	9.1	16	570				0.18	0.36
Transpaleta	5.66	400	2264.2	1	9.1	16	570				0.25	0.50
Paletizadora automática	40	800	32000	1	48	16	3000				0.09	0.19
Calibradora rodillos			15000	1	36	16	2280				0.15	0.30
Obreros			250	1	36	16	2280				9.12	18.2
Carretilla estibadora	8	800	6400	1	36	16	2280				0.36	0.71
Alimentadores cajas nuevas	2000	10	20000	2	36	16	2280				0.11	0.46
Transpaleta	16	1600	25600	1	36	16	2280				0.09	0.18
Carretilla estibadora	20	800	16000	1	36	16	2280				0.14	0.29
Espacio cajas nuevas					36	16	2280	2222	7	115		

VID. Itinerario técnico de la vid cultivada en explotaciones agrícolas de mediana superficie y regadas.
Plena producción. (De Juan et al, pp.663-667)

Época	Operación	labores	Equipos	Capacidad de trabajo (h/ha)	
				Equipo	Mano obra
Enero	1	Poda	Tijeras	34,00	34 Especialista
Enero	2	Hilerado sarmientos	Horca	3,00	3 Peón
Enero	3	Recogida sarmientos	Tractor 75 CV	2,00	2 Tractorista
Enero	3		Sarmentadora	2,00	
Enero	4	Transporte sarmientos	Tractor 75 CV	1,60	1,6 Tractorista
Enero	4		Remolque basculante 12 t	1,60	
Enero	5	Tratamiento fitosanitario localizado	Tractor 75 CV	1,00	1 Tractorista
Enero	5		Pulverizador suspendido 800 L	1,00	
Febrero	6	Carga del estiércol	Tractor 50 CV	0,55	0,55 Tractorista
Febrero	6		Pala cargadora 1,5 m3	0,55	
Febrero	6		Tractor 75 CV	0,55	
Febrero	6		Remolque esparcid. 6,5 t	0,55	
Febrero	7	Transporte y distrib. Estiérc	Tractor 75 CV	1,30	1,3 Tractorista
Febrero	7		Remolque esparcid. 6,5 t	1,30	
Febrero	8	Incorporación estiér. Dos pases cruzados	Tractor 75 CV	1,20	1,2 Tractorista
Febrero	8		Cultivador	1,20	
Marzo	9	Transporte y distrib. Abono mantenim.	Tractor 75 CV	0,21	0,21 Tractorista
Marzo	9		Remolque basculante 12 t	0,21	0,42 Peón
Marzo	9		Abonadora centrífuga, 1200 kg	0,21	
Marzo	10	Incorporación abono.	Tractor 75 CV	0,60	0,6 Tractorista
Marzo	10		Cultivador	0,60	

**VID. Itinerario técnico de la vid cultivada en explotaciones agrícolas de mediana superficie y regadas.
Plena producción. (De Juan et al, pp.663-667)**

Época	Operación	labores	Equipos	Capacidad de trabajo (h/ha)		
Abril	11	Pase de cultivador	Tractor 75 CV	0,60	0,6	Tractorista
Abril	11		Cultivador	0,60		
Mayo	12	Despampanado y espergurado			6	Peón
Mayo	13	Tratamiento fitosanitario	Tractor 75 CV	0,75	0,75	Tractorista
Mayo	13		Espolvoreador suspendido	0,75		
Mayo	14	Pase de cultivador	Tractor 75 CV	0,60	0,6	Tractorista
Mayo	14		Cultivador	0,60		
Junio	15	Despunte			5	Peón
Junio	16	Tratamiento fitosanitario y abonado foliar	Tractor 75 CV	0,60	0,6	Tractorista
Junio	16		Pulverizador suspendido 800 L	0,60		
Junio	17	Pase de rodo	Tractor 75 CV	0,60	0,6	Tractorista
Junio	17		Cultivador	0,60		
Julio	18	Tratamiento fitosanitario	Tractor 75 CV	0,75	0,75	Tractorista
Julio	18		Espolvoreador suspendido	0,75		
Septiembre	19	Vendimiar y cargar en remolque	Tractor 75 CV	11,20	11,2	Tractorista
Septiembre	19		Remolque basculante 12 t	11,20	142,8	Peón
Septiembre	20	Transporte a bodega	Tractor 75 CV	2,00	2	Tractorista
Septiembre	20		Remolque basculante 12 t	2,00		

**Detección de cuellos de botella mediante las necesidades de maquinaria/mano de obra
Según los días disponibles para realizarlas.**

Equipos	h/año	% total	Enero	Febr	Mar	Abr	My	Jn	Jl	Ag	Sp
Abonadora centrífuga, 1200 kg	0,21	0,2			0,21						
Cultivador	3,60	4,0		1,2	0,6	0,6	0,6	0,6			
Espolvoreador suspendido	1,50	1,7					0,75		0,75		
Horca	3,00	3,4	3								
Pala cargadora 1,5 m3	0,55	0,6		0,55							
Pulverizador suspendido 800 L	1,60	1,8	1					0,6			
Remolque basculante 12 t	15,01	16,8	1,6		0,21						13,2
Remolque esparcid. 6,5 t	1,85	2,1		1,85							
Sarmentadora	2,00	2,2	2								
Tijeras	34,00	38,0	34								
Tractor 50 CV	0,55	0,6		0,55							
Tractor 75 CV	25,56	28,6	4,6	3,05	0,81	0,6	1,35	1,2	0,75		13,2
Total	89,43	100,0									
	Horas disponibles	h/mes	120	120	130	140	160	160	160	160	140
		(h disponibles) / (h tractor 75 CV)	26	39	160	233	119	133	213		11

Mano obra:	Enero	Febr	Mar	Abr	My	Jn	Jl	Ag	Sp	h/año
Tractorista:	4,6	3,6	0,81	0,6	1,35	1,2	0,75		13,2	26,1
Peón:	3,0		0,42		6,00	5,0			142,8	157,2
Especialista	36,0									36,0
Total mano obra:	43,6	3,6	1,23	0,6	7,35	6,2	0,75		156,0	219,3
(h disponibles) / (h mano obra):	3	33	106	233	22	26	213		1	6

Evaluación de la Unidad didáctica 1 (20% nota final)

Consistirá en la selección del parque de maquinaria necesario para el manejo de una explotación agrícola

Trabajo en equipo (2-3 alumnos)

Fases:

- 1) Elección de un cultivo (a voluntad de los alumnos)
- 2) Ubicación del mismo, a ser posible sobre un territorio físico (se puede usar cartografía disponible como Terrasit, Catastro...) para delimitar factores como pendientes del terreno, orientaciones, días de trabajo disponibles...)
- 3) Tamaño de la explotación a elección de los alumnos, pero se recomienda que sea lo suficientemente grande como para justificar el uso de maquinaria.
- 4) Elaboración de las hojas de cultivo, para poder estimar las necesidades anuales de maquinaria. En caso de cultivos plurianuales, se puede realizar el estudio de un año cuando el cultivo ya ha alcanzado la plena producción. Para ello el alumno tendrá que buscar documentación relativa al cultivo en libros, información de otras asignaturas, agricultores...
- 5) Se seleccionará un parque de maquinaria, y se compararán 2-3 alternativas (compra vs alquiler, varias máquinas pequeñas frente a una grande...). Tendrá que estudiar las características técnicas de las mismas y averiguar su precio de compra.
- 6) Se calculará el coste de utilización de cada máquina, y el coste total del cultivo en maquinaria y mano de obra (no es necesario incluir otros inputs como fertilizantes, fitosanitarios...)
- 7) Se efectuarán comprobaciones de estabilidad, tracción y potencia para los equipos más críticos.

Plazos:

- El trabajo escrito deberá estar en poder los profesores antes de las 24 horas del día **27 de abril de 2016**. Se puede entregar en versión electrónica (word, pdf). Valor: 60% de la nota.
- Los integrantes del equipo expondrán un resumen del trabajo en clase. Todos los integrantes del grupo deberán participar en la presentación y los profesores podrán formular preguntas sobre cualquier parte del trabajo a cualquiera de los alumnos. Valor: 40 % de la nota.