Universidad Nacional del Comahue
Asentamiento Universitario San Martín de los Andes

Carrera: Técnico Universitario Forestal

“Análisis de productividad de un sistema de cosecha de corte a medida (“cut-to-length”) operando en rodales bajo tratamiento de tala rasa y segundo raleo de Pinus sp. Campo Forestal Nahueve YPF, Depto Minas.

Autor/a: Inostroza Leandro. Cesar D.N.I: 31.796.416
Supervisor/a: Mg. Tec Ftal Catalán Mariano A
Supervisor de CORFONE SA: Téc. Ftal. Domínguez Adrián.

Fecha 03/09/2025

Índice:

Resumen……página 3

Introducción……página 4

Objetivo General……página 5

Materiales y Métodos……página 6

Resultados y Discusión……página 17

Conclusiones o Recomendaciones……página 24

Bibliografía……página 25

Anexo……página 26

1. RESUMEN

Este análisis evalúa el grado de mecanización en las operaciones forestales de la empresa forestal CORFONE SA en el norte de la provincia del Neuquén. Los resultados muestran que la mecanización ha mejorado la eficiencia y productividad en la tala rasa y el raleo. Sin embargo, se identificaron oportunidades de mejora como:

- La reducción en el tiempo no productivo y a su vez mejorar la eficiencia del operador en ambos métodos de cosecha.
- Mejorar la recopilación y seguimiento de datos para un control preciso de volúmenes y costos.

El análisis también destaca la necesidad de optimizar la gestión del tiempo y la asignación de recursos para maximizar el impacto de las operaciones mecanizadas. Los resultados de este estudio proporcionan información valiosa para tomar decisiones sobre estrategias de cosecha, selección de equipos y asignación de recursos

Los datos indican que, si bien el procesamiento inicial con la cosechadora es positivo, las fases posteriores de extracción y carga limitan la productividad general del sistema planteado. La menor productividad de la maquinaria utilizada para la carga de camiones, en particular, exige una investigación exhaustiva de su uso y la eficiencia del operador. Se recomienda centrar los esfuerzos en identificar y abordar los cuellos de botella en la cadena de suministro de madera para mejorar la eficiencia general del sistema.

2. INTRODUCCIÓN:

En los últimos años, la empresa forestal CORFONE SA ha experimentado un crecimiento significativo en el sector industrial en la localidad de Las Ovejas, lo que ha llevado a un aumento considerable en la demanda de madera rolliza para su posterior procesamiento en la cadena de industrialización. Para abordar este desafío, el área de silvicultura de la empresa ha implementado cambios estratégicos en su sistema de aprovechamiento forestal, desde la faena, hasta la extracción y carga de madera rolliza sobre camiones forestales.

Hace aproximadamente 10 años atrás, CORFONE SA optó por cambiar paulatinamente su sistema de aprovechamiento de apeo manual a una cosecha más rápida y eficiente, mecanizando primero la extracción para luego seguir con la faena.

Esta decisión se tomó con el objetivo de reducir costos y aumentar la productividad en las operaciones forestales.

En la actualidad, el aprovechamiento forestal de CORFONE SA se ha modernizado y ha adoptado tecnologías de vanguardia para optimizar sus operaciones. Esto ha permitido a la empresa mejorar la eficiencia y la productividad en la cosecha y procesamiento de madera rolliza.

La modernización del aprovechamiento forestal en CORFONE SA debería generar varios beneficios, incluyendo:

- **Aumento de la Productividad**: La implementación de tecnologías de vanguardia permite a la empresa aumentar la productividad en la cosecha y procesamiento de madera rolliza.
- **Reducción de Costos**: La cosecha mecanizada ha reducido los costos asociados con la mano de obra y ha mejorado la eficiencia en las operaciones.
- **Mejora de la Calidad**: La adopción de tecnologías de vanguardia permite a la empresa mejorar la calidad de la madera rolliza y reducir los defectos en el producto final.

Por ende, la incorporación de la tecnología de alto nivel en el aprovechamiento forestal de la empresa ha sido un paso importante para mejorar la eficiencia y la productividad en sus operaciones.

3. OBJETIVO GENERAL:

Analizar la productividad de un sistema de cosecha de corte a medida ("cut-to-length") operando en rodales bajo tratamiento de tala rasa y segundo raleo de Pinus sp. en el Campo Forestal Nahueve YPF, ubicado en el Depto. Minas en el norte de la provincia del Neuquén

Objetivos específicos:

• Describir el grado de mecanización del sistema de cosecha CTL propias de la empresa para conocer las especificaciones técnicas de cada unidad.

• Registrar las horas maquinas trabajadas a través del parte diario de cada unidad para procesar luego en gabinete las horas efectivas de trabajo (tiempo efectivo) en relación las horas jornal (Tiempo total).

• Comparar el sistema mecanizado en dos tipos de tratamientos (tala rasa vs 2do Raleo) de Pinus sp.

• Recopilar, analizar y aportar datos de productividad del sistema mecanizado.

• Observar los procedimientos operativos para cada máquina que conforma el sistema mecanizado para observar cómo se desempeñan en cada unidad al respecto.

4. MATERIALES Y METODOS

Área de Estudio:

El lugar de trabajo que es objeto de esta práctica pertenece al Campo Forestal Nahueve YPF. Dicho campo se encuentra al Nor oeste de la provincia de Neuquén, departamento Minas, a unos 24 km aproximadamente de la localidad de Las Ovejas camino a las Lagunas de Epulauquen por ruta provincial n°45.

Lat. 36°55´55.08´´ Sur, Long 70°56´05´´ O. Ver anexo I Figura 6 y 7.

La superficie total de los bosques es de 1.126,30 ha; compuesta de plantaciones de P. ponderosa, P. murrayana y rodales mixtos.

Los trabajos se realizaron en dos rodales específicos:

- Rodal 56 mixto con una superficie de 7.94 ha donde se realizó una tala rasa. Ver anexo I Figura 8
- Rodal 129 sub rodal e, f, g, con una superficie de 6.9 ha compuesto por Pino Ponderosa donde se ejecutó el 2do raleo. Ver anexo I Figura 9

Maquinaria y equipamiento:

Harvester Jhon Deere 2144G	Fases de tareas	Procedimiento de trabajo
	FASE DE CORTA	1. Posicionamiento: El operador posiciona la máquina en el lugar de trabajo, asegurándose de que esté estable y segura. 2. Tala: La máquina se utiliza para talar árboles mediante la utilización de la cabeza de corte. 3. Desrame: Después de talar el árbol, la máquina se utiliza para desramar el tronco. 4. Trozado: Finalmente, la máquina se utiliza para trozar el tronco en secciones más pequeñas, clasificandolas
Forwarder Bertoto 160 th		
	Fase de extraccion y carga	1. Carga: El operador carga la madera en el equipo utilizando la grúa hidráulica. 2. Transporte: El equipo transporta la madera desde el lugar de tala hasta el lugar de almacenamiento o procesamiento. 3. Descarga/carga: El operador descarga la madera en el lugar designado.
Cargadora Lonking CDM6135N		
	Fase de Carga	1. Posicionamiento: El operador posiciona la máquina en el lugar de trabajo, asegurándose de que esté estable y segura. 2. Carga: La máquina se utiliza para cargar madera en camiones o otros equipos.

Figura 1: Maquinaria utilizada en sistema de cosecha de corte a medida “cut-to-length”.

CARACTERÍSTICAS DE LOS RODALES Y TRATAMIENTO APLICADO

Raleo: Tratamiento silvícola intermedio que implica la corta y extracción selectiva de árboles para reducir la densidad del rodal y promover el crecimiento saludable de la población remanente.

Tipos de raleo:

- Rodal 56: Tala rasa, que implica la eliminación de todos los árboles en el área.

- Rodal 129: aplicación de 2do raleo con una combinación de sistemático (cada 1 fila) y por lo bajo (en las 2 filas restantes), que permite una elección más precisa de los árboles a cortar.

Productos obtenidos en el sistema de cosecha de corte a medida "cut-to-length"

Productos obtenidos en los sistemas de cosecha			
Rollizo a 2.55 metros de largo			Leña a 2.2 metros de largo
Clase1	Clase 2	Clase 3	
≥ 38 cm de diametro	Entre 29-37 cm de diametro	Entre 21-28 cm de diametro	< 20 cm de diametro o no maderables

Tabla n°1: productos obtenidos en el sistema de cosecha mecanizado de ambos sistemas

Marcación del bosque:

La marcación se realizó a la altura del pecho (DAP), utilizando cintas de peligro sobre los individuos candidatos a quedar en pie, por una cuestión básica de disminuir los costos para esta tarea. Se marcaron los árboles a quedar en pie al ser éstos la minoría.

La marcación se realizó proyectando el distanciamiento futuro, Frecuencia (pl/ha), IDR final estipulado para el raleo (250-300) y priorizando una buena distribución de los árboles.

A la hora de ejecutar la marcación se tuvieron en cuenta varias cualidades para decidir el destino de cada planta, priorizando para raleo los individuos con problemas sanitarios, arboles bifurcados, con daños mecánicos, mal formados y oprimidos.

Parámetros dasométricos pre-raleo-tala rasa:

Parámetros Dasométricos Pre Raleo	Rodal 56	Rodal 129 Sub rodal e,f,g
Especie	***Pinus Ponderosa***	
N° (pl/ha)	1000	578
AB (m^2/ha)	46	28.5
Dg (cm)	24	25.1
IDR	930	582
Vol. Bruto total (m^3/ha)	351	209

Tabla 2: Parámetros dasometicos correspondientes a cada rodal, pre intervención de manejo.

Instalación de parcelas de control pre-raleo:

Para monitorear y evaluar la ejecución del tratamiento silvícola intermedio, se instalaron parcelas de control en el rodal, permitiendo:

1. Registrar la cantidad de plantas marcadas y sin marcar antes de la cosecha
2. Verificar si se apearon plantas marcadas durante la cosecha
3. Determinar la cantidad de plantas que debían cosecharse y las que se dejaron en pie
4. Evaluar el estado general de la masa remanente después de la cosecha

La información recopilada en estas parcelas de control es fundamental para evaluar la eficacia del tratamiento silvícola y ajustar futuras intervenciones en el rodal.

DESCRIPCION DEL CICLO DE TRABAJO:

Etapas de apeo del Harvester:

El operador debe definir la altura de sierra adecuada para evitar que el árbol se quiebre durante el corte.

Es importante efectuar un corte completo a través del árbol para evitar daños en la base del tronco.

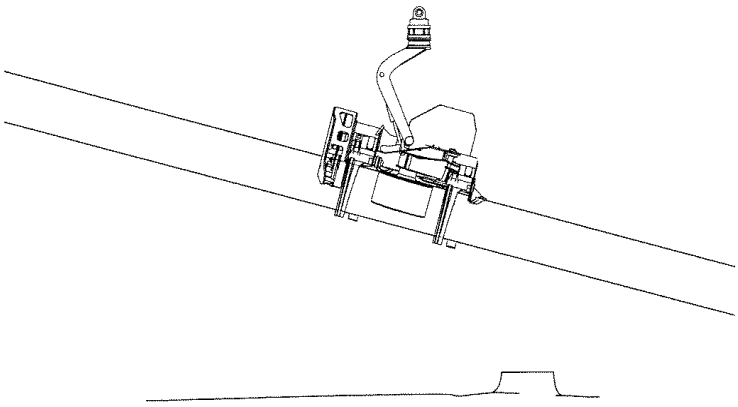
Si el árbol se quiebra, puede quedar un defecto en la base del tronco, lo que puede afectar la calidad de la madera.

Desrame del árbol:

El desrame se realiza por golpe, y se recomienda darle alimentación al cabezal para generar una transferencia de peso que facilite el proceso. Esto reduce los daños en el fuste y disminuye el riesgo de golpes a la masa remanente.

Si el árbol tiene demasiadas ramas, se recomienda balancear la grúa en el sentido de alimentación para mejorar el funcionamiento del desrame

Trozado:



Se recomienda no levantar demasiado el cabezal al momento de trozar, ya que esto puede causar quebraduras en árboles de gran porte.

En su lugar, se debe usar el suelo para soportar el árbol y evitar daños.

Esto permite un trozado más preciso y reduce el riesgo de daños en la madera.

Clasificación

El harvester puede clasificar la madera según su calidad y tamaño, lo que facilita su posterior carga al transporte y procesamiento de la madera en la industria.

Procedimiento de trabajo hecho por el Harvester en la tala rasa:

Posicionamiento y Apeo:

El Harvester se posiciona sobre el rodal y comienza a realizar el apeo de los árboles de manera sistemática, avanzando en un patrón de tres filas por un lado y tres filas por otro. Esto permite una mayor eficiencia y organización en el trabajo.

Desrame y Clasificación:

Durante el desrame por golpe, las ramas quedan sobre la calle que va formando el Harvester.

Las trozas son clasificadas y colocadas a los costados derecho e izquierdo, separadas en rollizo y leña. Esto facilita la posterior recolección y procesamiento de la madera.

Para el caso del Raleo sistemático y por lo bajo a medida que avanzaba en la línea sistemática se fue haciendo el raleo selectivo por lo bajo en las dos filas de ambos laterales.

Figura 2. Harvester realizando trabajos de tala rasa, colocando los productos obtenidos a un costado.

Al igual que la tala rasa la elaboración de los productos fue de modo automático, la máquina cuenta con sensores de diámetro y de largo que permiten a través de un sistema operativo discriminar las clases. Estas clases son cargadas por el usuario previamente. En este caso fueron: clase 1 (2.55), clase 2 (2.55) y clase 3 (2.55) leña (2.00).

Es importante resaltar que a medida que el operador va procesando las plantas va acumulando los productos por clase y deja los mismos en pequeñas rumas separadas a lo largo de la vía, concentrando en un solo lado del camino de saca. Esta secuencia de trabajo se repitió en cada línea de volteo por todo el lote corte

Figura 3: Cosechadora volteando la fila sistemática, haciendo el selectivo por lo bajo, y dejando las pilas de productos al costado de la vía de saca.

Procedimiento de extracción del Forwarder:

Recolección de Productos:

El Forwarder inició su labor recolectando los productos hechos por el Harvester en las calles de extracción que se fueron armando a su paso.

Este sistema lograr la circulación fluida del Forwarder dentro del corte para evitar el daño a los árboles que quedan de manera remanente sobre el rodal. La máquina extrajo los rollizos de diferentes clases (1, 2 y 3) y la leña de 2 metros, sin un orden específico, aunque se priorizó la recolección de las clases más gruesas debido a su mayor rendimiento en metros cúbicos. En cada viaje de extracción, el forwarder se dirige desde el punto de extracción hasta los cortafuegos o caminos, donde deposita los rollos en rumas de madera apilada, donde cada ruma se corresponde con una clase de las clases diametricas. De esta manera, los productos quedan apilados y clasificados a orillas de caminos listos para su carga y transporte.

La planificación silvícola es fundamental para asegurar una circulación fluida y evitar daños a las plantas remanentes por el paso de la máquina y el carro. Los daños más comunes encontrados en el aprovechamiento son: golpes en altura, descortezado en la parte baja y media, ramas quebradas.

Figura 4: Forwarder Bertoto levantando Rollizos en la tala rasa.

Procedimiento de Carga de la Excavadora con garra forestal

La cargadora se posiciona en el lugar de acopio de madera, asegurándose de que esté en una zona segura y estable.

Se verifica la seguridad del entorno de trabajo, como la presencia de obstáculos, la estabilidad del terreno y la visibilidad.

Una vez posicionada y verificada la seguridad, la maquina cargadora inicia la carga de madera rolliza y/o leña a los camiones. Operación posible gracias al implemento instalado en el lugar del balde, la cual es una garra forestal Grippen, que le permite una carga en menor tiempo que con una cargadora frontal con paletera. Además, permite un mejor apilado, lo que garantiza un mejor aprovechamiento del espacio del camión, que se traduce en mayor volumen de madera rolliza por viaje.

La seguridad es fundamental durante el procedimiento de carga, ya que se manejan cargas pesadas y se trabaja en un entorno dinámico.

La carga de madera de manera segura y eficiente es crucial para mantener la productividad y reducir los costos en la operación.

Figura 5: Mantenimiento preventivo de la cargadora.

Acopio de los productos:

La elección del lugar de reunión para el acopio de los productos se basó en la accesibilidad para la circulación y carga de los camiones que transportarían el material. Esto es fundamental para garantizar una operación eficiente y seguros.

En el caso de la tala rasa, los productos elaborados se ubicaron sobre el cortafuego entre el rodal 56 y 55.

En el caso del raleo, los productos obtenidos se ubicaron por fuera del campo, por fuera del perímetro del campo pegado a la ruta provincial N° 45.

Una vez que se terminó de armar cada ruma, se procedió a la identificación de las mismas con datos como:

- Cuadrilla

- Rodal de procedencia

- Extracción

La identificación se realizó con aerosol sobre las cabezas de los rollizos, lo que permite una fácil y rápida identificación de los productos.

La cubicación de los productos se realiza arriba del camión a través de un remito o vale de tránsito.

Control de horas trabajadas por ambas máquinas:

El control de las horas máquina se llevó de forma diaria, se anotaron por cada operario al iniciar su turno y al finalizar el mismo (hs inicial-hs final) Cada una de las máquinas presenta una remitera de partes diarios en los cuales se deben apuntar todas las novedades que surgieron durante el día y los consumos e insumos utilizados durante el turno. Ver anexo figura 10.

Procedimiento seguido para la estimación de la productividad por cada máquina.

La metodología para obtener la estimación de la productividad se basó en registrar y analizar la cantidad de horas trabajadas por cada una de las máquinas. Cabe mencionar que el turno laboral total fue de unas 8 hs.

Con la utilización del parte diario se registraron las horas efectivas y no efectivas de cada máquina.

Datos utilizados para su cálculo.

- El turno dura 8 hs, registrándose un promedio de 4-5 hs productivas por jornal. Las cuales se extrajeron directamente del parte diario y se controlaron por máquina.

- Volumen registrado al finalizar el turno en la computadora a bordo.
- Volumen medido en rumas extraído por el Forwarder.

P= Vol. (m3) / Hs (h)

Vol= Volúmen total.

Hs= Horas máquina total.

5. RESULTADOS y DISCUSIÓN

Con el control diario a campo y el análisis de los datos de los partes diarios a continuación se detalla los resultados en una tabla del sistema mecanizado en la tala rasa:

Unidad	Tiempo total (hs)	Tiempo productivo (hs)	Volumen (m3/st)	Rendimiento (m3/st/hs)
Harvester	352.65	178.4	3159.27	17.7
Forwarder	701.1	385.4	3159.27	8.2
Cargadora	94.4	49.6	441.36	8.9

Tabla n°3: Resultados a partir del análisis de datos obtenidos a partir de los partes diarios

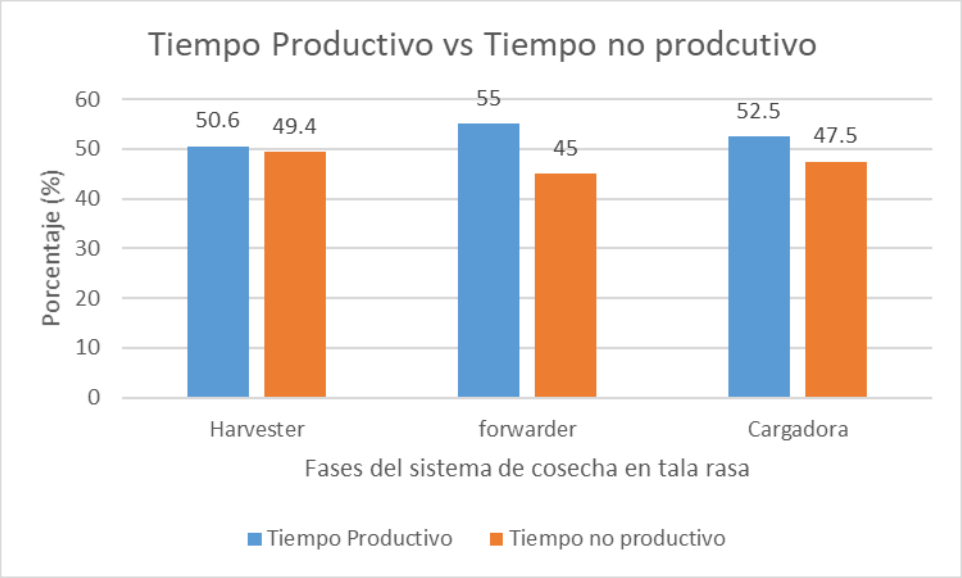


Grafico n°1: Tiempos productivos vs tiempos no productivos en el sistema de cosecha de la tala rasa

Productos de la tala rasa

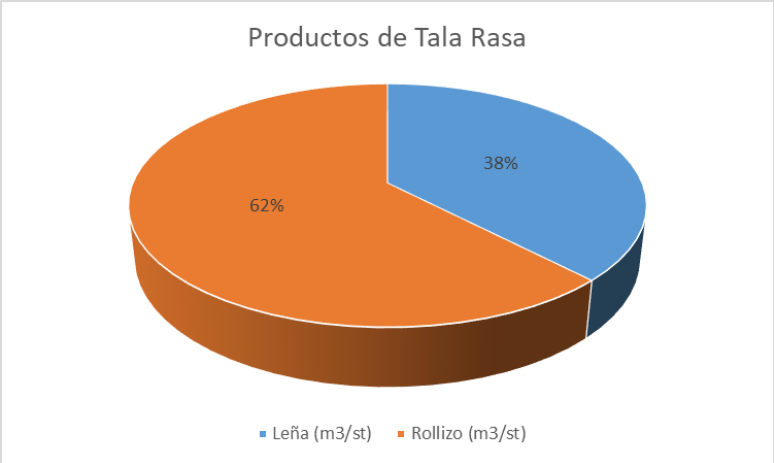


Grafico n°2: Productos de la tala rasa proporción de rollizos vs leña

Tiempos productivos y no productivos:

El **harvester** cuenta con 352,65 horas de tiempo total y 178,4 horas de tiempo productivo, podemos decir que, por cada 2 horas de tiempo remunerado, aproximadamente 1 hora se dedica a la cosecha. Esto podría deberse a varias cuestiones que pasamos a detallar a continuación:

- Tiempo de inactividad mecánica: averías, mantenimiento, reparaciones. Este es un motivo principal de preocupación, especialmente para una cosechadora que realiza trabajos exigentes.
- Retrasos operativos: Espera de otras máquinas, cambios de turno, reabastecimiento de combustible, reequipamiento (cambio de hojas de sierra, etc.).
- Problemas de terreno: dificultad para navegar por el terreno, quedarse atascado, necesidad de reposicionarse con frecuencia.
- Habilidad/eficiencia del operador: inexperiencia del operador o ritmo de trabajo lento.
- Problemas de planificación y coordinación: una planificación deficiente que conduce a patrones de trabajo ineficientes.

- Traslado del personal desde Las ovejas a Nahueve YPF: tenemos alrededor de 30 km de distancia, sobre estimamos 2 horas de viaje ida y vuelta que están dentro de su jornal.

En el caso del **forwarder** tiene 701,1 horas de tiempo total, 385,4 horas tiempo productivo. Si bien tiene el mayor porcentaje de tiempo productivo, un tiempo de inactividad del 45 % sigue siendo motivo de preocupación. Esto podría deberse a varias situaciones que pasamos a detallar a continuación:

- Distancia/Disposición: Largas distancias hasta el punto de acopio, disposición mal organizada que dificulta la carga.
- Retrasos en la carga/descarga: Procedimientos de carga o descarga lentos.
- Condiciones de las calles de extracción: Las calles de extracción no ralentizan el traslado.
- Capacidad de la carreta: la carreta podría ser demasiado pequeño para el volumen de madera que se produce, lo que genera más viajes.

La **cargadora** presento 94,4 horas de tiempo total, 49,6 horas tiempo productivo, al ser la última incorporación de las maquinas en la empresa, el operador es nuevo y es por eso que podemos observar que dentro del sistema el que menos progreso tiene, aunque mantenga un poco más de 50% de efectividad. Esto puede deberse a ciertas causas que a continuación detallamos:

- Personal no idóneo o falta de practica: falta de capacitación o practica para la carga de madera a los camiones.
- Tiempo de inactividad del equipo: al igual que otras máquinas, la cargadora también puede estar fuera de servicio por diversos motivos (puesta a punto, pruebas relativas.)
- Retrasos operativos: una mala planificación del proceso de carga puede generar retrasos.

Productividad y eficiencia:

El harvester exhibe una productividad sustancialmente mayor (17.7 m^3/st/hs) en comparación al forwarder (8.2 m^3/st/hs) y la cargadora (8.9 m^3/st/hs) en la operación de tala rasa. Este marcado contraste sugiere que, si bien la fase inicial de tala y procesamiento realizada por la cosechadora es eficiente, las etapas posteriores de extracción y carga limitan el rendimiento general. La baja productividad de la cargadora especialmente, requiere una investigación exhaustiva sobre su utilización y la eficiencia del operador. Se recomienda enfocar los esfuerzos en identificar y mitigar estos cuellos de botella en la cadena de suministro de madera para optimizar la eficiencia del sistema en su conjunto.

Para el caso del sistema de Raleo, se llevó a cabo al igual que el sistema de tala rasa; el control diario a campo y el análisis de los datos de los partes diarios donde los resultados fueron los siguientes:

Unidad	Horas Totales (hs)	Horas Productivas (hs)	Volumen (m3/st)	Rendimiento (m3/st/hs)
Harvester	94.95	47.2	919.34	19.5
Forwarder	202.3	127	919.34	7.2

Tabla n°4: Resultados a partir del análisis de datos obtenidos a partir de los partes diarios

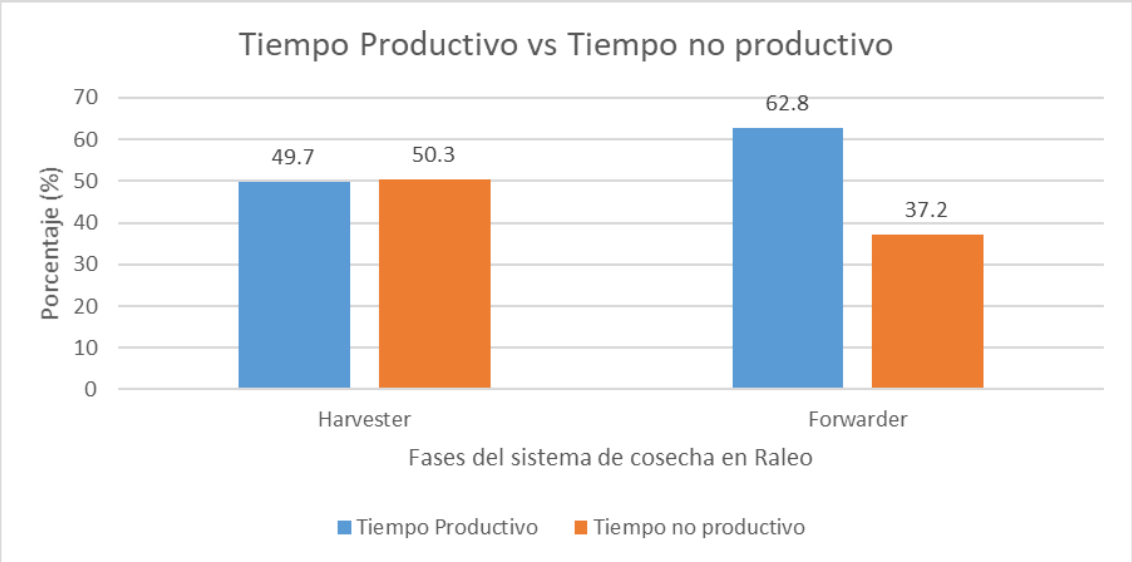


Grafico n°3: Tiempos productivos vs tiempos no productivos en el sistema de cosecha de Raleo.

Productos del raleo

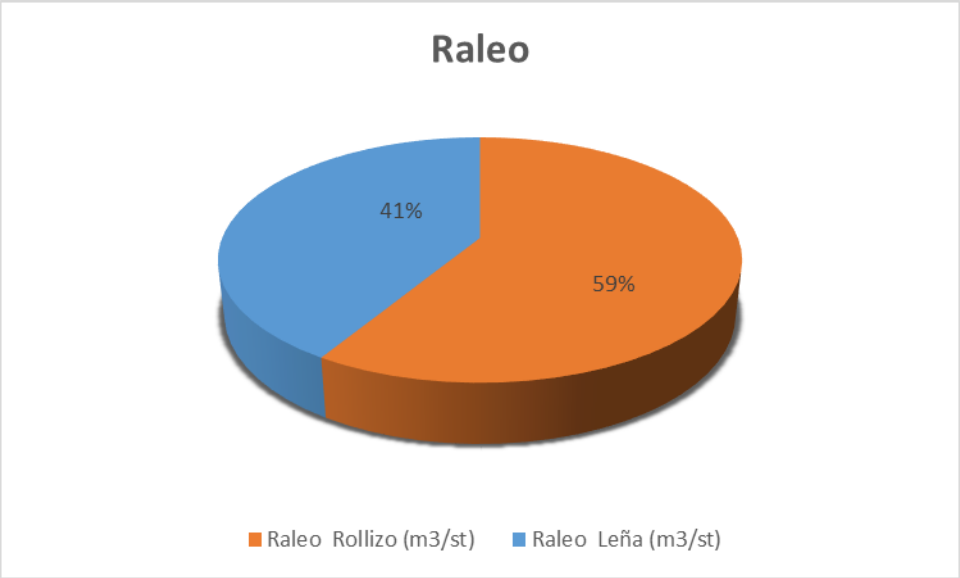


Grafico n°4: Productos del Raleo, porcentajes de rollizos vs leña

El **harvester** cuenta con 94,95 horas de diario, 47,2 horas efectivas, donde apenas se alcanza el 49.7% de eficiencia. Por cada 2 horas de tiempo remunerado, aproximadamente 1 hora se dedica a la cosecha. Esto puede deberse a ciertas causas que pasamos a detallar a continuación:

- Navegación por el rodal: Trabajar dentro de un rodal de árboles existente requiere maniobras cuidadosas y puede hacer más lenta la cosechadora.
- Decisiones de tala selectiva: identificar y seleccionar los árboles correctos para eliminar lleva tiempo y agrega complejidad.
- Prevención de daños: el operador debe tener cuidado de no dañar los árboles restantes, lo que puede reducir la velocidad.
- Volúmenes más pequeños: Las operaciones de raleo generalmente producen menos volumen por área que las talas rasas, lo que lleva a un reposicionamiento más frecuente de la cosechadora.

El **forwarder** cuenta con 202,3 horas de diario, 127 horas efectivas por lo que se logra solo un 62.8 % del tiempo en efectividad. Esto puede deberse a diversas causas:

•Madera dispersa: En las operaciones de raleo, los árboles se eliminan sistemáticamente y selectivamente. Esta última referencia selectiva, resulta en una distribución más dispersa de la madera. Esto hace que la recolección sea más laboriosa.

- Rutas de extracción estrechas: los forwarder a menudo necesitan navegar por caminos estrechos entre árboles en pie, lo que reduce la velocidad y la maniobrabilidad.
- Minimización de daños: los transportistas deben tener cuidado de no dañar los árboles restantes, lo que agregaría complejidad al proceso de extracción.

Productividad y eficiencia

Para el caso del Raleo se observa que la productividad del harvester aumento a 19.5 m3/hs y el forwarder bajo su productividad a 7.2 m3/hs. Esto puede deberse a varias cuestiones como:

- Maniobrabilidad limitada: trabajar dentro de un bosque en pie requiere un manejo cuidadoso.
- Complejidad de la ruta de extracción: Los operadores del forwarder deben transitar por caminos más estrechos y sinuosos en comparación a las áreas abiertas creadas durante la tala rasa.
- Material disperso: La naturaleza selectiva del raleo implica que los rollizos no se concentren en una sola zona, a diferencia de la tala rasa. Esto obliga al operador del forwarder a recorrer distancias más largas, lo que reduce el volumen total extraído por hora.
- Capacidad de la carreta del forwarder: La capacidad de carga podría ser un factor limitante.
- Distancia hasta el lugar de carga/descarga en el proceso de extracción: Las largas distancias hasta el lugar de carga aumenta los tiempos.

- Habilidad del operador: La experiencia y la habilidad del operador del forwarder son cruciales. Los operadores expertos pueden transitar terrenos difíciles con mayor rapidez y eficiencia.
- Tiempo de inactividad mecánica: las averías pueden detener las operaciones y reducir significativamente la productividad general.

Productos de tala rasa y raleo

Con respecto al desglose de los productos la relación rollizo/ leña es relativamente similar. Si bien existe una diferencia entre ambos gráficos, las proporciones de rollizos y leña son bastante similares entre ambos métodos

La operación de tala rasa produce un porcentaje ligeramente mayor concentración de rollizos (62%) en comparación con la operación de raleo (59%). Caso contrario donde la operación de raleo produce un porcentaje ligeramente mayor de leña (41%) en comparación con la operación de tala rasa (38%).

Este resultado significativo podría deberse a que los rodales de la tala rasa y raleo podrían presentar características generales similares en cuanto al tamaño y la calidad de los árboles. Lo que se sugiere es realizar una clasificación más exhaustiva en cuanto a las clases de rollizos para tener un panorama preciso de los materiales que tiene el rodal.

Parámetros dasométricos post-raleo:

Una vez concluido el aprovechamiento se realizaron las mediciones correspondientes obteniendo los siguientes resultados:

Parametros dasometricos Pre-Raleo	Rodal 129 sub rodal e,f,g	Parametros dasometricos Pos-Raleo	Rodal 129 sub rodal e,f,g
N°plantas/ha	578	N°plantas/ha	356
AB(m2/ha)	28.5	AB(m2/ha)	16.5
Dg(cm)	25.1	Dg(cm)	24.35
IDR	582	IDR	339.82
Vol.Bruto total (m3/ha)	209	Vol.Bruto total (m3/ha	128.5

Tabla n°5: Parámetros dasometricos pre y post raleo del rodal 129

6. CONCLUSIONES O RECOMENDACIONES

El análisis del sistema de cosecha de corte a medida revela un desequilibrio significativo: si bien la cosechadora demuestra buenos resultados en ambos sistemas, las etapas de extracción y carga actúan como cuellos de botella, limitando la productividad general.

Por otro lado, una porción considerable del tiempo remunerado no se dedica directamente a la cosecha, lo cual señala ineficiencias en el sistema.

En el contexto específico del raleo, la menor productividad del forwarder restringe las ganancias potenciales. No se trata de un único punto de falla, sino de un problema sistémico que exige una optimización integral del flujo de trabajo y un mantenimiento riguroso. Para las operaciones de raleo, la atención prioritaria debe centrarse en mejorar las operaciones del forwarder. Se observa, además, una ligera mejora en la productividad de la cosechadora durante el raleo, posiblemente atribuible al aprendizaje y la experiencia adquirida por el operador.

Para abordar estas problemáticas y mejorar la eficiencia del sistema, se recomienda: realizar una evaluación exhaustiva de los procedimientos operativos de extracción y carga; invertir en una capacitación específica para el operador de la cargadora; considerar la idoneidad del equipo actual y explorar alternativas más eficientes para las tareas de extracción y carga; implementar un sistema de seguimiento y análisis continuo de datos de productividad; optimizar el flujo de trabajo y garantizar un mantenimiento adecuado; analizar y optimizar las rutas de extracción en las operaciones de raleo; y, finalmente, implementar estrategias de gestión diferenciadas para los sistemas de tala rasa y raleo.

Una recomendación final es evaluar el sistema de transporte de la madera rolliza y la descarga en destino, puesto que para que el sistema funcione, se deben considerar posibles demoras en estas etapas del proceso de cosecha y transporte.

7 Bibliografía

- EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE TROZAS EN LA ACTIVIDAD DE EXTRACCIÓN DE MADERA TRABAJANDO CON FORWARDERS EN SEGUNDO Y TERCER RALEO DE PINO EN EL NORTE DE LA PROVINCIA DE MISIONES Mariano VALDES1, Eduardo HILDT2, Andrés LESZCZUK2, Daniel DURÁN3, Patricio MAC DONAGH1. XXXII JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RIOS Concordia, octubre de 2018
- POTENCIAL DE USO Y LIMITACIONES DE DATOS RECOLECTADOS POR COSECHADORAS FORESTALES: MAPAS DE PRODUCTIVIDAD Alejandro OLIVERA1, Rien VISSER2 XXX JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RIOS Concordia, septiembre de 2016
- Enfoque multivariado en experimentos de extracción de madera en plantaciones forestales Ouorou Ganni Mariel Guera1*, José Antônio Aleixo da Silva1, Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira1,Daniel Alberto Álvarez Lazo2, Héctor Barrero Medel2 y Andrés Loreto Díaz Pita3. Madera y Bosques vol. 26, núm. 2, e2621934 Verano 2020 Artículos científicos.
- Mapa de productividad forestal asociada a información geográfica de cosechadoras forestales. Alumno Ing. Ftal. Christian José Chrapek Corrientes (Argentina), Julio 2018. Trabajo Final – Especialización en Manejo de Recursos Forestales (FCA-UNNE)
- Manueal técnico de componentes.HTH616C Cabeza Cosechadora CTM10026 29NOV18 (SPANISH) COPYRIGHT® 2018 WARATAH NZ LIMITED Tokoroa, New Zealand All Rights Reserved LITHO IN NEW ZEALAND
- Practica laboral: Descripción del trabajo a campo y estimación de la productividad obtenida en segundo raleo de Pinus ponderosa en el Campo San Pedro, utilizando el primer sistema de aprovechamiento mecanizado en Patagonia norte. Estudiante Oyarzo, Leandro Andrés. Universidad Nacional del Comahue sep. 2015

Anexo 1 Imagen Satelital

Figura 6: Imagen satelital Campo Nahueve YPF, Dto Minas, Prov. Neuquén

Figura 7: Imagen Satelital Campo Nahueve YPF, identificación de rodales de trabajo.

Figura 8: Imagen satelital de la Tala rasa del rodal 56.

Figura 9: Imagen satelital del Raleo rodal 129

CORFONE
CORPORACION FORESTAL NEUQUINA S.A.

COSECHADORA

IVA RESPONSABLE INSCRIPTO

Avenida Raúl Urrutia
Tel.(02948) 481095
(8353) Las Ovejas
email: lasovejas@corfonesa.com.ar

CUIT: 33-56313574-9 Ing. Brutos: Exento
Inicio de Act: 01/05/75

Nº 0305 -

NOVEDADES Y MANTENIMIENTO.

OPERADOR			FECHA:			
				INICIO	FINAL.	
UNIDAD		HS				
CAMPO		FILTROS	SI / NO			SI / NO
RODAL		**aceite motor.**			LAVADO	
TRATAMIENTO.		**trampa de agua**			ENGRASE	
LIQUIDOS	SI / NO	LITROS	**filtro de gas oil**		**grua.**	
15 w 40			**filtro hidraulico**		**cabezal / garra.**	
refrigerante.				LITROS.	**maquina base.**	
80-90			GAS OIL.		CADENAS	
80-90 GL 5			AC CADENA.		ESPADAS	

	tiempos.	motivo
ingreso a campo		
egreso a campo		
T comida		
T engrase		
T gas oil.		
T reparacion.		
T otros.		

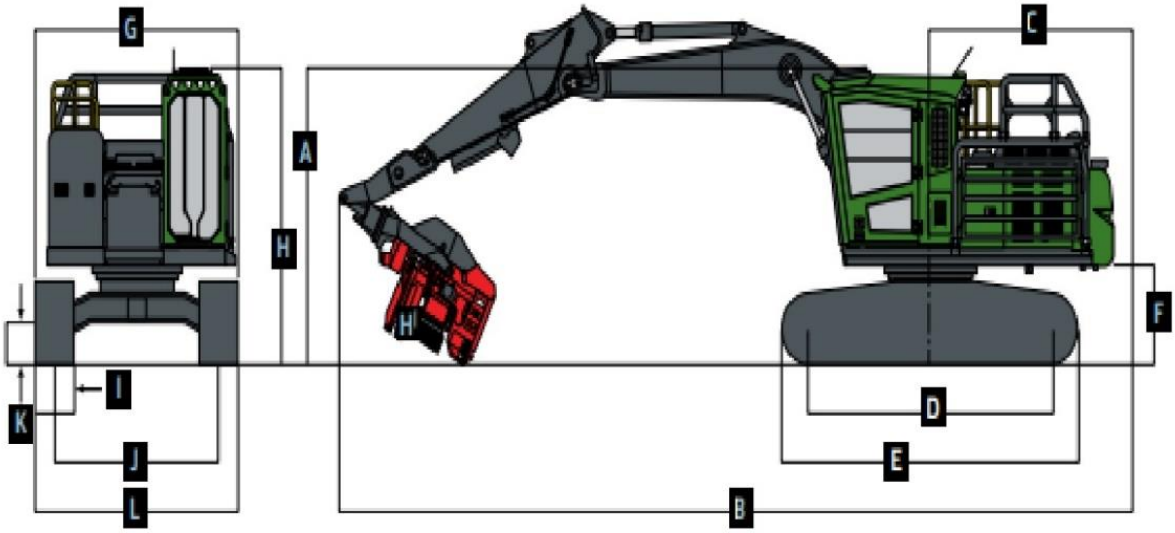
VOLUMEN		BANCOS	2	2,2	2,55	3,15

NOVEDADES:

Figura 10. Parte diario por operario y por máquina.

Anexo 2 Características de las maquinas.

Máquina Giratoria 2144G



Dimensiones de la Máquina 2144G

A Altura (cabina con ingreso lateral) 3,90 m (12 ft 9,5 in)

B Longitud Total 9,73 m (31 ft 11,1 in)

C Largo del Extremo Trasero/Radio de Rotación 2,89 m (9 ft 5,8 in)

D Distancia Entre la Línea de Centro de la Rueda Motriz y la Rueda Dentada 3,84 m (12 ft)

E Longitud del Tren de Rodaje 4,64 m (15 ft 2,7 in)

F Despeje del Contrapeso 1,08 m (3 ft 6,5 in)

G Ancho de la Superestructura 2,98 m (9 ft 9,3 in)

H Altura de la Cabina (cabina con ingreso lateral) 3,35 m (10 ft 11,9 in)

I Ancho de Zapata de Cadena de 600 mm (24 in) 0,60 m (23,6 in)

J Del Centro de la Rueda Dentada al Centro de la

Rueda Dentada (tren de rodaje de 2,6 m [8 ft 7 in])

2,59 m (8 ft 6,0 in)

K Despeje (tren de rodaje de 2,6 m (8 ft 7 in)) 0,50 m (19,7 in)

L Ancho del Tren de Rodaje (tren de rodaje de

2,6 m [8 ft 7 in]) con Zapatas de 600 mm (24 in)

3,19 m (10 ft 5,6 in)

Motor

2144G Fabricante y Modelo John Deere PowerTech™ Plus de 6.8 l

Normas de Emisiones Fuera de Carretera Tier 3 de la EPA/Etapa IIIA de la UE

Potencia Neta Nominal (ISO 9249) 119 kW (159 hp) a 2000 r. p. m.

Cilindros 6

Cilindrada del Motor 6,8 l (415 in^3)

Aspiración Turboalimentada, con enfriador de aire de sobrealimentación

Enfriamiento

Accionamiento del Ventilador Ventilador de succión impulsado hidráulicamente con enfriamiento por demanda; transmisión de montaje remoto con ventilador reversible

Tren de potencia

Propulsión de 2 velocidades con cambio automático

Velocidad Máxima de Recorrido

Baja 3,22 km/h (2,0 mph)

Alta 4,83 km/h (3,0 mph)

Fuerza de Arrastre en la Barra de Tiro 22 634 kgf (49 900 lbf)

Freno

Rotación Discos húmedos múltiples, accionado por resorte, liberado hidráulicamente

Propulsión Accionado por resorte, liberado hidráulicamente

Centro abierto, accionado por el piloto

Bombas Principales 2 bombas de caudal variable

Flujo Nominal Máximo (x2) 212 l/m (56 gpm)

Bomba Piloto 1 marcha

Flujo Nominal Máximo 30,2 l/m (8 gpm)

Ajuste de Presión 3900 kPa (566 psi)

Presión de Operación del Sistema

Circuitos

Implemento 34 300 kPa (4975 psi)

Desplazamiento 34 300 kPa (4975 psi)

Rotación 32 400 kPa (4830 psi)

Piloto a 34 l/m (8,9 gpm) 3900 kPa (566 psi)

Reforzador de Potencia 38 000 kPa (5511 psi)

Controles Palancas piloto; controles piloto hidráulicos de bajo esfuerzo con palanca de corte

Cilindros

Diámetro Interior Diámetro del Vástago Carrera

Pluma (2) 120 mm (4,72 in) 85 mm (3,35 in) 1260 mm (49,61 in)

Brazo (1) 135 mm (5,31 in) 95 mm (3,74 in) 1475 mm (58,07 in)

Sistema eléctrico

Número de Baterías 2 (12 V)

Capacidad de la Batería 1000 CCA

Potencia del Alternador 80 amp

Luces

Trabajo (opcional) 11 Luces LED

Acceso (opcional) 1 luz LED (cabina trasera derecha)

Cámara Retrovisora Estándar

Cabezal Waratah HTH616C

DIMENSIONES

Ancho, cabezal abierto (mm/in) 1600/63

PESO

Sin incluir el varillaje ni ciertas opciones (kg/lb) 1970/4343

ROTACIÓN

360º continuos

DESRAMADO

Cuchillas para desramar 1 delantera fija, 2 móviles*,1 trasera fija.

(*opción para desramado simple inferior)

Desramado inferior (estándar/opción, [cantidad]) opción, 1

Abertura máxima de los brazos de procesamiento de desramado

o de la tenaza del cabezal de talado (mm/in) 510/20

Abertura máxima de los brazos de CTL de desramado (mm/in) 700/28

Abertura máxima de las cuchillas inferiores (mm/in) 650/26

MANDO

Cantidad de rodillos de mando 3

Motor (c3), opción 1 (mando, fijo) (500 315)

Velocidad de alimentación máxima - opción 1 (m/s, ft/s) 8,3/27

Abertura máxima del rodillo (mm/in) 680/27

Motor (c3), opción 2 (mando, fijo) (630 400)

Velocidad de alimentación máxima - opción 2 (m/s, ft/s) 6,6/22

Diámetro mínimo del brazo de alimentación (mm/in) 50/2

SIERRA SUPERIOR

Diámetro de corte máximo (mm/in) 320/13

Longitud de la barra de sierra (mm/in) 420/17

Tipo de cadena (mm/in) 10/0,404

Cilindrada del motor de la sierra superior 10 c3

SIERRA PARA CORTE EN LA BASE DEL TRONCO

Sierra Estándar SC100

Diámetro de corte máximo (mm/in) 550/22

Longitud de la barra de sierra (mm/in) 750/29

Tipo de cadena (mm/in) 10/0,404

Motor de la sierra 3/4 in/45 c3 y 0,404 in/20 c3

Capacidad del tanque de aceite (l/gal.) 10/2,6

RANGO DEL PORTADOR

Toneladas métricas De 18 a 24 toneladas métricas

SISTEMA HIDRÁULICO

Presión de operación máxima (Mpa/psi) 35/5076

Capacidad máxima de la bomba (l/min; gal./min) De 320 a 360/De 85 a 95 De 320 a 360/De 85 a 95 De 300 a 320/De 79 a 85

SISTEMA DE MEDICIÓN Y CONTROL TimberRite H-16, TR100 TimberRite H-16, TR100 TimberRite H-16, TR100

EQUIPO OPCIONAL

Sierra para Corte en la Base del Tronco Opcional Waratah AT 3/4 in (19 mm) SC100 Waratah AT 3/4 in (19 mm)

Diámetro de corte máximo (mm/in) 550/22 550/22 810/32

Longitud de la barra de sierra (mm/in) 740/29 750/29 800/31

Sierra Superior Opcional

Diámetro de corte máximo (mm/in)

Longitud de la barra de sierra (mm/in)

Sin sierra superior sí sí sí

Rotación continua de 360º sí sí sí

Marca de color consultar consultar sí

Rociadores de tocones consultar consultar consultar

Cosecha de múltiples árboles (*320º de rotación solamente) sí* no no

Procesamiento de múltiples árboles sí sí no

Brazos de desramado superior fabricados para procesamiento sí sí no

Brazos de desramado superior fundidos para procesamiento sí sí sí

Brazos de desramado superior para cosecha (CTL) sí sí no

Rodillos de alimentación de descortezado sí sí sí

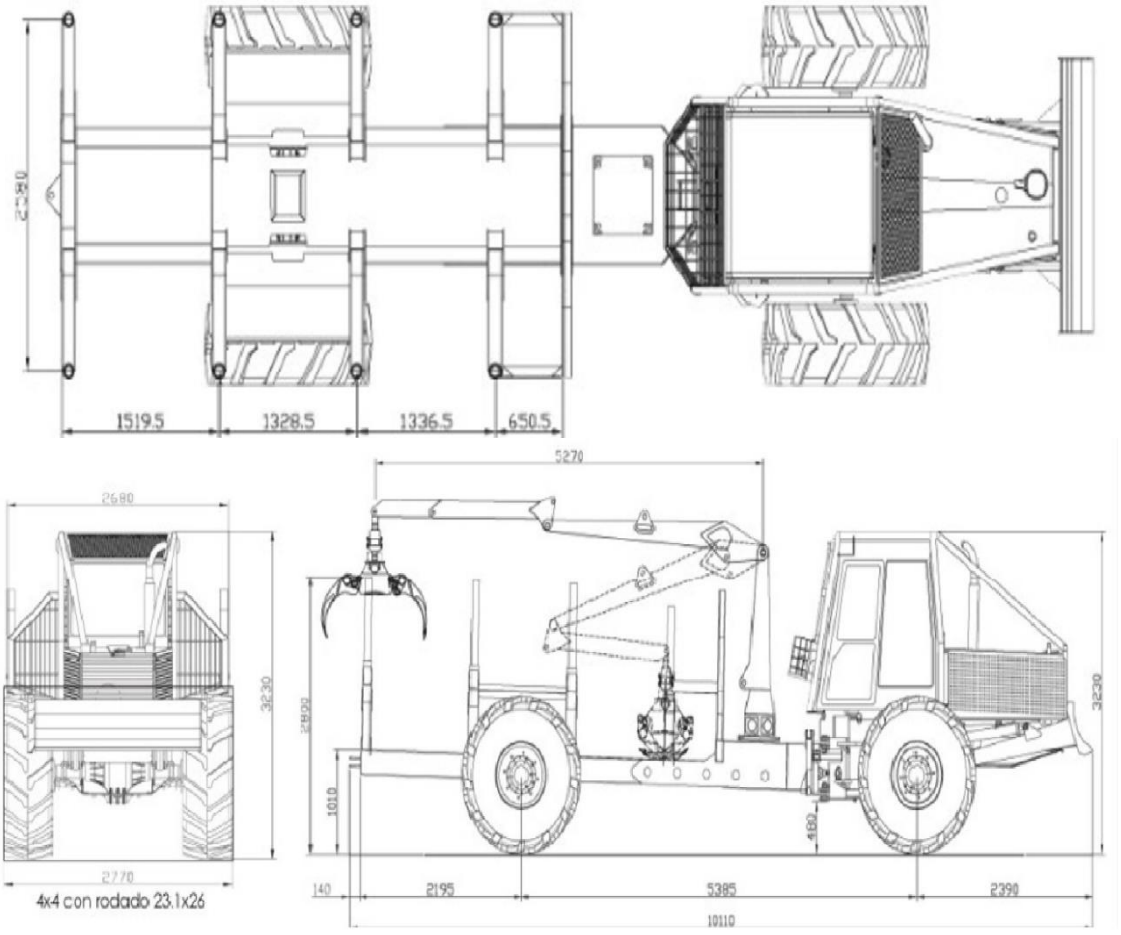
Rodillos de alimentación de acero en miniatura sí sí sí

Alpino sí sí sí

Rodillo fijo no agresivo no no sí

Rodillos de alimentación de acero con costillas no no sí

Forwarder Berttoto 160th



ESPECIFICACIONES

Motor: Deutz serie 913 de 6 cil. Turbo (160 hp).

Consumo: 7-9 lts/hs a 1600 rpm.

Transmisión: Hidrostática Sauer Danfoss.

Velocidades: 2 - 17 km. con variador proporcional.

Tracción: Integral 4x4 permanente.

Caja de carga: Longitudinal de 18m st.

Carga útil: 4,80 mts.

Capacidad de carga: 12000 kg.

Dirección: Hidráulica acc. por joystick.

Cabina: Super confort con AACC y radio CD/MP3.

Frenos: De estacionamiento por acc. mecánico.

Peso: 11700 (4x4).

Neumáticos: 18.4 x 34 23.1 x 26 (4x4).

Excavadora CDM6135

Línea: EXCAVADORA

Modelo: CDM6135

Capacidad balde: 0,56 m³

Profundidad: 5542 mm

Peso: 13.600 Kg

Largo: 7880 mm

Ancho: 2500 mm

Altura (Cabina): 2868 mm

Largo de brazo: 2500 / Pluma 4600

Radio de giro: 360º Cabina

Motor: Cummins

Motor - Potencia: 74 Kw / 99 Hp

Motor - Torque: 470 Nm / 1500 rpm

Rodado - Tipo: Oruga

Rodado - Medidas: 500 mm (ancho)

Dimensiones de la garra **35**

Presión máxima de trabajo	MPa	23	Ancho, garra exterior	mm	472
Fuerza de punta a punta	kN	16,1	Altura, pinza cerrada	mm	565
Tiempo de apertura a 70 l/min	s	1,0	Altura, pinza abierta	mm	600
Tiempo de cierre a 70 l/min	s	1,6	Diámetro mínimo de carga	mm	120
Longitud, pinza cerrada	mm	885	Área de carga	m²	0,35
Apertura máxima de la garra	mm	1880	Carga máxima	kilogramo	5000
Ancho máximo	mm	526	Peso	kilogramo	260