

E.T.S. de Ingeniería Industrial, Informática
y de Telecomunicación

ESTUDIO Y MEJORA DE LA CADENA DE SUMINISTROS EN FAURECIA EMISSIONS PAMPLONA



Grado en Ingeniería Mecánica

Trabajo Fin de Grado

AUTOR: ORTEGA GURPEGUI, ÁLVARO

TUTOR: SAN MIGUEL INDURÁIN, JORGE

Pamplona, 23 de Mayo de 2022

upna

Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

AGRADECIMIENTOS

El desarrollo de este proyecto ha sido posible gracias a la empresa Faurecia Emissions Control Technologies Pamplona S.L. y todo el personal que la rodea. Agradecer el trato hacia mí durante este primer contacto con el mundo laboral.

Quiero agradecer su acogida a todo el Departamento de Logística de la empresa, Lenika, Mari Jose, Xabier, Luis, Javier, Rubén, Sergio, Borja, Benito, Luis Bernardo y Pedro Luis. Mención especial a Alberto Millán, por su paciencia y total disponibilidad a explicarme todas mis inquietudes acerca de la empresa y su funcionamiento durante mi estancia en esta.

Por otro lado agradecer a Jorge San Miguel por el seguimiento y ayuda en la realización de este proyecto.

Con este trabajo cierro una gran etapa de la vida, la cual me deja grandes amigos y experiencias que marcarán toda mi vida. Dar las gracias por su apoyo y ayuda en la consecución de este grado. También me quiero acordar del resto de amigos y amigas, que aun estando lejos de la Universidad, me han ayudado a que este recorrido sea más ameno.

Por último a toda mi familia, por su apoyo durante todo este tiempo, sobre todo en los malos momentos. No ha sido fácil, y vuestra ayuda lo ha hecho posible.

A todos vosotros, gracias.

Álvaro

RESUMEN

Nos encontramos ante un proyecto realizado íntegramente en la empresa Faurecia Emissions Control Technologies Pamplona S.L. y que se basará en la realización de un ESTUDIO DE MEJORA EN LA CADENA DE SUMINISTROS de esta planta.

El objetivo del proyecto es estudiar la cadena de suministros de la empresa y reducir la mano de obra directa de esta. El proyecto se desarrollará en el departamento de Logística, pese a ello se deberá trabajar junto a los Departamentos de Ingeniería y Producción para la implantación de este.

El proyecto consistirá en la implantación de un novedoso método, Picker&Driver, para el aprovisionamiento de piezas a las líneas de producción desde el almacén de materia prima. Para su desarrollo se deberán de llevar a cabo un conjunto de acciones en toda la planta, desde estudios de la situación actual hasta las modificaciones de elementos tanto de la zona de producción como de los almacenes. Además se realizará un estudio económico de la alternativa, con el que el proyectista y la empresa valorarán la viabilidad del proyecto. La totalidad del proyecto se desarrollará teniendo en cuenta las normas de seguridad de la planta.

El proyecto afectará a todas las líneas de la planta, por ello todos los productos fabricados en esta se verán afectados por nuestro proyecto.

PALABRAS CLAVE

Picker
Driver
AGV
Mass Storage
Flat Storage
Monolito
Canning

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	13
2. LA EMPRESA.....	14
2.1. FAURECIA.....	14
2.1.1 Grupo Faurecia.....	14
2.1.2 Historia.....	15
2.2 FAURECIA ORCOYEN	16
2.2.1 Planta.....	16
2.2.2 Organización.....	17
2.2.3 Layout.....	18
2.3 PRODUCTO.....	22
2.4 CLIENTES	25
2.5 PROVEEDORES	26
3. MARCO TEÓRICO	28
3.1 LEAN MANUFACTURING	28
3.2 JUST IN TIME.....	30
3.3 TECNICA 5S	31
4. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.....	34
4.1 ANTECEDENTES.....	34
4.2 SITUACIÓN ACTUAL.....	35
4.2.1 Funcionamiento almacén materia prima (IN10).....	35
4.2.2 Minitrenes.....	37
4.2.3 Rampas zona de producción.....	40
4.3 PROBLEMAS ACTUALES Y OBJETIVO.....	41
5. ALTERNATIVAS.....	45
5.1 OPCION 1: MODIFICACIÓN RECORRIDOS	45
5.2 OPCIÓN 2: PICKER-DRIVER	47
5.3 OPCIÓN 3: AGVS.....	48
5.5 SELECCIÓN	50

6. ALTERNATIVA ELEGIDA	53
6.1 Análisis trenes actuales.....	53
6.1.3 Tiempos y número de paquetes por ciclo	53
6.1.2 Medidas vagones	57
6.2 Análisis cobertura rampas.....	59
6.3 Modificación vagones	60
6.3.1 Tren 1	61
6.3.2 Tren 2	63
6.3.3 Tren 3	64
6.4 Modificación Rampas.....	64
6.4.1 Líneas 600, 800 y 900	64
6.4.2 Línea 700	68
6.4.5 Línea 327	69
6.4.6 Línea 270	70
6.5 Pallet Roller Flow	72
6.6 Método trabajo.....	74
6.7 Zona de intercambio	77
6.7 Timing Diseño	79
6.8 Timming Implantación	80
7. ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO	81
8. RESULTADOS	82
9. CONCLUSIONES	84
10. BIBLIOGRAFÍA	85
ÍNDICE ANEXOS	89

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1: Logo empresa (Fuente: [1])	14
Figura 2: Distribución Faurecia España (Fuente: [1])	15
Figura 3: Evolución Grupo Faurecia (Fuente: Faurecia Orcoyen).....	16
Figura 4: Ubicación Faurecia Orcoyen (Fuente: Faurecia)	16
Figura 5: Faurecia Orcoyen (Fuente: [1]).....	17
Figura 6: Lay Out planta (Fuente: Faurecia)	18
Figura 7: Lay Out almacén IN10 (Fuente: Elaboración propia)	19
Figura 8: Lay Out zona PR10 (Fuente: [1]).....	20
Figura 9: Lay Out OU10 (Fuente: Elaboración propia)	21
Figura 10: Partes sistema de escape (Fuente: [1])	22
Figura 11: Parte caliente (Fuente: Elaboración propia)	23
Figura 12: Parte fría (Fuente: Elaboración propia)	24
Figura 13: Carros secuenciación (Fuente: Elaboración propia).....	24
Figura 14: Clientes Grupo Faurecia (Fuente: [1])	25
Figura 15: Porcentaje de ventas Grupo Faurecia (Fuente: [1])	25
Figura 16: Flujo proveedores Faurecia Orcoyen (Fuente: Elaboración propia)	27
Figura 17: Lean Manufacturing (Fuente: [3])	29
Figura 18: Sistema Pull (Fuente: [4])	30
Figura 19: Flat Storage (Fuente: Elaboración propia).....	35
Figura 20: Cartel Flat Storage (Fuente: Elaboración propia).....	36
Figura 21: Mass Storage (Fuente: Elaboración propia)	36
Figura 22: Bandera de alerta (Fuente: Elaboración propia)	37
Figura 23: Minitrén (Fuente: Elaboración propia).....	37
Figura 24: Recorrido trenes (Fuente: Elaboración propia).....	38
Figura 25: Etiqueta E-KanBan (Fuente: Elaboración propia).....	39
Figura 26: Impresora etiquetas (Fuente: Elaboración propia)	39
Figura 27: Rampas Producción (Fuente: Elaboración propia).....	40
Figura 28: Etiquetas Rampas de producción (Fuente: Elaboración propia).....	41
Figura 29: Herramienta LTC (Fuente: Elaboración propia).....	41
Figura 30: Parámetros minitren (Fuente: Documentación Faurecia)	42
Figura 31: Asignación trabajos LTC (Fuente: Documentación Faurecia).....	43
Figura 32: Recorrido Tren 1 Opción 1 (Fuente: Elaboración propia)	45
Figura 33: Recorrido Tren 2 Opción 1 (Fuente: Elaboración propia)	46
Figura 34: Zonas de trabajo P&D (Fuente: Elaboración propia).....	47
Figura 35: AGV (Fuente: Elaboración propia)	48
Figura 36: Recorrido AGVs (Fuente: Elaboración propia)	49
Figura 37: Minitren 1 (Fuente: Elaboración propia)	57
Figura 38: Minitren 2 (Fuente: Elaboración propia).....	58

Figura 39: Minitren 3 (Fuente: Elaboración propia)	58
Figura 40: Sistema de giro Ackerman (Fuente: Doc. Faurecia)	61
Figura 41: Minicarriles para Monolitos (Fuente: Elaboración propia)	62
Figura 42: Vagón 3 tren actual para vacíos (Fuente: Elaboración propia)	62
Figura 43: Rampa Línea 600 (Fuente: Elaboración propia)	65
Figura 44: Rampa Línea 800 (Fuente: Elaboración propia)	65
Figura 45: Rampa Línea 900 (Fuente: Elaboración propia)	66
Figura 46: Modificaciones Rampas líneas 600, 800 y 900 (Fuente: Elaboración propia)	66
Figura 47: Distribución cajas en Rampas 600,800 y 900 (Fuente: Elaboración propia) .	67
Figura 48: Rampa Línea 700 (Elaboración propia)	68
Figura 49: Distribución cajas en Rampa 700 (Fuente: Elaboración propia)	69
Figura 50: Rampas Línea 270 (Fuente: Elaboración propia).....	70
Figura 51: Pallet Roller Flow (Fuente: Elaboración propia).....	72
Figura 52: Distribución pallets Pallet Roller Flow (Fuente: Elaboración propia).....	73
Figura 53: LayOut Actual zona de intercambio (Fuente: Elaboración propia)	77
Figura 54: Estructura zona de vacios (Fuente: Elaboración propia).....	78
Figura 55: Lay Out futura zona de intercambio (Fuente: Elaboración propia)	78

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1: Operarios necesarios (Fuente: Elaboración propia)	43
Tabla 2: Tiempo ciclo trenes (Fuente: Elaboración propia)	53
Tabla 3: Tiempos actuales trenes (Fuente: Elaboración propia).....	54
Tabla 4: Tiempos Picker&Driver (Fuente:Elaboración propia)	54
Tabla 5: Nº Paquetes/ciclo (Fuente: Elaboración propia)	56
Tabla 6: Comparación carga/ciclo (Fuente: Elaboración propia)	56
Tabla 7: Dimensiones actuales trenes (Fuente: Elaboración propia).....	57
Tabla 8: Líneas incapaces (Fuente: Elaboración propia)	59
Tabla 9: Distribución y medidas vagones Tren 1 (Fuente: Elaboración propia).....	63
Tabla 10: Distribución y medidas vagones Tren 2 (Fuente: Elaboración propia).....	63
Tabla 11: Distribución y medidas vagones Tren 3 (Fuente: Elaboración propia).....	64
Tabla 12: Nº Cajas por rampa (Fuente: Elaboración propia).....	67
Tabla 13: Modificaciones rampa Línea 700 (Fuente: Elaboración propia).....	68
Tabla 14: Modificaciones rampa Línea 327 (Fuente: Elaboración propia).....	69
Tabla 15: Distribución actual rampas línea 270 (Fuente: Elaboración propia)	70
Tabla 16: Distribución futura rampas Línea 270 (Fuente: Elaboración propia)	71
Tabla 17: Distribución referencias Pallet Roller Flow (Fuente: Elaboración propia)	73
Tabla 18: Tiempos P&D (Fuente: Elaboración propia)	74
Tabla 19: Timming Diseño (Fuente: Elaboración propia)	79
Tabla 20: Timming Implantación (Fuente: Elaboración Propia).....	80

Tabla 21: Presupuesto (Fuente: Elaboración propia)	81
Tabla 22: Retorno (Fuente: Elaboración propia)	81

ÍNDICE GRÁFICOS

Gráfico 1: Peso factores (Fuente: Elaboración propia)	50
Gráfico 2: Criterio puntuación Presupuesto (Fuente: Elaboración propia)	50
Gráfico 3: Criterio puntuación Tiempo Ciclo (Fuente: Elaboración propia)	51
Gráfico 4: Criterio puntuación Largura Tren (Fuente: Elaboración propia)	51
Gráfico 5: Criterio puntuación Formación (Fuente: Elaboración propia)	51
Gráfico 6: Puntuaciones alternativas (Fuente: Elaboración propia)	52
Gráfico 7: Puntuaciones Alternativas (Fuente: Elaboración propia)	52
Gráfico 8: Distribución tiempos operario actual (Fuente: Elaboración propia)	55
Gráfico 9: Distribución tiempos método P&D (Fuente: Elaboración propia)	55
Gráfico 10: Distribución tiempos P&D (Fuente: Elaboración propia)	75

1. INTRODUCCIÓN

Este Trabajo Fin de Estudios TFE está realizado por Álvaro Ortega Gurpegui, alumno de el Grado de Ingeniería Mecánica en la Universidad Pública de Navarra, como consecuencia de la finalización de dicho grado. El trabajo se realizará mientras el alumno realiza las prácticas curriculares correspondientes al octavo semestre de la titulación.

Se eligió realizar las prácticas en la Empresa Faurecia Emissions Control Technologies Pamplona S.L. en Orcoyen (Navarra). La duración de estas será de un total de 650 horas, repartidas en jornadas laborales de 8 horas. La empresa propondrá al alumno la temática de su Trabajo Fin de Estudios, proporcionando ayuda e información siempre que sea necesario.

El alumno formará parte del departamento de Logística de la empresa, ocupando el puesto de P&L Trainee. Su puesto en la planta estará relacionado con la mejora continua de esta y el control de la cadena de suministros de la fábrica. Por lo tanto el proyecto irá relacionado con el análisis y mejora del abastecimiento de materia prima a las líneas de producción de la planta.

El proyecto será real, implantándose en la empresa tras su desarrollo y realización. Con esto se consigue que tenga doble valor, siendo beneficiados tanto el alumno como la empresa. Al primero le servirá como aprendizaje y formación en el mundo laboral mientras que el grupo Faurecia mejorará su planta en el ámbito en el que se realice el proyecto.

2. LA EMPRESA

2.1. FAURECIA

2.1.1 Grupo Faurecia

El grupo Faurecia es una empresa mundial de origen francés del sector automovilístico. La sede del grupo está situada actualmente en Nanterre (Francia).



Figura 1: Logo empresa (Fuente: [1])

La empresa cuenta con más de 300 sitios de producción y 35 centros de I+D repartidos en 37 países de todo el mundo.

Se dedica al diseño y fabricación de asientos, sistemas de escape, elementos interiores y elementos decorativos de un vehículo. Todo esto se divide en 4 grandes grupos empresariales:

- **Movilidad limpia:** (*Clean Mobility*) Tecnologías ligeras y de bajo consumo para vehículos híbridos.
- **Asientos:** Sistemas de seguridad avanzados y soluciones innovadoras para el confort térmico y postural.
- **Interiores:** Paneles de instrumentos, paneles de puertas y consolas centrales. Cabina personalizada clima confort y calidad del aire.
- **Clarion Electronics:** Conectividad y servicios basados en la nube. Asistencia al conductor y soluciones automatizadas de estacionamiento.

En la actualidad, más de 3.600 empleados son parte de Faurecia en España. Sus 18 fabricas y 3 centros I+D+i se reparten de la siguiente manera por toda la geografía Española.



Figura 2: Distribución Faurecia España (Fuente: [1])

2.1.2 Historia

El grupo Faurecia nació en el año 1997 tras la unión de Ecia (especializada en Sistemas de Escape) y Bertrand Faure (fabricante de asientos para automóvil). En ese momento la presencia de la empresa en España se ceñía a seis plantas de asientos y una de Sistemas de Escapes. En el caso de la ciudad de Pamplona se trataba de una planta destinada a la fabricación de asientos y tenía el nombre de Tecnoconfort.

En el año 2000 el grupo Faurecia adquirió el grupo Sommer Allibert. Esta compañía era a su vez el fruto de la fusión llevada a cabo en 1972 entre otras dos empresas francesas: Sommer, especializada en textil, y Allibert, en plásticos. A su vez, Sommer Allibert incorporó poco después las plantas provenientes de la empresa Lignotock, dedicada al sector de la automoción, que tenía a Ford y Volkswagen como principales clientes. De este modo, en el momento de la compra por parte de Faurecia del Grupo, Sommer Allibert contaba con diez empresas en España.

En el año 2010 el Grupo creció con fuerza en España debido a la adquisición de las multinacionales Emcon y Plastal, pasando los centros de trabajo de estas en España a formar parte del grupo Faurecia España. Se trataba de de las plantas de Orcoyen (que fabrica sistemas de movilidad limpia) y Barcelona, Valencia, Tudela y Valladolid (todas ellas destinadas a la fabricación de componentes para el exterior de los vehículos).

En 2019 Faurecia anunció la incorporación de su nuevo grupo de negocios Faurecia Clarion Electronics (FCE), su cuarta división que surgió a partir de la adquisición de Clarion Electronics.

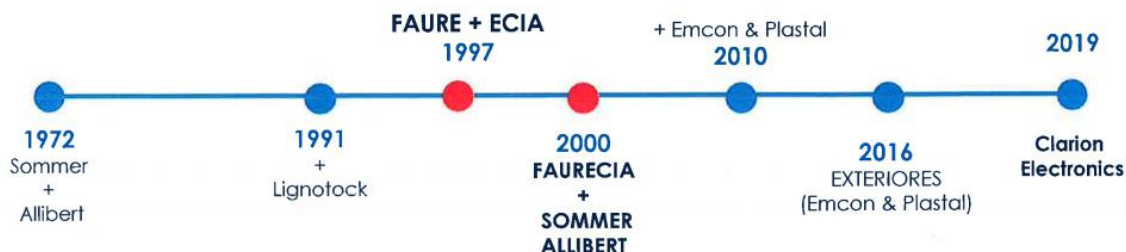


Figura 3: Evolución Grupo Faurecia (Fuente: Faurecia Orcoyen)

En la actualidad, más de 3.600 empleados son parte de Faurecia en España. Desde sus 18 fabricas y 3 centros I+D+i, Faurecia España suministra asientos, interiores y movilidad limpia a prácticamente todos los constructores localizados tanto en España como en el resto del mundo.

2.2 FAURECIA ORCOYEN

2.2.1 Planta

La dirección de Faurecia Emissions Control Technologies Pamplona S.L. es Carretera Echauri Nº 13, 31160 Orcoyen (Navarra).

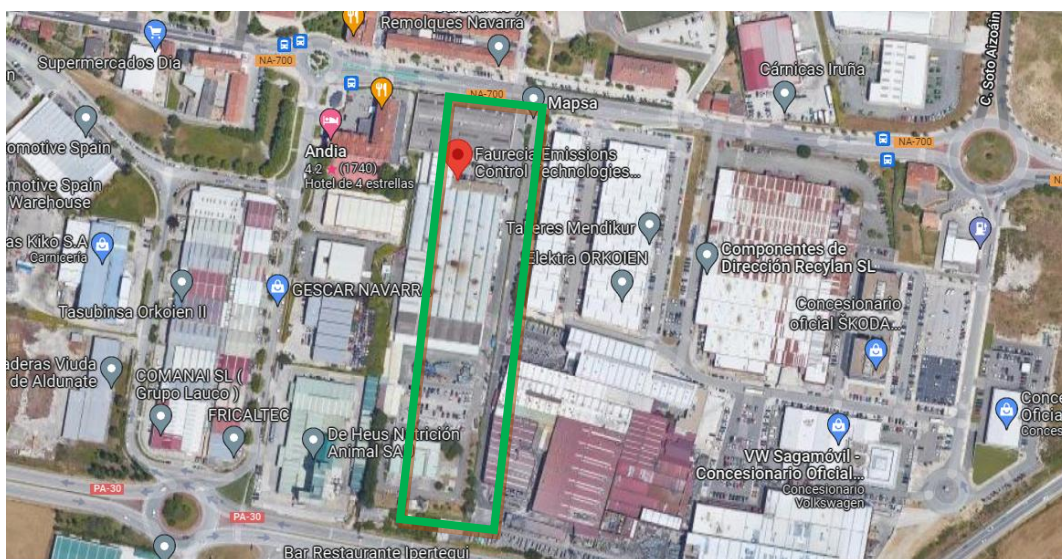


Figura 4: Ubicación Faurecia Orcoyen (Fuente: Faurecia)

Cuenta con un total de 25.000 m², de los cuales 14.000 m² (55%) están destinados a las zonas productivas de la planta. El resto de la superficie está aprovechada para plazas de aparcamiento, espacios de comunicación y zonas de carga y descarga. Además la planta cuenta con tres zonas de descanso.



Figura 5: Faurecia Orcoyen (Fuente: [1])

Además en la planta de Faurecia Emissions Control Technologies Pamplona S.L. se encuentra un centro I+D (Centro técnico). El grupo Faurecia solo cuenta con tres centros I+D en España, el tener uno de ellos en Orcoyen hace que la planta sea una de las más importantes del país.

2.2.2 Organización

La actividad de F.E.C.T. Pamplona se organiza en una UAP (Unidad Autónoma de Producción). Una UAP es una entidad que dispone de todos los medios materiales y humanos para satisfacer a los clientes sobre una línea de productos o familia de productos.

La UAP está compuesta de diferentes GAP's (Grupos autónomos de producción). Un gap es un conjunto de personas (2 mínimo, 8 máximo) asignadas a un medio de producción sobre un turno. El GAP dispone de los medios necesarios para satisfacer al cliente externo o interno.

En cada uno de los GAP's, un operario está designado como líder de gap. Esta persona además de su función de operario que asegura en una parte de su tiempo, tiene unas tareas adicionales referentes a la formación de los nuevos operarios, pilota la reunión TOP5 diaria, gestiona las ideas de mejora y actualiza los indicadores de resultado.

La información del GAP se encuentra ubicada en los paneles informativos (trípticos) de las diferentes áreas de trabajo; reflejando la evolución del GAP en cuanto a: proveedores, productos y clientes, fotografías de los miembros del GAP, funciones de soporte de GAP, socorristas, indicadores de resultados, ideas de mejora emitidas por el GAP, indicadores de seguridad, noticias y polivalencia.

2.2.3 Layout

La planta Faurecia Emissions Control Technologies Pamplona S.L. en Orcoyen está dividida en tres grandes partes diferenciadas:

- **Almacén materia prima (IN10):** es el lugar donde se almacenan las piezas necesarias para el aprovisionamiento de la zona de producción
- **Zona de producción (PR10):** es la zona que abarca un mayor espacio. Está dividida por líneas, cada una de estas tiene asignado un producto final.
- **Almacén expediciones (OU10):** es el almacén de producto final donde se almacenan los productos antes de ser enviados a los clientes de la fábrica.

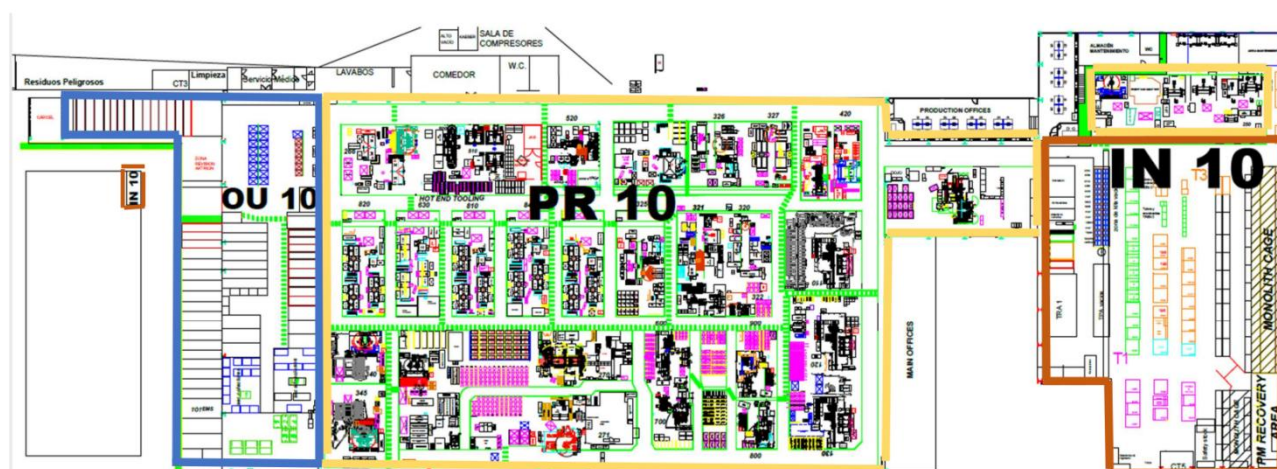


Figura 6: Lay Out planta (Fuente: Faurecia)

a) ALMACÉN MATERIA PRIMA (IN10)

El almacén IN10 es el lugar donde se reciben las piezas por parte de los proveedores, se clasifican y se almacenan de manera ordenada. Dentro de este almacén hay dos grandes zonas diferenciadas, la Mass Store, donde se almacenan los palés que llegan de los proveedores; y la flat store donde se colocan las cajas de piezas ordenadas con el objetivo de reducir tiempos en la cadena de suministros.

- 1) Descarga de camiones (TRA)
- 2) Vacíos
- 3) Flat Storage
- 4) Mass Storage

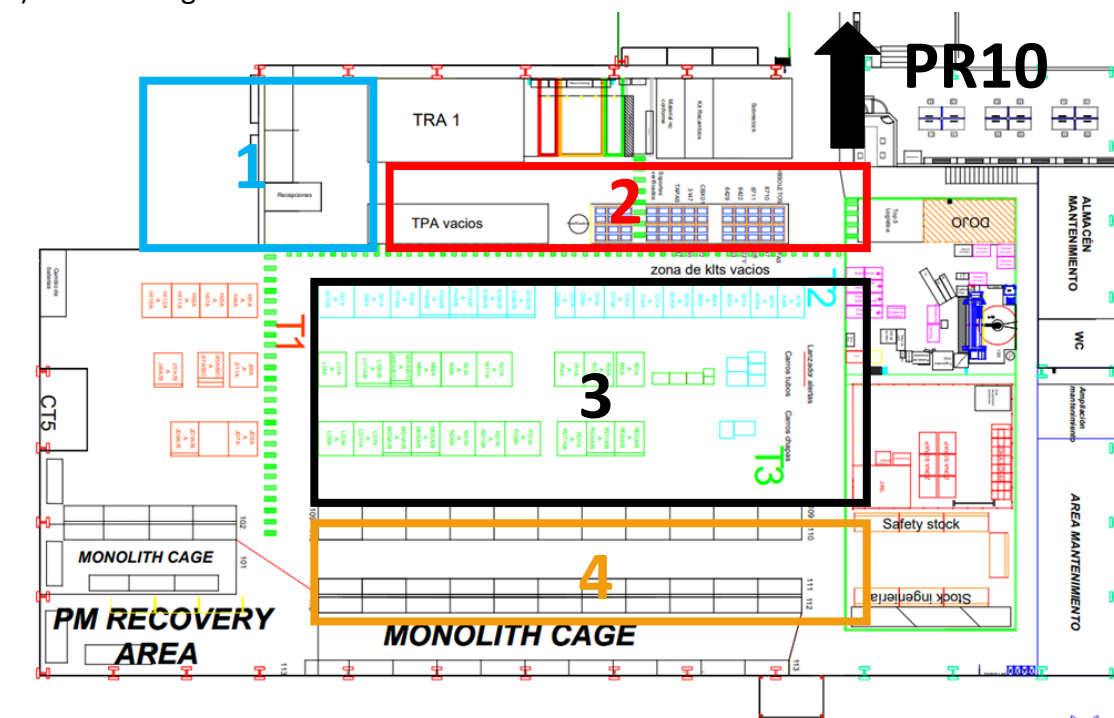


Figura 7: Lay Out almacén IN10 (Fuente: Elaboración propia)

MASS STORAGE

En la Mass Storage los palés provenientes de todos los proveedores de la fábrica se almacenan en grandes estanterías con su etiqueta y referencia correspondiente. El objetivo de esta parte del almacén es la de facilitar la descarga de los camiones y almacenar un pequeño stock de seguridad.

FLAT STORAGE

El flat storage es la parte del almacén IN10 donde los minitreneros recogen el material necesario para el aprovisionamiento de PR10.

b) ZONA DE PRODUCCIÓN (PR10)

La zona de producción (PR10) es la parte más importante, y por lo tanto más amplia de la empresa. Está centrada y tiene acceso directo tanto de IN10 como a OU10. Su espacio está dividido por líneas, en las cuales se fabrican diferentes partes o modelos de sistemas de escape.

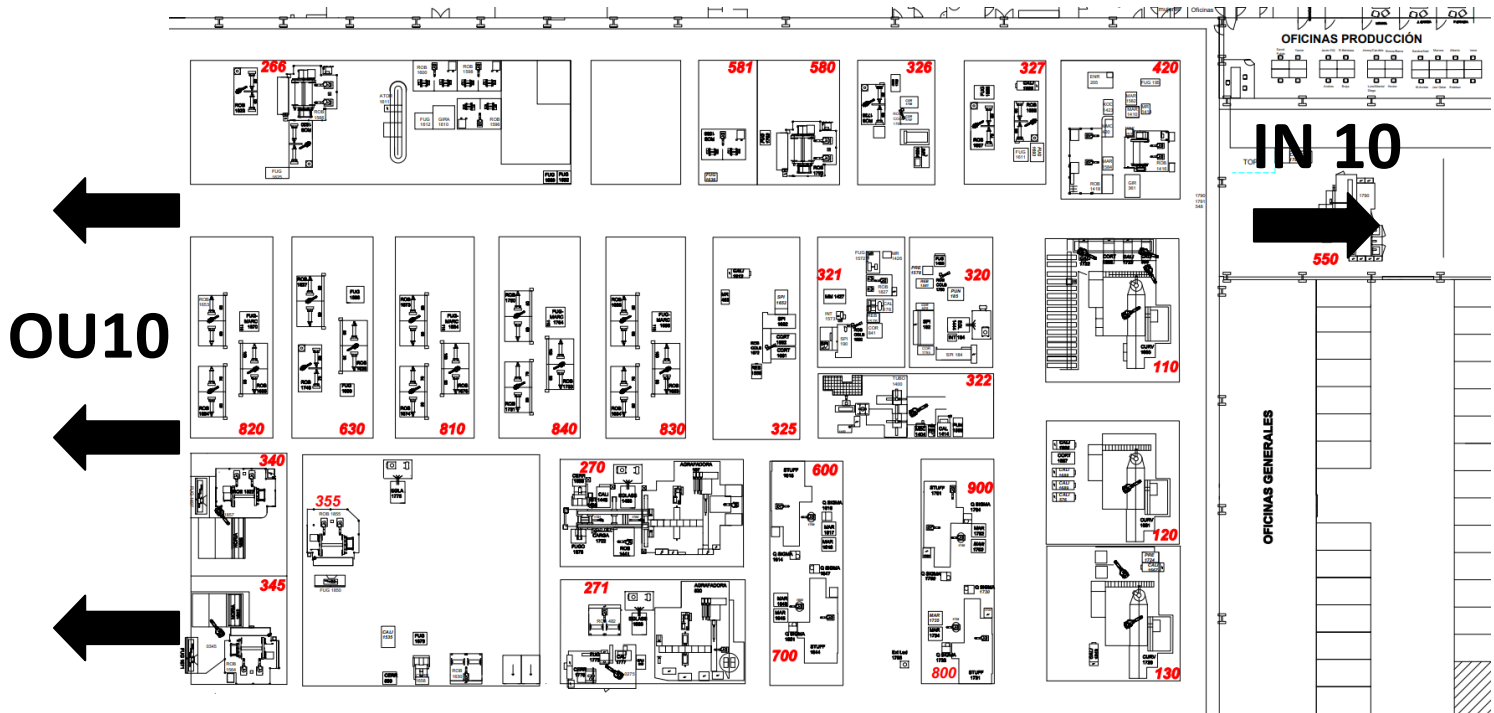


Figura 8: Lay Out zona PR10 (Fuente: [1])

c) ALMACÉN EXPEDICIONES (OU 10)

El almacén de expediciones (OU 10) es donde se almacena el producto final antes de enviarlo al cliente. Tiene una zona cerrada completamente quedando el resto de la zona de expediciones protegido por una gran cubierta. Dentro de la zona cubierta se reserva una zona de secuenciación destinada a uno de los clientes de la empresa.

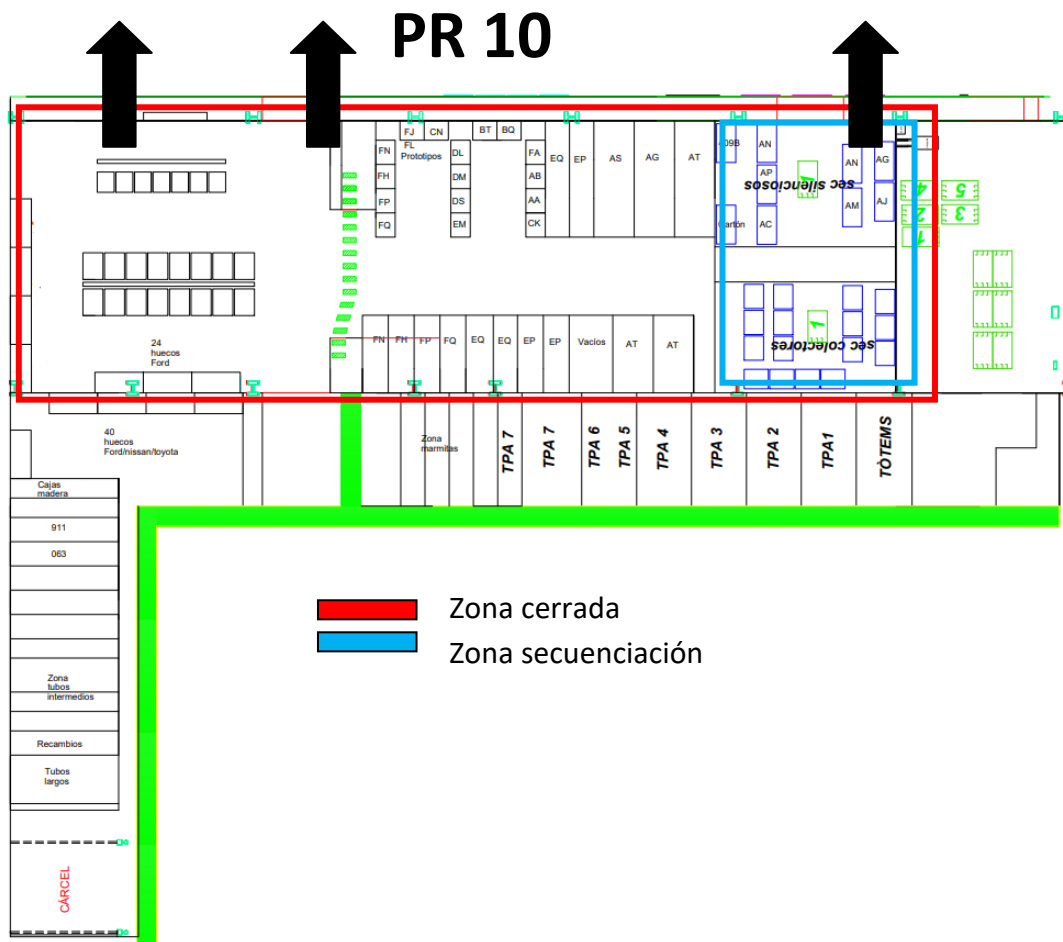


Figura 9: Lay Out OU10 (Fuente: Elaboración propia)

2.3 PRODUCTO

La planta Faurecia Emissions Control Technologies Pamplona S.L. se dedica a la fabricación de sistemas de escape para diferentes automóviles.

El sistema de escape de un automóvil es un conjunto de elementos y conductos encargados de la expulsión al exterior de los gases que se han generado en el proceso de combustión por parte del motor del automóvil.

Además de la función principal de conducir y expulsar los gases, los sistemas de escape tienen otras funciones importantes para el automóvil. En primer lugar la de reducir la contaminación de los vehículos al medio ambiente consiguiendo así cumplir con normativas cada vez más exigentes. Por otro lado reduce la temperatura y velocidad de los gases antes de su expulsión al exterior. Por último los modelos actuales deben de reducir el ruido generado por la combustión.

Los sistemas de escape tienen dos grandes partes muy diferenciadas, la parte caliente (Hot End) y la parte fría (Cold End).

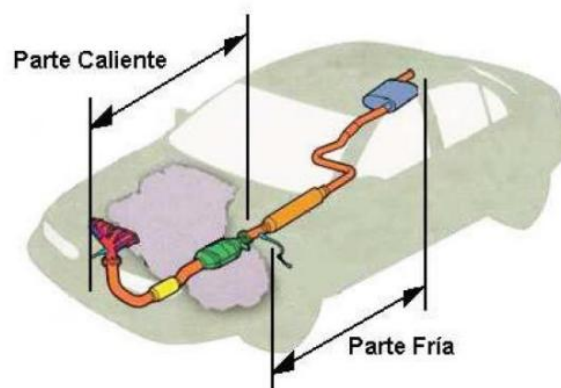


Figura 10: Partes sistema de escape (Fuente: [1])

HOT END

Como su propio nombre indica es la parte caliente del sistema de escape, el estar conectada al motor del automóvil hace que trabaje a altas temperaturas.

Su principal función es la de filtrar los gases procedentes de la combustión del motor. Por ello, tiene como objetivo reducir al máximo las emisiones de gases contaminantes al exterior. El aumento de las restricciones de emisión de gases en la actualidad, hace que sea la parte donde se producen mayores cambios e innovaciones. La presencia de filtros y catalizadores hace que sea la parte más costosa del sistema de escape, con un valor muy superior a la parte fría de este. Los elementos del Hot End son el precatizador, flexible y el catalizador.

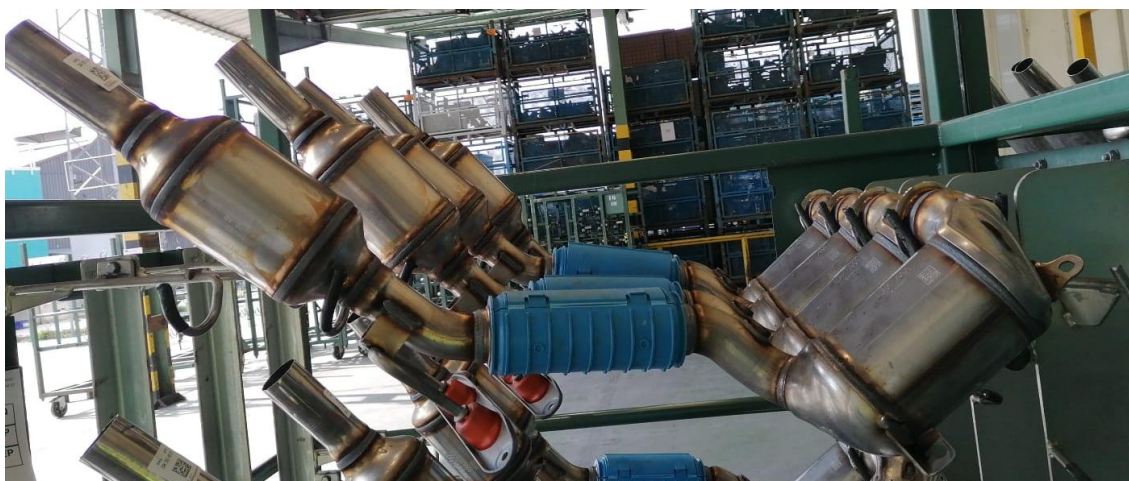


Figura 11: Parte caliente (Fuente: Elaboración propia)

COLD END

La parte fría del sistema de escape, Cold End, se coloca entre la parte caliente y el exterior. Su principal función es la de reducir la temperatura y presión de los gases antes de expulsarlos a la atmósfera. Con ello se consigue reducir notablemente el ruido generado por estos en su expulsión al exterior del automóvil. Los elementos que forman esta parte del sistema de escape son los tubos intermedios, marmitas y tubos de cola. Además se le añaden elementos de sujeción para la instalación del sistema de escape en los automóviles.



Figura 12: Parte fría (Fuente: Elaboración propia)

Faurecia Emissions Control Technologies Pamplona S.L. fábrica diferentes productos en función de los clientes. Cada modelo de automóvil presenta unos requisitos de motorización, emisiones y sonido que hacen que requiera un sistema de escape único. Todo esto, acompañado de la variedad de clientes de la empresa, hace que la planta de Orcoyen fabrique gran variedad de Finish Good (productos terminados). La cercanía de Volkswagen Navarra y su condición de principal cliente de la planta hace que los sistemas de escape más fabricados vayan destinados a automóviles de esta marca, más concretamente para los modelos de Polo, T-Cross y Taigo.



Figura 13: Carros secuenciación (Fuente: Elaboración propia)

2.4 CLIENTES

Faurecia tiene una amplia cantidad de clientes en todo el mundo. De hecho, uno de cada tres vehículos del mundo presenta su tecnología.

La multinacional Volkswagen es el mayor cliente de Faurecia, abarca en torno al 20% de las ventas mundiales del grupo.

El grupo Faurecia también vende productos en un alto porcentaje a Ford, Renault-Nissan y PSA. Además tiene una gran cantidad de diferentes clientes del sector automovilístico.



Figura 14: Clientes Grupo Faurecia (Fuente: [1])

A continuación se muestra el porcentaje de ventas por cliente en el año 2018 por el grupo Faurecia.

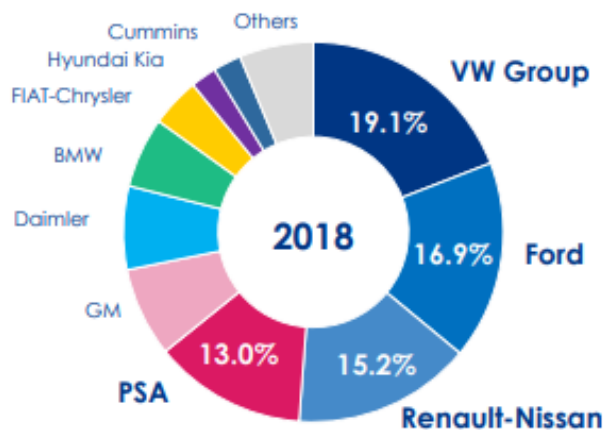


Figura 15: Porcentaje de ventas Grupo Faurecia (Fuente: [1])

En cuanto a Faurecia Orcoyen, su mayor cliente sigue siendo el grupo Volkswagen. En concreto la planta que se encuentra en el Polígono Landaben (Pamplona). La cercanía entre ambas plantas hace que el 50 % de las ventas de Faurecia Orcoyen dependa de la planta de Volkswagen Navarra.

2.5 PROVEEDORES

Faurecia Emissions Control Technologies Pamplona S.L. cuenta con una gran cantidad de proveedores repartidos por todo el mundo. En la planta se fabrican gran variedad de productos, los cuales están formados por distintos componentes. Un alto porcentaje de estos componentes son fabricados fuera de la planta y llegan listos para ser montados en el sistema de escape. Todo esto hace que la empresa disponga de proveedores de todo tipo y de lugares muy alejados de Pamplona. Desde el proveedor más lejano WUXI, con sede en Shangai a unos 10.485Km, hasta TFS Navarra a una distancia de apenas 3,5 Km se cuenta con más de 60 grandes empresas de proveedores.

Uno de los pilares de la filosofía Lean busca reducir el inventario, valor total de todos los materiales presentes en la fábrica. Para ello el grupo Faurecia busca recibir cantidades de materiales que no generen stock. Esto hace que se agrupe la mercancía de diferentes proveedores en almacenes externos y de ahí se transporte todo a la planta o a otro proveedor, reduciendo el número de camiones que llegan a la planta y aprovechando al máximo el espacio de estos. Además se consigue un menor tiempo de los materiales almacenados en la fábrica, reduciendo el espacio necesario en esta. Unos ejemplos de estos almacenes son Dascher y Kosmonosy, a continuación se muestra el flujo de llegada y salida de estos.

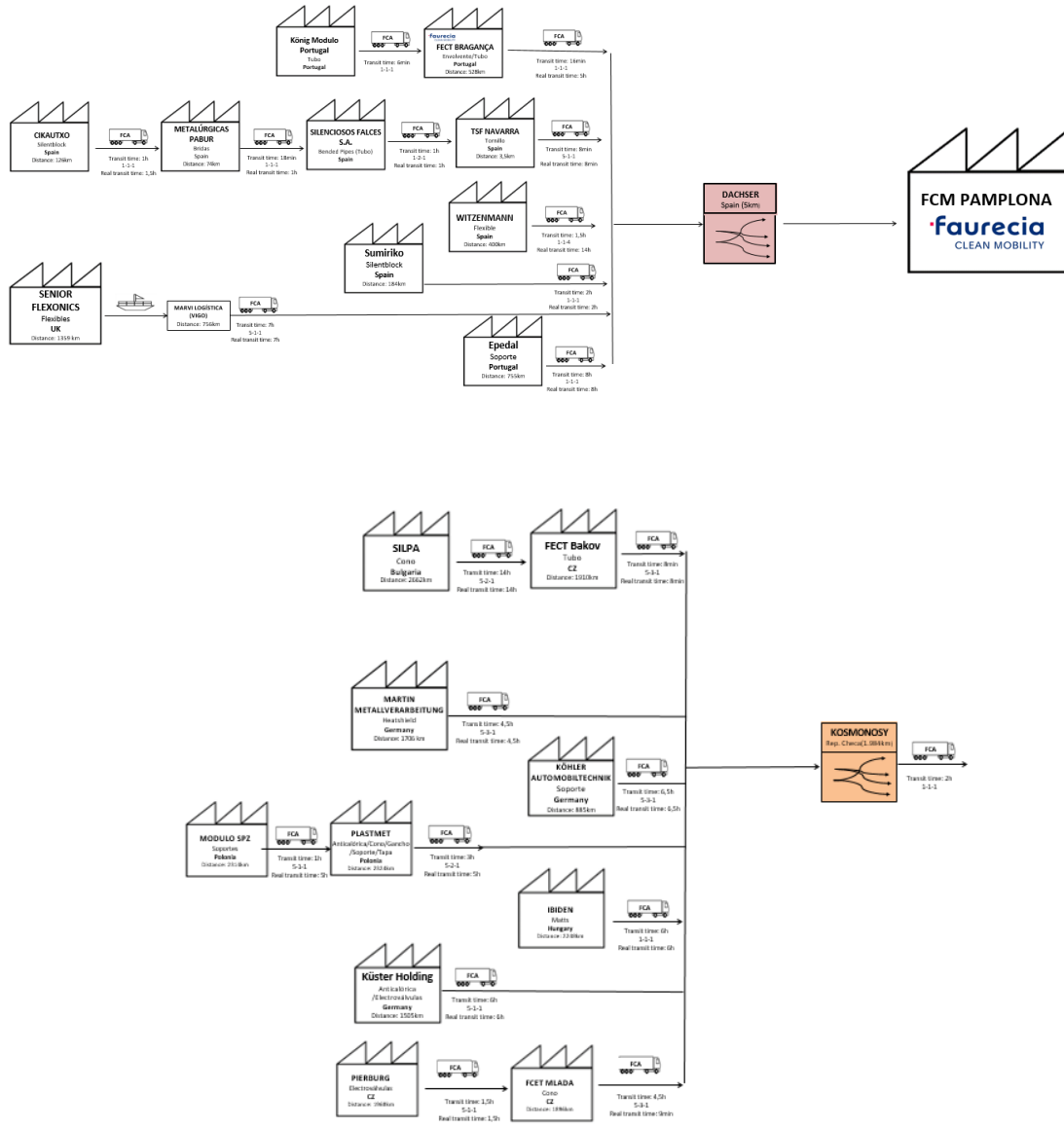


Figura 16: Flujo proveedores Faurecia Orcoyen (Fuente: Elaboración propia)

3. MARCO TEÓRICO

3.1 LEAN MANUFACTURING

La filosofía Lean Manufacturing es un sistema de organización del trabajo que pone el foco en la mejora del sistema de producción. Para esto se basa en la eliminación de aquellas actividades que no aportan valor al proceso ni al cliente. Estas se denominan despilfarros o desperdicios, y son aquellas tareas que implican la sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos.

El origen de la filosofía Lean Manufacturing se sitúa en Japón, cuando sus empresas adoptan una cultura basada en la búsqueda de mejoras en la planta a nivel de de puesto de trabajo y de la línea de producción. Para ello es necesario estar en contacto con los problemas, contar con la involucración de todo el personal y establecer comunicación entre todos los niveles organizativos de la empresa.

Con la eliminación de los distintos desperdicios, se consigue mejorar la calidad del producto y su proceso de fabricación. Todo ello hace que tanto el coste como el tiempo de producción del producto se reduzcan notablemente.

La filosofía Lean introduce en la empresa una cultura de trabajo en equipo y comunicación entre trabajadores. Además no da nada por sentado y busca continuamente nuevas formas de hacer las cosas de manera más ágil, flexible y económica.

En definitiva, el sistema Lean, busca obtener el producto correcto, en el lugar correcto, en el momento correcto y en la cantidad correcta. Esto se consigue siendo flexible y abierto a nuevos cambios que permitan minimizar los desperdicios.

Las bases del sistema Lean Manufacturing son las siguientes:

- Calidad total a la primera: tratar de conseguir cero defectos; detectar y solucionar los problemas en el origen de los mismos.
- Eliminación de desperdicios: eliminar las actividades que no añaden valor y optimizar el uso de los recursos (capital, personal y espacio).
- Mejora continua: compartir la información a todos los niveles, reducir costes, mejorar la calidad y aumentar la productividad.
- Procesos y producción pull: es el cliente el que tira de la producción y no la producción la que empuja los productos hacia el cliente.
- Flexibilidad: ser capaz de producir una gran variedad de productos sin sacrificar la eficiencia en los productos que tienen volúmenes menores de producción.

- Relación con los proveedores: construir y mantener una relación a largo plazo con los proveedores, compartiendo el riesgo, los costes y la información.
- Plena utilización de las capacidades de la mano de obra: trabajadores polivalentes, formación de los trabajadores para comprobar parámetros de calidad y de mantenimiento y aplicación práctica de las habilidades de los trabajadores.

La difusión de las distintas técnicas de Lean siempre ha estado acompañada de un concepto llamado excelencia en fabricación. Para poder alcanzar este concepto las empresas deben marcarse estos objetivos.

- Diseñar para fabricar.
- Reducción de los tiempos de preparación de los equipos, mejorando así la flexibilidad y disminuyendo los plazos de fabricación.
- Establecer un lay out que reduzca el tiempo empleando en recorridos y facilite el control del proceso productivo.
- Empleo de la tecnología para reducir los productos fabricados con errores.
- Organizar y mantener limpio el puesto de trabajo para reducir tiempos de búsqueda.
- Formación de los trabajadores para facilitar la polivalencia y la motivación.
- Conservar y mejorar los equipos actuales antes de comprar nuevos equipos, haciendo uso del mantenimiento preventivo.
- Detección de los fallos en el puesto de trabajo, antes de llegar al cliente.

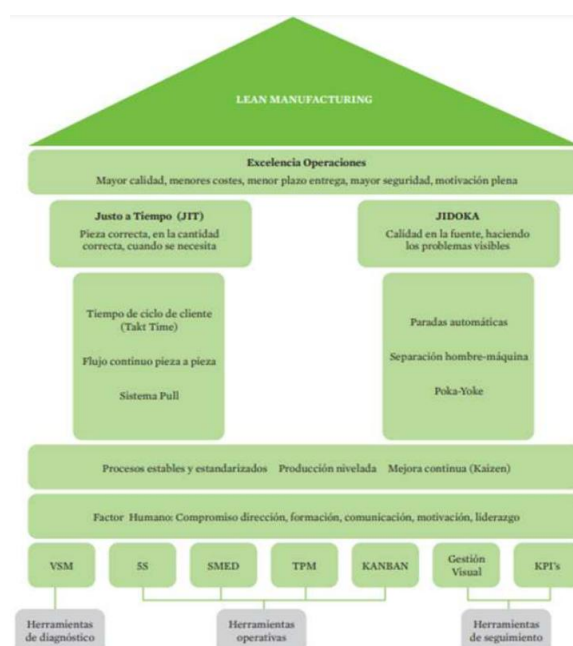


Figura 17: Lean Manufacturing (Fuente: [3])

3.2 JUST IN TIME

El “Just in time” (JIT) es una herramienta del Lean Manufacturing que se inició con éxito en Japón. El Just in Time crea relaciones de trabajo entre el proveedor, transportista y usuario con el objetivo de eliminar el exceso de stocks en los almacenes y flujos de un producto. Con esto se consigue entregar la cantidad justa en el momento correcto y tener una fabricación flexible con la que poder reaccionar rápidamente.

Con su implantación la empresa consigue mejorar su sistema de gestión de materiales además de ser capaz de producir diferentes productos en lotes pequeños.

El JIT consigue mejoras del proceso en la calidad, productividad, servicio, capacidad de producción, estandarización de tareas, relaciones con proveedores y trabajadores, sistemas de transporte y flexibilidad. Además reduce inventarios, tamaños de lote, colas, tiempos de preparación de la maquinaria, plazos de ejecución, coste unitario, espacio y energía.

El sistema Pull (método de arrastre) es una de las principales ideas en las que se basa la filosofía Just in Time. El método Pull se basa en que cada proceso recoge las piezas o elementos del proceso anterior. Por ello se fabricaran únicamente, y en el momento requerido, las piezas necesarias para el siguiente proceso de fabricación.

Para que únicamente las piezas requeridas sean fabricadas se necesita una correcta transmisión de la información. Para ello se establece el sistema de tarjetas Kan-Ban. Un Kan-Ban es una tarjeta rectangular con las que se facilita la información. Existen tarjetas de transporte y de producción, las primeras detallan la cantidad que el proceso siguiente tiene que recoger mientras que las segundas indican la cantidad de piezas a fabricar en el proceso anterior. En la actualidad se les adjunta un código de barras con el que facilitar aun más la transmisión y control de la información.

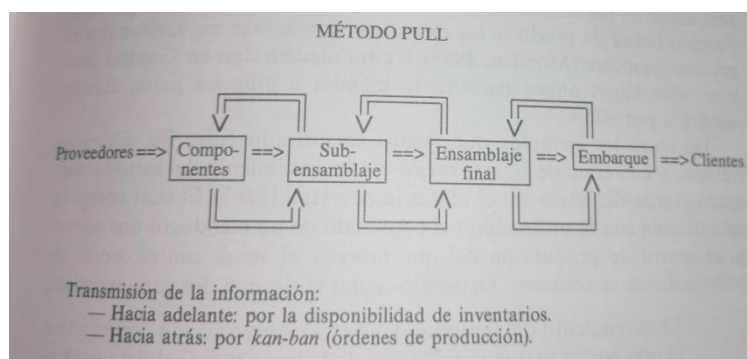


Figura 18: Sistema Pull (Fuente: [4])

3.3 TECNICA 5S

La regla de las 5's es una herramienta de la metodología Lean Manufacturing, de hecho es la primera en ser implantada en las empresas. Las 5's se basan en el orden y limpieza del puesto de trabajo para evitar defectos en la fábrica como:

- Suciedad en los equipos.
- Desorden.
- Elementos dañados.
- Falta de formación.
- Elevadas averías.

El origen de la herramienta proviene de Japón, de hecho, su nombre (5's) viene de las palabras japonesas Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Sitsuke. Estas palabras significan organización, orden, limpieza, estandarización, disciplina y hábito.

SEIRI (ORGANIZACIÓN)

Una correcta organización de nuestro puesto de trabajo consiste en disponer de los elementos necesarios en la cantidad necesaria y lugar correcto. Con esto se consigue evitar desplazamientos innecesarios, eliminando desperdicios de tiempo.

Para disponer de un lugar de trabajo ordenado se distinguen dos grandes acciones a realizar. En primer lugar localizar los elementos innecesarios y separarlos del resto. Con ellos se realizará un análisis sobre su estado y posibles usos para reubicarlos, arreglarlos o desecharlos.

Por otro lado, el resto de elementos restantes, necesarios, se deben de ordenar y situar en un lugar correcto. Con estas dos acciones se consigue reducir el espacio destinado a los elementos así como el tiempo empleado en su localización y uso.

SEITON (ORDEN)

Consiste en establecer el modo en el que se van a ubicar los elementos necesarios, para que sea fácil su búsqueda. Se les asignará una ubicación propia, en función de la frecuencia de uso. El orden evita en la producción una gran cantidad de despilfarros como reducir el movimiento de los operarios, tiempo de espera hasta encontrar herramientas y stocks de elementos no necesarios.

La ubicación de cada material deberá de ser identificada con una señalización. En dicha señalización conviene mostrar la referencia de la ubicación, nombre del material o

herramienta y el mínimo necesario. De esta manera se evitará paradas por falta de material o herramienta.

Con la aplicación correcta del orden se reducen tiempos de búsqueda, se evitan paradas de trabajo, se incrementa el espacio disponible y se controla la cantidad de material del que se dispone.

SEISO (LIMPIEZA)

La siguiente acción de la técnica de las 5's es la limpieza del lugar de trabajo, para ello se debe de identificar y eliminar las fuentes de suciedad y contaminación. Una de las partes más importantes de la acción de limpieza es la de formar al operario para que este realice una limpieza rutinaria de sus puesto de trabajo, cada operario será responsable del correcto estado de su puesto de trabajo.

Los beneficios conseguidos con la aplicación de Seiso son los siguientes:

- Aumento de la motivación del operario y su conocimiento sobre las herramientas y maquinaria que utiliza.
- Aumento de la vida útil de las herramientas.
- Facilitar la búsqueda de los componentes de una máquina en caso de avería de estos.
- Eliminar las fuentes de contaminación que produzcan un consumo extra de energía.
- Aumenta la calidad de los productos fabricados.

SEIKETSU (ESTANDARIZACIÓN)

La estandarización es el desarrollo de un método sistemático para llevar a cabo una tarea o procedimiento, en este caso se busca la aplicación repetitiva de la organización, orden y limpieza. Para estandarizar una acción debe de quedar claro tanto su responsable como la periodicidad de esta. Una mala estandarización de las primeras fases lleva a la empresa a volver a la situación anterior a la implantación de las 5's. Con esta fase de las 5's se consigue:

- Evitar la presencia de elementos necesarios
- Evitar una mala ubicación de los elementos
- Evitar la suciedad en el puesto de trabajo.

SITSUKE (DISCIPLINA Y HÁBITO)

La última fase de las 5's tiene como objetivo convertir en hábito todas las fases aplicadas anteriormente. Es la fase más complicada puesto que es necesario crear interés entre los operarios en mantener todo limpio y ordenado. Para la aplicación de esta última fase se deben de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Infraestructuras que faciliten el mantenimiento de los estándares.
- Motivación en el personal
- Tiempo para asimilar la metodología de trabajo.
- Reconocimiento al personal que trabaja de forma correcta.

En esta última fase, tras conseguir implantar el hábito, se consigue una mayor calidad del proceso y posteriormente mayor satisfacción en el cliente.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

4.1 ANTECEDENTES

El principal cliente de Faurecia Emissions Control Technologies Pamplona S.L. es el grupo Volkswagen Navarra, el cual abarca un 50% de las ventas de la planta. La parte de la planta destinada a este cliente trabaja con la metodología Just In Time. Esto implica que el cliente, en este caso Volkswagen Navarra, exige un producto que ha de ser entregado en apenas 3 horas, para su posterior colocación en el coche a las tres horas y media desde su salida de la planta.

La metodología Just In Time exige a la fábrica un perfecto control de tiempos y personal en la zona de producción con el objetivo de optimizar el proceso y reducir costes de fabricación. Otro departamento importante en la generación de beneficio por parte de la empresa es el de logística. Una correcta gestión por parte de este departamento de los materiales y el suministro de estos consigue también la reducción de costes del proceso de fabricación.

Además de la logística interna de la empresa también es importante optimizar tanto la llegada de materiales como la salida del producto final rumbo al cliente. Un correcto aprovechamiento de los camiones encargados de transportar los productos consigue la optimización del proceso y con ello la reducción de costes de este.

Este proyecto se va a enfocar en la Logística interna de la empresa, más concretamente en el estudio del aprovisionamiento de piezas a las líneas de producción de la empresa.

4.2 SITUACIÓN ACTUAL

A continuación se explica la situación actual de abastecimiento de la materia prima a la zona de producción desde su llegada a la fábrica.

4.2.1 Funcionamiento almacén materia prima (IN10)

El almacén IN10 es donde llega y se almacena la materia prima necesaria para la zona de producción. Como ya se ha comentado antes tiene una zona de descarga (TRA), el Mass Storage y el Flat Storage.

Flat Storage es la zona del almacén IN10 donde los minitreos recogen las piezas necesarias antes de transportarlas a la zona de producción (PR10).



Figura 19: Flat Storage (Fuente: Elaboración propia)

El objetivo es que los minitreos necesiten el menor tiempo posible para la recolecta de piezas. Para ello el Flat Storage está compuesto por unas rampas marcadas con la referencia de cada pieza o material.



Figura 20: Cartel Flat Storage (Fuente: Elaboración propia)

Las rampas deben de tener en todo momento un número mínimo de cajas para no provocar una parada del minitrén y con ello una ralentización del proceso productivo. Para ello la empresa dispone en esta zona de dos operarios que se encargan de rellenar las rampas con la materia prima almacenada en el Mass Storage.

En el momento que un camión proveniente de algún proveedor llega a la empresa, uno de los dos operarios asignados a este almacén, se encarga de descargar y almacenar en el Mass Storage la mercancía. Durante este tiempo solo se dispone de un operario para rellenar el Flat Storage, el cual puede solicitar ayuda al Gap líder si es necesario.



Figura 21: Mass Storage (Fuente: Elaboración propia)

Comentar además que el trenero puede activar una alerta en caso de que observe que el número de cajas de la rampa se acerca al mínimo.

Encima de cada referencia hay colocada una bandera amarilla. Esta será elevada en el momento que se decida realizar una alerta.



Figura 22: Bandera de alerta (Fuente: Elaboración propia)

En el momento en el que se rellena la rampa la bandera es bajada, quedando así la alerta solucionada.

4.2.2 Minitrenes

Los minitrenes son la parte más importante de la cadena de suministros. La planta cuenta con tres minitrenes que se encargan de transportar las piezas desde IN 10 hasta PR10. Cada uno de ellos tiene asignado un recorrido diferente quedando así toda planta cubierta. Una vez en PR10 las depositan en la rampa correspondiente.



Figura 23: Minitrén (Fuente: Elaboración propia)

A continuación se muestran los recorridos de cada uno de los minitrenes, los recorridos quedan distribuidos para que el número de paquetes y el tiempo de ciclo sea parecido en los tres casos.

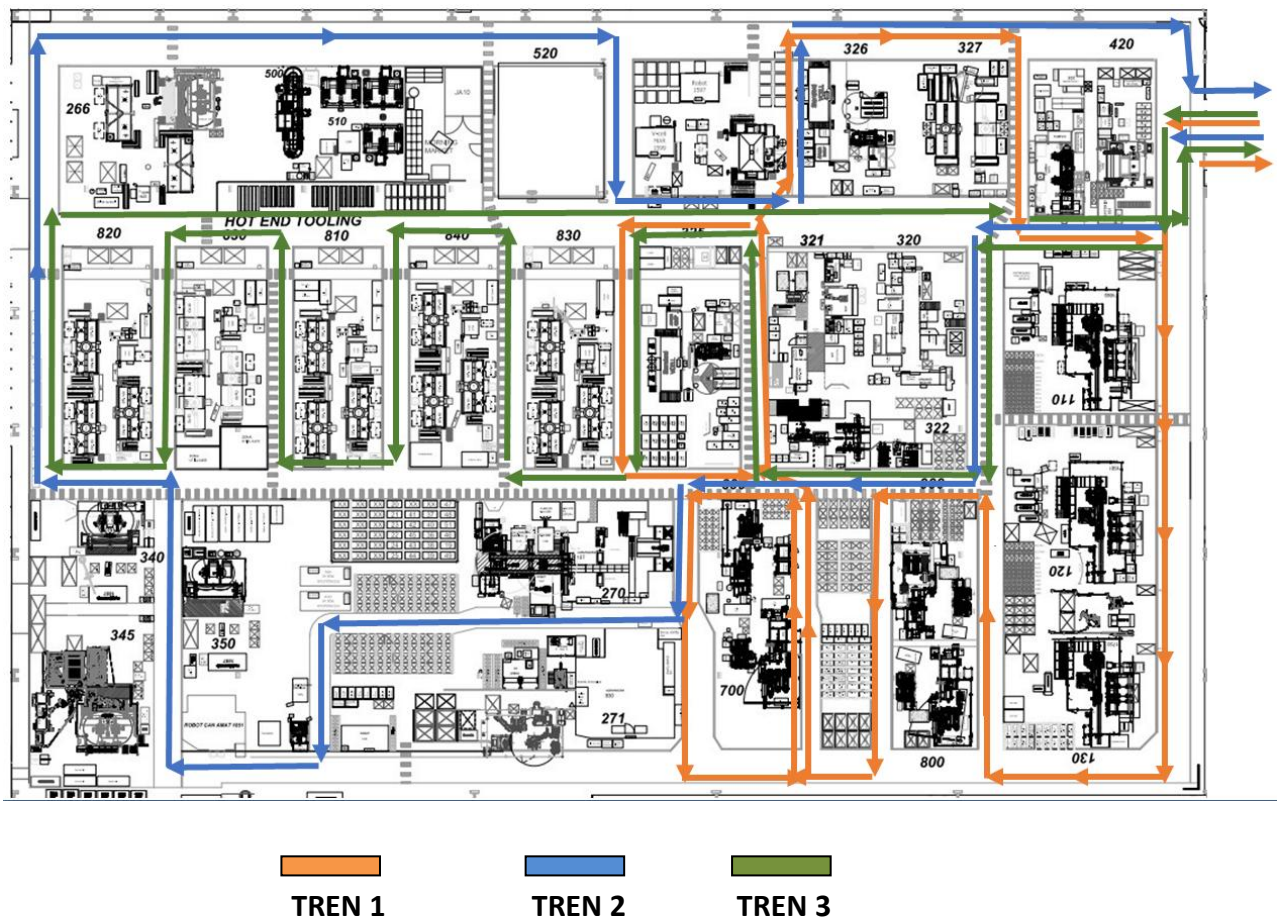


Figura 24: Recorrido trenes (Fuente: Elaboración propia)

Para realizar el proceso se utiliza el método E-KANBAN, que consiste en suministrar a la zona de producción solamente las piezas necesarias. Cada material o pieza tiene asignada una referencia, y con ella un determinado código de barras. Estos códigos de barras están colocados mediante pegatinas en las rampas que abastecen a las máquinas de producción.

Los ciclos de los trenes tienen dos partes diferenciadas. En la primera el trenero rellena el tren con las piezas necesarias en el almacén de IN10. En la otra se encarga de repartirlas por toda la zona de producción

Los treneros al hacer la parte del ciclo de reparto escanean con una pistola los códigos de las referencias que se necesitan rellenar. Seguidamente el programa E-KANBAN se encarga de imprimir unas etiquetas con las referencias que el trenero ha escaneado.

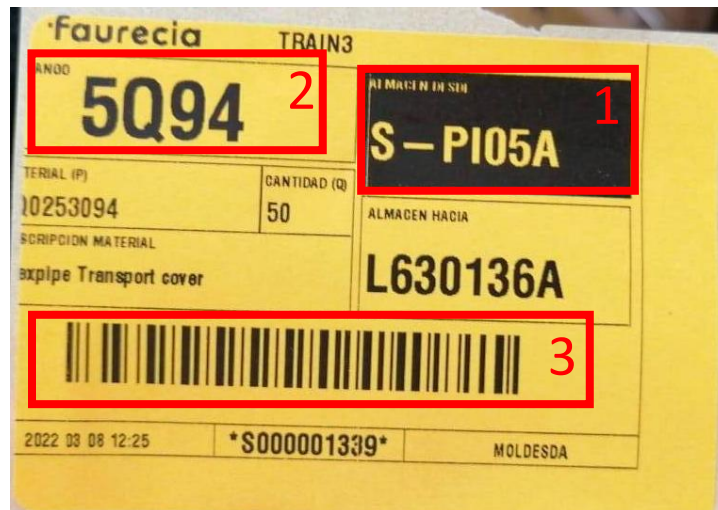


Figura 25: Etiqueta E-KanBan (Fuente: Elaboración propia)

Las partes más importantes de las etiquetas son la ubicación en el almacén (1), código que aparece en la rampa (2) y código de barras a escanear (3). Además en la etiqueta se puede observar una pequeña descripción del material, referencia completa, cantidad de piezas por caja, fecha, hora, proveedor y número de tren.

Con ello, al finalizar el ciclo y llegar al almacén IN10, el trenero recoge las pegatinas de las referencias que tiene que volver a cargar. En caso de que exista algún tipo de problema, el GAP líder será el encargado de cubrir las ineficiencias de los minitrenes.



Figura 26: Impresora etiquetas (Fuente: Elaboración propia)

4.2.3 Rampas zona de producción

La parte final de la cadena de suministros son las rampas que abastecen de piezas a las líneas de producción. Su función es la de hacer llegar a los operarios las piezas necesarias para la realización del producto que se está haciendo en ese momento.



Figura 27: Rampas Producción (Fuente: Elaboración propia)

Las capacidades de estas rampas varían según la demanda de las piezas. Además, tienen que asegurar que el operario dispone de materia prima en todo momento. Otro factor a tener en cuenta en el diseño de las rampas es el stock. Se deberán de bajar a la zona de producción únicamente las piezas necesarias para el proceso, eliminando así desperdicios.

Cada rampa tiene asignado un número, el cual le hace única en toda la planta. A su vez cada rampa está dividida en un número específico de calles. El subconjunto de las calles de cada rampa se nombra acompañando el nombre de esta con una letra. (ej. 20A ,20B ,20C...)

En cuanto al proceso de suministro, las rampas cuentan con códigos de la referencia a introducir. Estos códigos son los escaneados por el trenero en el momento que este observa una cantidad baja de material.



Figura 28: Etiquetas Rampas de producción (Fuente: Elaboración propia)

En la etiqueta de referencia se encuentra el código, la referencia, la línea, número de rampa, descripción de la pieza y el mínimo de cajas necesario.

Tras escanear dicho código, el sistema E-KAMBAN imprime la etiqueta correspondiente en la entrada a IN10, la cual será recogida cuando el tren inicie el proceso de recogida de productos en dicho almacén.

4.3 PROBLEMAS ACTUALES Y OBJETIVO

La dirección de la empresa tiene como objetivo conseguir la máxima eficiencia. Para ello ha encargado al departamento de logística la reducción de personal.

La empresa posee una potente herramienta llamada LTC (Logistics Time Calculation) para calcular el personal necesario en función de las tareas que realiza cada operario y el tiempo que requiere cada una de ellas. Con ella se analiza el número de personas necesarias para cada trabajo relacionado con la logística de la empresa. En la herramienta se introducen todos los trabajos que cada operario realiza a lo largo de su turno, con las acciones necesarias para su realización.

Product	Occ	Material Flow Description	Logistic Area	Commodity	Part Family HU	Part Family PU	CARSETS per SU	Part per XU	Weight of packing form	DIVERSITY of Form (1203)	input: Parts per finish (1203)	input: Transport Dist. (m)	input: Local Handling Unit	Daily Needs: Unit per loop	Daily Needs: Loop	Process Time: loop time (s)	Process Time: Parts per loop	Process Time: Time per part (s)	Process Time: Time per carset (s)	Process Time: Time per shift (minutes)	Options: Basic carset	Options: Best Option 1	Options: Best Option 2	Options: Best Option 3	Options: Best Option 4	Operator: 97%	Operator: 92%	Operator: 85%	Operator: 55%	Operator: 55%					
STDI		Transport from TRA to Mass Storage									57	HU	2			161.444	2292.0	0.1	0	31															
STDI		Save location in the mass storage (WM)										HU				3.2	1146.0	0.0	0	1															
STDI		Transport from TRA to Mass Storage									60	HU	2			161.108	1219.8	0.1	0	1															
STDI		Save location in the mass storage (WM)										HU				3.2	609.9	0.0	0	0															
STDI		Transport from TRA to Mass Storage									60	HU	2			126.49	893.4	0.1	0	7															
STDI		Save location in the mass storage (WM)										HU				3.2	446.7	0.0	0	0															
STDI		Transport from TRA to Mass Storage									30	HU	2			120.559	435.0	0.3	0	2															
STDI		Transport from TRA to Mass Storage									40	HU	2			129.839	1000.0	0.1	0	1															
STDI		Scan label empty month zone										HU				3.2	271.7	0.0	0	0															
STDI		Transport from Mass Storage to Month's flat storage									18	HU	1			75.4797	271.7	0.3	0	9															
STDI		Remove plastic cover pallet									1	HU				19.06	271.7	0.1	0	2															
STDI		Transport empty pallet									54.44	HU	1			77.0066	271.7	0.3	0	9															
STDI		Scan label empty rack										HU				3.2	1158.3	0.0	0	1															
STDI		Transport from Mass Storage to Flat Storage (Pallet)									46.6	HU	1			91.4588	1158.3	0.1	0	30															
STDI		Unwrap pallet cover									1.5	HU				22.2479	1158.3	0.0	0	7															
STDI		Fill racks in flat storage										PU				26.548	44.8	0.6	1	223															
STDI		Transport empty carset									38.868	HU	1			66.5689	1158.3	0.1	0	22															
STDI		Scan label empty rack										HU				3.2	604.5	0.0	0	0															
STDI		Transport from Mass Storage to Flat Storage (Pallet)									46.6	HU	1			91.4588	604.5	0.2	0	8															
STDI		Transport from Empty box area to Flat Storage									29	HU	1			95.9336	604.5	0.2	0	8															
STDI		Open cardboard full box									1	HU				6.65995	604.5	0.0	0	1															
STDI		Picking empty KLT from empties pallet									1.5	XU				7.19994	20.6	0.3	0	17															
STDI		Repacking									1	XU				3.77997	2.0	1.9	1	34															
STDI		Stick new label on each repack box									1	XU				6.3	20.6	0.3	0	15															
STDI		Fill racks in flat storage									1	XU				9.26797	20.6	0.4	0	22															
STDI		Transport empty cardboard box									28.39	HU	1			52.8354	604.5	0.1	0	4															
STDI		Throw empty box to the cardboard container									1	HU				6.29995	604.5	0.0	0	1															
STDI		Transport empty pallet									34.19	HU	1			80.0688	604.5	0.1	0	5															
STDI		Filing the holes									10	HU	1			55.5185	612.8	0.1	0	1															
STDI		Unwrap pallet cover									1.5	HU				22.2479	612.8	0.0	0	0															
STDI		Transport from empty rack to warehouse reception									7	HU	1			49.0794	1866.1	0.0	0	6															

Figura 29: Herramienta LTC (Fuente: Elaboración propia)

Además en cada acción se puede determinar un conjunto de parámetros, en la siguiente imagen se observa la descripción al detalle del trabajo de entrega de paquetes de uno de los minitrenes, siendo modificables alguno de los datos.

Small Train or AGV Transport

Loop-Definition: Loading and unloading 1 unit to small train (driving time partially inside)

Main Parameter:

			Time [s]
2	Which Unit is transportated?	HU	20
4	Total number of Wagons for this small train:	2	
1	How many wagons are used for this Flow Group in avg.	1,00	
250	Complete Loop Distance [m]:	150	70,2
4	Number of 90° Turns in the Loop (U-turn = 2x 90° turn)	8	26,5
4	How many units fit on one wagon in average ?	1	

Loading and Unloading Parameters: (Leave empty in case of transport by AGV, loading/unloading = Manual transport or Decanting)

2	How many train-stops are necessary per loop for this flow group?	3	31,5
1	Replenishment system:	Box (with Box-KanBan-Logic)	8,3
1	How many units are loaded/unloaded at the same time	1	
3	avr. Walking Distance for Loading (from rack to wagon one way) [m]	2	1,8
3	avr. Walking Distance for Unloading (from wagon to rack, one way) [m]	3	2,7
2	Type of empties:	Empty Trolley/wagon	23,5

Results:

Loop Time per unit [s]	116,2	
Parts per unit	20	
Time per part	5,7	

Figura 30: Parámetros minitren (Fuente: Documentación Faurecia)

Por último se les asigna los trabajos cada uno de los operarios, 1 en caso de que el operario realice la totalidad este y 0 en caso de no realizarlo. Como se puede observar hay trabajos que se realizan entre dos operarios, por lo que se le asigna 0,5 a cada uno de ellos.

Partfamilies and Material Flow Description:				Operators:									
Product	Code	Material Flow Description	Logistic Area	97%	92%	97%	55%	56%	66%	88%	80%	64%	90%
				Reception	Mass Storage	Flat Storage	Gap Leader	Small train 1	Small train 2	Small train 3	AGV&Pool stock	HE Sequencing	CE Sequencing
SG	T130451200132												
		STDi Scan label empty rack			1								
		STDi Transport from Mass Storage to Flat Storage (Pallet)			1								
		STDi Transport from Empty box area to Flat Storage			1								
		STDi Open cardboard full box			1								
		STDi Picking empty KLT from empties pallet			1								
		STDi Repacking		0.5	0.5								
		STDi Stick new label on each repack box		0.5	0.5								
		STDi Fill racks in flat storage		0.5	0.5								
		STDi Transport empty cardboard box		0.5	0.5								
		STDi Throw empty box to the cardboard container		0.5	0.5								
		STDi Transport empty pallet		0.5	0.5								
		STDi No repack Small Train 1						1					
		STDi Scanning e-Kanban label						1					
		STDi Prepare empty container								1			
		STDi Transport empty container from empty area to line								1			
		STDi Full container transport from the line to Poolstock								1			
		STDi Check diagonal								1			
		STDi Transport from Poolstock to TPA								1			

Figura 31: Asignación trabajos LTC (Fuente: Documentación Faurecia)

Tras rellenar la totalidad de la herramienta se obtiene la carga de trabajo de cada operario en la situación actual se muestra el porcentaje de horas de trabajo que requiere el puesto respecto a las horas totales del turno, no siendo contado el tiempo de descanso. Este es multiplicado por el número de turnos en los que se realiza cada trabajo para llegar a la mano de obra necesaria. En la siguiente tabla se muestra el resumen de la mano de obra necesaria en la zona de Logística.

FUNCIÓN	% TRABAJO /TURNO	%TRABAJO/ DÍA	MOD NECESARIA	MOD ACTUAL
RECEPCIÓN	97 %	194%	2,1	2
MASS + FLAT	92 %	277%	3,2	3
GAP LIDER	97 %	292%	3,1	3
TOTAL IN10			8,4	8
TREN 1	55 %	166 %	1,8	3
TREN 2	56 %	168 %	1,9	3
TREN 3	66 %	199 %	2,2	3
TOTAL TRAIN			5,9	9
TPA	88 %	264 %	2,9	3
SECUENCIACIÓN	82 %	246 %	5,8	6
EXPEDICIONES	90 %	90 %	1	1
TOTAL OU10			9,7	10

Tabla 1: Operarios necesarios (Fuente: Elaboración propia)

El objetivo del proyecto es el de reducir un operario por turno en las zonas de logística. Tras analizar los resultados se observa que en todas funciones, exceptuando la de los minitreneros, el número de personas necesarias está muy cerca del número actual de operarios. Por ello el proyecto se centrará en la reducción de personal en los minitreneros, donde se observa un exceso de tres operarios al día.

Respecto al tema económico, el exceso de tres operarios se traduce en un gran sobrecoste para la empresa. Cada operario en la zona de logística tiene un coste anual de 40.0000€. Con la reducción de los tres operarios el ahorro anual de la empresa ascendería a un total de 120.000€.

Este proyecto se centrará en el análisis de la cadena de suministros de la planta con el objetivo de reducir una persona por turno. Con esto la empresa eliminaría un total de tres trabajadores en la zona de logística, ajustando así el número de operarios a la MOD necesaria.

El proyecto será tarea principalmente del departamento de logística. Pese a ello se deberá de colaborar con los departamentos de ingeniería y producción para consultar la viabilidad de algunas acciones que se tengan que llevar a cabo con el fin de sacar el proyecto adelante.

5. ALTERNATIVAS

5.1 OPCION 1: MODIFICACIÓN RECORRIDOS

La primera opción se centra en la eliminación de uno de los minitrenes que se utilizan actualmente en la cadena de suministros. Para ello se modificaría el recorrido de los dos restantes con el objetivo de abarcar toda la zona de producción.

Los recorridos de los dos trenes restantes serian los siguientes:

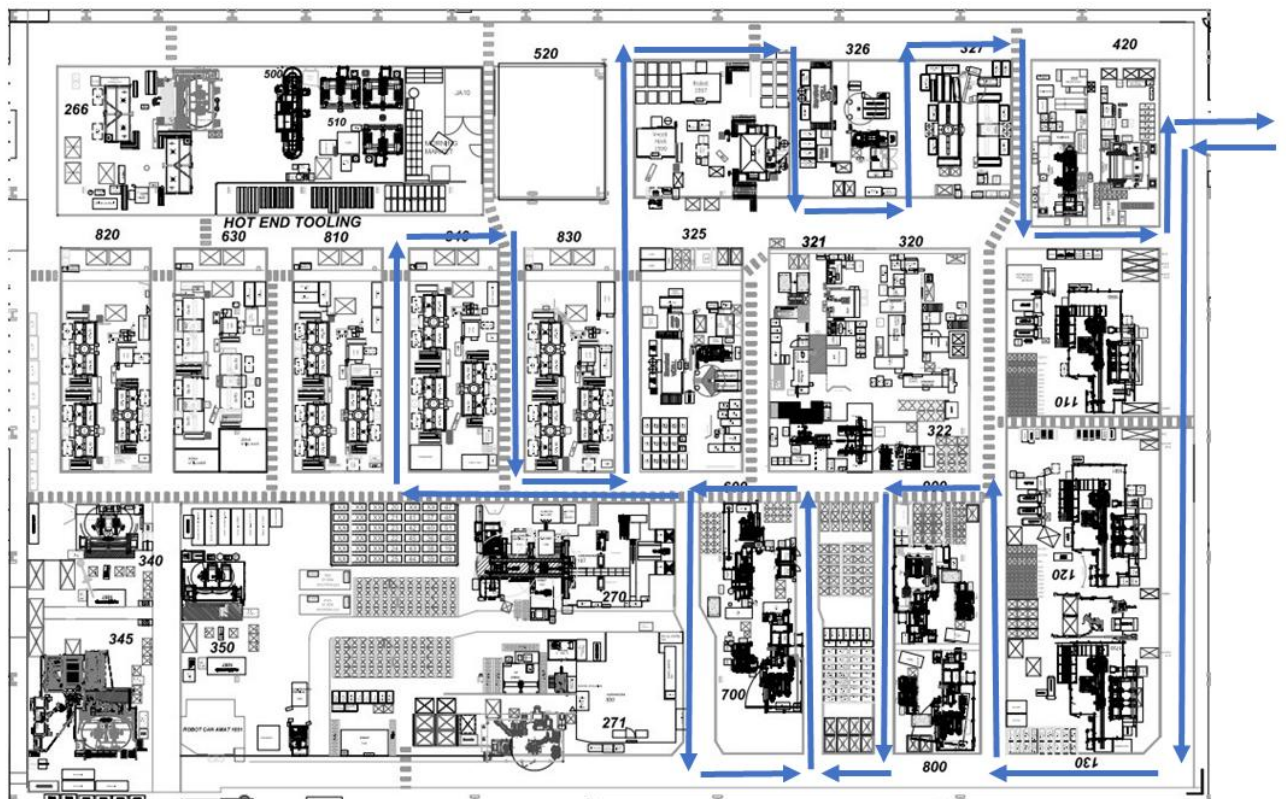


Figura 32: Recorrido Tren 1 Opción 1 (Fuente: Elaboración propia)

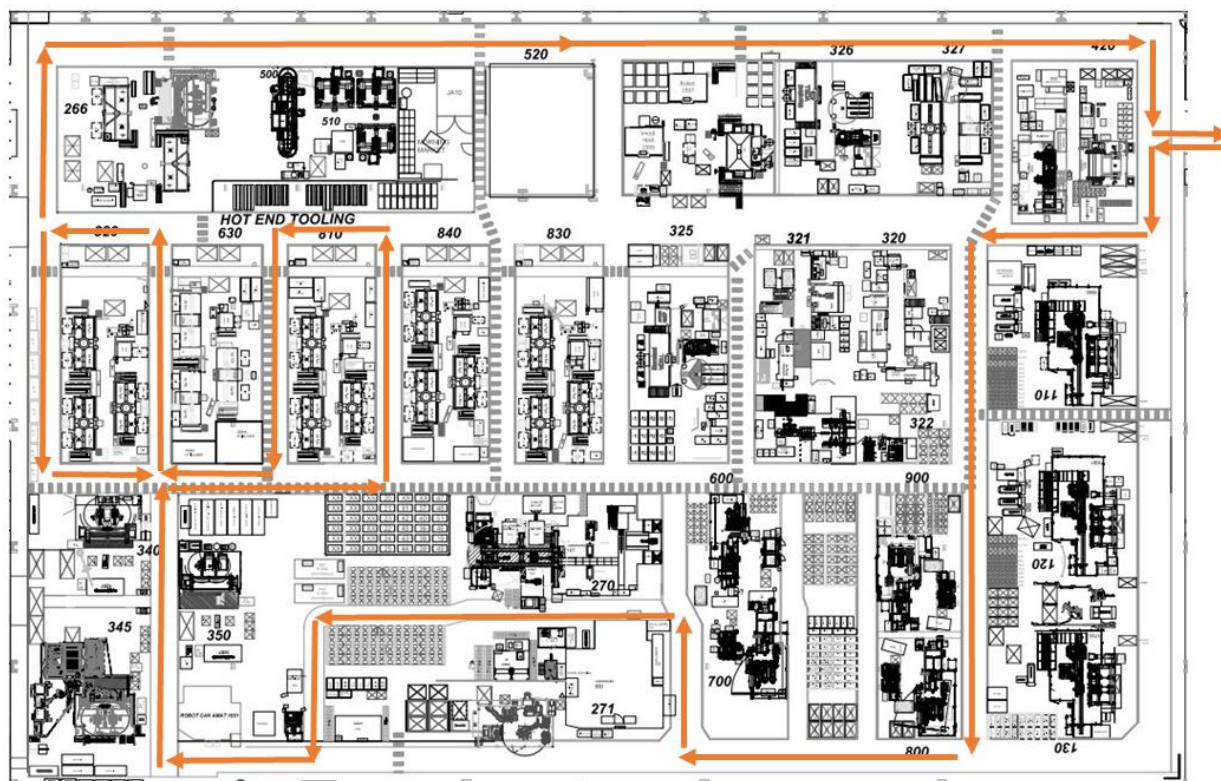


Figura 33: Recorrido Tren 2 Opción 1 (Fuente: Elaboración propia)

Una de las ventajas de esta opción es que requiere muy poco tiempo de formación para los treneros. Bastaría con explicarles el nuevo recorrido de cada tren, siendo el resto del procedimiento igual que el actual.

El gran inconveniente que presenta es la capacidad de los trenes. Al reducir de tres a dos trenes, el número de paquetes que deberán de llevar cada tren se verá incrementado por dos razones.

- 1) Los paquetes del tren eliminado se deberán de repartir entre los dos restantes.
- 2) Al aumentar el recorrido de los trenes el tiempo de ciclo de los trenes se ve incrementado. Por ello, los trenes deberán de bajar un número de paquetes mayor para cubrir la demanda de las líneas durante más tiempo.

La gran ampliación de la capacidad complica mucho el paso de los trenes por determinadas zonas de la fábrica. Además es una propuesta cara debido al alto coste de la modificación de vagones.

El incremento del tiempo de ciclo también implica un aumento de la capacidad de las rampas. Muchas de estas deberán de ser ampliadas para cubrir el tiempo de ciclo.

En cuanto al almacén de materia prima (IN10), no se necesita una gran modificación de la ubicación de las rampas. Además el procedimiento de recogida es exactamente igual al actual.

5.2 OPCIÓN 2: PICKER-DRIVER

La segunda opción se centra en eliminar un operario manteniendo los tres trenes con sus respectivos recorridos. A uno de los operarios restantes se le asigna la función de “picker” (recogedor), mientras que el otro tendrá la función de “driver” (conductor).

El picker tendrá la función de recoger las pegatinas de la impresora y posteriormente cargar los trenes de la materia prima necesaria. Por ello, su lugar de trabajo será únicamente IN10, más concretamente el Flat Storage.

Por otro lado el driver se ocupara de recoger el tren previamente cargado por el picker y abastecer la zona de producción. Cuando completa el ciclo, deja el tren vacío en IN10 y recoge un nuevo tren cargado.

De esta manera se consigue que en todo momento un tren este en la zona de picking, otro en la zona de producción y otro parado en una zona denominada “Zona de intercambio”.

Tiene la ventaja de que los tiempos de ciclo se ven menos incrementados que con la anterior propuesta. Con esto se consigue una menor modificación de rampas y capacidades de los vagones. Además con la no eliminación de uno de los trenes, no es necesario repartir los paquetes de este en los otros dos, disminuyendo así el número de modificaciones de los vagones.

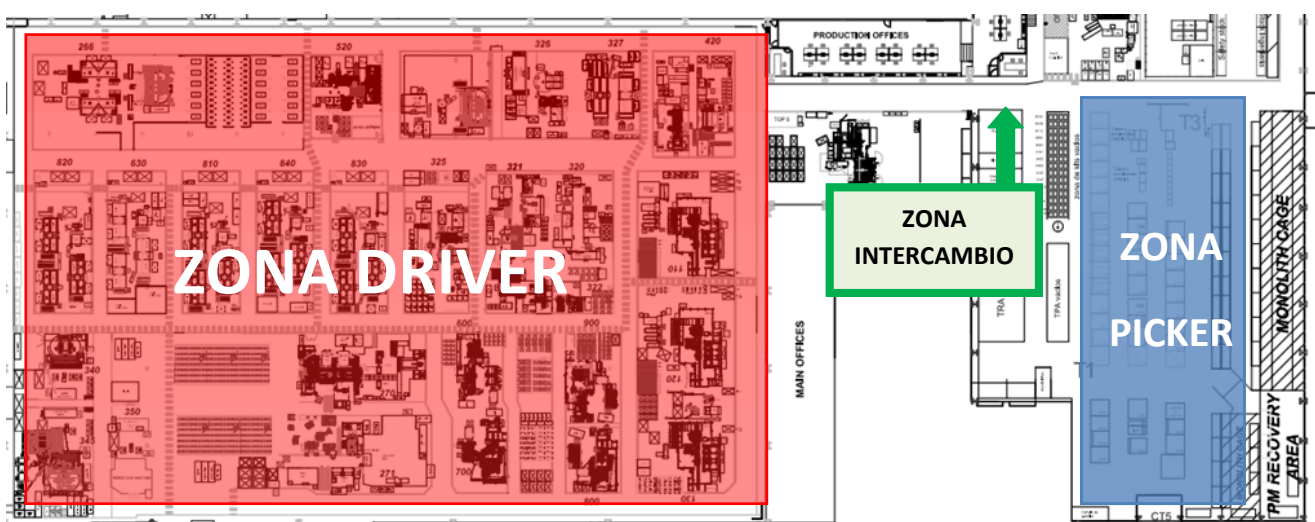


Figura 34: Zonas de trabajo P&D (Fuente: Elaboración propia)

5.3 OPCIÓN 3: AGVS

La última opción valorada es la colocación de AGVs para transportar la materia prima desde IN10 hasta OU10. Un AGV (Automated Guided Vehicle) es un robot cuya función es el transporte de material por unos recorridos previamente diseñados. Es necesario vincularlos a un ordenador, mediante el cual se controla el recorrido, trayectoria y posicionamiento del robot en todo momento.



Figura 35: AGV (Fuente:Elaboración propia)

Como consecuencia de la gran variedad de modelos de nuestra planta solo sería posible la colocación de AGVs en sustitución del tren numero 1, destinado principalmente a la zona de Canning. Para realizar el trabajo actual del tren a eliminar sería necesaria la compra de dos robots AGVs. Se decide este número de robots debido a su escasa velocidad, muy por debajo de la velocidad del minitren actual. En cuanto al recorrido de estos, sería idéntico al del tren numero 1, tanto en la zona de producción como en el almacén de IN10. En la siguiente imagen se observa el recorrido de ambos AGVs, en color verde se representa la zona de recogida de materia prima mientras que de rojo se puede observar la zona de llenado de las rampas de producción de la planta.

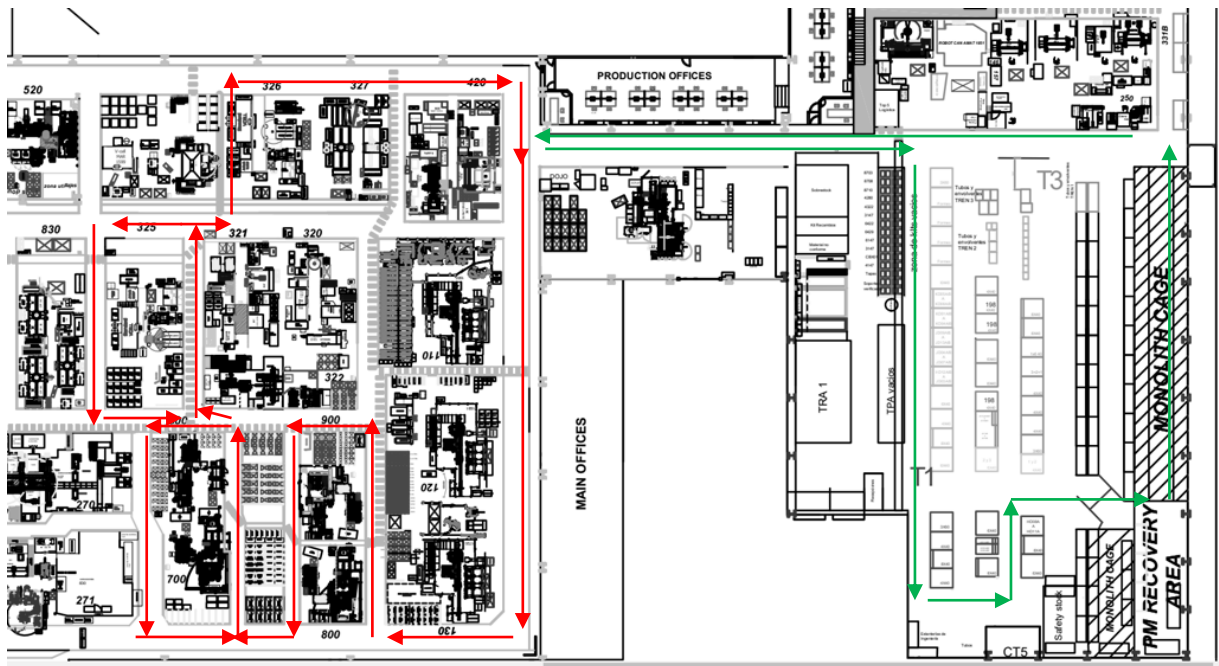


Figura 36: Recorrido AGVs (Fuente: Elaboración propia)

La principal ventaja de esta alternativa es que con la incorporación de AGVs se consigue una mayor robotización de la fábrica, disminuyendo así la posibilidad de errores humanos. Además en la actualidad la robotización está ganando cada vez más protagonismo en la industria, por lo que una inversión en AGVs sería una buena acción de cara al futuro de la empresa.

Por otro lado se observan varios inconvenientes para esta alternativa. El número de paquetes que los robots introducirían en las líneas sería el mismo para todos los ciclos, no dependiendo de la situación actual de la rampa. La presencia de operarios en las líneas hace que el ritmo de producción sea algo irregular, por lo que no siempre es necesario introducir en la rampa el mismo número de cajas. Con los AGVs existe riesgo de sobrellenado o falta de producto en las rampas.

Otro gran inconveniente es el poco tiempo de reacción del que se dispone en caso de fallo o avería del robot. En el resto de alternativas es posible la sustitución del trenero por otro operario de la planta rápidamente en caso de inconvenientes, por su parte ante un fallo del AGV no se dispone de recursos para que un operario realice su función. Esto hace que exista un alto riesgo de falta de materia prima en caso de fallo por parte del AGV.

5.5 SELECCIÓN

Para realizar una correcta elección de la alternativa, se utiliza un criterio en el que intervienen los factores que la empresa da más importancia. Se decide utilizar, de mayor a menor importancia, los siguientes factores: Presupuesto (50%), tiempo ciclo (20%), largura del tren (20%) y formación del operario (10%).

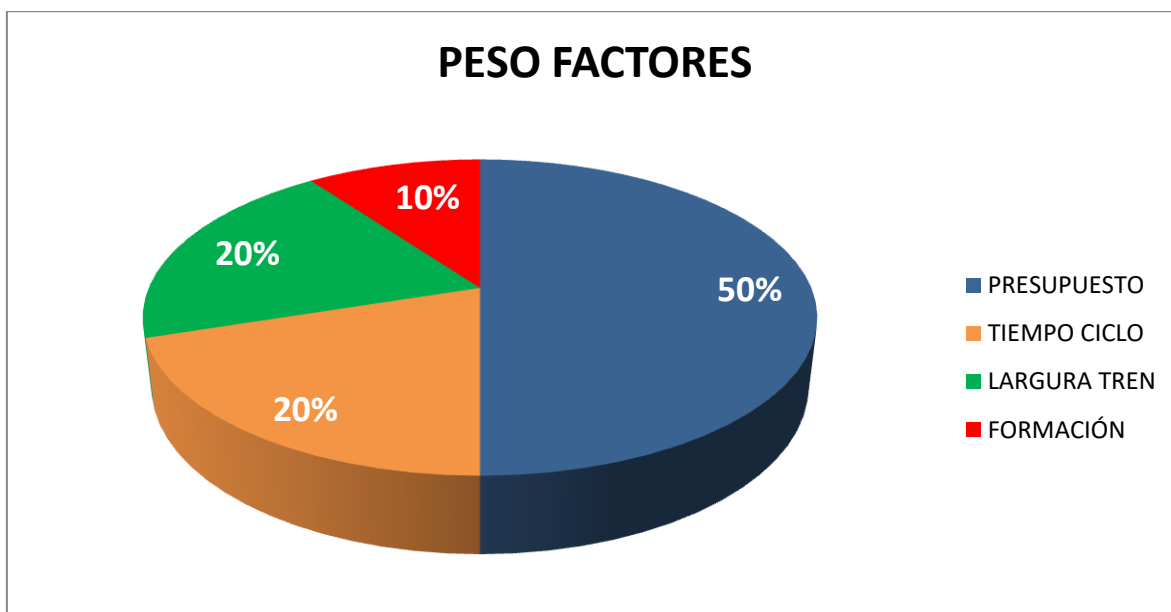


Gráfico 1: Peso factores (Fuente: Elaboración propia)

El presupuesto de un proyecto es uno de los puntos más importantes de un proyecto, por esta razón se decide darle un 50% de peso. A la hora de llevar a cabo un proyecto la inversión inicial es uno de los puntos donde se presta más atención. Para valorarlo se decide dar una puntuación a cada alternativa en función del dinero necesario para llevarla a cabo.

PRESUPUESTO (40%)	
1	>100.000 €
2	70.000-100.000 €
3	50.0000-70.000 €
4	20.000-50.000 €
5	0-20.000€

Gráfico 2: Criterio puntuación Presupuesto (Fuente: Elaboración propia)

El tiempo de ciclo es otro de los factores en los que la empresa presta más atención. Un tiempo de ciclo muy elevado hace que disminuyan las posibilidades de eliminar operarios en la cadena de suministros. Para valorarlo se analizarán los minutos en los que un tren dará todo el ciclo en cada una de las alternativas

TIEMPO CICLO (20%)	
1	140-170 min
2	110-140 min
3	80-110 min
4	50-80 min
5	30-50 min

Gráfico 3: Criterio puntuación Tiempo Ciclo (Fuente: Elaboración propia)

Los recorridos de los trenes tienen tramos de difícil circulación debido al ancho de la calle. Una elevada largura de tren complicaría al operario su control, dificultando así el tránsito por las zonas de menor anchura. Por ello, la empresa valorará positivamente la alternativa en la que los trenes presenten una menor largura. Se valora este factor respecto a las medidas actuales, estimando un porcentaje de incremento o reducción de la largura de los trenes en cada alternativa.

LARGURA TREN (20%)	
1	Incremento >50 %
2	Incremento 0-50%
3	Actual
4	Reducción 0-50%
5	Reducción >50%

Gráfico 4: Criterio puntuación Largura Tren (Fuente: Elaboración propia)

Por último se decide valorar el tiempo de formación que requerirá cada alternativa. Se analizará desde una situación ideal, sin formación, hasta una formación superior a cuatro días.

FORMACIÓN (10%)	
1	>4 Días
2	2-3 Días
3	1-2 Días
4	0-1 Días
5	0 Días

Gráfico 5: Criterio puntuación Formación (Fuente: Elaboración propia)

A continuación se muestran las puntuaciones de cada una de las alternativas, resultando ganadora la alternativa de Picker & Driver con una puntuación de 3,5.

FACTOR	PESO	PUNTUACIÓN		
		MODIF. RECORRIDOS	PICKER & DRIVER	AGVs
PRESUPUESTO	50%	3	4	1
TIEMPO CICLO	20%	4	4	3
LARGURA	20%	1	2	5
FORMACIÓN	10%	2	3	4
TOTAL		2,7	3,5	2,5

Gráfico 6: Puntuaciones alternativas (Fuente: Elaboración propia)

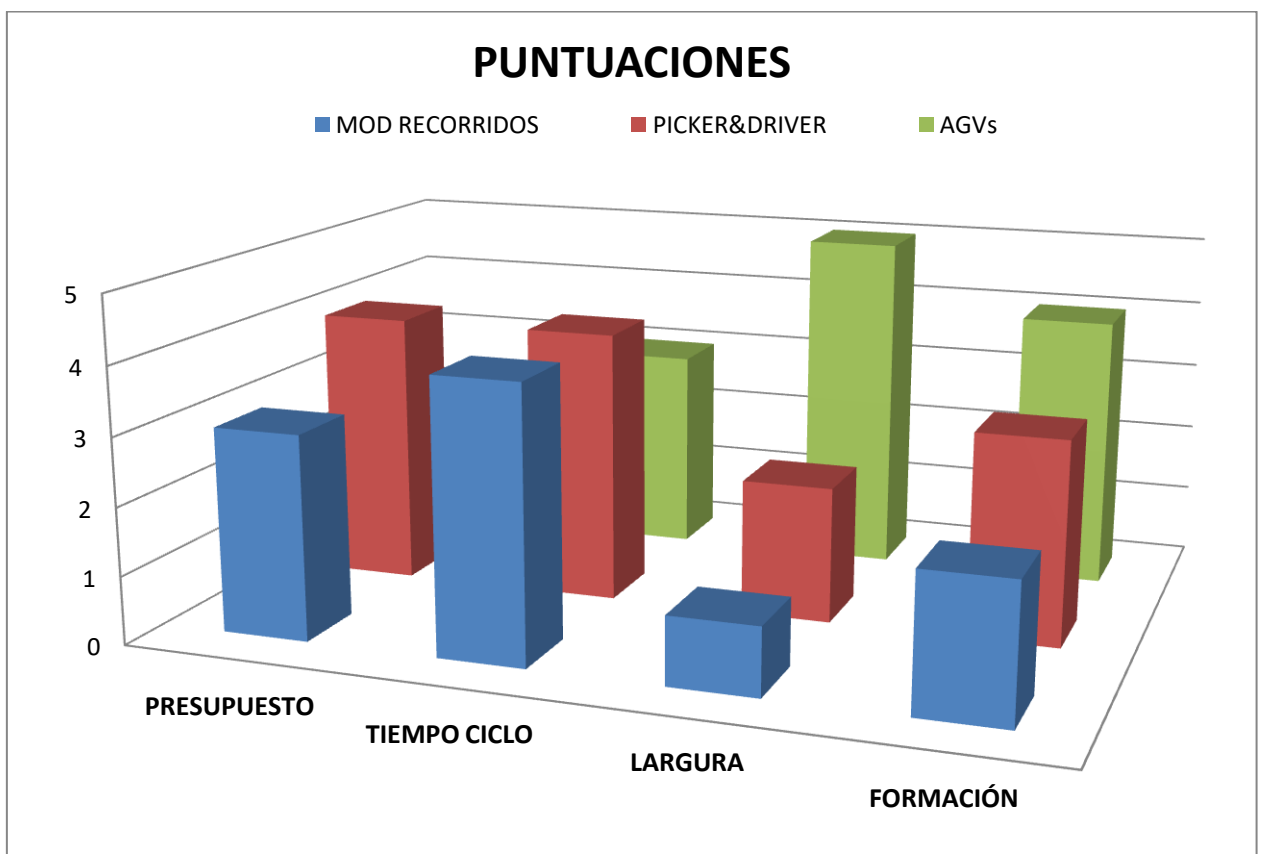


Gráfico 7: Puntuaciones Alternativas (Fuente: Elaboración propia)

6. ALTERNATIVA ELEGIDA

Una vez seleccionada la mejor alternativa, se detallan el conjunto de acciones necesarias para la implantación de esta.

6.1 Análisis trenes actuales

6.1.3 Tiempos y número de paquetes por ciclo

La primera acción a realizar es la del estudio y seguimiento de los tres trenes actuales. Se analizarán los tiempos y números de paquetes que los trenes llevan en cada ciclo. El objetivo es calcular más exactamente los tiempos y número de paquetes que estos llevan en cada ciclo. Para ello se toman los datos que proporciona el programa E-KANBAN durante cuatro semanas y se crean dos grandes tablas resumen, una para el tiempo y otra para el número de paquetes. En ellas se puede observar la media por turno, día y semana de trabajo. Además se colorean en rojo y verde el máximo y mínimo de cada tren durante las semanas analizadas.

RESUMEN TIEMPO / CICLO TRENES												
FECHA	TREN 1				TREN 2				TREN 3			
	MAÑANA	TARDE	NOCHE	TOTAL	MAÑANA	TARDE	NOCHE	TOTAL	MAÑANA	TARDE	NOCHE	TOTAL
08-feb	0:32	0:39	-	0:35	0:29	0:26	-	0:28	0:42	0:37	-	0:39
09-feb	0:24	-	-	0:24	0:31	0:24	-	0:29	0:37	0:40	-	0:39
10-feb	0:22	0:25	-	0:24	0:31	0:36	-	0:33	0:40	0:57	-	0:46
11-feb	0:41	-	-	0:41	0:27	-	-	0:27	0:38	-	-	0:38
SEM 1	0:30	0:32		0:31	0:29	0:29	-	0:29	0:39	0:45	-	0:40
14-feb	0:27	0:20	0:29	0:24		0:29	0:31	0:30	0:56	0:29	-	0:40
15-feb	0:26	0:28	0:42	0:29	0:58	0:31	0:35	0:39	1:06	0:32	0:36	0:40
16-feb	0:28	0:35	0:25	0:29		0:29	0:37	0:32		0:27	0:39	0:31
17-feb	0:28	0:18	0:29	0:24	0:40	0:26	0:34	0:32	1:12	0:26	1:01	0:43
18-feb	0:31		0:40	0:34		0:26	0:43	0:32	1:14	0:32	0:43	0:44
SEM 2	0:28	0:25	0:33	0:28	0:49	0:28	0:36	0:33	1:07	0:29	0:45	0:40
21-feb	0:24	0:25	0:45	0:28	0:25	0:34	0:51	0:34	0:35	0:54	0:33	0:39
22-feb	0:29	0:34	0:54	0:36	0:28	0:29	0:25	0:27	0:32	0:39	0:57	0:40
23-feb	0:28	0:30	0:32	0:30	0:31	0:33	0:35	0:33	0:30	0:41	0:36	0:35
24-feb	0:27	0:27	0:26	0:27	0:30	0:32	0:49	0:35	0:39	0:38	0:44	0:40
25-feb	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib
SEM 3	0:27	0:29	0:39	0:30	0:28	0:32	0:40	0:32	0:34	0:43	0:43	0:38
28-feb	-	0:25	0:30	0:27	-	0:20	0:35	0:29	-	0:23	0:55	0:31
01-mar	0:30	0:21	0:45	0:28	-	0:26	0:36	0:30	0:39	0:24	0:45	0:33
02-mar	-	0:22	0:23	0:23	-	-	0:39	0:39	-	0:32	0:43	0:36
03-mar	0:31	0:30	0:30	0:30	0:42	0:25	0:37	0:32	0:54	0:25	0:58	0:39
04-mar	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib
SEM 4	0:31	0:24	0:32	0:27	0:42	0:24	0:37	0:32	0:46	0:26	0:50	0:35
	MEDIA TREN 1			0:29	MEDIA TREN 2			0:32	MEDIA TREN 3			0:38

Flexib: día de flexibilidad en la empresa, trabajan dos trenes por lo que no se pueden tener en cuenta los datos.
"-": El trenero no pega las pegatinas.

Tabla 2: Tiempo ciclo trenes (Fuente: Elaboración propia)

Se observa que los trenes 1 y 2 tardan en torno a 30 minutos en completar el ciclo mientras que el tren 3 se alarga hasta los 40 minutos. Durante un tercio de cada ciclo el tren está en el flat storage realizando el picking, mientras que los dos tercios restantes se encuentra en la zona de producción alimentando a las líneas.

Para calcular el tiempo de ciclo con el método Picker-Driver se deberá de sumar el tiempo en el que cada uno de los trenes está en la zona de producción abasteciendo las líneas, zona driver. Por otro lado también se calcula el tiempo que será destinado a la zona de Picking. Los tiempos actuales obtenidos se sobredimensionan un 15% debido al previsible incremento de número de paquetes con los que se trabajara. Todos los tiempos se recogen en las siguientes tablas.

TIEMPOS ACTUALES			
TREN	TOTAL	ZONA DRIVER	ZONA PICKER
TREN 1	0:29	0:20	0:09
TREN 2	0:32	0:22	0:10
TREN 3	0:38	0:25	0:13
SUMA	1:39	1:07	0:32

Tabla 3: Tiempos actuales trenes (Fuente: Elaboración propia)

TIEMPOS PICKER&DRIVER (+15%)			
TREN	TOTAL	ZONA DRIVER	ZONA PICKER
TREN 1	0:33	0:23	0:10
TREN 2	0:37	0:25	0:12
TREN 3	0:44	0:29	0:15
SUMA	1:54	1:17	0:37

Tabla 4: Tiempos Picker&Driver (Fuente:Elaboración propia)

El tiempo de ciclo de la opción Picker-Driver será de 1 hora y 17 minutos. Por otro lado el Picker tardará un total 37 minutos en el llenado de los tres trenes. Se comparan mediante las siguientes graficas los tiempos de cada operario en la función Picker y la Driver, teniendo en cuenta la reducción de un operario con la nueva propuesta.

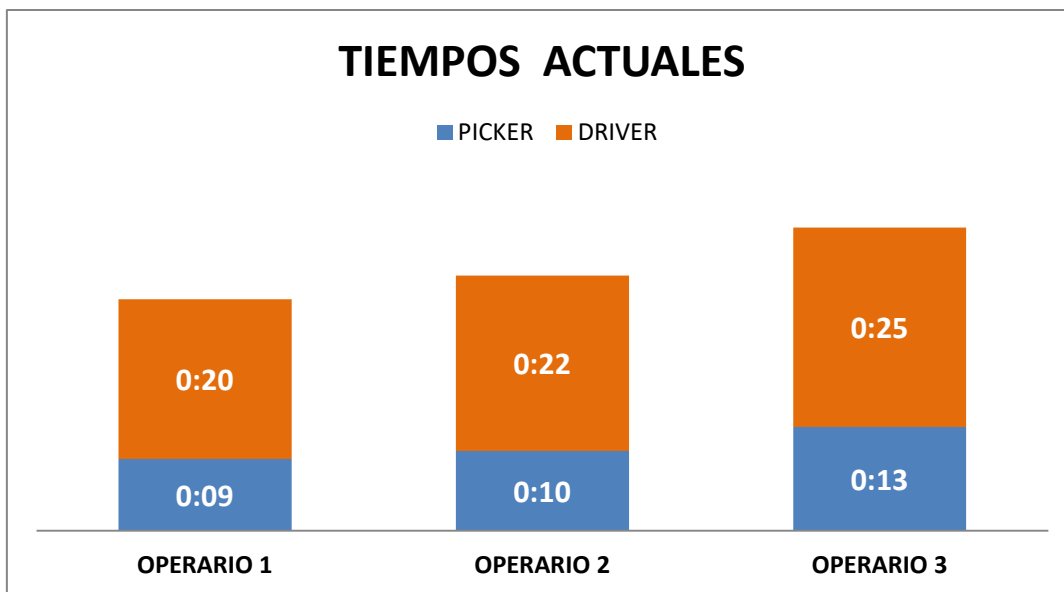


Gráfico 8: Distribución tiempos operario actual (Fuente: Elaboración propia)

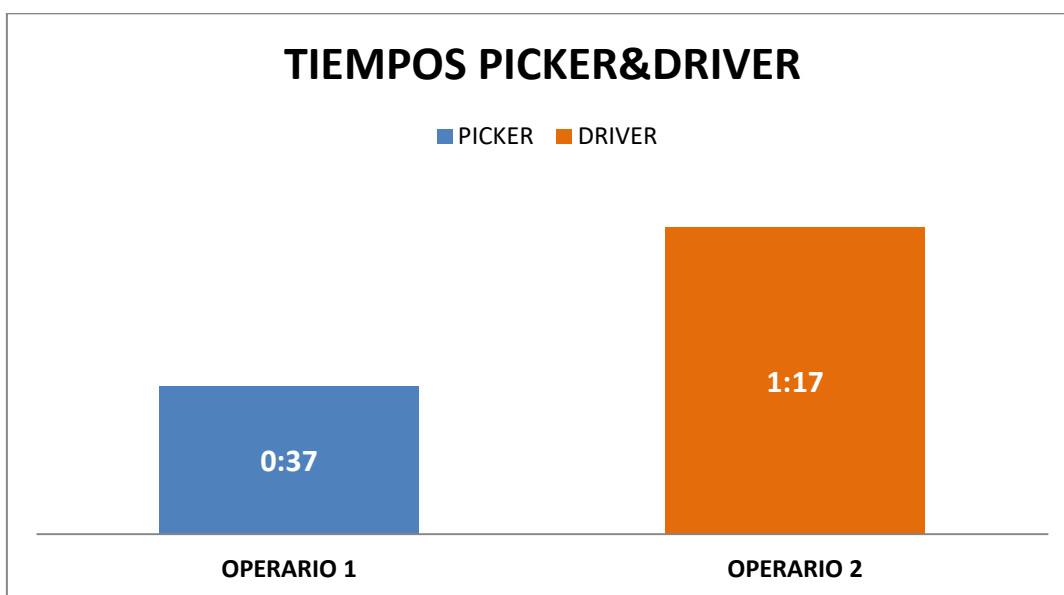


Gráfico 9: Distribución tiempos método P&D (Fuente: Elaboración propia)

Para todos los cálculos se tomará un tiempo de ciclo de 1 hora y 30 minutos, sobredimensionando en tiempo de ciclo se asegura un correcto funcionamiento. Además con este incremento se incorpora un factor de seguridad.

En cuanto al número de paquetes por ciclo, a continuación se muestra la tabla resumen.

RESUMEN PAQUETES / CICLO TRENES												
FECHA	TREN 1				TREN 2				TREN 3			
	MAÑANA	TARDE	NOCHE	TOTAL	MAÑANA	TARDE	NOCHE	TOTAL	MAÑANA	TARDE	NOCHE	TOTAL
08-feb	13,2	17,0	-	14,9	20,8	18,7	-	20,1	36,5	23,9	-	30,0
09-feb	12,6	-	-	12,4	19,3	8,7	-	13,7	26,2	26,5	-	26,3
10-feb	12,7	8,4	-	8,7	24,6	19,0	-	22,0	29,4	25,0	-	27,8
11-feb	11,5	-	-	11,5	20,1	-	-	20,1	30,3	-	-	30,3
SEM 1	12,53	12,68	-	11,89	21,20	15,48	-	18,99	30,62	25,15	-	28,61
14-feb	14,5	14,3	19,1	15,6	11,8	22,3	28,8	23,9	46,6	19,1	-	28,3
15-feb	15,3	11,0	23,5	15,2	14,9	24,0	22,1	21,1	43,3	23,7	24,4	28,0
16-feb	15,3	14,7	15,2	15,1	-	16,5	24,5	19,9	-	20,2	32,5	25,0
17-feb	15,4	11,4	17,3	13,6	15,3	16,8	25,2	19,2	40,7	21,8	50,8	33,2
18-feb	14,5	-	26,9	19,8	-	13,6	29,9	19,6	56,5	24,9	29,6	32,8
SEM 2	14,98	12,84	20,40	15,86	13,97	18,63	26,08	20,75	46,78	21,94	34,31	29,45
21-feb	12,1	9,1	28,9	13,7	16,3	22,3	27,5	21,0	26,2	34,4	22,4	27,1
22-feb	6,3	11,2	35,1	15,5	19,0	17,8	20,9	19,3	28,7	24,0	36,4	29,2
23-feb	17,6	11,9	19,6	16,3	24,9	21,9	23,9	23,6	19,5	22,9	26,4	22,7
24-feb	13,9	11,5	16,1	13,8	19,0	22,3	28,0	22,5	35,8	24,2	43,6	33,7
25-feb	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib
SEM 3	12,49	10,93	24,93	14,83	19,80	21,06	25,09	21,58	27,56	26,36	32,21	28,16
28-feb	-	14,1	18,1	15,9	-	17,1	29,0	24,1	-	12,3	30,4	17,4
01-mar	18,1	11,5	28,2	17,1	-	14,3	34,2	22,3	19,8	13,1	34,6	17,0
02-mar	-	12,8	13,9	13,3	-	-	29	29	-	24	42	31,5
03-mar	18,6	17,5	17,3	17,8	11,2	13,0	27,0	17,2	32,4	14,4	42,4	25,4
04-mar	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib	Flexib
SEM 4	18,3	14,0	19,4	16,0	11,2	14,8	29,8	23,1	26,1	15,9	37,3	22,8
	MEDIA TREN 1			14,7	MEDIA TREN 2			21,1	MEDIA TREN 3			27,3

Flexib: día de flexibilidad en la empresa, trabajan dos trenes por lo que no se pueden tener en cuenta los datos.
"-": El trenero no pega las pegatinas.

Tabla 5: Nº Paquetes/ciclo (Fuente: Elaboración propia)

Puesto que el tiempo nuevo de ciclo aumentará por 2,5 con respecto al actual, se concluye que el número de paquetes se elevará con la misma proporción. Por ello en la siguiente tabla se muestran los paquetes/ciclo que cada uno de los trenes transportará.

	ACTUAL	P&D
TREN 1	15	38
TREN 2	21	53
TREN 3	27	68

Tabla 6: Comparación carga/ciclo (Fuente: Elaboración propia)

6.1.2 Medidas vagones

Uno de los problemas que nos encontramos en el proyecto es el aumento de paquetes que los trenes deben de transportar por ciclo. Para ello se deberán de tomar las medidas de los vagones actuales para comprobar la capacidad de estos. Con estas medidas se podrá observar las modificaciones de cada uno de los trenes. A continuación se muestran las medidas y número de vagones de cada tren en milímetros.

	VAGÓN 1		VAGÓN 2		VAGÓN 3	
	LARGO	ANCHO	LARGO	ANCHO	LARGO	ANCHO
TREN 1	1800	810	1300	860	1190	720
TREN 2	1800	920	1700	860	-	-
TREN 3	2350	810	1900	860	-	-

Tabla 7: Dimensiones actuales trenes (Fuente: Elaboración propia)

Todos los vagones disponen de tres baldas para dejar los paquetes. El primer vagón del tren 1 es diferente al resto, esto se debe al alto valor de la mercancía que transporta. Además este tren dispone de un tercer vagón destinado a la recogida de cajas de cartón vacías. A continuación se muestran las imágenes de los trenes con sus respectivos vagones.



Figura 37: Minitren 1 (Fuente: Elaboración propia)



Figura 38: Minitren 2 (Fuente: Elaboración propia)



Figura 39: Minitren 3 (Fuente: Elaboración propia)

6.2 Análisis cobertura rampas

La segunda acción a realizar en el proyecto es la del análisis de la cobertura actual de las rampas en la zona de producción. El aumento del tiempo de ciclo de los trenes hace que este análisis sea el más importante de todo el proyecto. Se necesita que las rampas sean capaces de abastecer piezas durante todo el tiempo de ciclo. Como se ha visto anteriormente, el nuevo tiempo de ciclo será de 1 hora y 30 minutos.

Para realizar el análisis, se toma el número máximo de cajas de materia prima que entra en cada rampa de la zona de producción. Este dato junto al número de piezas por caja permite obtener la capacidad de cada rampa.

Con las capacidades de las rampas y el número de piezas que se realizan en cada línea a la hora obtenemos las horas de cobertura de cada rampa.

$$cobertura = \frac{\text{Capacidad rampa}}{\frac{\text{Piezas}}{\text{hora}}} \quad [h] = \frac{[\text{N}^\circ \text{ piezas rampa}]}{\frac{[\text{Pieza producidas}]}{[h]}}$$

Tras ello se observa que ciertas rampas tienen una cobertura menor a 1 hora y 30 minutos (tiempo de ciclo). Estas rampas serán analizadas más profundamente con el objetivo de modificarlas para cubrir todo el tiempo de ciclo. A continuación se adjunta una tabla con las líneas en las que será necesaria una modificación de las rampas. Se toma de cada línea la referencia más desfavorable, no siendo esta la única incapaz de cubrir todo el tiempo de ciclo.

LÍNEA	ZONA	REFERENCIA	COBERTURA (h)
600	CANNING	5WA131705C	0,9
700	CANNING	2361570XXX	0,8
800	CANNING	5Q0131705CB	1,3
900	CANNING	2Q0131775A	1,3
327	FORD	2299957XXX	0,8
270	MARMITAS	1920648XXX	0,8

Tabla 8: Líneas incapaces (Fuente: Elaboración propia)

6.3 Modificación vagones

Con el incremento de la cantidad de paquetes a llevar en el tren como consecuencia de un tiempo de ciclo mayor se necesita la realización de cambios en los vagones de los trenes. Se modificarán los vagones actuales o añadirán nuevos según la situación de cada minitrén. Con las modificaciones, los trenes deberán de seguir cumpliendo con la normativa impuesta por el departamento de seguridad de la planta. Las dos mayores restricciones impuestas desde el aspecto de seguridad son el número de vagones y la largura total de la suma de estos.

- Nº Vagones: El número máximo de vagones dependerá del minitrén. El recorrido de cada uno de los minitrenes es diferente en cuanto a anchura y numero de giros. Por ello el Tren 1 deberá de tener un máximo de cinco vagones. Por su parte el tren dos y tres no deberán superar los cuatro y cinco vagones respectivamente.
- Largura del tren: los trenes no deberán de superar los 10 m para garantizar el control por parte del trenero de la parte trasera del último vagón.

Previo paso a la confección de los nuevos minitrenes se calcula el espacio que los paquetes ocuparan en estos. Para ello se toman las medidas de los paquetes de cada tren, con ellas se calcula la superficie media de estos y se multiplica con el número de paquetes que se llevan en cada nuevo ciclo, ya indicados en puntos anteriores. Se realizan los cálculos suponiendo que los paquetes se colocan a una altura por estante, pese a ello hay muchas referencias que es posible su colocación a dos o tres alturas. Tomando la situación más restrictiva se asegura el correcto funcionamiento de los trenes. A continuación se muestra la superficie necesaria en cada minitren.

TREN	Nº PAQ	SUPERFICIE MEDIA	SUPERFICIE TOT NECESARIA
TREN 1	38	0,352 m ²	13,376 m ²
TREN 2	53	0,268 m ²	13,992 m ²
TREN 3	68	0.214 m ²	14,552 m ²

Con estos datos se diseñan los nuevos minitrenes, determinando el número de vagones de cada uno y sus medidas. Todos los vagones disponen del sistema de giro que sigue el principio de Ackerman, el cual permite girar a todos los vagones por el mismo punto, evitando así cerramientos en los giros. Por ello, todos los vagones que se fabriquen de cero deberán de llevar este sistema de giro.

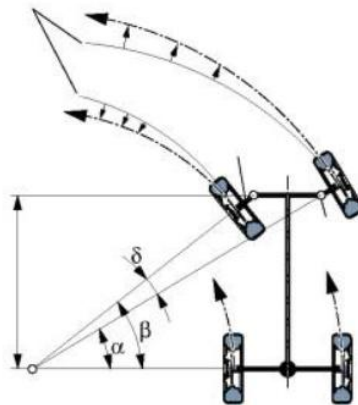


Figura 40: Sistema de giro Ackerman (Fuente: Doc. Faurecia)

Tanto las modificaciones oportunas en los vagones de los minitrenes como la creación de nuevos correrán a cargo de la empresa de mecanizado y montajes Bideberri.

6.3.1 Tren 1

El tren numero uno es el encargado de abastecer de monolitos la zona de canning, una de las zonas más restrictivas con respecto a la cobertura. Por ello se realizarán dos acciones sobre el tren actual.

En primer lugar se añadirá un vagón parecido al primer vagón actual. Este vagón estará formado por un total de cuatro estantes, uno de chapa cerrada en la parte superior y otros tres de minicarriles. La principal diferencia respecto al vagón actual es la colocación de rodillos en la balda inferior para facilitar el trabajo de los operarios y la seguridad de los monolitos. El alto valor de los monolitos obliga a transportarlos en estantes especiales, minicarriles, donde la mercancía tiene un riesgo mínimo de daño. Con respecto a las dimensiones, se decide fabricar el nuevo vagón con dimensiones ligeramente superiores al vagón actual, por ello el nuevo vagón tendrá unas dimensiones de 1900 x 1020 mm. Con esto se consigue un aprovechamiento total del espacio de las baldas y una mayor comodidad para el operario.

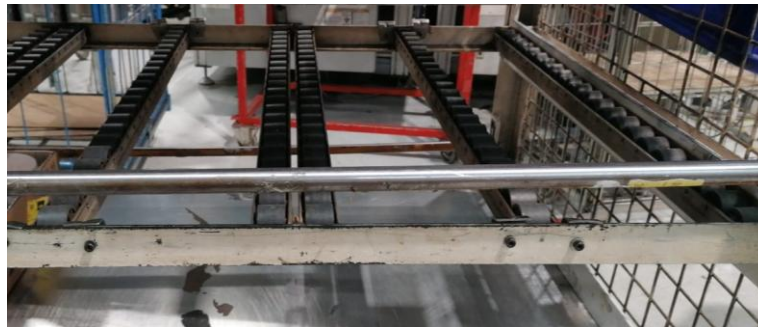


Figura 41: Minicarriles para Monolitos (Fuente: Elaboración propia)

El nuevo vagón se colocará en la primera posición, desplazando el primer y segundo vagón a la segunda y tercera posición respectivamente. De esta manera se seguirá el mismo patrón que en todos los trenes, en los que los vagones van ordenados de mayor a menor tamaño.

Además de añadir el vagón adicional se eliminara el último vagón del tren actual. Este último vagón está destinado a la recogida de cajas de cartón vacías. Estas cajas se trasladan desde la zona de producción hasta el contenedor de cartón, ubicado en IN10. Sin embargo se observa que se pueden trasladar en el espacio disponible al vaciar la materia prima en las rampas de producción. De esta manera se consigue eliminar un vagón y aprovechar al máximo el espacio de los vagones del minitrén en todo momento.



Figura 42: Vagón 3 tren actual para vacíos (Fuente: Elaboración propia)

Con las dos modificaciones comentadas anteriormente, el tren uno queda distribuido de la siguiente forma.

VAGÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESTANTES	SUPERFICIE
VAGÓN 1	1900 mm	1010 mm	4	7,676 m ²
VAGÓN 2	1800 mm	810 mm	4	5,832 m ²
VAGÓN 3	1300 mm	860 mm	3	3,354 m ²
TOTAL				16,862 m²

Tabla 9: Distribución y medidas vagones Tren 1 (Fuente: Elaboración propia)

Se tendrá una superficie disponible de 16,862 m², espacio suficiente para los 13,376 m² que ocupan los paquetes de materia prima. Además queda libre en torno al 20% del total para su uso en caso de algún inconveniente. Las medidas totales son de 7m de largo y 1,01 m de ancho, valores que incluyen enganches y cabina y que cumplen con las exigencias por parte del departamento de seguridad.

6.3.2 Tren 2

Para el tren numero 2 se decide la colocación de un nuevo vagón, aumentando así la capacidad de este. El nuevo vagón será idéntico al vagón numero dos actual, estará formado por cuatro estantes de chapa y tendrá unas dimensiones totales de 1700x869 mm. Respecto a su posición, el nuevo vagón ira colocado en la tercera posición del tren. La distribución de los vagones y sus respectivas medidas se pueden observar en la siguiente tabla.

VAGÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESTANTES	SUPERFICIE
VAGÓN 1	1800 mm	920 mm	3	4,968 m ²
VAGÓN 2	1700 mm	860 mm	4	5,848 m ²
VAGÓN 3	1700 mm	860 mm	4	5,848 m ²
TOTAL				16,664 m²

Tabla 10: Distribución y medidas vagones Tren 2 (Fuente: Elaboración propia)

Con una superficie total de 16,664 m² el tren número 2 tendrá capacidad para trasladar los paquetes necesarios para cubrir el nuevo tiempo de ciclo. Además, quedará libre en torno al 16 % del espacio total del tren, el cual deberá de ser ocupado en caso de ser necesario. Sus dimensiones totales, enganches y cabina inclusive, con la incorporación de este nuevo vagón serán de 7,2 m de largo y 0,92 m de ancho.

6.3.3 Tren 3

El tren número tres es el que recorre un mayor recorrido, lo que implica un mayor tiempo de ciclo y número de paquetes a transportar.

Se decide incorporar un nuevo vagón de dimensiones 1700x 860 mm. El vagón dispondrá de tres estantes metálicos para transportar paquetes. El tren número tres quedará tal y como se muestra en la siguiente tabla.

VAGÓN	LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ESTANTES	SUPERFICIE
VAGÓN 1	2350 mm	870 mm	3	6,132 m ²
VAGÓN 2	2350 mm	870 mm	3	6,132 m ²
VAGÓN 3	1700 mm	860 mm	3	4,386 m ²
TOTAL				16,65 m²

Tabla 11: Distribución y medidas vagones Tren 3 (Fuente: Elaboración propia)

El tren tres dispondrá de un total de 16,65 m² para el transporte de paquetes, una superficie más que suficiente para transportar los 14,552 m² que ocupa la mercancía. El porcentaje de espacio libre del tren estará en torno al 10 %, siendo utilizable en caso de imprevisto.

El tren tendrá una largura de 8,4 m, será el tren más largo por lo que tendrá menor control en los giros. El recorrido del tren presenta gran cantidad de giros, sin embargo todos ellos son amplios y no presentan dificultad. Por su parte la anchura total del minitren será de 0,87 m, semejante a la anchura de los dos restantes.

6.4 Modificación Rampas

6.4.1 Líneas 600, 800 y 900

Las rampas de la líneas 600, 800 y 900 se encuentran en la zona de Canning, donde se realiza el proceso de introducción de los monolitos en tubos metálicos junto a una manta protectora. Las rampas de esta zona presentan tres baldas, una de ellas para depositar las cajas vacías y dos para abastecer de monolitos a los operarios.

En la línea 600 se observa que el monolito más restrictivo es el 5Q0131775BD, el cual viene empaquetado en cajas de nueve unidades. Las dimensiones de sus cajas son de 600x400 mm. Con una cobertura de 1,1 horas, está lejos de cubrir el nuevo tiempo de ciclo de 1,5 horas. La capacidad actual de la rampa es de 11 cajas (99 monolitos). Con

una producción de 90 piezas a la hora, la línea 600 nos obliga a introducir en la rampa un total de 14 cajas para cubrir el nuevo tiempo de ciclo.



Figura 43: Rampa Línea 600 (Fuente: Elaboración propia)

La cobertura de la línea 800 es la más elevada, esto es debido a que los monolitos que se utilizan tienen un mayor número de unidades por caja. El monolito 5Q0131705CB tiene una cobertura de 1,3 horas, muy cercana al nuevo tiempo de ciclo. La capacidad actual de la rampa es de 11 cajas de 600x400 mm con 12 unidades. Con una velocidad de producción en esta línea de 102 piezas a la hora se necesita capacidad para introducir un total de 13 cajas.

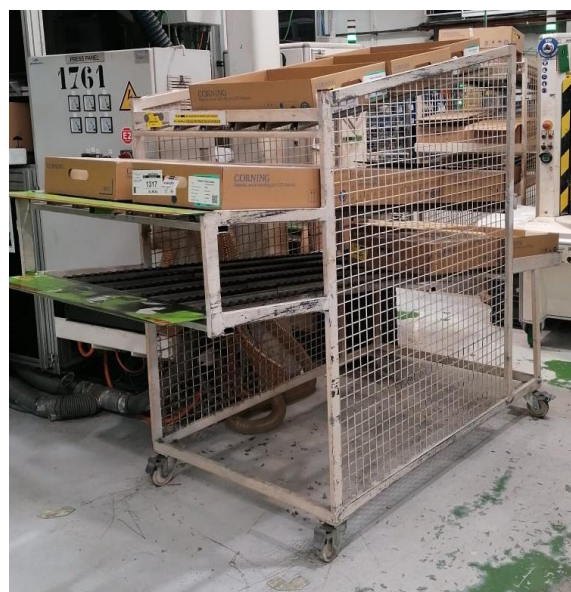


Figura 44: Rampa Línea 800 (Fuente: Elaboración propia)

En la línea 900, la cobertura del monolito 2Q0131775A es la más restrictiva. Dicha referencia viene empaquetada en cajas de 600x400 mm en las que se introducen 9 unidades. Su cobertura actual de 1,3 horas y la demanda de 95 piezas a la hora obliga a introducir un total de 3 cajas más. Esta rampa es más larga que las anteriores, por lo que actualmente entran 14 cajas, con la modificación la capacidad deberá ser mínimo para 16 cajas.



Figura 45: Rampa Línea 900 (Fuente: Elaboración propia)

LÍNEA	REFERENCIA	COBERTURA	DEMANDA	UDS/CAJA	CAJAS ACTUALES	CAJAS AÑADIR
600	5Q0131775BD	1,1 h	90 piez/h	9	11	3
800	5Q0131705CB	1,3 h	102 piez/h	12	11	2
900	2Q0131775A	1,3 h	95 piez/h	9	14	2

Figura 46: Modificaciones Rampas líneas 600, 800 y 900 (Fuente: Elaboración propia)

Para las tres rampas de estas líneas se adoptará la misma solución. Se decide realizar la misma ampliación a todas ellas para ahorrar costes de diseño y tener espacio para futuras modificaciones de la producción. Observando el Layout actual, se observa una posible ampliación del ancho de la rampa, con el objetivo de variar la posición de las cajas al introducirse en ella. Actualmente las cajas son introducidas en dos columnas, de igual ancho que la menor medida de la caja. La ampliación del ancho de la rampa permite introducir las cajas en la posición opuesta, aumentando así el número de cajas por balda.

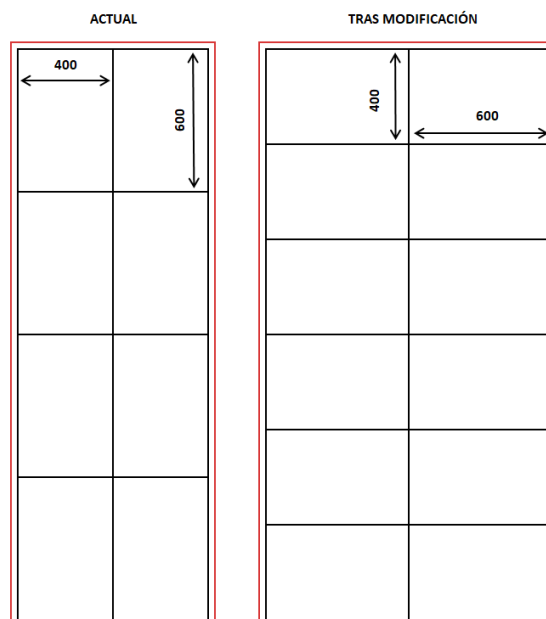


Figura 47: Distribución cajas en Rampas 600,800 y 900 (Fuente: Elaboración propia)

Por lo comentado anteriormente, se llevará a cabo una ampliación de las tres rampas a lo ancho. De esta manera se pasará a tener una anchura de 1250 mm, manteniendo las medidas actuales de largura. Todas ellas presentarán minicarriles de rodillos y se recubrirán con una malla de 40,4, similar a la que presentan actualmente. La modificación correrá a cargo de la empresa AINZOAIN S.L., empresa de mecanizado y montajes.

La capacidad de todas las rampas aumentará, el número total de cajas varía según la rampa debido a la diferencia de largura. A continuación se muestran el número de cajas que será posible introducir en cada rampa.

	BALDA INFERIOR			BALDA SUPERIOR			TOTAL Cajas
	Ancho	Largo	Nº Cajas	Ancho	Largo	Nº Cajas	
RAMPA 600	1250 mm	1600 mm	8	1250 mm	1200 mm	6	14
RAMPA 800	1250 mm	1800 mm	8	1250 mm	1600 mm	8	16
RAMPA 900	1250 mm	2000 mm	10	1250 mm	1600 mm	8	18

Tabla 12: Nº Cajas por rampa (Fuente: Elaboración propia)

6.4.2 Línea 700

La rampa de la línea 700 es la más crítica de las rampas de la zona de Canning. Esto se debe a la cobertura actual de 1 hora, lejos de la cobertura necesaria de 1,5 horas, y a la situación del espacio disponible en la línea para su ampliación. La presencia de un pilar necesario para la estructura de la maquinaria de la línea hace imposible la ampliación de la rampa a lo ancho. Sin embargo, el layout actual nos permite una ampliación de la largura de esta.



Figura 48: Rampa Línea 700 (Elaboración propia)

Cogiendo la referencia más restrictiva, con su correspondiente número de monolitos por caja se obtiene el espacio necesario en la rampa. Al igual que en la línea 900, el monolito 2Q1310775A es el más restrictivo. Como ya se indicó anteriormente, la caja de dicha referencia es de 600x400 mm y contiene un total de 9 unidades.

Con una demanda de 95 piezas a la hora, se necesita un total de 16 cajas en la rampa, 6 más que la capacidad actual.

LÍNEA	REFERENCIA	COBERTURA	DEMANDA	UDS/CAJA	CAJAS ACTUALES	CAJAS AÑADIR
700	5Q0131775A	1 h	95 piez/h	9	10	6

Tabla 13: Modificaciones rampa Linea 700 (Fuente: Elaboración propia)

Por todo ello, la rampa se ampliará a lo largo. Se incrementará en 1000 mm el largo las baldas de la rampa, manteniendo la estructura actual de esta. Se mantendrán los minicarriles de rodillos y se recubrirá con una malla de 40,4, similar a la actual. La modificación correrá a cargo de la empresa de mecanizado y montajes AINZOAIN S.L.

Con la modificación será posible introducir un total de 16 cajas, 9 en la balda inferior y 7 en la superior, ordenadas como se puede observar en la siguiente imagen.

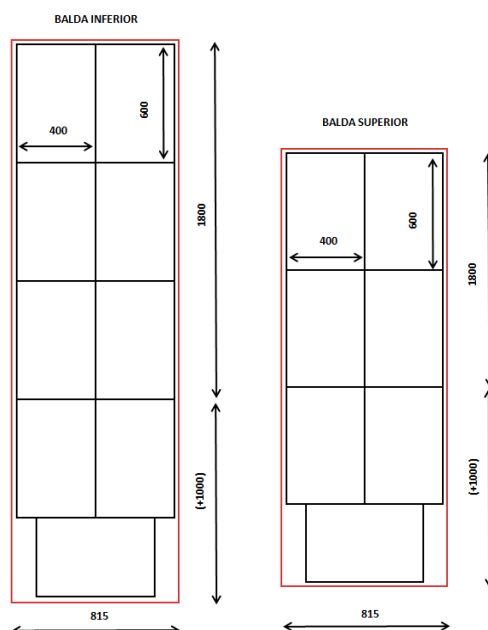


Figura 49: Distribución cajas en Rampa 700 (Fuente: Elaboración propia)

6.4.5 Línea 327

La línea 327 presenta una única referencia con una cobertura inferior al nuevo tiempo de ciclo. Como su cobertura no es muy inferior al tiempo de ciclo, se observa que la capacidad debe de ser ampliada en tan solo una caja de este material. El material es un tubo con referencia TI10551000129 con una demanda de 50 piezas a la hora.

LÍNEA	REFERENCIA	COBERTURA	DEMANDA	UDS/CAJA	CAJAS ACTUALES	CAJAS AÑADIR
327	TI10551000129	1,2 h	50 piez/h	15	4	1

Tabla 14: Modificaciones rampa Línea 327 (Fuente: Elaboración propia)

Se decide colocar una rampa semejante a la actual, en este caso no se debe modificar la rampa ni crear una nueva. Se observa que una de las rampas inutilizadas de la planta cumple las condiciones necesarias. Por lo tanto la ampliación de la cobertura de la línea 327 no supondrá ningún gasto para la empresa.

6.4.6 Línea 270

En la línea 270 se fabrican tres modelos de marmitas diferentes, para ello se dispone de tres rampas que se intercambian según el producto que se realice. En todo momento dos de las tres rampas están en funcionamiento, es decir, los modelos a realizar comparten piezas. Se observa que hay dos referencias con una demanda inferior al tiempo de ciclo. A continuación se muestran las rampas actuales a modificar, indicando la referencia por calle y su tiempo de cobertura. Además se puede observar los modelos para los que se utiliza.

2Q0253211Q → Q

2Q0253211AF → AF

2Q0253211AE → AE

RAMPA	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	Q	AF	AE	COBERTURA (h)
73	A	2110782XXX	TAPA EXT. MEDIA TSI	X		1,7
	B	1866538XXX	TAPA EXT. DEL. MPI		X	2,3
	C	1868906XXX	TAPA EXT. DEL. TSI		X	1,3
74	A,B	1862516XXX	TUBO INT. MQB		X	4,1
	C	1881713XXX	TAPA INT. EN. MPI-TSI		X	2,2
	D	1843307XXX	TAPA INT. SAL. MPI-TSI		X	2,2
	E,F	18864971XX	TUBO INT. PERF. MQB		X	1,6
77	A	1993058XXX	TAPA INT. TSI EVO	X		4,2
	B	1920648XXX	TUBO INT. TS	X		0,8
	C	1993060XXX	TAPA INT. M1.5 TSI	X		4,2

Tabla 15: Distribución actual rampas línea 270 (Fuente: Elaboración propia)

A continuación se muestran de izquierda a derecha las rampas 73,74 y 77.

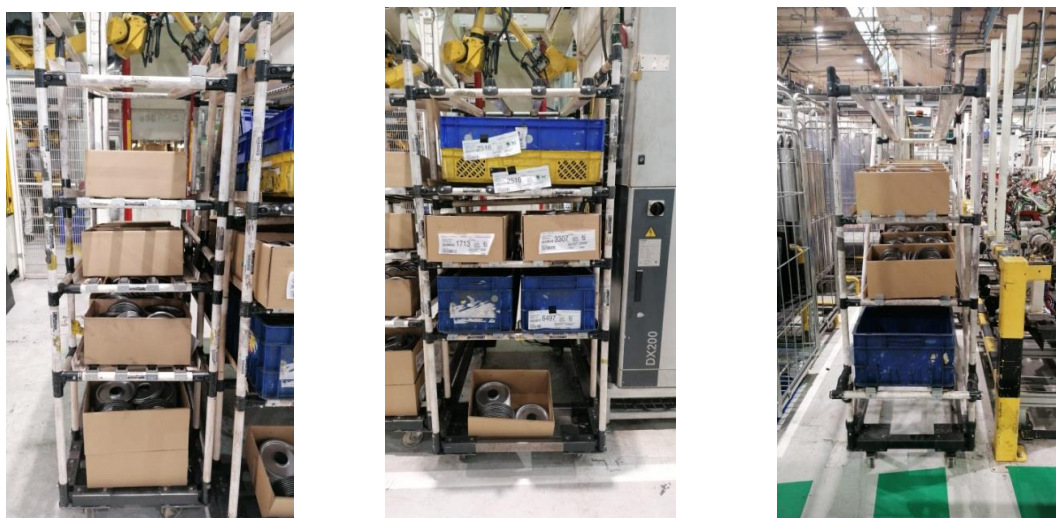


Figura 50: Rampas Línea 270 (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede observar en las imágenes, la rampa 74 tiene un ancho de dos calles, el doble que las otras dos rampas. El espacio máximo en la línea destinado a las rampas no debe ser mayor a tres calles. Esto implica que una rampa siempre se encuentra fuera de la línea, a la espera de ser intercambiada cuando se fabrique su modelo.

Para aumentar la cobertura actual se decide adquirir una nueva rampa y reubicar las calles de las rampas actuales. Se busca ordenarlas por modelo e incrementar su cobertura, tanto de las referencias incapaces, como las que están cercanas al tiempo de ciclo.

La rampa extra tendrá una altura de tres calles y anchura de una calle. La nueva ubicación de todas las referencias se muestran en la siguiente tabla.

RAMPA	REFERENCIA	DESCRIPCIÓN	Q	AF	AE	COBERTURA (h)
73	A	18864971XX	TUBO INT. PERF. MQB	X		0,8
	B	1868906XXX	TAPA EXT. DEL. TSI	X		1,7
	C	1866538XXX	TAPA EXT. DEL. MPI		X	2,3
74	A,B	1862516XXX	TUBO INT. MQB		X	4,1
	C	1881713XXX	TAPA INT. EN. MPI-TSI	X	X	2,2
	D	1843307XXX	TAPA INT. SAL. MPI-TSI	X	X	2,2
	E,F	18864971XX	TUBO INT. PERF. MQB	X		1,6
77	A	1993058XXX	TAPA INT. TSI EVO	X		4,2
	B	1920648XXX	TUBO INT. TS	X		0,8
	C	1993060XXX	TAPA INT. M1.5 TSI	X		4,2
EXTRA	A	2110782XXX	TAPA EXT. MEDIA TSI	X		1,7
	B,C	1920648XXX	TUBO INT. TS	X		1,6

Tabla 16: Distribución futura rampas Línea 270 (Fuente: Elaboración propia)

Con esta nueva distribución se consigue un mayor orden por modelo. Durante la realización de los modelos 2Q0253211AF y 2Q0253211AE, se colocarán las rampas 73 y 74. Por su parte, las rampas 77 y EXTRA se colocarán en el momento en el que se fabrique el modelo 2Q0253211Q.

Con estas modificaciones se asegura la cobertura de la línea para el tiempo de ciclo del minitren. En la rampa 77B se observa una referencia por debajo del tiempo de ciclo, sin embargo se puede observar que dicha referencia esta en dos calles de la rampa EXTRA. De igual manera, la referencia 18864971XXX (Rampa73A) también se encuentra en la 74E y 74F. Sumando las coberturas se obtiene una cobertura total de 2 horas y 24 minutos para ambas referencias, ampliamente mayor al tiempo de ciclo. Por otro lado la referencia 1868960XXX aumenta su cobertura debido a que la calle B es más larga que la calle C.

6.5 Pallet Roller Flow

Como ya se ha comentado antes, el GAP líder es el encargado de cubrir las ineficiencias de los minitrenes. La disminución del número de trenes, previsiblemente ocasionará un mayor número de ineficiencias al GAP líder. Por ello, se le asigna al picker sus funciones en cuanto al abastecimiento de línea para liberar al GAP líder de estos trabajos. A su vez, se busca una reducción de la carga de trabajo en el almacén IN10, tanto en las recepciones y Mass Storage como en el Flat Storage. En el Flat Storage existen algunas referencias con alta demanda, eso hace que sea necesario reponerlas constantemente. Para reducir tiempo de trabajo al operario encargado de rellenar las rampas, se decide adquirir Pallet Roller Flow. La Pallet Roller Flow son unas rampas que permiten introducir en ellas el pallet completo, eliminando así la carga de trabajo de introducir las cajas una a una en las rampas del Flat Storage. Cuentan con calles de rodillos a los que se les incorpora frenos de seguridad para controlar la velocidad de caída del pallet. Además de reducir casi por completo el tiempo de llenado de las rampas, se consigue una mayor ergonomía para el trabajador, reduciendo notablemente el número de cajas con las que trabajar.



Figura 51: Pallet Roller Flow (Fuente: Elaboración propia)

Se analizan las referencias que requieren un mayor tiempo en el llenado del Flat Storage con el objetivo de colocarlas en las nuevas rampas de pallet. A estas referencias se les denomina High Runners, y son aquellas que requieren el movimiento de un mayor número de cajas. En base a estas referencias se decidirá el número de estas nuevas rampas a colocar. Las Pallet Roller Flow disponen de dos calles, las cuales tienen capacidad para dos pallets.

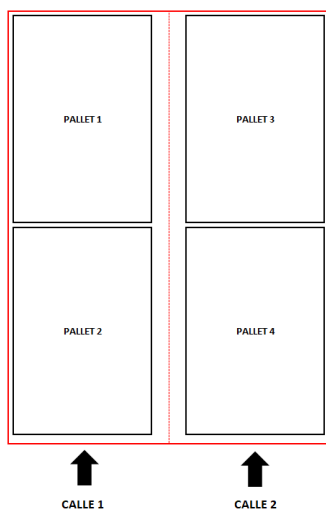


Figura 52: Distribución pallets Pallet Roller Flow (Fuente: Elaboración propia)

Se decide adquirir un total de 8 Pallet Roller Flow, con un total de 16 calles disponibles. A partir del consumo diario y número de piezas por caja de cada referencia, se obtiene el número de cajas a mover. Se ordenan las referencias en función del número de cajas a mover al día, siendo la primera la que más movimientos requiere. Se obtiene la cantidad de pallets diarios que requiere este número de cajas y como consecuencia el número de calles necesarias para estos.

A continuación se muestran las referencias High Runners hasta completar los 8 módulos disponibles para rellenar. En la mayoría de los módulos se destinará una calle a cada referencia, debido a esto en la tabla se representa con un 0,5

REFERENCIA	CONSUMO/ DÍA	PIEZ/CAJA	CAJAS/DÍA	PALLET/DÍA	Nº MÓDULOS
2126444XXX	3.563	25	137	4	1
1311709XXX	1.801	20	90	3	1
20857341XX	1.420	20	71	2	0,5
3192378XXX	908	15	61	2	0,5
3192380XXX	908	15	61	2	0,5
18864971XX	1.920	35	55	2	0,5
1K0253144AE	1.718	35	51	2	0,5
1835146XXX	1.495	30	50	2	0,5
1803209XXX	2.055	48	43	1	0,5
2093003X10	1.340	32	42	1	0,5
1903083XXX	1.076	30	36	1	0,5
2Q0253144H	1.061	30	35	1	0,5
1868906XXX	1.921	60	32	1	0,5
1903081XXX	908	30	30	1	0,5
TOTAL					8

Tabla 17: Distribución referencias Pallet Roller Flow (Fuente: Elaboración propia)

6.6 Método trabajo

El método de trabajo será el explicado en la descripción de la alternativa de picker-driver. Sin embargo, hay que profundizar en la secuencia de trabajo de cada operario.

Como ya se ha comentado antes, el abastecimiento de las líneas de producción pasará de tres a dos operarios. Al primero se le asignará la función de “Picker” (recogedor) dejando al otro restante la función de “Driver” (conductor).

El Picker tendrá la función de recoger las pegatinas de la impresora y posteriormente cargar los trenes con la materia prima necesaria. Por ello, su lugar de trabajo será únicamente IN10.

Por otro lado, el Driver se ocupará de recoger el tren previamente cargado por el Picker y abastecer la zona de producción. Cuando completa el ciclo, deja el tren vacío en IN10 y recoge un nuevo tren cargado.

Los tiempos de cada tren han sido analizados previamente en el apartado 6.1.3 . Se adjunta a continuación la tabla de los nuevos tiempos de los trenes y la gráfica con la función de cada uno de los dos operarios.

TIEMPOS PICKER&DRIVER (+15%)			
TREN	TOTAL	ZONA DRIVER	ZONA PICKER
TREN 1	0:33	0:23	0:10
TREN 2	0:37	0:25	0:12
TREN 3	0:44	0:29	0:15
SUMA	1:54	1:17	0:37

Tabla 18: Tiempos P&D (Fuente: Elaboración propia)

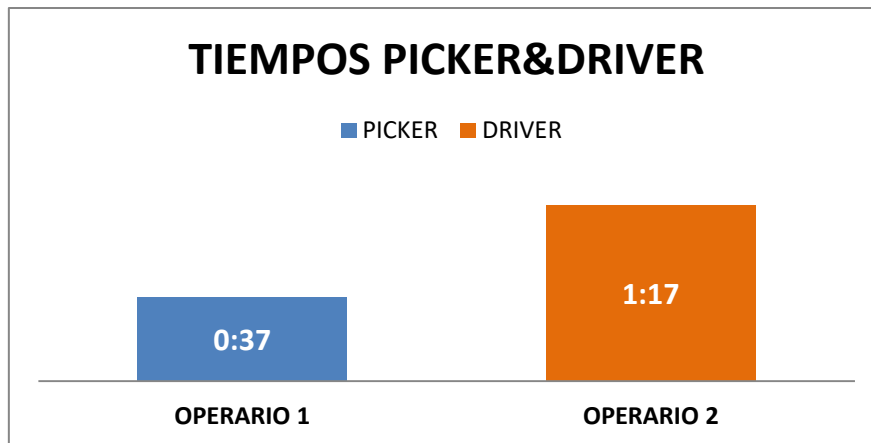


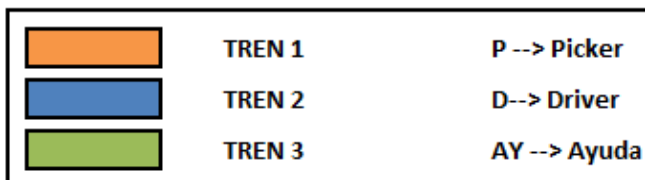
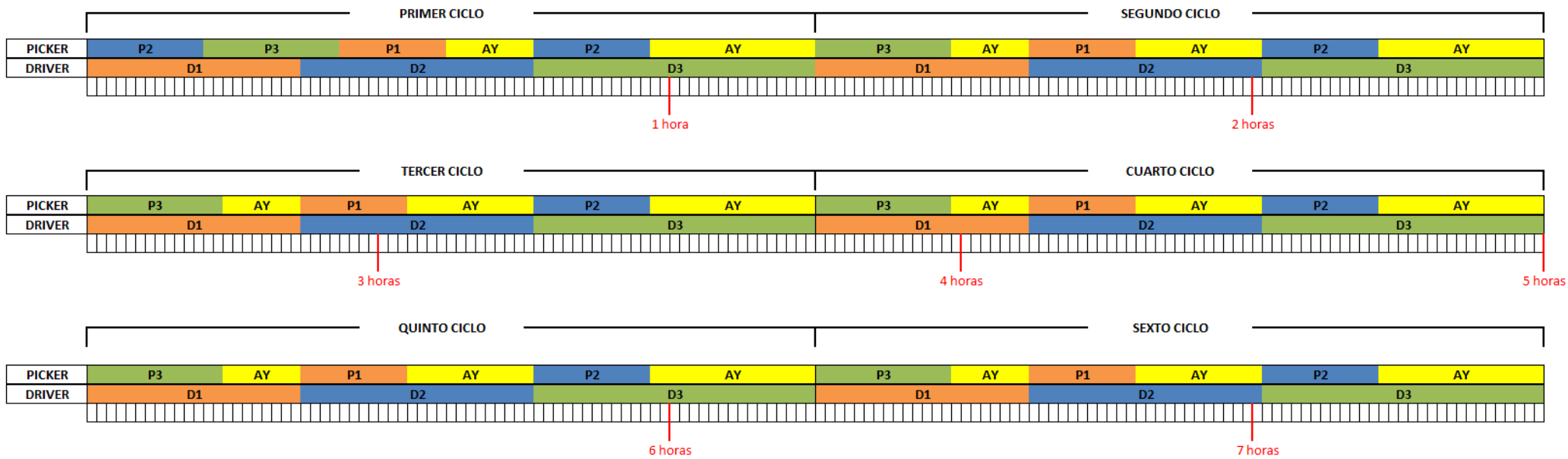
Gráfico 10: Distribución tiempos P&D (Fuente: Elaboración propia)

Debido a que el Picker tiene menor tiempo de trabajo total se le asigna nuevas funciones en IN10. Una vez tenga los trenes cargados se le asignarán dos nuevas funciones.

- 1) Ayudará a mantener el flat storage lleno en todo momento, reduciendo así la carga de trabajo de los otros dos operarios de IN10.
- 2) En caso de necesidad urgente de alguna referencia en la zona de producción, debida a errores o cambios de modelo, se encargará de trasladar la materia prima necesaria a la zona de producción.
- 3) Cubrirá ineficiencias de los trenes, disminuyendo así la carga de trabajo del GAP líder.

Para diseñar la secuencia con la que cada uno de los operarios trabajará, se ordenan los tiempos suponiendo que uno de los trenes se encontrará cargado al inicio del turno. En este caso se supone el tren número uno. Al inicio de cada turno deberá de haber como mínimo un tren cargado, de esta manera se consigue que el Driver no tenga tiempo de espera e inicie su trabajo al mismo tiempo que se inicia el turno. En el caso de que se tengan dos trenes cargados, aumentará el tiempo de ayuda del Picker en los primeros ciclos. Además cada operario tiene un total de 30 minutos de descanso por turno, por lo que se suponen 7 horas y media de trabajo. Debido a que el Picker tiene menor carga de trabajo, en el ecuador del turno los operarios intercambiarán los puestos de trabajo. De esta manera ambos realizarán tanto la función de Picker como la de Driver durante el mismo tiempo, tres ciclos.

A continuación se muestra la secuencia de trabajo de cada operario en función de los tiempos necesarios para la carga y conducción de cada uno de los tres trenes. Cada cuadrado de la parte inferior de la imagen representa 1 minuto. Además se pueden observar los ciclos del turno, tiempo que el driver tarda en conducir los tres trenes, y las horas del turno.



6.7 Zona de intercambio

El método Picker&Driver implica que uno de los tres minitrenes este parado a la espera de ser recogido por uno de los dos operarios. En la secuencia de trabajo de cada operario se puede observar cómo, en el caso más desfavorable, dos de los minitrenes estarán parados a la espera del Driver. Además comprobando las medidas de cada uno de los trenes, se concluye que el máximo espacio ocupado será en el momento en el que tanto el minitren uno como el tres estén cargados a la espera del driver. Por otro lado se puede asegurar que en ningún momento permanecerán estacionados dos trenes en sentido contrario, los cuales impedirían el tránsito por el pasillo de entrada al almacén IN10.

Con las medidas de la zona de entrada a IN10 y el tránsito de maquinaria por esta, se determina que será necesaria una modificación del Lay Out. El Lay Out será modificado con el objetivo de que la carretilla tenga espacio suficiente para su paso por la zona en la que estarán estacionados los minitrenes. En la situación actual, los minitrenes impedirían el paso de la carretilla, tal y como se puede observar en la siguiente imagen.

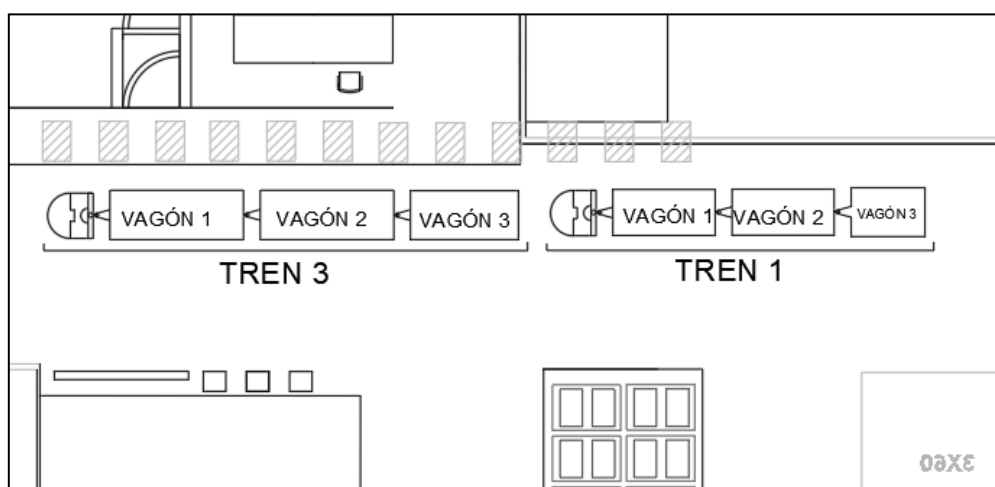


Figura 53: LayOut Actual zona de intercambio (Fuente: Elaboración propia)

Para un correcto funcionamiento del almacén IN10 se decide modificar la colocación y tamaño de la zona actual de vacíos, consiguiendo así un mayor espacio para la carretilla. El mayor inconveniente que se observa para este cambio es la modificación de la estructura actual, el gran tamaño de esta y sus anclajes al suelo obligan a contactar con una empresa externa para su modificación.



Figura 54: Estructura zona de vacios (Fuente: Elaboración propia)

Se decide acortar la estructura, y con ello la zona de vacío, en 2 metros y eliminar el espacio destinado a dos referencias de KLT ya obsoletos. El trabajo se le asigna a la empresa externa AINZOAIN S.L. Con esta modificación el Lay Out de la zona de entrada al almacén IN10 queda de la siguiente manera.

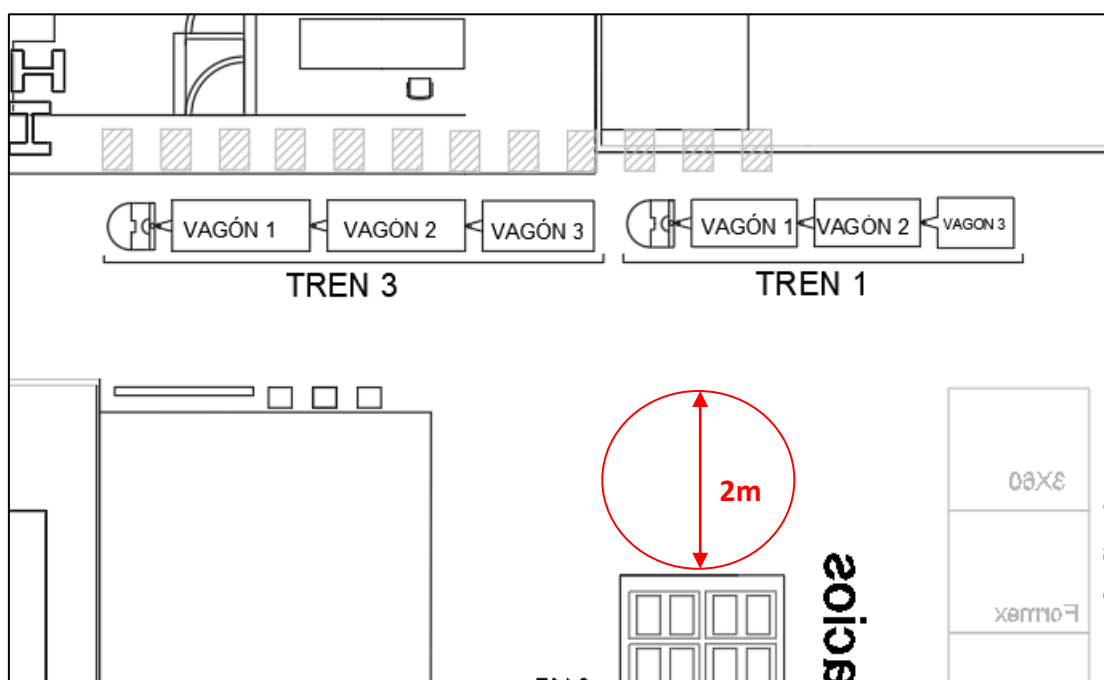


Figura 55: Lay Out futura zona de intercambio (Fuente: Elaboración propia)

6.7 Timing Diseño

El diseño del proyecto es la fase de este que abarca desde que se presenta el problema hasta que se consigue la inversión y posterior lanzamiento de las acciones necesarias para su implantación. En nuestro caso se desarrollará desde la semana 7 hasta la 15. Debido a la gran variedad de trabajos y necesidades en la fábrica no se destinará el 100% del tiempo al desarrollo del proyecto. Pese a ello durante todas las semanas se realizan acciones relativas a la implantación del método Picker&Driver en la planta.

TIMING DISEÑO

SEMANA 7	- Diseño diferentes alternativas.
SEMANA 8	- Desarrollo alternativas.
SEMANA 9	- Análisis tiempo y número de paquetes por ciclo de los tres minitrenes.
SEMANA 10	- Presentación alternativas. - Elección alternativa final.
SEMANA 11	- Análisis cobertura actual de las rampas de la zona de producción. - Análisis referencias más utilizadas en Flat Storage. - Obtención presupuesto para nuevas rampas en Flat Storage.
SEMANA 12	- Diseño y reorganización de las rampas de la zona de producción incompatibles con el nuevo tiempo de ciclo. - Contacto con empresa para obtener presupuesto de rampas. - Cálculo capacidad actual de cada uno de los trenes.
SEMANA 13	- Diseño nuevos vagones minitrenes - Contacto con empresa externa para obtención presupuestos vagones minitrenes.
SEMANA 14	- Obtención presupuesto total del proyecto - Presentación del proyecto y obtención de CAR.
SEMANA 15	- Contacto con proveedores para lanzamiento del proyecto y sus acciones

Tabla 19: Timming Diseño (Fuente: Elaboración propia)

6.8 Timming Implantación

Con los presupuestos de cada trabajo a realizar, las empresas nos indican el tiempo que sería necesario desde que se manda fabricar. A continuación se muestra el número de semanas necesarias para cada acción a realizar desde que se apruebe el proyecto por parte de la empresa, y con ello, se obtenga el dinero necesario para la inversión. La fecha de aprobación del proyecto está definida para la semana 14, pero el lanzamiento de las acciones se realizará entre la semana 15 y 16.

ACCIÓN	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22
Zona intercambio							
Rampa 327							
Rampa 600							
Rampa 700							
Rampa 800							
Rampa 900							
Rampas 270							
Rampas Pallet							
Vagón Tren 1							
Vagón Tren 2							
Vagón Tren 3							

Tabla 20: Timming Implantación (Fuente: Elaboración Propia)

Por ello, la implantación total del método Picker&Driver se realizará en la semana 23, una vez se hayan realizado todas las acciones necesarias para su implantación.

7. ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO

La política del Grupo Faurecia exige una amortización menor al año y medio para llevar a cabo un nuevo proyecto. En nuestro caso se calcula el coste total de todas las acciones a realizar para la implantación del método Picker&Driver.

PRESUPUESTO	
Modificación rampa 600	1.200,00 €
Modificación rampa 700	900,00 €
Modificación Rampa 800	850,00 €
Modificación Rampa 900	1.050,00 €
Modificación rampas 270	1.200,00 €
Modificación rampas 327	0,00 €
Rampas Pallet	22.225,00 €
Desmontar Rampas rodillos actuales	500,00€
Vagón Tren 1	3.800,00 €
Vagón Tren 2	3.400,00 €
Vagón Tren 3	3.400,00 €
TOTAL	38.525,00 €

Tabla 21: Presupuesto (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede observar, más de la mitad del presupuesto va destinado a la adquisición y colocación de las rampas de palet. Sin embargo es un elemento muy importante en la implantación del método, reduce ampliamente la carga de trabajo reduciendo tiempos y mejorando la ergonomía del trabajador. Por ello no es posible reducir el número de rampas.

La empresa da mucha importancia al retorno de la inversión. Como ya se ha comentado en el apartado de problemas, el coste anual de un operario en la zona de logística es de 40.000€. Con la reducción total de 3 operarios la empresa conseguirá una reducción de 120.000€ anuales. El Pay-Back muestra, en años, cuándo la empresa recuperará el dinero invertido en el proyecto.

RETORNO	
AHORRO REDUCCIÓN 3 OPERARIOS	120.000,00€
PRESUPUESTO PROYECTO	38.525,00 €
PAY-BACK	0,321

Tabla 22: Retorno (Fuente: Elaboración propia)

Con un Pay-Back de 0,321 años se puede asegurar que nos encontramos ante una buena inversión para la empresa.

8. RESULTADOS

La escasa duración de las prácticas, cuatro meses, hacen que a fecha de hoy todavía no se haya puesto en marcha el suministro a la línea con el método Picker & Driver. Nos encontramos ante un proyecto totalmente diseñado en el papel, en el que no ha sido posible realizar pruebas reales en las planta previas a la inversión. Esto ha sido consecuencia principalmente de la baja cobertura actual de algunas rampas de la zona de producción, influyendo además el funcionamiento de la planta a tres turnos y su metodología Just in time. Por ello ha sido necesario el lanzamiento del proyecto, con la totalidad de su inversión incluida, antes de realizar una prueba de implantación de nuestro proyecto.

La falta de pruebas y simulaciones ha obligado a detallar más todos los puntos y acciones a realizar. Debido a esto se espera un gran resultado de esta nueva forma de suministro de materia prima, con pocas cosas que corregir en el momento de la implantación.

Previo a pruebas e implantación se observa un punto en el que el método Picker & Driver pueda generar algún pequeño problema. Durante la estancia en la fábrica se ha observado que en algún momento puntual la conexión a internet y el sistema informático de la fábrica han presentado ciertos errores. Con el método Picker & Driver cada uno de los operarios solo está en contacto con su zona de trabajo, por ello a la hora de cargar el tren el Picker sólo tiene la información de las etiquetas impresas. Se necesita pues un buen funcionamiento de las pistolas de lectura y las impresoras ya que en caso de no imprimirse correctamente el paquete no será cargado. Con la metodología actual en caso de fallo de impresión el trenero tiene una alta probabilidad de acordarse de recoger el paquete, ya que ha sido el mismo el que ha visto en las rampas de producción la falta de ese material. Durante el desarrollo del proyecto se ha mejorado la conexión a internet junto al departamento de Informática, reduciendo casi al 100% los errores de lectura en la planta. El sistema de lectura e impresión del material esta en mejora continua desde su implantación por lo que se prevé eliminar todos errores relacionados con el paso del tiempo. Podemos afirmar que esto es la gran línea de mejora de nuestro proyecto.

En el resto de puntos y acciones llevadas a cabo y relacionadas con la implantación de nuestro proyecto no se observan ni prevén inconvenientes. Por ello las mejoras que se conseguirán con su implantación serán las siguientes:

1. La implantación de este método permite la **reducción de tres operarios**, uno por turno, en la zona de logística de nuestra empresa. El coste anual de 3 operarios es de **120.000€**, sobre coste que la empresa va a eliminar con la implementación del método Picker&Driver.
2. El proyecto no solo tendrá impacto económico, además la reducción de operarios permite al departamento, y a toda la planta, **incrementar su DLE**. El DLE es un indicador al que el departamento y la planta dan mucha importancia, para su cálculo basta con realizar el cociente entre el número de piezas fabricadas y la MOD que han requerido. La disminución de tres operarios impacta positivamente sobre este indicador puesto que el número de productos fabricados se mantendrá estable.

$$DLE = \frac{N^{\circ} \text{ Productos fabricados}}{h \text{ MOD}}$$

9. CONCLUSIONES

El desarrollo de este proyecto me ha permitido enfrentarme a la realización de un proyecto real, en un entorno diferente al vivido anteriormente. Por ello, puedo asegurar que durante estos meses he tenido el mayor aprendizaje de cara a la vida laboral. La cantidad de inconvenientes que este proyecto ha presentado durante su realización me ha permitido aprender a enfrentarme a ellos y solucionarlos.

El trabajar con elementos reales me ha permitido observar la cantidad de parámetros a tener en cuenta en su diseño, modificación y distribución. En proyectos anteriores, al no trabajar con elementos reales, no observas la cantidad de trabajo detrás de cada acción.

Por otro lado durante este proyecto me he visto obligado a interactuar con otras personas, desde operarios de la línea hasta empleados de otros departamentos, incluidas personas de altos cargos. El trato y comunicación con otras personas es uno de los elementos más importantes en una empresa y creo que durante la realización de este proyecto he mejorado y aprendido mucho en este aspecto.

Por último, durante este proyecto he trabajado con dinero real. La responsabilidad que esto conlleva ha añadido un alto grado de responsabilidad y presión al proyecto. Pese a ello lo veo como algo favorable y que me ha permitido formarme y adaptarme a este tipo de situaciones.

Puedo asegurar que este proyecto me ha servido para aprender, formarme y desarrollar una gran cantidad de habilidades y competencias.

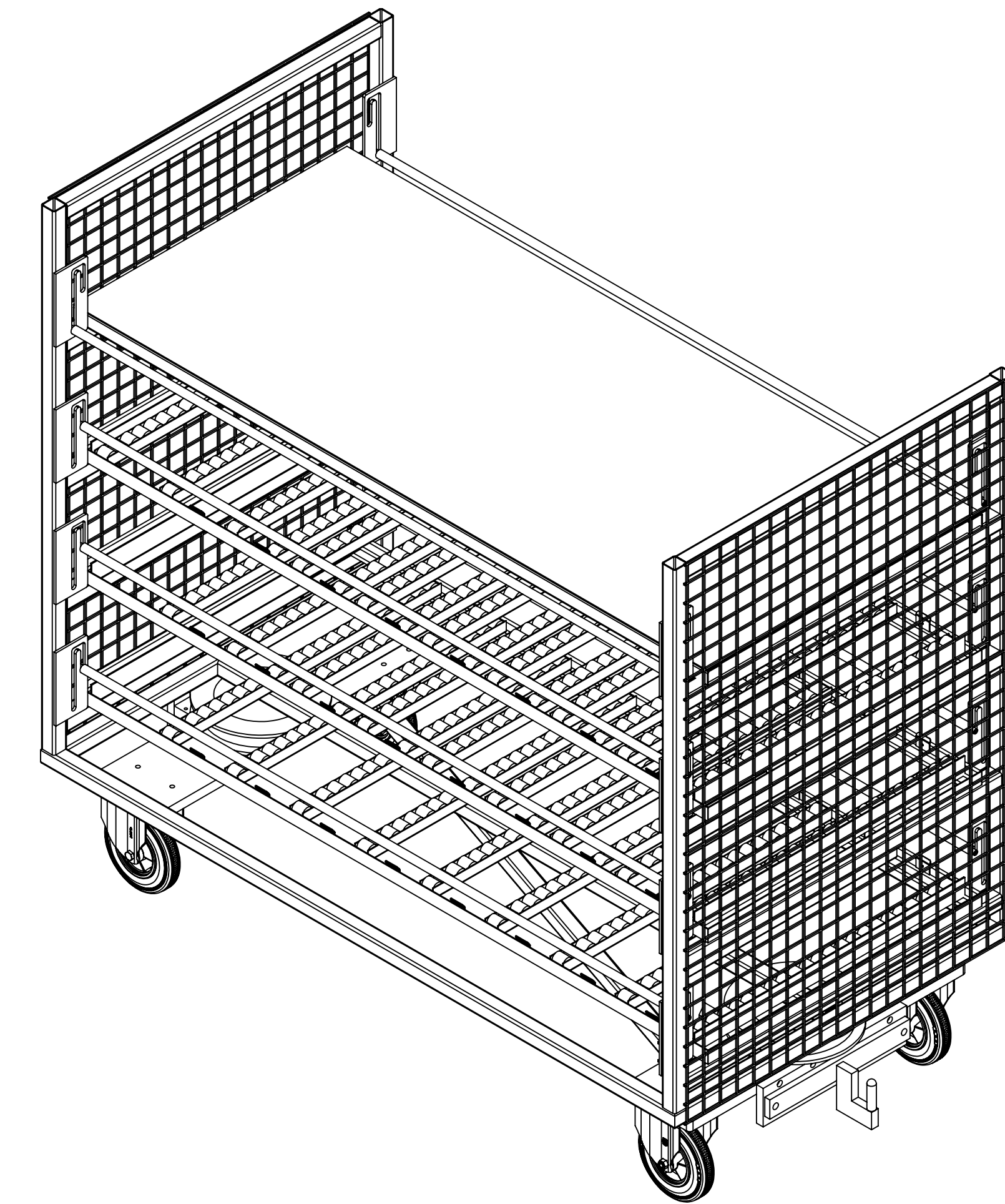
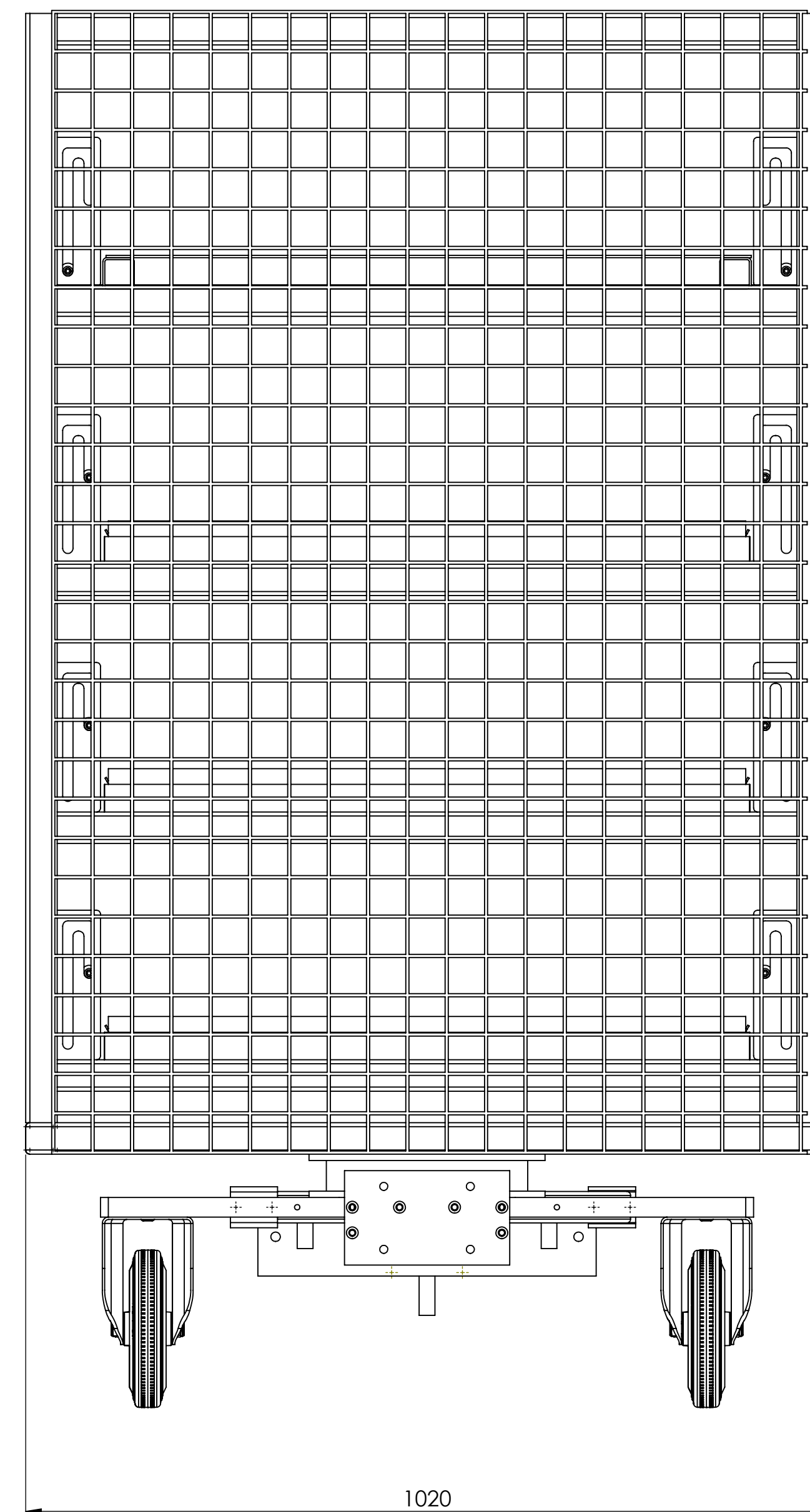
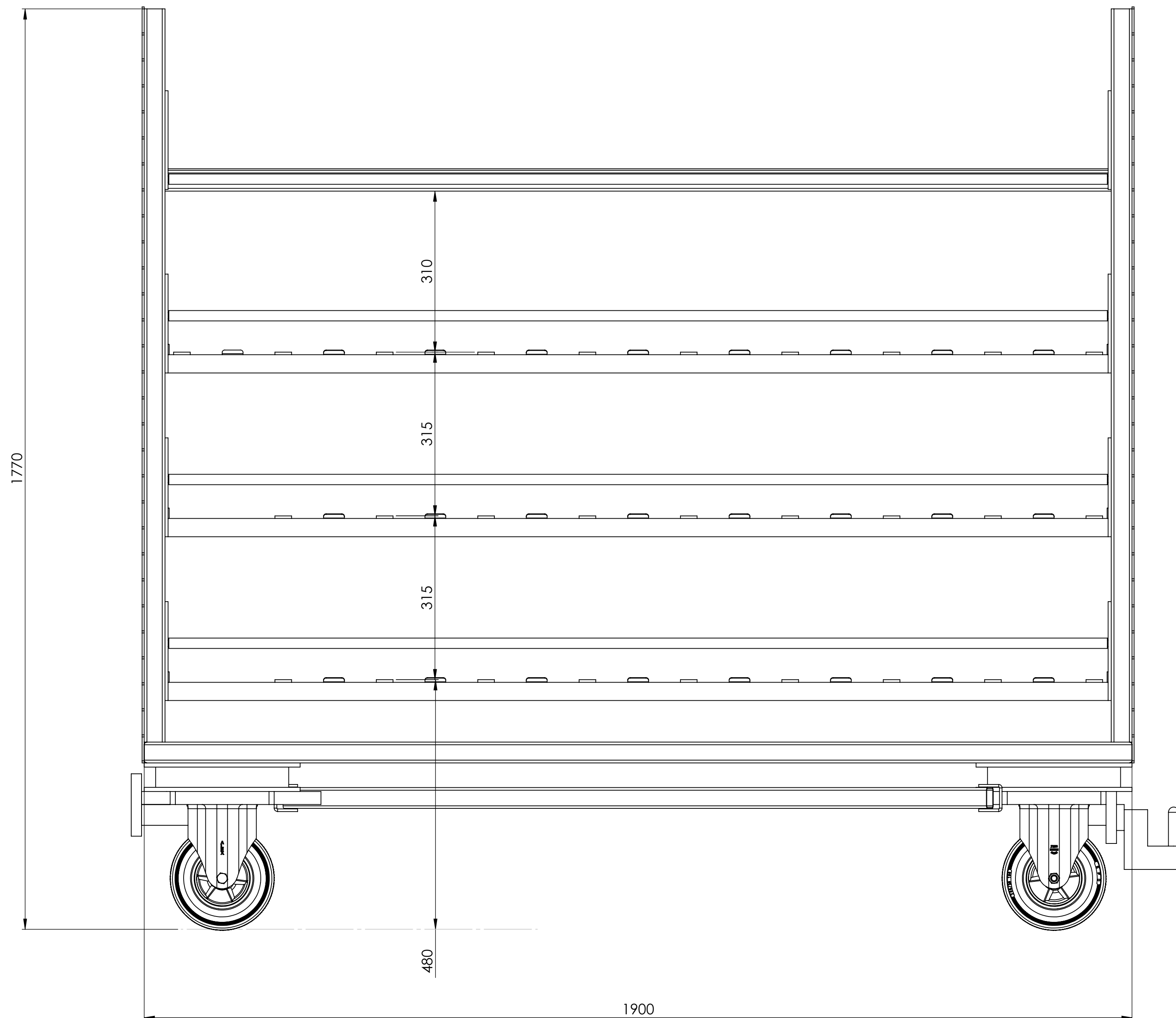
10. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Grupo Faurecia Emissions, (2022). Documentación Faurecia. Pamplona.
- [2] Idoipe, J. C. (2013). *Lean Manufacturing. Concepto, técnicas e implantación*. Recuperado el 2022, de <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>
- [3] Universidad Pública de Navarra, (s.f.). Apuntes Organización de la producción Universidad Publica de Navarra. Pamplona.
- [4] Palacios, T. M. (1993). *El sistema Just in Time y la flexibilidad de la producción*. Ediciones Pirámide.

ANEXOS

ÍNDICE ANEXOS

- 1. PLANOS TRENES
 - 1.1 PLANO VAGÓN TREN 1
 - 1.2 PLANO VAGÓN TREN 2
 - 1.3 PLANO VAGÓN TREN 3

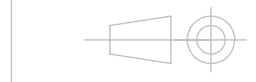


2	49	220624_20_Tope	F-111		
2	16	220624_17_Pletina	F-111		
30	16	220624_16_Casquillo	Nylon		
30	8	220624_15_Varilla	F-111		
-	28	220624_12_Camino rodillos	Material <sin especificar>		
6	3	220624_14_Bandeja	F-111		
2	1	220624_13_Chapa	F-111		
17	1	220624_11_Pletina	F-111		
2	2	220624_18_Malla	F-111		
-	4	220624_Rueda Alex 2-1074	Material <sin especificar>		
-	2	220624_Corona de giro ISB AG.0300.55	Material <sin especificar>		
C15	2	Anillo elastico	COMERCIAL	E20	
C14	4	Anillo elastico	COMERCIAL	E30	
C13	4	Anillo elastico	COMERCIAL	E25	
C12	4	Rodamiento bolas	COMERCIAL	62305 2RS	
C11	2	Rodamiento conico	COMERCIAL	32018	
30	4	220624_9_Taco	F-111		
29	2	220624_6_Limitador	F-111		
28	2	220624_5_Escuadra	F-111	-	-
26	2	220624_4_Pletina	F-111		
17	1	220624_10_Pletina	F-111		
16	1	220624_8_Pletina	F-111		
6	1	220624_31_Carro 1	F-111		
5	1	220624_19_Porta ruedas	F-111		
Mar ca	CANT.	DENOMINACION	MATERIAL	CARACTERISTICAS	CODI GO

DIMENSIONES EN MILÍMETROS

TOLERANCIAS:
LINEAL: ±0,2
ANGULAR: ±1°

ÁNGULO DE PROYECCIÓN:



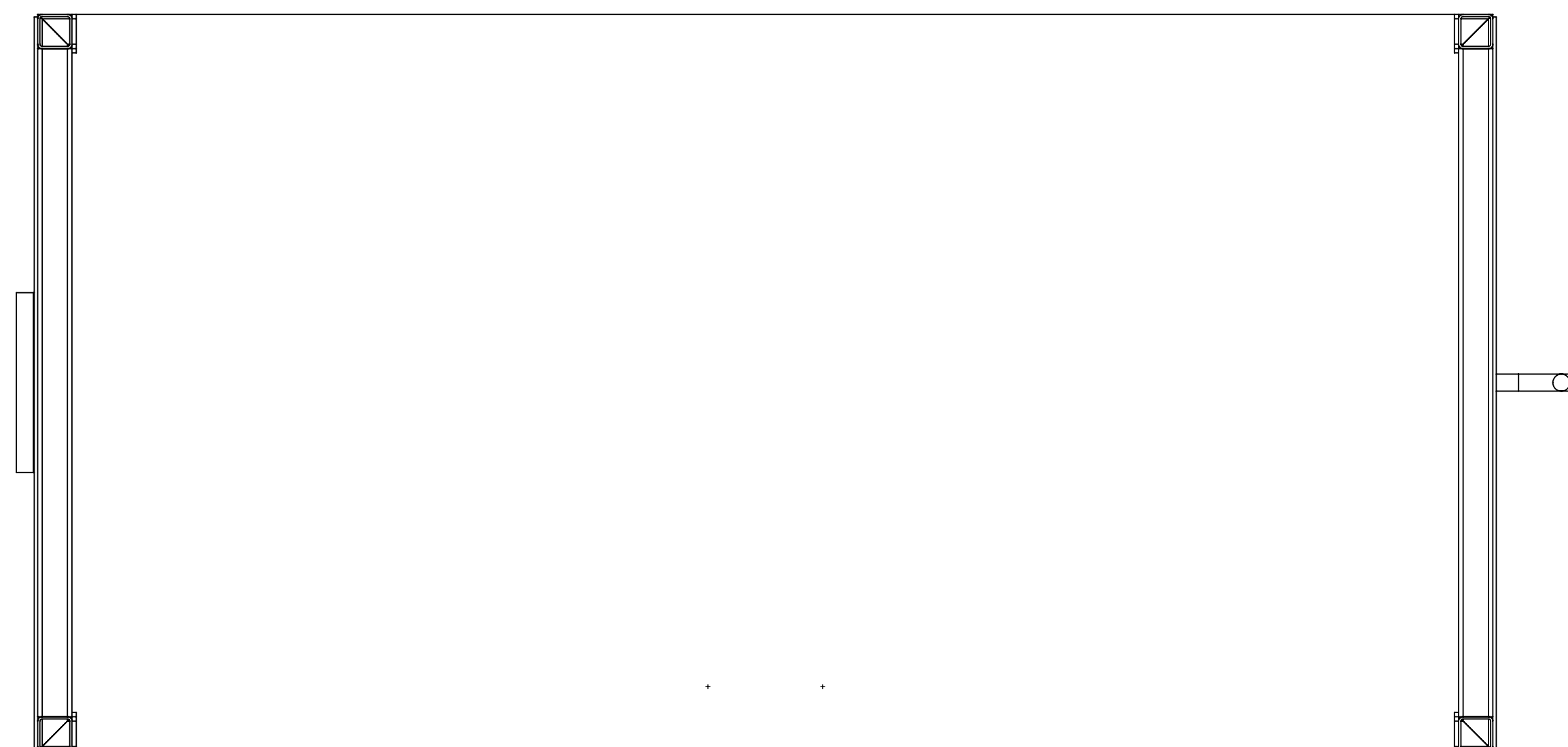
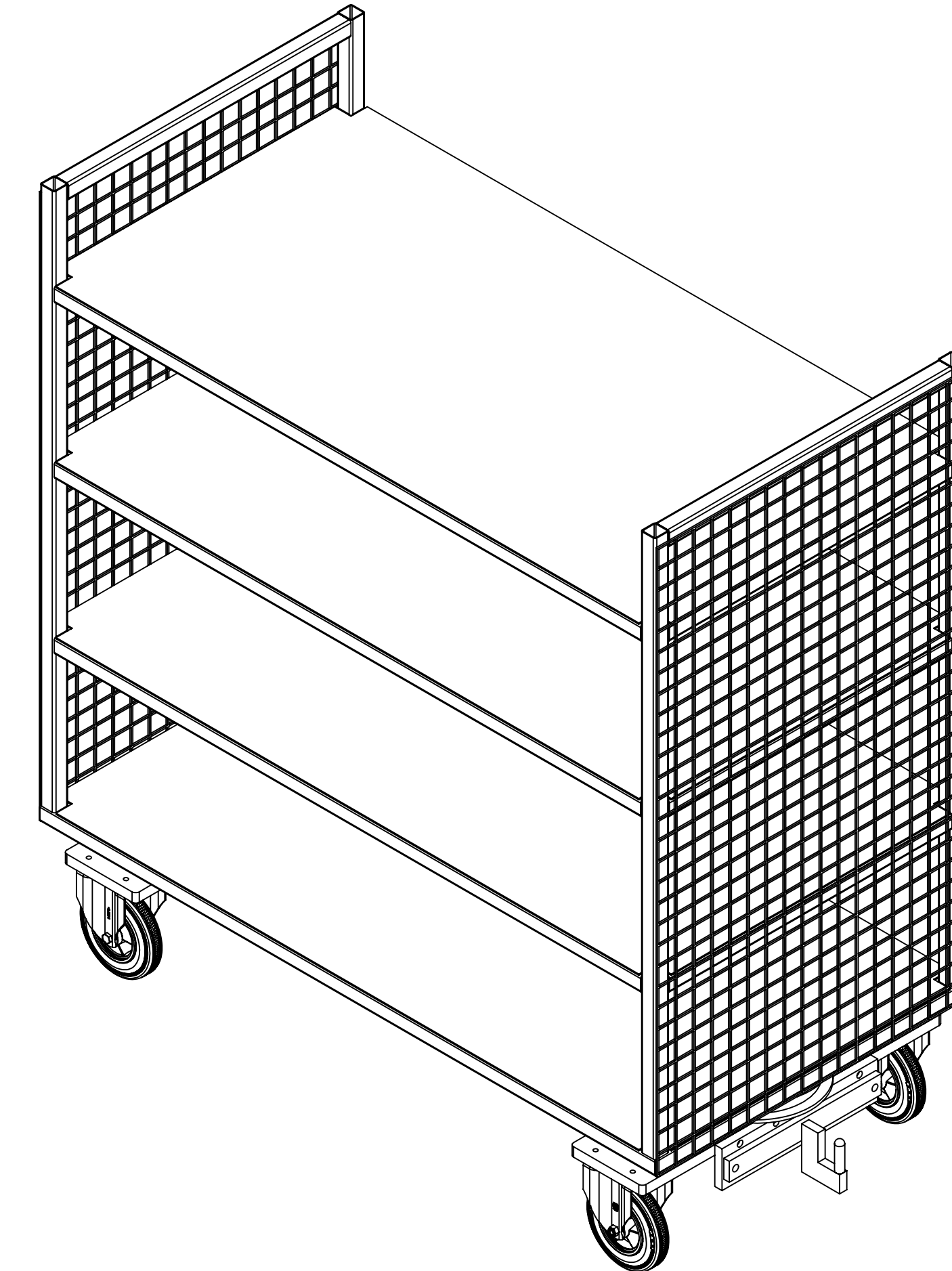
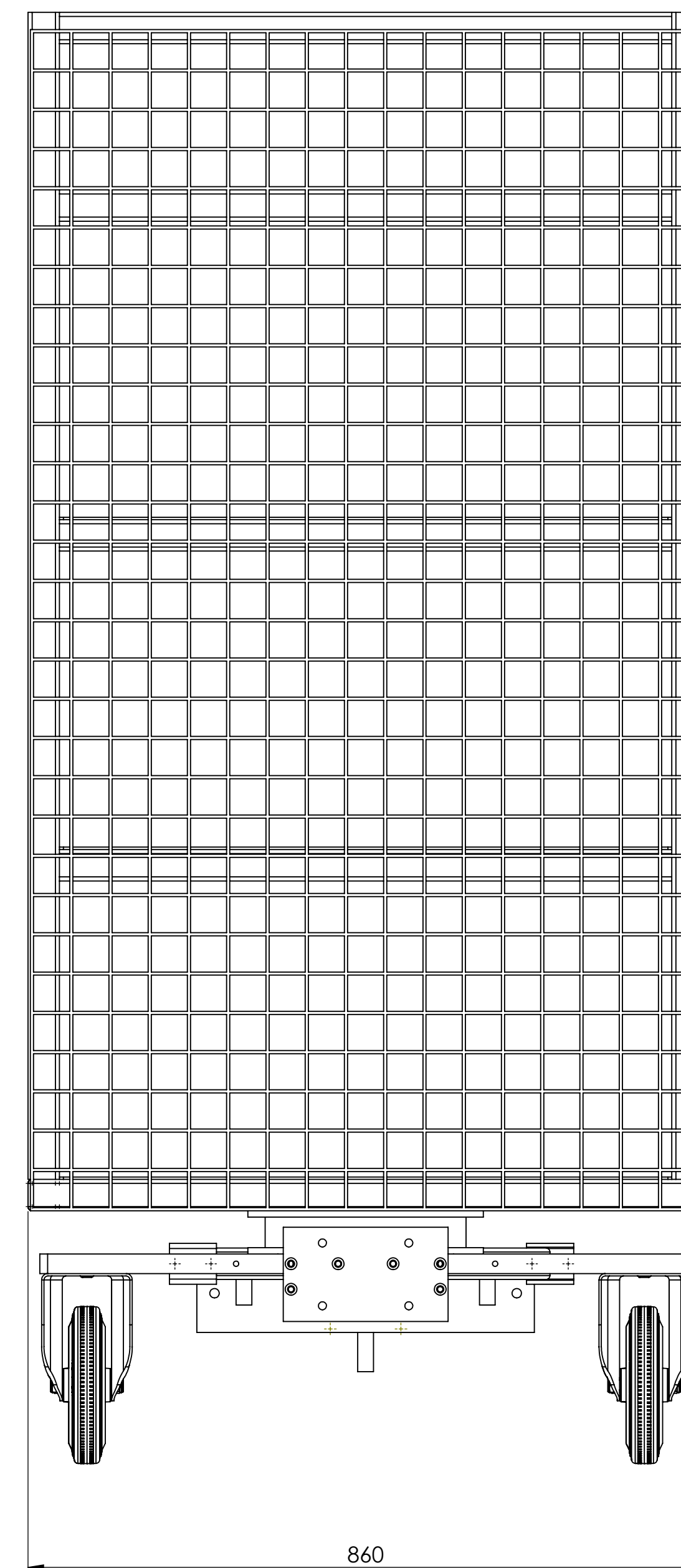
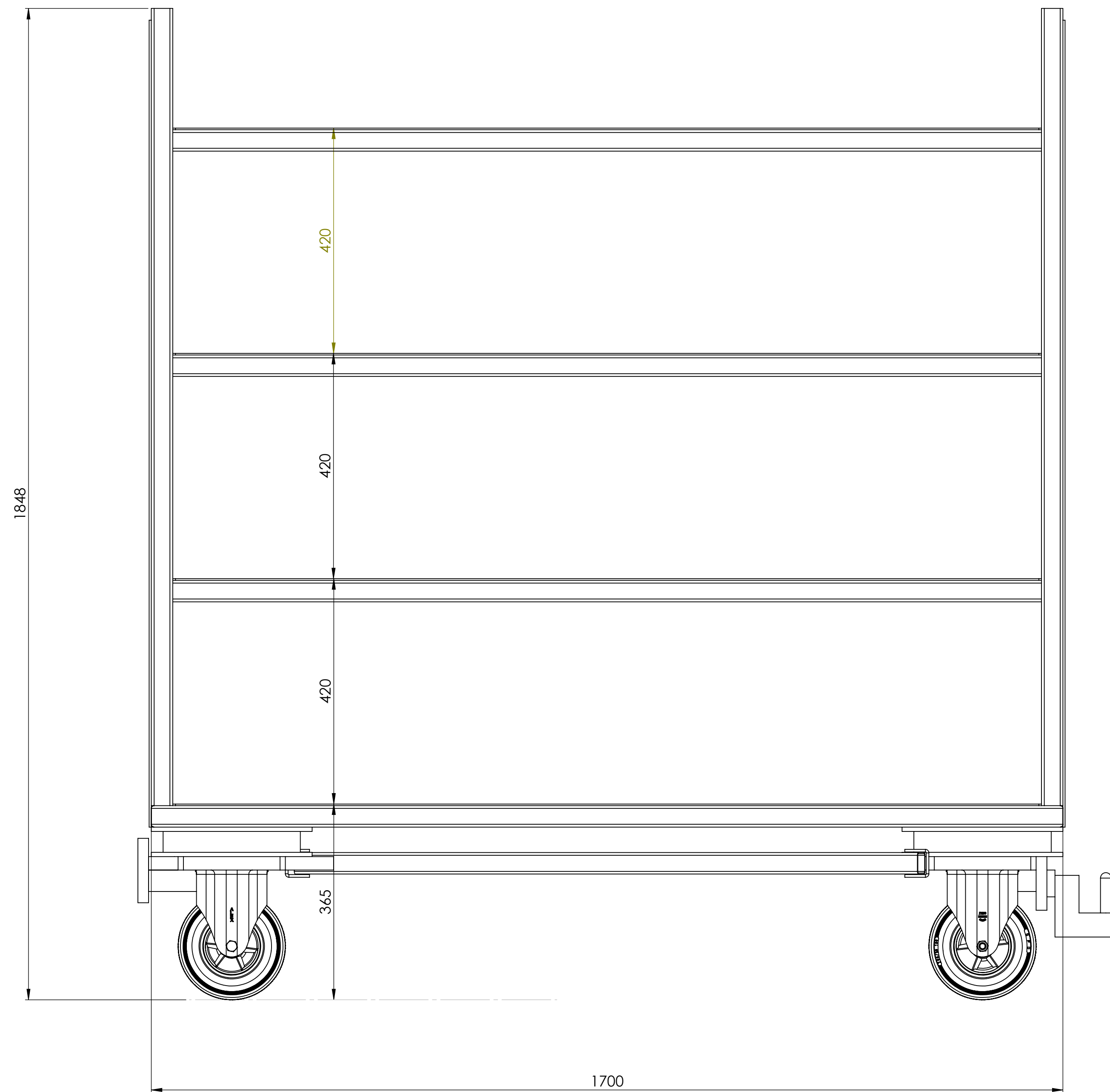
Nº proyecto: 2007

OF: 20.0135

DIBUJADO: NOMBRE: FECHA: A.E. 03-2020

COMPROBADO:

BIDEBERRI

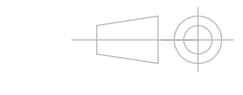


17	1	220624_11_Pletina	F-111		
2	2	220624_3_Malla	F-111		
-	4	220624_Rueda Alex 2-1074	Material <sin especificar>		
-	2	220624_Corona de giro ISB A.G.0300.55	Material <sin especificar>		
2	4	220624_2_Chapa	F-111		
C15	2	Anillo elastico	COMERCIAL	E20	
C14	4	Anillo elastico	COMERCIAL	E30	
C13	4	Anillo elastico	COMERCIAL	E25	
C12	4	Rodamiento bolas	COMERCIAL	62305 2RS	
C11	2	Rodamiento conico	COMERCIAL	32018	
30	4	220624_9_Taco	F-111		
29	2	220624_6_Limitador	F-111		
28	2	220624_5_Escuadra	F-111	-	-
26	2	220624_4_Pletina	F-111		
17	1	220624_10_Pletina	F-111		
16	1	220624_8_Pletina	F-111		
6	1	220624_21_Carro 2	F-111		
5	1	220624_7_Porta ruedas	F-111		
Mar ca	CANT.	DENOMINACION	MATERIAL	CARACTERISTICAS	CODI GO

DIMENSIONES EN MILÍMETROS

TOLERANCIAS:
LINEAL: ±0,2
ANGULAR: ±1°

ÁNGULO DE PROYECCIÓN:



Nº proyecto: 2007

OF: 20.0135

DIBUJADO
COMPROBADO

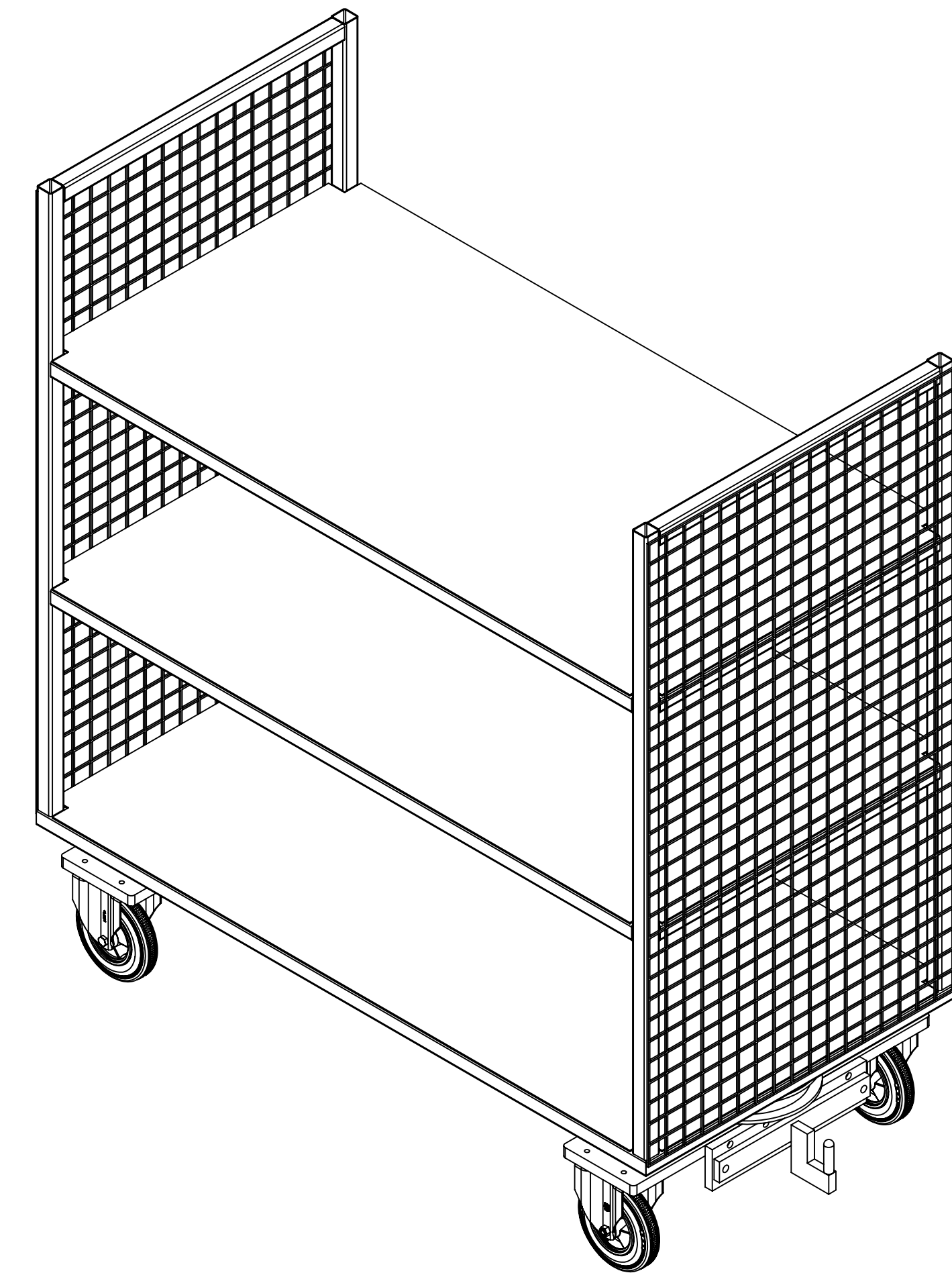
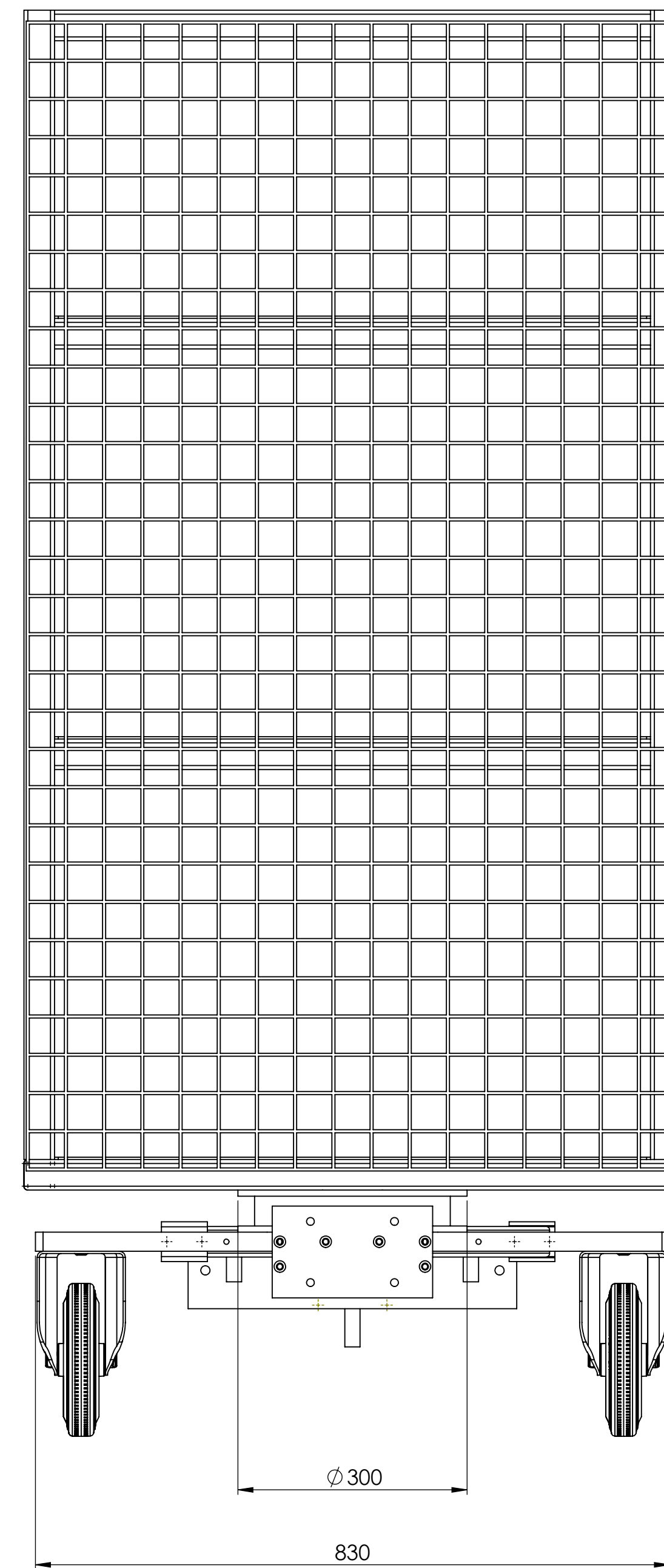
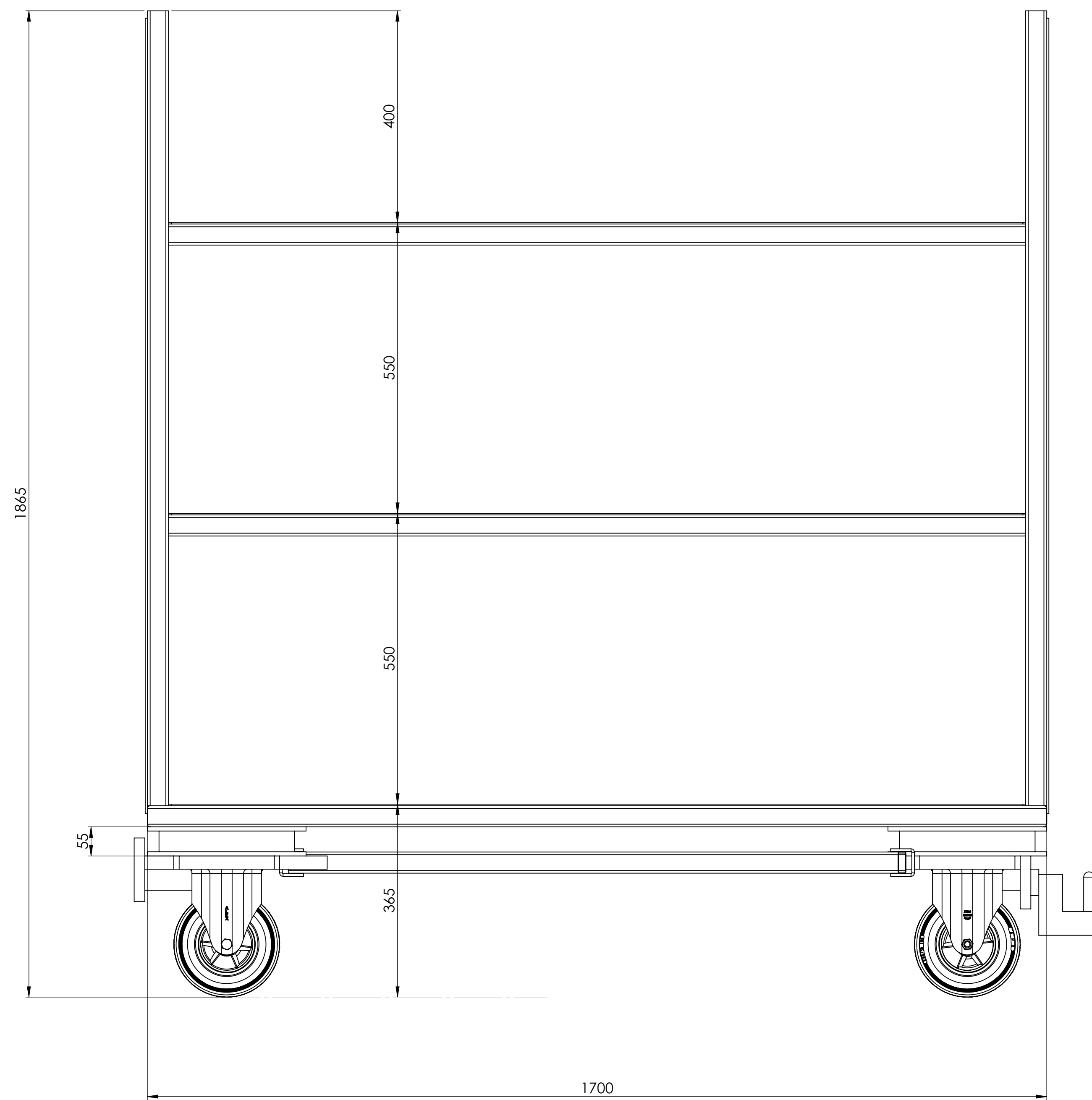
NOMBRE
A.E.

FECHA
03-2020

BIDEBERRI

CARRO TRANSPORTA VASIJA

A1



17	1	220624_11_Pletina	F-111		
2	2	220624_3_Malla	F-111		
-	4	220624_Rueda Alex 2-1074	Material <sin especificar>		
-	2	220624_Corona de giro ISB A.G.0300.55	Material <sin especificar>		
2	3	220624_2_Chapa	F-111		
C15	2	Anillo elastico	COMERCIAL	E20	
C14	4	Anillo elastico	COMERCIAL	E30	
C13	4	Anillo elastico	COMERCIAL	E25	
C12	4	Rodamiento bolas	COMERCIAL	62305 2RS	
C11	2	Rodamiento conico	COMERCIAL	32018	
30	4	220624_9_Taco	F-111		
29	2	220624_6_Limitador	F-111		
28	2	220624_4_Escuadra	F-111	-	-
26	2	220624_4_Pletina	F-111		
17	1	220624_10_Pletina	F-111		
16	1	220624_8_Pletina	F-111		
6	1	220624_1_Carro	F-111		
5	1	220624_7_Porta ruedas	F-111		
Mar ca	CANT.	DENOMINACION	MATERIAL	CARACTERISTICAS	CODI GO

DIMENSIONES EN MILÍMETROS

TOLERANCIAS:
LINEAL: ±0,2
ANGULAR: ±1°

ÁNGULO DE PROYECCIÓN:



Nº proyecto: 2007

OF: 20.0135

DIBUJADO
COMPROBADO

NOMBRE
A.E.

FECHA
03-2020

BIDEBERRI

CARRO TRANSPORTA VASIJA

A1