



MÁSTER EN INGENIERÍA DEL MANTENIMIENTO.

TRABAJO FINAL DE MÁSTER.

Estudio tecnológico y tendencias en el uso de lubricantes en el sector agrícola y sus consecuencias derivadas en el mantenimiento.

Máster en Ingeniería del Mantenimiento

D. Máquinas y Motores Térmicos, U.P.V.

Autor: Hervás González, Raúl

Tutor: Tormos Martínez, Bernardo

Valencia, julio 2017

RESUMEN

El presente documento supone el último paso para la finalización del Máster en Ingeniería del Mantenimiento, que gestiona y dirige el Departamento de Máquinas y Motores Térmicos de la Universidad Politécnica de Valencia.

Denominado Trabajo Final de Máster (TFM), persigue como objetivo recopilar y mostrar, la mayor cantidad de conocimientos adquiridos a lo largo de las horas de docencia, prácticas, investigación y tutorización del Máster.

En el siguiente TFM se va a presentar un estudio sobre la tendencia futura de los lubricantes en el sector agrícola, para ello hemos escogido según el registro oficial de maquinaria agrícola (R.O.M.A.) las 7 firmas de fabricantes más vendidos en el territorio español.

Se ha comparado los diferentes sistemas de maquinaria agrícola, relacionados con la lubricación de los tractores, haciendo referencia en algunas firmas otras máquinas como cosechadoras, vendimiadoras, pequeñas máquinas de jardinería y sus sistemas desde el punto de vista tecnológico y de su mantenimiento centrado en la lubricación.

Lo primero que ha llamado la atención es múltiple diversidad de máquinas que presentan los fabricantes, sus posibilidades de configuración, la gama de potencias que ofrecen al mercado y los útiles complementarios que se pueden acoplar a estas máquinas para las labores agrícolas, es realmente sorprendente entrar en la web de estas firmas comerciales y observar el extenso catálogo.

Por otro lado como objetivo más importante destacamos la política de mantenimiento que recomienda cada firma en la lubricación de sus equipos, destacando la diversidad de lubricantes que presentan algunos fabricantes y la simplicidad de productos que presentan otros.

El presente TFM es totalmente de prospección y análisis, basando su estudio y elaboración documental en toda la documentación aportada por los fabricantes en formatos digitales, fichas técnicas, manuales de mantenimiento, especificaciones de sus lubricantes, recomendaciones, catálogos técnicos, visitas a las instalaciones de concesionarios de ventas de algunas marcas, y toda la información pública disponible en sus correspondientes páginas web.

INDICE.

Contenido

1.- Introducción al mantenimiento.	13 -
1.1.- El Mantenimiento.	13 -
1.2.- La Lubricación en el mantenimiento.	16 -
1.2.1.- Propiedades de los lubricantes.	20 -
1.2.1.- La lubricación en el mantenimiento predictivo.	25 -
1.3.- Normativa y calidad de los lubricantes.	26 -
1.3.1.- ACEA.	26 -
1.3.2.- API	27 -
1.3.3.- SAE	30 -
1.3.4.- ISO.	31 -
2.- Objeto del estudio.	32 -
2.1.- El proyecto Repsol.	32 -
3.- Maquinaria agrícola.	33 -
3.1.- Historia de la evolución de los tractores agrícolas.	34 -
3.2.- Clasificación de tractores agrícolas.	36 -
4.- Situación del mercado en España.	37 -
4.1.- John Deere.	43 -
4.2.- New Holland.	49 -
4.3.- Kubota.	54 -
4.4.- Case IH.	58 -
4.5.- Massey Ferguson.	62 -
4.6.- Deutz-Fahr.	66 -
4.7.- Fendt.	70 -
5.- Sistemas en maquinaria agrícola.	74 -
5.1.- La lubricación en los tractores agrícolas.	74 -
5.12.- Sistemas en los tractores agrícolas.	78 -

5.2.1.- Motor.....	- 80 -
5.2.2.- Transmisión.....	- 91 -
5.2.3.- Sistema hidráulico.....	- 106 -
5.3.- Transmisión hidrostática continua vs. mecánica continua.....	- 120 -
6.- Lubricantes recomendados, especificaciones.....	- 127 -
6.1.- John Deere.....	- 128 -
6.2.- New Holland.....	- 133 -
6.3.- Kubota.....	- 139 -
6.4.- Case IH.....	- 142 -
6.5.- Massey Ferguson.....	- 147 -
6.6.- Deutz-Fahr.....	- 152 -
6.7.- Fendt.....	- 156 -
7.- Conclusiones.....	- 162 -
8.- Bibliografía.....	- 165 -

ÍNDICE DE ABREVIATURAS.

U.P.V.	Universidad Politécnica de Valencia.
C.M.T.	Centro Máquinas y Motores Térmicos.
T.F.M.	Trabajo Final de Máster.
M.I.M.	Máster en Ingeniería del Mantenimiento.
R.C.A.	Root Cause Analysis.
C.M.M.S.	Computerized Maintenance Management System.
T.P.M.	Total Productive Maintenance.
R.C.M.	Reliability Centered Maintenance.
F.M.E.A.	Failure Modes and Effects Analysis
F.M.E.C.A.	Failure Modes and Effects Critically Analysis.
R.O.M.A	Registro Oficial de Maquinaria Agrícola.
S.A.E.	Society of Automotive Engineers
A.P.I.	American Petroleum Institute
T.B.N.	Total Base Number
I.S.O.	International Organization for Standardization
A.S.T.M.	American Society for Testing of Materials
A.C.E.A.	Asociación de Constructores Europeos de Automóviles.
C.N.H.	Case New Holland
A.G.C.O.	Agricultural Company Corporation
S.D.F.	Same Deutz-Fahr.
O.E.M.	Original Equipment Manufacturer
G.L.P.	Gas Licuado de Petróleo
S.T.O.U.	Super Tractor Oil Universal
U.T.T.O.	Universal Tractor Transmission Oil.
E.P.A.	Environmental Protection Agency
U.L.S.D.	Ultra-Low Sulfur Diesel fuel
E.G.R.	Exhaust Gas Recirculation
S.C.R.	Selective Catalytic Reduction
D.O.C.	Diesel Oxidation Catalist
D.P.F.	Diesel Particulate Filter.
S.A.P.S.	Sulphated Ash, Phosphorous and Sulphur.

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.

Fotografía 1: Año 2016	- 33 -
Fotografía 2: Año 1960	- 33 -
Fotografía 3: Año 1880	- 33 -
Fotografía 4: Año 1990	- 33 -
Fotografía 5: Año 1930	- 33 -
Fotografía 6: Fordson de 1917.....	- 34 -
Fotografía 7: Ejemplo de características actuales de tractores.	- 35 -
Fotografía 8: Series 5, 6, 7, 8 de arriba abajo.	- 44 -
Fotografía 9: Modelos cosechadoras, W,T, S, Compact, de ↑ a ↓ y de ← a →. -	45 -
Fotografía 10: Series 2500, 7000, 8000, mini-tractor 3000, ↑ a ↓ y de ← a →. -	46 -
Fotografía 11: Tractores Boomer, TD/TK/T3, T4, T5, T6, T7, de arriba abajo.	- 50 -
Fotografía 12: Cosechadoras NH modelos: CR-Tier4A/B, CX7 & CX8-tier4B, CX5000&CX6000-Tier4, TC, TC-Tier4B ↑ a ↓ y de ← a →.	- 51 -
Fotografía 13: Modelos de tractores B1620D/B1820D, B2420D/B2650, L3200/L3540, M110GX-II M135GX-II, M8540, M7040, M9960, ↑ a ↓ y de ← a →....	- 55 -
Fotografía 14: Tractores Farmall C, Maxxum, Puma, Quantum, ↑ a ↓ y de ← a →. . -	59 -
Fotografía 15: Tractores Massey Ferguson, ↑ a ↓ y de ← a →.....	- 63 -
Fotografía 16: Tractores Deutz-Fahr, Serie 5, Agroplus, Agrofarm, Agrokid, serie 6, 7, ↑ a ↓ y de ← a →.	- 67 -
Fotografía 17: Modelos de tractores Fendt, web Fendt, julio 2017.....	- 71 -
Fotografía 18: Punto de enganche y distribuidores, Deutz-Fahr, serie 6.....	- 115 -
Fotografía 19: Tomas externas de la serie Maxxum, Case IH.....	- 118 -

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1: Factores que determinan los objetivos del mantenimiento	- 13 -
Ilustración 2: Evolución del mantenimiento, desde la 1ª a la 4ª generación.	- 15 -
Ilustración 3: Regímenes de lubricación.	- 17 -
Ilustración 4: Grados viscosidad SAE. web Widman International SRL.....	- 20 -
Ilustración 5: Clasificación comparativa de viscosidades, web de Widman.	- 21 -
Ilustración 6: Grados de viscosidad ISO.	- 21 -
Ilustración 7: Variación índice de viscosidad. Web de Widman I. SRL.	- 22 -
Ilustración 8: Grafico general de ventas desde el año 2003 hasta el año 2016..	- 38 -
Ilustración 9: Gráfico de ventas por marca año 2015	- 39 -
Ilustración 10: Gráfico de ventas por marca año 2016	- 39 -
Ilustración 11: Situación de las firmas individuales y como grupo.	- 41 -
Ilustración 12: Degradación del aceite de motor. Documentación de B.P.	- 75 -
Ilustración 13: Degradación del lubricante en las transmisiones de tractores.....	- 76 -
Ilustración 14: Sistemas & normas lubricantes.....	- 76 -
Ilustración 15: Sistemas vs. tipos de lubricantes.....	- 77 -
Ilustración 16: Agrupación de sistemas del tractor.....	- 78 -
Ilustración 17: Lubricación por barboteo. [4]	- 81 -
Ilustración 18: Lubricación a presión. [4].....	- 82 -
Ilustración 19: Lubricación por presión total. [4]	- 83 -
Ilustración 20: Lubricación por cárter seco. [4].....	- 83 -
Ilustración 21: Tecnología SCR.	- 86 -
Ilustración 22: Tecnología EGR.	- 86 -
Ilustración 23: Evolución norma TIER. fuente - Aeris Analytics LLC.....	- 87 -
Ilustración 24: Alcance de las normas Tier y Stage para 2020.....	- 90 -
Ilustración 25: Comparativo entre Tier y Stage.	- 90 -
Ilustración 26: Esquema básico de transmisión del tractor. [7].....	- 91 -
Ilustración 27: Embrague doble disco. [8]	- 92 -
Ilustración 28: Embrague de fricción de discos múltiples. [8]	- 92 -
Ilustración 29: Embrague de tipo centrífugo. [8].....	- 93 -
Ilustración 30: Embrague hidráulico. [8]	- 93 -
Ilustración 31: Convertidor de par Fendt Turbomatik E. [5]	- 94 -
Ilustración 32: Caja de cambios engranaje simple.[8]	- 96 -
Ilustración 33: Engranajes de toma constante. [8].....	- 97 -
Ilustración 34: Relación de velocidades, con palanca inversora. [8].....	- 98 -

Ilustración 35: Sistema de engranajes planetarios. [5]	- 99 -
Ilustración 36: Transmisión PowerShift John Deere. [5]	- 100 -
Ilustración 37: Transmisión TurboShift de Fendt. [5]	- 100 -
Ilustración 38: Caja de cambios de la firma Case IH.[5]	- 100 -
Ilustración 39: Variador continuo mecánico.....	- 101 -
Ilustración 40: Sistemas transmisión continua mecánica e hidráulica.	- 102 -
Ilustración 41: Diferencial simple.	- 103 -
Ilustración 42: Diferencial puente trasero John Deere. [5].....	- 103 -
Ilustración 43: Reducción final engranajes planetarios traseros. [8].....	- 104 -
Ilustración 44: Eje delantero. [8].....	- 105 -
Ilustración 45: Árbol de transmisión delantero y sistema hidráulico. [8].....	- 105 -
Ilustración 46: Centro abierto, bomba engranajes. [3].....	- 106 -
Ilustración 47: Centro cerrado, bomba pistones axiales. [3].....	- 107 -
Ilustración 48: Caudal bajo demanda. [3].....	- 107 -
Ilustración 49: Detalle del sistema hidráulico 8R/8RT de John Deere.	- 109 -
Ilustración 50: Parte trasera tractor serie 8R/8RT John Deere.	- 109 -
Ilustración 51: Dirección asistida.....	- 111 -
Ilustración 52: Dirección hidrostática.....	- 112 -
Ilustración 53: Estado neutro, descenso, ascenso, elevador Deutz-Fahr.	- 114 -
Ilustración 54: Sistema CVT toroidal y por correa.	- 122 -
Ilustración 55: Transmisión Easy Drive de New Holland, tractor Bloomer. [5] ..	- 122 -
Ilustración 56: Transmisión mecánica-hidrostática de Fendt. [5]	- 123 -
Ilustración 57: Transmisión Vario de Fendt.	- 124 -
Ilustración 58: Esquema de una transmisión CVT.....	- 125 -
Ilustración 59: Recomendación lubricantes / sistema. John Deere. Web J.D. ...	- 130 -
Ilustración 60: Recomendaciones SDF, 6140.4 Agrottron de Deutz-Fahr.	- 155 -
Ilustración 61: Recomendaciones lubricantes, Fendt.	- 158 -
Ilustración 62: Tendencia del uso de lubricantes según sus sistemas.....	- 163 -
Ilustración 63: Estado actual de las firmas.	- 164 -

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1: Evolución de la norma ACEA.	- 26 -
Tabla 2: Clasificación API aceites para transmisión de vehículos.	- 27 -
Tabla 3: Clasificación API, motores gasolina.	- 28 -
Tabla 4: Clasificación API, motores diesel F.	- 28 -
Tabla 5: Clasificación API, diesel C.	- 29 -
Tabla 6: Especificaciones SAE.	- 30 -
Tabla 7: Grados conversión de viscosidad. Afton Chemical.	- 31 -
Tabla 8: Clasificación ISO 6743-4.	- 31 -
Tabla 9: Clasificación tractores.	- 36 -
Tabla 10: Ventas tractores por marca 2016.	- 40 -
Tabla 11: Ventas tractores por marca 2015.	- 40 -
Tabla 12: Ventas tractores por grupo 2016.	- 40 -
Tabla 13: Potencias más vendidas por marca, año 2016.	- 42 -
Tabla 14: Estructura web John Deere.	- 43 -
Tabla 15: Series más vendidas en España, J.D. julio 2017.	- 44 -
Tabla 16: Series de cosechadoras más vendidas en España, R.O.M.A.	- 45 -
Tabla 17: Cortacesped, mini-tractores, vehículos todo uso.	- 46 -
Tabla 18: Ventas de tractores John Deere en España, año 2015. R.O.M.A.	- 47 -
Tabla 19: Ventas de tractores John Deere en España, año 2016. R.O.M.A.	- 48 -
Tabla 20: Estructura de productos de la web New Holland.	- 49 -
Tabla 21: Relación de tractores New Holland, web NH julio 2017.	- 50 -
Tabla 22: cosechadoras de New Holland.	- 51 -
Tabla 23: Ventas de tractores New Holland en España, año 2015. R.O.M.A.	- 52 -
Tabla 24: Ventas de tractores New Holland en España, año 2016. R.O.M.A.	- 53 -
Tabla 25: Estructura de productos de la web Kubota, julio 2017.	- 54 -
Tabla 26: Modelos de tractores Kubota. Web - julio 2017.	- 54 -
Tabla 27: Relación de tractores Kubota, ventas R.O.M.A.	- 55 -
Tabla 28: Ventas de tractores Kubota en España, año 2015. R.O.M.A.	- 56 -
Tabla 29: Ventas de tractores Kubota en España, año 2016. R.O.M.A.	- 57 -
Tabla 30: Estructura de productos Case IH, web Case IH julio 2017.	- 58 -
Tabla 31: Tractores más vendidos en España de Case IH.	- 59 -
Tabla 32: Ventas de tractores Case IH en España, año 2015. R.O.M.A.	- 60 -
Tabla 33: Ventas de tractores Case IH en España, año 2016. R.O.M.A.	- 61 -
Tabla 34: Productos Massey Ferguson, web Massey Ferguson julio 2017.	- 62 -

Tabla 35: Tractores más vendidos en España de Massey Ferguson.	- 63 -
Tabla 36: Ventas tractores Massey Ferguson España, año 2015. R.O.M.A.	- 64 -
Tabla 37: Ventas tractores Massey Ferguson España, año 2016. R.O.M.A.	- 65 -
Tabla 38: Productos Deutz-Fahr, web Deutz-Fahr julio 2017.	- 66 -
Tabla 39: Tractores más vendidos en España de Deutz-Fahr.	- 67 -
Tabla 40: Ventas de tractores Deutz-Fahr en España, año 2015. R.O.M.A.	- 68 -
Tabla 41: Ventas de tractores Deutz-Fahr en España, año 2016. R.O.M.A.	- 69 -
Tabla 42: Productos de la firma Fendt, web Fendt julio 2017.	- 70 -
Tabla 43: Tractores más vendidos en España de Fendt.	- 71 -
Tabla 44: Ventas de tractores Fendt en España, año 2015. R.O.M.A.	- 72 -
Tabla 45: Ventas de tractores Fendt en España, año 2016. R.O.M.A.	- 73 -
Tabla 46: Motores de la firma John Deere. Web de John Deere.	- 85 -
Tabla 47: Tier 4 (EEUU) emission standards. Fuente Dieselnet.com.	- 88 -
Tabla 48: Stage V (UE). Fuente Dieselnet.com	- 88 -
Tabla 49: Datos hidráulicos modelo 8R John Deere.	- 110 -
Tabla 50: Datos hidráulicos modelo 8RT John Deere.	- 110 -
Tabla 51: Anomalías, causas, soluciones, sistema dirección hidráulica.	- 113 -
Tabla 52: Catálogo serie 6 Deutz-Fahr	- 115 -
Tabla 53: Anomalías, causas, soluciones, sistema elevador hidráulico.	- 116 -
Tabla 54: Especificaciones aceites para motor John Deere.	- 131 -
Tabla 55: Especificaciones aceites transmisión e hidráulicos John Deere.	- 131 -
Tabla 56: Recomendaciones de mantenimiento John Deere.	- 132 -
Tabla 57: Relación de lubricantes recomendados por New Holland.	- 135 -
Tabla 58: Especificaciones aceites transmisión e hidráulico New Holland.	- 136 -
Tabla 59: Especificaciones aceites para motor New Holland.	- 136 -
Tabla 60: Especificaciones aceites hidráulicos New Holland.	- 137 -
Tabla 61: Especificaciones aceites para transmisión New Holland.	- 137 -
Tabla 62: Recomendaciones de mantenimiento New Holland.	- 138 -
Tabla 63: Recomendaciones de lubricantes Kubota.	- 140 -
Tabla 64: Recomendaciones de tiempos de cambio lubricantes Kubota.	- 141 -
Tabla 65: Lubricantes recomendados por Case IH.	- 144 -
Tabla 66: Especificaciones de aceites de motor, Case IH.	- 144 -
Tabla 67: Especificaciones de aceites hidráulicos, Case IH.	- 145 -
Tabla 68: Especificaciones de aceites transmisión, Case IH.	- 145 -
Tabla 69: Especificaciones de aceites UTTO y STOU, Case IH.	- 145 -
Tabla 70: Recomendaciones de tiempos de cambio lubricantes Case IH.	- 146 -
Tabla 71: Aceites de motor, Massey Ferguson.	- 149 -

Tabla 72: Lubricantes STOU y UTTO, Massey Ferguson.	- 150 -
Tabla 73: Lubricante sist. hidráulico, Massey Ferguson.....	- 150 -
Tabla 74: Lubricantes transmisión, Massey Ferguson.	- 151 -
Tabla 75: Recomendaciones de lubricación, Massey Ferguson.....	- 151 -
Tabla 76: Recomendaciones de Deutz-Fahr.....	- 154 -
Tabla 77: Especificaciones aceites motor, Deutz-Fahr.	- 154 -
Tabla 78: Recomendaciones de cambios, Deutz-Fahr.....	- 155 -
Tabla 79: Especificaciones aceite de motor, Fendt.	- 159 -
Tabla 80: Especificaciones sist. hidráulico, Fendt.	- 160 -
Tabla 81: Especificaciones lubricantes transmisión, Fendt.	- 160 -
Tabla 82: Recomendaciones de mantenimiento, Fendt.	- 161 -

ÍNDICE DE GRÁFICOS..

Gráfico 1: Capacidad litros cárter, eje rueda, frenos. John Deere	- 128 -
Gráfico 2: Capacidad litros sist. hidráulico y transmisión. John Deere.	- 129 -
Gráfico 3: Capacidad litros cárter, eje rueda, frenos. New Holland.	- 133 -
Gráfico 4: Capacidad litros sist. hidráulico y transmisión. New Holland.....	- 134 -
Gráfico 5: Capacidades de aceites de motor Kubota.	- 139 -
Gráfico 6: Cantidades de lubricante sist. hidráulico y transmisión Kubota.....	- 140 -
Gráfico 7: Cantidades de lubricante de motor de Case IH.	- 142 -
Gráfico 8: Cantidades de lubricante sist. hidráulico y transmisión Case IH.	- 143 -
Gráfico 9: Cantidades de lubricante motor, Massey Ferguson.	- 147 -
Gráfico 10: Sistema hidráulico y transmisión agrupado, Massey Ferguson.....	- 148 -
Gráfico 11: Cantidades lubricante hidráulico y transmisión, Massey Ferguson. -	148 -
Gráfico 12: Capacidades aceites de motor, Deutz-Fahr.....	- 152 -
Gráfico 13: Capacidades sist. hidráulico y transmisión, Deutz-Fahr.....	- 153 -
Gráfico 14: Cantidades sist. Hidráulico y transmisión, Deutz-Fahr.....	- 153 -
Gráfico 15: Capacidad cárter motor, Fendt.	- 156 -
Gráfico 16: Capacidad lubricante transmisión, Fendt.....	- 157 -
Gráfico 17: Capacidad sist. hidráulico, Fendt.....	- 157 -

1.- Introducción al mantenimiento.

1.1.- El Mantenimiento.

Definimos el mantenimiento como las acciones necesarias que permiten conservar y restituir un equipo a un estado concreto permitiendo desempeñar su función en unas condiciones óptimas de coste, rendimiento y seguridad. Para que esto sea posible se ha experimentado una evolución desde hace décadas, con el objetivo de buscar la mejora continua en los cuatro factores de mayor importancia para la industria actual.

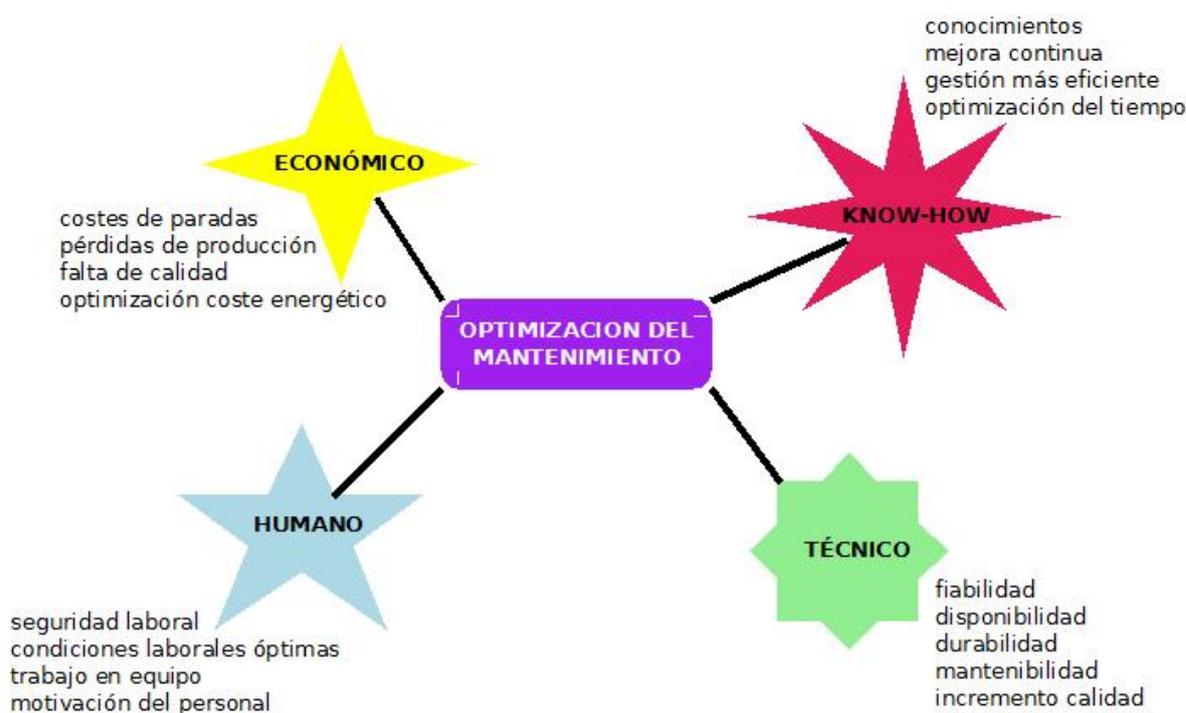


Ilustración 1: Factores que determinan los objetivos del mantenimiento

Por lo tanto el mantenimiento es una necesidad hoy en día, que abarca todos los entornos desde el industrial al doméstico, ya que en nuestra vida cotidiana nos preocupamos que nuestros vehículos, electrodomésticos y multitud de objetos se conserven en las mejores condiciones posibles y nos duren el mayor tiempo posible.

En la industria la filosofía, es la mostrada en la figura anterior, además, por la experiencia vital obtenida a través de los años, hoy en día la tendencia vuelve a ser conservar lo mejor posible los activos, para evitar nuevas inversiones económicamente más elevadas.

Desde la antigüedad ya existía la preocupación por conservar los utensilios y herramientas para alargar su tiempo de uso lo máximo posible. El mantenimiento tal

como lo conocemos hoy en día ha sufrido una evolución desde la primera revolución industrial en el período entre 1780 y 1830.

En 1914 Henry Ford (1879-1947), implanta un proceso de manufactura por medio de cintas transportadoras, es el inicio de la producción industrial en cadena y es en 1916 cuando Henry Fayol (1841-1925) enuncia su modelo de administración industrial y general, estableciendo cinco áreas denominadas planificación, organización, integración, ejecución y control, a partir de esta puesta en escena, aparece la rivalidad entre las áreas de producción y mantenimiento en las compañías.

Entre 1939 y 1945, aparecen en escena personajes que dejarían una huella muy marcada aportando trabajos muy transformadores en Control Estadístico de la Calidad (SQC) como Walter A. Shewhart (1891-1967) y W. Edwards Deming, (1900-1993).

Aparece también otro famoso personaje llamado Joseph Juran (1904-2003), quien en 1941 descubre la obra de Vilfredo Pareto ampliando su aplicación al campo de la calidad, este principio establece prioridades para determinar los ítems de influencia más importantes para ser atendidos por orden de importancia.

En el período entre 1939 y 1945, durante la segunda guerra mundial y sobre todo EEUU, ve como su industria del acero, se ve forzada a producir las 24 h del día y es en este período cuando aparece el mantenimiento preventivo, creyendo que este sistema de mantenimiento era la solución definitiva, comprueban al poco tiempo que con este sistema no se aseguraba la calidad y cantidad de producción deseada, pero si se incrementaron los costes de mantenimiento.

Tras la 2ª guerra mundial, en Japón se empiezan a adoptar las estrategias impulsadas por Deming y es en este momento cuando se fecha la Tercera Revolución Industrial. Se crea en Estados Unidos el concepto de Mantenimiento Productivo, que se preocupaba por la calidad y cantidad de producción y no solo se dedicaba al cuidado de las máquinas.

El siguiente personaje que aparecería en la historia, haciendo una gran aportación fue Wallodi Weibull (1887-1979), utilizando una técnica para estimar la probabilidad y basada en datos medidos o supuestos. Técnicas que solucionaron problemas en seguridad y mantenimiento y fueron aplicadas rápidamente por el sector aeronáutico.

1943 - Diagrama de Ishikawa (1915-1989)

1950 - Kepner Tregoe - Análisis causa-raíz (RCA)

1961 - Sistema Poka-Yoke - Shigeo Shingo (1909-1990)

1970 - Software computarizado para la administración del mantenimiento (CMMS)

1970 - Mantenimiento Productivo Total (TPM) - Seiichi Nakajima (1919-2005)

1980 - Inicios aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)

1995 - Los pilares de 5 S - Hiroyuki Hirano (1946 -)

A día de hoy podríamos decir que han existido y existen cuatro generaciones en la evolución del mantenimiento. La primera generación desde los inicios hasta la II Guerra Mundial, llegados a este momento se produjo un punto de inflexión que hizo cambiar el rumbo del mantenimiento, alcanzando la segunda generación donde se empezó a pensar aplicar anticipación a la aparición de fallos, conllevando implícitamente un incremento de los costes de mantenimiento.

La tercera generación abarca desde mediados de los años 60, la industria experimenta unos avances importantes, el grado de industrialización y automatización se hacía cada vez más presente, el coste del mantenimiento seguía aumentando pasando a ser una partida importante a tener en cuenta para las empresas.

La cuarta generación es en la que nos encontramos actualmente.

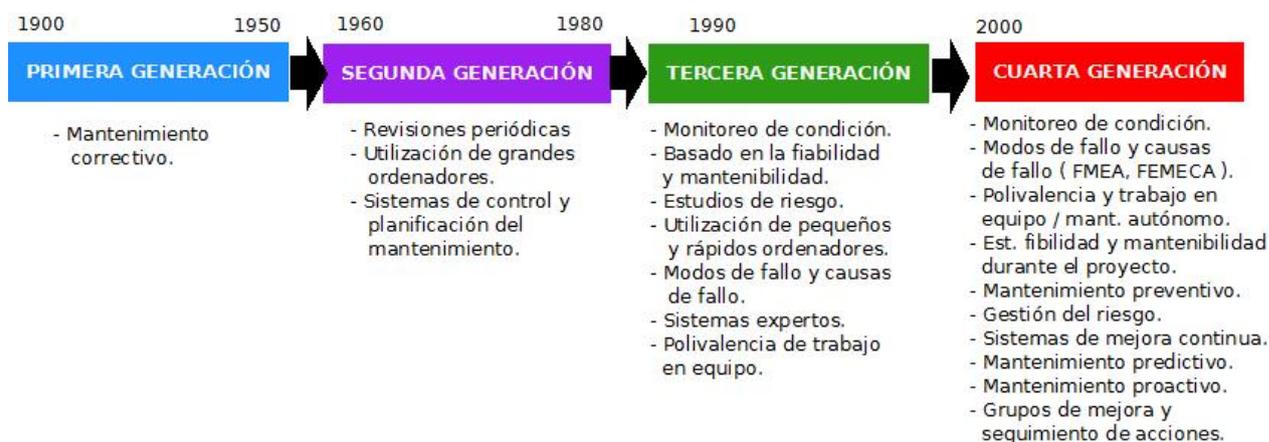


Ilustración 2: Evolución del mantenimiento, desde la 1ª a la 4ª generación.

1.2.- La Lubricación en el mantenimiento.

La lubricación es una parte fundamental y un pilar en las bases del mantenimiento, tanto en la industria como en nuestro entorno doméstico. Cogida de la mano del mantenimiento la lubricación ha experimentado y sigue experimentando un proceso continuo de evolución y mejora.

Para que entendamos el porqué de la lubricación tenemos que empezar por explicar el concepto de fricción. Cuando tenemos una superficie que se desliza sobre otra, siempre en mayor o menor grado existe una resistencia que se opone al movimiento que depende de la naturaleza del material de las superficies en contacto. Cuando el efecto de la fricción es elevado las superficies se calientan y sufren desgaste. Trasladado al entorno industrial en las máquinas, adquiere mucha importancia minimizar los efectos de la fricción para reducir la generación de calor y el consumo extra de energía, pero quizá la parte más importante es la intención de reducir el desgaste de las piezas y aumentar la vida útil de la máquina.

- La primera ley de la fricción, nos dice que la fricción entre dos sólidos es independiente del área de contacto.

- La segunda ley de la fricción, establece que la fricción es proporcional a la carga ejercida por una superficie sobre otra.

Como la fuerza de fricción entre dos superficies es, proporcional a la carga, es posible definir un valor conocido como coeficiente de fricción, el cual es igual a la fricción dividida por la carga y depende de la naturaleza de las dos superficies en contacto.

El coeficiente de fricción en la práctica varía ligeramente con cambios en la carga y con cambios en la velocidad de deslizamiento, así pues distinguimos entre fricción estática aquella que se produce cuando dos superficies comienzan a deslizarse una sobre otra y es mayor siempre que la fricción dinámica que es aquella fuerza necesaria para que las dos superficies se mantengan en movimiento una vez iniciado este.

Aparece entonces el concepto de lubricación, que se define como la acción de interponer entre las dos superficies un material que reduzca el efecto de la fricción.

Así pues la misión de la lubricación es aportar una película entre ambas superficies y ayudar a que el movimiento se realice de forma que permita reducir la fricción y por consiguiente el calentamiento, el consumo de energía y el desgaste de las piezas.

Los diferentes tipos de lubricación, denominados regímenes de lubricación, son:

- La **lubricación hidrodinámica o película gruesa**, es el régimen en el cual las dos superficies se encuentran separadas por una película de lubricante abundante o gruesa, este espesor depende de la viscosidad del lubricante.

- La **lubricación mixta o de película delgada**, existe cuando las superficies están separadas por una película continua de espesor comparable a la rugosidad de las superficies, por lo que la carga se soporta entre la presión de aceite y los contactos entre las superficies, así que podríamos decir que hay momentos de lubricación hidrodinámica y momentos de lubricación límite.

- La **lubricación límite** se produce cuando el espesor de la película es insuficiente y existe contacto entre las superficies del mismo modo que si no hubiera lubricante, la carga es soportada por unas capas muy finas adyacentes a las superficies, la fricción es menor que en superficies sin lubricar y queda condicionada por la naturaleza del lubricante.

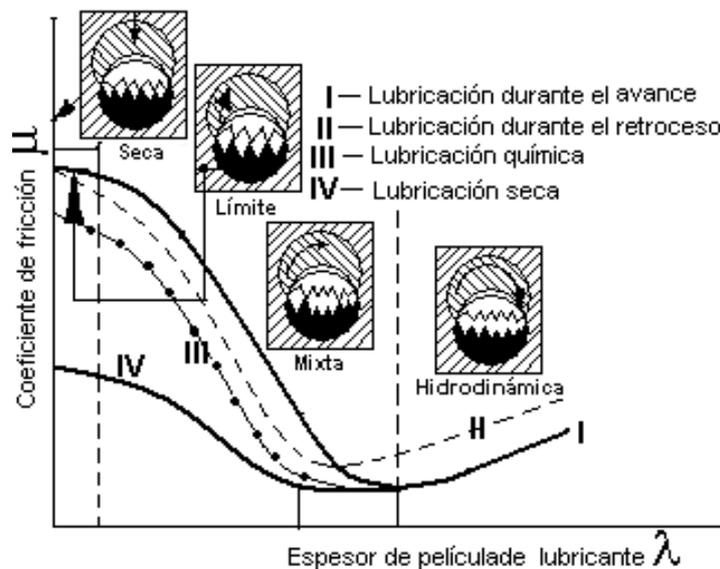


Ilustración 3: Regímenes de lubricación.

Podemos afirmar que la lubricación más eficiente es la hidrodinámica, que como hemos comentado anteriormente ocurre cuando la película de aceite que se interpone entre las dos superficies tiene un espesor varias veces mayor que la rugosidad de las superficies opuestas.

Las principales funciones de los lubricantes son:

- **Lubricación:** Facilita el deslizamiento de una superficie respecto a otra, reduciendo la fricción, el desgaste y consiguiendo un ahorro energético.

- **Refrigeración:** El efecto de reducir la fricción implica a su vez una reducción en el incremento de temperatura, simplemente porque reduce el calor derivado del roce continuo de una superficie contra la otra. Es por tanto otra de las funciones principales del

lubricante, reducir el calor de las zonas de las máquinas de mayor fricción, trasladando el calor de las áreas más calientes a áreas más frías.

- **Protección contra la corrosión:** El lubricante por su función de protección de las superficies que lubrica, evita la oxidación que pueda generar el agua, ácidos u otro tipo de agentes contaminantes de la máquina. Así pues los lubricantes con su barrera protectora evitan el ataque químico y corrosivo derivado de su funcionamiento normal.

- **Mantenimiento de la limpieza:** Partículas como el polvo, arena o residuos carbonosos pueden generar un mayor desgaste y corrosión en las superficies. El lubricante ayuda a mantener las maquinas limpias por medio de su característica dispersante de los contaminantes solubles en el aceite

La influencia de la lubricación en el mantenimiento queda patente ya que debido a las deficiencias y errores en la lubricación aparecen las averías mecánicas, principal causa de estas averías corresponden a una mala lubricación.

Por lo tanto la influencia de la lubricación en el mantenimiento se centra en:

- **Falta de lubricación:** Puede darse por una frecuencia de engrase inadecuada o por una cantidad de grasa inferior a la necesaria. Puede que no se haya calculado correctamente la cantidad de lubricante o la frecuencia, o bien puede ser que no se haya tenido en cuenta las condiciones de funcionamiento reales del equipo.

Una cantidad inadecuada de grasa o aceite, bien sea por poca cantidad o por excesivo tiempo entre engrases, provoca una deficiente capa de lubricación, provoca fricción entre las piezas móviles, lo que puede generar un desgaste excesivo de las piezas o una disminución de la capacidad lubricante.

- **Exceso de lubricación:** En este caso encontramos el caso opuesto, el sobre engrase, bien por un exceso en la cantidad de lubricante o por un tiempo demasiado corto entre engrases, para este caso el efecto producido sería un sobrecalentamiento del equipo debido a una elevada temperatura de funcionamiento, provocando un desgaste prematuro.

- **Contaminación:** Este efecto se produce por una manipulación inadecuada del lubricante, una mala práctica del propio engrase, un mal sellado del equipo, deterioro de los filtros de admisión, condiciones ambientales severas y muy exigentes por polvo, frío, calor, etc..., contaminación por agua, fluidos de cualquier tipo o partículas.

Todos estos tipos de contaminación generan en el lubricante un deterioro acelerado y muy perjudicial.

El agua puede generar oxido o dificultar la capacidad de lubricación.

Las partículas pueden provocar desgaste en la superficie de los materiales en contacto.

El error por la mezcla de lubricantes puede provocar incompatibilidad que genera reacciones que afectan a la lubricación y a los materiales de la máquina.

- **Lubricante inadecuado:** La falsa creencia que cualquier lubricante vale para todo, puede llevar al uso de lubricantes inadecuados que deterioren la máquina y destruyan partes de la misma. El uso de lubricantes para determinadas temperaturas, para extrema presión, con capacidad altamente dispersante, nos conduce a seleccionar el lubricante que se adapte mejor a los requerimientos de la máquina.

Todo lo comentado anteriormente, nos conduce a una selección de buenas prácticas.

- Buen almacenaje de los productos, identificándolos para evitar mezclas y usos erróneos.

- Cerrar bien los envases para evitar la contaminación.

- Mantener las condiciones ambientales, evitando la humedad y la condensación.

- Equipos adecuados, bombas de engrase, de trasvase, y no utilizar un mismo equipo para diversas aplicaciones o limpiarlo antes de cambiar de aplicación.

- Limpiar antes y después los puntos de engrase, evitando así la contaminación.

- Elección del tipo de lubricante, aplicaciones especiales necesitan lubricantes adecuados. A veces es muy difícil unificar productos.

- Equipos de filtración en modo riñón para disminuir niveles de contaminación, complementando a los filtros en línea.

- Equipos de descontaminación como purificadores centrífugos o de vacío, para evitar la contaminación por agua.

1.2.1.- Propiedades de los lubricantes.

Los lubricantes presentan una gran cantidad de propiedades entre las que destacamos:

VISCOSIDAD.

La viscosidad se puede definir como la resistencia que presenta un elemento a fluir.

Es una característica que depende de la temperatura y de la presión, aumentos relativamente moderados de temperatura pueden suponer variaciones importantes de viscosidad, considerando esto será mejor lubricante aquel cuya variación de viscosidad sea menor en función de la variación de temperatura, esta cualidad se denomina índice de viscosidad. Para los lubricantes de motor y de transmisiones, se utiliza el sistema denominado SAE, donde se clasifica su viscosidad según su viscosidad cinemática a 100° C. En cambio para los lubricantes industriales se utiliza el sistema ISO, con el parámetro de viscosidad referenciado a la temperatura de 40° C.

SAE J300 - Revisión Enero 2015					
Viscosidad SAE	Arranque en Frio (cP)	Bombeabilidad en Frio (cP)	Mínima Cinemática (cSt)	Máxima Cinemática (cSt)	Cizallamiento en alta temperatura (cP)
0W	6,200 a -35°C	60,000 a -40°C	3.8	-	-
5W	6,600 a -30°C	60,000 a -35°C	3.8	-	-
10W	7,000 a -25°C	60,000 a -30°C	4.1	-	-
15W	7,000 a -20°C	60,000 a -25°C	5.6	-	-
20W	9,500 a -15°C	60,000 a -20°C	5.6	-	-
25W	13,000 a -10°C	60,000 a -15°C	9.3	-	-
8	-	-	4	<6.1	1.7
12	-	-	5	<7.1	2.0
16	-	-	6.1	<8.2	2.3
20	-	-	6.9	<9.3	2.6
30	-	-	9.3	<12.5	2.9
40	-	-	12.5	<16.3	3.5 (0W-40, 5W-40, 10W-40)
40	-	-	12.5	<16.3	3.7 (15W-40, 20W-40, 25W-40, 40 monogrado)
50	-	-	16.3	<21.9	3.7
60	-	-	21.9	<26.1	3.7

Widman International SRL

Ilustración 4: Grados viscosidad SAE. web Widman International SRL.

Grado ISO	Viscosidad Cinemática Media cSt @ 40°C	Límites de Viscosidad cSt @ 40°C	
		Mínima	Máxima
VG2	2,2	1,98	2,42
VG3	3,2	2,88	3,52
VG5	4,6	4,14	5,03
VG7	6,8	6,12	7,48
VG 10	10,0	9,00	11,00
VG 15	15,0	13,50	16,50
VG 22	22,0	19,80	24,20
VG 32	32,0	28,80	35,20
VG 46	46,0	41,40	50,60
VG 68	68,0	61,20	74,80
VG 100	100,0	90,00	110,00
VG 150	150,0	135,00	165,00
VG 220	220,0	198,00	242,00
VG 320	320,0	288,00	352,00
VG 460	460,0	414,00	506,00
VG 580	680,0	612,00	748,00
VG 1.000	1.000,0	900,00	1.100,00
VG 1.500	1.500,0	1.350,00	1.650,00
VG 2200	2.200,0	1980,00	2420,00
VG3200	3.200,0	2880,00	3520,00

Ilustración 6: Grados de viscosidad ISO.

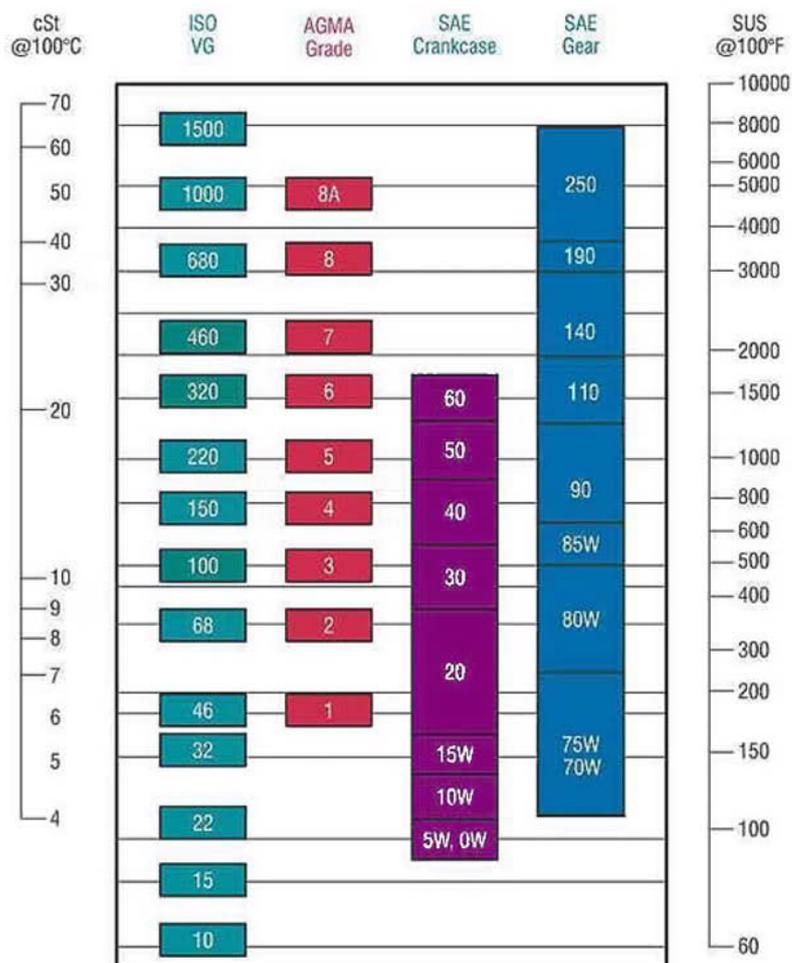


Ilustración 5: Clasificación comparativa de viscosidades, web de Widman.

INDICE DE VISCOSIDAD.

Para elegir un lubricante analizaremos también este parámetro, puesto que nos indica la forma en la que varía la viscosidad en función de la variación de la temperatura. Cumpliendo siempre que la viscosidad se reduce al aumentar la temperatura y viceversa. El índice de viscosidad de un lubricante está determinado por su viscosidad a 40° C y a 100° C. El rango normal alcanza índices de viscosidad entre 0 y 100, llegando para algunos lubricantes con aditivación especialmente aplicada a valores mayores de 100.

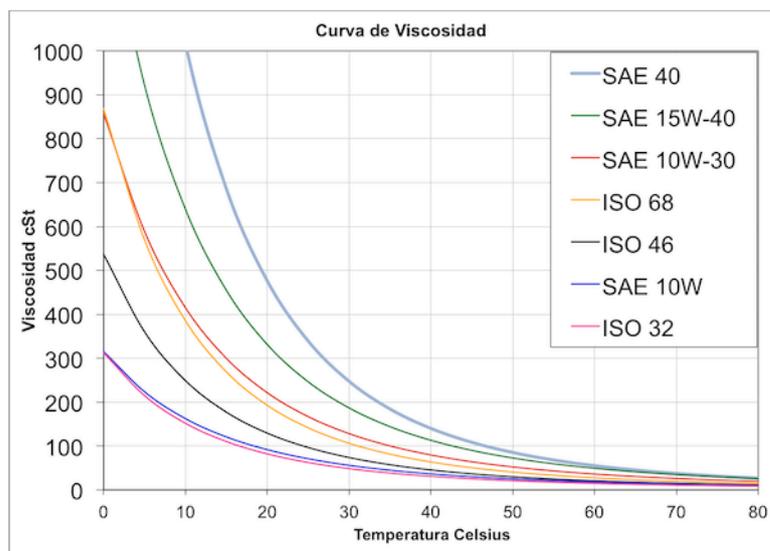


Ilustración 7: Variación índice de viscosidad. Web de Widman I. SRL.

VISCOSIDAD vs. PRESION.

La viscosidad de un fluido depende también de la presión a la que está sometido o trabaja, un incremento de presión produce la compresión de las moléculas del fluido incrementando la fricción entre ellas y por lo tanto aumentando la viscosidad. El caso por ejemplo para los dientes de un engranaje en el que se dan presiones elevadas del orden de 200 bar o más, o en los sistemas hidráulicos de los tractores.

FLUIDEZ A BAJA TEMPERATURA.

Cuando el lubricante trabaja a bajas temperaturas es importante que este parámetro garantice este punto, 10° C por debajo de la temperatura a la cual está previsto su trabajo, sobre para arrancadas en frío, que es cuando interviene esta característica del lubricante.

ESTABILIDAD TERMICA.

Si un lubricante se calienta en exceso por su uso, es importante que este exceso de temperatura lleve al lubricante a un deterioro extremo que impida realizar la función de lubricación adecuadamente, llegando incluso al punto de inflamación y destrucción del mismo.

ESTABILIDAD QUIMICA.

Debida a la función principal del lubricante, este se encuentra en contacto con diversos materiales férreos, con oxígeno, partículas procedentes de la combustión, etc,..., que pueden provocar el deterioro del aceite por efecto químico.

CORROSIVIDAD.

El lubricante por sí mismo no debe corroer la superficie con la que está en contacto, sino más bien al contrario, es una de las funciones del lubricante proteger frente a la corrosión, por lo que los lubricantes trabajando con temperatura y en contacto con el oxígeno son capaces de generar compuestos ácidos que atacan a las partes metálicas generando corrosión. El parámetro que determina la capacidad de neutralizar los ácidos se llama TBN (Total Base Number), los aditivos detergentes y en menor medida los dispersantes, tienen un marcado carácter alcalino.

Por otro lado el parámetro TAN (Total Acid Number), nos da una referencia de la estabilidad a la oxidación del aceite y de la durabilidad de servicio (se mide en KOH/gr de aceite)

DEMULSIFICACION.

Cuando se añade agua al aceite, normalmente se forman dos capas claramente visibles debido a que es insoluble. En algunos casos, sin embargo, es posible dispersar agua en aceite o aceite en agua, en forma de pequeñas gotas. Estas mezclas son conocidas como emulsiones. En la mayoría de las aplicaciones industriales la formación de emulsiones debe ser evitada. Las emulsiones tienen un efecto dañino sobre la habilidad del aceite a lubricar y pueden promover la corrosión de las superficies lubricadas.

PUNTO DE INFLAMACION.

El punto de inflamación se corresponde con la mínima temperatura a la que el aceite desprende vapores que se pueden inflamar, normalmente entre 200 - 240 °C. El punto de inflamación aumenta con la degradación del aceite y disminuye por la presencia de combustible en el aceite. No debe disminuir nunca en más de 30°C y nunca por debajo de los 180°C. No debe haber ningún riesgo de que el aceite se incendie en las condiciones normales de trabajo. Los aceites minerales de baja viscosidad usualmente tienen puntos de chispa por encima de 120°C.

VOLATILIDAD Y COLOR.

La baja volatilidad minimiza la emisión de gases del lubricante a las cámaras de combustión con ello disminuye el consumo de aceite y el número de partículas en los gases de escape.

Los aceites minerales presentan un color oscuro mientras que los sintéticos un color claro.

MONOGRADO Y MULTIGRADO.

Monogrado es un aceite para funcionamiento en unas condiciones de temperatura ambientales concretas y no muy exigentes, se diferencian entre lubricantes para épocas de frío y para épocas de calor.

Multigrado se corresponde con la denominación de un lubricante al que por la adición de aditivos han mejorado el índice de viscosidad permitiendo su uso tanto en época de frío como de calor, se identifican por llevar la letra W intercalado entre los dos grados de funcionamiento.

Un lubricante multigrado es más estable térmicamente que un monogrado, evita su descomposición por el choque térmico, producido por los cambios de temperatura a los que se ve sometido en un motor (90° C en el cárter y unos 300° C en las zonas de mayor temperatura).

Los aceites multigrado además de alargar la vida de los motores o máquinas tienen mayor duración de uso que los monogrados.

1.2.1.- La lubricación en el mantenimiento predictivo.

Por medio de la lubricación podemos también llegar a conocer el estado de las máquinas y anticiparnos a posibles futuras averías. Con los análisis de lubricantes podemos controlar parámetros que nos muestren el estado del lubricante, su contaminación o deterioro e incluso el desgaste de la máquina, consiguiendo dos objetivos, por una parte conocer el grado de envejecimiento y durabilidad de la máquina o sistema y anticiparnos a una posible avería de un componente de una máquina, de tal forma que el componente se pueda sustituir en base a una planificación, antes de su fallo y por otro lado reducir los tiempos de parada y alargando la vida útil del componente.

Algunos de estos parámetros son:

- La oxidación del lubricante (deterioro o envejecimiento del mismo).
- La acidez o TBN del lubricante (capacidad de neutralizar los ácidos derivados del proceso de combustión).
- La cantidad de agua (ppm) presente en el lubricante por filtraciones o afecciones de otros sistemas relacionados con la lubricación.
- La cantidad de partículas (ISO o NAS) presentes en el lubricante a causa de los procesos de combustión o desgaste de la máquina.

De las especificaciones de los lubricantes y su calidad, el cuidado en el mantenimiento de las máquinas, se puede afirmar que la agrupación de todos estos factores puede influir en el deterioro del lubricante y el tiempo de vida de la máquina.

Por lo tanto las malas prácticas en la lubricación de máquinas o equipos pueden devolver como consecuencia un sobre coste por las averías generadas.

Desde el punto de vista del mantenimiento, el plan de lubricación de máquinas o vehículos se encargará de agrupar los equipos o máquinas, sobre todo los críticos y se les aplicará un seguimiento de control y análisis del estado del lubricante.

1.3.- Normativa y calidad de los lubricantes.

Dentro de la normativa que regula y define las calidades de los lubricantes tenemos la siguiente clasificación:

1.3.1.- ACEA

La clasificación ACEA (Asociación de Constructores Europeos de Automóviles), fue creada en 1990, para asegurar un sistema de calidad de los lubricantes, basándose en ensayos de laboratorios y reflejando los requerimientos de los lubricantes para mejorar la protección contra el desgaste, la limpieza del motor, la resistencia a la oxidación, al aumento de la viscosidad, etc...

Dentro de la clasificación ACEA nos encontramos las siguientes secuencias:

- A/B: Definen los requisitos para los aceites de motor para llenado de servicio en motores de gasolina de autos de pasajeros y diesel para trabajo ligero.

- C: Son los requisitos de aceites de motor " compatibles con catalizador" para llenado de servicio en motores gasolina y diesel para trabajo ligero de vehículos de pasajeros con sistema de post-tratamiento.

- E: Definen los requisitos para aceites de motor diesel de vehículos pesados.

A continuación vemos la evolución de la norma desde los inicios hasta la norma actual.

	ACEA 1996	ACEA 1998	ACEA 1999	ACEA 2002	ACEA 2004	ACEA 2007	ACEA 2008	ACEA 2010	ACEA 2012	ACEA 2016
A	A1-96	A1-98	A1-98	A1-02	-	-	-	-	-	-
	A2-96	A2-96 #2	A2-96 #2	A2-96 #3	-	-	-	-	-	-
	A3-96	A3-98	A3-98	A3-02	A1/B1-04	A1/B1-04	A1/B1-08	A1/B1-10	A1/B1-12	-
	-	-	-	A5-02	A3/B3-04	A3/B3-04	A3/B3-08	A3/B3-10	A1/B3-12	A3/B3-16
B	B1-96	B1-98	B1-98	B1-02	A3/B4-04	A3/B4-04	A3/B4-08	A3/B4-10	A3/B4-12	A3/B4-16
	B2-96	B2-98	B2-98	B2-98 #2	A5/B5-04	A5/B5-04	A5/B5-08	A5/B5-10	A5/B5-12	A5/B5-16
	B3-96	B3-98	B3-98	B3-98 #2	-	-	-	-	-	-
	-	B4-98	B4-98	B4-02	-	-	-	-	-	-
-	-	-	B5-02	-	-	-	-	-	-	
C	-	-	-	-	C1-04	C1-04	C1-08	C1-10	C1-12	C1-16
	-	-	-	-	C2-04	C2-04	C2-08	C2-10	C2-12	C2-16
	-	-	-	-	C3-04	C3-07	C3-08	C3-10	C3-12	C3-16
	-	-	-	-	-	C4-07	C4-08	C4-10	C4-12	C4-16
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C5-16
E	E1-96	E1-96#2	-	-	-	-	-	-	-	-
	E2-96	E2-96#2	E2-96#3	E2-96#3	E2-96#5	E2-96#5	-	-	-	-
	E3-96	E3-96#2	E3-96#3	E3-96#3	-	-	-	-	-	-
	-	E4-98	E4-99	E4-99	E4-99#3	E4-07	E4-08	E4-08#2	E4-12	E4-16
	-	-	E5-99	E5-99	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	E6-04	E6-04#2	E6-08	E6-08#2	E6-12	E6-16
	-	-	-	-	E7-04	E7-04#2	E7-08	E7-08#2	E7-12	E7-16
-	-	-	-	-	-	E9-08	E9-08#2	E9-12	E9-16	

Tabla 1: Evolución de la norma ACEA.

1.3.2.- API

Para determinar el nivel de calidad de un lubricante, la norma API (American Petroleum Institute) agrupa a los fabricantes de productos del petróleo de EEUU y está asociada con la SAE y ASTM (American Society for Testing of Materials), para el desarrollo de ensayos que analizan el uso real y diario de motores y vehículos. En 1995 el comité técnico 3 de la SAE declaró inactivas las categorías API GL-1, GL-2, GL-3, y GL-6, aunque los aceites se pueden comercializar bajo esta clasificación, la ASTM no tiene previsto seguir testeando estas categorías, dejando solo activas las restantes que aparecen en la tabla adjunta.

Categoría	Estado	Se usa en	Condiciones de funcionamiento	Notas
API GL-1	Inactivo*	transmisiones manuales	condiciones moderadas: bajas presiones en la unidad y velocidades mínimas de deslizamiento	Se pueden utilizar inhibidores de la oxidación y el herrumbre, así como inhibidores de la fluidez, para mejorar las características de los lubricantes diseñados para este servicio. No se deben utilizar modificadores de fricción ni aditivos de presión extrema.
API GL-2	Inactivo*	ejes de engranajes de tornillo sinfin de tipo automotor	condiciones de carga, temperatura y velocidades de deslizamiento tales, que los lubricantes que funcionan bien para el servicio API GL-1 no serán suficientes	
API GL-3	Inactivo*	transmisiones manuales y ejes cónicos espirales	condiciones de velocidad y carga de suaves, a moderadas y a severas	capacidades de transporte de cargas mayores a APL GL-1, pero inferiores a los requerimientos de los lubricantes que sirven para el servicio API GL-4.
API GL-4	Activo	engranajes cónicos espirales e hipoides en ejes automotrices	velocidades y cargas moderadas	Estos aceites se pueden utilizar en transmisiones manuales y aplicaciones de transeje seleccionadas.
API GL-5	Activo	engranajes, especialmente los hipoides, en los ejes automotrices	condiciones de altas velocidades y/o bajas velocidades y torque alto	Los lubricantes calificados bajo la especificación militar de los Estados Unidos MIL-L-2105D (anteriormente MIL-L-2105C), MIL-PRF-2105E y SAE J2360 cumplen con los requisitos de la designación de servicio API GL-5.
API GL-6	Inactivo*	engranajes diseñados con un descentramiento muy alto del piñón	diseños que generalmente requieren una protección contra estriación (engranaje) superior a la provista por los aceites para engranajes API GL-5	El instrumental de pruebas original API GL-6 está obsoleto.
API MT-1	Activo	transmisiones manuales no sincronizadas que se usan en autobuses y camionetas para uso pesado	protección contra la combinación de degradación térmica, desgaste de los componentes y deterioro del sello de aceite	Supera la protección proporcionada por lubricantes que cumplen únicamente con los requisitos de API GL-4 y API GL-5.
MIL-PRF-2105E	Se rescribió como norma SAE J2360	ejes	combina los requisitos de rendimiento de su predecesor (MIL-L-2105D) y API MT-1	Requisitos: químicos/físicos, prueba de ejes fijos, prueba de campos, revisiones de datos realizadas por Lubricants Review Institute y de API MT-1: requisitos estrictos de prueba de durabilidad térmica y de compatibilidad del sello de aceite .
SAE J2360	Activo		rendimiento equivalente al definido por MIL-PRF-2105E	Incluye todos los requisitos más recientes de pruebas del eje y la transmisión identificados en API GL-5, API MT-1 y MIL-PRF-2105E, incluyendo la necesidad de demostrar la prueba de rendimiento por medio de pruebas de campo rigurosas.

Tabla 2: Clasificación API aceites para transmisión de vehículos.

Para aceites de motor nos encontramos con la siguiente clasificación atendiendo si es vehículo ligero o pesado, o bien si es gasolina o diesel.

"S"	Status	Service Gasoline Engines
SN	Introduced in October 2010	Introduced in October 2010 for 2011 and older vehicles, designed to provide improved high temperature deposit protection for pistons, more stringent sludge control, and seal compatibility. API SN with Resource Conserving matches ILSAC GF-5 by combining API SN performance with improved fuel economy, turbocharger protection, emission control system compatibility, and protection of engines operating on ethanol-containing fuels up to E85.
SM	Introduced on 30 November 2004	Category SM oils are designed to provide improved oxidation resistance, improved deposit protection, better wear protection, and better low-temperature performance over the life of the oil. Some SM oils may also meet the latest ILSAC specification and/or qualify as Energy Conserving. They may be used where API Service Category SJ and SL earlier categories are recommended.
SL	2001 Gasoline Engine Service	Category SL was adopted to describe engine oils for use in 2001. It is for use in service typical of gasoline engines in present and earlier passenger cars, sports utility vehicles, vans and light trucks operating under vehicle manufacturers recommended maintenance procedures. Oils meeting API SL requirements have been tested according to the American Chemistry Council (ACC) Product Approval Code of Practice and may utilize the API Base Oil Interchange and Viscosity Grade Engine Testing Guidelines. They may be used where API Service Category SJ and earlier categories are recommended.
SJ	1997 Gasoline Engine Service	Category SJ was adopted in 1996 to describe engine oil first mandated in 1997. It is for use in service typical of gasoline engines in present and earlier passenger cars, vans, and light trucks operating under manufacturers recommended maintenance procedures. Oils meeting API SJ requirements have been tested according to the American Chemistry Council (ACC) Product Approval Code of Practice and may utilize the API Base Oil Interchange and Viscosity Grade Engine Testing Guidelines. They may be used where API Service Category SH and earlier categories are recommended.
SH	Obsolete	For model year 1996 and older engines.
SG	Obsolete	For model year 1993 and older engines.
SF	Obsolete	For model year 1988 and older engines.
SE	Obsolete	For model year 1979 and older engines.
SD	Obsolete	For model year 1971 and older engines.
SC	Obsolete	For model year 1967 and older engines.
SB	Obsolete	For older engines. Use only when specifically recommended by the manufacturer.
SA	Obsolete	For older engines; no performance requirement. Use only when specifically recommended by the manufacturer.

Tabla 3: Clasificación API, motores gasolina.

"F"	Status	Service Diesel Engines
FA-4	Current	API Service Category FA-4 describes certain XW-30 oils specifically formulated for use in select high-speed four-stroke cycle diesel engines designed to meet 2017 model year on-highway greenhouse gas (GHG) emission standards. These oils are formulated for use in on-highway applications with diesel fuel sulfur content up to 15 ppm (0.0015% by weight). Refer to individual engine manufacturer recommendations regarding compatibility with API FA-4 oils. These oils are blended to a high temperature high shear (HTHS) viscosity range of 2.9cP–3.2cP to assist in reducing GHG emissions. These oils are especially effective at sustaining emission control system durability where particulate filters and other advanced aftertreatment systems are used. API FA-4 oils are designed to provide enhanced protection against oil oxidation, viscosity loss due to shear, and oil aeration as well as protection against catalyst poisoning, particulate filter blocking, engine wear, piston deposits, degradation of low- and high-temperature properties, and soot-related viscosity increase. API FA-4 oils are not interchangeable or backward compatible with API CK-4, CJ-4, CI-4 with CI-4 PLUS, CI-4, and CH-4 oils. Refer to engine manufacturer recommendations to determine if API FA-4 oils are suitable for use. API FA-4 oils are not recommended for use with fuels having greater than 15 ppm sulfur. For fuels with sulfur content greater than 15 ppm, refer to engine manufacturer recommendations.

Tabla 4: Clasificación API, motores diesel F

"C"	Status	Service Diesel Engines
CK-4	Current	meet 2017 model year on-highway and Tier 4 non-road exhaust emission standards as well as for previous model year diesel engines. These oils are formulated for use in all applications with diesel fuels ranging in sulfur content up to 500 ppm (0.05% by weight). However, the use of these oils with greater than 15 ppm (0.0015% by weight) sulfur fuel may impact exhaust aftertreatment system durability and/or oil drain interval. These oils are especially effective at sustaining emission control system durability where particulate filters and other advanced aftertreatment systems are used. API CK-4 oils are designed to provide enhanced protection against oil oxidation, viscosity loss due to shear, and oil aeration as well as protection against catalyst poisoning, particulate filter blocking, engine wear, piston deposits, degradation of low- and high-temperature properties, and soot-related viscosity increase. API CK-4 oils exceed the performance criteria of API CJ-4, CI-4 with CI-4 PLUS, CI-4, and CH-4 and can effectively lubricate engines calling for those API Service Categories. When using CK-4 oil with higher than 15 ppm sulfur fuel, consult the engine manufacturer for
CJ-4	Current - 2006	Introduced in 2006 for high-speed four-stroke engines. Designed to meet 2007 on-highway exhaust emission standards. CJ-4 oils are compounded for use in all applications with diesel fuels ranging in sulphur content up to 500ppm (0.05% by weight). However, use of these oils with greater than 15ppm sulfur fuel may impact exhaust after treatment system durability and/or oil drain intervals. CJ-4 oils are effective at sustaining emission control system durability where particulate filters and other advanced after treatment systems are used. CJ-4 oils exceed the performance criteria of CF-4, C-4, AH-4 and C-4.
CI-4 Plus	Current - 2004	Used in conjunction with API C-4, the " CI-4 PLUS" designation identifies oils formulated to provide a higher level of protection against soot-related viscosity increase and viscosity loss due to shear in diesel engines. Like Energy Conserving, CI-4 PLUS appears in the lower portion of the API Service Symbol "Donut."
CI-4	Severe-Duty Diesel Engine Service	designed to meet 2004 exhaust emission standards, to be implemented October 2002. These oils are compounded for use in all applications with diesel fuels ranging in sulfur content up to 0.05% by weight. These oils are especially effective at sustaining engine durability where Exhaust Gas Recirculation (EGR) and other exhaust emission componentry may be used. Optimum protection is provided for control of corrosive wear tendencies, low and high temperature stability, soot handling properties, piston deposit control, valve train wear, oxidative thickening, foaming and viscosity loss due to shear. CI-4 oils are superior in performance to those meeting API CH-4, CG-4 and CF-4 and can effectively lubricate engines calling for those API Service Categories.
CH-4	Severe-Duty Diesel Engine Service	This service oils are suitable for high speed, four-stroke diesel engines designed to meet 1998 exhaust emission standards and are specifically compounded for use with diesel fuels ranging in sulfur content up to 0.5% weight. CH-4 oils are superior in performance to those meeting API CF-4 and API CG-4 and can effectively lubricate engines calling for those API Service Categories.
CG-4	Obsolete	This category describes oils for use in high speed four-stroke-cycle diesel engines used in both heavy-duty on-highway (0.05% wt sulfur fuel) and off-highway (less than 0.5% wt sulfur fuel) applications. CG-4 oils provide effective control over high temperature piston deposits, wear, corrosion, foaming, oxidation stability, and soot accumulation. These oils are specially effective in engines designed to meet 1994 exhaust emission standards and may also be used in engines requiring API Service Categories CD, CE, and CF-4. Oils designed for this service have been in existence since 1994.
CF-2	Obsolete	Service typical of two-stroke cycle diesel engines requiring highly effective control over cylinder and ring-face scuffing and deposits. Oils designed for this service have been in existence since 1994 and may be used when API Service Category CD-II is recommended. These oils do not necessarily meet the requirements of API CF or CF-4 unless they pass the test requirements for these categories.
CF	Obsolete	Service typical of indirect-injection diesel engines and other diesel engines that use a broad range of fuel types, including those using fuel with high sulfur content; for example, over 0.5% wt. Effective control of piston deposits, wear and copper-containing bearing corrosion is essential for these engines, which may be naturally aspirated, turbocharged or supercharged. Oils designated for this service have been in existence since 1994 and may be used when API Service Category CD is recommended.
CF-4	Obsolete	API CE category, providing improved control of oil consumption and piston deposits. These oils should be used in place of API CE oils. They are particularly suited for on-highway, heavy-duty truck applications. When combined with the appropriate S category, they can also be used in gasoline and diesel powered personal vehicles i.e., passenger cars, light trucks and vans when recommended by the vehicle or engine manufacturer.
CE	Obsolete	Service typical of certain turbocharged or supercharged heavy-duty diesel engines, manufactured since 1983 and operated under both low speed, high load and high speed, high load conditions. Oils designed for this service may also be used when API Service Category CD is recommended.
CD-II	Obsolete	Service typical of two-stroke cycle diesel engines requiring highly effective control of wear and deposits. Oils designed for this service also meet all performance requirements of API Service Category CD.
CD	Obsolete	Service typical of certain naturally aspirated, turbocharged or supercharged diesel engines where highly effective control of wear and deposits is vital, or when using fuels with a wide quality range (including high-sulfur fuels). Oils designed for this service were introduced in 1955 and provide protection from high temperature deposits and bearing corrosion in these diesel engines.

Tabla 5: Clasificación API, diesel C.

1.3.3.- SAE

Es la norma por la cual nos regimos para indicar la viscosidad que posee un lubricante de motor, se indica concretamente en grados SAE (Society of Automotive Engineers), se relaciona la viscosidad del aceite con la temperatura de utilización de cada lubricante. La normativa SAE J300 es la responsable de definir el grado de viscosidad de cada lubricante.

Nos interesa llegar a un equilibrio entre el valor del índice de viscosidad, es decir no nos vale cuanto más elevado mejor puesto que en frío el lubricante debe poder distribuirse y fluir adecuadamente para lubricar desde el primer momento que la máquina se pone en marcha.

ESPECIFICACIONES SAE J300					
Revision Enero 2015					
Viscosidad SAE	Arranque en Frío (cP)	Bombeabilidad en Frío (cP)	Minima Cinemática (cSt)	Máxima Cinemática (cSt)	Cizallamiento en Alta Temperatura (cSt)
0W	6,200 a -35 °C	60,000 a -40 °C	3.8		
5W	6,600 a -30 oC	60,000 a -35 °C	3.8		
10W	7,000 a -25 oC	60,000 a -30 °C	4.1		
15W	7,000 a -20 oC	60,000 a -25 °C	5.6		
20W	9,500 a -15 oC	60,000 a -20 °C	5.6		
25W	13,000 a -10 oC	60,000 a -15 °C	9.3		
8			4	<6.1	1.7
12			5	<7.1	2
16			6.1	<8.2	2.3
20			6.9	<9.3	2.6
30			9.3	<12.5	2.9
40			12.5	<16.3	3.5 (0w-40,5w-40,10w-40)
40			12.5	<16.3	3.7 (15w-40,20w-40, 35w-40) 40 (monogrado)
50			16.3	<21.9	3.7
60			21.9	<26.1	3.7

Tabla 6: Especificaciones SAE.

1.3.4.- ISO.

Para la selección del aceite de uso hidráulico, debemos tener en cuenta la temperatura de funcionamiento, la viscosidad ISO que afecta a las propiedades de fricción del fluido, al funcionamiento de la bomba, la cavitación, el consumo de energía y la capacidad de control del sistema hidráulico, la compatibilidad con las juntas de cierre, metales y la velocidad de respuestas del sistema al actuar sobre los mandos.

ISO Viscosity Grade Conversions						
ISO Viscosity Grade	Mid-point Kinematic Viscosity	Kinematic Viscosity Limits cSt at 40°C (104°F)		ASTM, Saybolt Viscosity Number	Saybolt Viscosity SUS 100°F (37.8°C)	
		Min.	Max.		Min.	Max.
2	2.2	1.98	2.42	32	34.0	35.5
3	3.2	2.88	3.52	36	36.5	38.2
5	4.6	4.14	5.06	40	39.9	42.7
7	6.8	6.12	7.48	50	45.7	50.3
10	10	9.00	11.0	60	55.5	62.8
15	15	13.5	16.5	75	72	83
22	22	19.8	24.2	105	96	115
32	32	28.8	35.2	150	135	164
46	46	41.4	50.6	215	191	234
68	68	61.2	74.8	315	280	345
100	100	90.0	110	465	410	500
150	150	135	165	700	615	750
220	220	198	242	1000	900	1110
320	320	288	352	1500	1310	1600
460	460	414	506	2150	1880	2300
680	680	612	748	3150	2800	3400
1000	1000	900	1100	4650	4100	5000
1500	1500	1350	1650	7000	6100	7500

Tabla 7: Grados conversión de viscosidad. Afton Chemical.

La norma ISO 6743-4, clasifica a los fluidos hidráulicos como:

CLASIFICACIÓN ISO	CARACTERÍSTICAS
ISO-L-HH	Lubricante mineral sin inhibidores de corrosión
ISO-L-HL	Aceite mineral inhibido con anticorrosivos y antioxidantes.
ISO-L-HM	Aceite HL con aditivos antidesgaste (HLP según norma DIN 51524 2º Part)
ISO-L-HR	Aceite HL con alto índice de viscosidad
ISO-L-HV	Aceite HM con mejorador de índice de viscosidad
ISO-L-HG	Lubricantes HM con características de resistencia al choque
ISO-L-HS	Lubricantes sintéticos

Tabla 8: Clasificación ISO 6743-4.

2.- Objeto del estudio.

El presente documento pretende reunir la mayor cantidad de datos relevantes fruto de la prospección y análisis de la lubricación en las máquinas de sector agrícola, concretamente centrada en los tractores y su relación directa en el mantenimiento.

El objetivo principal ha consistido en la determinación de la influencia de la lubricación de los diferentes sistemas en los tractores dependiendo de la lubricación recomendada por el fabricante y los efectos reflejados en el mantenimiento, tanto en la planificación del mantenimiento como en los efectos resultantes.

En el estudio ha quedado confirmada la variedad en el uso de lubricantes dedicados frente al uso de lubricantes de uso compartido en los sistemas; motor, transmisión y sistema hidráulico de los tractores. Por otro lado el desarrollo tecnológico de cada firma comercial es la responsable de las diferencias notables entre el uso particular de lubricantes y su repercusión en el mantenimiento.

2.1.- El proyecto Repsol.

Este proyecto tiene su origen en la necesidad por parte de la compañía Repsol, de conocer la situación del mercado de los lubricantes en el sector agrícola y su evolución futura para las principales firmas del mercado con mayores ventas.

Las firmas fabricantes de maquinaria agrícola recomiendan para sus productos, el uso de ciertos tipos de lubricantes de la marca con la cual han establecido un convenio de colaboración, llegando incluso a distribuir los lubricantes con firma propia aunque el fabricante del lubricante sea otro.

Mediante el convenio de colaboración de Repsol con el Centro Máquinas y Motores Térmicos (CMT) de la UPV, se ha promovido el presente estudio de prospección, por medio de documentación digital encontrada en la web de las empresas objeto del estudio. La visita a instalaciones de empresas distribuidoras de maquinaria agrícola, y la consulta a empresas distribuidoras de los lubricantes actualmente usados por las firmas fabricantes de la maquinaria.

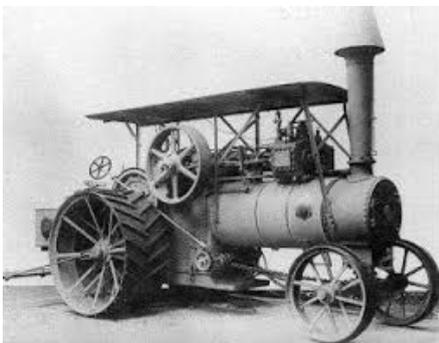
Las 7 firmas de fabricantes de tractores analizados en este TFM, han sido propuestas por la firma Repsol basándose en los datos de ventas de maquinaria en territorio español, proporcionado por el Registro Oficial de Maquinaria Agrícola (ROMA).

3.- Maquinaria agrícola.

Desde la aparición de la agricultura como medio para procurar alimentos para la subsistencia y sobre todo como una forma de comercio, surge la necesidad de la mejora, aumento de la eficacia y generación de mayor cantidad de alimentos.

Gracias a la revolución industrial el sector agrícola evoluciona desde el uso de personas y animales para el cultivo, al uso de maquinaria que ayudaría a obtener mayor y mejor rendimiento en las explotaciones agrícolas.

Partimos inicialmente del uso de arados tirados por animales, de la siega a mano de los cereales con hoces y guadañas, y multitud de trabajos que eran realizados a mano por hombres y mujeres, es a partir de la revolución industrial cuando se pasa de todos estos trabajos más manuales al uso de máquinas propulsadas por energía de vapor, la aparición de los primeros motores de tracción propició el uso de arados y otros tipos de útiles para las tareas más duras en el campo. Con la aparición de los motores de combustión interna se asciende un escalón más desarrollando mejores tractores y apareciendo máquinas como la segadora, trilladora y la máquina combinada, como la cosechadora.



Fotografía 3: Año 1880



Fotografía 5: Año 1930



Fotografía 2: Año 1960



Fotografía 4: Año 1990



Fotografía 1: Año 2016

3.1.- Historia de la evolución de los tractores agrícolas.

Este estudio se centra en la evolución de la lubricación y el mantenimiento futuro de los tractores agrícolas. El tractor agrícola es un vehículo denominado "OFF-ROAD", porque su principal uso se destina a labores de agricultura en campos, aunque perfectamente es capaz de circular por carreteras, arrastrando remolques o útiles de labranza.

Las primeras máquinas usadas para este fin datan de aproximadamente 1860 en Gran Bretaña que eran máquinas de funcionamiento a vapor que arrastraban mediante correas o cables arados.

Fue a finales del siglo XIX por medio de la aparición de los motores de combustión interna cuando se produce un avance importante y es en Alemania a principios del siglo XX cuando aparece el primer arado-tractor, en el que el motor se encontraba ubicado en la parte delantera, en el eje de tracción y el arado iba montado sobre el bastidor.

En el año 1917 durante la primera guerra mundial, Henry Ford desarrolla en EEUU el tractor Fordson, que llegó a ser el inicio de la fabricación del tractor tal como lo conocemos hoy en día. Se trataba de un tractor más ligero que los actuales, funcionaba con gasolina y estaba formado por una construcción modular sin bastidor, en la cual el motor estaba unido a la caja de cambios situada en el eje trasero, formado una unidad autoportante. Utilizaba un motor de 4 cilindros en línea de 20 CV, pesaba solamente 1215 kg y lo más destacable fue su fabricación en serie y su precio asequible.



Fotografía 6: Fordson de 1917

Nuevamente gracias a la primera guerra mundial se desarrolló la cadena como una forma de rodadura a parte de las ruedas, y en 1904 aparece el primer tractor con

cadena que se le llamó "Caterpillar" (oruga - en inglés), que dio origen a esta famosa compañía.

En 1924 Cassani (SAME) introduce el motor diesel en los tractores.

Y en 1918 International Harvester (IH), realiza el cambio de la transmisión de potencia por medio de las ruedas a lo que hoy en día conocemos como la toma de fuerza, pero no es hasta 1925 cuando se empieza a generalizar su uso.

En 1932 se sustituyen las ruedas metálicas por neumáticos de goma, que permiten la circulación del tractor tanto en el campo como en carretera.

En 1934 Ferguson desarrolla el enganche de tres puntos que ofrece unas mejoras en el sistema de acoplamiento de los aperos, para a partir de 1935 añadir el sistema oleo hidráulico para la elevación de los aperos.

En los años 70 se dota a los tractores de la doble tracción aumentando la potencia de los mismos hasta un 40% más que los de simple tracción.

En 1975 se introducen las cabinas de seguridad reduciendo el ruido y aumentando la seguridad de los conductores, a partir de 1982 se generaliza la doble tracción.

En la actualidad podemos encontrar tractores con una complejidad y una cantidad de opciones como la suspensión, cabinas de elevado confort, con aire acondicionado, transmisión bajo carga, acoplamiento automático de aperos, control electrónico, etc...



¹ según ECE R 120

Fotografía 7: Ejemplo de características actuales de tractores.

3.2.- Clasificación de tractores agrícolas.

La evolución de los tractores desde el inicio de los primeros que funcionaban a vapor hasta los más modernos que existen hoy en día, se distinguen según una serie de características.

Podemos distinguir unos de otros según los siguientes criterios funcionales en:

- Tractores agrícolas típicos: Tractores rígidos con dos ejes con distinto diámetro de rueda.
- Tractores estrechos (fruteros o de viñedo): Tractores de pequeña dimensión para permitir su tránsito por las calles de cultivos leñosos, como frutales o viñedos.
- Tractores articulados: Son de elevada potencia con bastidor no rígido para incrementar su maniobrabilidad.
- Tractores de cadenas: En lugar de usar neumáticos, usan para desplazarse cadenas con eslabones y zapatas. Tienen mayor tracción, mejor maniobrabilidad y estabilidad pero son más lentos y no pueden circular por vías asfaltadas.

SEGÚN EL TRABAJO DESARROLLADO
Vehículo de tracción
Vehículo versatil
SEGÚN EL SISTEMA DE APOYO
De ruedas
Tracción trasera
Doble tracción
4 ruedas iguales
traseras mayores
De cadenas
tractores orugas
tractores semiorugas
SEGÚN EL ACOPLAMIENTO DEL APERO
Tractor de tiro
Tractor portante (en suspensión)
Tractor porta aperos (en la parte delantera)
SEGÚN EL TIPO DE BASTIDOR
Con bastidor completo
Con medio bastidor
TRACTORES ESPECIALES
Zancudos
Forestales
Estrechos
Autocargadores
MOTOCULTORES o MOTOMÁQUINAS
De un eje - Motomáquinas
De dos ejes - Microtractores

Tabla 9: Clasificación tractores.

4.- Situación del mercado en España.

La situación del mercado en España, en la venta de tractores queda reflejada para los últimos 13 años en el Registro Oficial de Maquinaria Agrícola (R.O.M.A.), en esta web oficial podemos encontrar información fiable sobre las ventas de maquinaria agrícola de las marcas que operan en nuestro país.

En la web referenciada podemos encontrar:

- Inscripciones de maquinaria agrícola en el R.O.M.A.
- Resumen de la maquinaria nueva inscrita en el año 2016
- Comparativo de la evolución de las inscripciones de maquinaria desde el 2003 hasta la actualidad (2016).
- Informes de las inscripciones realizadas en los registros Provinciales de maquinaria agrícola desde el 2006 hasta la actualidad (2016).
- La evolución del la inscripción de maquinaria agrícola nueva en los registros provinciales.

Tanto la maquinaria nueva como las ventas entre agricultores, más la incorporación de nuevas maquinas al sector se registran mediante el registro R.O.M.A., este registro se encuentra presente en todos los servicios provinciales y depende de las consejerías de agricultura de las comunidades autónomas, regulados por el RD 1013/2009 de 19 de junio, sobre caracterización y registro de maquinaria agrícola (BOE 15 de julio de 2009) y por el RD 346/2012 de 10 de febrero, por el que se modifica el RD 1013/2009, sobre caracterización y registro de maquinaria agrícola (BOE 22 de febrero de 2012).

En la Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios se coordina y recopila toda la información con la que se elabora un informe mensual de todos los datos registrados.

Esta información se puede consultar aquí:



Según el RD 1013/2009 y el RD 346/2012, las inscripciones en el Registro Provincial de Maquinaria Agrícola son obligatorias para:

- Tractores agrícolas y forestales de cualquier tipo y categoría.
- Motocultores.

- Tractocarros.
- Máquinas automotrices de cualquier tipo, potencia y peso.
- Máquinas arrastradas de más de 750 kg de masa máxima con carga admisible del vehículo de circulación (MMA)
- Remolque agrícolas.
- Cisternas para el transporte y distribución de líquidos.
- Equipos de tratamiento fitosanitarios arrastrados o suspendidos, de cualquier capacidad o peso.
- Equipos de distribución de fertilizantes arrastrados o suspendidos, de cualquier capacidad o peso.
- Las máquinas no incluidas en algunos de los apartados anteriores, para cuya adquisición se haya concebido un crédito o una subvención oficial.
- Aquellas máquinas no contempladas anteriormente y que determinen las comunidades autónomas.

En el gráfico adjunto podemos apreciar la evolución de de ventas globales de los tractores en España desde el año 2003 hasta el año 2016.

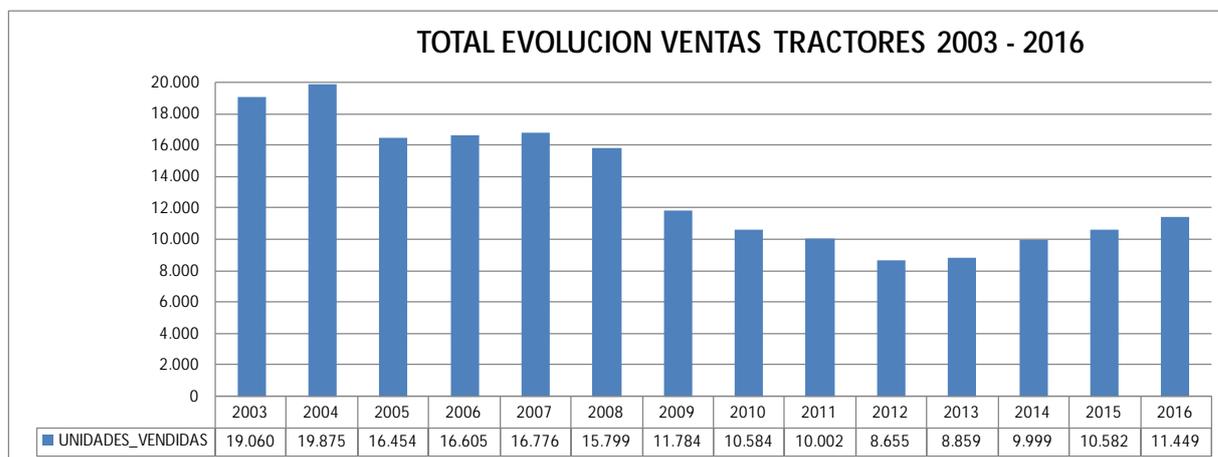


Ilustración 8: Grafico general de ventas desde el año 2003 hasta el año 2016

Durante los años 2003 y 2004 fueron las épocas de mayores ventas, pero en los años siguientes se sufrió una reducción considerable, en 2012 llegó a ser mayor del 50%, para en años siguientes y ahora en progresión ascendente hasta producirse una ligera recuperación de las ventas en el sector.

De los datos obtenidos en este registro podemos extraer también la evolución para los años 2015 y 2016 de ventas por marca, en la que predomina como líder de ventas John Deere, seguido por New Holland, el resto de posiciones no varían mucho, se mantiene una tendencia por marcas bastante estable.

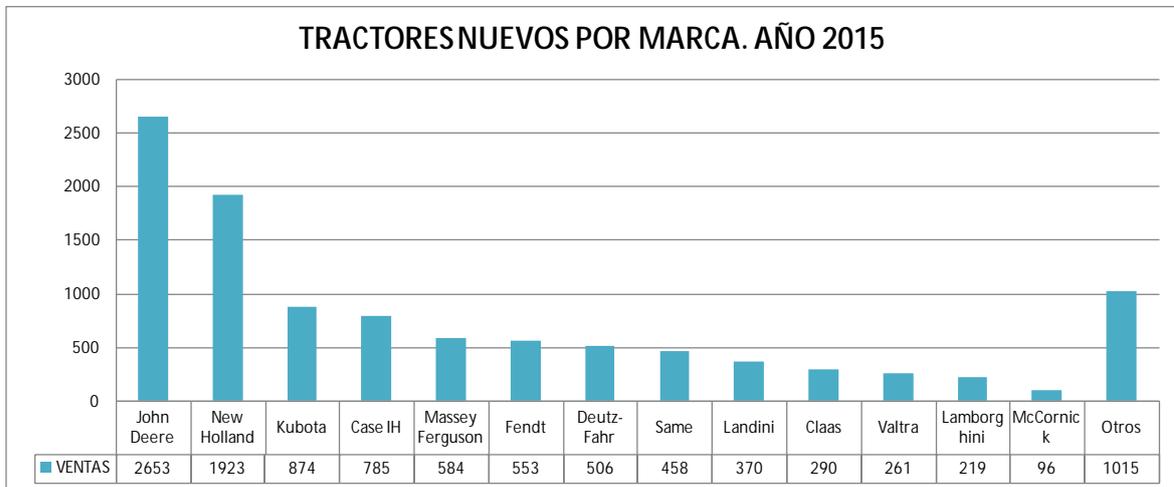


Ilustración 9: Gráfico de ventas por marca año 2015

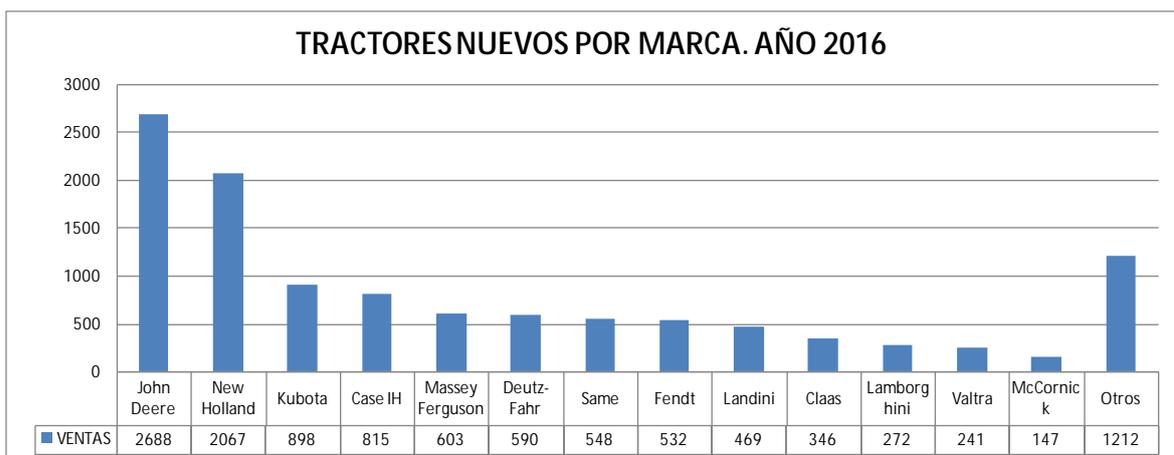


Ilustración 10: Gráfico de ventas por marca año 2016

Las ventas aunque de manera moderada, están sufriendo desde el año 2012 un incremento, provocado por el principio de recuperación económica, durante el periodo de 2005 a 2012, el mantenimiento de los tractores ha sido un factor que se ha desarrollado y se ha tenido muy en cuenta, ya que frente a la reducción de nuevas inversiones la otra posibilidad que cabía era mejorar el mantenimiento para mantener en las mejores condiciones y proporcionar mayor durabilidad de los activos.

Complementando los datos de ventas de las firmas podemos apreciar que en el año 2015 las unidades de venta de las 7 firmas objeto de estudio, son menores que las de 2016, aunque porcentualmente las cifras de 2015 son mayores que las de 2016, respecto a la cantidad total de ventas anual, debido a la influencia de marcas con menos presencia en el mercado, que han incrementado sus ventas.

Tractores nuevos por marca. Año 2015

MARCA	UNIDADES	%
John Deere	2653	25,1%
New Holland	1923	18,2%
Kubota	874	8,3%
Case IH	785	7,4%
Massey Ferguson	584	5,5%
Fendt	553	5,2%
Deutz-Fahr	506	4,8%
Same	458	4,3%
Landini	370	3,5%
Claas	290	2,7%
Valtra	261	2,5%
Lamborghini	219	2,1%
McCormick	96	0,9%
Otros	1015	9,6%
TOTAL	10587	100,00%

Tabla 10: Ventas tractores por marca 2015

Tractores nuevos por marca. Año 2016

MARCA	UNIDADES	%
John Deere	2688	23,52%
New Holland	2067	18,09%
Kubota	898	7,86%
Case IH	815	7,13%
Massey Ferguson	603	5,28%
Deutz-Fahr	590	5,16%
Same	548	4,80%
Fendt	532	4,66%
Landini	469	4,10%
Claas	346	3,03%
Lamborghini	272	2,38%
Valtra	241	2,11%
McCormick	147	1,29%
Otros	1212	10,61%
TOTAL	11428	100,00%

Tabla 11: Ventas tractores por marca 2016

En el mercado tenemos firmas que actúan individualmente y en cambio otras han formado un grupo empresarial que favorece y les permite poder acaparar mayores cotas de mercado por segmento, potencia o tipo de producto, tal como vemos reflejado en la tabla adjunta apreciamos que el liderazgo de ventas se cede en favor de CHN (Case & New Holland), arrebatando el liderazgo individual que ostenta John Deere.

Tractores nuevos por grupo. Año 2016

GRUPO	UNIDADES	%
CNH	2882	25,22%
John Deere	2688	23,52%
SDF	1410	12,34%
AGCO	1376	12,04%
Kubota	898	7,86%
ARGO	616	5,39%
Claas	346	3,03%
Otros	1212	10,61%
TOTAL	11428	100,00%

Tabla 12: Ventas tractores por grupo 2016



Grupo CNH



Grupo AGCO



Grupo SDF



Ilustración 11: Situación de las firmas individuales y como grupo.

Durante el estudio realizado de las 7 firmas fabricantes de maquinaria agrícola, nos hemos encontrado que las marcas, generalmente fabrican sus productos en función de la demanda de sus clientes, es decir existe un rango de potencias que son las más demandadas por los agricultores pues para la mayoría de aplicaciones a las que van a destinar el uso del tractor les son adecuadas.

A continuación vemos como las firmas John Deere, New Holland, Kubota, con la mayor cantidad de ventas tienen sus tractores más vendidos en un rango de potencias de 100 cv, pero firmas como Massey Ferguson, Deutz-Fahr tienen repartidas sus ventas en el segmento de potencias de 100 cv y 150 cv.

Case IH tiene sus mayores ventas de tractores entre los rangos de potencia 115 cv y 150 / 165 cv, formando grupo con New Holland, se reparten las ventas según una gama de potencias diferenciada.

Por otro lado podemos evidenciar que la firma que se distingue en todos los sentidos respecto al resto es Fendt, como desarrollaremos más adelante. Esta firma realiza sus mayores ventas de tractores con potencias entre 130 cv y sobre todo 180 cv.

MARCA	1° TRACTOR CANTIDAD POTENCIA			2° TRACTOR CANTIDAD POTENCIA			3° TRACTOR CANTIDAD POTENCIA		
John Deere	6110 MC	267	110 cv	5100M	189	100 cv	5100 G y F/N	184	100 cv
New Holland	T4.95	295	99 cv	T4.105	236	107 cv	T5.115	136	114 cv
Kubota	M9960	184	112 cv	M8540	163	90 cv	M9540	120	100 cv
Case IH	Farmall 115	117	114 cv	Puma 150	79	150 cv	Puma 165	69	165 cv
Massey Ferguson	MF 5611	58	110 cv	MF 6615	45	140 cv	MF 6613	38	120 cv
Deutz-Fahr	Agrofarm 425 TB	83	102 cv	6160 Agrottron	80	155 cv	5100.4D	79	102 cv
Fendt	824 Vario	55	182 cv	718 Vario	55	181 cv	312 Vario	52	129 cv

Tabla 13: Potencias más vendidas por marca, año 2016.

4.1.- John Deere.

Deere & Company, más conocida por su marca comercial John Deere, es un fabricante de maquinaria agrícola establecido en el este de Moline (Illinois), EE.UU., fue fundada en 1837 por John Deere, herrero pionero del oeste americano.

Hoy en día es un referente en la fabricación de maquinaria agrícola, ofreciendo productos marcados por la integridad, calidad, compromiso y constante innovación.

John Deere está presente a nivel mundial, siendo líder a nivel mundial en ventas de maquinaria para la agricultura, la jardinería y equipos forestales.

En este estudio hemos accedido a la web de John Deere en innumerables ocasiones para estudiar sus productos y recopilar la mayor cantidad posible de información sobre las series de tractores, datos técnicos de los mismos y su relación con la lubricación de sus sistemas.

La web de J.D. se estructura diferenciando los siguientes sectores:

SECTOR	EQUIPOS
Agricultura	Tractores
	Cosechadoras
	Picadoras de forraje
	Pulverizadores
	Empacadoras
	Palas cargadoras
	Segadoras acondicionadoras
	Sembradoras
Jardinería particular	Cortacesped robóticos
	Costacesped manual
	Minitractores
	Vehículos multiusos
	Tractores compactos
Jardinería profesional	Segadoras profesionales
	Tractores compactos
	Vehículos multiusos - Gator
	Tractores utilitarios
Golf	Máquinas greens
	Máquinas de calles
	Máquinas para remates, antegreens y roughs
	Máquinas de bunkers
	Aireadoras manuales y sus suspendidas
	Pulverizadores HD 200
	Vehículos multiusos - Gator
	Tractores compactos
Forestal	Autocargadores
	Procesadoras
	Cabezales procesadoras
	Arrastradores
	Taladoras apiladoras

Tabla 14: Estructura web John Deere.

Por lo que respecta a los tractores, objeto de estudio del presente TFM, las series disponibles que podemos encontrar en el catálogo de J.D. son las siguientes:

Series: 5E, 5G, 5M, 5R, 6M, 6MC, 6R, 6RC, 7R, 8R, 9R, 9RX.

Aunque para nuestro proyecto nos hemos guiado por las series más vendidas en España, información que hemos obtenido del R.O.M.A.

SERIE	MODELO	POTENCIA
SERIE 5	5065E	67 hp / 50,5 kw
	5075E	73 hp / 55 kw
	5075GL	78 hp / 57 kw
	5080GF	80 hp / 60 kw
	5085GL	88,4 hp / 65 kw
	5085M	85 hp / 63 kw
	5090GF	90 hp / 67 kw
	5100GF	100 hp / 75 kw
	5100M	100 hp / 75 kw
	5115M	115 hp / 85 kw
SERIE 6	6090MC	90 hp / 66 kw
	6100RC	100 hp / 75 kw
	6100MC	100 hp / 75 kw
	6105M	105 hp / 78 kw
	6110MC	110 hp / 82 kw
	6110RC	110 hp / 82 kw
	6115M	115 hp / 85 kw
	6115R	115 hp / 85 kw
	6125M	125 hp / 93 kw
	6125R	125 hp / 93 kw
	6130M	130 hp / 96 kw
	6140M	140 hp / 103 kw
	6140R	140 hp / 103 kw
	6150M	150 hp / 110 kw
	6150R	150 hp / 110 kw
	6170M	170 hp / 125 kw
6175R	175 hp / 129 kw	
6195R	195 hp / 144 kw	
6215R	215 hp / 158 kw	
SERIE 7	7230R	230 hp / 169 kw
	7250R	250 hp / 184 kw
SERIE 8	8245R	245 hp / 180 kw
	8270R	270 hp / 199 kw
	8320R	320 hp / 235 kw



Tabla 15: Series más vendidas en España, J.D. julio 2017

Fotografía 8: Series 5, 6, 7, 8 de arriba abajo.

La oferta de John Deere en cosechadoras también es amplia, con la disponibilidad de varios modelos en función de la potencia y tamaño de la máquina, según las necesidades a cubrir por el agricultor.

Los modelos que presenta la firma son los indicados a continuación.

SERIE	MODELO	POTENCIA
COMPACT	W330PTC	210 hp / 157 kw
	W440	249 hp / 186 kw
SERIE W	W540	260 hp / 191 kw
	W550	305 hp / 224 kw
	W650	350 hp / 250kw
	W660	370 hp / 272 kw
SERIE T	T550	305 hp / 224 kw
	T560	370 hp / 272 kw
	T660	370 hp / 272 kw
	T670	431 hp / 317 kw
SERIE S	S660	387 hp / 285 kw
	S670	455 hp / 335 kw
	S680	547 hp / 403 kw
	S685	579 hp / 426 kw
	S690	625 hp / 460 kw

Tabla 16: Series de cosechadoras más vendidas en España, R.O.M.A.



Fotografía 9: Modelos cosechadoras, W,T, S, Compact, de ↑ a ↓ y de ← a →.

John Deere tiene también una línea específica para jardinería y golf, con cortacésped, pequeños tractores y vehículos de traslado y carga multiusos, aunque no sea objeto de estudio son máquinas con un interés especial desde el punto de vista del mantenimiento, puesto que van equipadas con sistemas de propulsión de motor térmico, incorporan transmisiones y sistemas hidráulicos para las herramientas de corte, por lo tanto el uso de lubricantes es importante por la cantidad y por el uso en cada sistema.

En la siguiente lista figuran las máquinas más representativas.

SERIE	MODELO	CILINDRADA
SERIE 7000	7500A	1,496 cc
	7200A	1,496 cc
	7400A	1,496 cc
	7700A	1,496 cc
SERIE 2500	2500B	618 cm3
	2500E E-CUT	993 cm3
	2500B	618 cm3
	2500E E-CUT	993 cm3
SERIE 8000	8000A	1,496 cc
	8700A	2.000 cc
	8900A	2,000 cc
OTROS	1905	2190 cc
	1585	1642 cc
MINI TRACTORES	3033R	1600 cc
	3038R	1500 cc
	3045R	1500 cc
VEHICULOS TODO USO	TX /TX surf	400 cc
	HPX	854 cc
	2030A	1115 cc

Tabla 17: Cortacesped, mini-tractores, vehículos todo uso.



Fotografía 10: Series 2500, 7000, 8000, mini-tractor 3000, ↑ a ↓ y de ← a →.

Las líneas sombreadas hacen referencia a los modelos con cantidades de venta mayores o iguales a 10 unidades, considerando como unidades significativas para realizar el estudio de estos modelos.

MODELO TRACTOR - JOHN DEERE.	AÑO 2015	MODELO TRACTOR - JOHN DEERE.	AÑO 2015	MODELO TRACTOR - JOHN DEERE.	AÑO 2015
GATOR HPX	3	5090G 4WD (DB44, DD44)	1	6155 R	1
GATOR XUV - 850D	1	5090GF 4WD	83	6170M 4WD	167
GATOR XUV - 855D	5	5090GH 2WD (CB32, CD32)	1	6170R	2
GATOR XUV 550	20	5090M	1	6170R	7
GATOR XUV 550 S4	2	5100GF 4WD	42	6175R	10
GATOR XUV 855D S4	5	5100GF 4WD	44	6175R	10
GATOR XUV-855D	9	5100GN 4WD	7	6190R	2
GATOR 4X2 HPX DIESEL	1	5100M 2WD	1	6190R	4
MILENIO 45 A	1	5100M 4WD	104	6190RE	2
1026R	10	5100M 4WD	91	6195R	89
2025R	2	5115M 4WD	61	6195R	47
2032R	1	5115M 4WD	54	6210R	5
25 C	1	60 C	4	6210RE	1
3036 E	70	6090 MC 2WD	1	6215R	24
3038R	1	6090 MC 4WD	2	6215R	4
3520	1	6090MC 2WD	8	6330 4WD (FB34, FB44, FD34,	1
4049M	5	6090MC 4WD	14	6430 4WD (CD44)	1
4066M	3	6100 MC 4WD	19	6930 (BD44)	1
4066R	4	6100 RC	10	70 A	3
4520	1	6100MC 4WD	46	7210R (F4)	1
50 C	3	6100RC	7	7210R (PD44)	1
5055E 2WD	1	6105M 4WD	24	7230R (C4)	1
5055E 4WD	1	6105R	1	7230R (G4)	12
5055E 4WD	5	6105R	5	7230R (HD44)	1
5055E 4WD	5	6110 MC 4WD	54	7230R (OD44)	29
5065E 4WD	1	6110 RC	11	7250R (H4)	11
5065E 4WD	15	6110MC 2WD	10	7250R (RD44)	7
5075E 4WD	7	6110MC 4WD	158	7260R (D4)	1
5075E 4WD	29	6110RC	44	7270R (I4)	2
5075GL 4WD	3	6115M 4WD	105	7290R (J4)	1
5075GL 4WD	10	6115R	11	7290R (TD44)	1
5075GN 4WD	1	6120 R	1	7310R (A2)	1
5075M 4WD	2	6120 R	1	75 C	4
5080G 4WD	1	6125M 4WD	238	7530 (DD44)	2
5080G 4WD (AB44, AD44)	1	6125R	58	8245R (GD44)	10
5080GF 4WD	31	6125R	63	8245R (SD44)	1
5085GF 4WD	4	6130 R	1	8270R (HD44)	16
5085GL 4WD	40	6130 R	4	8270R (N10)	2
5085GN 4WD	2	6130M 4WD	60	8295R (ID44)	2
5085GV 4WD	2	6130R	1	8295R (O10)	2
5085M 4WD	2	6130R	4	8310R	1
5085M 4WD	39	6140M 4WD	32	8320R (DD44)	1
5085M 4WD (DB34, DB44, DD34,	28	6140R	4	8320R (JD44)	13
5090G 4WD	7	6140R	10	8320R (P10)	3
5090G 4WD (BBX4, BCX4, BDX4)	1	6145 R	1	8345R (KD44)	1
5090G 4WD (BB44, BD44)	1	6150M 4WD	200	8370 RT	1
5090G 4WD (BC44)	1	6150R	19	8370R (LD44)	1
5090G 4WD (DBX4, DB44, DDX4,	2	6150R	24	8370R (R10)	3
				85 F	1
				85 L	3

Tabla 18: Ventas de tractores John Deere en España, año 2015. R.O.M.A.

MODELO TRACTOR - JOHN DEERE.	AÑO 2016	MODELO TRACTOR - JOHN DEERE.	AÑO 2016	MODELO TRACTOR - JOHN DEERE.	AÑO 2016
GATOR HPX (ED44)	1	5090M	1	6140R	2
GATOR XUV - 850D	1	5100GF 4WD	3	6145 R	8
GATOR XUV - 855D	4	5100GF 4WD	157	6145 R	6
GATOR XUV 550	11	5100GN 4WD	24	6145M	6
GATOR XUV 550 (GB44)	3	5100M 2WD	1	6150M 4WD	109
GATOR XUV 550 S4	2	5100M 4WD	149	6150R	2
GATOR XUV 560 (LB44)	4	5100M 4WD	39	6150R	1
GATOR XUV- 855D (FD44)	6	5115M 4WD	97	6155 R	22
GATOR XUV 855D S4	4	5115M 4WD	33	6155 R	27
GATOR XUV- 855D S4 (IB44)	1	60 C	4	6155M	92
GATOR XUV-855D	9	6090MC 2WD	2	6170M 4WD	96
R4040I	1	6090MC 4WD	5	6175M	37
X 758	1	6090RC	1	6175R	13
XUV 825I	5	6095MC 4WD	2	6175R	12
1026R	10	6095RC	1	6195M	76
20 A	1	6100 MC 4WD	10	6195R	32
2032R	3	6100 RC	2	6195R	71
25 C	1	6100MC 4WD	18	6215R	8
3033R	3	6100RC	3	6215R	40
3036 E	80	6105M 4WD	12	6230	1
3038R	1	6105MC 4WD	4	6230 4WD (AD44)	1
3045R	6	6105R	1	6230 4WD (EB34, EB44, ED34, ED44)	1
4049M	13	6105RC	1	6430 4WD (RB34, RB44, RD34, RD44)	1
4066M	9	6110 M 4WD	33	6930	1
4066R	4	6110 MC 2WD	11	7230R (C4)	1
50 C	2	6110 MC 4WD	168	7230R (G4)	16
5055E 4WD	4	6110 MC 4WD	55	7230R (OD44)	14
5055E 4WD	5	6110 R	2	7250R (E2)	5
5065E 4WD	7	6110 R	8	7250R (H4)	2
5065E 4WD	1	6110 RC	12	7310R (B2)	2
5075E 4WD	5	6110RC	14	7310R (DD44)	1
5075E 4WD	25	6115M 4WD	43	75 C	1
5075GF 4WD	4	6115MC 2WD	1	8245R (GD44)	2
5075GF 4WD	4	6115MC 4WD	68	8245R (M10)	4
5075GL 4WD	6	6115R	1	8245R (M12)	6
5075GL 4WD	31	6115R	3	8245R (SD44)	20
5075GN 4WD	1	6115RC	8	8270R (HD44)	1
5075GN 4WD	9	6120 R	5	8270R (N10)	1
5075GV 2WD	2	6120 R	3	8270R (TD44)	10
5075GV 2WD	1	6120M 4WD	34	8295R (OD44)	1
5075GV 4WD	6	6125M 2WD	1	8295R (O10)	1
5075GV 4WD	2	6125M 4WD	111	8295R (O12)	3
5080G 4WD	1	6125R	3	8295R (UD44)	2
5080GF 4WD	1	6125R	5	8320R	1
5085GF 4WD	45	6130 R	23	8320R (JD44)	7
5085GL 4WD	43	6130 R	21	8320R (PD44)	1
5085GN 4WD	18	6130 4WD	1	8320R (P10)	6
5085GV 2WD	2	6130M 2WD	1	8320R (P12)	3
5085GV 4WD	16	6130M 4WD	101	8320R (VD44)	17
5085M 4WD	48	6130M 4WD	31	8345R (FD44)	1
5085M 4WD (DB34, DB44, DD34, DD44)	2	6135 R	2	8345R (Q12)	3
5090G 4WD	22	6135 R	1	8370R (R10)	2
5090G 4WD (BB44, BD44)	1	6135M	16	8370R (R12)	2
5090G 4WD (DBX4, DB44, DDX4, DD44)	7	6140M 4WD	16	8370R (XD44)	1
5090GF 4WD	3	6140R	1	85 L	2

Tabla 19: Ventas de tractores John Deere en España, año 2016. R.O.M.A.

4.2.- New Holland.

New Holland es actualmente de CNH Global, la cual a su vez es parte del Fiat Industrial S.P.A. Los equipos para agricultura de la marca New Holland son vendidos en todo el mundo.

Abe Zimmerman comenzó en 1895 con un taller de reparaciones, en New Holland (Pensilvania, EEUU), lugar del que procede el nombre de la marca.

Posteriormente fue adquirida por la Sperry Corporation en 1947, y en unos años, concretamente en 1964 esta misma compañía adquirió Claeys de Bélgica.

Más tarde sería Ford quién compraría New Holland para vender una parte a Fiat, quien más tarde compraría la compañía completa. Ford/New Holland compraron la compañía de tractores Versatile y en 1998 adquirieron O&K, una compañía de equipos para la construcción, finalmente en el año 2000, Fiat Ltd, compró Case IH y formó el grupo de empresas que hoy se conocen como CNH Global.

New Holland tiene presencia en 170 países con 5000 concesionarios y 28 fábricas repartidas por todo el mundo.

La web de New Holland junto con la de John Deere es una de las mejores de donde más información se ha obtenido para este estudio.

Sus productos se estructuran tal como se indica a continuación.

SECTOR	PRODUCTOS		
TRACTORES	T8-Tier 4B	T7 Heavy Duty	T7 LWB - tier 4B
	T7 SWB - Tier 4B	T6 - Tier 4B	T5 Electro command
	T5 - Tier 4A	TD5 - Tier 4A	T4 F/N/V
	T4LP	TK4	TD4F
	T4 - Tier 4B	T3.F	TD3.50
	Boomer 20-50		
COSECHADORAS	CR - Tier 4A/B	CX7 & CX8 - Tier 4B	CX5000 & CX6000 - Tier 4
	TC	TC - Tier 4B	
EMPACADORAS	Bigbaler	BR6000	BR6090 Combi
	Roll Baler	Roll Belt	
MANIPULADORAS TELESCOPICAS	LM		
	700TL		
PICADORAS FORRAJE	FR Forage Cruiser		
VENDIMIADORAS	Braud 9000L	Braud 9090X Dual	Braud 9090X Olivar
	VI Plus	VL5060 y VL 5080	VL5090
GAMA COMPACTA	Cargadoras estandar	retrocargadoras	minicargadoras
	miniexcavadoras		

Tabla 20: Estructura de productos de la web New Holland.

La gama de tractores de New Holland es amplia abarcando desde pequeños tractores de potencias 23 o 27 cv a tractores con potencias de hasta 270 cv.

New Holland cataloga las series como Boomer, TD / TK / T3, T4, T5, T6, T7

Aunque la oferta es amplia para el estudio presente se han tomado los modelos de mayores ventas indicados en el Registro Oficial de Maquinaria Agrícola, datos que figuran en la tabla adjunta.

SERIE	MODELO	POTENCIA MAX.
BOOMER	Boomer 20	23 cv / 17 kw
	Boomer 25	27 cv / 20 kw
	Boomer 35	38 cv / 28 kw
	Boomer 50	47 cv / 35 kw
TD / TK / T3	TD 5.115	114 cv / 84 kw
	TD 5.95	99 cv / 73 kw
	TD 4030 F	78 cv / 57 kw
	TD 4040 F	84 cv / 63 kw
	TD 4.90 F	88 cv / 65 kw
	TK 4060	99 cv / 73 kw
	T3.75 F	72 cv / 53 kw
T4	T4.105	107 cv / 79 kw
	T4.75	75 cv / 55 kw
	T4.85	86 cv / 63 kw
	T4.95	99 cv / 73 kw
	T4.115	114 cv / 84 kw
T5 (Tier 4A) año 2012	T5.105	107 cv / 79 kw
	T5.115	114 cv / 84 kw
	T5.95	99 cv / 73 kw
T6 (Tier 4B) año 2016	T6.120 (2012)	121 cv / 89 kw
	T6.155	126 cv / 93 kw
	T6.165	137 cv / 101 kw
	T6.175	154 cv / 113 kw
T7 (Tier 4A) año 2012	T7.170	171 cv / 126 kw
	T7.185	188 cv / 138 kw
	T7.200	203 cv / 149 kw
	T7.210	212 cv / 156 kw
T7 (Tier 4A)	T7.235 (2012)	234 cv / 172 kw
T7 (Tier 4B)	T7.245 (2015)	245 cv / 180 kw
T7 (Tier 4A)	T7.250 (2012)	250 cv / 184 kw
T7 (Tier 4B)	T7.270 (2015)	269 cv / 198 kw



Tabla 21: Relación de tractores New Holland, web NH julio 2017

Fotografía 11: Tractores Boomer, TD/TK/T3, T4, T5, T6, T7, de arriba abajo.

Para New Holland dentro de las máquinas cosechadoras es un nicho importante de mercado por este motivo presentan una amplia gama de modelos con diferentes potencias y modelos, en comparación con John Deere presentan una gama mayor de modelos con sus respectivas prestaciones y útiles adaptables a cada máquina para determinados cultivos.

SERIE	MODELO	POTENCIA
TC	TC4.90	175 cv / 129 kw
	TC5.70	175 cv / 129 kw
	TC5.80	227 cv / 167 kw
	TC5.90	258 cv / 190 kw
TC-TIER 4B	TC4.90	175 cv / 129 kw
	TC5.70	175 cv / 129 kw
	TC5.80	227 cv / 167 kw
	TC5.90	258 cv / 190 kw
	TC5.90 Hillside	258 cv / 190 kw
CX5000 & CX6000 TIER 4	CX5080	258 cv / 190 kw
	CX5090	300 cv / 220 kw
	CX6080	300 cv / 220 kw
	CX6090	333 cv / 245 kw
CR-TIER 4A/B	CR7.90	340 cv / 250 kw
	CR8.80	374 cv / 275 kw
	CR8.90	374 cv / 275 kw
	CR9.80	401 cv / 295 kw
	CR9.90	449 cv / 330 kw
	CR10.90	490 cv / 360 kw
CX7 & CX8 - TIER 4B	CX7.80	340 cv / 250 kw
	CX7.90	374 cv / 275 kw
	CX8.70	374 cv / 275 kw
	CX8.80	401 cv / 295 kw
	CX8.85	449 cv / 330 kw
	CX8.90	490 cv / 360 kw



Tabla 22: cosechadoras de New Holland.



Fotografía 12: Cosechadoras NH modelos: CR-Tier4A/B, CX7 & CX8-tier4B, CX5000&CX6000-Tier4, TC, TC-Tier4B ↑ a ↓ y de ← a →.

Las líneas sombreadas hacen referencia a los modelos con cantidades de venta mayores o iguales a 10 unidades, considerando como unidades significativas para realizar el estudio de estos modelos.

MODELO TRACTOR - NEW HOLLAND	AÑO 2015	MODELO TRACTOR - NEW HOLLAND	AÑO 2015	MODELO TRACTOR - NEW HOLLAND	AÑO 2015
BOOMER 20	30	T4.105 LP	28	T6.120	13
BOOMER 25	18	T4.105 N 4WD	1	T6.120	32
BOOMER 30	6	T4.105 V 4WD	1	T6.140 AC	3
BOOMER 35	34	T4.105 2WD (TIPO JT)	1	T6.140 (BDSC7B, BDSCFB, BDSC)	7
BOOMER 40	4	T4.105 4WD	8	T6.150	1
BOOMER 50	34	T4.105 4WD (TIPO JT)	51	T6.150	8
LM 6.28	2	T4.115 4WD	11	T6.150 AC	2
LM7.35	2	T4.115 4WD	1	T6.150 AC (VERSION M2)	1
LM7.42 ELITE	2	T4.65 V 2WD	6	T6.155	4
TD 4.70F	1	T4.65 V 4WD	6	T6.155	17
TD 4.80F	1	T4.75 F 4WD	4	T6.160	1
TD 4.90F	4	T4.75 F 4WD	2	T6.160 AC	10
TD 5.105 4WD	7	T4.75 N 2WD (JEAS2A, JEAT2A,	1	T6.160 AC (VERSION M0)	2
TD 5.115 4WD	23	T4.75 N 4WD (JEAS4B, JEAT4B,	11	T6.160 AC (VERSION M2)	6
TD 5.85 4WD	7	T4.75 V 4WD (JEEV4B, JEEC4B)	3	T6.165	4
TD 5.95 2WD	26	T4.75 4WD	1	T6.165	45
TD 5.95 4WD	53	T4.75 4WD	5	T6.175	4
TD3.50 4WD	6	T4.75 4WD (TIPO JT)	2	T6.175	23
TD3.50 4WD (AGDR4B, AGDS4B)	1	T4.85 F 4WD	42	T7.170	1
TD4020 F	7	T4.85 N 4WD	69	T7.170	14
TD4030 F	17	T4.85 V 4WD	1	T7.185	13
TD4040 F	73	T4.85 4WD (TIPO JT)	5	T7.185	56
TD5.115 4WD	5	T4.95 F 2WD	1	T7.200	3
TD5.65 4WD	1	T4.95 F 4WD	154	T7.200	47
TD5.95 2WD	3	T4.95 LP	12	T7.210	51
TD5.95 4WD	6	T4.95 N 4WD	41	T7.210	58
TK4040 M	3	T4.95 V 4WD	1	T7.220	7
TK4050 M	3	T4.95 2WD (TIPO JT)	1	T7.235	5
TK4060	38	T4.95 4WD	17	T7.235	11
T1570	1	T4.95 4WD (TIPO JT)	77	T7.250	83
T3010	1	T5070 4WD	1	T7.250	17
T3030	12	T5.105 (TIPO JJ)	17	T7.260	1
T3.50 F 4WD	7	T5.105 (72 KW)	1	T7.260	3
T3.55 F 4WD	2	T5.105 (79 KW)	20	T7.270	40
T3.65 F 4WD	6	T5.115 (TIPO JJ)	85	T7.270	3
T3.75 F 4WD	37	T5.115 (77 KW)	2	T8.300	3
T4030 F 4WD (JDDS4A, JDDS4B,	1	T5.115 (84 KW)	38	T8.330	5
T4050 F 4WD	1	T5.95 (TIPO JJ)	10	T8.360	2
T4050 N 4WD	1	T5.95 (65 KW)	1	T8.360	1
T4.105 F 4WD	73	T5.95 (73 KW)	13	T8.390	5

Tabla 23: Ventas de tractores New Holland en España, año 2015. R.O.M.A.

MODELO TRACTOR - NEW HOLLAND	AÑO 2016	MODELO TRACTOR - NEW HOLLAND	AÑO 2016	MODELO TRACTOR - NEW HOLLAND	AÑO 2016
BOOMER 20	20	T4050 N 4WD	3	T6.150	4
BOOMER 25	21	T4050 4WD	1	T6.150 AC (VERSION M0)	1
BOOMER 30	4	T4060 F 4WD	6	T6.155	5
BOOMER 3050	1	T4060 N 4WD	1	T6.155 AC	3
BOOMER 35	44	T4060 V 4WD	1	T6.160	3
BOOMER 40	1	T4.105 F 4WD	84	T6.160 AC	7
BOOMER 50	58	T4.105 LP	67	T6.160 AC (VERSION M2)	2
LM 6.28	1	T4.105 N 4WD	7	T6.165	12
LM6.32	2	T4.105 2WD (TIPO JT)	2	T6.165	97
LM6.35 ELITE	3	T4.105 4WD	6	T6.165 AC	2
LM7.35	5	T4.105 4WD (TIPO JT)	70	T6.175	4
LM7.42 ELITE	4	T4.115 4WD	75	T6.175	24
TC24D	1	T4.65 V 2WD	6	T7050	1
TD 4.70F	3	T4.65 V 4WD	1	T7.170	5
TD 4.80F	13	T4.75 F 4WD	4	T7.175	5
TD 4.90F	69	T4.75 F 4WD	1	T7.185	21
TD 5.105	1	T4.75 N 4WD (JEAS4B, JEAT4B, JEAD4B)	14	T7.185	7
TD 5.105 4WD	1	T4.75 V 4WD (JEEV4B, JEEC4B)	3	T7.190	16
TD 5.115	4	T4.75 2WD (TIPO JT)	1	T7.200	1
TD 5.115 4WD	18	T4.75 4WD	1	T7.200	27
TD 5.85	1	T4.75 4WD (TIPO JT)	4	T7.210	28
TD 5.85 4WD	1	T4.85 F 2WD	1	T7.210	36
TD 5.95	9	T4.85 F 4WD	42	T7.210	36
TD 5.95 2WD	17	T4.85 N 2WD	1	T7.220	1
TD 5.95 4WD	33	T4.85 N 4WD	65	T7.225 AC	19
TD3.50 4WD (AGDR4B, AGDS4B)	1	T4.85 V 4WD	3	T7.230	6
TD4020 F	6	T4.85 4WD (TIPO JT)	6	T7.235	8
TD4030 F	12	T4.95 F 4WD	116	T7.235	1
TD4040 F	36	T4.95 LP	46	T7.245	52
TD5.115 4WD	1	T4.95 N 4WD	46	T7.250	5
TD5.95 2WD	1	T4.95 V 4WD	3	T7.250	20
TD5.95 4WD	2	T4.95 2WD (TIPO JT)	1	T7.260	8
TK4020 F	1	T4.95 4WD	5	T7.260	1
TK4030F	2	T4.95 4WD (TIPO JT)	78	T7.270	3
TK4040 M	3	T5.105 (TIPO JJ)	15	T7.270 AC	25
TK4050 M	4	T5.105 (79 KW)	21	T7.290	6
TK4060	50	T5.115 (TIPO JJ)	106	T7.315	8
T3010	1	T5.115 (77 KW)	1	T8.300	1
T3030	10	T5.115 (84 KW)	29	T8.320	1
T3040	1	T5.120	8	T8.350 AC	1
T3.50 F 4WD	7	T5.95 (TIPO JJ)	3	T8.350 AC	1
T3.55 F 4WD	2	T5.95 (65 KW)	1	T8.360	5
T3.65 F 4WD	7	T5.95 (73 KW)	5	T8.380	1
T3.75 F 4WD	24	T6.120	9	T8.380 AC	1
T4020 V 2WD	1	T6.120	54	T8.410	1
T4040 N 4WD	3	T6.140 AC	4	T8.410 AC	2
T4050 F 4WD	3	T6.140 AC (VERSION M2)	2	T9.565	1

Tabla 24: Ventas de tractores New Holland en España, año 2016. R.O.M.A.

4.3.- Kubota.

Kubota es una marca japonesa de vehículos que se fundó en Osaka, en febrero de 1890. Kubota es uno de los principales OEM (fabricantes de equipos originales) de compactos diesel y gasolina para motores industriales.

En 1969, comenzó a exportar tractores compactos L200 de 21 cv a EEUU, debido al éxito en 1972 se constituye Kubota Tractor Corporation en Torrance, California.

Kubota se ha ido especializando en tractores, segadoras y utilitarios agrícolas y hoy en día comercializa sus productos en 130 países

Kubota inicia su actividad como una fundición, fabricando artículos de uso diario, equipos de ponderación, tuberías de hierro fundido para suministro de agua y es en 1922 cuando se inicia la producción de motores de aceite para usos agroindustriales, para en 1947 desarrollar la primera cultivadora.

Es en 1960 cuando Kubota desarrolla y comercializa el primer tractor agrícola japonés y en 1969 completa un sistema integrado para mecanización agrícola.

Dentro de la web de Kubota nos encontramos diferentes áreas, y dentro del área de agricultura que es la que nos interesa vemos las subdivisiones:

MAQUINARIA AGRICOLA	SERIES	
TRACTORES	BX	
	BX	
	L	
	M	
COSECHADORAS Y TRASPLANTADORAS DE ARROZ	PRO1480Y	
	PRO100	
	PRO988Q	
	PRO688Q-G	
	SPV-8C	
	SPW-68C	
VEHICULOS DE SERVICIOS	RTV-X900	
	RTV-X1120D	
	RTV-X1100CR	
EQUIPOS DE CÉSPED	DOMESTICO	
	PROFESIONAL	
MOTORES	V3800-TIEF4	Gasóleo / diésel
	V2403	Gasóleo / diésel
	D1305	Gasóleo / diésel
	D902	Gasóleo / diésel
	WG3800-E4	Gasolina, GLP, Gas natural
	WG2503	Gasolina, GLP, Gas natural
	WG1605	Gasolina, GLP, Gas natural
	WG972	Gasolina, GLP, Gas natural

Tabla 25: Estructura de productos de la web Kubota, julio 2017.

MODELOS		
MGX III	M7001	M5001
M135GX-II	M110GX-II	M7060 DTHQ
M7060 DTH	M6060 DTHQ	M6060 DTH
M9540 DTNQ	M8540 DTNQ	M8540 DTN
M7040 DTNQ	M7040 DTN	M6040 DTN
L5040-II Cabina	L5040 Arco	L4240-II Cabina
L4240 Arco	L3540 Arco	L1361
STW40	BX2350	B3150 Cabina
B3150 Arco	B2650	B2050
B2420	B1820	B1620

Tabla 26: Modelos de tractores Kubota. Web - julio 2017

Kubota presenta un catálogo de tractores bastante amplio y suficiente para cubrir todas las necesidades agrícolas, es la tercera compañía en cantidad de ventas de tractores en España, y los tractores con mayores ventas son los que se indican a continuación:

MODELO	POTENCIA MAX.
B1620D	16 cv / 11.8 kw
B1820D	18 cv / 13.2 kw
B2420D	24 cv / 17.9 kw
B2650	26 cv / 19.1 kw
L3200	32 cv / 23.3 kw
L3540	37 cv / 26.9 kw
L4240	45 cv / 33 kw
L5040	51 cv / 37.4 kw
M7040	71 cv / 52 kw
M8540	89.5 cv / 65.8 kw
M8560	94 cv / 69 kw
M9540	100 cv / 73.5 kw
M9960	112 cv / 82 kw
M110 GX-II	116 cv / 85 kw
M135 GX-II	140 cv / 103 kw

Tabla 27: Relación de tractores Kubota, ventas R.O.M.A.



Fotografía 13: Modelos de tractores B1620D/B1820D, B2420D/B2650, L3200/L3540, M110GX-II M135GX-II, M8540, M7040, M9960, ↑ a ↓ y de ← a →.

Las líneas sombreadas hacen referencia a los modelos con cantidades de venta mayores o iguales a 10 unidades, considerando como unidades significativas para realizar el estudio de estos modelos.

MODELO TRACTOR - KUBOTA	AÑO 2015
B 1620 D	9
B 1620 D	2
B 1820 D	14
B 1820 D	8
B 2420 D	19
B 2530 DB	6
BX 2350 D	3
B2650 (B2650D-F)	6
B2650 (B2650D-M)	25
B3150 (B3150H-F)	5
L 3200	26
L 3540	5
L 4100 DT	4
L 4240	21
L 5040	19
M 110 GX	12
M 110 GX-II	7
M 128 GX-II	4
M 130 X	2
M 135 GX	3
M 135 GX	7
M 135 GX-II	4
M 135 GX-S	4
M 135 GX-S	2
M 135 GX-S-II	8

MODELO TRACTOR - KUBOTA	AÑO 2015
M 6040 DT	11
M 6040 DTN	5
M 6060 DT	1
M 6060 DTQ	3
M 7040 DTN	10
M 7040 DTNQ	4
M 7060 DT	16
M 7060 DTQ	8
M 8540 DTN	66
M 8540 DTNQ	84
M 8560 DT	11
M 8560 DTQ	2
M 8560 DTQ	1
M 8560 DTQ	29
M 9540 DTNQ	131
M 9540 DTQ	1
M 9960 DT	2
M 9960 DT	24
M 9960 DTL	9
M 9960 DTL	52
M 9960 DTQ	16
M 9960 DTQ	26
M 9960 DTQ	120
RTV-X 900 (RTV-X 900EU-KR)	8
RTV-X 900 (RTV-X 900EU-MC)	7
RTV-X 900 (RTV-X 900EU-MR)	2

Tabla 28: Ventas de tractores Kubota en España, año 2015. R.O.M.A.

MODELO TRACTOR - KUBOTA	AÑO 2016
B 1620 D	12
B 1820 D	16
B 1820 D	13
B 2420 D	15
B 2530 DB	2
BX 2350 D	6
BX2350	3
B2050 (B2050D-F)	1
B2420	4
B2650 (B2650D-F)	6
B2650 (B2650D-M)	20
B2650 (B2650H-C)	1
B3150 (B3150H-C)	2
B3150 (B3150H-F)	3
L 3200	13
L 3540	12
L 4100 DT	6
L 4240	13
L 5040	20
L3200	12
L3540	3
L4240-II	1
L5040-II	3
M 100 GX-II	2
M 108 S	1
M 110 GX	2
M 110 GX-II	32
M 128 GX-II	1
M 128 GX-S-II	2
M 130 X	1
M 135 GX-II	15
M 135 GX-III	1
M 135 GX-S-II	15
M 6040 DTN	10
M 6060 DT	1
M 6060 DTQ	1
M 7040 DTN	9
M 7040 DTNQ	7
M 7060 DT	5
M 7060 DTQ	8

MODELO TRACTOR - KUBOTA	AÑO 2016
M 8540 DTN	42
M 8540 DTNQ	54
M 8540 DTQ	1
M 8560 DT	5
M 8560 DTQ	12
M 8560 DTQ	1
M 8560 DTQ	2
M 9540 DTNQ	56
M 9960 DT	5
M 9960 DT	3
M 9960 DTL	9
M 9960 DTL	35
M 9960 DTQ	5
M 9960 DTQ	74
M 9960 DTQ	11
M105GX-III	1
M6040N	2
M6060	2
M7040N	13
M7060	7
M7131	2
M7131	1
M7151	2
M7151	5
M7171	1
M7171	2
M8540N	67
M8560 (M8560H-C)	21
M8560 (M8560H-R)	12
M8560 (M8560(I)H-C)	4
M8560 (M8560(I)H-R)	1
M9540N	64
M9960 (M9960H-C)	30
M9960 (M9960H-R)	7
M9960 (M9960(I)H-C)	4
M9960 (M9960(I)H-R)	4
M9960 (M9960L-R)	19
RTV-X900 (RTV-X900EU-KR)	9
RTV-X900 (RTV-X900EU-MC)	5
RTV-X900 (RTV-X900EU-MR)	1

Tabla 29: Ventas de tractores Kubota en España, año 2016. R.O.M.A.

4.4.- Case IH.

Case CE, también Case Construction Equipment o simplemente Case, es una marca de equipos de construcción de CNH Global. Los orígenes de Case se remontan a 1842, cuando Jerome Increase Case funda Racine Threshing Machine Works en Racine, Wisconsin. Introduce mejoras en la trilladora de entonces y consigue separar la paja del grano. En 1869 J.I. Case and Company fabrican el primer tractor con motor a vapor, aunque el tractor contaba ya con ruedas, es tirado por caballos y se usa solamente para generar energía para otras máquinas.

En 1892 Case construye el primer tractor a gasolina, pero como el mercado todavía no está preparado para asumir la transición del vapor a la gasolina, Case espera hasta 1911 para reintroducir su invención.

En 1923 Bert Benjamin construye la primera unidad de la legendaria serie Farmall, un sistema unificado de tractores e implementos para arar, cultivar y cosechar, con un revolucionario diseño de luces.

En 1985 de J.I. Case y Cyrus McCormick se unen en una única marca: Case IH, convirtiéndose en el segundo mayor fabricante de maquinaria agrícola.

PRODUCTOS	SERIES	OBSERVACIONES
Tractores	Steiger & Quadtrac	
	Magnum	
	Optum CVX	2 modelos, desde 270 a 300 cv
	Puma	
	Maxxum	
	Farmall	
	Luxxum	3 modelos, desde 100 a 120 cv
	Quantum V/N/F	12 modelos, desde 65 a 106 cv
	Quantum V/N/F	12 modelos, desde 75 a 107 cv
Cosechadoras	Axial-Flow serie 240	3 modelos, desde 498 a 634 cv
	Axial-Flow serie 140	3 modelos, desde 312 a 449 cv
	Cabezales	5 cabezales para cualquier cultivo
Sistemas agrícolas avanzados	Precisión AFS	
	Pantallas	
	Guía y dirección	
	Receptores	
	AFS Connect	
	Software	
	Centro de asistencia AFS	
	ISOBUS	
Empacadoras	Serie LB4	4 modelos, desde 80x70 a 120x90 cm
Manupuladoras telescópicas	Farmlift	5 modelos, desde 6,1 hasta 9,1 m

Tabla 30: Estructura de productos Case IH, web Case IH julio 2017.

Los productos más vendidos en España según el R.O.M.A. son los que figuran en la tabla adjunta. Case presenta un abanico amplio de potencias de tractores, teniendo como productos más vendidos la gama de potencias de 114 cv, 150 cv y 165 cv en el año 2016.

MODELO	POTENCIA
Quantum F/N/V 85	88 cv / 65 kw
Quantum F/N/V 95	97 cv / 72 kw
Farmall C 95	99 cv / 73 kw
Quantum F/N/V 105	106 cv / 78 kw
Farmall C 105	107 cv / 78 kw
Farmall C 115	114 cv / 84 kw
Maxxum 125	125 cv / 92 kw
Maxxum 130 CVX	131 cv / 96 kw
Maxxum 140	140 cv / 103 kw
Puma 145	145 cv / 106 kw
Puma 150	150 cv / 110 kw
Puma 160	160 cv / 118 kw
Puma 165	165 cv / 121 kw
Puma 175 CVX	180 cv / 132 kw
Puma 200	200 cv / 147 kw
Puma 230	230 cv / 169 kw
Puma 240 CVX	240 cv / 177 kw

Tabla 31: Tractores más vendidos en España de Case IH.



Fotografía 14: Tractores Farmall C, Maxxum, Puma, Quantum, ↑ a ↓ y de ← a →.

MODELO TRACTOR - CASE IH	AÑO 2015
FARMALL 105 C 4WD	2
FARMALL 105 C 4WD	17
FARMALL 105 U	6
FARMALL 105 U PRO EP	6
FARMALL 105A 4WD	1
FARMALL 115 A 4WD	4
FARMALL 115 C 2WD	1
FARMALL 115 C 4WD	48
FARMALL 115 C 4WD	2
FARMALL 115 U PRO EP	35
FARMALL 115A 4WD	6
FARMALL 55 A 4WD	2
FARMALL 55 C 4WD	1
FARMALL 75 C 4WD	2
FARMALL 85 C 4WD	9
FARMALL 95 A 4WD	4
FARMALL 95 C 4WD	2
FARMALL 95 C 4WD	32
FARMALL 95 U	1
FARMALL 95 U PRO EP	1
FARMALL 95A 4WD	6
FARMLIFT 735 CLASSIC	6
FARMLIFT 742 PRO	3
MAGNUM 235	3
MAGNUM 250	2
MAGNUM 250 CVX	1
MAGNUM 260	3
MAGNUM 280	1
MAGNUM 280	1
MAGNUM 280 CVX	1
MAGNUM 310	1
MAGNUM 310	1
MAGNUM 315	5
MAGNUM 340 CVX	2
MAGNUM 370 CVX	2
MAXXUM 110 (BEPC7B, BEPCFB)	1
MAXXUM 110 CVX	2
MAXXUM 110 CVX	1
MAXXUM 110 4WD (BEGC7B, BEGC)	2
MAXXUM 115 4WD (BEKC7B, BEKC)	5
MAXXUM 120 (BERCFC)	1
MAXXUM 120 (BERC7B, BERCFB)	8
MAXXUM 120 CVX	2
MAXXUM 120 CVX	3
MAXXUM 120 4WD	7

MODELO TRACTOR - CASE IH	AÑO 2015
MAXXUM 125	2
MAXXUM 125 4WD (BEER7B, BEER)	6
MAXXUM 125 4WD (BELC7B, BELC)	27
MAXXUM 130 CVX	22
MAXXUM 130 CVX	11
MAXXUM 140 (BEVCFC)	1
MAXXUM 140 (BEVC7B, BEVCFB)	1
MAXXUM 140 4WD (BEFC7B, BEFC)	11
MAXXUM 140 4WD (BEMC7B, BEMC)	22
PUMA 130	7
PUMA 145	10
PUMA 145	20
PUMA 150	9
PUMA 160	48
PUMA 160	51
PUMA 165	1
PUMA 165	2
PUMA 165	7
PUMA 170	1
PUMA 185	7
PUMA 185	6
PUMA 200	34
PUMA 200	4
PUMA 200	10
PUMA 200	2
PUMA 215	2
PUMA 215	1
PUMA 225	1
PUMA 230	47
PUMA 230	11
PUMA 240 CVX	6
PUMA 240 CVX	1
QUANTUM 105 F 4WD	32
QUANTUM 105 N 4WD	2
QUANTUM 75 F 4WD	5
QUANTUM 75 N 4WD	3
QUANTUM 75 V 4WD	1
QUANTUM 75 V 4WD (JFIV4B, JF)	1
QUANTUM 85 F 4WD	32
QUANTUM 85 V 4WD	1
QUANTUM 95 C 4WD	1
QUANTUM 95 F 4WD	40
QUANTUM 95 N 4WD	22
QUANTUM 95 V 4WD	2

Tabla 32: Ventas de tractores Case IH en España, año 2015. R.O.M.A.

MODELO TRACTOR - CASE IH	AÑO 2016
FARMALL 105 A 4WD	1
FARMALL 105 C 2WD	1
FARMALL 105 C 4WD	26
FARMALL 105 C 4WD	1
FARMALL 105 U	5
FARMALL 105 U PRO EP	3
FARMALL 105A 4WD	2
FARMALL 115 A 4WD	3
FARMALL 115 C 2WD	1
FARMALL 115 C 4WD	69
FARMALL 115 U	5
FARMALL 115 U PRO EP	33
FARMALL 115A	5
FARMALL 115A 4WD	1
FARMALL 75 C 2WD	1
FARMALL 75 C 4WD	1
FARMALL 85 C 4WD	12
FARMALL 95 A 4WD	2
FARMALL 95 C 4WD	39
FARMALL 95A 2WD	3
FARMALL 95A 4WD	1
FARMLIFT 635 PRO	1
FARMLIFT 735 CLASSIC	1
FARMLIFT 742 PRO	1
LUXXUM 120	1
MAGNUM 235	1
MAGNUM 250	3
MAGNUM 250 CVX	2
MAGNUM 280	3
MAGNUM 280 CVX	1
MAGNUM 280 CVX	2
MAGNUM 310	3
MAGNUM 310 CVX	2
MAGNUM 340	1
MAGNUM 340 CVX	1
MAGNUM 340 CVX	2
MAGNUM 370 CVX	3
MAXXUM 110 CVX	1
MAXXUM 110 CVX	2
MAXXUM 110 4WD (BECR7B, BECRFB, BECC7B, BECCFB)	1
MAXXUM 110 4WD (BEGC7B, BEGCFB)	7
MAXXUM 120	2
MAXXUM 120 (BERC7B, BERCFB)	2
MAXXUM 120 CVX	2
MAXXUM 120 4WD	9

MODELO TRACTOR - CASE IH	AÑO 2016
MAXXUM 125 (BEUCFC)	1
MAXXUM 125 (BEUC7B, BEUCFB)	10
MAXXUM 125 2WD	1
MAXXUM 125 4WD (BEER7B, BEERFB, BEEC7B, BEECFB)	1
MAXXUM 125 4WD (BELC7B, BELCFB)	19
MAXXUM 130	4
MAXXUM 130 (BESC7B, BESC7B)	16
MAXXUM 130 CVX	16
MAXXUM 130 CVX	18
MAXXUM 130 4WD	5
MAXXUM 140	1
MAXXUM 140 4WD (BEFC7B, BEFCFB)	7
MAXXUM 140 4WD (BEMC7B, BEMCFB)	8
OPTUM 270 CVX	7
OPTUM 300 CVX	3
PUMA 150	56
PUMA 150	23
PUMA 160	4
PUMA 160	4
PUMA 165	33
PUMA 165	1
PUMA 165	35
PUMA 175 CVX	20
PUMA 175 CVX	7
PUMA 185	2
PUMA 185	1
PUMA 195	1
PUMA 200	8
PUMA 200	23
PUMA 200	7
PUMA 215	1
PUMA 220	10
PUMA 230	1
PUMA 230	4
PUMA 240 CVX	6
PUMA 240 CVX	31
QUANTUM 105 F 4WD	37
QUANTUM 105 N 4WD	12
QUANTUM 105 V 4WD	1
QUANTUM 75 F 4WD	3
QUANTUM 85 F 4WD	38
QUANTUM 85 N 4WD	3
QUANTUM 95 F 4WD	31
QUANTUM 95 N 2WD	1
QUANTUM 95 N 4WD	28

Tabla 33: Ventas de tractores Case IH en España, año 2016. R.O.M.A.

4.5.- Massey Ferguson.

Massey Ferguson Limited es una compañía importante de fabricación de equipos para la agricultura. Se formó de la fusión entre la Massey Harris y la Ferguson Tractor company a inicios de 1950.

La firma se inició en 1847 en Newcastle, Ontario por Daniel Massey como la Newcastle Foundry and Machine Manufactory. La compañía empezó fabricando las primeras cosechadoras mecánicas del mundo, posteriormente Hart Almerin Massey expandió la compañía renombrándola como Massey Manufacturing Co. en 1879, trasladando la fábrica principal a Toronto.

En 1953 la compañía se fusiona con la "Ferguson Company" y pasó a llamarse "Massey-Harris-Ferguson", para en 1958 pasar a llamarse finalmente "Massey Ferguson".

Desde 1962, Massey Ferguson ha sido la marca líder en tractores, tal vez debido al hecho de ser la primera marca en vender globalmente antes que sus competidores. Hoy se estima que hay más tractores Massey que ninguna otra marca en el mundo.

En la década de 1990 una serie de dificultades financieras llevaron a la compañía a la quiebra de la firma, hoy en día la compañía existe como marca comercial dentro del grupo AGCO Corporation y se considera una de las marcas líderes del mercado.

PRODUCTOS	SERIES	POTENCIAS
Tractores	MF 1700	desde 38 a 46 cv
	MF 3600 A	desde 76 a 92 cv
	MF 3600 V/S/F/GE	desde 76 a 102 cv
	MF 4700	desde 75 a 95 cv
	MF 5600	desde 85 a 105 cv
	MF 5700	desde 100 a 110 cv
	MF 5700 SL	desde 100 a 130 cv
	MF 6700	desde 120 a 130 cv
	MF 6700 S	desde 120 a 200 cv
	MF 7700	desde 165 a 280 cv
	MF 8700	desde 290 a 400 cv
	MF 8700	desde 270 a 400 cv
Cosechadoras	MF beta	desde 306 a 360 cv
	MF Activa	desde 176 a 218 cv
	MF Activa S	desde 243 a 306 cv
Empacadoras	MF 1840	
	MF2200	
Heno y forraje	Serie MF DM y M	segadoras
	Serie MF RK	rastrillos giratorios
	Serie MF TD	rastrillos henificadores
Manipulación de materiales	MF 900X	pala cargadora
	MF FL	palas
	MF TH	cargadora telescópica

Tabla 34: Productos Massey Ferguson, web Massey Ferguson julio 2017.

Según el registro R.O.M.A. las unidades de la firma Massey Ferguson más vendidas son las que se muestran en la tabla adjunta.

Massey Ferguson presenta una gama importante de potencias de tractores, aunque en España el tractor con mayor potencia vendida es 255 cv., siendo los tractores de 110 cv, 140 cv y 160 cv los más vendidos de esta firma.

MODELO	POTENCIA MAX.
MF 3650	92 cv / 68 kw
3650 F, V, S, GE	94 cv / 70 kw
MF 4709	95 cv / 70 kw
3660 F, V, S, GE	102 cv / 76 kw
MF 5610	105 cv / 77 kw
MF 5611	110 cv / 81 kw
MF 5612	120 cv / 88 kw
MF 6613	120 cv / 88 kw
MF 6615	140 cv / 103 kw
MF 7616	150 cv / 112 kw
MF 7716	160 cv / 118 kw
MF 7618	165 cv / 123 kw
MF 7619	170 cv / 127 kw
MF 7620	180 cv / 134 kw
MF 7624	220 cv / 164 kw
MF 7720	200 cv / 147 kw
MF 7726	255 cv / 188 kw

Tabla 35: Tractores más vendidos en España de Massey Ferguson.



Fotografía 15: Tractores Massey Ferguson, ↑ a ↓ y de ← a →.

MODELO TRACTOR - MASSEY FERGUSON	AÑO 2015
MF 3650 2RM	2
MF 3650 4RM	20
MF 4708 4RM	10
MF 4709 4RM	12
MF 5410 4RM	1
MF 5430 4RM	1
MF 5609 4RM	1
MF 5610 4RM	15
MF 5610 4RM	5
MF 5611 4RM	69
MF 5612 4RM	68
MF 5613 4RM	10
MF 6480 (T24)	1
MF 6612	1
MF 6613	3
MF 6613 (W51B)	21
MF 6613 (W51D)	11
MF 6615	2
MF 6615	5
MF 6615 (W53B)	45
MF 6615 (W53D)	10
MF 6616	3
MF 7614	5
MF 7615 (X51B)	6
MF 7615 (X51D)	4
MF 7616	39
MF 7616 (X52B)	7
MF 7618	2
MF 7618 (X54)	7
MF 7618 (X54B)	1
MF 7618 (X54B)	19
MF 7619	15
MF 7619	5
MF 7619	4
MF 7620	15

MODELO TRACTOR - MASSEY FERGUSON	AÑO 2015
MF 7620	1
MF 7622	5
MF 7624	15
MF 7626	5
MF 7626	3
MF 7716	5
MF 7718	3
MF 7719	2
MF 7719	5
MF 7720	1
MF 7720	1
MF 7722	4
MF 7724	1
MF 7724	3
MF 7724	1
MF 7726	2
MF 7726	3
MF 7726	3
MF 8732	1
MF 8735	1
3640 F 4RM (36 KW)	1
3640 F 4RM (62 KW)	2
3640 S 4RM (62 KW)	4
3645 F 4RM	1
3650 F 4RM (36 KW)	14
3650 F 4RM (55 KW)	1
3650 F 4RM (69 KW)	10
3650 GE 4RM (36 KW)	5
3650 GE 4RM (55 KW)	2
3650 GE 4RM (69 KW)	2
3650 S 4RM (69 KW)	2
3660 F 4RM (36 KW)	14
3660 F 4RM (55 KW)	4
3660 F 4RM (74,5 KW)	11
3660 GE 4RM (36 KW)	1

Tabla 36: Ventas tractores Massey Ferguson España, año 2015. R.O.M.A.

MODELO TRACTOR - MASSEY FERGUSON	AÑO 2016	MODELO TRACTOR - MASSEY FERGUSON	AÑO 2016
MF 1740	1	MF 7715	1
MF 1747	1	MF 7715	3
MF 3650 4RM	15	MF 7716	7
MF 4708 4RM	5	MF 7716	35
MF 4709 4RM	16	MF 7716	2
MF 5609 4RM	1	MF 7718	1
MF 5610 2RM	1	MF 7718	2
MF 5610 4RM	5	MF 7718	1
MF 5610 4RM	11	MF 7718	10
MF 5611 2RM	1	MF 7719	1
MF 5611 4RM	57	MF 7719	11
MF 5612 4RM	37	MF 7719	9
MF 5613 4RM	9	MF 7720	1
MF 5710 SL 4RM	12	MF 7720	16
MF 5711 SL 4RM	5	MF 7722	7
MF 5712 SL 4RM	14	MF 7722	7
MF 5713 SL 4RM	5	MF 7724	9
MF 6613	3	MF 7726	20
MF 6613 (W51B)	17	MF 7726	10
MF 6613 (W51D)	18	MF 7726	3
MF 6615	4	MF 8732	12
MF 6615	2	MF 8737	2
MF 6615	5	3625 S 4RM	1
MF 6615 (W53B)	29	3640 F 4RM (36 KW)	2
MF 6615 (W53D)	5	3640 GE 4RM (36 KW)	2
MF 6616	1	3640 GE 4RM (55 KW)	1
MF 6616	2	3640 S 4RM (36 KW)	2
MF 6715S	1	3640 S 4RM (62 KW)	1
MF 7614	5	3640 V 4RM (36 KW)	1
MF 7615 (X51B)	4	3650 F 4RM (36 KW)	29
MF 7615 (X51D)	4	3650 F 4RM (55 KW)	2
MF 7616	15	3650 F 4RM (69 KW)	4
MF 7616 (X52B)	2	3650 GE 4RM (36 KW)	17
MF 7618	1	3650 GE 4RM (55 KW)	2
MF 7618 (X54)	2	3650 GE 4RM (69 KW)	1
MF 7618 (X548)	6	3650 S 4RM (36 KW)	3
MF 7619	1	3660 F 4RM (36 KW)	22
MF 7624	1	3660 F 4RM (55 KW)	1
MF 7714	1	3660 F 4RM (74,5 KW)	1
MF 7715	1	3660 GE 4RM (36 KW)	4

Tabla 37: Ventas tractores Massey Ferguson España, año 2016. R.O.M.A.

4.6.- Deutz-Fahr.

En 1864 Nicolaus August Otto funda Motorenfabrik N.A. Otto & Cie., la primera empresa fabricante de motores del mundo, ahora Klockner-Humboldt-Deutz AG.

En 1890 fabrican la primera cosechadora y en 1894 el primer tractor Deutz con motor de gasolina de 26 cv, fabricado por la filial Deutz de Filadelfia, EEUU.

En 1927 el primer Deutz MTH 222 con motor diesel marca el inicio de la producción en serie de los tractores estándar. en 1949 se fabrican los primeros tractores refrigerados por aire y en 1955 se alcanza la cifra de 100.000 unidades fabricadas.

Deutz-Fahr se funda en 1968 a partir de la adquisición de la mayoría del capital social de Fahr, una importante empresa del grupo Klockner-Humboldt-Deutz AG que ya fabricaba aperos en el siglo anterior.

En 1995 Deutz-Fahr entra a formar parte del grupo Same Deutz-Fahr tal como lo conocemos hoy en día.

PRODUCTOS	SERIES
Tractores	11 TTV
	9 TTV
	7 TTV (fase 4)
	6 Agrottron (fase 4)
	5 (fase 4)
	5G (fase 4)
	5D
	6.4 (stage IV)
	5DS, 5DV, 5DF
	Agrokid
	Cargadores frontales
	cargadoras telescópicas
cosechadoras	C7000 (fase 4)
	C9000 (fase 4)
	C6000
Recolección de forraje	Triple segadora de disco
	Encintadoras
	Empacadora con encintadora integrada
	Empacadora para pacas gigantes
	Rastrillos
	Rastrillos hileadores
	Rotoempacadoras
	Segadoras de disco
Segadoras de tambor	

Tabla 38: Productos Deutz-Fahr, web Deutz-Fahr julio 2017.

Según el registro de ventas de tractores de la firma Deutz-Fahr en España tenemos las siguientes referencias de tractores y potencias.

MODELO	POTENCIA MAX.
Agrokid 230	50 cv / 37 kw
5100 C	69,5 cv / 52 kw
5130	88 cv / 66 kw
Agroplus F 420	96 cv / 71 kw
5110 C	101 cv / 74 kw
Agrofarm 425 TB	102 cv / 75 kw
5100.4D	102 cv / 75 kw
5120 C	110 cv / 80,6 kw
5115.4 G	113 cv / 83 kw
6140.4 Agrottron	130 cv / 97 kw
6160 Agrottron	155 cv / 116 kw
6190 Agrottron TTV	165 cv / 123 kw
6210 Agrottron	210 cv / 154 kw
7250 Agrottron	230 cv / 169 kw

Tabla 39: Tractores más vendidos en España de Deutz-Fahr.



Fotografía 16: Tractores Deutz-Fahr, Serie 5, Agroplus, Agrofarm, Agrokid, serie 6, 7,
 ↑ a ↓ y de ← a →.

MODELO TRACTOR - DEUTZ FAHR	AÑO 2015	MODELO TRACTOR - DEUTZ FAHR	AÑO 2015
AGROFARM 420 DT	1	6140 AGROTRON	5
AGROFARM 425 TB	38	6140 AGROTRON TTV	1
AGROKID 230 4WD	11	6140.4 AGROTRON	3
AGROPLUS F 410	3	6140.4 AGROTRON TTV	3
AGROPLUS F 420	20	6140.4 P AGROTRON	1
AGROPLUS F 430	2	6150 AGROTRON	9
AGROPLUS S 420	1	6150 AGROTRON	5
5100	1	6150 AGROTRON CSHIFT	1
5100 C	29	6150 P AGROTRON	2
5100.4 D ECOLINE	1	6160 AGROTRON	24
5100.4D	37	6160 AGROTRON	9
5110 C	22	6160 AGROTRON CSHIFT	19
5110 C 2WD	2	6160 AGROTRON TTV	3
5110 P 4WD	1	6160 P AGROTRON	5
5110 P 4WD	1	6160.4 AGROTRON	1
5110 TTV	1	6160.4 AGROTRON CSHIFT	1
5110 4WD	3	6160.4 AGROTRON TTV	1
5115.4 G	5	6160.4 AGROTRON TTV	1
5120 C	41	6160.4 P AGROTRON	1
5120 C 2WD	4	6180 AGROTRON	3
5120 P (120T1)	3	6180 AGROTRON CSHIFT	3
5120 TTV	1	6180 AGROTRON TTV	4
5120 (118T1)	2	6180 P AGROTRON	8
5120 (120T1)	12	6190 AGROTRON	2
5130	3	6190 AGROTRON CSHIFT	7
5130 P	1	6190 AGROTRON TTV	12
5130 TTV	2	6190 P AGROTRON	3
5130 TTV	1	6190 P AGROTRON	1
6120.4 AGROTRON	3	6210 AGROTRON	1
6120.4 AGROTRON	2	6210 AGROTRON CSHIFT	22
6120.4 AGROTRON TTV	1	6210 P AGROTRON	1
6120.4 P AGROTRON	2	7210 AGROTRON TTV	17
6130.4 AGROTRON	1	7230 AGROTRON TTV	6
6130.4 AGROTRON	2	7250 AGROTRON TTV	53
6130.4 P AGROTRON	2	7250 AGROTRON TTV	2
6140 AGROTRON	3	9290 AGROTRON TTV	1

Tabla 40: Ventas de tractores Deutz-Fahr en España, año 2015. R.O.M.A.

MODELO TRACTOR - DEUTZ FAHR	AÑO 2016	MODELO TRACTOR - DEUTZ FAHR	AÑO 2016
AGROFARM 420 TB	1	6130.4 AGROTRON TTV	2
AGROFARM 425 TB	83	6130.4 P AGROTRON	1
AGROKID 230 4WD	26	6130.4 P AGROTRON	2
AGROPLUS F 410	4	6140 AGROTRON	6
AGROPLUS F 420	25	6140 AGROTRON	4
AGROPLUS F 430	4	6140.4 AGROTRON	1
AGROPLUS S 420	3	6140.4 AGROTRON CSHIFT	1
AGROPLUS S 430	1	6140.4 AGROTRON CSHIFT	42
AGROTRON X720 (B1)	1	6140.4 AGROTRON TTV	1
AGROVECTOR 33.7 (O (DD90MM6))	1	6140.4 P AGROTRON	1
5100	1	6150 AGROTRON	6
5100 C	25	6150 AGROTRON	4
5100.4 D	3	6150 AGROTRON CSHIFT	2
5100.4D	76	6150 P AGROTRON	1
5110 C	21	6150 P AGROTRON	1
5110 C 2WD	1	6150.4 AGROTRON CSHIFT	1
5110 4WD	2	6160 AGROTRON	6
5115.4 G	39	6160 AGROTRON	32
5120 C	46	6160 AGROTRON CSHIFT	37
5120 C 2WD	3	6160 AGROTRON CSHIFT	1
5120 (120T1)	2	6160 AGROTRON TTV	4
5130	20	6160.4 AGROTRON CSHIFT	2
5130 P	1	6160.4 AGROTRON TTV	1
5130 TTV	9	6180 AGROTRON	2
5130 TTV	1	6180 AGROTRON CSHIFT	4
6120.4 AGROTRON	2	6180 AGROTRON TTV	1
6120.4 P AGROTRON	1	6180 AGROTRON TTV	9
6130.4 AGROTRON	4	6180 P AGROTRON	3
6130.4 AGROTRON	2	7250 AGROTRON TTV	3
		9340 AGROTRON TTV	2

Tabla 41: Ventas de tractores Deutz-Fahr en España, año 2016. R.O.M.A.

4.7.- Fendt.

Fendt es un fabricante alemán de maquinaria agrícola. Forma parte de AGCO Corporation. Fue fundada en 1937 por Xaver Fendt y adquirida por AGCO en 1997.

Todo empieza cuando los hermanos Fendt junto con su padre Johann Georg comenzaron a construir tractores en un taller de forja, así fue como en 1930 surge el primer tractor europeo de 6 cv con arado de montaje y segadora independiente de la marcha.

Fendt actualmente fabrica y comercializa una gama muy amplia de tractores con potencias desde 70 cv hasta 517 cv, la diferencia que distingue a Fendt del resto de marcas es su trayectoria innovadora sobre todo en el desarrollo de las cajas de cambios Vario, una de las cajas de transmisiones más avanzadas usadas en las firmas JCB y Massey Ferguson por formar grupo con Fendt.

La caja de cambios fue desarrollada en 1970 pero no es hasta 1995 por falta de financiación cuando se empieza a incorporar en los tractores de la serie 926 Vario.

Actualmente Fendt se distingue del resto de marcas siendo capaz de fabricar los tractores más veloces del mercado con velocidad limitada a 45 km/h, pero en la serie 939 Vario este tractor es capaz de alcanzar los 90 km/h.

PRODUCTOS	SERIES	POTENCIAS
Tractores	Fendt 1000 Vario	desde 396 a 517 cv
	Fendt 900 Vario	desde 275 a 396 cv
	Fendt 800 Vario	desde 226 a 287 cv
	Fendt 700 Vario	desde 144 a 237 cv
	Fendt 500 Vario	desde 124 a 163 cv
	Fendt 300 Vario	desde 101 a 132 cv
	Fendt 200 Vario	desde 70 a 110 cv
	Fendt 200 Vario VFP	desde 70 cv a 110 cv
Picadoras de forraje	Fendt Katana 65-85 (2016)	desde 625 a 850 cv
Cosechadoras	Fendt series X y P	desde 379 a 496 cv
	Fendt serie C	desde 306 a 360 cv
	Fendt serie L	desde 243 a 306 cv
	Fendt 5225 E	desde 218 cv
Empacadoras	990	desde 80x90 cm
	12130	hasta 120x130 cm
Tecnología de forraje	Fendt cutter	
	Fendt Slicer	
	Fendt Twister	
	Fendt Former	
	Fendt VarioLiner	

Tabla 42: Productos de la firma Fendt, web Fendt julio 2017.

En el registro de ventas R.O.M.A. las ventas de la firma Fendt por potencia de tractor son las reflejadas en la tabla adjunta, desde 100 cv hasta 396 cv.

MODELO	POTENCIA MAX.
210 VARIO	100 cv / 73 kw
211 VARIO	110 cv / 81 kw
312 VARIO	129 cv / 95 kw
313 VARIO	138 cv / 102 kw
514 VARIO	149 cv / 109 kw
516 VARIO	163 cv / 120 kw
716 VARIO	163 cv / 121 kw
718 VARIO	181 cv / 132 kw
720 VARIO	201 cv / 147 kw
824 VARIO	182 cv / 248 kw
828 VARIO	211 cv / 287 kw
930 VARIO	305 cv / 224 kw
939 VARIO	396 cv / 291 kw

Tabla 43: Tractores más vendidos en España de Fendt.



Fotografía 17: Modelos de tractores Fendt, web Fendt, julio 2017.

MODELO TRACTOR - FENDT	AÑO 2015
210 VARIO	2
210 VARIO	9
210F VARIO	9
210F VARIO	9
210P VARIO	11
210P VARIO	7
210V VARIO	1
211 VARIO	7
211 VARIO	15
211P VARIO	11
211P VARIO	4
310 VARIO (FENDT 323)	2
310 VARIO (FENDT 347)	2
311 VARIO	1
311 VARIO (FENDT 324)	3
311 VARIO (FENDT 348)	1
312 VARIO	3
312 VARIO (FENDT 325)	44
312 VARIO (FENDT 349)	23
313 VARIO (FENDT 340)	40
313 VARIO (FENDT 350)	10
513 VARIO	1
513 VARIO	1
514 VARIO	31
514 VARIO	12
516 VARIO	12
516 VARIO	1
714 VARIO (FENDT 732)	2
714 VARIO (FENDT 738)	1
716 VARIO	1

MODELO TRACTOR - FENDT	AÑO 2015
716 VARIO	1
716 VARIO (FENDT 733)	16
716 VARIO (FENDT 733)	4
716 VARIO (FENDT 739)	10
718 VARIO (FENDT 734)	39
718 VARIO (FENDT 734)	4
718 VARIO (FENDT 740)	31
718 VARIO (FENDT 740)	2
720 VARIO	1
720 VARIO (FENDT 735)	19
720 VARIO (FENDT 741)	21
722 VARIO (FENDT 736)	10
722 VARIO (FENDT 742)	3
724 VARIO (FENDT 737)	7
724 VARIO (FENDT 743)	5
818 VARIO (FENDT 729)	1
822 VARIO	1
824 VARIO	25
824 VARIO	30
824 VARIO	3
826 VARIO	3
828 VARIO	3
828 VARIO	12
930 VARIO	2
930 VARIO	2
930 VARIO (FENDT 943)	5
933 VARIO	3
936 VARIO	2
936 VARIO (FENDT 945)	3
939 VARIO	3
939 VARIO (FENDT 946)	6

Tabla 44: Ventas de tractores Fendt en España, año 2015. R.O.M.A.

MODELO TRACTOR - FENDT	AÑO 2016
210 VARIO	1
210 VARIO	7
210F VARIO	13
210F VARIO	2
210P VARIO	23
210P VARIO	6
210V VARIO	1
211 VARIO	24
211 VARIO	3
211F VARIO	3
211P VARIO	16
211P VARIO	5
310 VARIO (FENDT 347)	7
310 VARIO 4WD	1
311 VARIO (FENDT 348)	1
312 VARIO	2
312 VARIO (FENDT 325)	2
312 VARIO (FENDT 349)	50
313 VARIO (FENDT 340)	2
313 VARIO (FENDT 350)	38
514 VARIO	2
514 VARIO	3
514 VARIO	33
514 VARIO (FENDT 437)	2

MODELO TRACTOR - FENDT	AÑO 2016
516 VARIO	16
516 VARIO	1
716 VARIO (FENDT 733)	1
716 VARIO (FENDT 733)	2
716 VARIO (FENDT 739)	16
716 VARIO (FENDT 739)	4
718 VARIO	2
718 VARIO (FENDT 734)	5
718 VARIO (FENDT 740)	2
718 VARIO (FENDT 740)	53
720 VARIO	4
720 VARIO (FENDT 741)	1
720 VARIO (FENDT 741)	45
722 VARIO (FENDT 736)	1
722 VARIO (FENDT 742)	6
724 VARIO (FENDT 743)	10
822 VARIO	1
824 VARIO	54
824 VARIO	1
826 VARIO	4
828 VARIO	18
930 VARIO	15
933 VARIO	5
936 VARIO	3
939 VARIO	13

Tabla 45: Ventas de tractores Fendt en España, año 2016. R.O.M.A.

5.- Sistemas en maquinaria agrícola.

5.1.- La lubricación en los tractores agrícolas.

Los equipos y máquinas agrícolas cada vez se han ido perfeccionando más, lo que ha provocado mayores exigencias de lubricación, más específicas y que mejoren el rendimiento y la durabilidad. Por este motivo los fabricantes de tractores agrícolas en colaboración con los fabricantes de lubricantes detallan en los manuales de uso y mantenimiento las instrucciones que deben seguir los usuarios de estas máquinas para su correcta lubricación, obligando a que el propietario o usuario conozca los efectos de los lubricantes en la maquinaria, ya que la forma en la que utilice su tractor afectará de diversas maneras al lubricante, a la máquina e influirá en los periodos de cambio.

Según estudios sobre costes de mantenimiento se estima que entre el 0,8% y el 1,3% de los costes totales de utilización de las máquinas agrícolas corresponden a lubricación, aunque un defecto en la lubricación puede producir daños irreparables o muy caros de reparar o por otro lado reducir la vida útil de la máquina.

Los lubricantes tienen como misión principal reducir la fricción y el desgaste, deben proteger del desgaste corrosivo a los elementos de la máquina, sellar juntas sin deteriorarlas y evacuar el calor, consecuencia del rozamiento evitando que las impurezas o deterioro que se genera en el interior de la máquina afecte de manera notable a la propia máquina.

La continua evolución de las máquinas, obliga a los fabricantes a la experimentación de los lubricantes en los sistemas de los tractores, necesitando tiempo y siendo un proceso costoso económicamente, proceso que se realiza conjuntamente entre fabricantes de las máquinas y productores de lubricantes, y paralelamente organismos que realizan ensayos según la normativa establecida y califican el resultado del ensayo según los resultados obtenidos, identificando el uso previsto, para que máquinas y en qué condiciones.

Estos ensayos determinan según (SAE, API, ACEA, ISO, ASTM,...) los niveles de viscosidad y calidad del lubricante, indicando su calidad y las normas de utilización.

Por otro lado los fabricantes según su experimentación y uso indican en el manual de uso y mantenimiento, las recomendaciones de lubricación en función de la condiciones de utilización de la máquina, definiendo el tipo de lubricante y los periodos de cambio.

El lubricante sufre contaminación y deterioro por el uso, con la pérdida de eficacia de los aditivos y reduciendo la vida útil de lubricante, este deterioro está condicionado por

el tipo de lubricante, el diseño del equipo, condiciones de trabajo, factores de carga y uso de la máquina, calidad del combustible, rellenos de lubricante, eficacia de los filtros, etc...

La elección del lubricante adecuado se realiza teniendo en cuenta:

- las recomendaciones del fabricante.

- En función de si se dispone de un único tractor o de una flota de tractores, su antigüedad, homogeneidad, etc. Se busca la posibilidad de unificar los tipos de lubricantes, para reducir costes y una mayor comodidad.

Desde el punto de vista práctico y de costes, es recomendable, por este motivo, API, ACEA, ISO, nos ayudan a establecer las calidades adecuadas a cada sistema y a cada máquina para poder agrupar los lubricantes según su función en el tractor, aunque su uso no llegue a ser óptimo para cada sistema y se requieran cambios del lubricante con mayor frecuencia.

Hoy en día las especificaciones de aceite de motor son más exigentes, debido a la normativa aplicada para la regulación de emisiones, por lo tanto asignamos para cada aceite de motor su adecuado lubricante que cumpla con la normativa y los requerimientos funcionales del motor, pero no es todo tan sencillo pues existen todavía en funcionamiento tractores con motores de cierta edad que requieren su lubricante de motor específico a su tecnología.

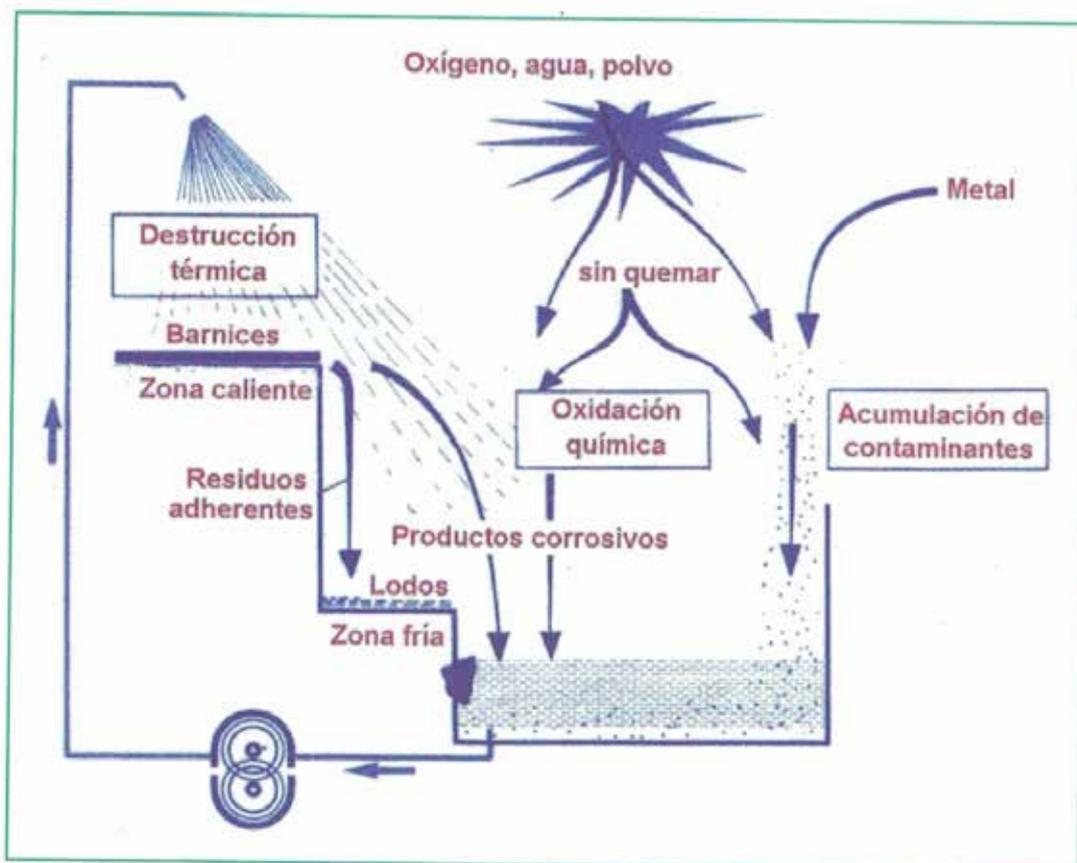


Ilustración 12: Degradación del aceite de motor. Documentación de B.P.

Como apreciamos en la ilustración anterior el lubricante de motor por el uso o el tiempo va sufriendo un deterioro que dependerá en cierto modo de la elección del lubricante según la tecnología de cada motor y nos marcará los periodos de cambio.

El mismo efecto se produce en los lubricantes de los sistemas de transmisión y los de los sistemas hidráulicos, siendo muy importante atender a las recomendaciones de los fabricantes para la selección del correcto lubricante, adecuando los periodos de sustitución según las especificaciones del fabricante y las condiciones del uso del mismo.

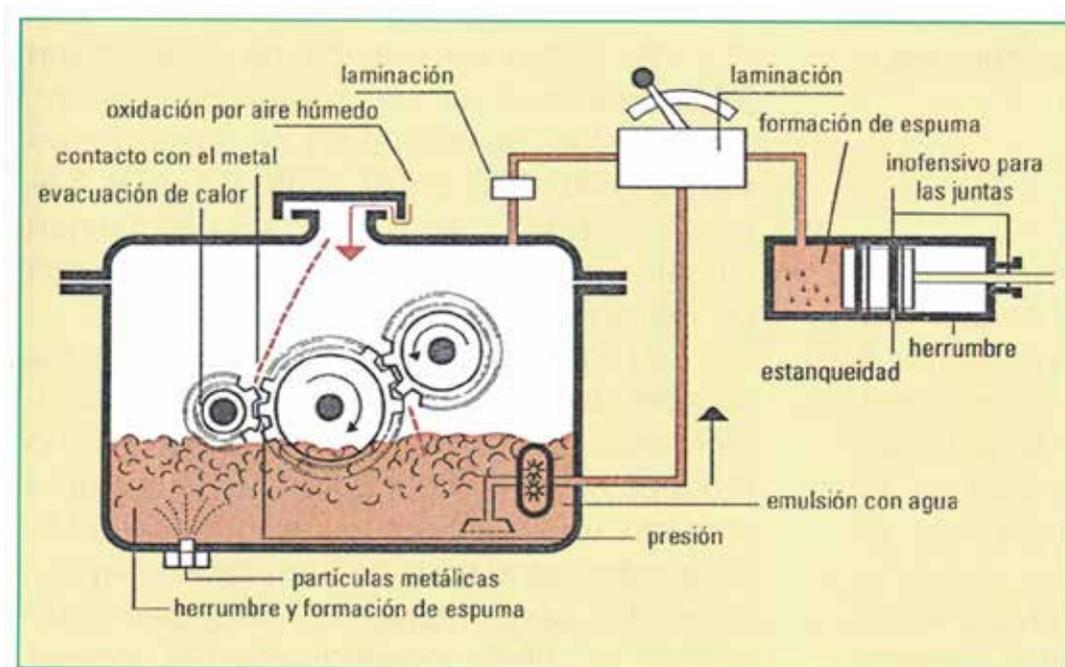


Ilustración 13: Degradación del lubricante en las transmisiones de tractores.

Por lo tanto diferenciando en los sistemas de los tractores que necesitan del uso de lubricantes, a continuación indicamos para cada sistema que norma regula sus especificaciones a las que debemos recurrir para la elección del lubricante adecuado.

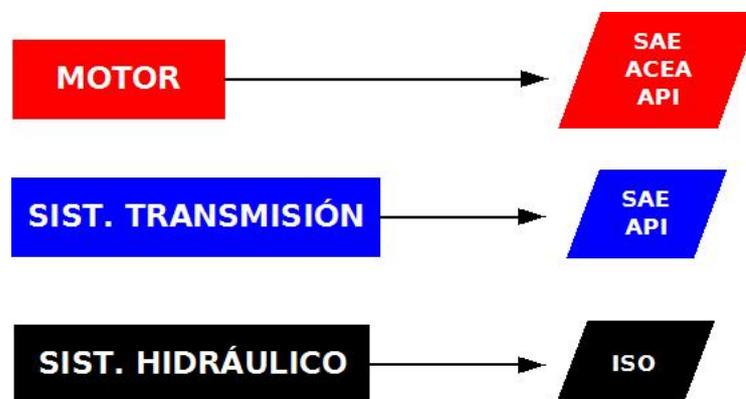


Ilustración 14: Sistemas & normas lubricantes.

Habiendo hecho una breve presentación de los sistemas que usan lubricantes en los tractores introduciremos el concepto de los lubricantes universales.

Los lubricantes universales son aquellos que se pueden usar indistintamente en cualquiera de los tres sistemas, motor, transmisión y sistemas hidráulico, incluyendo las transmisiones que incorporan frenos y embragues de baño de aceite.

Este tipo de lubricante se empieza a difundir en los años 50 por las compañías fabricantes de lubricantes, con cierta desconfianza por parte de los fabricantes de tractores.

La principal ventaja es el uso agrupado de lubricantes con lo que se evita una posible confusión en el almacenaje y el uso de los mismos.

Estos lubricantes tienen también sus limitaciones puesto que los aditivos EP, necesarios para proteger algunos tipos de engranajes no son adecuados para el uso en motores de alto rendimiento, así como los aditivos modificadores del coeficiente de fricción que se utilizan en las transmisiones con frenos y embragues en baño de aceite son adecuadas para motores de alto rendimiento.

Esta solución de lubricante denominada STOU (Super Tractor Oil Universal), no ha llegado a ser una solución óptima definitiva y no se usa en los nuevos tractores.

Una alternativa surge algunos años después con el denominado UTTO (Universal Tractor Transmission Oil), que se establece como alternativa al STOU, permitiendo el uso de este aceite para los sistemas de transmisión y sistema hidráulico, dejando el uso de lubricantes para tractores en dos soluciones, STOU (transmisión e hidráulico) y por otro lado un aceite de motor.

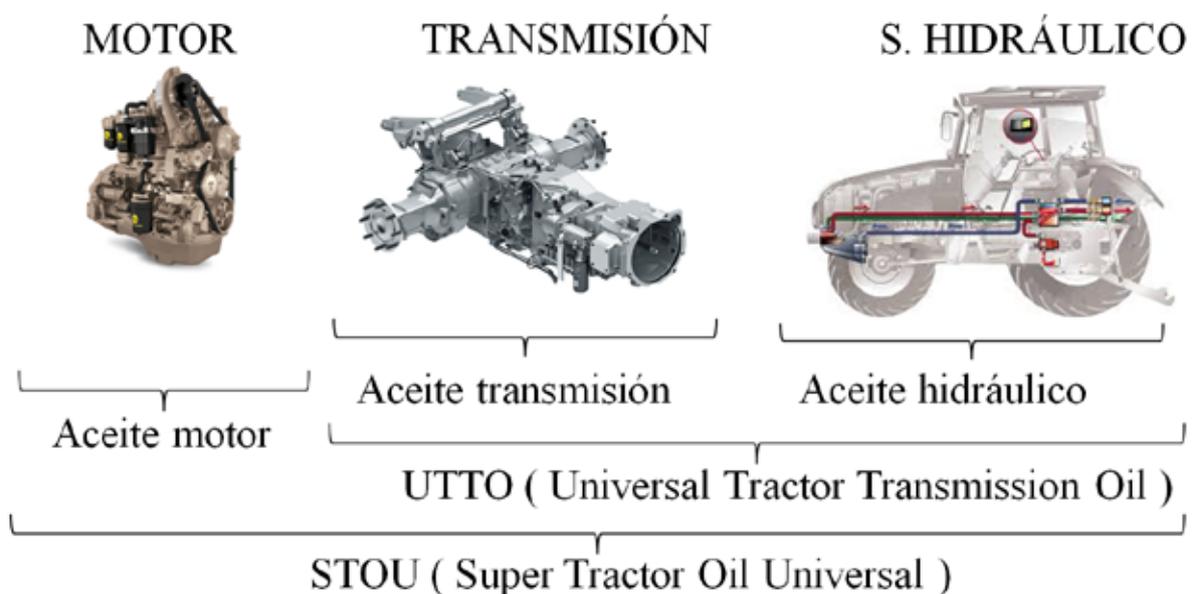


Ilustración 15: Sistemas vs. tipos de lubricantes.

5.12.- Sistemas en los tractores agrícolas.

Los tres sistemas principales en los tractores agrícolas son:

- Motor.
- Transmisión.
- Sistema hidráulico.

Estos grupos principales a su vez se pueden subdividir en otros sistemas más simples, como frenos hidráulicos, mandos finales, tomas de fuerza, etc...

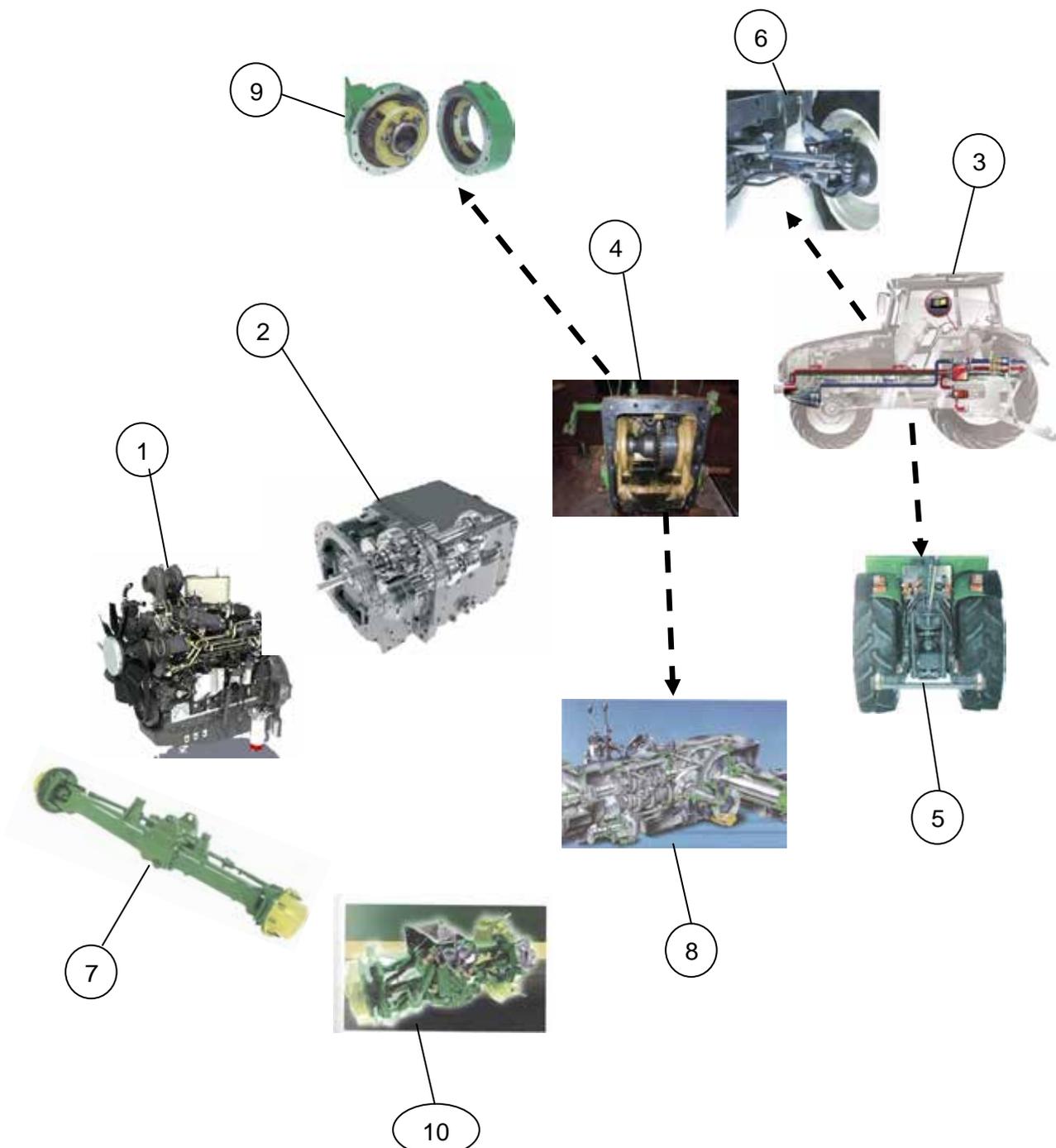


Ilustración 16: Agrupación de sistemas del tractor.

1.- Motor C.I.A.

El motor de combustión interna alternativo es el origen de toda la energía mecánica e hidráulica disponible en el tractor.

2.- Transmisión.

Es la parte del sistema acoplado al motor que transforma el régimen de giro con altas revoluciones a menores revoluciones y mayor par de fuerza.

3.- Sistema hidráulico.

Transforma la energía mecánica proporcionada por el motor en energía hidráulica para los subsistemas y aperos.

4.- Diferencial.

Permite el movimiento sincronizado de las ruedas durante el giro, frenando la rueda interior y haciendo girar más rápido la rueda exterior.

5.- Enganche tripuntal.

Enganche para aperos, remolques y útiles de labranza, depende directamente del sistema hidráulico.

6.- Dirección hidráulica.

Sistema de dirección mediante accionamiento de cilindros hidráulicos.

7.- Puente delantero.

Grupo delantero y de dirección de la parte frontal del tractor.

8.- Frenos sist. diferencial y reducción final.

Sistema de frenos ubicado entre el diferencial y la reducción final de ruedas.

9.- Mandos finales.

Son los elementos ubicados en los laterales del grupo diferencial, que se encargan de transmitir la potencia de giro a las ruedas.

10.- Suspensiones.

Encargadas de proporcionar amortiguamiento a toda la estructura del tractor, complementario a las ruedas.

5.2.1.- Motor.

El motor es una de las partes más importantes del tractor a la que se le debe prestar especial atención desde el punto de vista de la lubricación, puesto que la vida útil va a depender en cierta forma de la elección del lubricante, los periodos de cambio y el cuidado en el mantenimiento que se le dedique. Los motores modernos tienen un sistema de lubricación forzada para asegurar que el aceite llega a todas las partes mecánicas en movimiento que requieren lubricación, una bomba generalmente de engranajes envía el lubricante a los puntos vitales del motor como cojinetes del cigüeñal, el árbol de levas, balancines, válvulas aros, engranajes de distribución y otras partes del motor.

El motor es uno de los parámetros que influye en la decisión de compra de un tractor u otro, por la potencia de trabajo en función de la aplicación a la que se vaya a destinar y del consumo de combustible, relacionado con la potencia del motor.

Los motores tienen que ser capaces de proporcionar la potencia demandada a un régimen de giro relativamente bajo, exigen un esfuerzo de tracción de los aperos o los remolques con carga pero a velocidades bajas, por esto los motores tienen que estar dotados de un par elevado.

El entorno es hostil, funcionando en ambientes con abundante polvo, altas o bajas temperaturas, uso discontinuo en la demanda de potencia, uso con cargas elevadas, etc...

Hoy en día con las nuevas normativas de emisiones se han desarrollado motores con los requerimientos exigidos por estas normas y capaces de suministrar un amplio rango de potencias para todas las aplicaciones demandadas por los agricultores.

La vida útil de un motor se ha previsto que llegue aproximadamente a un tiempo de uso igual o un poco superior a las 12.000 horas, con una revisión completa de motor en torno a las 7.000 horas.

Las mejoras tecnológicas han llevado a conseguir en los años 60 potencias de 11 kW/litro a los 30 kW/litro actuales, sin elevar el régimen de funcionamiento y reduciendo el consumo de combustible.

Los motores de los tractores hoy en día se fabrican en 3, 4, 6 8, y 12 cilindros, siendo en algunos casos el incremento del diámetro o la carrera, la aspiración natural, la sobrealimentación técnicas constructivas de los motores.

La carrera está diseñada para un rango entre 120 130 mm y el diámetro de los cilindros entre 90 y 110 mm, siendo la relación carrera/diámetro de 1,1 a 1,3 para los motores de potencias consideradas.

La lubricación en el motor cumple varias misiones de vital importancia:

- Reduce el coeficiente de rozamiento a valores muy bajos, consiguiendo un ahorro de energía y una protección de las piezas en contacto.
- Ayuda a la refrigeración de las partes del motor, enfriando las piezas en contacto con el lubricante.
- Ayuda a los segmentos del motor a conseguir el sellado entre la cámara de explosión y el cárter.
- Amortigua los ruidos del motor.
- Limpia y disuelve las suciedades y carbonilla que se forman en el proceso de combustión.

5.2.1.1.- Tipos de lubricación de motor.

En los motores de 4 tiempos, el lubricante se encuentra localizado en el cárter, parte inferior del motor y desde allí es aspirado o distribuido por los conductos o tuberías hasta los puntos donde se requiere de la lubricación.

Podemos tener entre los métodos de engrase los siguientes:

- Engrase por barboteo.

La bomba está situada en el fondo del cárter y sumergida en la profundidad del aceite, se eleva hasta las bandejas de cada biela donde el nivel permanece constante, la cabeza de la biela con la cucharilla que lleva toma el aceite y lo esparce en todas direcciones, formándose una continua dispersión de lubricante en todas las paredes, piezas, ranuras, juntas, etc....

Este sistema no se suele usar ya en los motores de los tractores actuales por las exigencias de los actuales motores y las nuevas técnicas de lubricación de motores más efectivas.

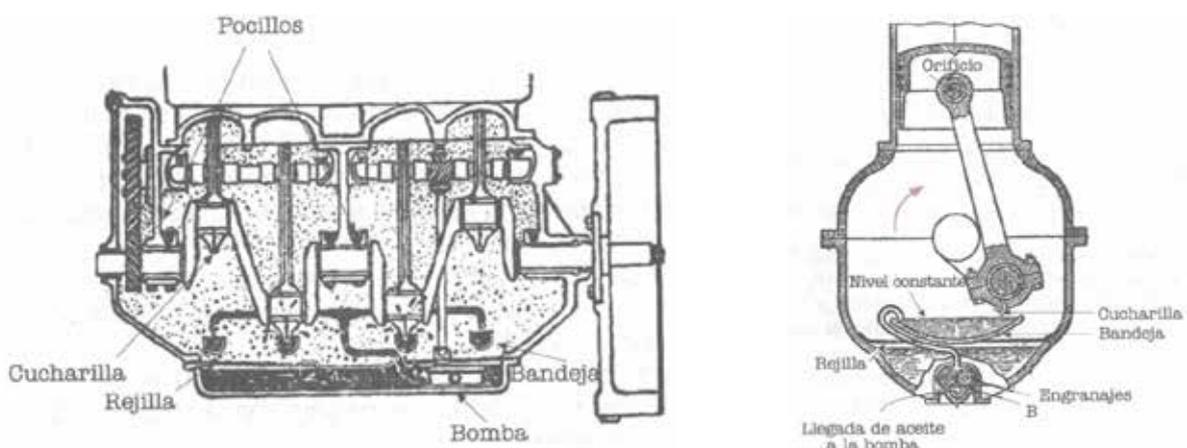


Ilustración 17: Lubricación por barboteo. [4]

- Engrase a presión.

Una bomba recoge el aceite del cárter y lo envía a presión a través de un filtro, para engrasar los apoyos del cigüeñal y desde ellos los conductos perforados en los codos del mismo, las cabezas de biela, mientras que por otra derivación llega presión de aceite a los apoyos del árbol de levas, al árbol de balancines y válvulas.

El aceite que rebosa es salpicado en todas direcciones en el interior del cárter creando una niebla espesa aceitosa, batida por las piezas en movimiento, que engrasa el resto del motor de la misma forma que por barboteo.

La ventaja de este método es que cuanto más deprisa gira el motor mayor cantidad y con mayor rapidez de aceite envía a todas las partes del motor.

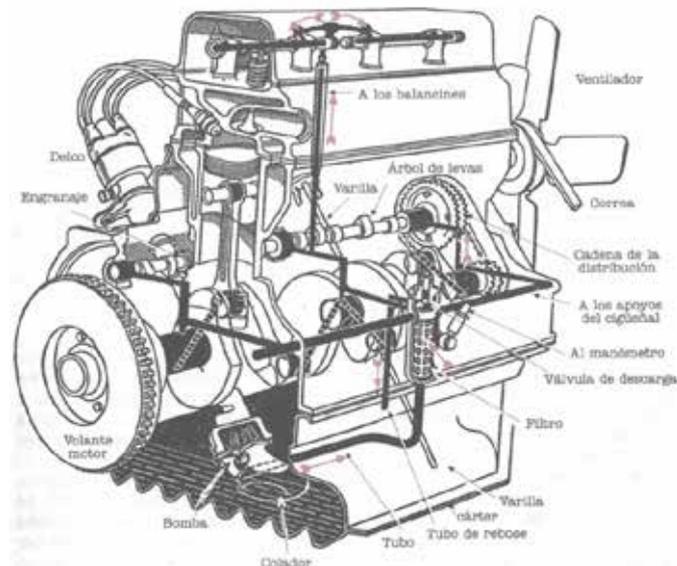


Ilustración 18: Lubricación a presión. [4]

- Engrase a presión total.

El aceite es recogido por la bomba desde el cárter a través de un colador y después de hacerlo pasar por el filtro, lo envía al colector principal que los distribuye o los siete apoyos del cigüeñal y cuatro del árbol de levas, subiendo a presión al árbol de balancines que, hueco y con taladros lubrica todos los balancines rebosando a engrasar por barboteo el resto de los elementos.

La niebla de aceite lubrica las paredes del cilindro y engranajes de la distribución.

Lo que distingue este sistema del anterior es que el aceite a presión sube desde las cabezas de biela a los pies de la mismas, por un taladro en la misma biela o por un tubo adosado a ella.

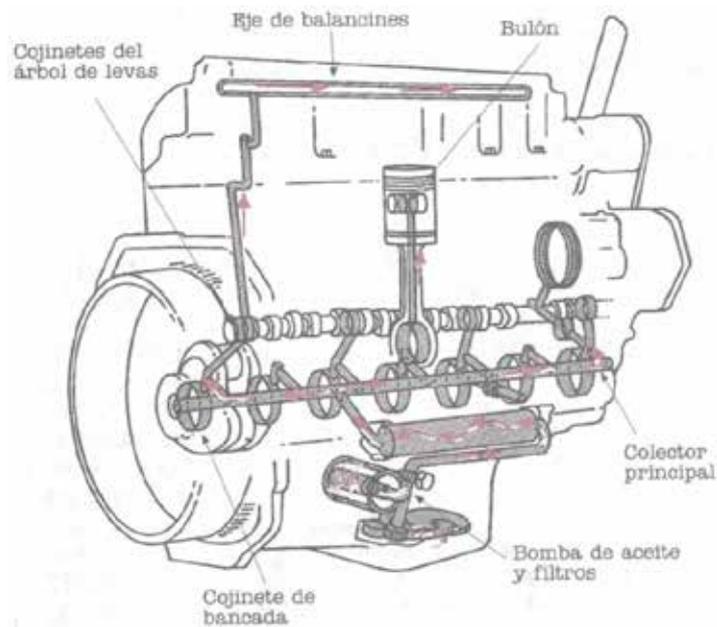


Ilustración 19: Lubricación por presión total. [4]

- Engrase por cárter seco.

Este sistema es muy poco o nada empleado en motores de tractores, el depósito del aceite está alojado fuera del cárter, una tubería lo lleva por gravedad a la bomba que lo reparte por el sistema de presión total a todos los órganos a lubricar, igualmente se forma una niebla aceitosa que baña todos los componentes internos del motor y este aceite posteriormente cae al cárter donde es enviado por una segunda bomba al depósito del aceite. Este sistema mantiene siempre en carga la bomba que inyecta el aceite, permite llevar más cantidad de aceite que en un cárter, se puede colocar un filtro en el interior y consigue enfriar mejor el lubricante que se tiene circulando.

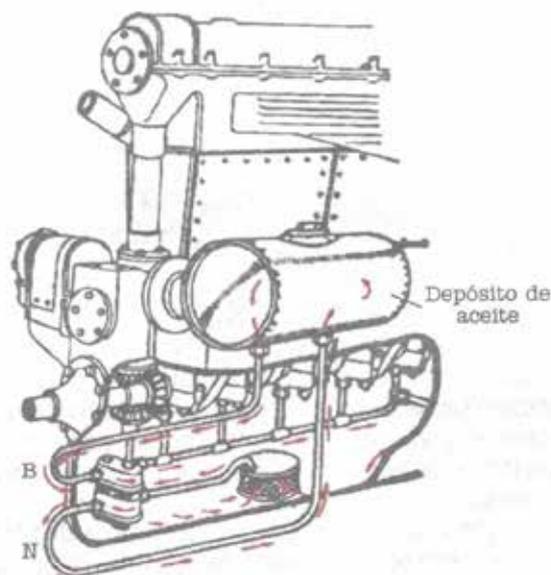


Ilustración 20: Lubricación por cárter seco. [4]

5.2.1.2.- Tipos de motores.

Desde 1996 hasta la actualidad la preocupación por las emisiones ha sido la responsable de la evolución de los motores diesel para la reducción de las partículas que se emiten en la combustión de los combustibles.

La incorporación del turbocompresor en los motores diesel provoca un superávit de oxígeno de tal forma que la incompleta oxidación de los HC y el CO se minimiza, pasando a prestar mayor atención a la emisión de los NO_x y las PM.

En el proceso de combustión las combustiones ricas en combustible se producen a temperaturas inferiores con lo que se encuentran dentro del rango de formación de PM, mientras que las combustiones pobres generan mayor temperatura reduciendo la formación de PM pero aumentando la emisión de NO_x.

Durante el proceso de combustión de los motores, las emisiones producidas por los mismos son dióxido de carbono (CO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), partículas metálicas (PM), hidrocarburos (HC) y monóxido de carbono (CO).

Los NO_x provienen del nitrógeno (N₂) atmosférico que en las condiciones de extrema presión y temperatura durante el proceso de la combustión se oxida en presencia de oxígeno.

Las partículas metálicas corresponden a un amplio espectro de contaminantes en forma de partículas muy pequeñas, como pueden ser partículas orgánicas, minerales de carbono procedentes del combustible que no se ha oxidado completamente en la combustión.

Los HC y CO que provienen de una combustión incompleta del combustible.

En los motores actuales con sistema EGR y DPF, la recirculación de gases de escape evita la excesiva formación de NO_x, produciendo la combustión en niveles sub-óptimos desde el punto de vista del rendimiento energético. Pero en cambio los motores con sistema SCR, alcanzan mayor temperatura de combustión, lo que supone una mejora en el rendimiento respecto al otro sistema, aunque esto es un poco relativo respecto al impacto económico difícilmente medible.

En la web de la firma John Deere podemos encontrar en la sección de motores los productos distribuidos por esta marca con las especificaciones que indican el grado de cumplimiento de la norma Tier y Stage.



Tier 4 Final/Fase IV

El sistema integrado de control de emisiones John Deere conforme a la normativa Tier 4 Final/Fase IV está optimizado para satisfacer los requisitos establecidos, mejorando el rendimiento del equipo, así como el consumo y el tiempo operativo.

▶ Ver información sobre motores



Tier 4 Interino/Fase III B

John Deere ha estado siempre por delante en lo referente a normativas de emisiones. La Tier 4 provisional/Fase III B no es una excepción.

▶ Ver información sobre motores



Tier 3/Fase III A

Cuando John Deere comenzó a investigar tecnologías que cumplieran con las normativas Tier 3/Fase III A, lo hizo sabiendo que los diferentes mercados responden a necesidades diferentes.

▶ Ver información sobre motores



Tier 2/Fase II

Los motores Tier 2/Fase II de John Deere cumplen con las regulaciones de emisiones, gracias a una amplia variedad de tecnologías para los sistemas de refrigeración, control y alimentación del motor.

▶ Ver información sobre motores



Tier 1/Fase I

Los motores Tier 1/Fase I controlados mecánicamente siguen estando disponibles, dando el mejor rendimiento en mercados no regulados

▶ Ver información sobre motores

Tabla 46: Motores de la firma John Deere. Web de John Deere.

5.2.1.3.- Normativa Tier y Stage.

Actualmente la regulación de emisiones en motores off-road para tractores se rige por las normativas TIER (EEUU) y STAGE (UE).

La última normativa aplicable en EEUU para el control de emisiones se regula por la norma TIER, esta norma se encuentra en el nivel TIER 4, se implantó en dos fases la Tier 4 interim, que exigía una elevada reducción de PM y cierta flexibilidad en la reducción de NO_x. Para la siguiente fase Tier 4 final, el cambio incluye reducciones adicionales de NO_x y HC.

Complementaria a la norma Tier 4, la nueva generación de motores exigen el uso de ULSD (ultra-low sulfur diesel fuel) el cual debe tener menos de 15 ppm de azufre, este combustible se lleva distribuyendo desde el año 2006, en vehículos de carretera.

Los nuevos motores con las exigencias de cumplimiento de la normativa desarrollan diversos sistemas de reducción de emisiones, por medio de sistemas de control electrónico en las cuales una CPU controla la cantidad de inyección de diesel y de mezcla de aire, integrando los fabricantes cualquiera de estas dos técnicas de sistemas post-tratamiento para recirculación de los gases emitidos en la combustión.

El sistema EGR (Exhaust gas recirculation) optimiza la combustión mediante la recirculación de gases de escape en combinación con un filtro de partículas (DPF), por otro lado, el sistema SCR (Selective catalytic reduction), libera de exigencias adicionales la combustión mediante la reducción catalítica selectiva, empleando una solución de urea, conocida en UE como AdBlue o en EEUU como EcoBlue.

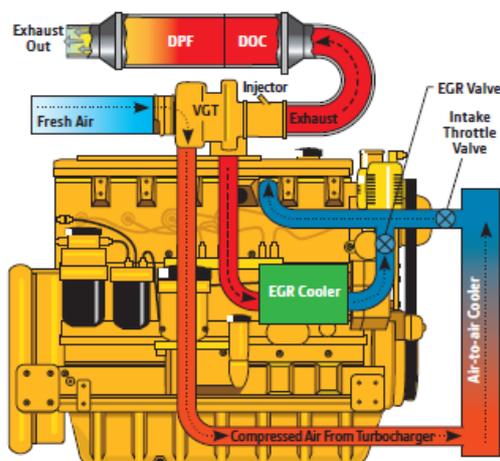


Ilustración 22: Tecnología EGR.

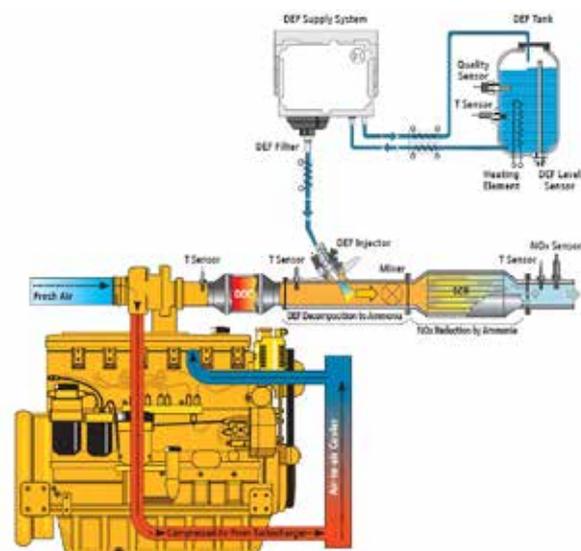


Ilustración 21: Tecnología SCR.

La implantación de estos nuevos estándares de exigencias de emisiones han introducido diferencias entre el mantenimiento de los anteriores motores y los de la nueva generación Tier 4, por una parte exigen cambios notables en el uso de nuevos aceites de motor, con nuevas especificaciones, mejorados con nuevas formulaciones o aditivación, por otro lado la frecuencia de cambio de los filtros de aire, filtros de combustible, filtros de partículas y filtros de aceite.

Para motores con sistema SCR, deben ser periódicamente rellenados con urea, se establecen cambios de los filtros de partículas diesel por mantenimiento en torno a las 3000 o 4500 horas de uso.

En el siguiente gráfico podemos apreciar la evolución según la normativa TIER en la reducción de PM y NO_x desde la entrada en vigor de la norma Tier 1 hasta la actual Tier 4 final.

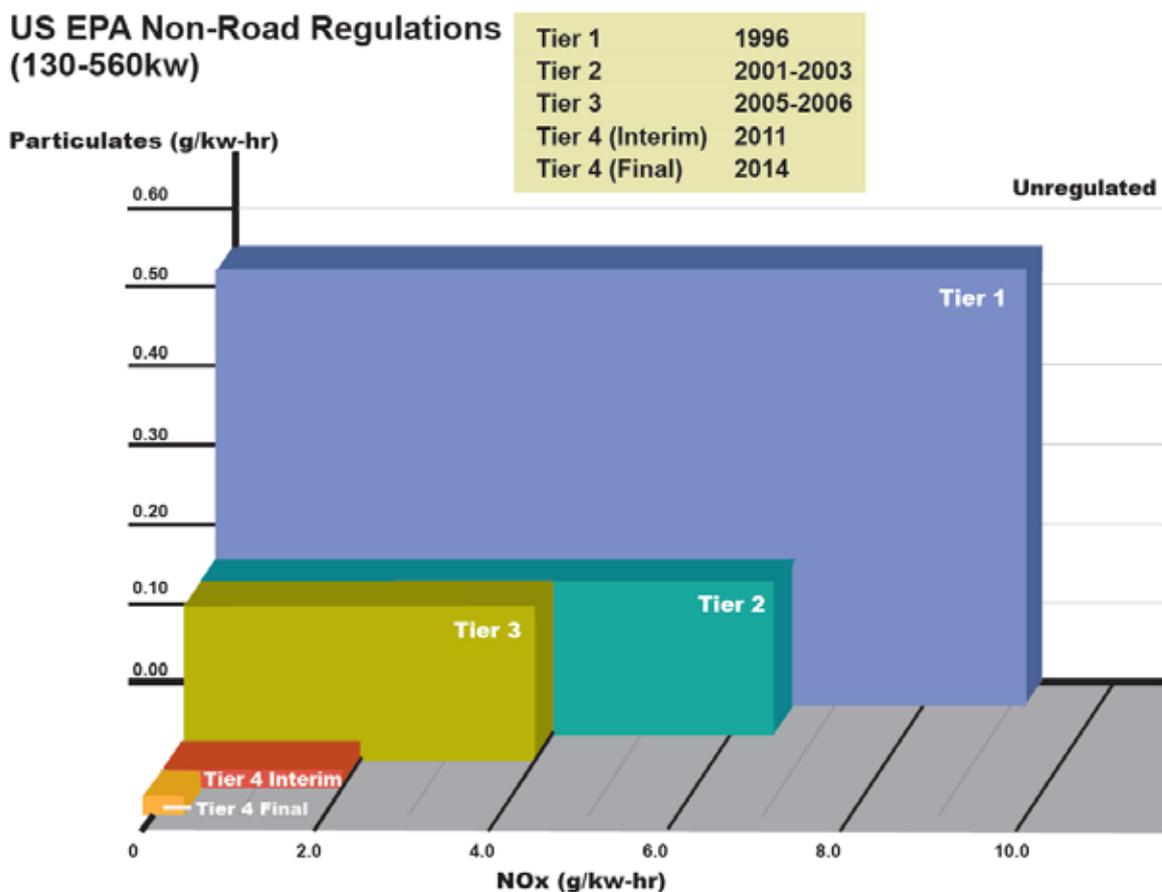


Ilustración 23: Evolución norma TIER. fuente - Aeris Analytics LLC.

Engine Power	Year	CO	NMHC	NMHC+NO _x	NO _x	PM
kw < 8 (hp < 11)	2008	8.0 (6.0)	-	7.5 (5.6)	-	0.4 ^a (0.3)
8 ≤ kw < 19 (11 ≤ hp < 25)	2008	6.6 (4.9)	-	7.5 (5.6)	-	0.4 (0.3)
19 ≤ kw < 37 (25 ≤ hp < 50)	2008	5.5 (4.1)	-	7.5 (5.6)	-	0.3 (0.22)
	2013	5.5 (4.1)	-	4.7 (3.5)	-	0.03 (0.022)
37 ≤ kw < 56 (50 ≤ hp < 75)	2008	5.0 (3.7)	-	4.7 (3.5)	-	0.3 ^b (0.22)
	2013	5.0 (3.7)	-	4.7 (3.5)	-	0.03 (0.022)
56 ≤ kw < 130 (75 ≤ hp < 175)	2012-2014 ^c	5.0 (3.7)	0.19 (0.14)	-	0.40 (0.30)	0.02 (0.015)
130 ≤ kw ≤ 560 (175 ≤ hp ≤ 750)	2011-2014 ^d	3.5 (2.6)	0.19 (0.14)	-	0.40 (0.30)	0.02 (0.015)

a - hand-startable, air-cooled, DI engines may be certified to Tier 2 standards through 2009 and to an optional PM standard of 0.6 g/kWh starting in 2010
b - 0.4 g/kWh (Tier 2) if manufacturer complies with the 0.03 g/kWh standard from 2012
c - PM/CO: full compliance from 2012; NOx/HC: Option 1 (if banked Tier 2 credits used)—50% engines must comply in 2012-2013; Option 2 (if no Tier 2 credits claimed)—25% engines must comply in 2012-2014, with full compliance from 2014.12.31
d - PM/CO: full compliance from 2011; NOx/HC: 50% engines must comply in 2011-2013

Tabla 47: Tier 4 (EEUU) emission standards. Fuente Dieselnet.com

Por otro lado las normas de aplicación en Europa, denominadas STAGE o FASE, prevé la entrada en vigor de la nueva norma Stage V, que anuncia nuevas restricciones en las emisiones de los motores OFF-Road. En la siguiente tabla podemos apreciar los nuevos valores marcados para su cumplimiento por parte de los motores de fabricación futura.

Estos valores son de aplicación para motores diesel desde 0 hasta 56 kW y para todo tipo de motores de potencia mayor de 56 kW.

La regulación de la Stage V introdujo un nuevo límite para las emisiones de partículas. El límite PN está diseñado para asegurar que se use una tecnología de control de partículas altamente eficiente -como los filtros de partículas "Wall-flow", en todas las categorías de motores afectadas. La regulación de la Stage V también reforzó el límite de PM en masa para varias categorías de motores, de 0,025 g / kWh a 0,015 g / kWh.

Category	Ign.	Net Power	Date	CO	HC	NOx	PM	PN
		kW						
				g/kWh				
				1/kWh				
NRE-v/c-1	CI	P < 8	2019	8.00		7.50 ^{a,c}	0.40 ^b	-
NRE-v/c-2	CI	8 ≤ P < 19	2019	6.60		7.50 ^{a,c}	0.40	-
NRE-v/c-3	CI	19 ≤ P < 37	2019	5.00		4.70 ^{a,c}	0.015	1×10 ¹²
NRE-v/c-4	CI	37 ≤ P < 56	2019	5.00		4.70 ^{a,c}	0.015	1×10 ¹²
NRE-v/c-5	All	56 ≤ P < 130	2020	5.00	0.19 ^c	0.40	0.015	1×10 ¹²
NRE-v/c-6	All	130 ≤ P ≤ 560	2019	3.50	0.19 ^c	0.40	0.015	1×10 ¹²
NRE-v/c-7	All	P > 560	2019	3.50	0.19 ^d	3.50	0.045	-

^a HC+NOx
^b 0.60 for hand-startable, air-cooled direct injection engines
^c A = 1.10 for [gas engines](#)
^d A = 6.00 for [gas engines](#)

Tabla 48: Stage V (UE). Fuente Dieselnet.com

Normativa vigente de la regulación STAGE (UE).

[Reglamento \(UE\) 2016/1628](#) del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de septiembre de 2016, sobre los requisitos relativos a los límites de emisiones de gases y partículas contaminantes y a la homologación de tipo para los motores de combustión interna que se instalen en las máquinas móviles no de carretera, por el que se modifican los Reglamentos (UE) nº 1024/2012 y (UE) nº 167/2013, y por el que se modifica y deroga la Directiva 97/68/CE.

[Reglamento Delegado \(UE\) 2017/654](#) de la Comisión, de 19 de diciembre de 2016, que complementa el Reglamento (UE) 2016/1628 del Parlamento Europeo y del Consejo por lo que respecta a los requisitos técnicos y generales relativos a los límites de emisiones y a la homologación de tipo de los motores de combustión interna destinados a las máquinas móviles no de carretera.

[Reglamento Delegado \(UE\) 2017/655](#) de la Comisión, de 19 de diciembre de 2016, por el que se complementa el Reglamento (UE) 2016/1628 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a la vigilancia de las emisiones de gases contaminantes procedentes de motores de combustión interna instalados en las máquinas móviles no de carretera.

[Reglamento de Ejecución \(UE\) 2017/656](#) de la Comisión, de 19 de diciembre de 2016, por el que se establecen los requisitos administrativos relativos a los límites de emisiones y la homologación de tipo de los motores de combustión interna para máquinas móviles no de carretera de conformidad con el Reglamento (UE) 2016/1628 del Parlamento Europeo y del Consejo.

La evolución prevista de la normativa en Stage (EU), prevé mayores exigencias, más restrictivas en las emisiones que nuevamente afectaran al desarrollo de los motores para todas las potencias, por lo que respecta a la normativa Tier (EEUU), se mantiene el nivel IV pero no se tienen datos de una nueva exigencia para un futuro próximo.

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	Rango de potencia	Límites de emisiones (g/kWh)									
UE	19kW≤P<37kW	STAGE IIIA HC + NO _x = 7.5 PT = 0.6									
	37kW≤P<56kW	STAGE IIIA HC + NO _x = 4.7 PT = 0.4					STAGE IIIB HC + NO _x = 4.7 PT = 0.025				
	56kW≤P<75kW	STAGE IIIA HC + NO _x = 4.0 PT = 0.3					STAGE IIIB NO _x = 3.3 PT = 0.025		STAGE IV NO _x = 0.4 PT = 0.025		
	75kW≤P<130kW	STAGE IIIA HC + NO _x = 4.0 PT = 0.2					STAGE IIIB NO _x = 2.0 PT = 0.025		STAGE IV NO _x = 0.4 PT = 0.025		
	130kW≤P<560kW	STAGE IIIA HC + NO _x = 4.0 PT = 0.2					STAGE IIIB NO _x = 2.0 PT = 0.025		STAGE IV NO _x = 0.4 PT = 0.025		
EEUU	<8kW	TIER III NO _x = - NMHC+NO _x = 7.5 PT = 0.4									
	8kW≤P<19kW	TIER III NO _x = - NMHC+NO _x = 7.5 PT = 0.4									
	19kW≤P<37kW	TIER III NMHC+NO _x = 7.5 PT = 0.3					TIER IV Interim NMHC+NO _x = 4.7 PT = 0.03				
	37kW ≤ P < 75kW	TIER III NMHC+NO _x = 4.7 PT = 0.3					TIER IV Interim NO _x = 3.4 PT = 0.02				
	75kW≤P<130kW	TIER III NMHC+NO _x = 4.0 PT = 0.3					TIER IV NO _x = 0.4 PT = 0.02				
	130kW≤P<560kW	TIER III NMHC+NO _x = 4.0 PT = 0.2					TIER IV Interim NO _x = 2.0 PT = 0.02		TIER IV NO _x = 0.4 PT = 0.02		
			TIER IV NO _x = 0.4 PT = 0.02								

HC: Hidrocarburo; NO_x: Óxido de nitrógeno; PT: Partículas; NMHC: Hidrocarburo no metano

Ilustración 25: Comparativo entre Tier y Stage.

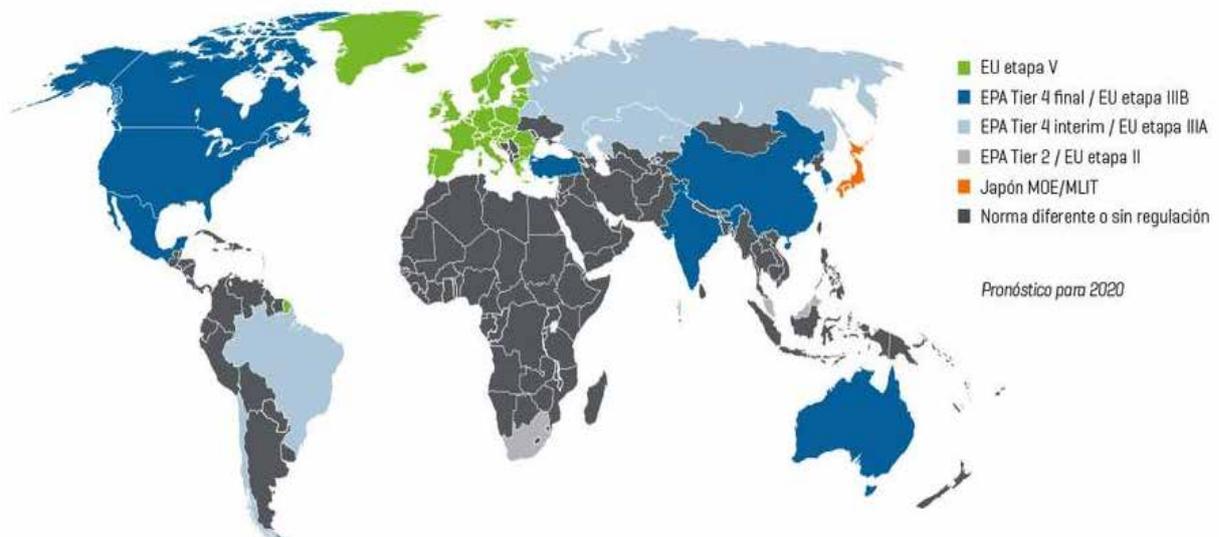


Ilustración 24: Alcance de las normas Tier y Stage para 2020.

5.2.2.- Transmisión.

El sistema de transmisión es el encargado de transmitir el movimiento generado por el motor a las ruedas motrices del tractor y a la toma de potencia trasera y/o delantera.

Su función consiste en adaptar las velocidades de giro elevadas del motor en velocidades menores pero con mayor par de giro, así consiguen transformar al tractor en una máquina capaz de realizar grandes esfuerzos de trabajo de tracción.

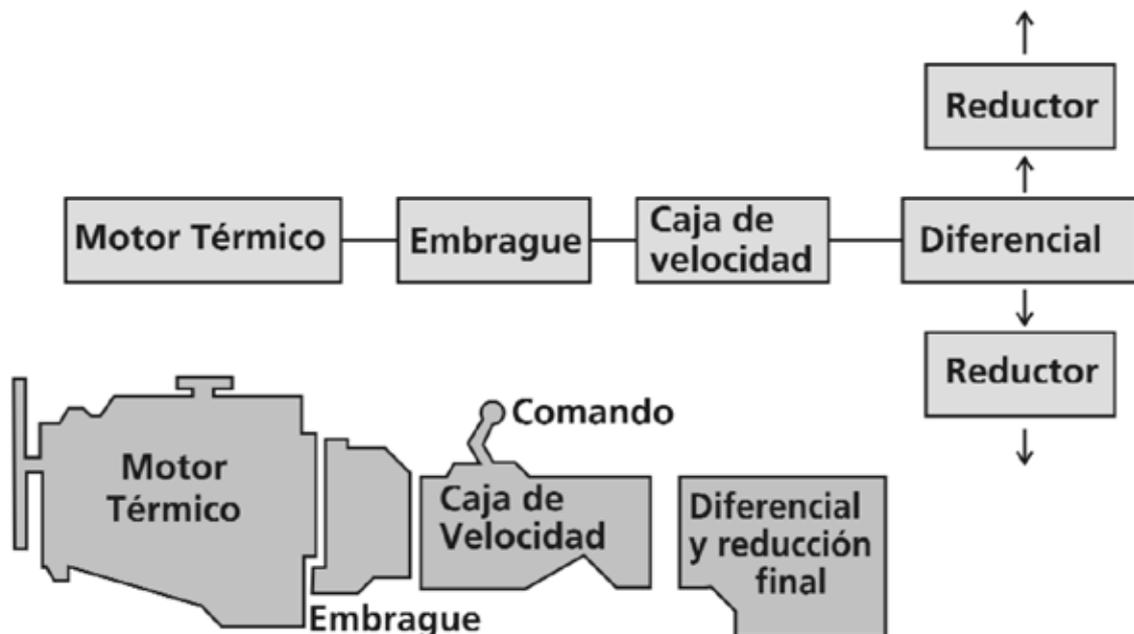


Ilustración 26: Esquema básico de transmisión del tractor. [7]

Los elementos que participan de este sistema son los siguientes:

- **Embrague:** Cuya función es conectar, desconectar y facilitar el cambio progresivo del movimiento de rotación del motor con la caja de transmisiones para adaptar los cambios de velocidad del tractor y el par aplicado según la demanda de carga.

a) disco doble: Encontramos en los tractores embragues de tipo doble disco a fricción que funciona en seco en el que un disco acopla la transmisión de las ruedas motrices y el otro disco acopla la transmisión a la toma de potencia. Por otro lado tenemos el embrague de discos múltiples en baño de aceite con actuación mecánica o electrohidráulica. Al actuar sobre el pedal del embrague hasta aproximadamente la mitad de recorrido, el eje primario queda libre y no transmite movimiento a la caja de cambios, pero accionando el pedal del embrague hasta el fondo queda libre el disco de embrague de la toma de fuerza y esta se detiene.

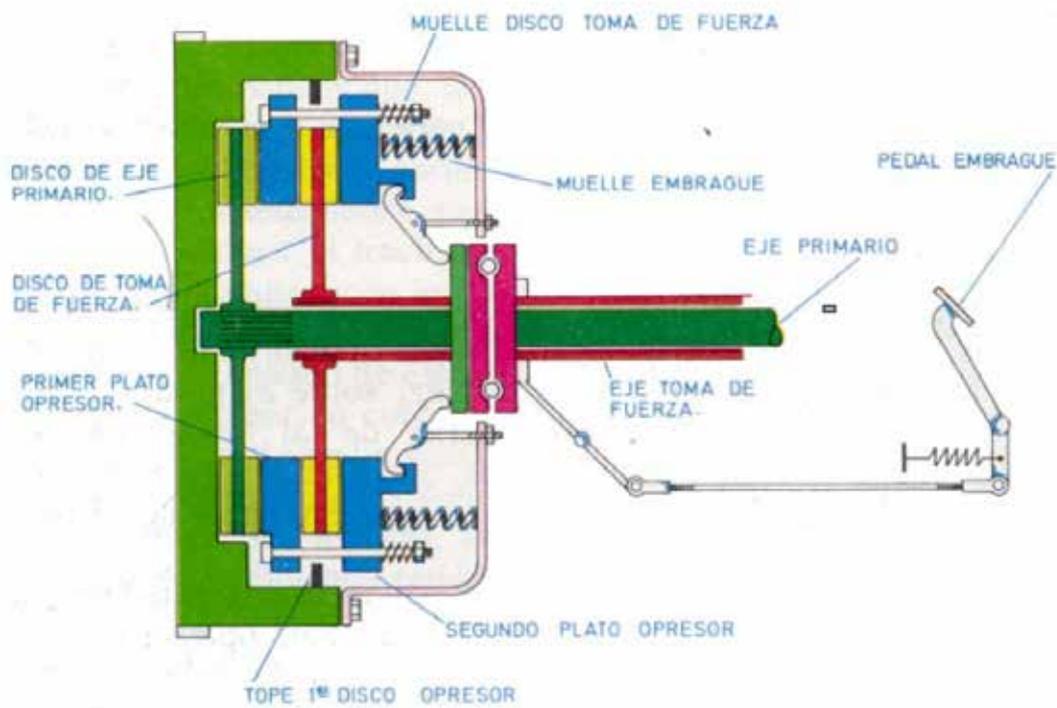


Ilustración 27: Embrague doble disco. [8]

b) discos múltiples: Cuando el tamaño del volante de inercia está limitado, se emplea un embrague de discos múltiples, el par que es capaz de transmitir es igual al de un monodisco multiplicado por el número de discos. Este tipo de embrague puede construirse con discos sumergidos en aceite fluido o una mezcla de aceite y petróleo, se instalan cuando es necesario transmitir pares elevados como en los embragues de dirección en los tractores de cadenas o en la toma de fuerza cuando es del tipo independiente.

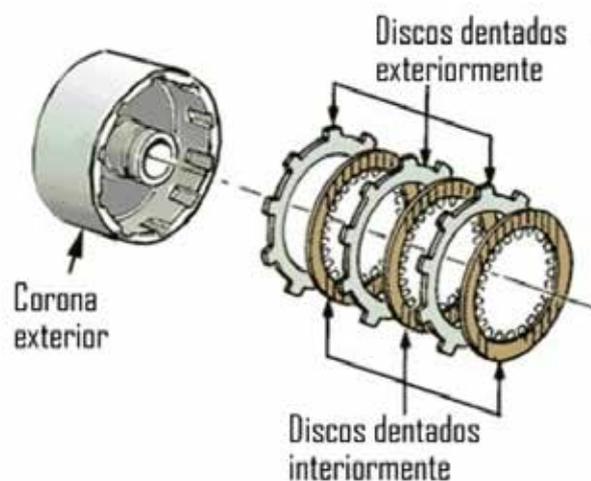


Ilustración 28: Embrague de fricción de discos múltiples. [8]

c) Embrague centrífugo: Embrague de tipo automático, la acción de embragado y desembragado se realiza por unos contrapesos sometidos a la acción de la fuerza centrífuga que les provoca el giro del motor.

Cuando el motor gira a ralentí, los contrapesos no ejercen acción sobre el plato opresor, quedando desembragado, al acelerar los contrapesos empujan al plato opresor con la fuerza para que el conjunto quede embragado, siendo el acoplamiento progresivo, ya que el funcionamiento queda condicionado por el régimen de giro del motor.

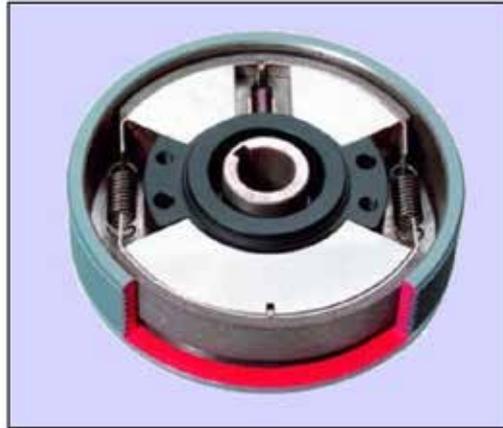


Ilustración 29: Embrague de tipo centrífugo. [8]

d) Embragues hidráulicos: Este tipo actúa automáticamente permitiendo transmitir una energía que supera el par resistente cuando se alcanza un determinado régimen de giro. El funcionamiento se basa en la transmisión de energía desde una bomba centrífuga a una turbina, usando para ello aceite.

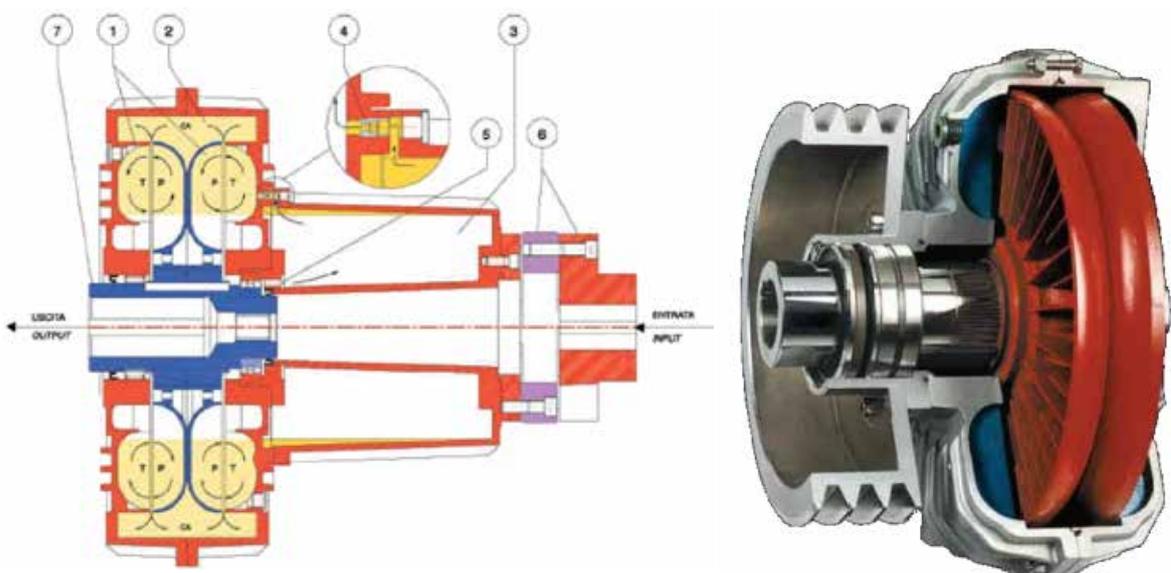


Ilustración 30: Embrague hidráulico. [8]

Una ventaja importante de este tipo de embrague es que al subir una pendiente, la velocidad del vehículo disminuye por aumentar el par resistente, pero el motor puede continuar desarrollando su par máximo mediante una mayor transferencia de aceite entre bomba y turbina.

Este tipo de embrague aumenta el consumo de combustible, tiene ausencia de desgaste, gran duración, es muy elástico, es muy progresivo y tiene un bajo coste de mantenimiento.

e) Convertidor de par.

El convertidor de par se puede considerar como un dispositivo similar a un embrague hidrodinámico, con su bomba o su impulsor y su receptor o turbina, al que se le incorpora otro tercer elemento conocido como estator o reactor.

La bomba o impulsor actúa de manera similar a una bomba centrífuga, gracias a la curvatura de sus palas o álabes consigue que el flujo de aceite se desplace en sentido axial dirigido hacia la turbina o receptor.

Fendt y Valtra son las firmas con tendencia al uso de turboembragues o convertidores de par, hasta el momento de la total implantación de las transmisiones CVT hidrostáticas.

Para el croquis adjunto como se puede observar en marcha normal la entrada queda unida por un embrague mecánico a la turbina, por lo que se bloquea el funcionamiento del convertidor. En el caso que aumente la demanda de par en la transmisión, se desconecta el acoplamiento de la turbina, con lo cual se acciona la bomba y actúa el convertidor. El régimen de giro del eje de la toma de fuerza se mantiene constante, ya que es independiente de la acción del convertidor.

Algunos fabricantes han fusionado un convertidor de par y un sistema de engranajes planetarios para conseguir un divisor de par mecánico-hidrodinámico, similar a las transmisiones CVT que se utilizan actualmente.

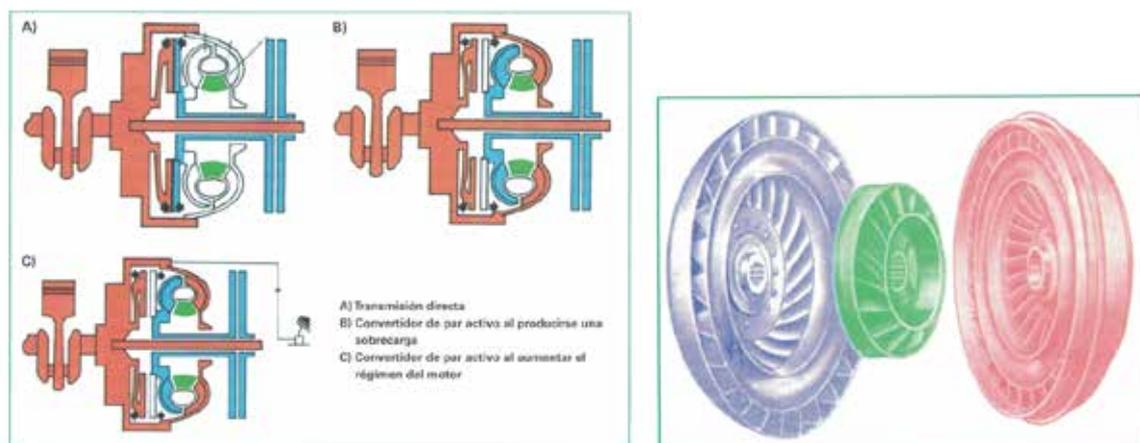


Ilustración 31: Convertidor de par Fendt Turbomatik E. [5]

- **Caja de velocidades:** Está formada por pares de engranajes en dos o más ejes, dentro de una caja con su sistema de lubricación formando una de las partes más importantes del tractor, en la que las combinaciones de engrane asignan avances diferentes de velocidades. Los avances en este sistema del tractor han evolucionado hasta cajas de transmisiones muy avanzadas con sistemas de velocidad continua o infinita, como explicaremos posteriormente con más detalle.

La caja de cambios transmite la potencia del motor, modifica el par y la velocidad transmitidos, de forma que aumenta uno de ellos y disminuye el otro.

Una de las cualidades deseadas en los tractores es disponer de marchas de velocidades de baja velocidad, con variaciones pequeñas entre cambios de velocidades para trabajos especializados que requieran ordenamiento progresivo, precisión, fuerza de arrastre y maniobrabilidad.

La opción de escalonamiento progresivo en las modernas cajas de transmisiones presenta la ventaja en el caso de trabajos bajo carga que el propio sistema de transmisión frente a un esfuerzo puntual que exija al motor una sobrecarga, pueda cambiar de forma autónoma a otra configuración de cambio, para que el motor se ajuste a un régimen adecuado sin sobrecarga, superado el esfuerzo puntual vuelve a seleccionar el cambio óptimo para el trabajo en carga que está realizando, la velocidad adecuada para este trabajo y el consumo de combustible optimizado y mínimo.

En función de cómo varía la relación de transmisión y de cómo interactúan los engranajes unos con otros se pueden distinguir los siguientes tipos:

- Convencionales.
- Toma constante - sincronizadores / acopladores.
- Trenes epihipocicloidales. Engranajes planetarios.
- Relación de transmisión continua.

a) Convencionales.

Los cambios de engranajes simples constan diversos elementos, entre ellos tenemos el eje primario, el intermedio y el secundario, con sus piñones y coronas. La primera transmisión entre primario e intermedio con varias parejas de engranajes que ofrecen igual número de gamas de velocidades. El grupo reductor normalmente tiene dos, tres y hasta cuatro combinaciones de velocidades, largas, medias, cortas y punto muerto. El eje intermediario lleva varios engranajes de diferentes tamaños que engranan con los correspondientes del eje secundario para conseguir las diferentes velocidades que ofrece la caja de cambios dentro de la gama seleccionada.

Sobre el eje secundario van colocados engranajes unidos dos a dos a unos desplazables, que pueden moverse por medio de la palanca de cambio mediante varillas.

Los engranajes estos son de tipo cilíndrico de dientes rectos, ocasionando ruidos de funcionamiento y dificultad al cambiar de marcha.

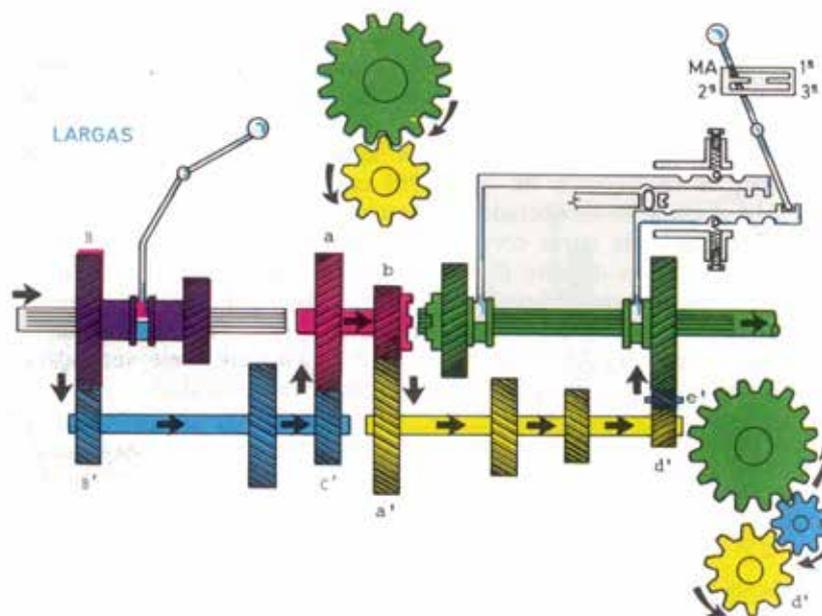


Ilustración 32: Caja de cambios engranaje simple.[8]

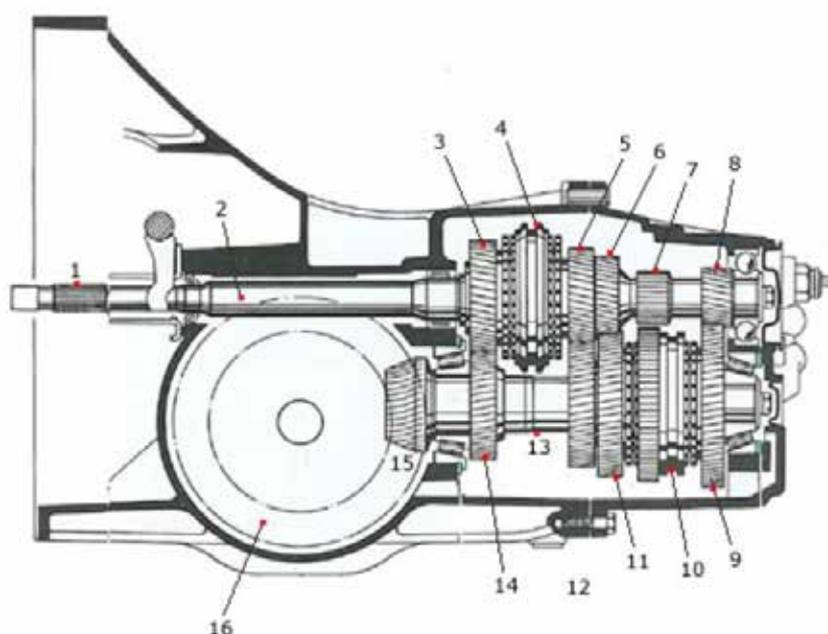
b) Toma constante - sincronizadores / acopladores.

Las cajas de cambio con engranajes en toma constante, los engranajes del eje secundario y del eje intermediario permanecen conectados constantemente.

Estos engranajes llevan adosados a uno de los lados un piñón lateral y entre cada dos engranajes del eje secundario se coloca un desplazable cuya parte central está mandrinada con un estriado que puede deslizarse por el correspondiente que en esta zona lleva tallado el eje secundario.

Para conectar una velocidad se desliza el desplazable a uno de los lados, con lo que la corona conecta con el piñón correspondiente del engranaje y el eje secundario se pone a girar.

El cambio sincronizado de marchas tiene unos engranajes en toma constante que llevan solidario un tronco de cono denominado cono de sincronización y el desplazable lleva un contracono que actúa como un embrague.



- | | |
|-------------------------------------|---|
| 1.- Situación del embrague | 9.- Piñón loco de 1ª velocidad |
| 2.- Eje primario | 10.- Sincronizador de 1ª/2ª y piñón de marcha atrás |
| 3.- Piñón loco de 4ª velocidad | 11.- Piñón loco de 2ª velocidad |
| 4.- Sincronizador de 3ª/4ª | 12.- Piñón solidario de 3ª velocidad |
| 5.- Piñón loco de 3ª velocidad | 13.- Eje secundario |
| 6.- Piñón solidario de 2ª | 14.- Piñón solidario de 4ª velocidad |
| 7.- Piñón solidario de marcha atrás | 15.- Piñón de ataque al diferencial |
| 8.- Piñón solidario de 1ª velocidad | |

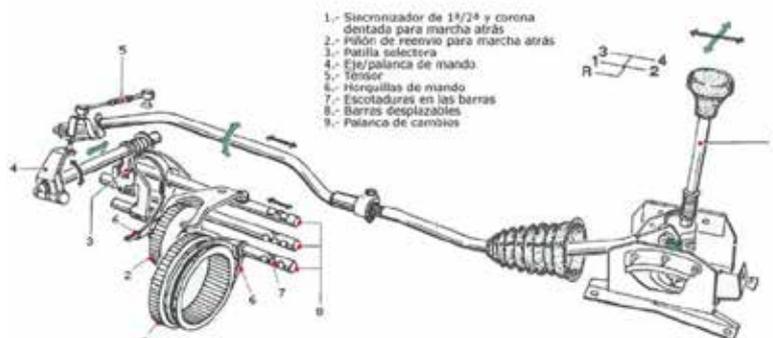


Ilustración 33: Engranajes de toma constante. [8]

Los tractores no llevan una única palanca para cambio de velocidades, sino dos o más, para manejo del bloque reductor y la caja de cambios, además los más modernos llevan acoplado el denominado inversor y el superreductor.

El inversor hace posible invertir el sentido de desplazamiento sin más que actuar sobre una palanca que invierte el sentido de rotación de todos los engranajes, se hace servir de un tren de engranajes planetarios y es útil para trabajos con cargador frontal, horquillas y para maniobrar en espacios pequeños.

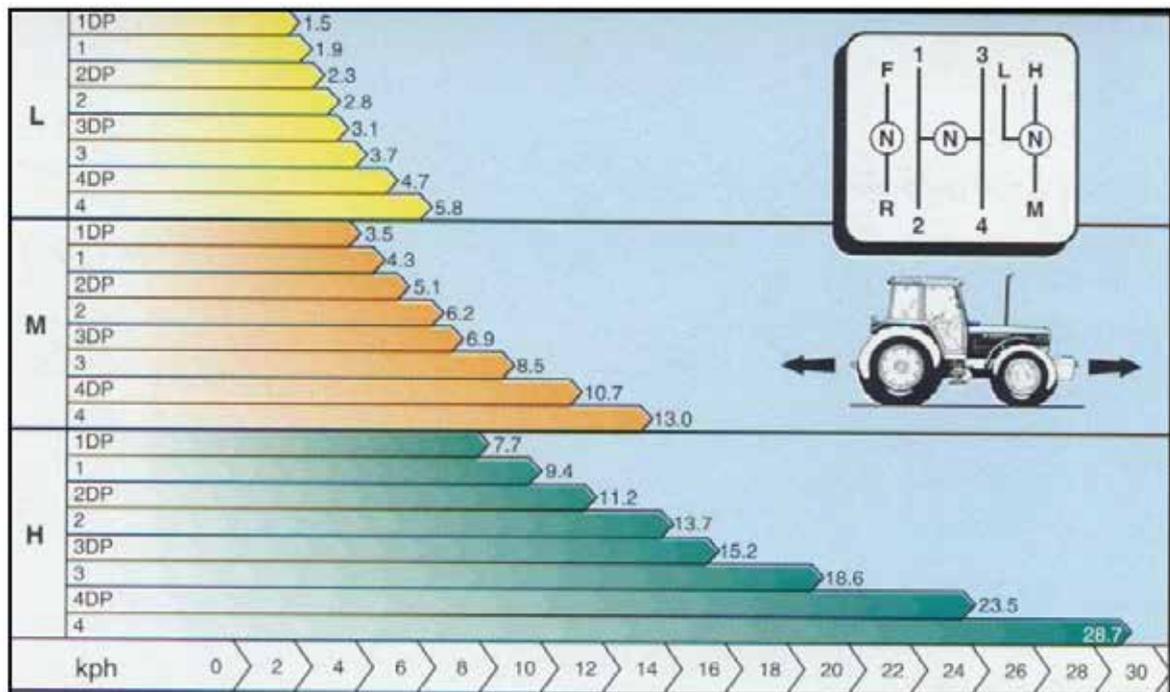


Ilustración 34: Relación de velocidades, con palanca inversora. [8]

c) Trenes epihipocicloidales. Engranajes planetarios.

Estos tipos de engranajes tienen su utilidad en cajas de cambios automáticas y en las reducciones finales de ruedas, estas cajas de cambio permiten la transmisión y reducción de movimiento a través de trenes de engranajes que giran de forma normal sin transmitir movimiento, y en el momento que se produce el bloqueo de uno de los componentes los restantes giran de forma solidaria.

La combinación de varios trenes de engranajes con distintas reducciones entre ellos sirve para obtener un amplio rango de velocidades, mediante el uso de embragues de fricción y cintas de frenado.

El tren planetario consta de los siguientes componentes básicos:

- Piñón central.
- Corona de dentado interno.
- Satélites.
- Brazo portasatélites.

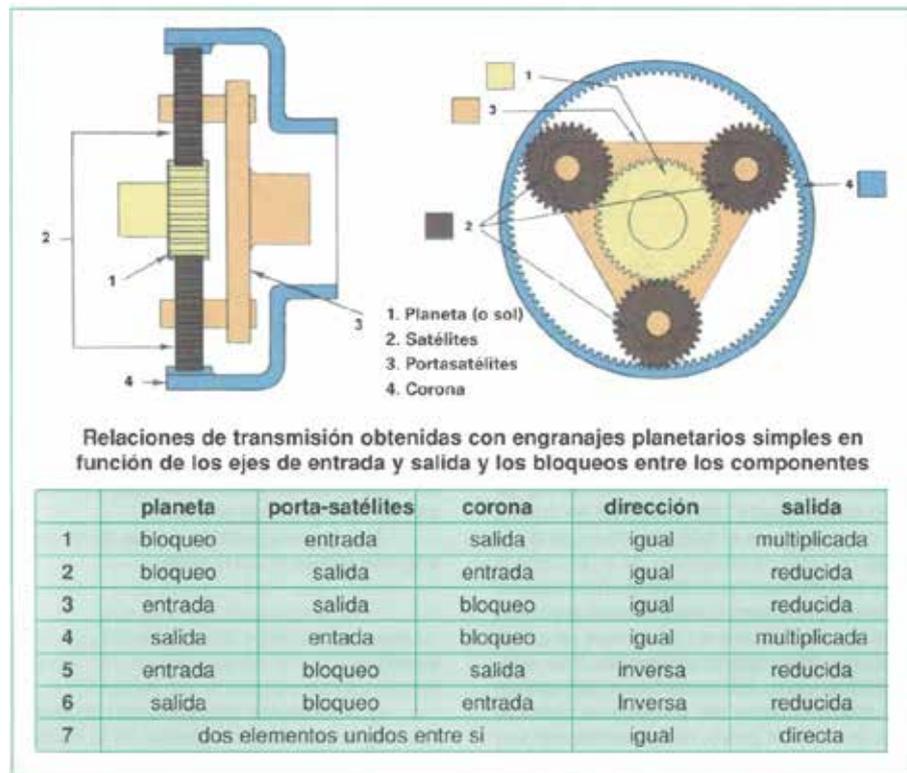


Ilustración 35: Sistema de engranajes planetarios. [5]

En los tractores actuales ya es una condición de equipamiento base la incorporación de una transmisión con cambio bajo carga, las cajas son cada vez más compactas y reducidas, en este campo Fendt ha sido siempre una firma puntera con una idea fija de dotar al tractor con la mejor transmisión, incorporando en la entrada de la caja de cambios el inversor de carga junto al turbo-embrague que funciona como amortiguador de vibraciones, manteniendo la caja principal con relaciones sincronizadas.

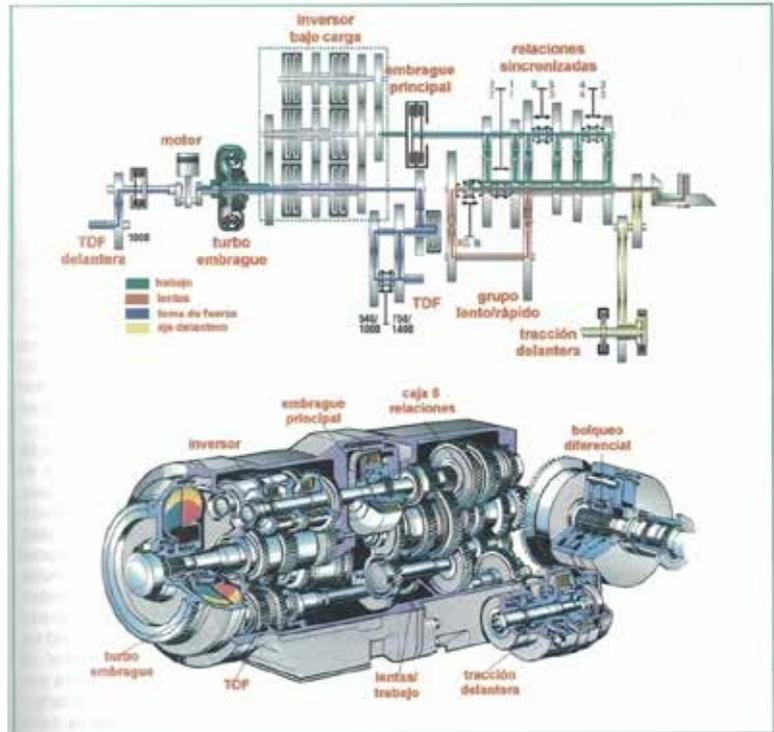
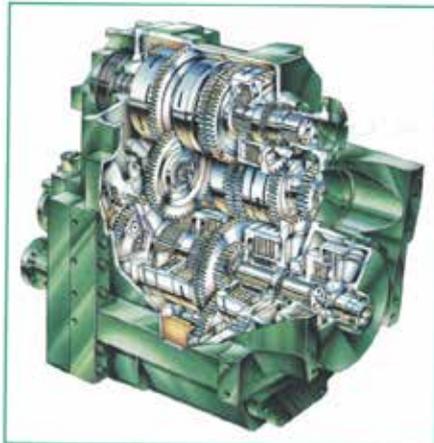


Ilustración 36: Transmisión PowerShift John Deere. Ilustración 37: Transmisión TurboShift de Fendt. [5]

Algunas firmas apostaron por cajas de cambio que permitían el cambio en carga entre todas las relaciones del cambio sin tener que utilizar engranajes planetarios, recurriendo a embragues que sustituyen a los sincronizadores de una caja clásica con engranajes en toma constante, como el caso siguiente de la firma Case IH.

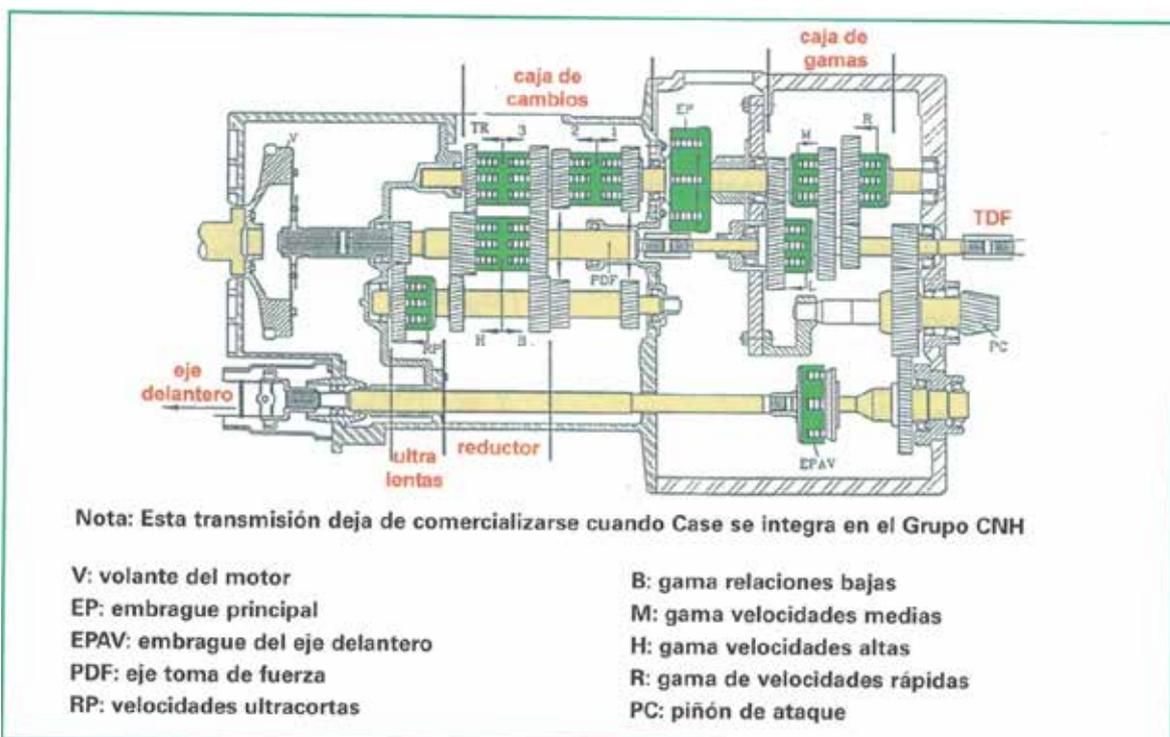


Ilustración 38: Caja de cambios de la firma Case IH.[5]

d) Relación de transmisión continua.

El sistema de transmisión continuo es el logro que mejores prestaciones ha proporcionado hoy en día a las transmisiones de los tractores, combinando diversas tecnologías la transmisión continua logra por medios mecánicos o hidrostáticos un rango infinito y continuo de variaciones de transmisión que se traduce en un rango infinito y continuo de velocidades.

La transmisión CVT con variador mecánico, funciona por medio de la transmisión de potencia por parte del motor a uno de los lados del variador de velocidad mecánico, formado por poleas que pueden modificar el diámetro de las gargantas entre las que se mueve una correa metálica. El mismo eje, en su extremo dispone de una rueda dentada que engrana con otra unida al engranaje planetario de un tren epicicloidal simple. La otra polea del variador cambia de régimen de giro cuando se modifican los diámetros de las poleas conductora y conducida que forman parte del variador y va unida a una rueda dentada que engrana con otra que forma parte del porta satélites. La salida hacia las ruedas se realiza a partir de la corona del sistema planetario.

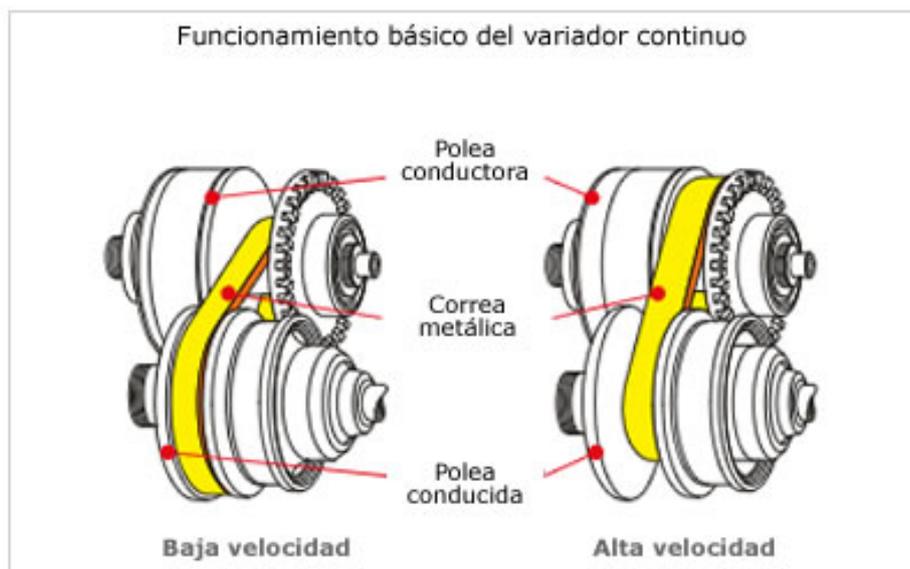


Ilustración 39: Variador continuo mecánico.

La transmisión hidrostática ha sido el resultado del objetivo de conseguir un cambio de velocidades continuo y sin escalones, desde el inicio de la investigación con esta tecnología hasta la actualidad se han ido produciendo mejoras para solucionar problemas como la precisión de la fabricación de algunos componentes, el uso en ambientes agresivos y polvorientos, y la relación entre el coste y la eficiencia.

Hoy en día se encuentran estos tipos de transmisiones en muchos tractores y máquinas agrícolas autopropulsadas, pequeños tractores para la jardinería, cortacésped y aplicaciones urbanas para servicios de agricultura o jardinería.

El aceite hidráulico contenido en el depósito llega hasta la bomba de caudal variable de regulación manual accionada por el motor alternativo del tractor que lo envía hasta el distribuidor. Mediante el distribuidor se regula el sentido en el que se envía a un motor hidrostático reversible. El aceite sin presión sale del motor, retorna al distribuidor y a través del filtro magnético llega al depósito.

Cuando se tira de la palanca del distribuidor de aceite sale de él pero llega al motor por la entrada por la que, en la posición anterior del distribuidor, salía. El motor gira en sentido contrario y el tractor avanza cambiando de dirección de marcha.

Para cambiar la velocidad de marcha el usuario actúa sobre una palanca que modifica el caudal de la bomba, con ello se tiene un variador continuo de velocidad lo que hace que el tractor tenga infinito número de marchas hacia adelante y hacia atrás.

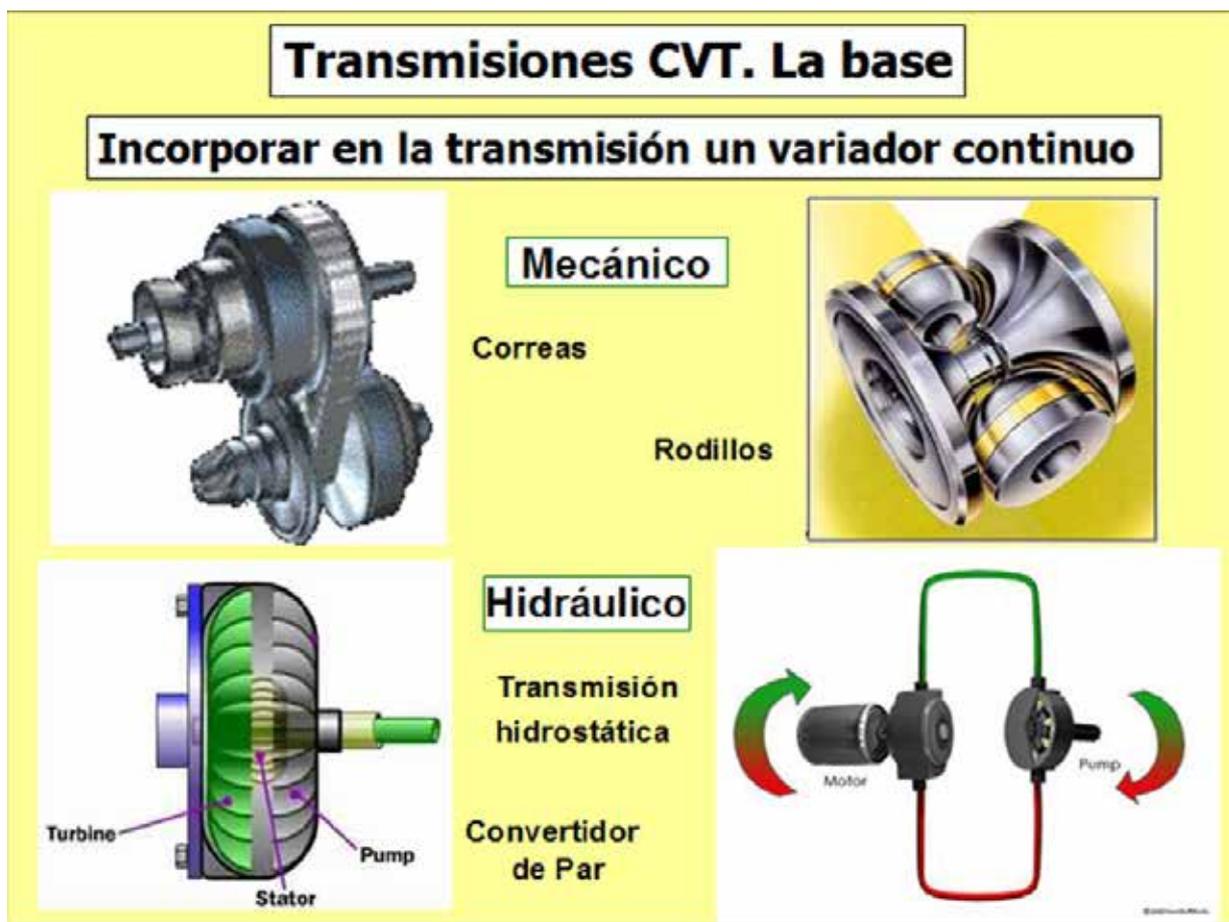


Ilustración 40: Sistemas transmisión continua mecánica e hidráulica.

- **Diferencial:** Esta parte de la transmisión compensa las diferentes velocidades de giro de las ruedas motrices, sobre todo en los giros. En el momento que los tractores realizan un giro, las ruedas recorren espacios diferentes, dejando que el diferencial, constituido por cuatro ruedas dentadas cónicas, engranadas entre sí, ubicadas dentro de una caja que gira solidaria a la corona y en la cual las ruedas dentadas están vinculadas con la caja mediante un eje, al girar la caja los satélites trasladan con ella a su vez que están vinculados con los palieres a través de los engranajes planetarios, la variación de velocidad a cada rueda motriz.

Bloque del diferencial: Este mecanismo anula la función del diferencial haciendo que las ruedas motrices giren juntas como si formaran parte de un eje rígido. Esto se aplica cuando trabajando una de las ruedas patina y la otra tiene mejor tracción.

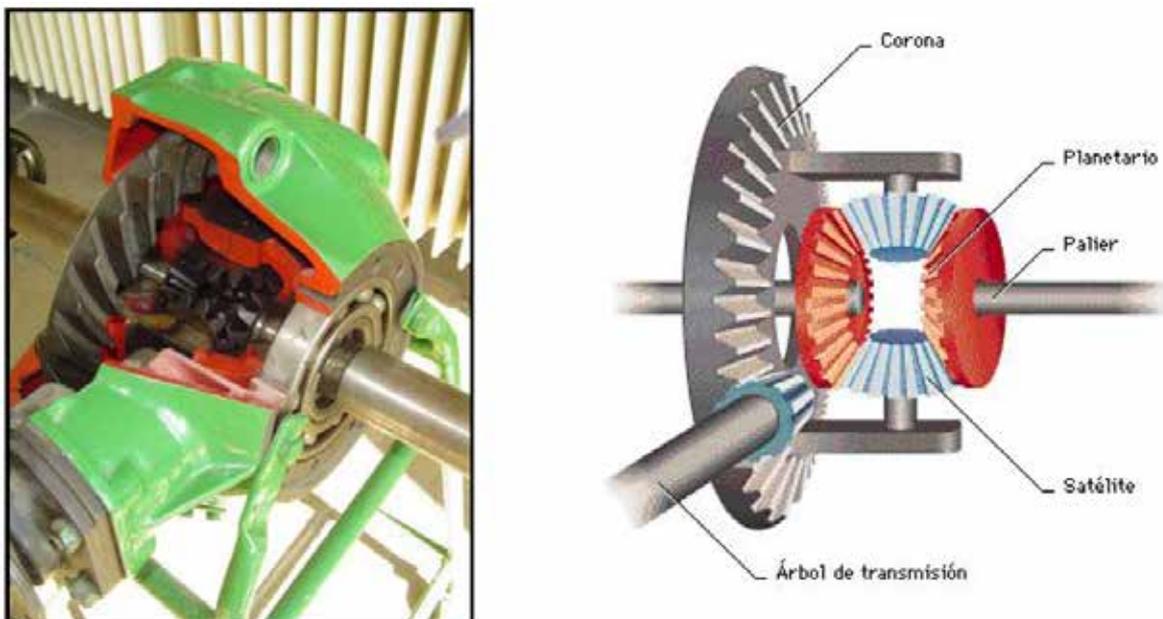


Ilustración 41: Diferencial simple.

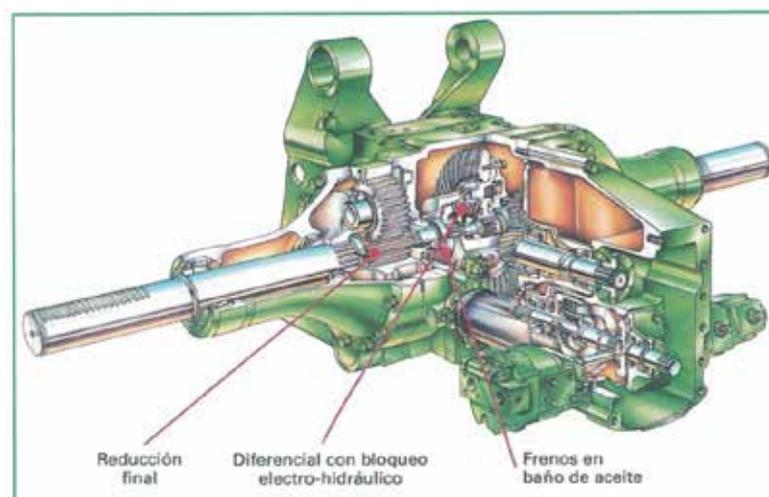


Ilustración 42: Diferencial puente trasero John Deere. [5]

- **Reductores de velocidad o mandos finales:** Están ubicados entre el diferencial y la rueda motriz, su función consiste en reducir la velocidad de rotación transmitida y aprovechar la potencia que el motor ofrece como fuerza de tracción.

Se dispone de dos tipos:

- Reductor de velocidad en cascada: Formados por un piñón y una corona, ambos cilíndricos y de dientes rectos, capaz de invertir el sentido de rotación

- Reductor de velocidad epicicloidial: Formada por un piñón que recibe el movimiento que proviene del diferencial, una corona dentada solidaria a la cañonera y una jaula con tres satélites reductores que transmiten el movimiento de giro a las ruedas motrices. Este mecanismo no invierte el sentido de giro.

Las ventajas que presentan estos tipos de reductores son la posibilidad de transmitir mayores fuerzas, al tener mayor número de dientes en contacto, los ejes de entrada y salida están alineados y aseguran mayor equilibrio, ocupan menos espacio y son más compactos y duraderos.

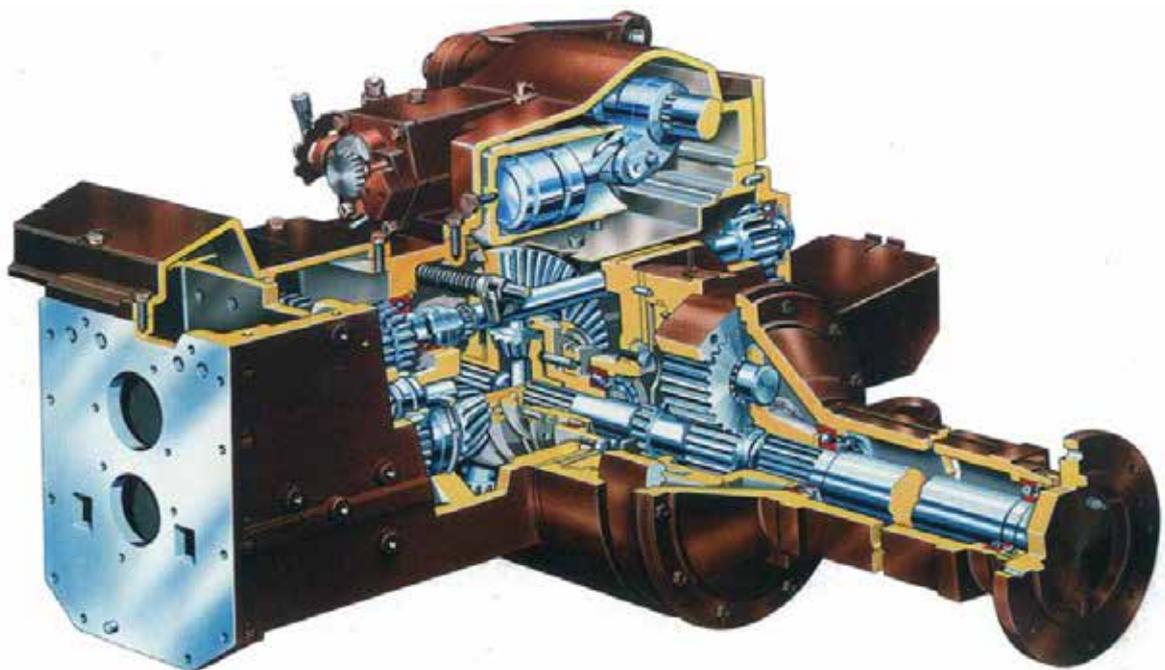


Ilustración 43: Reducción final engranajes planetarios traseros. [8]

El tren delantero formado por un eje y dos semiejes, el eje se sujeta al soporte delantero del bastidor del tractor mediante un bulón que le permite oscilar y adaptarse a las irregularidades del terreno.

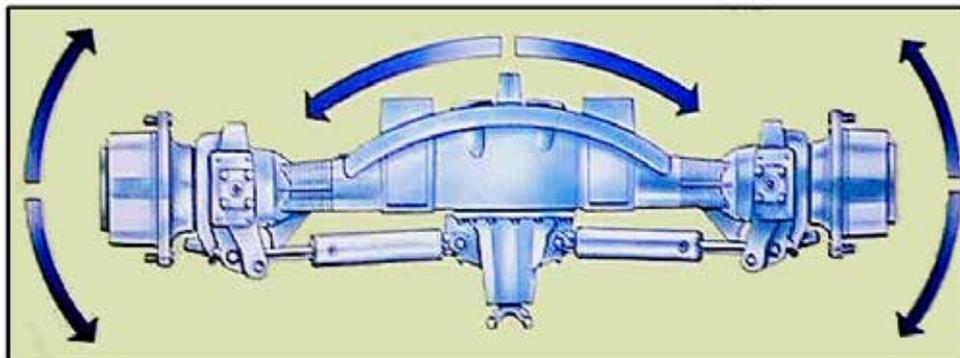


Ilustración 44: Eje delantero. [8]

Los tractores pueden funcionar también con tracción a las cuatro ruedas mediante un sistema de árboles de transmisión unido al eje delantero del tractor, mediante un sistema de transmisión de árbol único que va del diferencial trasero hasta el diferencial delantero. O bien por medio de árboles independientes desde cada uno de los palieres traseros hasta cada uno de los delanteros, mediante un sistema de transmisión por accionamiento hidráulico.

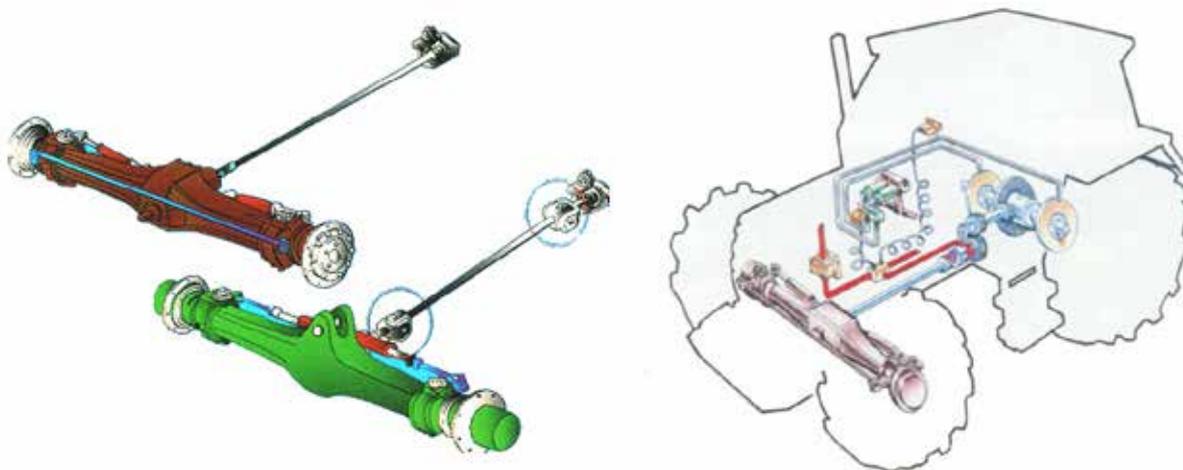


Ilustración 45: Árbol de transmisión delantero y sistema hidráulico. [8]

5.2.3.- Sistema hidráulico.

Todos los tractores incorporan un circuito hidráulico para el accionamiento de diversos sistemas que necesitan de aceite a presión para su funcionamiento.

La oleohidráulica empezó a utilizarse en los tractores para el control de los brazos de enganche de los elevadores y fue patentado por Ferguson en 1925, pero su explotación comercial no fue hasta 1935 y alrededor de 1950 cuando se generalizó su instalación y uso en todos los tractores.

Posteriormente se desarrolló la dirección hidráulica y la asistencia hidráulica para la toma de fuerza, bloqueo diferencial, conexión doble tracción, embragues de caja de cambios, cajas de cambio de variación continua y conexión de aperos auxiliares.

Los sistemas hidráulicos actuales son muy complejos, para los tractores de gran potencia se puede hablar incluso de dos circuitos hidráulicos, con dos bombas o dos depósitos. Atendiendo a las características de caudal y presión podemos clasificar la hidráulica de un tractor en tres tipos:

- Centro abierto.
- Centro cerrado.
- Caudal a la demanda (Load sensing).

a) Circuitos de **centro abierto**, son aquellos que tienen una bomba de cilindrada fija que impulsa el mismo volumen de aceite por giro, si el motor del tractor la hiciera girar siempre a la misma velocidad, suministraría un caudal constante tanto si se utiliza para algún servicio como en los momentos que no se está usando. Cuando no se está usando el aceite tiene paso libre de retorno al depósito y la presión es prácticamente nula.

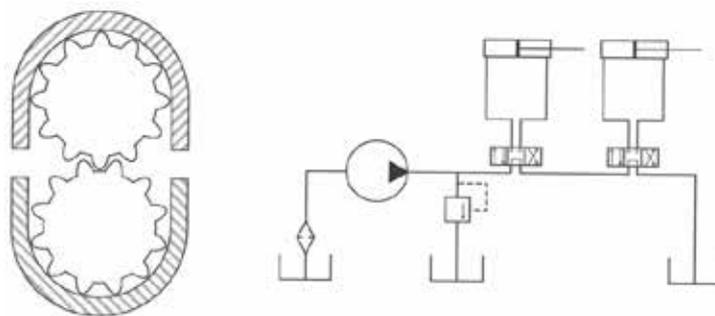


Ilustración 46: Centro abierto, bomba engranajes. [3]

b) Los circuitos de **centro cerrado** tienen bomba de cilindrada variable, por medio de un dispositivo que controla la presión a la salida de la bomba que en caso que supere determinado valor, automáticamente su cilindrada se reduce hasta hacerse casi nula y no entrega caudal. En los momentos en los que no se utiliza el aceite para ningún circuito, el retorno hacia el depósito se cierra y la presión sube al máximo, pero la cilindrada y caudal son cero porque no hay circulación, pero si la bomba da paso de aceite para alguna aplicación el sistema se convierte como si tuviera cilindrada constante.

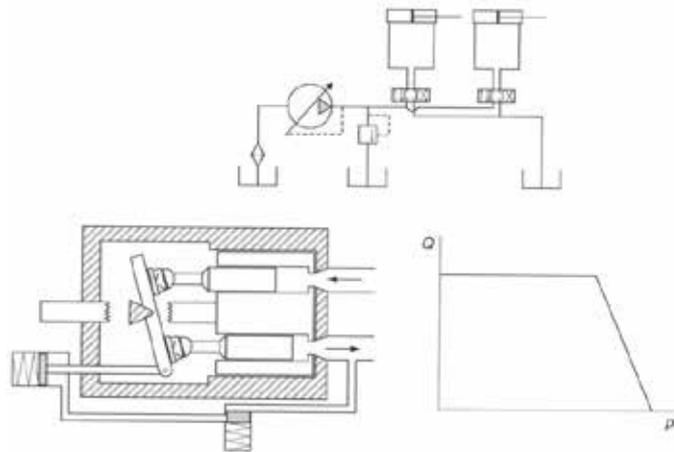


Ilustración 47: Centro cerrado, bomba pistones axiales. [3]

c) Los circuitos con bomba de **caudal bajo demanda**, tiene una bomba de pistones axiales de cilindrada variable, los distribuidores que dejan pasar el aceite para accionar alguna parte del sistema, pueden ser accionados desde la posición cero hasta el máximo de su recorrido. El caudal que la bomba suministra es proporcional a la demanda que solicita el operario al manejar los mandos, volviendo a demanda cero si no hay pulsación de los mandos, en este caso el caudal es nulo y la presión es baja o próxima a cero.

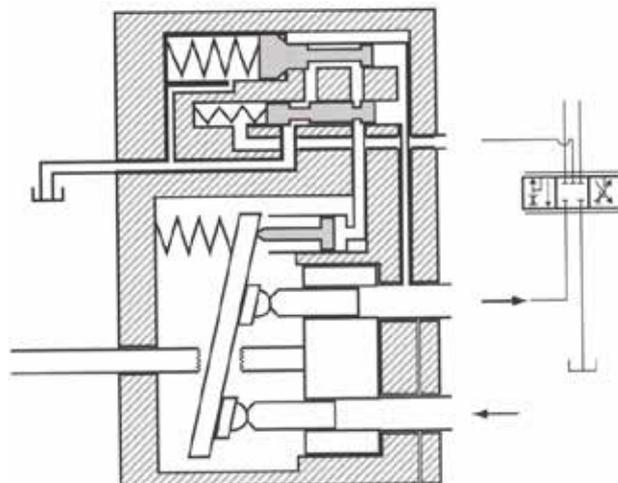


Ilustración 48: Caudal bajo demanda. [3]

Los principales elementos que forman un sistema hidráulico en los tractores son entre ellos el/los depósitos, tuberías, accesorios de conexión, las bombas que son las encargadas de transformar potencia mecánica (par y velocidad de rotación) en potencia hidráulica (caudal de aceite a presión), para ello cada circuito tiene instalada una bomba o un grupo de ellas, este dispositivo suele estar funcionando siempre que esté en marcha el motor del tractor en el cual va montada, por lo que el aceite estará circulando continuamente. Por otro lado tenemos también en el circuito otro elemento importante como son las válvulas distribuidoras, distribuidores proporcionales, válvulas reguladoras de presión, válvulas reguladoras de caudal, válvulas de un solo sentido, válvulas repartidoras de caudal, acumuladores, cilindros o actuadores y motores.

En los tractores de gran potencia que tienen dos circuitos, normalmente uno de ellos es de centro abierto con poco caudal y el otro puede ser cualquiera de los tres.

El primer circuito de poco caudal sirve para los sistemas del tractor que funcionan con asistencia hidráulica y el segundo circuito suministra potencia hidráulica al sistema elevador, servicios externos y en algunos casos dirección.

Otro motivo de disponer de dos circuitos es por la necesidad del funcionamiento de varios sistemas simultáneamente y en caso de problemas se priorice los sistemas de seguridad frente a los otros (frenos y dirección).

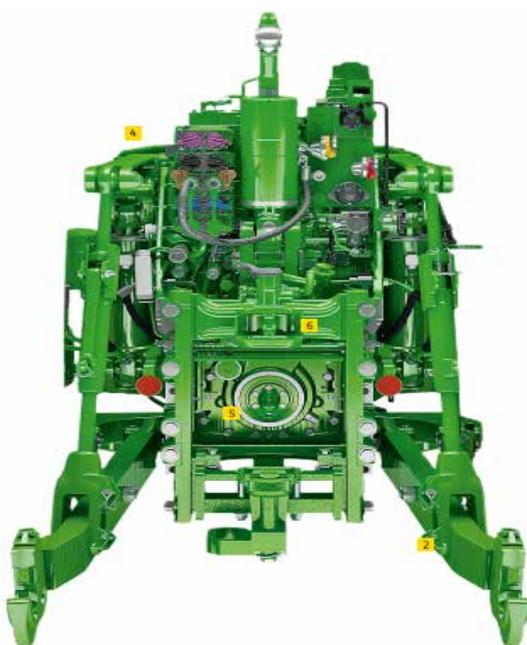
Para los circuitos se limita la presión de los circuitos por medio de válvulas de seguridad, estableciendo un rango de usos entre 160 y 210 bares de presión pero la mayoría de marcas usan la presión de 180 bares como presión de trabajo máxima para los sistemas de elevación o tomas de externas para aperos. En cambio para los sistemas de asistencia hidráulica como caja de cambios, el diferencial, conexión de la toma de fuerza, la presión de trabajo se establece entre 20 y 40 bares.

Cuanto mayor sea la potencia del tractor y más opciones de trabajo, conexión de aperos y usos, tendrá mayores necesidades de potencia hidráulica, con sistemas más complejos y mejores dotaciones técnicas, a continuación expondremos un ejemplo de la serie 8R y 8RT de la firma John Deere del catálogo comercial de la firma donde se reflejan las características hidráulicas de este tractor.



Ilustración 49: Detalle del sistema hidráulico 8R/8RT de John Deere.

El sistema hidráulico de los tractores de la serie 8R/8RT, proporciona la potencia necesaria en el momento exacto de la demanda, incorpora seis válvulas de mando a distancia en la parte trasera y dos en la parte delantera, con un caudal de 321 l/min, para el manejo de aperos de gran tamaño o a régimen reducido ahorrando combustible (227 l/min). La capacidad exterior hidráulica es de 40 l y 90 l con el depósito auxiliar.



- [1] Elevador hidráulico y TDF frontal.
- [2] Elevador trasero hasta 12 toneladas.
- [3] Mandos para manejo desde cabina.
- [4] Válvulas traseras independientes.
- [5] TDF trasera
- [6] Acoplamiento trasero.

Ilustración 50: Parte trasera tractor serie 8R/8RT John Deere.

SISTEMA HIDRÁULICO	
Tipo	Circuito cerrado, sistema de presión y caudal compensados (PFC) con detección de carga
Bomba principal, émbolo axial (cilindrada)	De serie: 85 cm ³ ; Opcional: Bomba doble de 85 cm ³ más 35 cm ³
Presión máxima, bar	204
Válvulas de mando a distancia con enchufes ISO de 1/2"	4 / 5 / 6
Válvulas de mando a distancia con enchufes ISO de 3/4" y 1/2"	máx. 5 (VMD 1 : enchufe 3/4", VMD 2-5 : enchufes de 1/2")
Caudal nominal, bomba de 85 cm ³ , L/min	227
Caudal nominal, bomba doble de 85 cm ³ más 35 cm ³ , L/min	321
Caudal máximo en una VMD trasera, L/min	Enchufe de 1/2 in.: 132; enchufe de 3/4 in.: 153
VMD delanteras	1 VMD de serie con elevador frontal, 2 VMD opcionales con elevador frontal
Caudal disponible en VMD frontal, L/min	96
Capacidad de toma hidráulica exterior de serie / opcional con depósito adicional, L	40 / 90
Enchufes para toma exterior hidráulica	Opcional

Tabla 49: Datos hidráulicos modelo 8R John Deere.

SISTEMA HIDRÁULICO	
Tipo	Circuito, compensación de presión/caudal
Bomba principal, émbolo axial (cilindrada), cm ³	85 estándar
Presión máxima, psi	2.958 (20.400 + o - 300kPa)
Caudal nominal, bomba de 85 cc, L/min	227,1
Válvulas de mando a distancia con enchufes ISO de 1/2"	4 de serie, Disponible 5 y 6
Válvulas de mando a distancia traseras con enchufes ISO de 3/4 in. y 1/2 in.	Disponible 5 (VMD 1 : Enchufe de 3/4 in., VMD 2-5 : enchufes de 1/2 in.)
Caudal disponible en una única VMD trasera, L/min	132 L/min enchufe 1/2 in., 153 L/min enchufe 3/4 in.
Capacidad de toma exterior de aceite	La capacidad de toma exterior de aceite es de 35 litros a 2 lps.
Toma exterior hidráulica	Disponible

Tabla 50: Datos hidráulicos modelo 8RT John Deere.

5.2.3.1.- Dirección hidráulica.

Los tractores y máquinas autopropulsadas incorporan un sistema hidráulico, que sirve de ayuda complementaria para vencer la fuerza de rozamiento provocada por las ruedas contra el suelo, por la rugosidad de ambos y las circunstancias añadidas de efectuar el movimiento de giro a poca velocidad.

Podemos distinguir entre dirección asistida y dirección hidrostática.

a) Dirección asistida.

Esta dirección mantiene una conexión mecánica entre el volante y las ruedas, el circuito hidráulico de la dirección asistida consta de depósito y bomba, instalados en cualquier parte del vehículo, distribuidor y cilindro montados sobre el mecanismo de dirección mecánica.

La parte mecánica de la dirección asistida provoca al girar el volante, el paso de aceite al cilindro, del cilindro surge la fuerza necesaria para desviar las ruedas directrices, limitándose las barras de la transmisión mecánica acompañar el movimiento provocado por el cilindro. Este tipo de dirección se instaló en los primeros tractores en 1952, pero va quedando en desuso y solo se conserva para tractores pequeños de poca potencia o tractores viñeros estrechos.

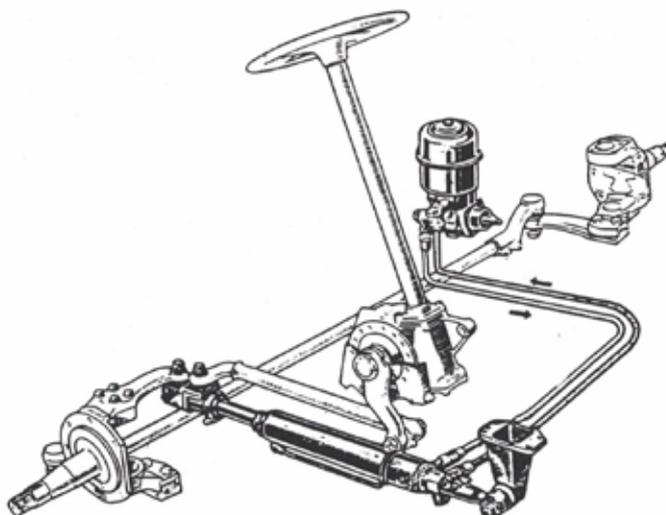


Ilustración 51: Dirección asistida.

b) Dirección hidrostática.

Esta dirección no mantiene ninguna relación mecánica entre el volante y las ruedas directrices. El elemento que envía el aceite al cilindro se instala en el eje del volante. Entre el eje del volante y el cuadrilátero de dirección solo hay tuberías para la circulación del aceite hasta el cilindro. Este sistema permite conducir vehículos pesados sin necesidad de ejercer mucha fuerza muscular para el giro de las ruedas.

El circuito básico se compone de depósito, bomba, distribuidor o unidad de dirección y cilindros. El elemento distribuidor es complejo y consigue enviar al cilindro un volumen de aceite proporcional al ángulo girado por el volante.

La bomba suele ser de engranajes y está adosada al motor, quien la acciona por medio de correas o engranajes.

A parte de los sistemas de funcionamiento básicos presenta otros elementos de seguridad y sirven para evitar averías cuando las ruedas encuentren algún obstáculo.

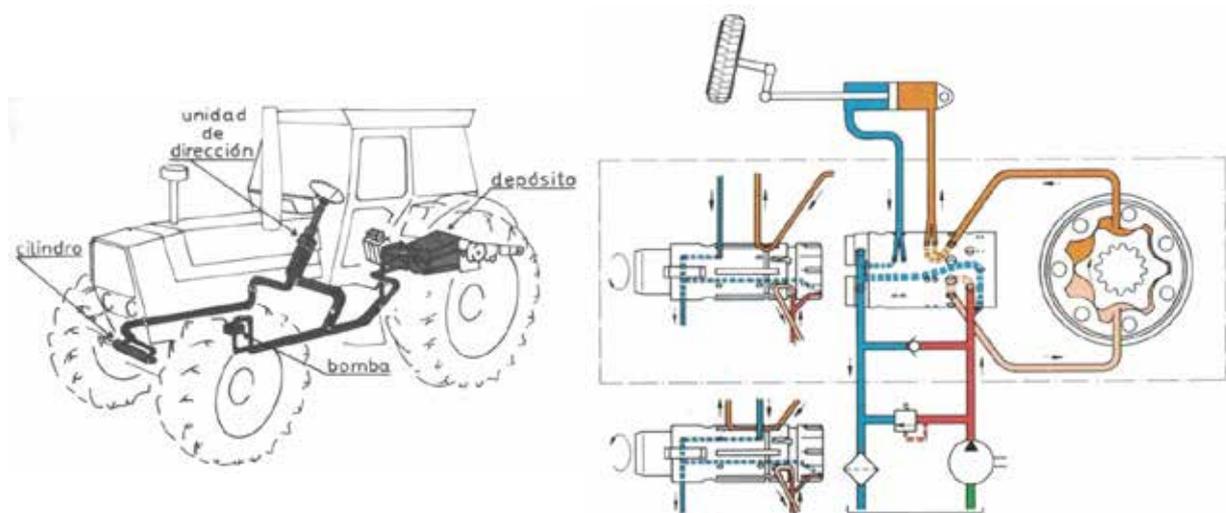


Ilustración 52: Dirección hidrostática.

Este sistema hidráulico desde el punto de vista del mantenimiento es de vital importancia para la vida útil del tractor, a continuación relacionamos una serie de averías, sus causas y soluciones posibles para el sistema de dirección hidráulico, muchas de las cuales están relacionadas con el aceite hidráulico o filtros.

Anomalías	Causa	Solución
La dirección está dura	Falta aceite	Rellenar el depósito
	Obstrucciones en las tuberías de aceite	Comprobar si las tuberías tienen el paso libre. En caso de obstrucción sustituirlas.
	Valvula limitadora de presión sucia	Limpiarla o sustituirla
	Volante girando demasiado rápido estando el motor del tractor a baja velocidad	Girar el volante más lentamente porque la bomba no suministra suficiente caudal.
La dirección está agarrotada	El sistema de dirección necesita una purga de aire	Purgar de aire el sistema en el cilindro
	Aire en el aceite	Controlar empalmes y uniones de tuberías, en su caso, sustituir las juntas por otras nuevas.
	Demasiado calor en el sistema de dirección	Buscar posibles estrangulamientos en la circulación neutral (sistema hidráulico de la dirección y resto del circuito)
	Volante girando demasiado rápido estando el motor del tractor a baja velocidad	Girar el volante más lentamente porque la bomba no suministra suficiente caudal.
	Carga excesiva en el eje delantero	Controlar la carga admisible en el eje delantero
	La dirección no vuelve automáticamente a la posición neutra	Sustituir la unidad de dirección (no correcta la posición del carrete-camisa en posición neutra)
	Unidad de dirección defectuosa	Sustituir la unidad de dirección
La unidad de dirección hace ruido	El filtro de aceite está sucio	Cambiarlo
	La bomba aspira aire	Rellenar el depósito hasta el límite máximo, cambiar las juntas tóricas y purgar el aire.
	Las tuberías que van hasta el cilindro de dirección están estranguladas en algún punto.	Eliminar el estrangulamiento.
Deslizamiento de la dirección	Fugas en las válvulas anticavitación	Sustituir la unidad de dirección
	Funcionamiento incorrecto de carrete-camisa	Sustituir la unidad de dirección
Se puede seguir girando el volante después de llegar a la posición final de giro de ruedas	Fugas en el cilindro de dirección	Cambiar las piezas de hermetización del cilindro
El volante de se mueve por si solo	Las tuberías de presión y retorno han sido cambiadas	Montar las tuberías correctamente
	Unidad de dirección defectuosa	Sustituir la unidad de dirección
El tractor tiende a irse a un lado	La válvula que compensa que vayan caudales diferentes al lado del cilindro que tiene vástago y al que no lo tiene está defectuosa o no existe.	Sustituir o instalar la válvula de compensación.

Tabla 51: Anomalías, causas, soluciones, sistema dirección hidráulica.

5.2.3.2.- Enganche de tres puntos.

El enganche tripuntal es el responsable que el apero y el tractor se muevan solidarios en sus labores de labranza, esta unión no es rígida sino que permite cierta movilidad del apero respecto al tractor durante los trabajos. Estos brazos hacen descender el apero hasta la profundidad de trabajo deseada y eleva los brazos por ejemplo para circular por carretera o caminos.

La electrónica por medio de los sistemas de regulación y sensores instalados permiten variar la fuerza de tracción o la altura de los brazos, operando sobre el sistema hidráulico.

El sistema básico del sistema elevador está compuesto por un depósito, filtro, bomba, válvula reguladora de presión, distribuidor complejo, válvula antirretorno y cilindros de simple efecto.

Los modernos sistemas de elevación por medio de sensores y electroválvulas son capaces de dejar el mando en una posición fija que corresponde a una determinada altura del sistema de los brazos, regulando la posición y la fuerza de tiro, adaptándose a la resistencia del terreno para que el tractor tire del apero siempre con la fuerza que ha fijado la posición del mando.

Hay tractores que permiten dejar los mandos en una posición flotante permitiendo al apero avanzar apoyado sobre el terreno y ascendiendo o descendiendo libremente para seguir las irregularidades del terreno.

Los tractores de la serie 6 de Deutz-Fahr, llevan una bomba para suministrar aceite a los distribuidores de servicio externos y al distribuidor del cilindro elevador. El aceite que sale de la bomba se dirige primero a los distribuidores de servicios externos, que son de centro abierto y de ellos pasa al distribuidor del sistema elevador. El tipo de distribuidor es el que vemos mostrado en los croquis adjuntos, en las tres posiciones posibles.

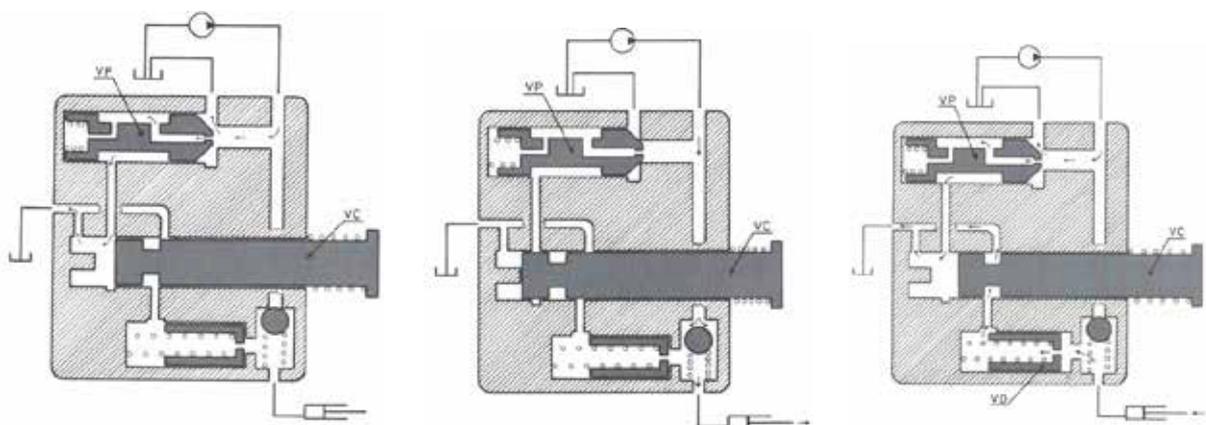


Ilustración 53: Estado neutro, descenso, ascenso, elevador Deutz-Fahr.

Este modelo presentado lo podemos encontrar en los catálogos comerciales de la firma Deutz-Fahr, serie 6.



Fotografía 18: Punto de enganche y distribuidores, Deutz-Fahr, serie 6

Para esta serie en el sistema hidráulico, se dispone la opción de control mecánico o electrohidráulico de hasta cinco distribuidores en la parte trasera y dos en la delantera y un caudal de la bomba hidráulica de hasta 160 l/min, la capacidad del elevador trasero oscila entre 9,2 y 10 toneladas.

Datos técnicos	SERIE 6 AGROTRON					
	6155	6165	6175	6185	6205	6215
SISTEMA HIDRÁULICO Y ELEVADOR						
Fabricante	Bosch	Bosch	Bosch	Bosch	Bosch	Bosch
Bomba de caudal fijo (de serie)	L/min	84	84	84	84	84
Bomba de caudal variable (load sensing) (estándar)	L/min	-	-	-	-	120
Bomba de caudal variable (load sensing) (opcional)		120/160	120/160	120/160	120/160	160
Distribuidores mecánicos auxiliares traseros (estándar)	n.º	2	2	2	2	2
Distribuidores mecánicos auxiliares traseros (opcionales)	n.º	4	4	4	4	4
Distribuidores electrohidráulicos auxiliares traseros (solo RCshift)	n.º	2/4/5	2/4/5	2/4/5	2/4/5	2/4/5
Distribuidores hidráulicos auxiliares delanteros (ComfortPack)	n.º	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2
Aporte hidráulico libre (Power Beyond)		○	○	○	○	○
Máxima cantidad de aceite suministrable	litros	40	40	40	40	40
Elevador trasero con mando electrónico		●	●	●	●	●
Radar		○	○	○	○	○
Capacidad del elevador trasero	kg	9200	9200	9200	9200	10000
Tirante derecho y tercer punto mecánico		●	●	●	●	●
Tirante derecho y tercer punto hidráulico		○	○	○	○	○
Brazos con enganche automático		●	●	●	●	●
Mandos en los guardabarros		●	●	●	●	●
Elevador frontal mecánico con brazos abatibles		○	○	○	○	○
Capacidad del elevador frontal	kg	4110	4110	4110	5480	5480
Conexiones rápidas		●	●	●	●	●

Tabla 52: Catálogo serie 6 Deutz-Fahr

Posibles averías que se pueden presentar en este sistema y pautas para su mantenimiento.

Anomalías	Causa	Solución
Los brazos no suben	Falta de aceite	Rellenar el depósito con el aceite aconsejado y verificar la estanqueidad del sistema.
	Filtro obturado	Cambiarlo
	Bomba defectuosa	Comprobarlo y en su caso repararla
	Accionamiento de la bomba averiado	Verificar los engranajes, correas o ejes
	Válvulas de seguridad defectuosas	Comprobar si las presiones de tarado de las válvulas de seguridad son las recomendadas por el fabricante.
	Varillaje desacoplado	Buscar la desconexión si los brazos obedecen a una de las dos palancas de mando (posición o esfuerzo) y a la otra no y repararla.
	Distribuidor defectuosos	Eliminar impurezas entre un pistón y su asiento, desobturar una canalización de pilotaje o remediar otra causa que impida el funcionamiento del ascenso.
	Junta del cilindro de elevación deteriorada	Cambiarla. Probablemente los brazos subieron lentamente antes de dejar de subir
	Avería en otro punto del circuito	Comprobar los elementos situados entre la bomba y el ramal de elevación
	Apero demasiado pesado	Desengancharlo o instalar un cilindro elevador auxiliar
Los brazos de mueven muy lentamente	Aceite frío	Calentarlo previamente o instalar un sistema que permita a la bomba aspirar todo el aceite que necesita
	Aceite muy viscoso o de mala calidad	Cambiarlo
	Nivel de aceite demasiado bajo	Rellenar depósito
	La bomba está girando muy despacio	Aumentar la velocidad de la bomba
	Fugas de aceite	Observar la fuga externa o interna. Si con los brazos levantados soportando una carga y el motor del tractor parado, los brazos no bajan, las fugas no se producen entre el distribuidor y el cilindro
Oscilación rítmica de los brazos elevadores	Fugas en algún punto entre el distribuidor y el cilindro	Si las oscilaciones se producen en cualquier posición de los brazos elevadores, las fugas están antes del cilindro; si se producen solo en determinada posición, probablemente el cilindro esté rayado en alguna zona.
Los brazos elevadores se detienen sin terminar de subir del todo	Mala regulación de la posición neutra del distribuidor	
	Abertura de la válvula de seguridad	Aumentar la presión de tarado de la válvula
Los brazos sufren sacudidas durante la subida	Aceite frío o muy viscoso	
	Bajo nivel de aceite	Rellenar depósito
	Filtro de aspiración parcialmente obturado	Limpiarlo o cambiarlo
	Aire en el aceite	Buscar el punto de entrada de aire entre el depósito y la bomba
Excesivo calentamiento del aceite	Aceite de mala calidad o contaminado	Cambiarlo
	Bajo nivel de aceite	Rellenar el depósito
	Apero muy pesado	Aumentar la presión de tarado de la válvula de seguridad
	La válvula de seguridad está abierta mientras los brazos están en la posición más alta	Se nota por el ruido de la válvula de seguridad cuando los brazos están arriba del todo y el motor del tractor a poca velocidad. Reparar el dispositivo que coloca el distribuidor en posición neutra cuando el pistón llega al final de su carrera.
	Laminado del aceite en algún elemento	Revisar que válvula cierra mal y tiene fugas de aceite a presión
	Mal funcionamiento del radiador	Limpiarlo o arreglarlo
	Tuberías dobladas o estrechadas	
	Bajo nivel de aceite	Rellenar el depósito
	Aceite frío o muy viscoso	

Tabla 53: Anomalías, causas, soluciones, sistema elevador hidráulico.

5.2.3.3.- Servicios externos.

Aprovechando que el tractor presenta un sistema hidráulico complejo y capaz, se ha previsto también la opción de poder alimentar elementos auxiliares capaces de enviar aceite a presión a aperos con cilindros o motores hidráulicos, de este modo se evitar que sean los aperos los que lleven un sistema completo hidráulico, limitándose simplemente a tener actuadores, tuberías y conectores.

Los servicios externos están previstos para una demanda de 30 a 120 l/min, dependiendo del tipo de tractor y del tipo de apero.

Para que estas operaciones sean posibles el tractor dispondrá de distribuidores de servicios externos y sus correspondientes salidas de acoplamiento rápido. Estos distribuidores están acoplados en paralelo para poder ser accionados simultáneamente.

Un servicio externo muy específico es el frenado hidráulico de remolques, la función persigue que al frenar el tractor las ruedas del remolque se frenen proporcional y simultáneamente junto con las del tractor.

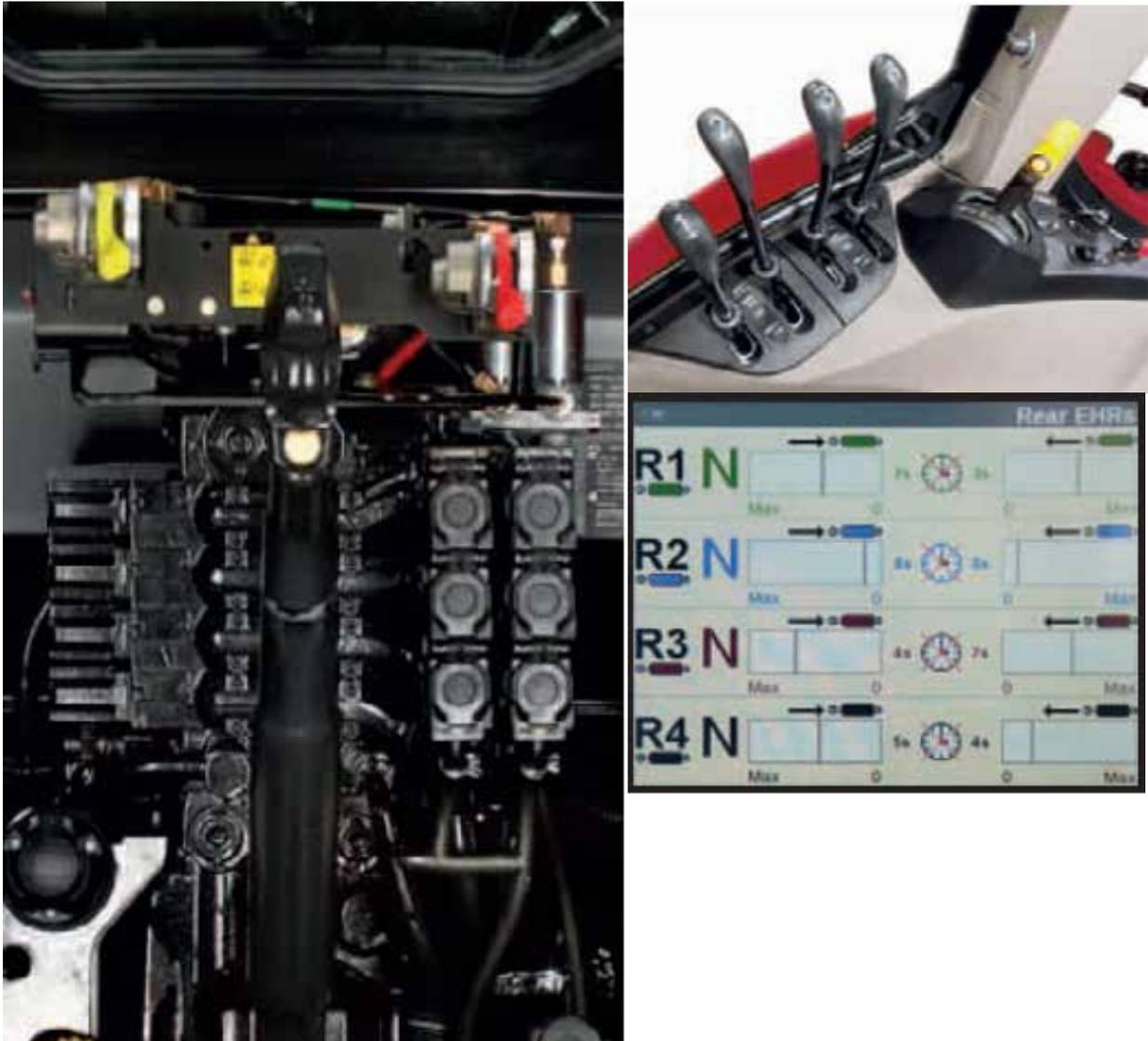
Este acoplamiento rápido es de formas y dimensiones diferentes de los acoplamientos rápidos del resto de servicios, la frenada simultánea solo se efectuará si el tractorista acciona los frenos derecho e izquierdo del tractor.

Existen 5 normas básicas válidas para un correcto uso y mantenimiento del sistema hidráulico.

- Usar el aceite hidráulico recomendado por el fabricante del tractor.
- Mantener el nivel correcto de aceite en el depósito del sistema hidráulico. Revisar el nivel del aceite en intervalos regulares indicados en el manual de mantenimiento del fabricante.
- Mantener el aceite hidráulico limpio, cambiar el filtro y el aceite hidráulico en los periodos indicados en el manual de mantenimiento del tractor
- Reparar con urgencia fugas externas, un punto de fuga puede ser también un punto de entrada de suciedad al sistema hidráulico.
- Usar el sistema hidráulico dentro de sus capacidades de funcionamiento, no sobrecargando su uso con presiones excesivas en la bomba.

En la siguiente fotografía podemos apreciar la parte trasera de un tractor de la firma Case IH, modelo Maxxum , en el que se indican las opciones de uso de los distribuidores externos para la conexión y manejo de aperos.

En la parte trasera presenta las conexiones de los 4 distribuidores de esta serie y dentro en cabina se alojan los mandos con los cuales el tractorista puede manejar estos sistemas.



Fotografía 19: Tomas externas de la serie Maxxum, Case IH

5.2.3.4.- Servicios propios.

Los servicios del tractor que tienen asistencia hidráulica, como puede ser la caja de transmisiones, la doble tracción, el bloqueo diferencial, la conexión de la toma de fuerza, etc...., se caracterizan por tener conjuntos de válvulas integradas cuyo accionamiento es mediante mandos que controlan electroválvulas, las cuales proporcionan el aceite adecuado los pequeños actuadores encargados de actuar sobre embragues de discos múltiples que suelen llevar todos estos sistemas.

Las válvulas son de tipo cartucho con diversos agujeros, por medio de un electroimán y un muelle recuperador realizan las funciones de accionamiento directo e inverso.

El caudal que necesitan estos pequeños sistemas es del orden de 20 a 30 l/min, y en baja presión.

Al final del circuito de estos sistemas de accionamiento formados por válvulas, el aceite pasa primero por los canales de lubricación de los elementos mecánicos de estos sistemas.

5.3.- Transmisión hidrostática continua vs. mecánica continua.

Los tractores más modernos y de mayor potencia en algunas firmas comerciales de tractores implementan como sistema de transmisión sistemas IVT (Infinite Variable Transmission) denominada también transmisión hidrostática, por otro lado, otras firmas han apostado por la transmisión continua mecánica mediante variadores de polea mecánicos con cadena, CVT (Continuous Variable Transmission).

El tipo CVT no es muy común en el mundo automotriz, pero está en uso en maquinaria agrícola. Funciona por una combinación del CVT con poleas, toroidal o rodillos sobre discos con engranajes planetarios. Tiene aplicaciones particularmente ventajosas en conjunto con motores de alto par. Son utilizados por ejemplo por John Deere para varios tractores, eliminando la necesidad de embragues y permitiendo reducir las revoluciones del motor en condiciones de baja carga o alta velocidad, reduciendo el consumo de combustible. Cuando está combinado con el sistema toroidal o rodillos, también requiere un fluido de tracción especial.

La transmisión IVT hidrostática, utiliza bombas hidráulicas de desplazamiento variable para variar el flujo de líquido hidráulico a motores hidráulicos. A veces esto es combinado con engranajes planetarios y embragues para formar un sistema híbrido. A velocidades lentas, la fuerza es transmitida por las bombas. A altas velocidades, la fuerza es transmitida mecánicamente. Entre los dos extremos, es una combinación de los dos. Por eso estos sistemas son populares en tractores agrícolas.

Para el mantenimiento del IVT, el punto más crítico en el mantenimiento de la transmisión IVT es el aceite. El aceite debería tener anti-corrosivos, aditivos anti-espumantes, detergentes, dispersantes, anti-desgastes, anti-oxidantes, surfactantes, mejoradores de fluidez, acondicionadores de retenes y empaquetaduras, colorante y mejoradores de índice de viscosidad.

La CPU que controla la transmisión actúa sobre varias válvulas para posicionar las poleas, los discos, rodillos, etc. por el aceite.

- Si el aceite está oxidado o muy viscoso, no puede accionarlas.
- Si el aceite no tiene suficiente detergencia, las válvulas se atascarán y los sensores que mandan señales a la CPU no funcionarán correctamente.
- Este aceite tiene que resistir altas temperaturas en los puntos de presión y disiparlas en el enfriador de aceite.

- El aceite tiene que eliminar fricción en los cojinetes y rodamientos dentro de la transmisión, mientras haga tracción en los puntos de contacto entre la correa y sus poleas o entre los discos y los rodillos.

Cada 20,000 a 40,000 kilómetros o cuando el aceite pierde su color (la oxidación cambia el color de rojo a negro/marón), es hora de cambiarlo

Si no cambia este aceite a tiempo o usa un aceite ATF común, puede causar:

- Mayor desgaste.
- Daños permanentes a componentes interiores.
- Alto costo de reparaciones.
- Vibraciones por lo que agarra y resbala.
- Pérdida de fuerza (por lo que la CPU no puede calcular bien).
- Exceso de consumo de combustible (por lo que la CPU no puede calcular bien)
- Reducción en potencia cuando quiere pasar otro auto o subir la montaña.

Como hemos comentado anteriormente vamos a diferenciar y desarrollar la diferencia que existe entre el sistema CVT mecánico e hidrostático.

a) CVT Mecánica.

La idea del sistema CVT parte de poder disponer en lugar de cinco, seis o más relaciones de transmisión por un sistema de piñón-corona fijos a tener infinitas cantidades de relación de transmisiones, esto es posible gracias al sistema desarrollado que es capaz de mantener el motor en su par máximo de potencia y de rendimiento y reducir el consumo a su vez.

Constructivamente la transmisión CVT no tiene engranajes, sino que está formada por un sistema de correas o discos en combinación con unas poleas variables que permiten variar su radio de giro y permiten transmitir par y velocidad, siendo todo controlado por una CPU y una cantidad de sensores electrónicos.

En este sistema los tipos más comunes son VDP, sistema formado por correas y poleas, también llamado CVT normal y el sistema CVT-t cuya diferencia radica en el uso de unas piezas toroidales que requieren de un aceite de tracción.

En los croquis adjuntos apreciamos la diferencia entre las dos tecnologías.

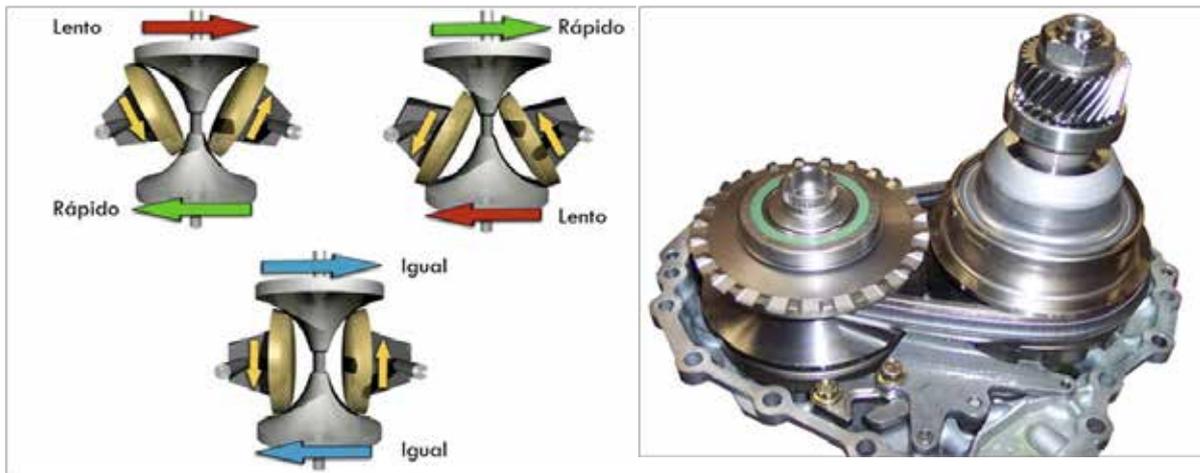


Ilustración 54: Sistema CVT toroidal y por correa.

Sobre las ventajas de los sistemas CVT de transmisión por correa, destacan los costes más reducidos de producción de esta transmisión frente a las transmisiones con engranajes tradicionales, aunque no se repercute en el coste global de tractor, puesto que utilizan menos componentes y son más simples. Por otro lado es capaz de mantener la potencia y el par del vehículo en un nivel óptimo, reduciendo gracias a su optimización de rendimiento el consumo de combustible.

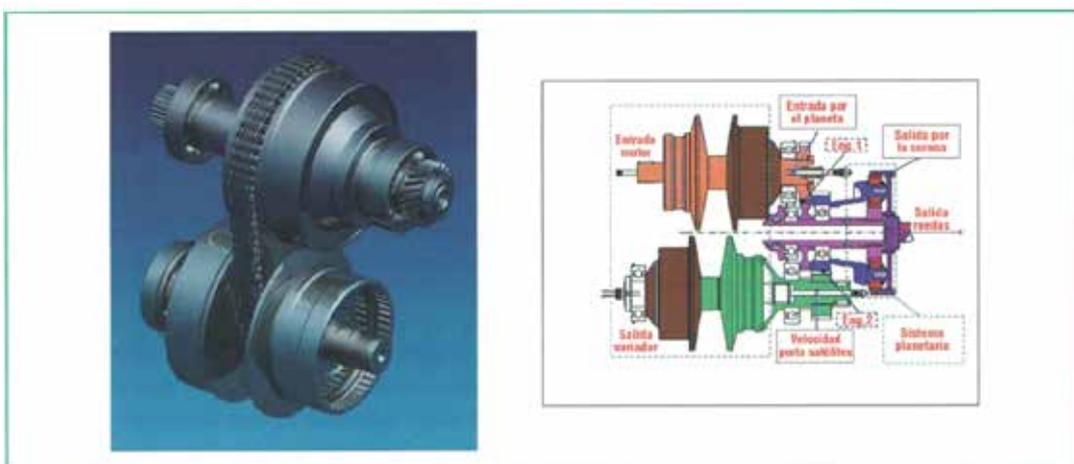


Ilustración 55: Transmisión Easy Drive de New Holland, tractor Bloomer. [5]

Como desventaja, al ser una tecnología relativamente nueva en su uso no está todavía madura en su intención de explotar todo su potencial, aun así se sigue instalando en una gama amplia de tractores y su uso se irá extendiendo progresivamente en un futuro, por otro lado en comparación con las transmisiones puramente mecánicas incrementa el coste total de los tractores. New Holland en sus modelos de tractor Bloomer incorpora este tipo de transmisión.

b) CVT Hidrostática.

El nacimiento de la transmisión hidrostática adaptada a los tractores se inicia en los años 80, cuando la firma Fendt desarrolla una transmisión híbrida mecánica e hidrostática, funcionando en paralelo de manera independiente. La transmisión se bautizaría con el nombre de "Duospeed" y ofrecería dos opciones de uso, modo mecánico para trabajos pesados funcionando como un tractor convencional y en modo hidrostático por medio de una bomba de caudal variable y motores hidráulicos, funcionando en un régimen óptimo para trabajos en la toma de fuerza, mientras se mejora el control del avance.

Posteriormente tras sucesivas investigaciones desarrollaron la que hoy se conoce como transmisión "Vario", cambiando el sistema a un funcionamiento paralelo pero simultáneo, consiguiendo una alta eficiencia para velocidades lentas y compensando con la parte mecánica para velocidades mayores.

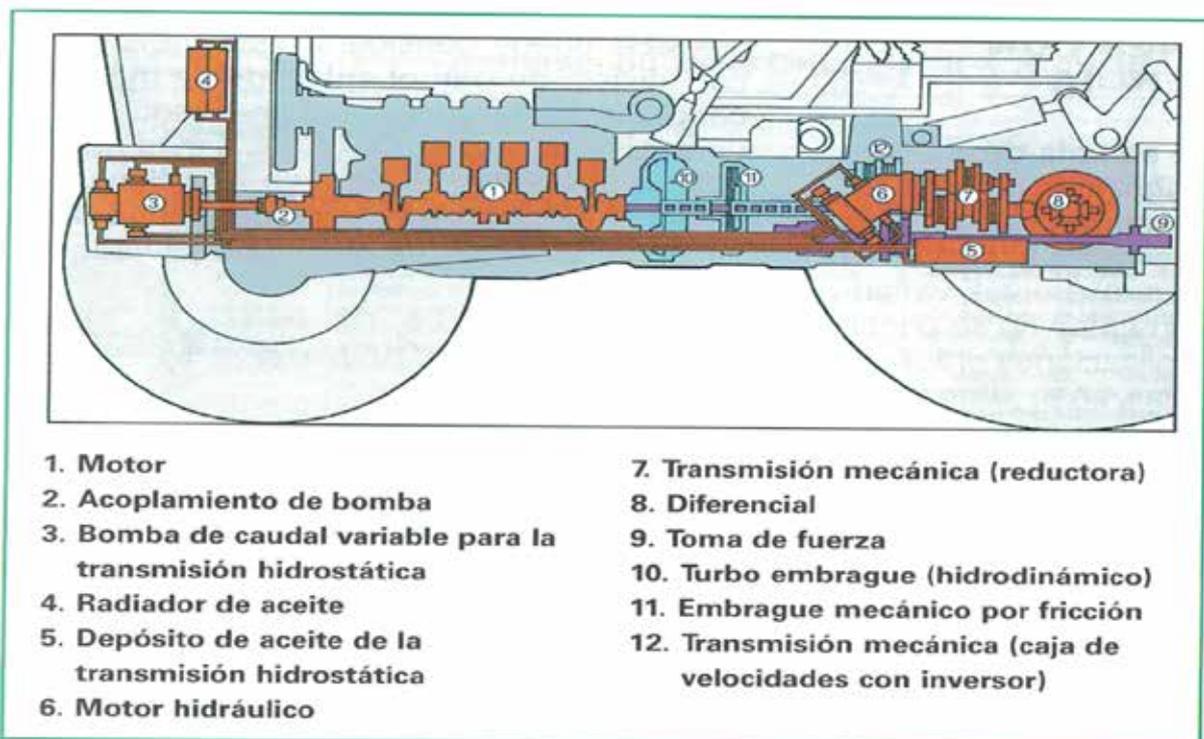


Ilustración 56: Transmisión mecánica-hidrostática de Fendt. [5]

Es en 1968 cuando James H. Kress, propone diferentes opciones para dividir el par que entra en la caja de cambios y conseguir una transmisión sin escalones (CVT-IVT), utilizando engranajes planetarios donde en función de su posición se denomina planetario divisor si se instala en la entrada de la caja y planetario sumador si se encuentra en la salida de la caja. Teniendo en cuenta la alternativa de ofrecer al sistema planetario 3 ejes activos o 4 ejes activos con un sistema planetario compuesto, denominado planetario puente.

Sobre la base introducida de la estructura ya conocida como planetario divisor Fendt desarrolló un sistema por medio del cual el conjunto de engranajes planetarios recibe directamente la potencia del motor y de este sistema planetario salen dos líneas de potencia, una mecánica y otra hidráulica, que se juntan en el eje de salida de la caja en dirección a las ruedas.

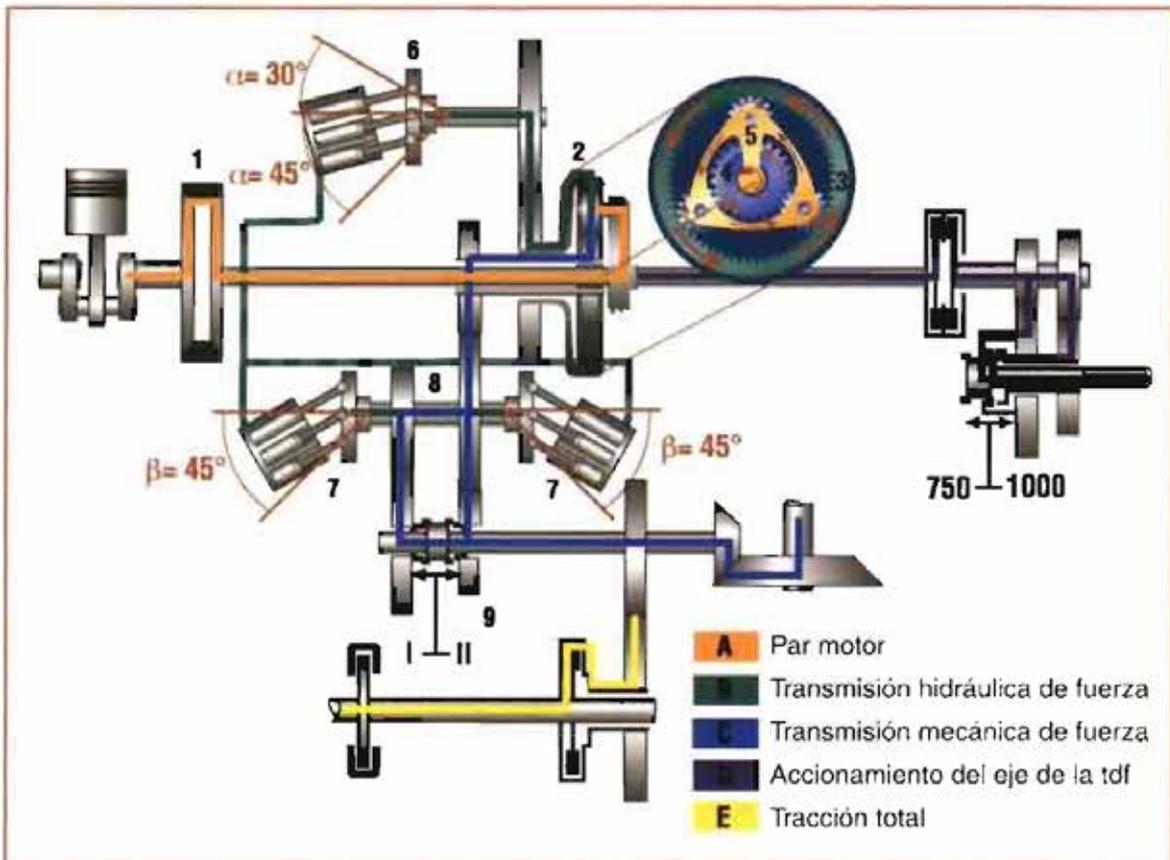


Ilustración 57: Transmisión Vario de Fendt.

La parte hidráulica, dispone de una unidad impulsora y otra receptora del fluido que se encarga de transmitir la potencia (bomba y motor, que pueden intercambiar sus funciones), al menos una de ellas de cilindrada variable, lo que permite ajustar la velocidad del eje de salida al tipo de trabajo que efectúa el tractor, manteniendo constante el régimen del motor, aunque a costa de unas pérdidas de energía superiores que las que se producen en una transmisión mecánica pura, que aumentan a medida que la potencia transmitida como hidráulica es mayor.

Para mejorar el rendimiento de la parte hidrostática y lograr una alta eficiencia del conjunto, se utiliza una caja de cambios de dos escalones, colocada en la salida hacia las ruedas, que permite en el conjunto dos rangos de variación de las velocidades de avance: 0 a 32 y 0 a 40 km/h como el montado en el tractor Fendt Favorit 926 Vario.

En la transmisión hidráulica-mecánica la eficiencia de la unidad hidráulica depende de los caudales impulsados y de la presión de trabajo. A medida que se separa de su punto óptimo de funcionamiento la eficiencia se reduce. Cuando las reducciones demandan velocidades pequeñas de avance y las transmisiones están trabajando con carga, las válvulas limitadoras de presión hidráulica protegen de las roturas por exceso de carga.

Dada la competencia entre fabricantes de tractores, el resto de firmas seguían desarrollando una solución alternativa a la transmisión de Fendt, entonces es cuando Case desarrolla el sistema "S-Matic", un sistema de transmisión con planetario sumador.

En este nuevo sistema el planetario usado es de tipo compuesto, con cuatro etapas o escalones, lo que permite reducir el porcentaje de potencia transmitida en forma hidrostática y mejorar la eficiencia de la transmisión a costa de complicar la construcción de esta caja de transmisiones.

La diferencia consiste en la utilización de un planetario compuesto combinado con una transmisión hidrostática.

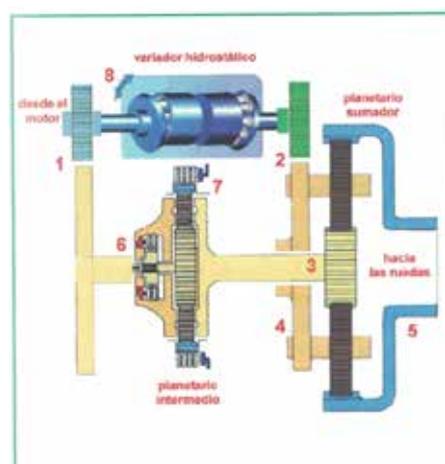


Ilustración 58: Esquema de una transmisión CVT

Este tipo de sistemas requieren de la utilización de sistemas electro-hidráulicos y planetarios con respuesta rápida, de transductores para determinar el régimen de giro en diferentes ejes y un microprocesador que controla todas las variables del sistema.

Otra posibilidad es la de colocar el planetario o los planetarios auxiliares, después del sumador al igual de lo que hace Fendt en su transmisión (planetario divisor), con lo que se puede conseguir una transmisión con gamas. Este ultimo sistema es que utilizan firmas como Valtra o el sistema TTV de SDF de los tractores Agrofarm.

En la actualidad la mayoría de fabricantes ya han introducido en sus tractores, sobre todo los de mayor potencia la transmisión CVT, aunque también se siguen montando con transmisiones 100% mecánicas convencionales con marchas sincronizadas y cambio bajo carga.

AGCO le da preferencia a las transmisiones con planetario divisor, originario de Fendt, con unidades hidráulicas de gran cilindrada, se da prioridad a la parte hidráulica de la caja, con una bomba y dos motores. El planetario usado es simple y en modelos de pequeña potencia se usa solamente motor hidráulico. Se montan dos gamas de velocidad en las transmisiones de Fendt. Este tipo de transmisiones las usa Fendt (Vario) y Massey-Ferguson (Dyna-VT).

Otra de las opciones elegidas por los fabricantes es la compuesta por un planetario sumador compuesto por cuatro gamas en serie integradas con la unidad hidráulica, una de las dos unidades hidrostáticas dispone de cilindrada variable, funciona como bomba, mientras que la otra actúa como motor, este tipo de transmisiones son las que usan firmas como Case (CVX), New Holland (TVT).

Existe otra alternativa combinando un planetario sumador con cinco gamas y dos unidades hidráulicas, una de cilindrada fija y otra variable. El fabricante de transmisiones ZF, las suministra a John Deere (CVT AutoPowr) y Deutz-Fahr (Agrotron TTV).

Al final el resultado es la utilización de varios fabricantes de cajas de transmisiones prácticamente iguales diferenciándose por la electrónica que utilizan para definir las estrategias de gestión. Algunos mantienen el régimen del motor constante, aunque aumente la carga en la transmisión hasta que se alcanza un determinado nivel de par motor. Si la carga sigue aumentando se incrementa el régimen del motor, a la vez que se modifica la relación de transmisión para que se mantenga la velocidad constante. En otros casos se da prioridad a mantener constante el régimen de la toma de fuerza (velocidad de avance variable).

Los inconvenientes de estas transmisiones son el mayor coste de adquisición y la menor eficiencia si el tractor se utiliza a niveles de carga muy elevados.

Pero por otro lado el uso de transmisiones CVT resulta interesante para tractores polivalentes en los que el componente de trabajo a la toma de fuerza y el transporte a alta velocidad, especialmente con poca carga, suponen la mayoría de tareas del tractor.

6.- Lubricantes recomendados, especificaciones.

Entre los objetivos principales de este estudio, destacamos el uso de lubricantes de cada firma de tractores, que está directamente relacionada con los sistemas utilizados en sus tractores y sus recomendaciones de lubricación óptimos para cada sistema.

Podemos encontrar firmas que usan aceites UTTO para los sistemas hidráulico y transmisión y por otro lado un aceite de motor, principalmente, pero también encontramos firmas que recomiendan aceites dedicados para cada sistema, usando lubricantes específicos para sistema hidráulico, para la transmisión y para el motor.

A continuación hemos analizado por medio de las páginas web de los fabricantes y sus correspondientes colaboradores o distribuidores de lubricantes, las cantidades, calidades y recomendaciones de mantenimiento de cada firma.

La variedad de lubricantes es muy amplia en algunos casos teniendo en cuenta que los lubricantes que se usan hoy en día deben cumplir con las exigencias de emisiones en el caso de motor, de grados de limpieza y reducción del deterioro en sistemas de transmisión e hidráulicos.

Por otro lado se han recopilado todos los datos posibles referentes a las capacidades de los sistemas de los tractores, teniendo en cuenta que esta información calificada como más técnica en algunos casos ha sido complicada de obtener, ya que hay firmas como John Deere, New Holland que tienen mucha información en su web, pero por contra firmas como Kubota o Deutz Fahr, ofrecen muy poca información y sus catálogos son muy comerciales, no ofreciendo ninguna información técnica al respecto.

6.1.- John Deere.

La web de John Deere, tiene varias secciones dentro de las cuales podemos encontrar mucha información técnica sobre la composición de sus tractores "**Technical Publication Search**", podemos encontrar para todas los sistemas de los tractores documentación relativa a sustitución de piezas, recambios, etc...

En el gráfico adjunto apreciamos para los modelos de tractores analizados las capacidades de lubricante del cárter, ejes de rueda y frenos, estos dos últimos son sistemas menores con uso de lubricante específico y son sistemas cerrados de lubricación, todo asociado como dato comparativo a la potencia del tractor.

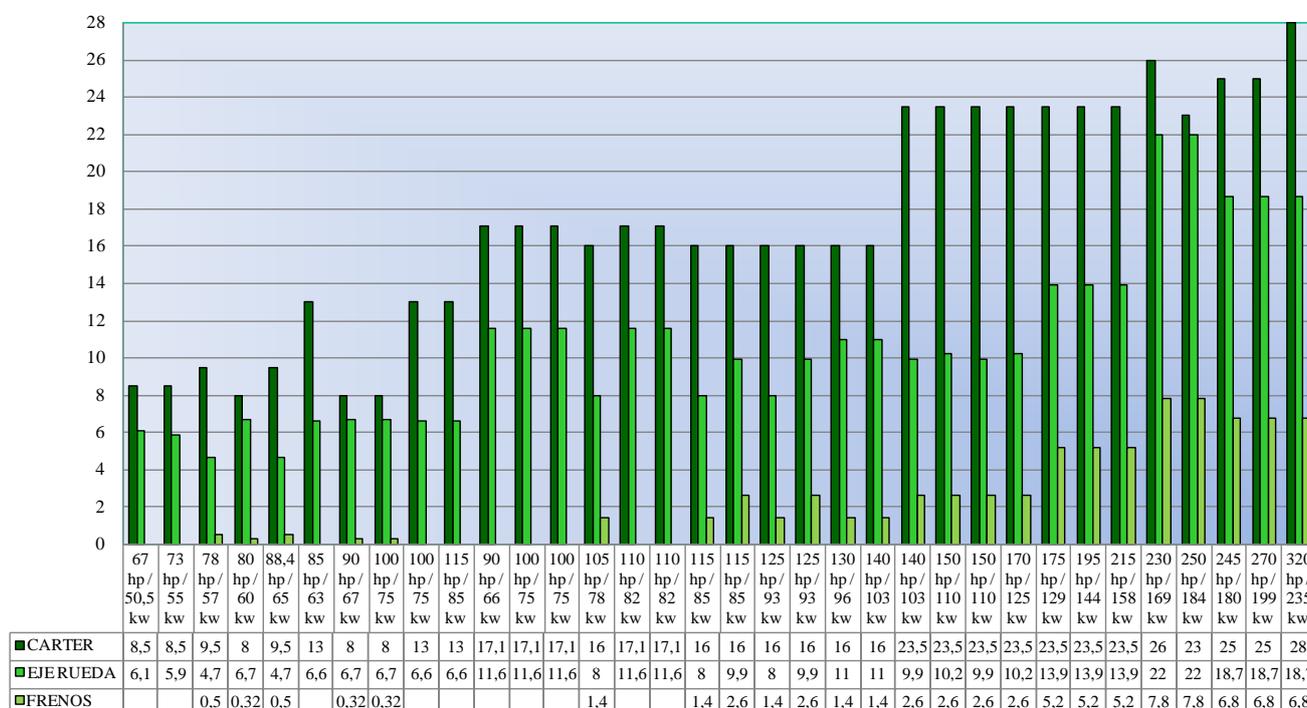


Gráfico 1: Capacidad litros cárter, eje rueda, frenos. John Deere

Las capacidades aumentan con el incremento de potencia de los motores, para el aceite de motor, uno de los lubricantes más importantes en los tractores, en el rango de potencias desde 67 a 100 cv la capacidad media oscila sobre los 8 litros, para potencias de 100 a 140 cv la capacidad media es de 16 litros y para potencias de 140 a 320 cv la capacidad media es de unos 25 litros.

Con los mandos finales, ejes de rueda y frenos ocurre lo mismo, la cantidad de lubricante va en proporción aumentando con el incremento de potencia del motor.

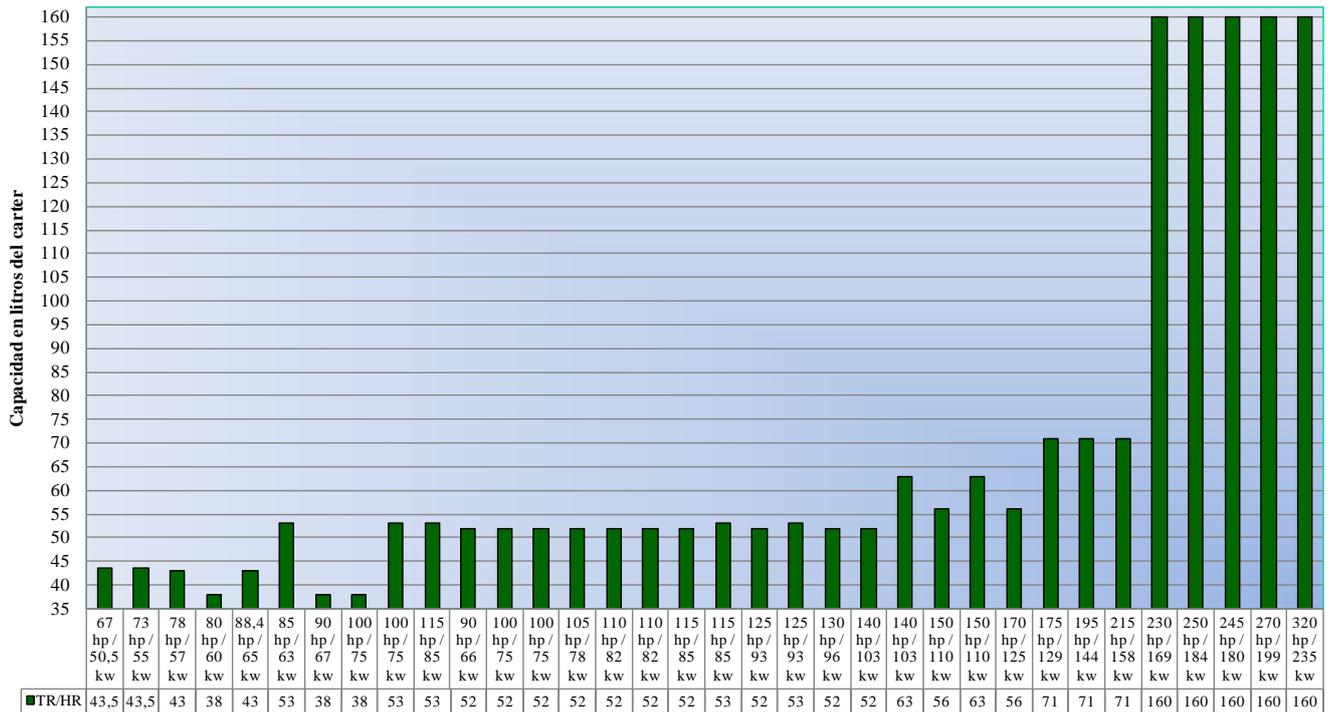


Gráfico 2: Capacidad litros sist. hidráulico y transmisión. John Deere.

En este otro gráfico podemos observar la relación que se cumple entre las cantidades de uso de lubricante del sistema hidráulico compartido con la transmisión, en relación a la potencia del tractor, observando que la cantidad permanece alrededor de los 40 litros para potencias entre 67 y 100 cv, pasando a una media de 52 litros entre 100 y 150 cv, con un pequeño incremento entre 60 litros para 140 y 150 cv y 71 litros para el rango de 175 a 215 cv, y lo más notable es el aumento considerable de la cantidad llegando a los 160 litros cuando los tractores tienen una potencia entre 230 y 320 cv.

Por lo tanto, tal como se recomienda en las especificaciones del fabricante y podremos observar a continuación John Deere es partidario del uso de un lubricante de motor específico dependiendo de la serie del tractor y de su antigüedad, ofreciendo varias calidades y por otro lado presenta un lubricante UTTO para transmisiones y sistema hidráulico agrupado.

Dejando como alternativa el uso de lubricantes para transmisiones dedicadas en pequeños sistemas como frenos, mandos finales, pequeños diferenciales, etc...

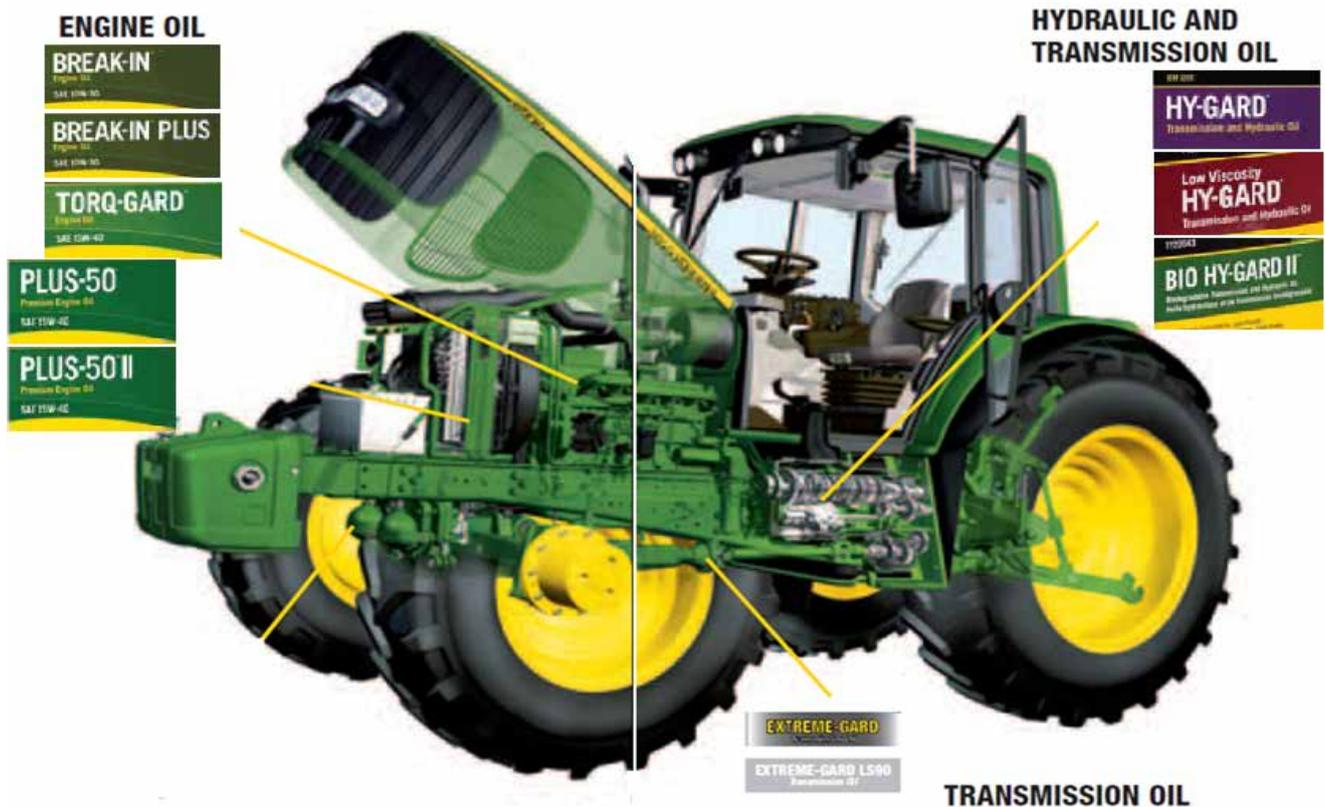


Ilustración 59: Recomendación lubricantes / sistema. John Deere. Web J.D.

El uso de cada lubricante va a depender de las especificaciones recomendadas por el fabricante según el motor y el sistema de transmisión e hidráulico, para John Deere, el periodo de rodaje es importante por eso recomienda el uso de un aceite "Break-in plus" o "Break-in" para motores nuevos o reconstruidos, dependiendo si el motor es Tier IV o anterior respectivamente.

Para motores anteriores a Tier III / Stage III B o superiores, el aceite de motor recomendado es el Torq-gard con varios grados SAE. Para motores que cumplen la norma Tier III / Stage III A se recomienda el JD-Plus-50.

Para motores actuales desde la norma Tier IV / Stage III B, el recomendado es JD-Plus 50 II, en motores de 4 tiempos de aspiración natural o sobrealimentados, incluyendo filtro de partículas diesel (DPF), reducción catalítica selectiva (SCR), catalizador de oxidación diesel (DOC) y recirculación de gases de escape (EGR).

Para los sistemas de transmisión e hidráulico John Deere recomienda el Hy-gard o Hy-gard Low viscosity, teniendo como alternativa un lubricante BIO hy-gard II, aunque también ofrece como opción para sistemas dedicados lubricantes de transmisión e hidráulicos.

En las tablas adjuntas tenemos indicadas las especificaciones de cada tipo de lubricante.

		BREAK-IN	BREAK-IN	TORO-GARD				JDPLUS-50	JD-PLUS-50 II		
		10W30	PLUS 10W30	15W40	10W30	5W30	30	10W	15W40	10W30	0W40 (PAO)
API	CJ-4	X		X	X				X	X	X
	CI-4 PLUS			X					X	X	X
	CI-4			X	X	X		X	X	X	X
	CH-4			X	X	X			X	X	X
	CG-4			X	X	X			X	X	X
	CF-4			X	X	X			X	X	X
	CF			X	X	X	X	X	X	X	X
ACEA	E9	X							X	X	
	E7			X					X	X	
	E5							X			
	E3			X				X			X
	E2										X
JOHN DEERE	JDQ-78X							X	X	X	X
	J20C										
	J20D										
	J23B	X									
CUMMINS	CES 20081								X	X	X
	CES 20078							X			X
	CES 20077							X	X	X	
	CES 20076							X	X		
	CES 20075			X				X	X	X	X
	CES 20072			X				X			
	CES 20071			X				X			
MB	228.31								X	X	X
	228.3			X				X			
	228						X				
CATERPILLAR	ECF-3			X	X				X	X	
	ECF-2			X	X				X	X	
	SCF-1-a			X					X	X	
	TO-2						X	X	X	X	X

Tabla 54: Especificaciones aceites para motor John Deere.

		UTTO			TRANSMISIÓN		HIDRÁULICO		STOU
		HY-GARD	HY-GARD Low viscosity	BIO HY-GARD II	EXTREME-GARD 80W90	85W140	HYDRAU XR GARD46	HYDRAU 68	UNI-GARD 15W40
JOHN DEERE	J20C	X		X					X
	J20D		X						
	JDQ 95 WEAR TEST	X							
API	GL-4								X
	GL-5				X	X			X
	CF/SF								X
ISO	ISO 32		X						
	ISO 46	X		X			X		
	ISO 68	X						X	
DIN 51524	PART 3 HVLP						X		
	PART 2 HLP								X
	CCMC D4 (equiv ACEA E1)								X

Tabla 55: Especificaciones aceites transmisión e hidráulicos John Deere.

Respecto a las recomendaciones de uso de los lubricantes, entre los documentos encontrados en la web de John Deere, los catálogos comerciales de lubricantes y algunos documentos técnicos de mantenimiento de los tractores, hemos elaborado una tabla comparativa reflejando los tiempos de cambio de cada lubricante para cada sistema. Estas recomendaciones no son generalizadas aunque hay que considerar las condiciones de trabajo del entorno, en qué condiciones de carga y otros factores que pueden reducir el tiempo de cambio o posibilitan alargar un poco más su sustitución.

Algunos datos han sido recopilados de la web: <http://sdf-open.ewp.earlweb.net/>

Los datos remarcados en negrita han sido obtenidos a partir de documentos de John Deere, bien de su web, de fichas técnicas y mantenimiento de los tractores, por lo tanto son recomendaciones confirmadas por John Deere.

LUBRICANTE	CAMBIO
BREAK-IN	100 h - hasta máximo 250 h
BREAK-IN PLUS	100 h - hasta máximo 500 h
TORQ-GARD	250 h
JD PLUS-50	Entre 250 h y 375 h / 500 h a partir serie 6000
JD PLUS-50 II	500 h
EXTREME-GARD (TRANSMISION)	750 h
HY DRAU-GARD (HIDRAULICO)	750 h
HY GARD (UTTO)	750 h

Tabla 56: Recomendaciones de mantenimiento John Deere.

6.2.- New Holland.

New Holland es una firma con una importante presencia en ventas en España, es una marca muy consolidada con una imagen bien definida como John Deere. Sus tractores son fácilmente reconocibles, en su web ofrece mucha información disponible tanto a usuarios y clientes como a curiosos del tema. Podríamos decir que New Holland está al mismo nivel que John Deere en lo que respecta a información encontrada en la web.

En este primer gráfico que vemos apreciamos exactamente lo mismo que con la anterior firma de tractores, el incremento de la capacidad de los sistemas se corresponde directamente con el incremento de la potencia del motor del tractor.

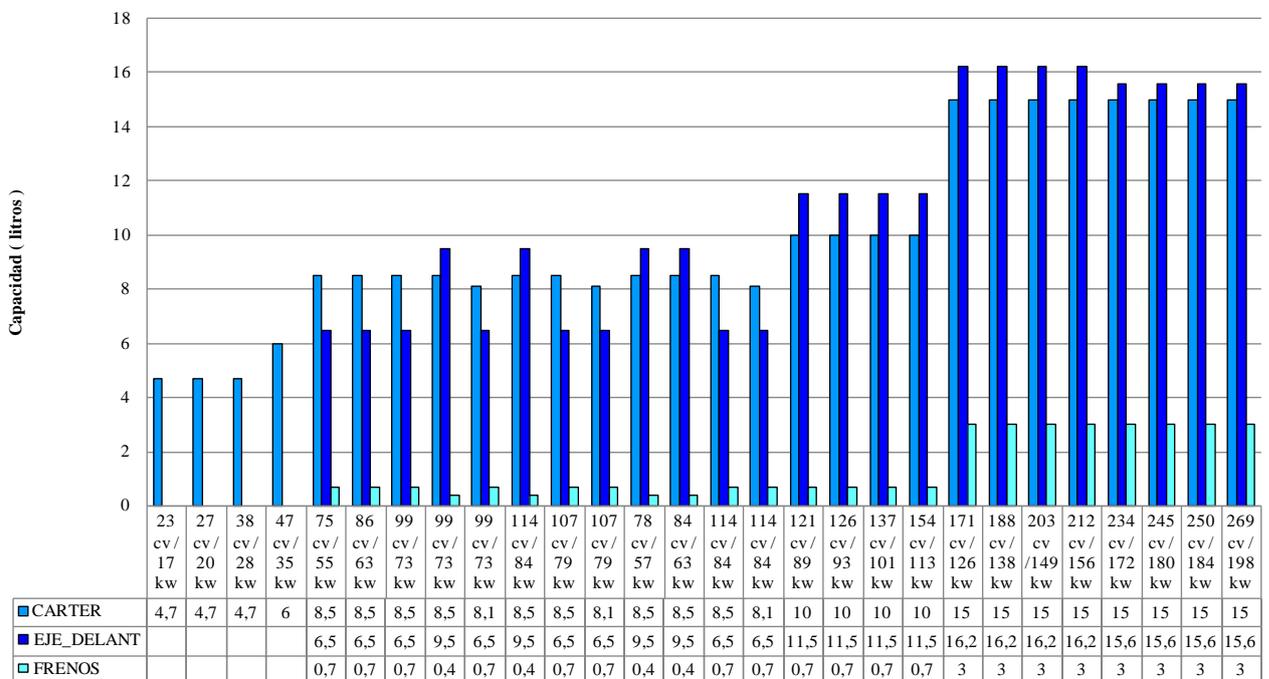


Gráfico 3: Capacidad litros cárter, eje rueda, frenos. New Holland.

Para las potencias desde 23 a 47 cv, la capacidad del cárter es de unos 5 litros, en potencias desde 75 a 154 cv las capacidades del cárter van desde 8,5 a 10 litros y finalmente para potencias entre 171 y 269 cv la capacidad de aceite de motor es de 15 litros.

La cantidad de lubricante de eje delantero, frenos, va en proporción aumentando según aumenta la potencia, aunque las cantidades usadas para estos sistemas son menos significativas, aparte de ser sistemas cerrados.

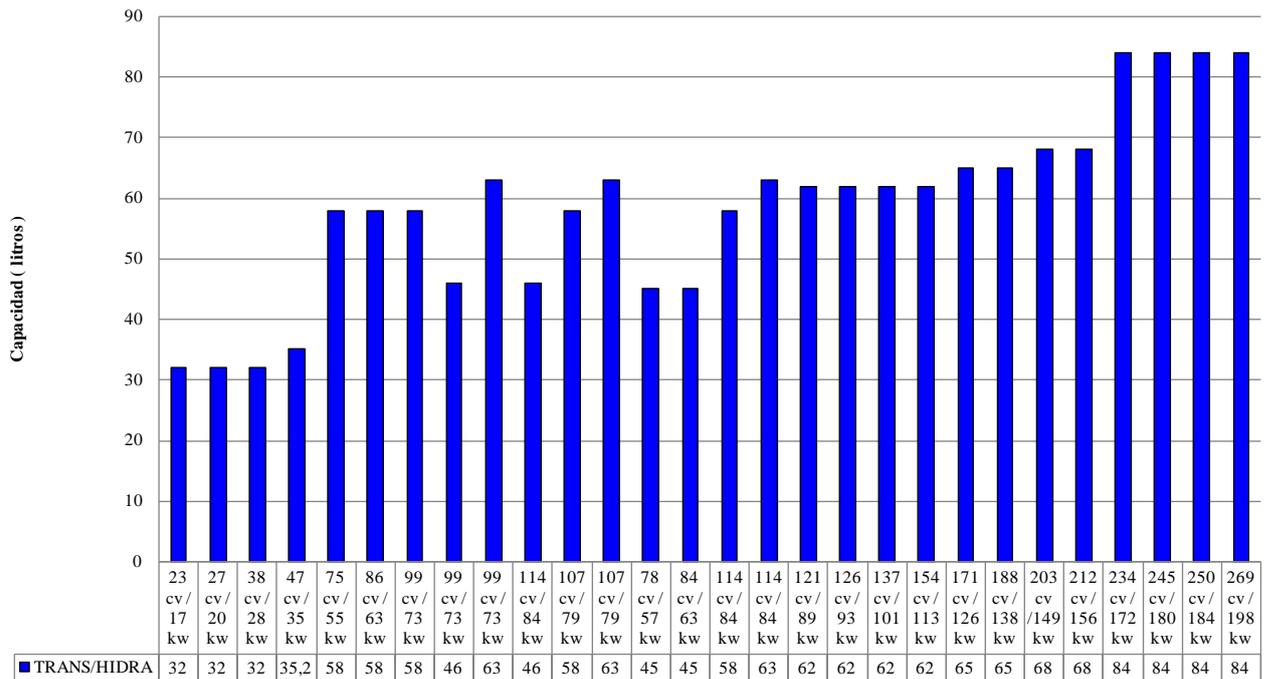


Gráfico 4: Capacidad litros sist. hidráulico y transmisión. New Holland.

La capacidad de aceite dedicado a los sistemas hidráulico y transmisión van desde 32 hasta 84 litros para potencias desde 23 a 269 cv, la capacidad media de lubricante queda sobre los 62 litros para las potencias entre 114 y 154 litros.

New Holland sigue el mismo camino que John Deere ofreciendo sistemas de transmisión e hidráulico agrupados para lo cual su recomendación consiste en un lubricante compartido para estos dos sistemas, un UTTO, aunque como otras firmas ofrece la posibilidad del uso de lubricantes dedicados para transmisión y sistema hidráulico.

New Holland tiene en su oferta de lubricantes una amplia gama, con multitud de alternativas adaptadas al tipo de tractor según su motor, antigüedad del mismo y tipología del sistema.

Los lubricantes recomendados por New Holland son elaborados por la firma Petronas, serie Ambra y grupo CNH, al que pertenece esta firma con la firma Case IH.

MOTOR		TRANSMISIÓN		HIDRÁULICO	
LUBRICANTE		LUBRICANTE		LUBRICANTE	
SUPER GOLD 10W30		VT SPECIAL 10W40		HYDROSYSTEM 68	
PREMIUM 15W40		HYDRODEX		HYDROSYSTEM 68 BIO-S	
SUPER 10		HYDRODEX 3		HYDROSYSTEM 68 HV	
SUPER GOLD 15W40		HYPOIDE 90		HYDROSYSTEM 32	
SUPER GOLD 20W50		HYPOIDE 140		HYDROSYSTEM 46 BIO-S	
SYSTHESIS 15W50		HYDROPOWER		HYDROSYSTEM 46 BIO-V	
SUPER 30		HYPOIDE 90 LS		HYDROSYSTEM 46 HV	
MASTERGOLD HSP 10W30		TX FLUID		HI-TECH 46	
MASTERGOLD HSP 15W40		TRX 80W140		HI-TECH 46 LL	
UNITEK 10W40		AXF 80W90		UTTO	
STOU		STF 80W90		LUBRICANTE	
LUBRICANTE		TBL		MULTIF 20W30	
UNIVERSAL 15W40		TRX 20W40		MULTIG 10W30	
UNIVERSAL 10W30		MASTERTRAN		MULTIBIO 10W30	
UNIVERSAL 15W30		MASTERTRAN ULTRACTION			

Tabla 57: Relación de lubricantes recomendados por New Holland.

En aceites de motor para la nueva generación de motores con bajas emisiones, filtros de partículas DPF, recomiendan el aceite Unitek 10W40 y para motores de tractores antiguos hasta motores Tier IV, el recomendado es el Mastergold HSP, donde el grado 0W40 es un aceite sintético.

Para sistemas compartidos de transmisión e hidráulico la recomendación es el Multi G134, recomendado también para tomas de fuerza, frenos húmedos, y pequeños sistemas dedicados cerrados.

La firma dispone de aceites dedicados hidráulico, denominado Hydrosystem 32/68 y otro específico para transmisiones EP, cajas de cambios, reductores finales, diferenciales, denominado Hypoide 90.

New Holland ofrece la posibilidad de usar lubricantes dedicados para sistema hidráulico BIO y también un aceite UTTO, denominado Multi BIO 10W30.

El lubricante Mastertran Ultraction prescrito para sistemas hidráulicos, transmisiones y frenos húmedos, es recomendable también para transmisiones CVT.

En las tablas adjuntas tenemos indicadas las especificaciones de cada tipo de lubricante por sistemas.

		UNITEK 10W40	SUPERGOLD			SUPER		SYSTHESIS 15W50	MASTERGOLDHSP		PREMIUM 15W40
		10W30	15W40	20W50	10W	30		10W30	15W40		
API	CJ-4	X									
	CH-4							X	X		
	CF-4		X	X	X						
	CD									X	
	CE					X	X				
	SF									X	
	SG		X	X	X						
MAT 3521		X									
ACEA	E9	X									
	E7	X									
	E5							X	X		
NEW HOLLAND	NH 301C				X						
	NH 303 C					X					
	NH 324 H							X			
	NH 324 G		X								
	NH 332 HS						X				
	NH 336 G			X							
	NH 330 B									X	
	NH 330 H								X		
NH 330 G		X									
CUMMINS	CES 20081	X									
	CES 20077							X	X		
	CES 20076							X	X		
	CES 20072							X	X		
MB	228.31	X									
	228.3							X	X		
	227.0				X						
CATERPILLAR	ECF-3	X									
	ECF-2	X									
	ECF-1	X									
MIL-L-2104 E Performan ZF TE-ML03B			X	X	X	X	X			X	

Tabla 59: Especificaciones aceites para motor New Holland.

		UTTO					STOU		
		MULTI F 20W30	MULTI G 10W30	MULTI BIO 10W30	MASTERTRAN	MASTERTRAN ULTRACTION	UNIVERSAL		
							15W40	10W30	15W30
NEW HOLLAND	NH 420 A	X							
	NH 410 B		X						
	NH 410 BS			X					
	NH 030 C						X		
	NH 028 C								X
	NH 024 C							X	
API	GL-4	X	X	X			X	X	X
	GL-5								
	ZF							X	
	CE						X	X	X
ISO	ISO-VG 32		X	X				X	
	ISO-VG 46	X	X	X			X	X	X
	ISO-VG 68	X					X		
ZF TE-ML 03A							X		
ZF TE-ML 05K							X		
ZF TE-ML 03E		X							
ZF TE-ML 05F		X							
ZF TE-ML 06B							X	X	X
ZF TE-ML 07B							X	X	
ZF TE-ML 06G				X					
ZF TE-ML 17E			X						
ZF TE-ML 21K								X	
ZF TE-ML 21F			X						
MAT 3505					X				
MAT 3540						X			
MIL-L-2104 E Performance					X		X	X	X
MIL-L-2105 Performance						X	X	X	X

Tabla 58: Especificaciones aceites transmisión e hidráulico New Holland.

		TRANSMISIÓN												
		VT SPECIAL 10W40	HYDRODEX	HYDRODEX 3	HYPOIDE 90	HYPOIDE 140	HYDROPOWER	HYPOIDE 90 LS	TX FLUID	TRX 80W140	AXF 80W90	STF 80W90	TBL	TRX 20W40
NEW HOLLAND	NH 526 C	X												
	NH 530 A		X											
	NH 530 B			X										
	NH 524 A					X								
	NH 540 B						X							
	NH 550 C												X	
	NH 434 B													X
	NH 600 TR									X				
NH 520 C										X				
NH 520 B							X							
API	GL-4	X									X			
	GL-5				X	X		X	X		X	X		X
ISO	ISO-VG 32	X												
	ISO-VG 46	X												
ZF TE-ML 21A ZF TE-ML 07A ZF TE-ML 05C ZF TE-ML 08 ZF TE-ML 21C ZF TE-ML 05A ZF TE-ML 14A ZF TE-ML 06B ZF TE-ML 07B ZF TE-ML 06F ZF TE-ML 06K ZF TE-ML 21F ZF TE-ML 05F ZF TE-ML 4D ZF TE-ML 3D ZF TE-ML 2F					X	X					X			
					X	X					X			
											X			
											X			
					X	X								
		X			X									
		X												
		X												
											X			X
											X			X
											X			X
											X			X
											X			X
											X			X
	MIL-L-2105 Performance	X			X	X		X				X	X	
DEXRON II D Performance		X												
ATF DEXRON III			X											
VOITH 55.6335.32 Performance				X										
T.A.S.A.							X							
ALLISON C4							X							
OFK 586 TR								X						
CAT TO-4													X	

Tabla 61: Especificaciones aceites para transmisión New Holland.

		HIDRÁULICO								
		HYDROSYSTEM 68	HYDROSYSTEM 68 BIO-S	HYDROSYSTEM 68 HV	HYDROSYSTEM 32	HYDROSYSTEM 46 BIO-S	HYDROSYSTEM 46 BIO-V	HYDROSYSTEM 46 HV	HI-TECH 46	HI-TECH 46 LL
NEW HOLLAND	NH 668 HV			X						
	NH 668 BS		X							
	NH 668	X								
	NH 632				X					
	NH 646 BS					X				
	NH 646 BV						X			
	NH 646 H							X		
	NH 583 HD								X	
NH 646 A									X	
ISO	ISO-VG 32				X					
	ISO-VG 46					X	X	X	X	X
	ISO-VG 68	X	X	X						
DIN 51524-3 HVLP 68 DIN 51524-3 HVLP 46 DENISON HF-0 CINCINNATI MILACRON P-68 DIN 51524 HLP 32 DIN 51524 HVLP 46 DIN 51524-2 HLP 46 DIN 51524 HLP 68 DIN 51524 HVLP 68				X						
									X	
				X						
				X						
					X					
						X	X			
										X
		X								
			X							

Tabla 60: Especificaciones aceites hidráulicos New Holland.

Respecto a las recomendaciones de uso de los lubricantes, entre los documentos encontrados en la web de New Holland, los catálogos comerciales de lubricantes y algunos documentos técnicos de mantenimiento de los tractores, hemos elaborado una tabla comparativa reflejando los tiempos de cambio de cada lubricante para cada sistema. Estas recomendaciones no son generalizadas aunque hay que considerar las condiciones de trabajo del entorno, en qué condiciones de carga y otros factores que pueden reducir el tiempo de cambio o posibilitan alargar un poco más su sustitución.

Algunos datos han sido recopilados de la web: <http://sdf-open.ewp.earlweb.net/>

Aunque la mayor parte de la información ha sido recopilada de:

http://www.extranetpi.eu.petronas.com/dsp/lube-recommender/report_est_selezione.asp?id_marca=8&idlivello=1&idlingua=7

Los datos remarcados en negrita han sido obtenidos a partir de documentos de New Holland, bien de su web, de fichas técnicas y mantenimiento de los tractores, por lo tanto son recomendaciones confirmadas por New Holland.

LUBRICANTE	CAMBIO
Mastergold HSP 15W40 (motor)	500 horas
Unitek 10W40 (motor)	500 horas
Hydrosystem 46 HV (Hidráulico)	1500 horas
Multi G 10W30 (UTTO)	1200 horas
Mastertran Ultraction (UTTO)	1200 horas
Hypoide 90 (Transmisión)	1500 horas

Tabla 62: Recomendaciones de mantenimiento New Holland.

6.3.- Kubota.

Kubota es el tercer fabricante de tractores más vendido en España, las ventas de tractores se limitan a máquinas de pequeña y mediana potencia, la documentación encontrada para esta firma ha sido muy escasa en lo que respecta a información referente a mantenimiento y lubricación.

En la web si tenemos disponible catálogos técnicos comerciales todas las series que comercializa esta marca.

En el gráfico adjunto apreciamos las capacidades de los cárteres de los tractores más vendidos en España de esta firma. Para potencias de 16 a 26 cv la capacidad es de unos 4 litros y para potencias desde 32 a 140 cv la cantidad de lubricante comprende el rango entre 5,7 y 14,6 litros.

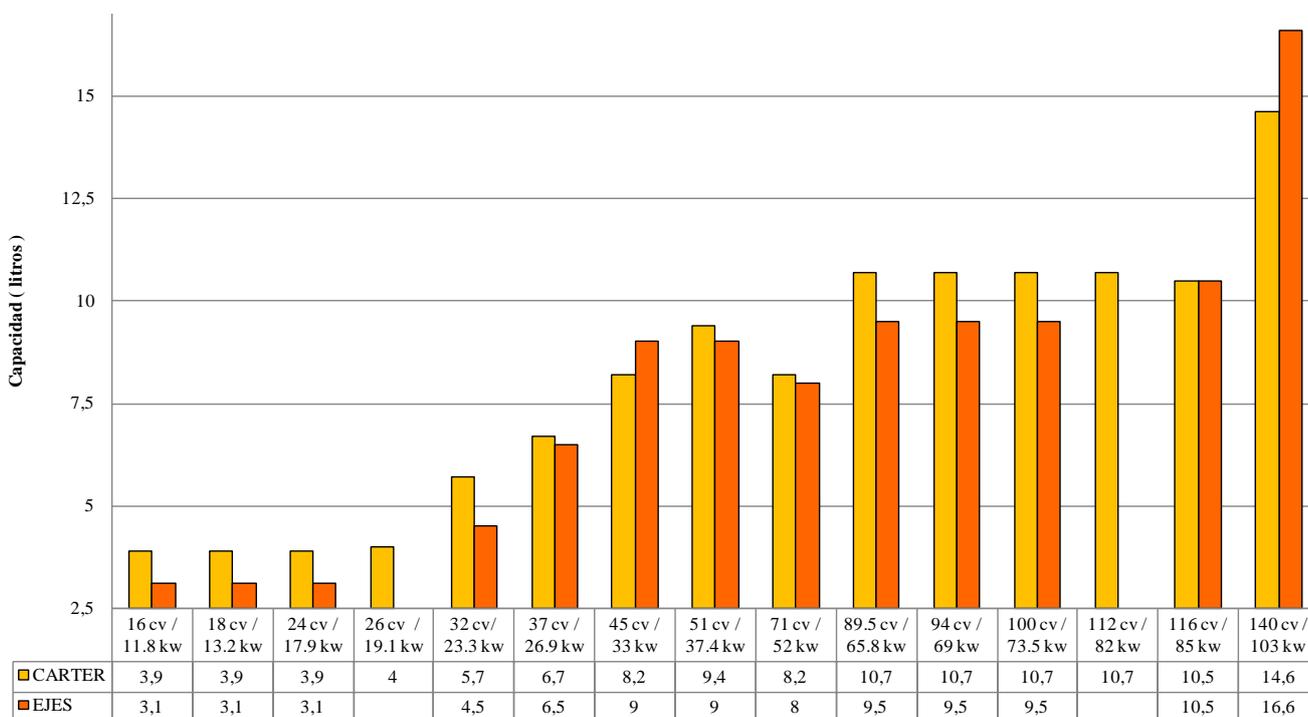


Gráfico 5: Capacidades de aceites de motor Kubota.

En estos modelos de tractor un dato que se repite como en las anteriores firmas es el uso de la misma cantidad de lubricante en el eje delantero, desde 3.1 a 16.6 litros.

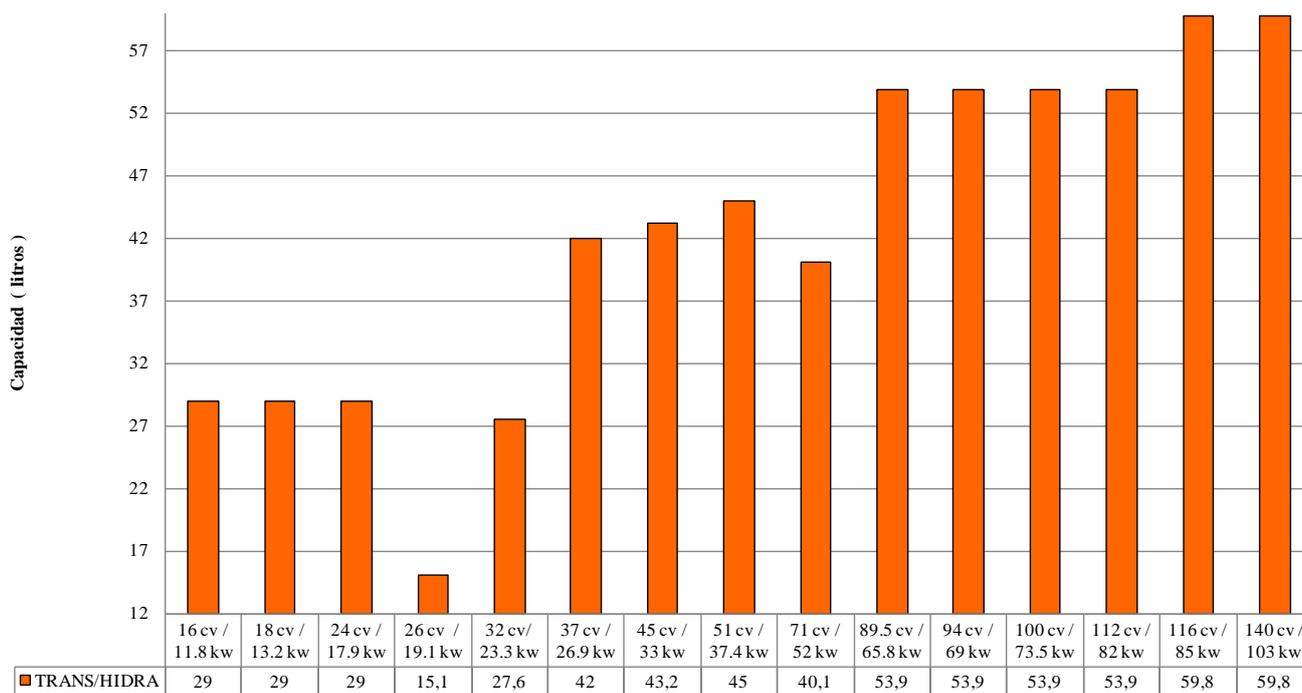


Gráfico 6: Cantidades de lubricante sist. hidráulico y transmisión Kubota.

Para el abanico de potencias de los tractores, continua la relación entre la potencia y la cantidad de lubricante usado es estos dos sistemas compartidos.

Esta firma es la que menos alternativas recomienda en el uso de lubricantes para todos los sistemas de los tractores. La información es menos que escasa.

		ACEITE MOTOR			UTTO	TRANSMISIÓN	
		PERFORMANCE			UTTO	TRANSMISIÓN	
		15W40	10W30	30	SUPER UDT2	80W90	85W140
API	CJ-4	X	X				
	CI-4	X	X				
	CI-4 Plus	X	X				
	CH-4	X	X				
	CG-4	X	X				
	CF-4	X	X				
	CF-2 / CF			X			
	SL / SJ / SH / SG	X	X				
	SF	X	X	X			
CUMMINS	CES 20081		X				
API	GL-4						
	GL-5					X	X
MILL	L-2105 E					X	X

Tabla 63: Recomendaciones de lubricantes Kubota.

Kubota no dispone de mucha información disponible referente al mantenimiento y usos de lubricantes, por lo que se ha extraído los periodos de cambio de los lubricantes de la web: <http://sdf-open.ewp.earlweb.net/>

LUBRICANTE	CAMBIO
Kubota 15W40 (motor)	500 horas
Kubota 10W30 (motor)	500 horas
Kubota 30 (motor)	500 horas
Hydraulic Super UDT2 Universal Trans-Hydraulic (UTTO)	500 - 1000 horas
Kubota gear oil SAE 80W90 (transmisión)	1000 horas
Kubota gear oil SAE 85W140 (transmisión)	1000 horas

Tabla 64: Recomendaciones de tiempos de cambio lubricantes Kubota.

6.4.- Case IH.

Case IH es una firma asociada con New Holland, formando el grupo CNH, por el hecho de formar grupo comparten muchas semejanzas en lo que respecta al uso de lubricantes y la composición sistemática y estructural de los tractores.

El lubricante de motor sigue la proporción de incremento con el aumento de potencia de motor. Para los tractores desde 88 a 240 cv las capacidades de cárter abarcan de 8,5 a 15 litros y paralelamente la cantidad de lubricante del eje delantero es de 4,7 a 15,6 litros, para este mismo rango de potencias comentadas.

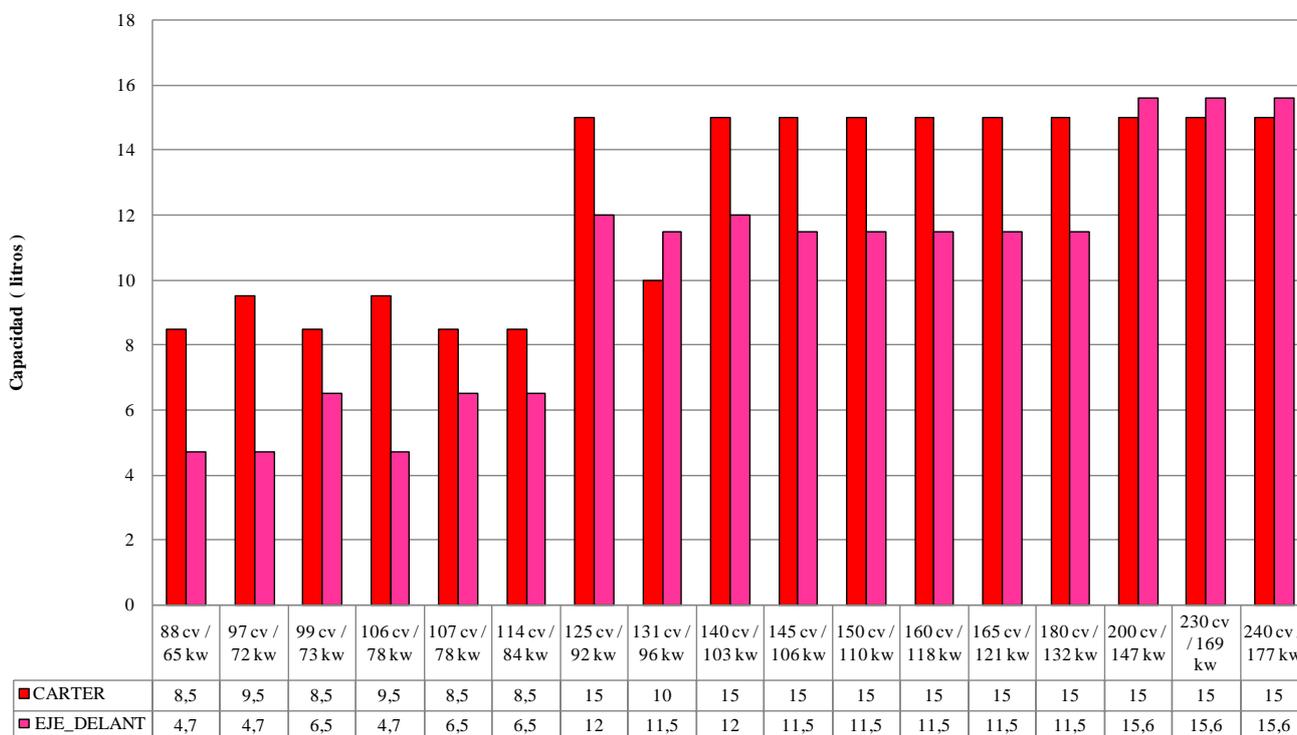
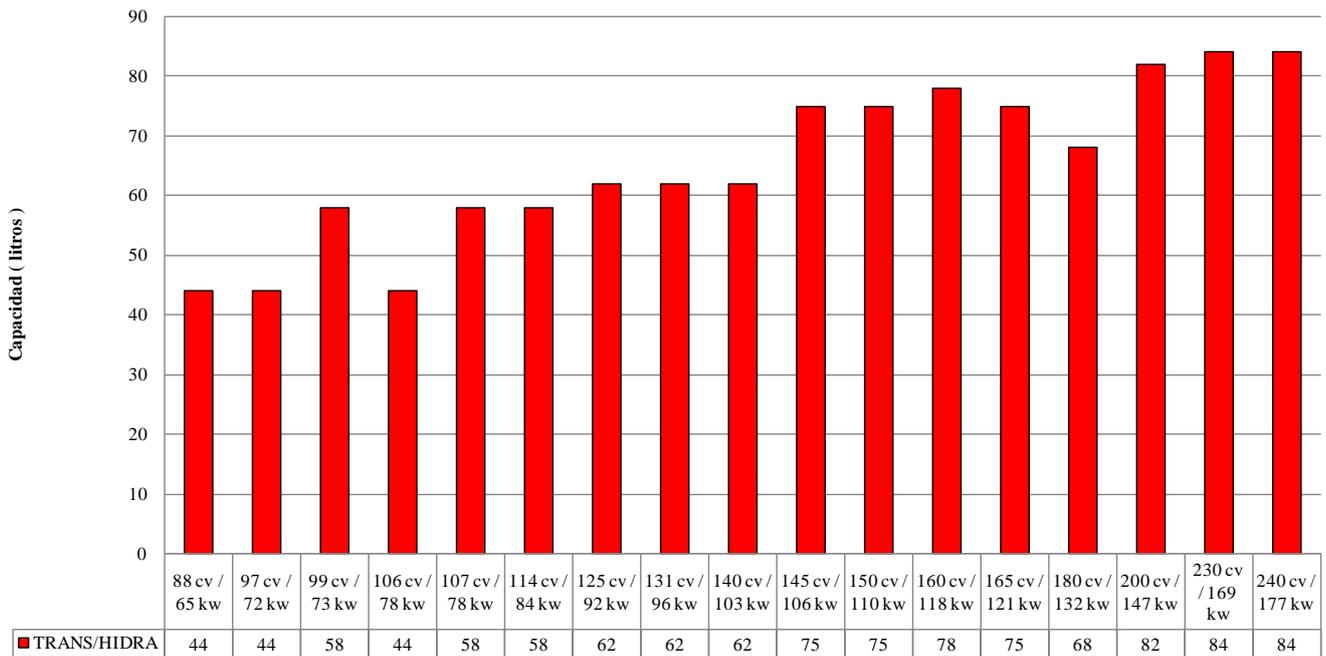


Gráfico 7: Cantidades de lubricante de motor de Case IH.

Para el sistema hidráulico y transmisión la relación entre la potencia la cantidad usada en estos sistemas comprende el rango de 44 a 84 litros para potencias desde 88 a 240 cv. Los sistemas con compartidos

Case IH recomienda el uso de aceite de motor dedicado y un aceite UTTO para los sistemas de transmisión e hidráulico.

Los lubricantes recomendados por Case IH corresponden también a Petronas, serie Akcela que distribuye este fabricante para CNH.

TRANS/HIDRA**Gráfico 8: Cantidades de lubricante sist. hidráulico y transmisión Case IH.**

La firma Case IH recomienda un aceite de motor referencia Unitek 10W40 como lubricante de motor para los últimos modelos de tractores

En su web Case IH tiene un apartado denominado " RMI - Info para mantenimiento y reparación" pero es necesario identificación para la obtención información, para lo cual tiene que ser propietario de un tractor o un concesionario, la información no está disponible para cualquiera.

La recomendación para aceites de motor de Case IH son el Unitek 10W40 y el Akcela N° 1 15W40, aceites aptos para las últimas generaciones de motores con DPF, EGR, SCR.

Aunque sigue presentando en su oferta de lubricantes aceites de transmisión para sistemas dedicados hidráulico y transmisión, pero esta vez no se encuentra en la oferta de lubricantes ninguna recomendación de aceite BIO.

Por otro lado para los sistemas compartido la recomendación es el uso de un aceite UTTO de referencia Hy-Tran Ultraction o Nexplora, ambos validos.

MOTOR

LUBRICANTE
UNITEK 10W40
AKCELAN° 1 15W40
AKCELAN° 1 10W30
AKCELA ENGINE 15W40
AKCELA ENGINE 10W30
AKCELA ENGINE 20W50
AKCELA ENGINE 10
AKCELA ENGINE 30

TRANSMISIÓN

LUBRICANTE
MULTITRACTOR 10W40
GEAR 135H EP 80W90
GEAR 135H EP 85W140
GEAR 135H EP LS 80W90
TRANSAXLE 80W140
TRANSAXLE 20W40

HIDRÁULICO

LUBRICANTE
A.T.F. 10W
T.C.H. 10W
AW HYDRAULIC FLUID 32
AW HYDRAULIC FLUID 46
AW HYDRAULIC FLUID 68

STOU

LUBRICANTE
UNIVERSAL 10W30
UNIVERSAL 15W30

UTTO

LUBRICANTE
HY-TRAN ULTRA
HY-TRAN ULTRACTION
NEXPLORE
TSM BIO 10W30

Tabla 65: Lubricantes recomendados por Case IH.

En las tablas adjuntas se indican las especificaciones de los lubricantes recomendados para cada sistema.

		UNITEK 10W-40	AKCELAN° 1 ENGINE OIL 15W-40	10W-30	15W-40	10W-30	AKCELA ENGINE OIL 20W50	10	30
API	CJ-4	X							
	CH-4		X	X					
	CF-4				X	X	X		
	CE							X	X
	SG				X	X	X		
ACEA	E9	X							
	E7	X							
	E5		X						
CASE IH	MS 1121		X	X					
	MS 1120				X	X	X		
CUMMINS	CES20081	X							
	CES20077		X						
	CES20076		X						
	CES20072		X						
MB	228.31	X							
	228.3		X						
	227.0							X	
MILL-2104 F Performan MILL-2104 E Performan ZFTE-ML 03B MAT 3521					X	X	X		
								X	X
								X	
		X							
CAT	ECF-3	X							
	ECF-2	X							
	ECF-1	X							

Tabla 66: Especificaciones de aceites de motor, Case IH.

UTTO

STOU

		UTTO				STOU	
		HY-TRAN ULTRA	TSM BIO 10W30	HY-TRAN ULTRACTION	NEXPLORE	UNIVERSAL	
						10W30	15W30
NEW HOLLAND	MS 1209	X					
API	GL-4		X			X	X
	GL-5						
	ZF						
	CE					X	X
ISO	ISO-VG 32		X			X	
	ISO-VG 46		X			X	X
	ISO-VG 68						
ZF TE-ML 03A					X		
ZF TE-ML 05K					X		
ZF TE-ML 06B							X
ZF TE-ML 07B							X
ZF TE-ML 06G			X				
ZF TE-ML 21K						X	
MAT 3540				X			
MIL-L-2104 E Performance						X	X
MIL-L-2105 Performance						X	X
MAT 3525					X		

Tabla 69: Especificaciones de aceites UTTO y STOU, Case IH.

		TRANSMISIÓN					
		MULTITRACTOR 10W40	GEAR 135H EP 80W90	GEAR 135H EP 85W140	GEAR 135H EP LS 80W90	TRANSAXLE 80W140	TRANSAXLE 20W40
NEW HOLLAND	MS 1316 MS1317		X	X		X	X
API	GL-4	X				X	X
	GL-5		X	X	X		
ISO	ISO-VG 32	X					
	ISO-VG 46	X					
ZF TE-ML 21A			X	X			
ZF TE-ML 07A			X	X			
ZF TE-ML 05A			X	X			
ZF TE-ML 14A							
ZF TE-ML 06B		X					
ZF TE-ML 07B		X					
ZF TE-ML 06F		X					
ZF TE-ML 06K						X	X
ZF TE-ML 21F						X	X
ZF TE-ML 05F						X	X
MIL-L-2105 D Performance			X	X	X		
MIL-L-2105 Performance		X					

Tabla 68: Especificaciones de aceites transmisión, Case IH.

		HIDRÁULICO				
		A.T.F 10W	T.C.H. 10W	AW HYDRAULIC FLUID 32	AW HYDRAULIC FLUID 46	AW HYDRAULIC FLUID 68
CASE IH	MS 1210 MS 1216		X	X	X	X
ISO	ISO-VG 32			X		
	ISO-VG 46				X	
	ISO-VG 68					X
DEXRON II D Performance		X				
ALLISON C4			X			
T.A.S.A.			X			
DENISON HF-0						X
CINCINNATI MILACRON P-69						X
DIN 51524 HLP 32				X		
DIN 51524 HLP 46					X	
DIN 51524 HVLP 68						X

Tabla 67: Especificaciones de aceites hidráulicos, Case IH.

Kubota no dispone de mucha información disponible referente al mantenimiento y usos de lubricantes, por lo que se ha extraído los periodos de cambio de los lubricantes de la web: <http://sdf-open.ewp.earlweb.net/>

En la web de Petronas están las referencias de los lubricantes de Case IH.

<https://www.pli-petronas.com/ar/products/agriculture-and-construction-lubricant/petronas-akcela>

LUBRICANTE	CAMBIO
Unitek 10W40 (motor)	600 horas
Akcela Nº 1 15W40 (motor)	500 horas
Hy-tran ultraction (UTTO)	1200 horas
Nexplore (UTTO)	1200 horas

Tabla 70: Recomendaciones de tiempos de cambio lubricantes Case IH

6.5.- Massey Ferguson.

Massey Ferguson forma grupo con Fendt, Challenger y Valtra, denominándose "Grupo AGCO", la venta de tractores de esta firma en España se ha producido mayoritariamente desde el segmento de los 92 cv de potencia hasta los 255 cv.

Grupo AGCO pone a disposición de todo el mundo un "Lubricants and oils reference guide", en la que define las especificaciones de cada lubricante y las recomendaciones para cada tipo de tractor y cada sistema del mismo.

Por otro lado se pueden encontrar para los diversos modelos de tractores unos manuales detallados de mantenimiento, dentro del cual se hacen unas indicaciones de los periodos de cambio de los lubricantes para cada sistema aunque no se especifica para que tipo de lubricante, así que podríamos tomar estos periodos como una referencia.

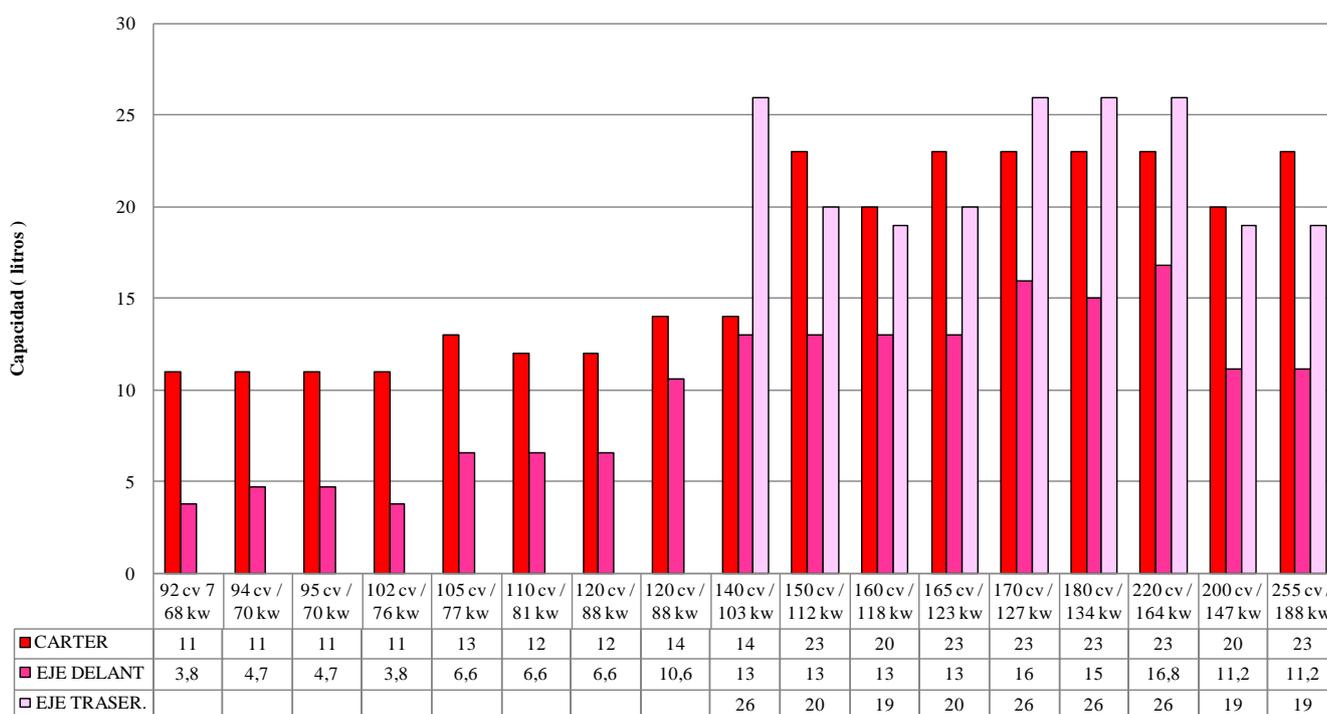


Gráfico 9: Cantidades de lubricante motor, Massey Ferguson.

En este gráfico podemos apreciar la cantidad alojada en el cárter de cada tractor y su incremento según aumenta la potencia del mismo. Los otros dos parámetros a los que hace referencia las cantidades de lubricante uno corresponde a la cantidad del eje delantero, diferencial y mando final y el otro al eje trasero, es la primera firma de las que llevamos analizadas que establece diferencia entre ejes del tractor.

Esta firma ofrece la posibilidad a sus tractores de incorporar un tipo de transmisión mecánica o CVT, por lo que para potencias desde 92 cv hasta 120 cv, en estos tractores la transmisión es compartida entre sistema hidráulico y transmisión, usando el mismo lubricante para ambos sistemas.

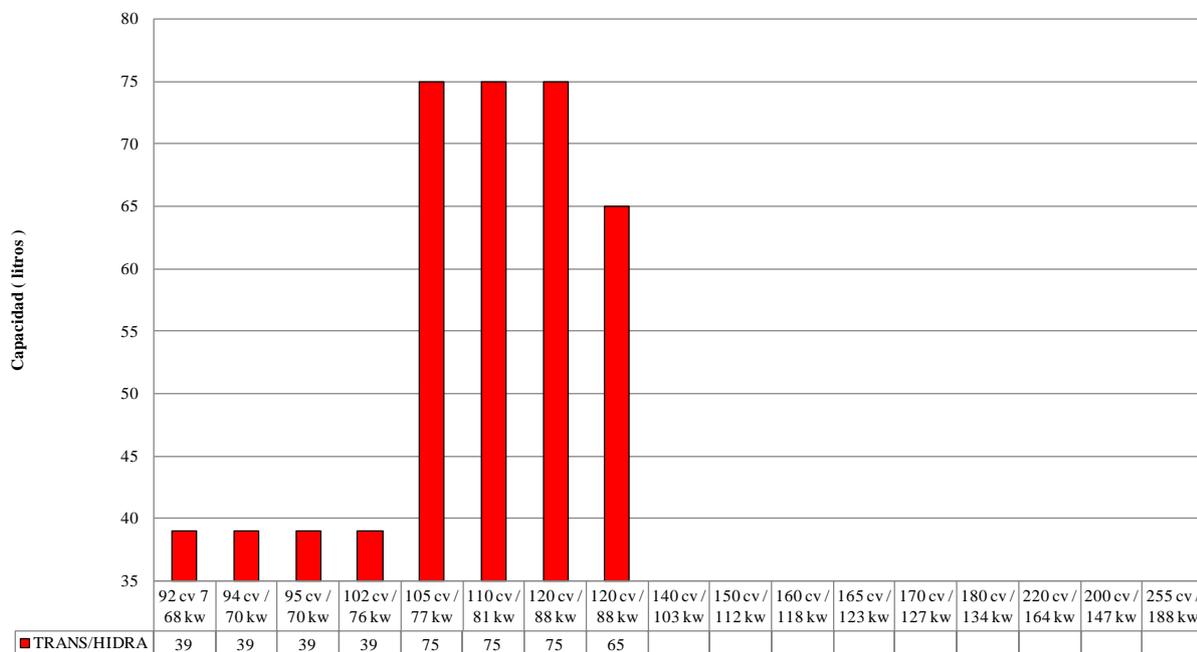


Gráfico 10: Sistema hidráulico y transmisión agrupado, Massey Ferguson.

En cambio para tractores de potencias entre 140 y 255 cv, la tendencia es la incorporación de la transmisión VT, en la que el sistema hidráulico permanece separado de la transmisión, permitiendo el uso de lubricantes dedicados en cada uno de los sistemas y optimizando el uso de este lubricante según las indicaciones de las especificaciones del fabricante.

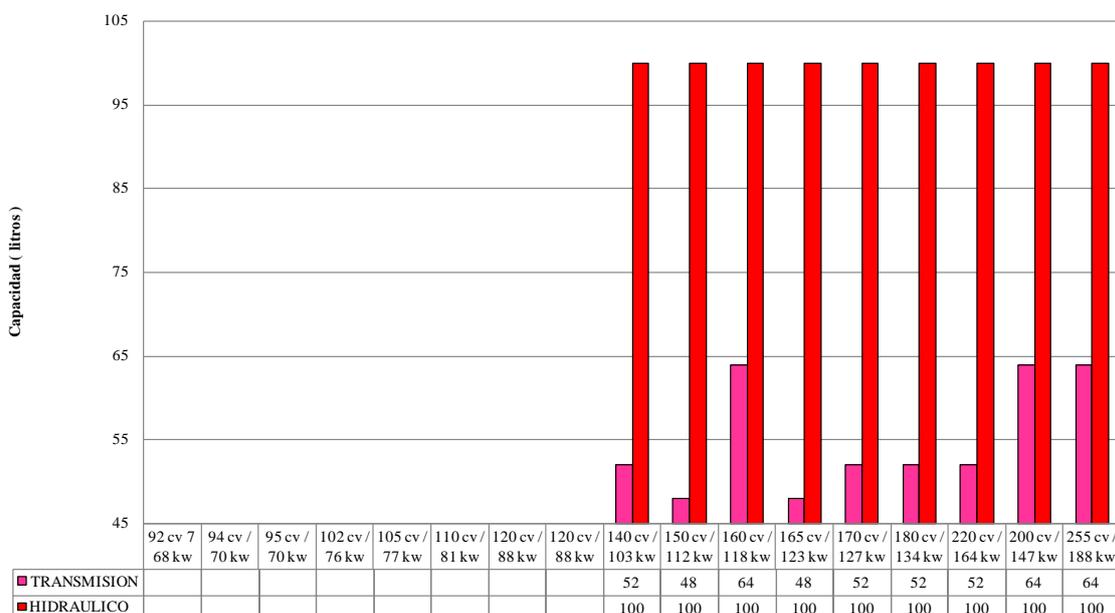


Gráfico 11: Cantidades lubricante hidráulico y transmisión, Massey Ferguson.

Massey Ferguson dispone en la web de AGCO Parts una sección específica para esta marca en la que se indica para cada sistema que lubricante recomienda el fabricante. A continuación podemos observar que el abanico de posibilidades no es tan amplio como en otras firmas pero lo suficiente para el servicio ofrecido a los actuales tractores y los que llevan más tiempo en uso.

		PREMIUM E. LF 15W-40	PREMIUM E. 10W-40	SUPER E. 15W-40	ULTRA E. 15W-40
API	CJ-4			X	X
	CH-4			X	
	CI-4	X	X		
	SJ			X	
	SM				X
	CF			X	
	SL	X		X	
ACEA	E9 -08 issue 2				X
	E7 -08 issue 2	X	X	X	
	E4		X		
CUMMINS	CES 20081				X
	CES 20078	X	X		
	CES 20077	X	X		
	CES 20076	X		X	
	CES 20072	X		X	
	CES 20071	X		X	
MB	228.5		X		
	229.1			X	
	228.31				X
	228.3	X		X	
CATERPILLAR	ECF-3				X
	ECF-1	X			
Global DHD-1	X	X			
Man M3275	X		X	X	
Mack EP-M Plus	X				
MTU Type II Quality	X		X		
Volvo VDS4				X	
Volvo VDS3	X	X			
Volvo VDS2			X		
Allison C4 Quality	X		X		
Man M3277		X			
MTU DDC Type 3		X			
Mack EO-M+		X	X		
RVI RLD 99			X		
VW 505.00			X		
Mack EO-O Premium Plus				X	
DDC PGOS 93 IT 218				X	
EMA DHD-1				X	
Renault VI RDL-3 Compliance				X	
Renault Trucks RXD/RLD-2		X			

Tabla 71: Aceites de motor, Massey Ferguson.

Para tractores más antiguos y aquellos propietarios que quieran usar un único lubricante para sistemas de transmisión y sistemas hidráulicos, Massey Ferguson ofrece la posibilidad de poder usar un lubricante STOU y UTTO respectivamente.

		STOU		UTTO	
		SUPER TRACTOR 15W-30	SUPER UNIVERSAL 10W-30	MULTI TRANS 10W-30	POWER HC PLUS 10W-40
MF	M1145				X
	M1144	X	X		X
	M1143			X	
	M1139	X			X
	M1135	X	X	X	X
API	GL-4	X	X	X	X
	CG-4	X	X		X
ZF TE-ML 07B		X	X		X
ZF TE-ML 06C		X	X		X
MAN 271		X	X		
Ford M2C-121B / 159B / 143D		X	X		X
JD J27		X	X		X
JD J20C		X	X	X	X
Allison C4		X	X		X
Cat TO-2		X	X		X
MB 228.1					X
NH 410B		X	X	X	X
MIL-L-2104 D		X	X		X
MIL-L-2105 D		X	X		

Tabla 72: Lubricantes STOU y UTTO, Massey Ferguson.

Para tractores que tienen los sistemas hidráulico y transmisión separados, Massey Ferguson ofrece dos series de lubricantes dicados para estos sistemas.

	HIDRÁULICO AGRI HYD 46 HYDRAULIC OIL
DIN 51524 Part 3	X
ISO 6743/4	X
Hydraulic oils type HV (NF 48-603 and NF E 60-203)	X
Vickers mobile machinery, meets from I-2950-S (pump 35V.Q.25)	X
Rexnord-Racine vane pumps	X
Mannesman Rexroth Hydromatik piston pump	X
Sigma-Rexroth gear pumps	X
Ford M-6C 32	X
Marrel Hydro	X

Tabla 73: Lubricante sist. hidráulico, Massey Ferguson.

		TRANSMISIÓN			
		GEAR TRANS PLUS 80W-90	HYPOID EXTRA 85W140	ATF FLUID	ATF FLUID PLUS
API	GL-5	X	X		
ZF TE-ML 19B		X	X		
ZF TE-ML 17B		X			
ZF TE-ML 16B		X			
ZF TE-ML 05A		X	X		
ZF TE-ML 16D			X		
ZF TE-ML 17C				X	X
ZF TE-ML 14A				X	X
ZF TE-ML 11B				X	X
ZF TE-ML 04D				X	X
ZF TE-ML 03D				X	X
ZF TE-ML 02F					X
Dexron III, IIE					X
GM DEXRON II D Performance				X	
GM Type A suffix A				X	
MB 236.1				X	
MB 236.2				X	
MB 236.3				X	
MB 236.9					X
ALLISON C3/C4				X	X
Ford Mercon® ESP-M2C138-CJ, 166H				X	X
Voith G607					X
Volvo S6-66					X

Tabla 74: Lubricantes transmisión, Massey Ferguson.

Respecto a las recomendaciones de sustitución de los lubricantes, los datos en negrita proceden del manual de mantenimiento de la serie de tractores MF7600, algunos datos se han comprobado paralelamente en la web <http://sdf-open.ewp.earlweb.net/> y en la web del grupo AGCO, <http://uklubricants.agcoparts.com/>

LUBRICANTE	CAMBIO
MF Premium engine LF oil 15W40 (motor)	250 horas / 12 meses
MF Premium engine oil 10W40 (motor)	250 horas / 12 meses
MF Super engine oil 15W40 (motor)	250 horas / 12 meses
MF Ultra engine oil 15W40 (motor)	250 horas / 12 meses
MF Super tractor universal oil 15W30 (STOU)	500 horas / 12 meses
MF Gear trans plus 80W90 (transmisión)	1200 horas / 24 meses
MF Agri Hyd 46 (hidráulico)	1200 horas / 24 meses

Tabla 75: Recomendaciones de lubricación, Massey Ferguson.

6.6.- Deutz-Fahr.

Deutz-Fahr es la sexta compañía en ventas de tractores en territorio español, presenta una imagen muy parecida a "Massey Ferguson", forma grupo con "Same", denominándose grupo SDF.

Según los datos de R.O.M.A, las ventas de esta firma abarcan tractores desde 50 a 230 cv principalmente y la peculiaridad de este fabricante es que presenta varias tipologías de tractores.

En el gráfico adjunto podemos comprobar la capacidad del cárter de los tractores y la cantidad de lubricante usado en eje delantero (diferencial y mando final) para tractores de potencias desde 50 a 113 cv y por otro lado para potencias entre 130 y 230 cv la presencia del uso de lubricante también en el eje trasero.

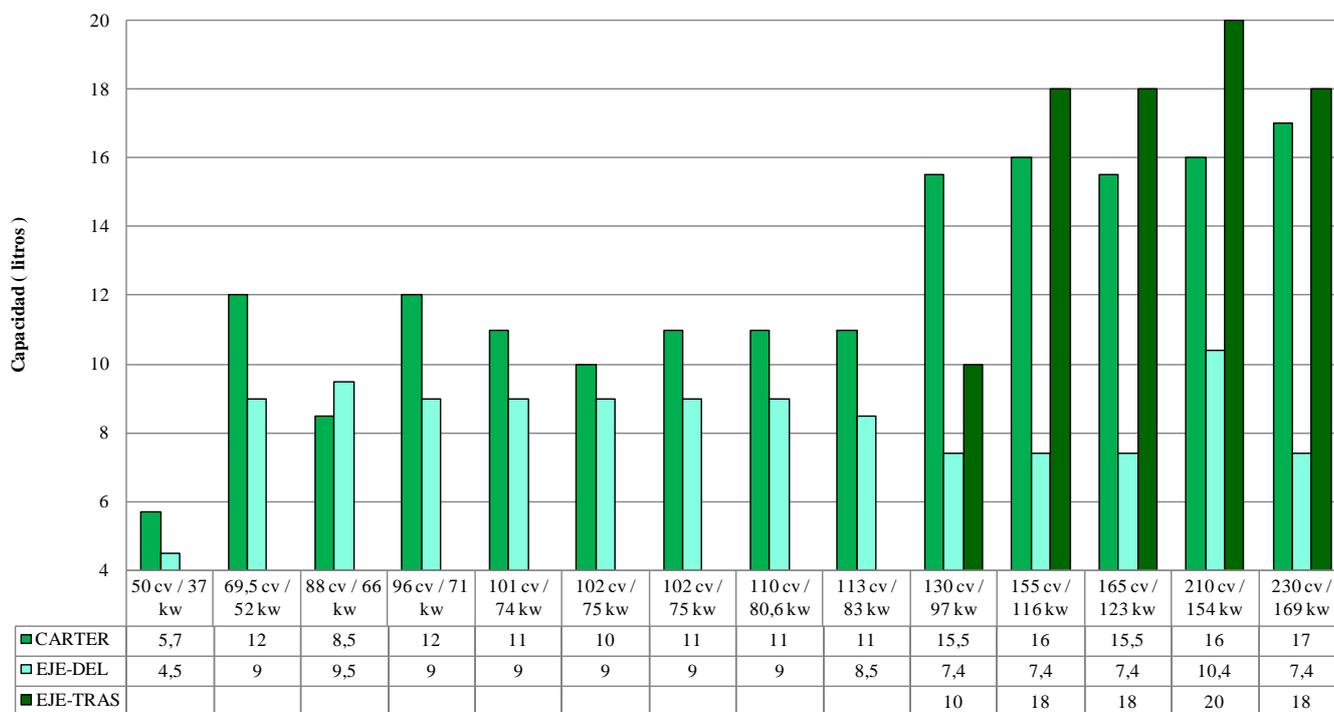


Gráfico 12: Capacidades aceites de motor, Deutz-Fahr.

Algunos tractores de esta firma están configurados para el uso de sistemas compartidos, hidráulico y transmisión, caso como el que se indica en el gráfico siguiente con las capacidades de los dos sistemas compartidos.

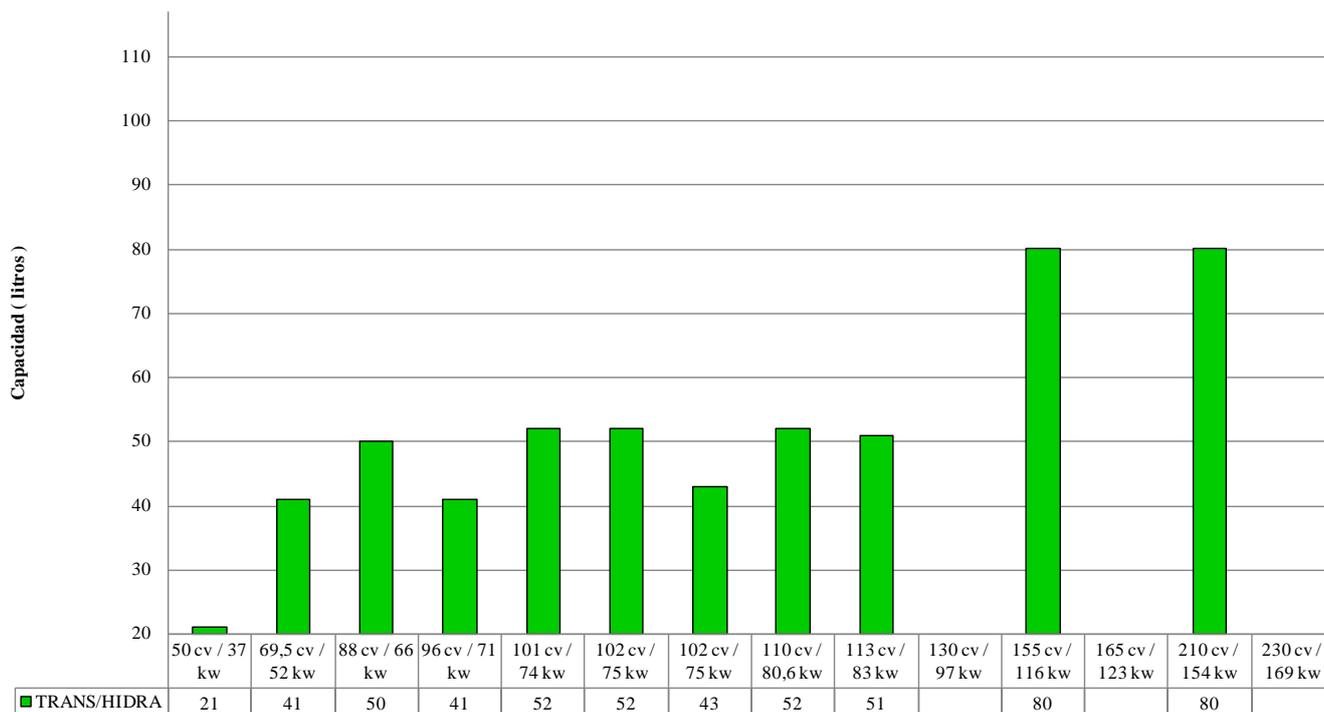


Gráfico 13: Capacidades sist. hidráulico y transmisión, Deutz-Fahr.

Para tractores de mayor potencia con el sistema de transmisión variable continuo, los sistemas están separados, tal como apreciamos en el gráfico siguiente.

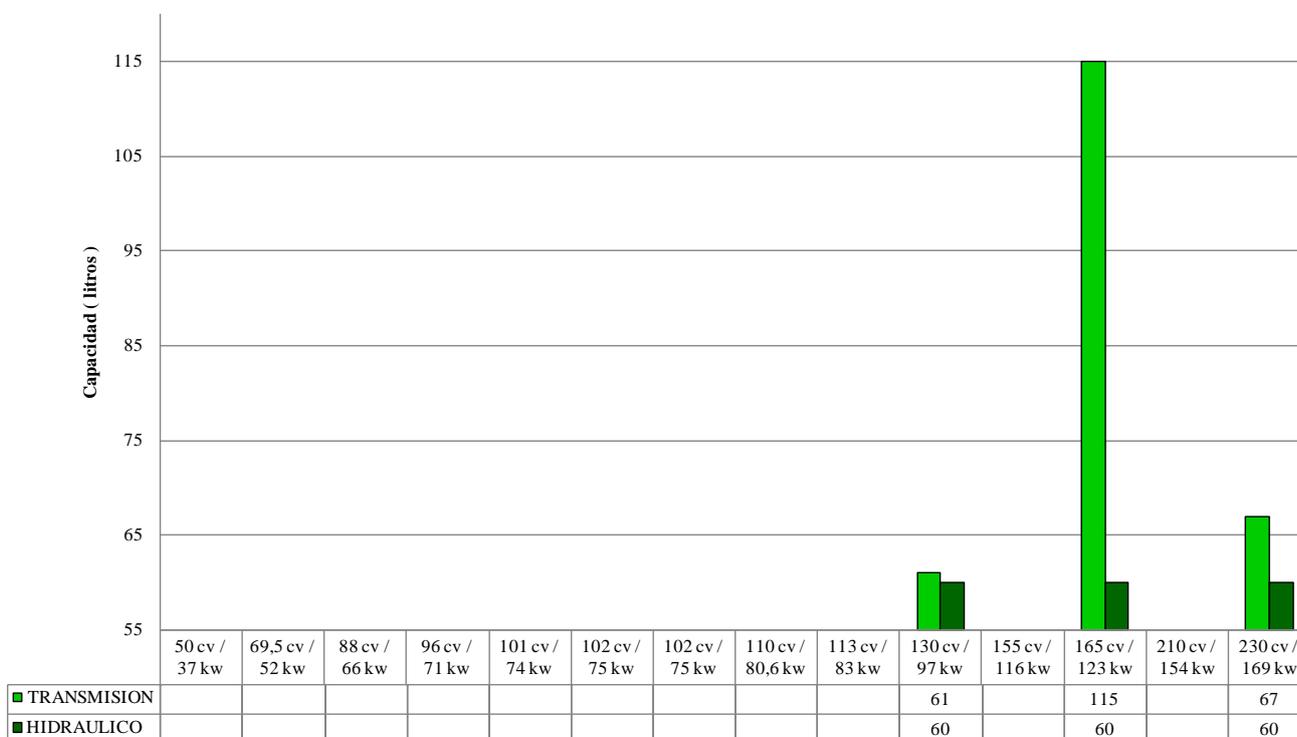


Gráfico 14: Cantidades sist. Hidráulico y transmisión, Deutz-Fahr.

La oferta de lubricantes recomendada por SDF para Deutz-Fahr, no es muy amplia, pero lo suficiente para atender a todos los sistemas de los tractores, ofreciendo lubricantes dedicados y UTTO para los tractores.

MOTOR

LUBRICANTE
DF premium engine oil 10W-40
DF special engine oil 15W-40
DF super engine oil 15W-40

OTROS

LUBRICANTE
SDF brake oil (para sistemas de frenos húmedos)
DF gear 90 LS (eje delantero)
DF UTTO (eje delantero)

UTTO

TRANSMISIÓN

LUBRICANTE
DFUTTO
DF TOP multifunción
DF X-treme oil

HIDRÁULICO

LUBRICANTE
DF Hydro 46 (para sistemas hidráulicos separados)
Apto para cosechadoras y cargadoras telescópicas

Tabla 76: Recomendaciones de Deutz-Fahr.

Sobre Deutz-Fahr, la información sobre las especificaciones de los lubricantes era bastante escasa y únicamente ha sido posible encontrar algo para aceites de motor.

		Premium engine oil 10W40	Special engine oil 15W40	Super engine oil 15W40
API	CJ-4	X	X	
	CH-4		X	X
	CI-4		X	X
	CG-4		X	X
	CF		X	X
JASO DH-2		X		
ACEA	E9	X	X	
	E7	X	X	X
	E5			X
DEUTZ	DQC IV-10 LA	X		
	DQC III-10 LA		X	
	DQC III-10			X

Tabla 77: Especificaciones aceites motor, Deutz-Fahr.

La diferencia con respecto a otras marcas sobre las recomendaciones de sustitución de los lubricantes en este caso es interesante, ya que la web SDF, proporciona para cada modelo de tractor los tiempos de cambio de lubricantes para cada sistema y para un determinado lubricante.

En este caso todas las recomendaciones son oficiales y se encuentran en la web de SDF: <http://sdf-open.ewp.earlweb.net/>

LUBRICANTE	CAMBIO
Premium engine oil 10W40 (motor)	500 horas
Special engine oil 15W40 (motor)	500 horas
DF UTTO (UTTO)	1000 horas
Gear 90 LS (Transmisión)	1000 horas
X-Treme oil (Transmisión)	1000 horas
Hydro 46 (Hidráulico)	1500 horas
SDF brake oil (frenos)	1500 horas

Tabla 78: Recomendaciones de cambios, Deutz-Fahr.

LUBRICANTES GENUINOS

Nueva búsqueda

Tractores de ruedas > DEUTZ-FAHR > 6140.4 Agrotron (Agrotron 6 Series) (DT)

Imprimir

Recomendación de lubricante para su:

Enviar por e-mail

Marca DEUTZ-FAHR
Modelo 6140.4 Agrotron (Agrotron 6 Series)
Motor DT

Aplicación	Recomendación		Capacidad (L)
Motor (DT)	Premium	DF Premium Engine Oil 10W-40 (a)	15.5
	Standard	DF Special Engine Oil 15W-40	
Transmisión	DF UTTO		61.0
Sistema Hidráulico	DF UTTO		60.0
Refrigerante	DF COOLANT (Concentrate)		36.0
Diferencial de eje delantero	DF UTTO		5.8
Cubos de eje delantero (each)	DF UTTO		0.8
Grasa	Premium	SDF Grease HD 2	
	Standard	SDF Grease EP 2	
Toma de Fuerza	DF UTTO		1.6
Cubos de eje traseros (each)	DF Gear 90 LS		5.0

Ilustración 60: Recomendaciones SDF, 6140.4 Agrotron de Deutz-Fahr.

6.7.- Fendt.

Fendt es de las 7 marcas estudiadas la que rompe con lo tradicional, la política de Fendt se distingue del resto de fabricantes, esta firma destaca del resto por su calidad de producto y ser pioneros en la incorporación de una transmisión continua variable hidráulica que proporciona a sus tractores ventajas en la regulación de velocidades en los trabajos agrícolas.

Esta firma lleva desde hace tiempo con esta idea y a día de hoy han incorporado la transmisión CVT en todas las series de tractores.

En el gráfico adjunto se detallan los datos relativos a las capacidades del cárter de motor y los ejes delantero y trasero (diferencial y mandos finales).

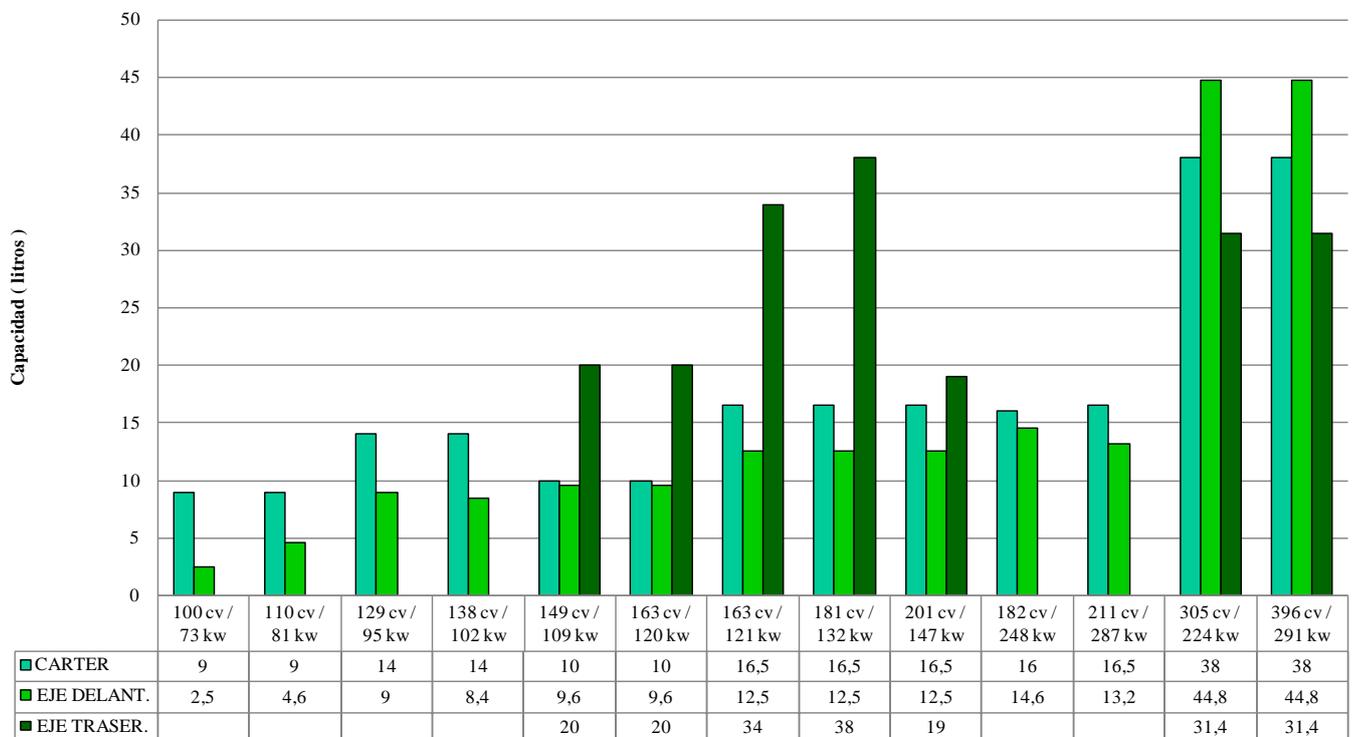


Gráfico 15: Capacidad cárter motor, Fendt.

Fendt constructivamente separa la parte hidráulica de la transmisión en sus tractores, con la ventaja del uso de lubricantes dedicados, estando optimizados en sus mejores prestaciones para estos sistemas, pero a la vez con el inconveniente del uso de dos lubricantes diferentes. En los gráficos siguientes se muestran las capacidades bastante importantes de los lubricantes de estos dos sistemas por separado.

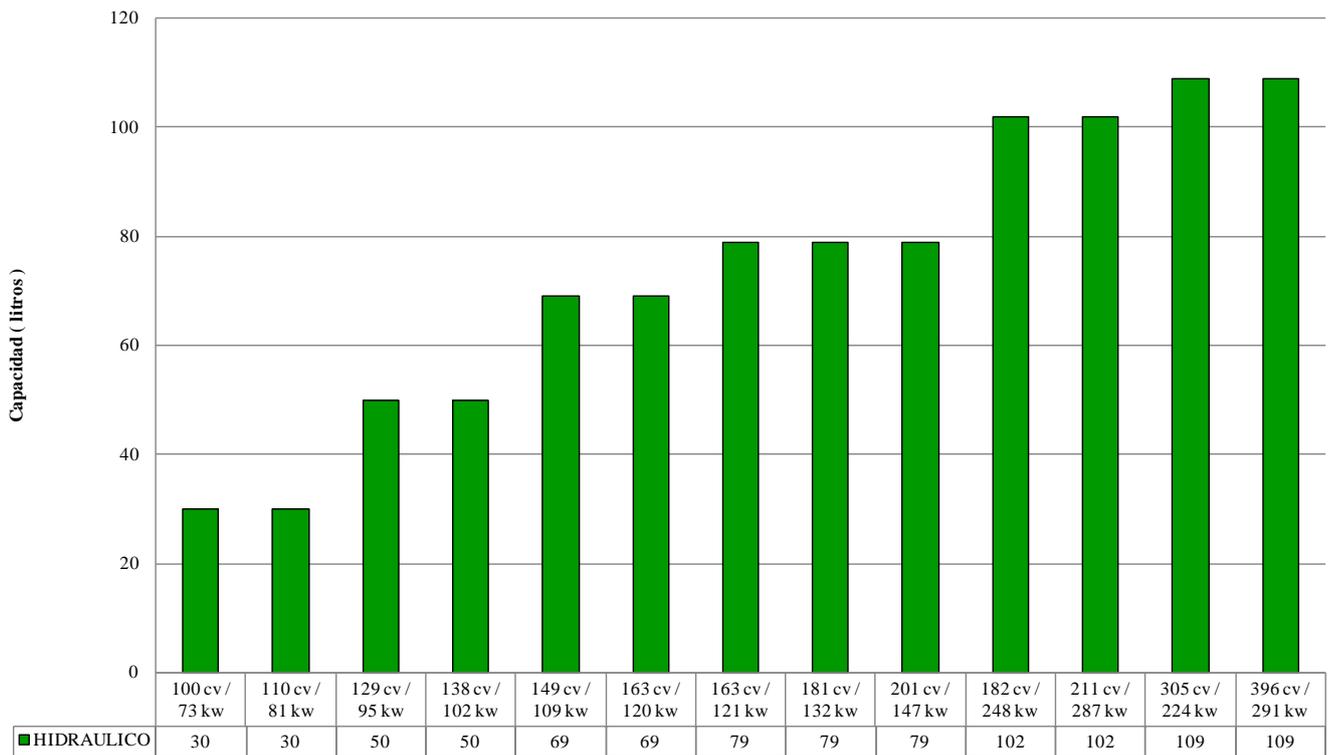


Gráfico 17: Capacidad sist. hidráulico, Fendt.

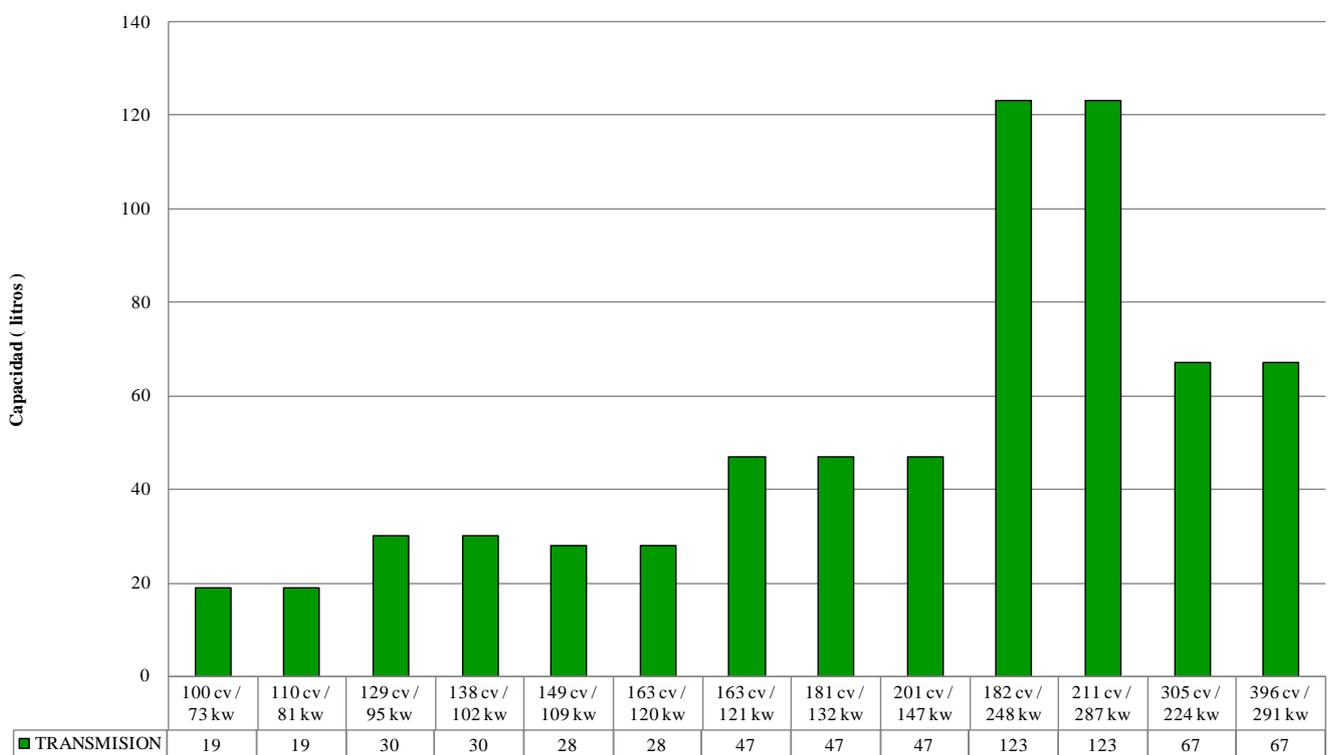


Gráfico 16: Capacidad lubricante transmisión, Fendt.

Fendt presenta una oferta amplia de lubricantes para motor, sistema hidráulico y transmisión, el uso de los aceites de motor queda en función de la antigüedad del mismo y el reglamento que tienen que cumplir, en la ilustración siguiente vemos un resumen de las partes del tractor con las recomendaciones del Fendt de lubricación, extraídas de un catálogo facilitado por un distribuidor de la marca de Valencia.

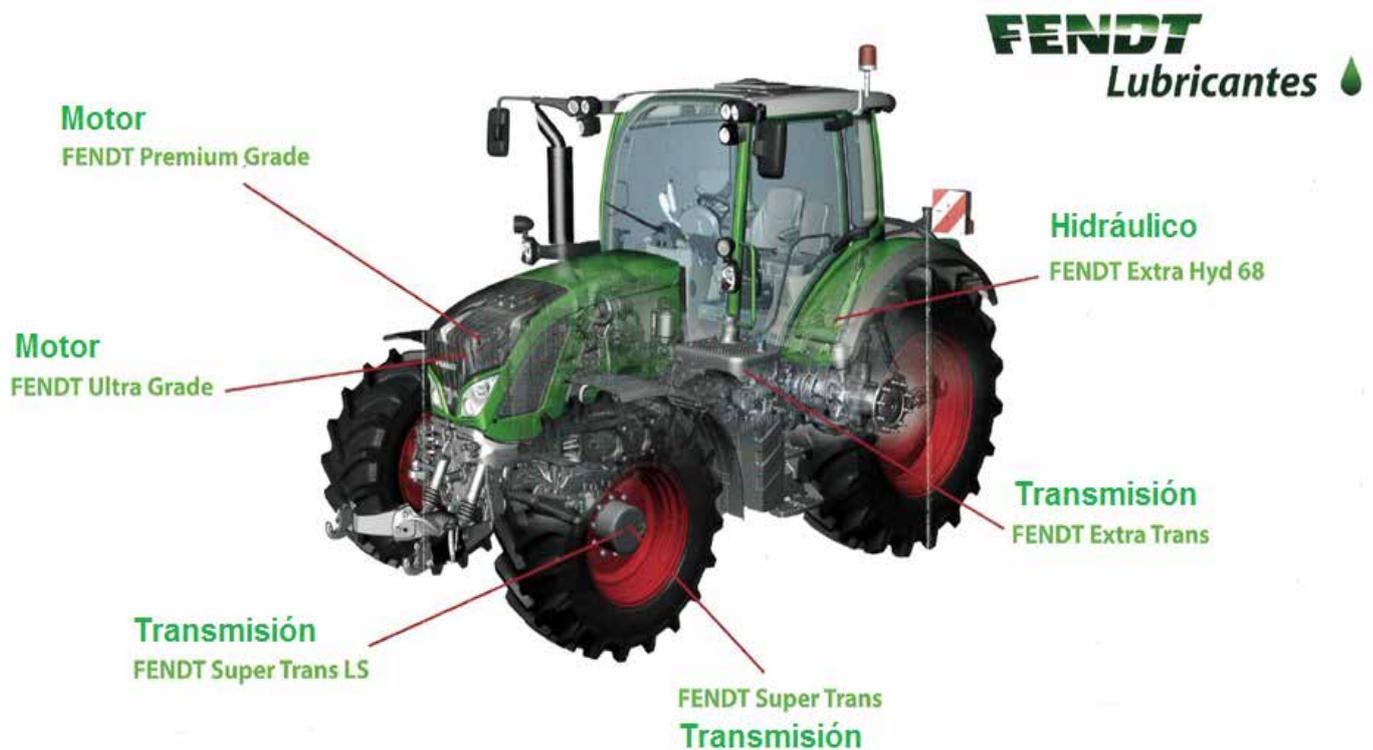


Ilustración 61: Recomendaciones lubricantes, Fendt.

El lubricante "Premium Grade" ha sido concebido para el cumplimiento de las exigencias de los últimos motores, con los nuevos sistemas de regulación de emisiones, equipados con DPF, EGR o SCR, apto para su uso en motores Tier 3 / Stage III hasta Tier 4 final / Stage IV. La versión de aceite "Premium Extra Grade" es un aceite sintético "Low SAPS".

El lubricante "Extra Trans" ha sido formulado específicamente para la última tecnología de transmisiones, CVT.

Igual ocurre con el aceite "Extre Hyd 68", recomendado exclusivamente para el sistema hidráulico de los tractores Fendt.

Destaca el amplio rango de cumplimiento de normativa de especificaciones de lubricantes a parte de las oficiales, API y ACEA, la certificación en otras exigencias denota un grado de cumplimiento elevado y de calidad de estos lubricantes.

		EXTRA GRADE 15W-40	POWER GRADE 10W-40	SUPER GRADE 15W-40	ULTRA GRADE 10W-40	PREMIUM GRADE 10W-40	15W-40	PREMIUM EXTRA GRADE 10W-40
API	CJ-4			X		X	X	
	CG-4			X				
	CI-4	X	X		X			
	SL	X						
	CF			X				
	SJ			X				
SM							X	
ACEA	E9	X	X		X	X	X	
	E8 issue 2	X	X		X			
	E7	X	X					X
	E6		X					X
	A3/B4-08			X				
E4				X				
	Global DHD-1	X			X			
	Allison C4	X		X				
	Man M3275	X						
	Man M3277				X			
	Man M3477		X					X
	Man M3575						X	
	Man 271			X				
	Mack EO-O Plus						X	
	Mack EO-M Plus	X			X			
	Mack EO-N		X					
	Mack EO-L			X				
	MTU Type 3.1		X					X
	MTU Type 3				X			
	Volvo VDS-4						X	
	Volvo VDS-3	X			X			X
	Volvo VDS-2			X				
	Volvo VDS		X					
	DAF M/R		X					X
	DAF Extended drain					X		X
	Renault VI RDL-3 Complan						X	
	Renault Trucks RHD/RLD-2		X		X			
	Renault Trucks RXD							X
	Deutz DQC-IV 10 LA Aprove							X
Deutz DQC-III-10 LA		X			X	X	X	
Deutz DQC-III-10				X				
Deutz DQC-III-05				X				
VW 505.00			X					
EMA DHD-1						X		
DDC PGOS 93 IT 218						X		
Scania LDF-2				X				
CUMMINS	CES 20081						X	
	CES 20078	X			X			
	CES 20077	X			X			
	CES 20076	X						
	CES 20072	X						
	CES 20071	X						
MB	229.1			X				
	228.1			X				
	228.31						X	
	228.51		X					X
	228.5				X			
	228.3	X						
CATERPILLAR	ECF-3						X	
	ECF-1	X						

Tabla 79: Especificaciones aceite de motor, Fendt.

		TRANSMISIÓN					
		EXTRA TRANS 10W40	SPECIAL TRANS	SUPER GEAR 85W-140	SUPER TRANS 80W	SUPER TRANS 85W-90	SUPER TRANS LS
MF M-1145 MF M-1144 MF M-1139 MF M-1135		X					
		X					
		X					
		X					
API CG-4 CF-4 GL-4 GL-5Plus GL-5		X					
		X					
		X			X		
							X
				X		X	
ZF TE-ML 06B ZF TE-ML 07B ZF TE-ML 05A ZF TE-ML 16B ZF TE-ML 16D ZF TE-ML 19B ZF TE-ML 02B ZF TE-ML 06L ZF TE-ML 08A ZF TE-ML 17A ZF TE-ML 17B ZF TE-ML 07A ZF TE-ML 03C ZF TE-ML 07F		X					
		X					
				X		X	
						X	
				X			
				X			
					X		
					X		
					X		
						X	
						X	
			X				
			X				
	Ford M2C 159B/134D Ford ESD-M2C175-A John Deere JDM J27/J20C New Holland NH-410B DIN 51524 Part 3 (HVLP) Caterpillar TO-4 MIL-L-2105D		X				
					X		
		X					
		X					
		X					
			X				
						X	X

Tabla 81: Especificaciones lubricantes transmisión, Fendt.

		HIDRÁULICO		
		EXTRA HYD 68	SPECIAL HYD 46	SUPER HYD 10W40
API CG-4 CF-4 GL-4 MF M-1145 MF M-1144 MF M-1139 MF M-1135 Ford M2C 159B/134D ZF TE-ML 06B ZF TE-ML 07B New Holland NH-410B John Deere JDM J27/ J270C				X
				X
				X
				X
				X
				X
				X
				X
				X
				X
				X
DIN 51524-3 HVLP DIN 51524-3 DENISON HF-0 CINCINNATI MILACRON P-70 AFNOR E48-603 (HV:HM) Sperry Vickers I-286-S3, M-2950S CETOP RP91H Denison HF-0 Denison HF-1 Denison HF-2 Denison HF-0 dry and wet T6C-020 ISO Classification HVLP-D ASLE 64.1 - 64.4, 70.1, 70.3 Poclair (HV 46)		X		X
			X	
			X	
		X	X	
		X	X	
		X		
		X		
		X	X	
		X	X	
		X		
			X	
			X	
		X		
	X	X		

Tabla 80: Especificaciones sist. hidráulico, Fendt.

En última instancia sobre esta firma los datos relativos a los tiempos de intervención para la sustitución de lubricantes los hemos tomado de la web de SDF y aunque los tiempos son elevados sobre todo en el lubricante de transmisión, hay que considerar que al ser lubricantes de alta calidad y dedicados para cada sistema por separado y por tanto optimizados, los tiempos son superiores a las cifras vistas anteriormente en otras marcas.

Datos extraídos de la web de SDF: <http://sdf-open.ewp.earlweb.net/>

LUBRICANTE	CAMBIO
Premium grade 15W40 (motor)	500 horas / 12 meses
Ultra grade 15W40 (motor)	500 horas / 12 meses
Extra trans 15W40 (STOU)	1000 horas
Super trans LS 85W90 (Transmisión)	2000 horas / 24 meses
Super trans 80W90 (Transmisión)	2000 horas / 24 meses
Extra Hyd 68 (Hidráulico)	1000 horas / 24 meses

Tabla 82: Recomendaciones de mantenimiento, Fendt.

7.- Conclusiones.

Los tractores hoy en día debido a su complejidad y diversidad de sistemas, requieren seguir las recomendaciones que indica el fabricante para garantizar un buen funcionamiento y durabilidad del mismo.

Con las exigencias en el control de emisiones se convierte en obligatorio el uso de un aceite de motor dedicado, las nuevas técnicas de control de emisiones, SCR, EGR, DPF, DOC, exigen el uso de lubricantes con requerimientos mínimos de CH4/C14/CJ4 (API) y/o E4/E6/E7/E9 (ACEA) para garantizar el cumplimiento de las normas y el correcto funcionamiento de estos sistemas de filtrado. Por lo tanto el uso lubricantes STOU queda limitado al uso con tractores antiguos que no estén sujetos por su antigüedad a estas normas de contaminación. Estas nuevas formulaciones con aditivos que mejoran notablemente su comportamiento han condicionado el mantenimiento permitiendo periodos de cambio mayores entre sustituciones del lubricante, alargando el cambio del aceite de motor, hasta las 500 h, como hemos visto que recomiendan algunas firmas.

Para motores que por su antigüedad están sometidos al cumplimiento de las normas Tier I, II, III / Stage I, II, III, o por su antigüedad ni siquiera están obligadas a su cumplimiento los periodos de cambio de los lubricantes que son de menores prestaciones se limitan entre 150 y 250 horas.

Las demandas por parte de los propietarios y usuarios de vehículos en general, sobre todo aquellos que requieren del uso de mayor cantidad de lubricantes, ha sido extender los periodos de cambio del lubricante y reducir el coste por el uso de los mismos, y por otro lado debido a la enorme cantidad de tipologías de lubricante, agruparlos por usos compartidos y reducir los lubricantes específicos. Esto hasta cierto punto con la aparición de los lubricantes STOU y UTTO posteriormente, se consiguió en un momento determinado, hasta la entrada en vigor de las normas Tier / Stage y la evolución de los sistemas de transmisión, que devolvió el sentido al uso de lubricantes dedicados, para el motor, sistemas hidráulico y transmisión.

A lo largo de todo el estudio hemos podido comprobar por medio de sus productos cual es la tendencia evolutiva de cada firma, el uso cada vez mayor de transmisiones CVT hidrostáticas permite la segregación del sistema hidráulico y por lo tanto el uso de lubricantes dedicados para cada sistema, firmas como Fendt y Massey Ferguson apuestan por esta tendencia.

En cambio firmas como John Deere, New Holland, Kubota, Case IH y Deutz-Fahr, persisten en el uso de lubricantes UTTO para transmisión y sistema hidráulico y un aceite dedicado de motor, ofreciendo la alternativa, si el sistema del tractor lo permite del uso de aceites dedicados.

Aceite de motor + UTTO



Aceites dedicados

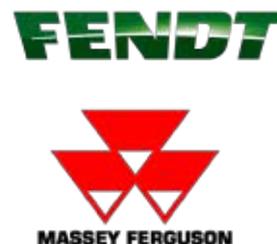


Ilustración 62: Tendencia del uso de lubricantes según sus sistemas.

Los lubricantes multifunción STOU, quedan limitados a aquellos tractores antiguos, concretamente anteriores a la entrada en vigor de las normas Tier / Stage, sin sistemas de tratamientos de emisiones SCR, EGR, DPF.

Los lubricantes UTTO, representan la fórmula actual casi generalizada de los fabricantes para los sistemas de transmisión e hidráulico, por su uso adecuado compartido para ambos sistemas y la comodidad en la reducción de los tipos de aceites para el tractor.

El futuro de los lubricantes deberá garantizar cuatro aspectos importantes:

- Aumento de la vida útil del lubricante, mejorando las prestaciones.
- Reducción de los costes del lubricante.
- Garantizar un compromiso medioambiental.
- Reutilización del mismo producto, reciclable.

Los grandes avances técnicos en los tractores hacen necesario un mantenimiento más eficaz y mejorado en la nueva generación de tractores esto beneficia a las marcas que obligan a los propietarios de los tractores a tener que pasar por sus talleres y quedar sometidos a las condiciones que impone la marca, tanto en los periodos de mantenimiento, costes de los mantenimientos, etc...

La complejidad de los sistemas electrónicos y la obligación de la monitorización de la CPU del tractor por medio de un software de diagnóstico, exige que la única figura capacitada para realizar estas funciones sea el propio fabricante en su red de mantenimiento, por este motivo las firmas tienen su marca propia de lubricante o una marca asociada que es la que recomiendan para sus tractores y es con la que el fabricante mantiene su garantía con el propietario del tractor mientras dure esta.

Esta ilustración indica las firmas que continúan en el sector en solitario y aquellas que se han agrupado como, CNH, AGCO, SDF. Cada firma ha evolucionado según su política de desarrollo orientando la construcción de sus tractores y sistemas y en función de los mismos especificando las recomendaciones de lubricación y mantenimientos asociados al uso de estos lubricantes.



Ilustración 63: Estado actual de las firmas.

8.- Bibliografía.

- [1] Afton Chemical Specification Handbook
- [2] Registro ROMA - <http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/medios-de-produccion/maquinaria-agricola/estadisticas/#para0>
- [3] Tractores. Técnica y seguridad. J. Ortiz-Cañavate.
- [4] Tractores 15ª edición. Arias-Paz
- [5] Tractores agrícolas: Tecnología y utilización. Dr. Ing. Agrónomo. Luis Márquez.
- [6] Lubrizol: <https://espanol.lubrizol.com/en/Lubricant-and-Fuel-Additives/Engine-Oil-Additives/ACEA>
- [7] El tractor en cultivos intensivos. Nociones de uso y funcionamiento.
Alcides Di Prinzio, Carlos Magdalena, Sergio Behmer
- [8] Motores y máquinas agrícolas. Francisco Domingo Molina Aiz

WEBS.

John Deere	https://www.deere.es/es_ES/regional_home.page
New holland	http://agriculture1.newholland.com/eu/es-es
Kubota	http://www.kubota.com/
Case IH	https://www.caseih.com/emea/es-es
Massey Ferguson	http://www.masseyferguson.es/
Deutz-Fahr	http://www.deutz-fahr.com/es-es/
Fendt	http://www.fendt.com/es/

OTRAS FUENTES DIGITALES DE INFORMACIÓN.

- <http://www.pli-petronas.es/>
- <https://www.pli-petronas.com/ar/products/agriculture-and-construction-lubricant/petronas-ambra>
- <https://www.pli-petronas.com/ar/products/agriculture-and-construction-lubricant/petronas-akcela>
- http://sdf-open.ewp.earlweb.net/es/browse/wheeled_tractors%2Fdeutz-fahr#active
- <http://uklubricants.agcoparts.com/>
- <http://www.mapama.gob.es/es/agricultura/temas/medios-de-produccion/maquinaria-agricola/estadisticas/>

<http://www.masquemaquina.com/2013/07/transmisiones-de-tractor-entenderlas.html>

<http://www.midlandslubricants.co.uk/agricultural/agricultural-oils-tractor/ford-new-holland-tractor-hydraulic-oil/>

<https://ngpc.cnh.com/CStoneEPC/launch.sls?csreqid=136f9720-d63b-4ea0-be42-a7ddfbad2b38&locale=es>

http://www.datateck.com.au/lube/deere_au/#idNote249

http://jdpc.deere.com/jdpc/servlet/com.deere.u90490.partscatalog.view.servlets.HomePageServlet_Alt

<https://global.engine.kubota.co.jp/en/products/index.php>

https://www.youtube.com/watch?v=b_LL0sCT-k

<http://www.geancar.es/contacto.html>

<http://www.acea.be/news/article/acea-oil-sequences-2016>

<http://www.viscosityoil.com/msds.htm>

<http://www.machinerylubrication.com/Read/29700/lubricant-biodegradability-test>

<http://docplayer.es/18853510-Lubricantes-biodegradables.html>

<https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-13.php>

<https://www.vapormatic.es/support/catlogos-electronicos/john-deere/seccin-4-transmisin.ashx>

<http://profesionalagro.com/agrosector/afondo/John-Deere/transmision-John-Deere/John-Deere-Transmision.php>

<http://www.twins-farm.com/>

<http://www.multimotorprincipado.es/transmision-tractor-cortacesped-hidrostatica-o-manual/>

<http://www.elnuevodiario.com.ni/economia/395246-que-tipo-fluido-hidraulico-le-conviene-su-tractor/>

<https://es.slideshare.net/jaimemoraga2/mantenimiento-de-tractores-de-rueda>

<https://commercial.lubrizoladditives360.com/>

<https://sites.google.com/site/tractorpartscatalog/>

<http://www.oilspecifications.org/>

https://www.kroon-oil.com/es/#!/query:210%20vario/open:mod-farmer-200-v-p-f-s_fendt/

<http://www.directindustry.es/prod/kubota-engine-22030.html>

https://www.zf.com/spainportugal/es_es/corporate/aftermarket/information_material_corporate/index.html

<https://www.farm-equipment.com/topics/392-data-forecasts>

<http://www.monografias.com/trabajos94/lubricacion-y-lubricantes/lubricacion-y-lubricantes.shtml>

<https://www.dieselnet.com/standards/us/nonroad.php>

<https://www.dieselnet.com/standards/eu/nonroad.php#s5>